# Evolution og overlevelse: Naturlig selektion

**Formål:**

Formålet med denne øvelse er at efterligne den naturlige udvælgelsesproces ved at bruge bønner i forskellige farver på forskellige baggrunde.

**Materialer:**

50 hvide bønner, 50 sorte bønner og 50 røde bønner.
1 ark hvidt karton, 1 ark sort karton og 1 ark rødt karton.

**Fremgangsmåde:**

1. Arbejd parvis.
2. Læg alle bønnerne spredt og blandet ud på et ark hvidt karton.
3. En elev fra gruppen lukker øjnene i 10 sekunder.
    - Efter 10 sekunder åbner han/hun øjnene igen kortvarigt og tager hurtigt den første bønne, han/hun får øje på og lukker straks øjnene igen
    - En anden fra gruppen sætter en streg ud for den farve, bønnen har, i tabellen på næste side. Bønnen lægges tilbage på kartonet til de andre bønner, og alle bønnerne blandes.
    - Tæl til 5 – åbn øjnene – tag igen den første bønne han/hun ser – luk øjnene - noter i skemaet, læg bønnen tilbage - bland
    - Gør dette i alt 24 gange.
4. Læg nu alle bønnerne på næste farve karton. Gentag punkt 2 - 3.
5. Gør det samme på den tredje farve karton.
6. Lav chi-i-anden testen som beskrevet sidst i vejledningen.
7. Sammenlign hele klassens resultater og besvar diskussionsspørgsmålene sidst i øvelsesvejledningen



**Resultater:**

| Hvidt karton | "Spiste bønner" | | |
|---|---|---|---|
| | Forventet | Observeret | Afvigelse |
| Hvide | | | |
| Sorte | | | |
| Røde | | | |

Lav $X^2$ test på resultaterne

| Rødbrunt karton | "Spiste bønner" | | |
|---|---|---|---|
| | Forventet | Observeret | Afvigelse |
| Hvide | | | |
| Sorte | | | |
| Røde | | | |

Lav $X^2$ test på resultaterne

| Sort karton | "Spiste bønner" | | |
|---|---|---|---|
| | Forventet | Observeret | Afvigelse |
| Hvide | | | |
| Sorte | | | |
| Røde | | | |

Lav $X^2$ test på resultaterne

**Diskussion:**

- Hvilken bønnefarve ”overlevede” bedst på det hvide/sorte/røde karton? Hvad kan grunden være?
- Hvilken bønnefarve ”overlevede” dårligst på det hvide/sorte/røde karton? Hvad kan grunden være?
- Lav en $\chi^2$-test for fordelingen af bønner på hver af de tre farver karton (se fremgangsmåden beskrevet nedenfor).
  Antag at bønnerne vælges helt tilfældig. Det vil sige, at vores hypotese er: ”Den farve, de spiste bønner har, er uafhængig af baggrundsfarven”, eller sagt på en anden måde: ”alle bønner har lige stor chance for overlevelse”.
  Den alternative hypotese er så, at overlevelse afhænger af baggrundsfarve.
  Beregn størrelsen af $\chi^2$og find ud af om I skal forkaste hypotesen. Formuler jeres resultat i en sætning, hvor ordet ”hypotese” slet ikke må optræde. Sætningen skal kun handle om bønner, farver og overlevelse.
- Sammenlign klassens resultater. Er der overensstemmelse mellem resultaterne i grupperne?
    - Hvis nej, hvad kan årsagen så være?
- Hvilke fejlkilder er der ved forsøget? Hvordan påvirker de resultaterne?
- Hvordan kunne forsøget eventuelt optimeres?

## $\chi^2$-test (chi-i-anden-test):

$\chi^2$-testen bruges til at teste en hypotese - altså til statistisk at teste, om ens observationer passer med det teoretisk forventede. I vores tilfælde er hypotesen, at der bliver ”spist” lige mange bønner af hver farve uanset baggrundens farve.[1]

Til at teste hypotesen bruges denne formel:

$$\chi^2 = \Sigma \frac{(observeret\ antal - forventet\ antal)^2}{forventet\ antal} = \Sigma \frac{(afvigelsen)^2}{forventet\ antal} =$$

Sagt på en anden måde:
Hvis man observerer netop de forventede værdier bliver $\chi^2 = 0$.
I praksis rammer man ikke det forventede så præcist. Verden er fuld af naturlig variation og tilfældigheder, hvilket vi kender fra spil med terninger. Jo større afvigelsen er mellem det observerede og det forventede, jo større bliver $\chi^2$. På et eller andet tidspunkt må vi sige, at afvigelsen er så stor, at vi ikke tror på, at forskellen mellem observeret og forventet skyldes naturlig variation og tilfældigheder, men at det derimod skyldes, at vores hypotese ikke er korrekt.

Når man har bestemt $\chi^2$, benyttes nedenstående tabel:

- Bestem df = antal frihedsgrader = antal mulige udfald minus 1
- I vores forsøg er df = 3 farver minus 1 = 2.
- Gå ind i rækken med df=2 og find det interval af p-værdier, som jeres $\chi^2$ ligger mellem.
    - Hvis I eksempelvis har fundet en $\chi^2$ værdi på 2,2, aflæses det i tabellen at $0,3<p<0,5$
    - Hvis I eksempelvis har fundet en $\chi^2$ værdi på 7,3, aflæses det i tabellen at $0,01<p<0,05$
- Hvis p-værdien er større end 0,05 kan hypotesen ikke forkastes, og fordelingen skyldes bare tilfældig variation. Dette er tilfældet i eksemplet med en $\chi^2$ værdi på 2,2.
- Hvis p-værdien er mindre end 0,05, kan hypotesen forkastes - det betyder at fordelingen *ikke* er tilfældig. Dette er tilfældet i eksemplet med en $\chi^2$ værdi på 7,3.

| | p-værdier | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| df | 0,95 | 0,90 | 0,80 | 0,70 | 0,50 | 0,30 | 0,20 | 0,10 | 0,05 | 0,01 | 0,001 |
| 1 | 0,00 | 0,02 | 0,06 | 0,15 | 0,46 | 1,07 | 1,64 | 2,71 | 3,84 | 6,64 | 10,8 |
| 2 | 0,10 | 0,21 | 0,45 | 0,71 | 1,39 | 2,41 | 3,22 | 4,60 | 5,99 | 9,21 | 13,8 |
| 3 | 0,35 | 0,58 | 1,01 | 1,42 | 2,37 | 3,66 | 4,64 | 6,25 | 7,82 | 11,3 | 16,3 |
| 4 | 0,71 | 1,06 | 1,65 | 2,20 | 3,36 | 4,88 | 5,99 | 7,78 | 9,49 | 13,3 | 18,5 |
| 5 | 1,14 | 1,61 | 2,34 | 3,00 | 4,35 | 6,06 | 7,29 | 9,24 | 11,1 | 15,1 | 20,5 |
| 6 | 1,63 | 2,20 | 3,07 | 3,83 | 5,35 | 7,23 | 8,56 | 10,6 | 12,6 | 16,8 | 22,5 |
| 7 | 2,17 | 2,83 | 3,82 | 4,67 | 6,35 | 8,38 | 9,80 | 12,0 | 14,1 | 18,5 | 24,3 |
| 8 | 2,73 | 3,49 | 4,59 | 5,53 | 7,34 | 9,52 | 11,0 | 13,4 | 15,5 | 20,1 | 26,1 |
| 9 | 3,32 | 4,17 | 5,38 | 6,39 | 8,34 | 10,7 | 12,2 | 14,7 | 16,9 | 21,7 | 27,8 |
| 10 | 3,94 | 4,86 | 6,18 | 7,27 | 9,34 | 11,8 | 13,4 | 16,0 | 18,3 | 23,2 | 29,6 |

[1] I denne type test går man altid ud fra en helt tilfældig fordeling. Dette kaldes en nul-hypotese (skrives korrekt $H_0$-hypotese), og det er den, man med testen kan be- eller afkræfte.