

Kvalitetsstyrning

LMA201/LMA522

Helga Kristín Ólafsdóttir

2020-02-24

Baserat på slides efter Anders Hildeman

Föreläsningens innehåll

1. Kvalitet
2. Acceptansk kontroll enligt attributmetoden
3. Enkel provtagningsplan
4. Design av enkel provtagningsplan med binomialnomogram
5. Genomgång av problem 1.5 från boken.

Vad är kvalitet?



Vad är kvalitet?

En tillverkad produkt (eller utförd tjänst) måste leva upp till vissa krav för att vara användbar.

Vad dessa krav är bestäms av yttre faktorer såsom marknad och lagstiftning men också av inre faktorer såsom ideal, stolthet, produktionsprocess, etc.

Kvalitet = uppfyllande av krav/förväntningar

Vad är kvalitet?

Exempel:

Vilka skor har bäst kvalitet?

1. Sko 1: Håller 3 år med 70% sannolikhet men 1 år med 30% sannolikhet.
2. Sko 2: Håller 2 år med 100% sannolikhet.

Vad är kvalitet?

Exempel:

Vilka skor har bäst kvalitet?

1. Sko 1: Håller 3 år med 70% sannolikhet men 1 år med 30% sannolikhet.
2. Sko 2: Håller 2 år med 100% sannolikhet.

Oftast efterfrågar marknaden förutsägbarhet. Sko 2 skulle därför vara att föredra även om den förväntade livslängden är längre för sko 1. Bra kvalitet är oftast associerat med liten spridning.

Vad kan dålig kvalitet bero på?

Vad kan dålig kvalitet bero på?

- Dålig kvalitet hos inköpta komponenter.

Vad kan dålig kvalitet bero på?

- Dålig kvalitet hos inköpta komponenter.
- Problem med tillverkningsprocessen.

Vad kan dålig kvalitet bero på?

- Dålig kvalitet hos inköpta komponenter.
- Problem med tillverkningsprocessen.
- Kraven är orealistiska.

Vad kan dålig kvalitet bero på?

- Dålig kvalitet hos inköpta komponenter.
- Problem med tillverkningsprocessen.
- Kraven är orealistiska.

Vad kan dålig kvalitet bero på?

- Dålig kvalitet hos inköpta komponenter.
- Problem med tillverkningsprocessen.
- Kraven är orealistiska.

Kursen berör inte hur kvaliteten kan förbättras. Istället kommer vi gå igenom hur man upptäcker bristande kvalitet.

Hur upptäcker man bristande kvalitet?

Man kontrollerar de producerade enheterna och ser om de lever upp till kraven. Man kontrollerar då en eller flera egenskaper (kvalitetsvariabler) hos enheterna .

Om man kontrollerar alla de producerade enheterna kallas det för allkontroll?

I många fall är inte allkontroll möjligt. Inspektionen kan vara för dyr för att genomföra på alla enheter eller inspektionen kan kräva att enheten förstörs.

Istället får man kontrollera ett urval av de producerade enheterna och dra en slutsats om alla enheter från resultatet. (acceptansk kontroll).

Under acceptanskontroll så kontrollerar man n enheter slumpvist utvalda från de N möjliga.

På grund av slumpen i vilket urval man väljer så kan man, givet samma parti av enheter, dra olika slutsatser om man gör om kontrollen flera gånger.

Slumpen $\Rightarrow$ behov av statistik!

Den uppmätta kvalitetsvariabeln kan vara antingen kvalitativ eller kvantitativ.

Definition: Kvalitativ kvalitetsvariabel

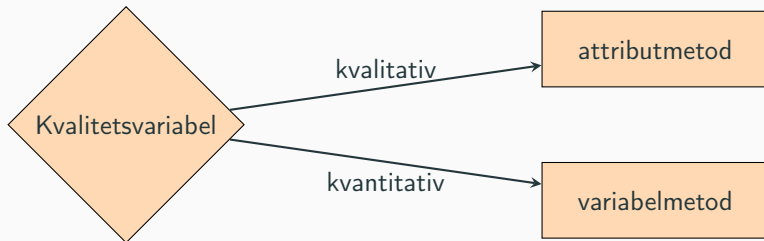
Från kontrollen av en enhet kategoriseras den till en grupp (antingen felfri eller defekt).

Definition: Kvantitativ kvalitetsvariabel

Från kontrollen av en enhet tilldelas den ett tal. Från detta tal kan man se hur långt bort från kravgränserna enheten befinner sig.

En kvantitativ kvalitetsvariabel ger lite mer information. Det är dessutom lätt att kategorisera även den som felfri eller defekt beroende på om värdet är inom kvalitetsgränserna.

Acceptansk kontroll enligt attributmetoden



Om kvalitetsvariabeln är kvalitativ så används acceptansk kontroll enligt attributmetoden.

1. Dra ett urval från ett parti av enheter.
2. Klassificera enheterna från urvalet som defekta eller felfria.
3. Avgör om hela partiet skall accepteras eller avvisas baserat på antalet defekta och felfria i urvalet.

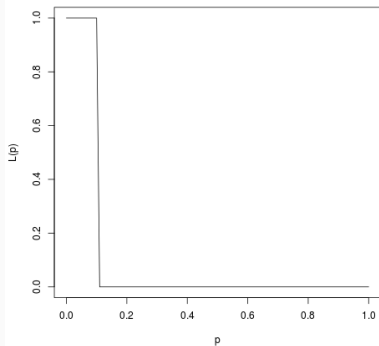
Acceptanssannolikheten, $L(p)$, beror på den totala sannolikheten att en enhet är defekt, $p = \frac{D}{N}$, samt n .

Här, är N totalt antal enheter, D totalt antal defekta enheter och n är stickprovsstorleken. p är sannolikheten att en slumpvist vald enheter är defekt.

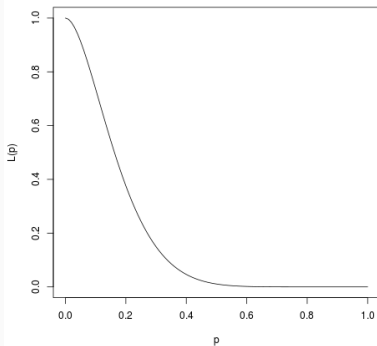
Grafen av $L(p)$ och p kallas för OC-kurvan (Operating Characteristic Curve).

OC-kurvan

$L(p)$ är avtagande och idealt vill man att den skall se ut som i figur 1a. Det gör den vid allkontroll. Vid acceptansk kontroll kommer kurvan tyvärr att få ett flackare utseende, figur 1b. Detta beror på slumpen i stickprovsurvalet.



(a) Allkontroll.



(b) Acceptansk kontroll med $n < N$.

Målet med att designa en acceptansk kontrollplan är att justera OC-kurvan så att den passar behoven så bra som möjligt.

Typiskt så vill man hålla n liten men samtidigt se till så att OC-kurvan blir så optimal som möjligt. D.v.s hög sannolikhet att acceptera för små p -värden och låg sannolikhet att acceptera för höga p -värden.

Enkel provtagningsplan

Definition: Enkel provtagningsplan

Välj ut n stycken enheter från de N existerande i partiet. Om $d < r$, acceptera partiet.

- N : Partiets storlek
Antalet enheter som existerar i partiet.
- n : provgruppsstorleken
Antalet enheter som kontrolleras.
- d : Antalet defekta enheter i provgruppen.
- r : avvisningstalet
En, på förhand bestämd, gräns för hur många enheter som minst måste vara defekta för att man skall avvisa partiet.
- c : acceptanstalet
Hur många enheter som mest kan tillåtas vara defekta i provgruppen utan att avvisa partiet. ($c = r - 1$).

Enkel provtagningsplan

Antal defekta enheter som upptäcks motsvarar ju det klassiska problemet med att man har en urna med N :st bollar av två färger, D är blå och resten är gröna. Man plockar sedan upp n :st ur urnan (utan återläggning).

Vad är sannolikhetsfördelningen för antal blå bollar som man plockat upp?

Vi vet sedan de första veckorna i kursen att detta kan modelleras med en slumpvariabel, ξ , som är hypergeometriskt fördelad, $\xi \sim \text{Hyp}(N, n, p)$, där $p = \frac{D}{N}$.

Sannolikheten att acceptera partiet, $L(p) = \mathbb{P}(\xi < r) = \mathbb{P}(\xi \leq c)$.

$$\mathbb{P}(\xi \leq c) = \sum_{i=0}^c \frac{\binom{Np}{i} \binom{N-Np}{n-i}}{\binom{N}{n}}$$

Hypergeometrisk fördelningen

Som vi minns så är den hypergeometrisk fördelningen lite jobbig att räkna på. Om vi skall räkna för hand kan vi istället använda oss av några approximationer från tidigare i kursen.

Approximationer: Hypergeometrisk fördelning

- Binomialfördelning: Ifall $\frac{n}{N} < 0.1$

$$\xi \sim \text{Bin}(n, p)$$

- Poissonfördelning: Ifall $\frac{n}{N} + p < 0.1$ och $n > 10$

$$\xi \sim \text{Po}(\lambda = np)$$

- Normalfördelning: Ifall $\frac{n}{N} < 0.1$ och $np(1 - p) > 10$.

$$\xi \sim N\left(\mu = np, \sigma^2 = \frac{N - n}{N - 1} np(1 - p)\right)$$

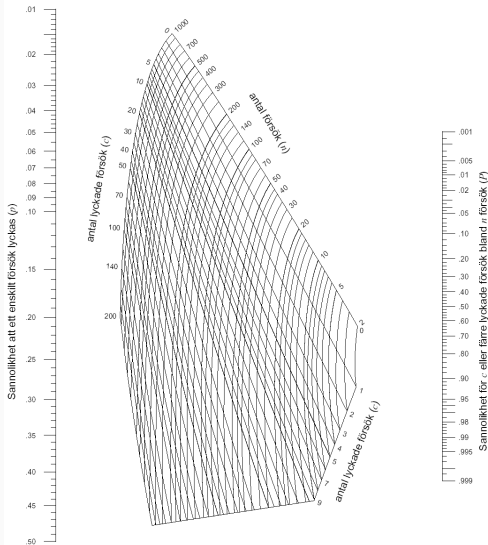
Hypergeometrisk fördelning - approximation

- Vanligtvis i den här kursen kommer vi approximera den Hypergeometrisk fördelningen med en binomialfördelning.
- Även denna är lite småjobbig att räkna på men vi kan ta fram acceptanssannolikheter med hjälp av tabeller för binomialfördelningen eller ett binomialfördelningsnomogram.

Hypergeometrisk fördelningen - approximation

NOMOGRAM OVER BINOMIALFÖRDELNINGEN

$P = P(X \leq c)$ där $X \in \text{Bin}(n, p)$; X = antal lyckade försök



Exempel: Acceptanssannolikhet i enkel provtagningsplan

Exempel: Räkna ut acceptanssannolikheten

Ett parti om 1000 enheter innehåller 240 defekta. Vad är acceptanssannolikheten om provgruppsstorleken är 10 och avvisningstalet är 2?

Exempel: Acceptanssannolikhet i enkel provtagningsplan

Exempel: Räkna ut acceptanssannolikheten

Ett parti om 1000 enheter innehåller 240 defekta. Vad är acceptanssannolikheten om provgruppsstorleken är 10 och avvisningstalet är 2?

Lösning: Räkna ut acceptanssannolikheten

$$N = 1000, n = 10, r = 2, p = \frac{240}{1000} = 0.24$$

Binomial approximationen kan användas ty $\frac{n}{N} = 0.01 < 0.1$.

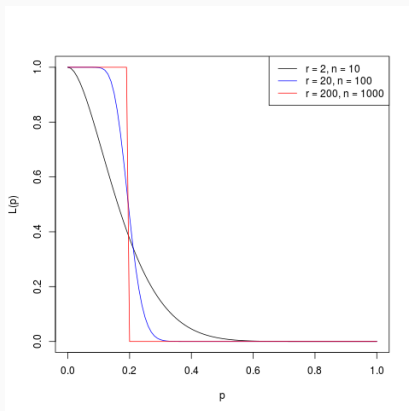
$$\xi \sim \text{Bin}(N = 10, p = 0.24)$$

$$\begin{aligned} L(p = 0.24) &= \mathbb{P}(\xi < r) = \sum_{i=0}^1 \binom{10}{i} (0.24)^i (0.76)^{10-i} \\ &= 0.76^{10} + 10 \cdot 0.24 \cdot 0.76^9 \approx 26,7\% \end{aligned}$$

Exempel: Acceptanssannolikhet i enkel provtagningsplan

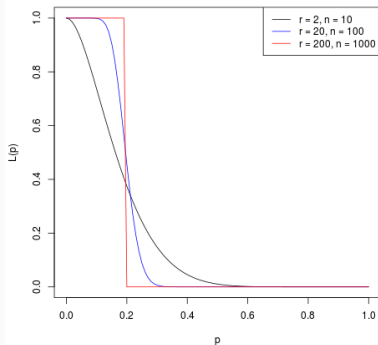
Antag att partiet borde ha avvisats om 20% eller mer av enheterna var defekta.

Vi räknade ut att med föreslagen enkel provtagningsplan så skulle det vara 26.7% risk att vi accepterade partiet även om antalet defekta enheter var 24%.

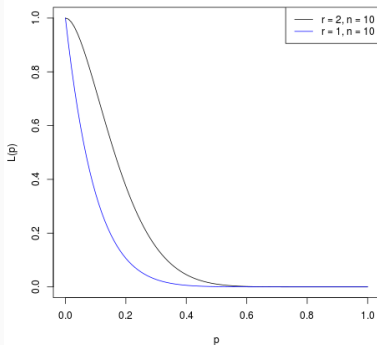


Exempel: Acceptanssannolikhet i enkel provtagningsplan

För att minska risken att acceptera när så inte borde så kan man förutom att öka n även minska r . Detta leder dock till att man kommer avvisa fler gånger när man inte borde.



(a) OC-kurvan för föregående exempel fast olika stora provgrupper.



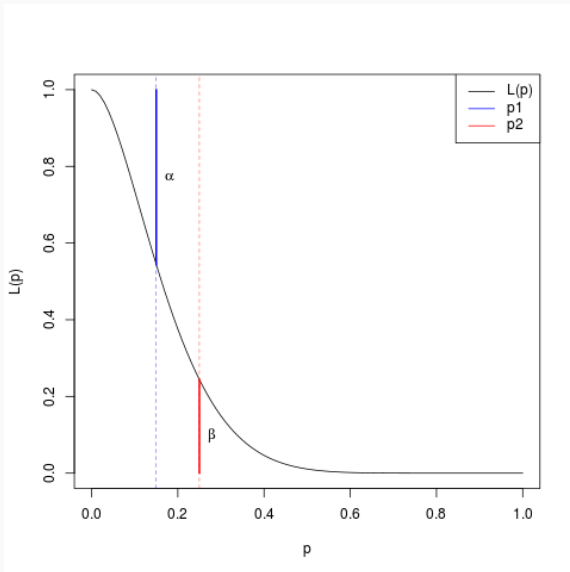
(b) OC-kurvan för föregående exempel fast olika stora avvisningstal.

Definition: Typer av fel

- Typ I fel: Avvisar ett bra parti. (Dyrt för producenten)
- Typ II fel: Accepterar ett dåligt parti. (Dåligt för konsumenten)

Definition: Kvalitetsgränser

- p_1 = Acceptabel kvalitetsnivå, AQL: Största felkvoten som kan anses vara tillfredsställande som processgenomsnitt
- p_2 = gränskvalitet, LTPD: Det sämsta värdet på kvalitetsnivån som konsumenten är villig att acceptera
- α = producentrisk: Risken att göra ett typ I fel vid p_1 .
- β = konsumentrisk: Risken att göra ett typ II fel vid p_2 .



Figur 4: OC-kurvan med producentrisk och konsumentrisk.

Vi bestämmer p_1 och p_2 samt de risker vi är beredda att ta vid dessa gränser (producentrisken och konsumentrisken). Alltså,

$$L(p_1) = 1 - \alpha, L(p_2) = \beta$$

Den enkla provtagningsplanen har två parametrar (n, c) .

Två ekvationer och två okända parametrar! Nu behöver man bara lösa ut bästa n och c värden från dessa krav. Om vi kan approximera den hypergeometriska fördelningen med en binomialfördelning så kan ett binomialfördelningsnomogram hjälpa oss här.

Exempel: Övningsuppgift 1.5

Problem: 1.5 a) (SK)

Ett företag har bestämt att ett bra parti innehåller högst 4% defekta enheter. Ett sådant parti skall accepteras med sannolikheten 95%. Ett dåligt parti innehåller minst 15% defekta enheter.

Acceptanssannolikheten för ett sådant parti får bara vara 10%.

a) Vilken enkel provtagningsplan bör detta företag använda så att dessa villkor blir uppfyllda?

Exempel: Övningsuppgift 1.5

Problem: 1.5 a) (SK)

Ett företag har bestämt att ett bra parti innehåller högst 4% defekta enheter. Ett sådant parti skall accepteras med sannolikheten 95%. Ett dåligt parti innehåller minst 15% defekta enheter.

Acceptanssannolikheten för ett sådant parti får bara vara 10%.

a) Vilken enkel provtagningsplan bör detta företag använda så att dessa villkor blir uppfyllda?

Lösning: 1.5 a) (SK)

$$p_1 = 4\%, L(p_1) = 95\% = 1 - \alpha \Rightarrow \alpha = 5\%$$

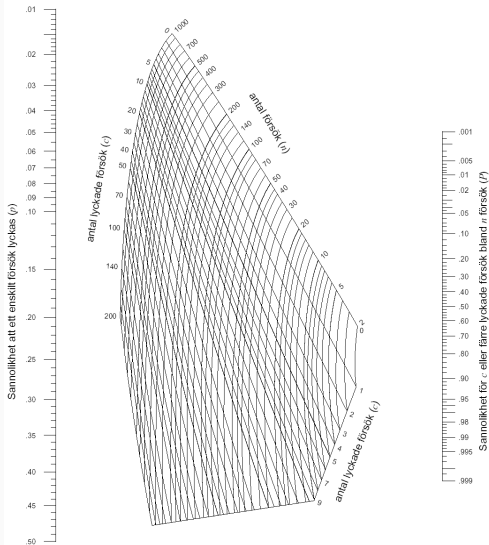
$$p_2 = 15\%, L(p_2) = 10\% = \beta$$

Antag $N \gg n$ eftersom det inte står något om storleken på N . Därför kan vi approximera med en binomialfördelning för utfallet av antal defekta i provgruppen, $\xi \sim \text{Bin}(n, p)$.

Exempel: Övningsuppgift 1.5

NOMOGRAM OVER BINOMIALFÖRDELNINGEN

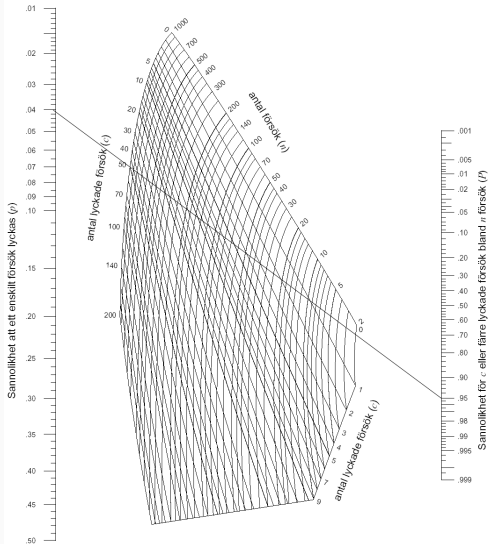
$P = P(X \leq c)$ där $X \in \text{Bin}(n, p)$; X = antal lyckade försök



Exempel: Övningsuppgift 1.5

NOMOGRAM OVER BINOMIALFORDELNINGEN

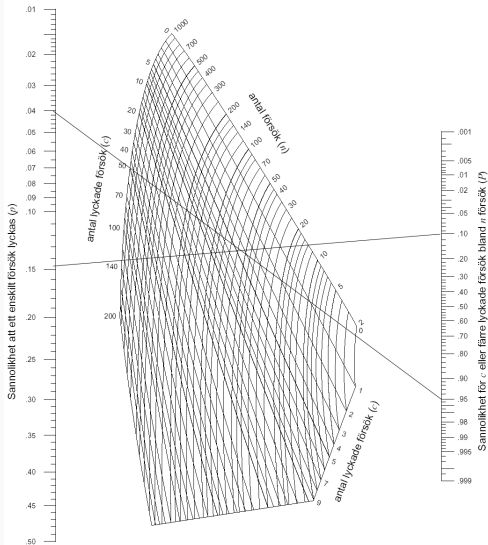
$P = P(X \leq c)$ där $X \in \text{Bin}(n, p)$; X = antal lyckade försök



Exempel: Övningsuppgift 1.5

NOMOGRAM OVER BINOMIALFORDELNINGEN

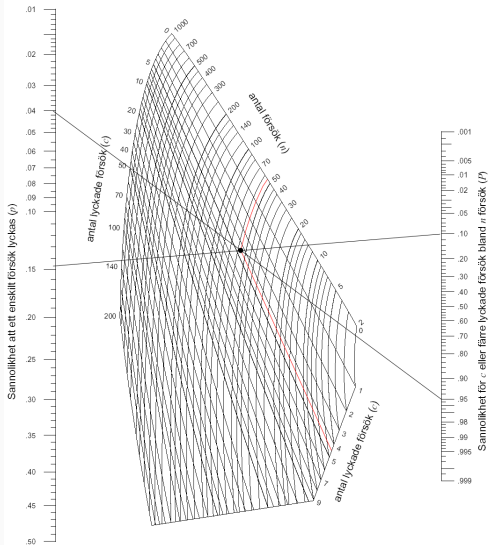
$P = P(X \leq c)$ där $X \in \text{Bin}(n, p)$; X = antal lyckade försök



Exempel: Övningsuppgift 1.5

NOMOGRAM OVER BINOMIALFORDELNINGEN

$P = P(X \leq c)$ där $X \in \text{Bin}(n, p)$; X = antal lyckade försök



Exempel: Övningsuppgift 1.5

Lösning: 1.5 a) (SK)

Från binomialmonogrammet såg vi: $n \approx 60, c \approx 5$

Problem: 1.5 b) (SK)

Kontrollera att allting stämmer genom att räkna ut $L(p_1)$ och $L(p_2)$.

Exempel: Övningsuppgift 1.5

Lösning: 1.5 a) (SK)

Från binomialmonogrammet såg vi: $n \approx 60, c \approx 5$

Problem: 1.5 b) (SK)

Kontrollera att allting stämmer genom att räkna ut $L(p_1)$ och $L(p_2)$.

Lösning: 1.5 b) (SK)

$$L(4\%) = \sum_{i=0}^5 \binom{60}{i} (0.04)^i (0.96)^{60-i} = 96.8\%$$

$$L(15\%) = 9.68\%$$

- 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 c -värden i den enkla provtagningsplanen. Fungerar bara om $n < \frac{N}{10}$ eftersom den är baserad på binomialapproximationen.

Föregående föreläsning

- 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 övningsuppgift 1.8 från boken.
3. Design av dubbel provtagningsplan med hjälp av tabell.
4. Genomgång av övningsuppgift 1.12 a) från boken.

Dubbel provtagningsplan

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.

Fördel med dubbel provtagningsplan: man kan ha ett genomsnittsligt antal kontrollerade enheter som är mindre än för en enkel provtagningsplan samtidigt som producent- och konsument-riskerna är på samma nivå.

Dubbel provtagningsplan

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. ($c_2 = r_2 - 1$)

Dubbel provtagningsplan

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 modellera acceptanssannolikheten genom slumpvariablerna antalet defekta i första urvalet, ξ_1 , och antalet defekta i andra urvalet, ξ_2 .

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

$$= \mathbb{P}((\xi_1 \leq c_1) \cup ((\xi_1 + \xi_2 \leq c_2) \cap (c_1 < \xi_1 < r_1)))$$

$$= \mathbb{P}(\xi_1 \leq c_1) + \sum_{k=c_1+1}^{r_1-1} \mathbb{P}(\xi_2 \leq c_2 - k | \xi_1 = k) \mathbb{P}(\xi_1 = k)$$

Exempel: Övningsuppgift 1.8

Problem: 1.8 (SK)

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

Vad är $L(5\%)$?

Tabeller för dubbel provtagningsplan

- Som ni märker så kan det bli lite pilligt att räkna ut $L(p)$.
- I boken finns tabeller för vissa specialfall av dubbel provtagningsplan (sidan 119).
- Det finns en tabell för $n_2 = n_1$ och en för $n_2 = 2n_1$. I båda fallen då vi har en producentrisk $\alpha = 5\%$ och en konsumentrisk $\beta = 10\%$.
Tabellerna antar även att $r_1 = r_2$.
Dessa är alltså de enda fallen vi kan använda tabellerna för.

Tabeller för dubbel provtagningsplan

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
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

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

Tabeller för dubbel provtagningsplan

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
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

- Vi bestämmer $p_1 = 0.05$ och $p_2 = 0.375$. Det ger $\frac{p_2}{p_1} \approx 7.54$.
- Eftersom $L(0.05) = 0.95$ så är $n_1 = n_2 = \frac{0.52}{0.05} = 10.4 \approx 11$.

Tabeller för dubbel provtagningsplan

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
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

- Vi bestämmer $p_1 = 0.05$ och $p_2 = 0.375$. Det ger $\frac{p_2}{p_1} \approx 7.54$.
- Eftersom $L(0.05) = 0.95$ så är $n_1 = n_2 = \frac{0.52}{0.05} = 10.4 \approx 11$.
- $c_1 = 1, c_2 = 2$.

Tabeller för dubbel provtagningsplan

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
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

- Vi bestämmer $p_1 = 0.05$ och $p_2 = 0.375$. Det ger $\frac{p_2}{p_1} \approx 7.54$.
- Eftersom $L(0.05) = 0.95$ så 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.

Exempel: Övningsuppgift 1.12

Problem: 1.12 a) (SK)

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

Exempel: Övningsuppgift 1.12

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
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
7	3.88	2	5	1.43	3.20	5.55
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

Exempel: Övningsuppgift 1.12

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)

$c_1 = 2, c_2 = 5, r_1 = r_2 = 6, n_2 = n_1 = 141$.

Sammanfattning av dagens innehåll

- 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 kan ofta ge 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% samt $n_1 = n_2$ eller $n_2 = 2n_1$ kan en dubbel provtagningsplan läsas ut från tabellerna på sidan 119 i boken.