

# Løsningsforslag ST2301 Øving 1

## Kapittel 1

### Exercise 1

Har en populasjon med diploide, tilfeldig parring. Ser på et lokus med to allel. Anta at vi finner 32 % individer av type  $aa$ . Hvilken andel av individene er  $Aa$ ?

#### Svar:

Denne populasjonen har Hardy-Weinberg-andeler, og vi har  $P_{aa} = 0.32$ . Det gir

$$\begin{aligned} p_a &= \sqrt{P_{aa}} \\ &= \sqrt{0.32} \\ P_{Aa} &= 2(1 - p_a)p_a \\ &= 2\sqrt{0.32}(1 - \sqrt{0.32}) \\ &\approx 0.49 \end{aligned}$$

### Exercise 2

Har en populasjon med diploide, tilfeldig parring. Ser på et lokus med to allel. Dersom frekvensen av  $a$  er 0.4, hvilken andel av  $aa$ -individer har

1. Ingen foreldre med genotype  $aa$ ?
2. Én forelder med genotype  $aa$
3. To foreldre med genotype  $aa$ ?

#### Svar:

Denne populasjonen har også Hardy-Weinberg-andeler, vi har  $p_a = 0.4$ . Genotypfrekvensene er

$$\begin{aligned} P_{AA} &= (1 - p_a)^2 = 0.36 \\ P_{Aa} &= 2(1 - p_a)p_a = 0.48 \\ P_{aa} &= p_a^2 = 0.16 \end{aligned}$$

Tabellen side 5 viser bidragene fra ulike kombinasjoner av foreldrenes genotyper til frekvensen av hver genotype i avkomsgenerasjonen. For å finne andelen av  $aa$ -individer må man dele de aktuelle bidragene på  $P_{aa}$ .

1. Dersom ingen av foreldrene skal være av genotype  $aa$  og avkommet også skal være  $aa$ , må begge foreldre være  $Aa$ . Andelen av  $aa$ -avkom som har slike foreldre er (tabell side 5)

$$\frac{0.25 P_{Aa}^2}{0.16} = \frac{0.25 \cdot 0.48^2}{0.16} = 0.36$$

2. Dersom én av foreldrene skal være av genotype  $aa$  og avkommet også skal være  $aa$ , må en av foreldrene være  $Aa$  og den andre  $aa$  (det gir to muligheter). Andelen av  $aa$ -avkom som har slike foreldre er (tabell side 5)

$$\frac{2 \cdot 0.5 P_{Aa} P_{aa}}{0.16} = \frac{0.48 \cdot 0.16}{0.16} = 0.48$$

3. Andelen av  $aa$ -avkom der begge foreldre er  $aa$ , er (tabell side 5)

$$\frac{P_{aa}^2}{0.16} = \frac{0.16^2}{0.16} = 0.16$$

### Exercise 3

En forvirra forsker studerer et lokus med to alleler, i en populasjon med antatt Hardy-Weinberg-andeler. Forskeren finner 44 % heterozygote og 56 % homozygote individer, men glemmer å skille mellom de to typene homozygoter. Hva kan forskeren si om genfrekvensen av  $A$ ?

**Svar:**

Vet at  $P_{Aa} = 2p_A(1 - p_A)$ . Utfra dette finner vi at

$$\begin{aligned} P_{Aa} &= 2p_A(1 - p_A) \\ &= 2p_A - 2p_A^2 \\ 2p_A^2 - 2p_A - P_{Aa} &= 0 \\ p_A &= \frac{2 \pm \sqrt{4 - 8P_{Aa}}}{4} \\ &= \frac{2 \pm \sqrt{4 - 8 \cdot 0.44}}{4} \end{aligned}$$

$$p_{A,1} \approx 0.67$$

$$p_{A,2} \approx 0.33$$

Frekvensen til  $A$  er altså enten 0.67 eller 0.33, men det er ikke mulig å finne ut hvilken.

#### Exercise 4

Har to populasjoner, med genotypfrekvensene

	$AA$	$Aa$	$aa$
Pop 1	0.64	0.32	0.04
Pop 2	0.09	0.42	0.49

En forsker studerer et utvalg individer, og tror det kommer fra bare én populasjon. Dersom utvalget faktisk besto av  $2/3$  individer fra populasjon 1 og  $1/3$  individer fra populasjon 2,

1. Hva er genotypfrekvensene i utvalget?
2. Hva er genfrekvensene i utvalget?
3. Hvilken andel heterozygoter forventer en å finne i utvalget, utfra denne genfrekvensen?

#### Svar:

1. Genotypfrekvensene i utvalget er

$$P_{AA} = \frac{2}{3} \cdot 0.64 + \frac{1}{3} \cdot 0.09 \approx 0.46$$

$$P_{Aa} = \frac{2}{3} \cdot 0.32 + \frac{1}{3} \cdot 0.42 \approx 0.35$$

$$P_{aa} = \frac{2}{3} \cdot 0.04 + \frac{1}{3} \cdot 0.49 \approx 0.19$$

2. Genfrekvensene er

$$p_A = \frac{2}{3} \sqrt{0.64} + \frac{1}{3} \sqrt{0.09} \approx 0.63$$

$$p_a = \frac{2}{3} \sqrt{0.04} + \frac{1}{3} \sqrt{0.49} \approx 0.37$$

3. Hvis man tror at utvalget er fra en populasjon med Hardy-Weibergandeler, og bruker genfrekvensen i utvalget, finner man at forventet andel heterozygoter er

$$\begin{aligned} E[P_{Aa}] &= 2p_A p_a \\ &= 2 \cdot 0.63 \cdot 0.37 \\ &\approx 0.47 \end{aligned}$$

I virkeligheten var  $P_{Aa} = 0.35$ , dvs det er et underskudd av heterozygoter i forhold til hva man forventer utfra Hardy-Weinbergandelene (Wahlund-effekten).

### Exercise 5

Har en populasjon med antatt Hardy-Weinbergandeler. Ser på et lokus med tre alleler,  $B'$ ,  $B$  og  $b$ .  $B'$  er dominant over  $B$ , og begge disse er dominant over  $b$ . Fenotypfrekvensene i populasjonen er:

Fenotype	Frekvens
$B'-$	0.5
$B-$	0.3
$bb$	0.2

Hva er allelfrekvensene?

**Svar:**

Setter opp hvilke genotypfrekvenser som gir fenotypfrekvensene over, og uttrykker disse ved allelfrekvensene.

$$P_{bb} = 0.2$$

$$p_b^2 = 0.2$$

$$P_{BB} + P_{Bb} + P_{bB} = 0.3$$

$$p_B^2 + 2p_B p_b = 0.3$$

$$P_{B'B'} + P_{B'B} + P_{BB'} + P_{B'b} + P_{bB'} = 0.5$$

$$p_{B'}^2 + 2p_{B'} p_B + 2p_{B'} p_b = 0.5$$

Vi får et likningssett med tre ukjente,

$$p_{B'}^2 + 2p_{B'} p_B + 2p_{B'} p_b = 0.5$$

$$p_B^2 + 2p_B p_b = 0.3$$

$$p_b^2 = 0.2$$

Løsningen på dette er

$$p_b \approx 0.45$$

$$p_B \approx 0.26$$

$$p_{B'} \approx 0.29$$