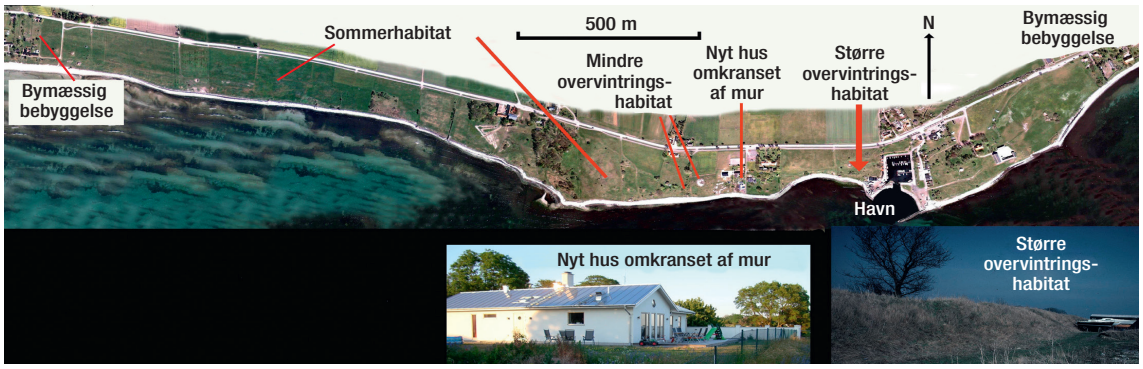
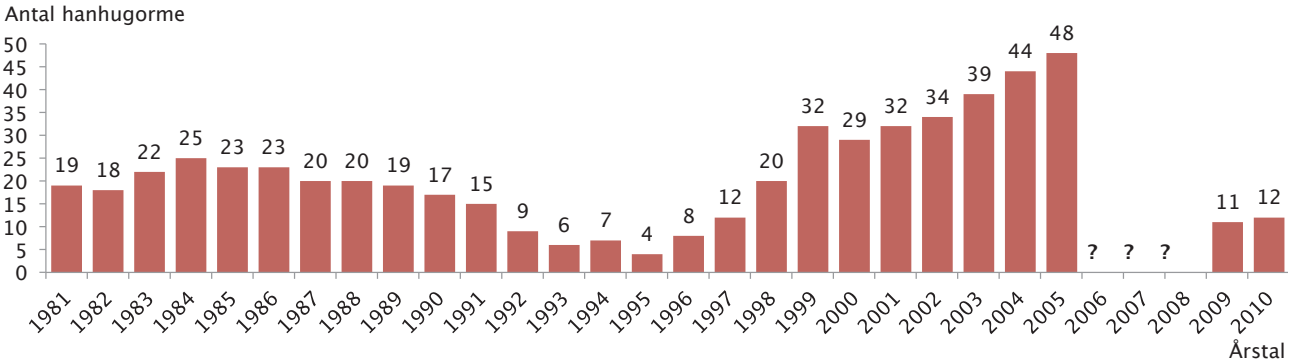
## Opgave 3. *Indavl hos hugorm*

Hugorm, *Vipera berus*, er et krybdyr, der er aktivt om sommeren, og som overvintrer i 60-125 cm dybe huller i jorden. Hugormen får typisk 7-10 unger pr. år. Den lever bl.a. af firben, padder, små pattedyr og fugleunger.
*Figur 1* viser en isoleret hugormebiotop i det sydlige Sverige. Biotopen er afgrænset af havet, en asfalteret vej, landbrugsarealer og bymæssig bebyggelse. På *figur 1* er angivet hugormepopulationens to overvintringshabitater samt sommerhabitater, hvor hugormene yngler og jager i den aktive periode.




*Figur 1.*
Hugormebiotop i det sydlige Sverige.

Forskere har i en årrække bestemt størrelsen af hugormepopulationen i biotopen ved at optælle samtlige hanner om foråret i de to overvintringshabitater. Resultaterne er vist i *figur 2.*




*Figur 2.*
Antal observerede hanhugorme fra 1981 til 2010. Der er ingen resultater for 2006-2008.

I 2006 blev der bygget et hus, som er omkranset af en høj mur i området. Husets placering er vist på *figur 1*. Forskerne har opstillet den hypotese, at dette byggeri har forårsaget det kraftige fald i hugormepopulationen efter 2005, se *figur 2.*

1. Giv forslag til en begrundelse for forskernes hypotese. Inddrag *figur 1.*

Samtidig med et kraftigt fald i populationsstørrelse i 1990'erne, se *figur 2,* blev der konstateret tegn på indavl i populationen i form af faldende antal levende unger pr. kuld samt et øget antal misdannede unger i kuldene.

2. Forklar årsagssammenhængen mellem de observerede tegn på indavl og fald i populationsstørrelse hos hugorm.

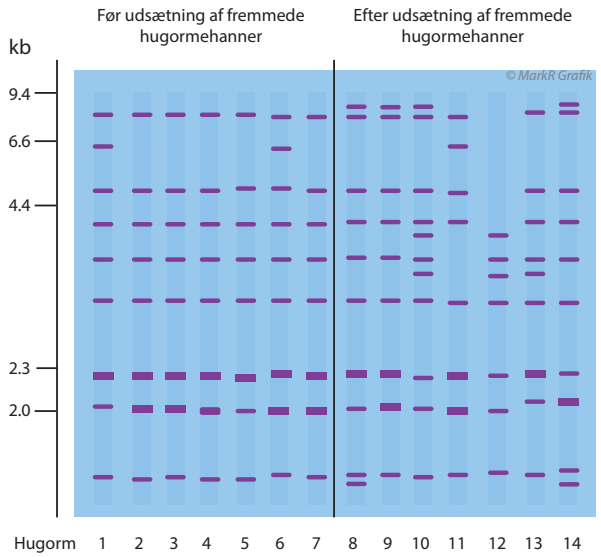
Forskerne antog, at faldet i populationsstørrelse kunne medføre reduktion i genetisk variation. For at undersøge dette blev allelfrekvensen for fire alleler $A_1$, $A_2$, $B_1$, $B_2$ fra to forskellige gener, A og B, bestemt i den sydsvenske population. Til sammenligning blev frekvensen for de samme alleler i tre ikke-indavlede kontrolpopulationer fra andre biotoper i Sverige bestemt. Resultaterne fremgår af *figur 3*.

| | $f(A_1)$ | $f(A_2)$ | $f(B_1)$ | $f(B_2)$ |
|---|---|---|---|---|
| Den sydsvenske population | 0,00 | 1,00 | 0,90 | 0,10 |
| Kontrolpopulation 1 | 0,22 | 0,78 | 0,33 | 0,67 |
| Kontrolpopulation 2 | 0,11 | 0,89 | 0,36 | 0,64 |
| Kontrolpopulation 3 | 0,14 | 0,86 | 0,56 | 0,44 |

*Figur 3.*
Allelfrekvens for fire alleler $A_1$, $A_2$, $B_1$, $B_2$ fra to forskellige gener A og B i den sydsvenske population samt tre kontrolpopulationer.

3. Forklar, hvorfor fald i populationsstørrelse kan være medvirkende årsag til ændring i allelfrekvenser. Inddrag *figur 3*.

For at øge den genetiske variation i populationen blev der indfanget 20 hanhugorme fra forskellige biotoper andre steder i Sverige. Hanhugormene blev mærket og derefter udsat i biotopen i 1992. I 1996 blev de udsatte hugorme fjernet fra populationen.
Der blev udført DNA-undersøgelse på et antal hugorme i 1992 samt på et antal hugorme, født efter 1999. DNA-prøver blev klippet med restriktionsenzymer, hvorefter prøverne blev undersøgt ved hjælp af gelelektroforese. Resultater for 14 hugorme er vist i *figur 4*.




*Figur 4.*
Resultat af gelelektroforese på DNA fra hugorme indsamlet i 1992 (1-7) samt hugorme, født efter 1999 (8-14).

4. Forklar, hvordan resultaterne, vist i *figur 4,* bekræfter, at den genetiske variation i populationen er forøget efter udsættelsen af hanhugorme.

5. Opstil med udgangspunkt i data for årene 1988-1992, vist i *figur 2*, en matematisk model, der viser, hvornår hugormepopulationen teoretisk ville uddø, hvis ikke der var blevet grebet ind i 1992. Begrund dit svar.