

## Bokmål

<b>Eksamensinformasjon</b>	
<b>Eksamenstid</b>	<p>Eksamenen varer i 5 timer. Del 1 skal leveres inn etter 2 timer. Del 2 skal leveres inn senest etter 5 timer.</p> <p>Du kan begynne å løse oppgavene i del 2 når som helst, men du kan ikke bruke hjelpemidler før det har gått 2 timer og du har levert svarene for del 1.</p>
<b>Hjelpemidler</b>	<p>Del 1: Tillatte hjelpemidler er skrivesaker, passer, linjal og vinkelmåler.</p> <p>Del 2: Alle hjelpemidler er tillatt, bortsett fra åpent internett og andre verktøy som kan brukes til kommunikasjon.</p> <p>Når du bruker nettbaserte hjelpemidler under eksamenen, har du ikke lov til å kommunisere med andre. Samskriving, chat og andre måter å utveksle informasjon med andre på er ikke tillatt.</p>
<b>Bruk av kilder</b>	<p>Dersom du bruker kilder i svaret ditt, skal du alltid oppgi dem på en slik måte at leseren kan finne fram til dem.</p> <p>Du skal føre opp forfatter og fullstendig tittel på både lærebøker og annen litteratur. Dersom du bruker utskrift eller sitat fra internett, skal du føre opp nøyaktig nettadresse og nedlastingsdato.</p>
<b>Vedlegg</b>	Vedlegg 1 Svarskjema for oppgave 2.
<b>Vedlegg som skal leveres inn</b>	Vedlegg 1 Svarskjema for oppgave 2 finner du bakerst i oppgavesettet.

<p><b>Informasjon om flervalgsoppgaven</b></p>	<p>Oppgave 2 har 19 flervalgsoppgaver med fire svaralternativer: A, B, C og D.</p> <p>Det er bare <i>ett</i> riktig svaralternativ for hver flervalgsoppgave. Et blankt svar teller som et feil svar. Dersom du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du mener er mest korrekt. Du kan bare svare med <i>ett</i> svaralternativ: A, B, C <i>eller</i> D.</p> <p><b>Eksempel</b></p> <p>Punktlisten beskriver ulike livsstrategier.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 kort generasjonstid</li> <li>2 ingen yngelpleie</li> <li>3 få avkom</li> <li>4 reprodusere seg flere ganger</li> </ol> <p>Hvilke livsstrategier beskriver best en K-selektert art?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A strategi 1 og 2</li> <li>B strategi 1 og 4</li> <li>C strategi 2 og 3</li> <li>D strategi 3 og 4</li> </ol> <p>Dersom du mener svaralternativ D er korrekt, skriver du «<b>D</b>» på svarskjemaet.</p> <p>Skriv svarene for oppgave 2 i svarskjemaet i vedlegg 1, som ligger helt til sist i oppgavesettet. Svarskjemaet skal rives løs fra oppgavesettet og leveres inn. Du skal altså ikke levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.</p>
<p><b>Kilder</b></p>	<p>Se kildeliste på side 50. Andre grafer, bilder og figurer: Utdanningsdirektoratet.</p>
<p><b>Vurdering og vektning</b></p>	<p>Del 1 vil telle omtrent 40 prosent, og del 2 vil telle omtrent 60 prosent. I del 1 teller oppgave 1 og oppgave 2 omtrent like mye. I del 2 teller hver deloppgave omtrent like mye.</p>
<p><b>Informasjon om vurderingen</b></p>	<p>Karakteren ved sluttvurderingen blir fastsatt etter en helhetlig vurdering av besvarelsen. Det vil si at de to delene av svaret, del 1 og del 2, blir vurdert under ett.</p> <p>Se eksamensveiledningen med kjennetegn på måloppnåelse til sentralt gitt skriftlig eksamen. Eksamensveiledningen finner du på Utdanningsdirektoratets nettsider.</p>

## Del 1

### Oppgave 1

**Skriv korte svar på oppgave 1a, 1b, 1c og 1d.  
Hvert svar skal ikke være på mer enn én A4-side.**

a) Ta utgangspunkt i feltarbeidet ditt.

- 1 Skisser et næringsnett med artsnavn.
- 2 Velg en art i næringsnettet, og beskriv hvordan arten er tilpasset økosystemet.

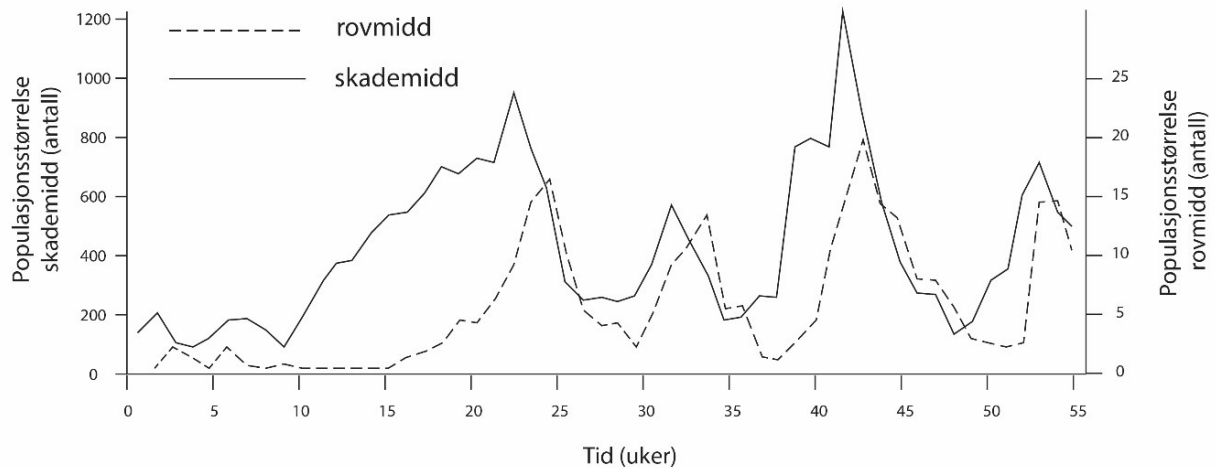
b)

- 1 Beskriv hvilke energibærere som dannes i aerob celleånding, og hvilke energibærere som dannes i anaerob celleånding.
- 2 Gjør rede for hva som skjer videre med energibærerne som dannes i krebssyklusen.

c) Ta utgangspunkt i næringskjeden:

planter → skademidd → rovmidd

Forskere oppbevarte planter, skademidd og rovmidd i en beholder. Med jevne mellomrom telte forskerne hvor mange skademidd og rovmidd det var i beholderen. Figuren illustrerer resultatene.



Gjør rede for resultatene fra undersøkelsen.

d) Gi et eksempel på hvordan genteknologi kan brukes for å endre genuttrykk.

## Oppgave 2: flervalgsoppgaver

**Skriv svarene for oppgave 2 på svarskjemaet i vedlegg 1.**

(Du skal altså *ikke* levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.)

Du skal bruke informasjonen og tabellen nedenfor i oppgavene 1 og 2.

I et forsøk ble virkningen av tre ulike insektgifter testet. Det ble brukt fire beholdere som hver inneholdt 100 skadeinsekter og 100 insekter som ikke gjør skade. Tabellen nedenfor viser forsøksoppsettet og resultatene.

Beholder	Tilsatt i beholderen	Antallet overlevende skadeinsekter	Antallet overlevende insekter som ikke gjør skade
1	Insektgift 1	0	80
2	Insektgift 2	0	95
3	Insektgift 3	0	20
4	Destillert vann	95	95

1 Hvilken rolle har beholder 4 i forsøket?

- A Den brukes som en kontroll.
- B Den brukes til å vise om noe er feil.
- C Den brukes til å fastsette tilstrekkelig mengde insektgift.
- D Den brukes til å gjøre resultatene fra beholderne 1–3 mer nøyaktige.

2 Hvilken påstand er riktig?

- A Insektgift 1 dreper bare skadeinsekter.
- B Insektgift 2 dreper skadeinsekter mest målrettet.
- C Insektgift 3 dreper bare insekter som ikke gjør skade.
- D Alle insektgiftene har lik virkning på insekter som ikke gjør skade.

3 Hva er IKKE et tiltak i forvaltningen av arten hummer?

- A at hummer med utvendig rogn er fredet hele året
- B at det bare er lov å fiske hummer fra 1. oktober til 30. november i Sør-Norge
- C at hobbyfiskere bare kan fiske med ti hummerteiner per person og per båt
- D å sette ut amerikansk hummer som spiser det samme som den norske hummeren

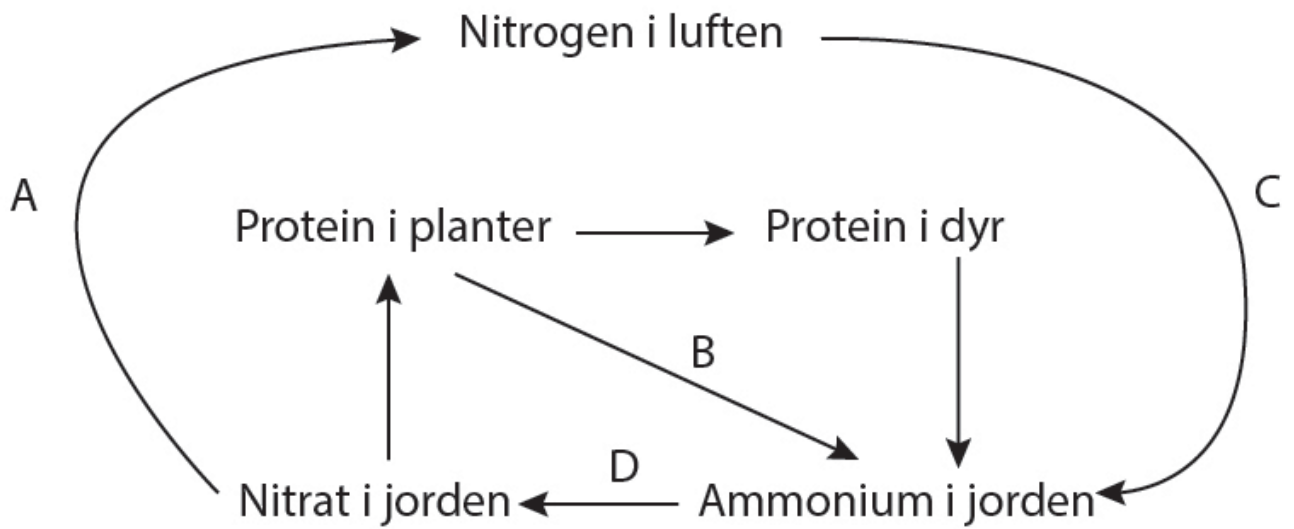
4 Punktlisten viser ulike påvirkninger på karbonkretsløpet.

- 1 bruk av vindkraft istedenfor kullkraft
- 2 avskoging av store landområder
- 3 økt vedfyring i boliger

Hvilke punkter (ett eller flere) kan mest sannsynlig redusere mengden karbondioksidgass som slippes ut?

- A bare punkt 1
- B bare punkt 2
- C punktene 1 og 3
- D punktene 2 og 3

5 Figuren illustrerer deler av nitrogenkretsløpet, og fire trinn er merket A-D.



I hvilket trinn deltar nedbrytere?

- A trinn A
- B trinn B
- C trinn C
- D trinn D

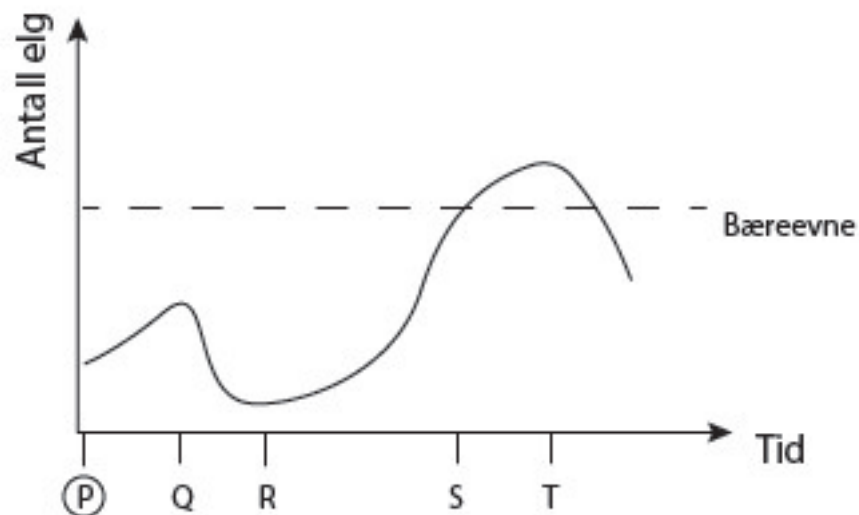
6 Figuren viser veksten i en elgpopulasjon over en periode. Ved tidspunkt P ble følgende registreringer gjort:

- Gjennomsnittsmassen til oksekalver var 100 kilogram.
- 40 prosent av elgkuene fikk tvillinger.

På to senere tidspunkter ble følgende registreringer gjort:

- Gjennomsnittsmassen til oksekalver var under 60 kilogram.
- Under 20 prosent av elgkuene fikk tvillinger.

Forskerne mener endringene skyldes konkurranse om ressurser.



På hvilke av tidspunktene Q–T kan disse registreringene ha blitt gjort?

- A tidspunktene Q og R
- B tidspunktene Q og T
- C tidspunktene S og T
- D tidspunktene S og R



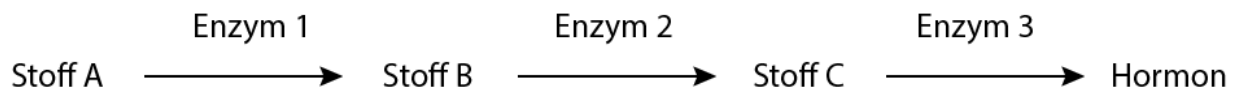
7 Et gen koder for et enzym. Punktlisten viser ulike mutasjoner i genet.

- 1 en substitusjon i et intron i genet
- 2 en leserammemutasjon tidlig i genet
- 3 en delesjon av tre baser i slutten av genet

Mutasjonene har ulik effekt på enzymaktiviteten. Hvordan kan vi best plassere mutasjonene fra stor til liten effekt?

- A 1, 2, 3
- B 1, 3, 2
- C 2, 3, 1
- D 2, 1, 3

8 Figuren illustrerer en reaksjonsvei som fører til at et hormon dannes.



Et giftstoff påvirker produksjonen av hormonet ved å hemme ett eller flere av enzymene i reaksjonsveien. Giftstoffet fører til disse endringene:

- høyere konsentrasjon av stoff A
- lavere konsentrasjon av stoff B
- høyere konsentrasjon av stoff C
- lavere konsentrasjon av hormonet

Hvilke enzymer (ett eller flere) hemmes av giftstoffet?

- A bare enzym 1
- B bare enzym 2
- C enzymene 1 og 3
- D enzymene 2 og 3

9 Punktlisten viser prosesser i energiomsetningen i celler.

- 1 spalting av vann for å avgi elektroner
- 2 danning av ATP
- 3 danning av protongradient over en membran

Hvilke prosesser (en eller flere) er felles for fotosyntesen og celleåndingen?

- A bare prosess 1
- B bare prosess 2
- C prosessene 1 og 3
- D prosessene 2 og 3

- 10 Enkelte katteraser selekteres og avles ut fra egenskapene pelslengde og snutestørrelse. Hvilken effekt kan slik avl over tid ha på den genetiske variasjonen i en katterase?
- A Den genetiske variasjonen øker fordi seleksjonen øker genflyten.
- B Den genetiske variasjonen avtar fordi seleksjonen gir en flaskehalseffekt.
- C Den genetiske variasjonen øker fordi seleksjonen øker overlevelsen.
- D Den genetiske variasjonen avtar fordi seleksjonen øker frekvensen av bestemte alleler/genvarianter.
- 11 Flamingoer kan ha røde, rosa eller hvite fjær. For å undersøke hva som bestemmer fjærfargen, ble det gjennomført fire krysninger, og det ble registrert hva avkommene spiste (diett).

Krysning	Fjærfargen til foreldrepåret (hann × hunn)	Fjærfargen til avkommene	Dietten til avkommene
1	hvit × hvit	hvit	planter
2	rød × hvit	hvit	planter
3	hvit × hvit	rosa	alger og krepsdyr
4	rød × hvit	rosa	alger og krepsdyr

Punktlisten viser to påstander.

- 1 Allelet/genvarianten for hvit fjærfarge er recessivt.
- 2 Arv og miljø påvirker fjærfargen.

Hvilke påstander (ingen, en eller to) er riktige?

- A Bare påstand 1 er riktig.
- B Bare påstand 2 er riktig.
- C Begge påstandene er riktige.
- D Ingen av påstandene er riktige.

- 12 Et protein har aminosyresekvensen histidin–glutamin–lysin–alanin–valin–histidin–alanin. Tabellen oppgir antikodonet for tRNA til hver aminosyre.

Aminosyre	Antikodon for tRNA
Histidin	CAU
Glutamin	GUA
Lysin	AAA
Alanin	GCU
Valin	CAG

En mutasjon fører til en delesjon i base nummer 18 i DNA-sekvensen som koder for proteinet.

Hva blir den muterte aminosyresekvensen?

- A histidin–glutamin–lysin–alanin–valin–valin
- B histidin–glutamin–lysin–alanin–valin–alanin
- C histidin–glutamin–lysin–alanin–valin–histidin
- D histidin–glutamin–lysin–alanin–valin–glutamin

13 Hvilken populasjon er i likevekt ifølge Hardy-Weinbergs lov? Bruk tabellen når du svarer.

Populasjon	Genotyper				
	Antallet individer	Antallet MM	Antallet Mm	Antallet mm	Frekvensen til allel m
1	100	60	30	10	0,3
2	200	110	60	30	0,3
3	1000	490	420	90	0,3
4	2000	1200	700	100	0,3

- A populasjon 1
- B populasjon 2
- C populasjon 3
- D populasjon 4

14 Punktlisten viser hendelser som påvirker genlagrene til to populasjoner av samme art.

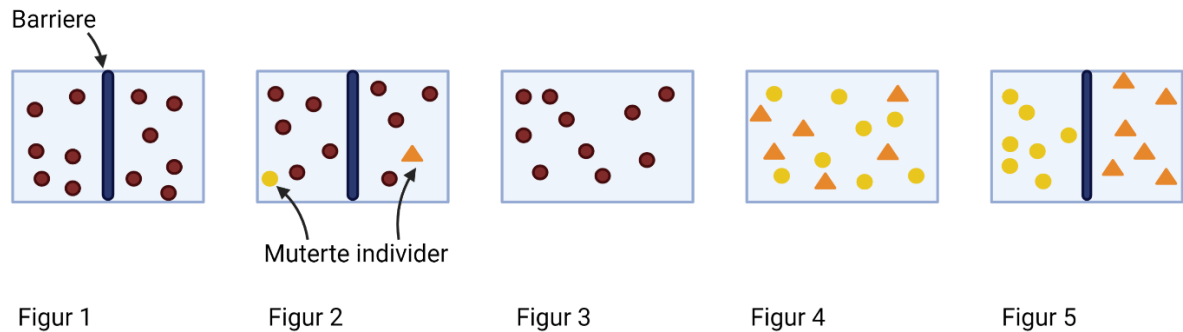
- 1 Genflyten mellom populasjonene øker.
- 2 En skogbrann reduserer en av populasjonene drastisk.

Hvilke hendelser (ingen, en eller to) vil mest sannsynlig føre til at genlagrene til populasjonene blir mer ulike?

- A bare hendelse 1
- B bare hendelse 2
- C begge hendelsene
- D ingen av hendelsene

- 15 Tenk deg at en populasjon deles i to grupper, og at gruppene lever isolert fra hverandre over lang tid. Etter hvert oppstår det to nye arter.

Figurene nedenfor illustrerer fem trinn i denne prosessen. Individuer er symbolisert med sirkler og trekkanter, og barrierer er symbolisert med en tykk strek.



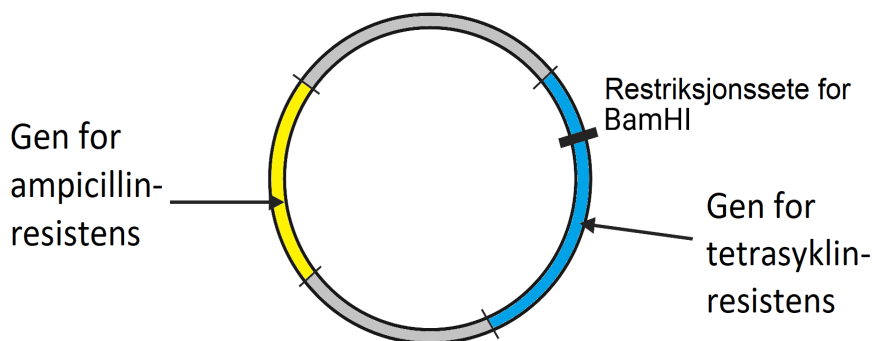
Hvilken figur illustrerer det første trinnet i prosessen, og hvilken figur illustrerer det fjerde trinnet i prosessen?

- A Figur 4 illustrerer det første trinnet, og figur 1 illustrerer det fjerde trinnet.
- B Figur 3 illustrerer det første trinnet, og figur 5 illustrerer det fjerde trinnet.
- C Figur 4 illustrerer det første trinnet, og figur 2 illustrerer det fjerde trinnet.
- D Figur 3 illustrerer det første trinnet, og figur 4 illustrerer det fjerde trinnet.
- 16 I hvilken rekkefølge brukes metodene når en DNA-profil skal framstilles?

- A isolering av DNA, gelelektroforese, PCR
- B isolering av DNA, PCR, gelelektroforese
- C PCR, gelelektroforese, isolering av DNA
- D PCR, isolering av DNA, gelelektroforese

Du skal bruke informasjonen og figuren nedenfor i oppgavene 17 og 18.

I et forsøk ble *E. coli*-bakterier genmodifisert til å produsere insulin. Plasmidet som ble brukt har to gener for antibiotika-resistens (ampicillin-resistens og tetrasyklin-resistens) og ett restriksjonssete (der restriksjonsenzymet klipper) for restriksjonsenzymet BamHI. I forsøket ble restriksjonsenzymet BamHI brukt for å åpne plasmidet.







Punktlisten viser noen trinn i metoden.

- 1 Bakteriene ble selektert.
- 2 Plasmidene ble blandet med *E. coli*-bakterier.
- 3 Plasmidene ble åpnet med restriksjonsenzymet BamHI.
- 4 Bakteriene fikk et elektrisk støt, slik at de lettere tok opp plasmidene.

17 Hvilke trinn gjennomføres først og sist i metoden?

- A Trinn 1 gjennomføres først, og trinn 4 gjennomføres sist.
- B Trinn 3 gjennomføres først, og trinn 1 gjennomføres sist.
- C Trinn 1 gjennomføres først, og trinn 2 gjennomføres sist.
- D Trinn 3 gjennomføres først, og trinn 4 gjennomføres sist.

- 18 De genmodifiserte bakteriene ble dyrket i fire ulike petriskåler med næringsagar. Tabellen viser hvilken behandling de ulike skålene fikk.

Petriskål 1	Petriskål 2	Petriskål 3	Petriskål 4
Bare næringsagar	Næringsagar tilsatt antibiotikaene ampicillin og tetrasyklin	Næringsagar tilsatt antibiotikumet ampicillin	Næringsagar tilsatt antibiotikumet tetrasyklin
			

I hvilke petriskåler vokser bakterier som har tatt opp plasmidet med genet for insulin?

- A petriskålene 1 og 2
- B petriskålene 1 og 3
- C petriskålene 2 og 4
- D petriskålene 3 og 4



- 19 Et allel / en genvariant oppstår i én av populasjonene til en art. Allelet koder for en egenskap som øker overlevelsen til individet.

Punktlisten viser to påstander om hva som kan påvirke frekvensen av allelet i populasjonen.

- 1 Allelfrekvensen vil øke raskere dersom populasjonen er isolert fra de andre populasjonene.
- 2 Allelfrekvensen øker saktere dersom allelet er recessivt, enn om det er dominant.

Hvilke påstander (ingen, en eller begge) er riktige?

- A bare påstand 1 er riktig
- B bare påstand 2 er riktig
- C begge påstandene er riktige
- D ingen av påstandene er riktige

Blank side

## Del 2

### Oppgave 3

Forskere definerte sonen mellom høyeste og laveste vannstand som «fjæresonen», og de undersøkte hvordan menneskelig aktivitet påvirket artsmangfoldet der. Forskerne målte graden av påvirkning ved å telle hvor mange personer de observerte per time på hver lokalitet (lokalitet 1, 2 og 3), og de brukte ruteanalyser til å undersøke artsmangfoldet.



Figur 1. Bilde fra en av lokalitetene med inntegnet fjæresone og kart over studieområdet. Lokalitetene var av samme type fjære og hadde samme tidevannsforskjell.

Tabell 1 viser registreringene forskerne gjorde på de tre lokalitetene.

Tabell 1. Registreringer på de tre lokalitetene.

	Lokalitet 1	Lokalitet 2	Lokalitet 3
Menneskelig aktivitet (gjennomsnittlig antall personer observert per time)	2,2	17,6	34,6
Antallet algearter	28	28	27
Antallet dyrearter	53	31	25
Biomassen av algene (g/m <sup>2</sup> )	16,0	28,1	39,7
Antallet individer av alger (N/m <sup>2</sup> )	26,6	15,3	10,6
Biomassen av dyrene (g/m <sup>2</sup> )	2,0	1,6	0,9
Antallet individer av dyr (N/m <sup>2</sup> )	27,5	14,8	10,8

- a) Foreslå hvordan forskerne utførte ruteanalyser for å kartlegge artsmangfoldet på hver lokalitet.
- b) Skisser en biomassepyramide for hver lokalitet, og sammenlign informasjonen biomassepyramidene gir om lokalitetene.

Før de observerte og målte, formulerte forskerne følgende hypotese:

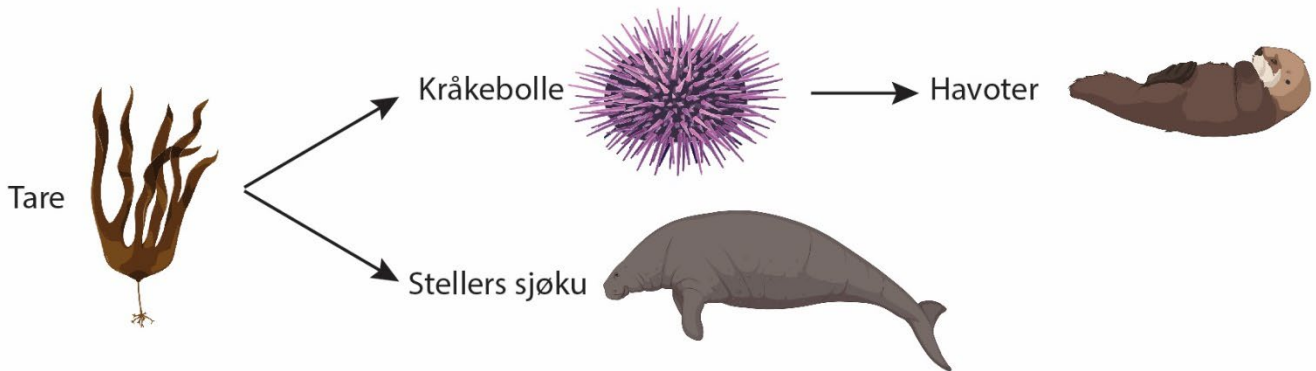
*Høy menneskelig aktivitet reduserer artsmangfoldet i fjæra.*

- c) Vurder om de tilgjengelige dataene (tekst, tabell og figur) støtter hypotesen.

## Oppgave 4

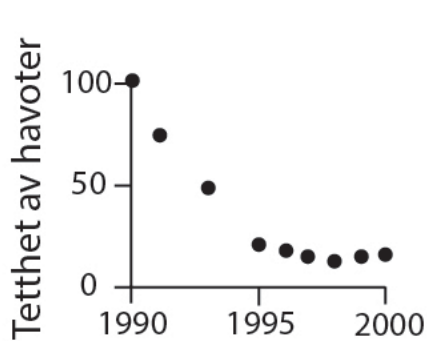
Arten Stellers sjøku (*Hydrodamalis gigas*) levde ved Kommandørøyene i Stillehavet, men ble utryddet i 1768. Et individ kunne bli åtte meter langt og veie mellom fire og ti tonn. Arten beitet på tareskogen.

Forskere mener at utryddelsen av Stellers sjøku hang sammen med jakten på havoter (*Enhydra lutris*). Jakten varte fra 1743 til 1753, da havoteren var utryddet fra Kommandørøyene.

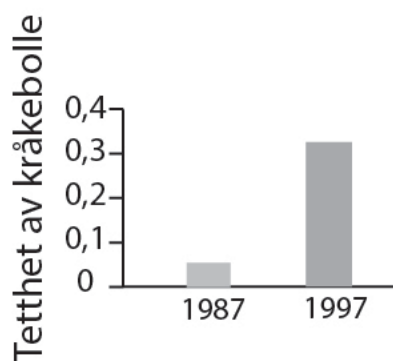


Figur 2. Informasjon om økosystemet ved Kommandørøyene.

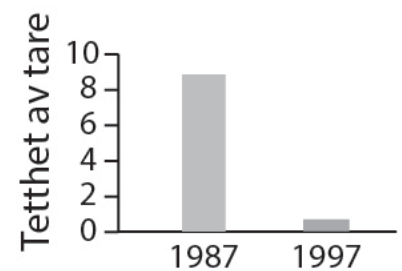
Forskerne undersøkte endringer i økosystemet ved en annen øy, Adak. Figurene nedenfor viser endringer over tid i populasjonstetthetene til havoter (prosentdel av tetthet i 1990), kråkebolle (kg per 0,25 m<sup>2</sup>) og tare (antall individ per 0,25 m<sup>2</sup>) ved Adak.



Figur 3a. Tetthet av havoter.



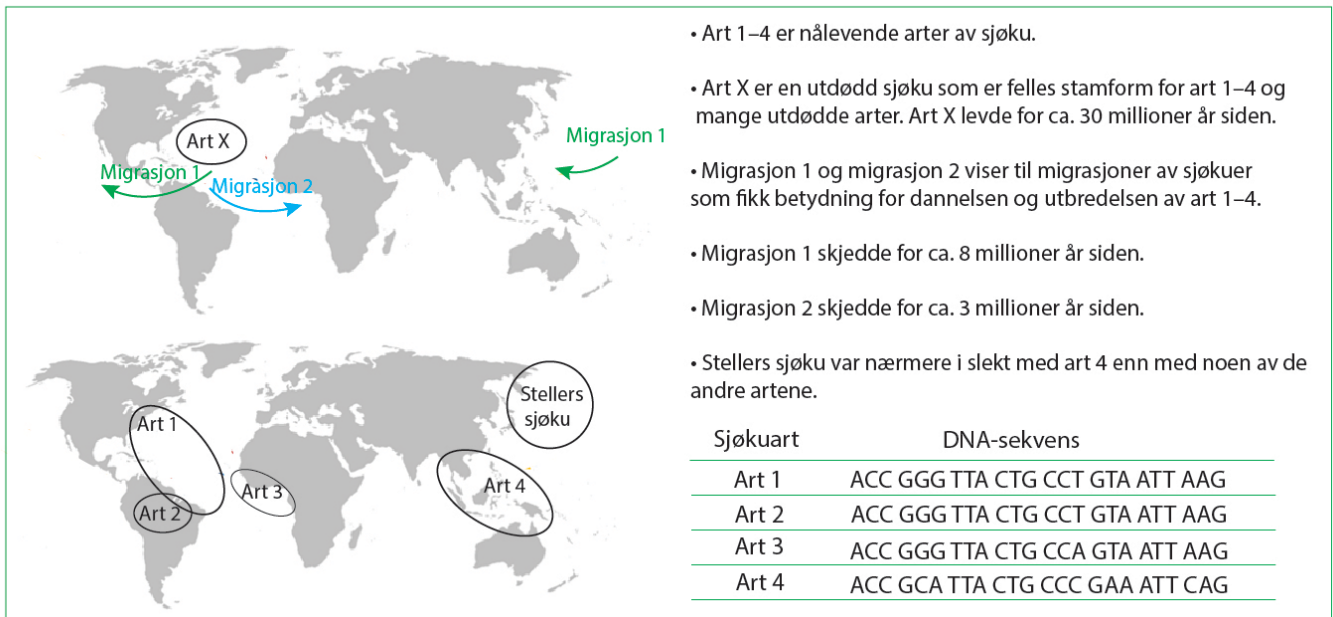
Figur 3b. Tetthet av kråkebolle.



Figur 3c. Tetthet av tare.

- a) Forklar hvorfor utryddelsen av havoteren kan ha ført til at arten Stellers sjøku døde ut. Bruk informasjonen i figur 2 og figurene 3a–c når du svarer.

I dag lever tre arter av sjøku i havet og en art i ferskvann. Figur 4 inneholder informasjon om artene.



Figur 4. Informasjon om utbredelsen av sjøkuer, baserekkefølgen i deler av DNA-et deres og noen viktige hendelser i evolusjonen av sjøkuer.

- b) Skisser et slektstre for art 1, art 2, art 3, art 4 og Stellers sjøku. Bruk informasjonen i figur 4. Beskriv hvordan du kom fram til slektstreet.

I dag er mange sjøkuarter utryddingstruet. Langs Floridas kyst ble en sjøkupopulasjon beregnet til cirka 7 000 dyr. I 2021 ble det registrert over 840 døde sjøkuer i Florida, mest sannsynlig på grunn av menneskelig påvirkning.

- c) Vurder hvordan dette kan påvirke genlageret/genreservoaret til populasjonen, og faren for utryddelse.

Noen sjøkuer mangler tenner. Et gen koder for et protein som er nødvendig for å danne tenner. Forskerne oppdaget en mutasjon som gjør at ett av intronene ikke fjernes under RNA-spleisingen.

- d) Forklar hvorfor det at intron ikke blir spleiset ut, kan føre til at proteinet, som genet koder for, mister funksjonen sin.

Sjøkuer har værhår som enten er korte eller lange. Tenk deg at allelet/genvarianten for korte værhår er dominant over allelet for lange værhår. En annen arvelig egenskap er formen på halefinnen, som kan være kløftet eller buet. Allelet for kløftet halefinne er dominant over allelet for buet halefinne. Værhår nedarves autosomt (ikke kjønnsbundet), mens formen på halefinnen nedarves kjønnsbundet på X-kromosomet.

- e) En hann med lange værhår og kløftet halefinne får avkom med en hunn som er heterozygot for begge egenskapene. Hva er sannsynligheten for at paret får et avkom med buet halefinne og lange værhår? Begrunn svaret med et krysnings skjema.

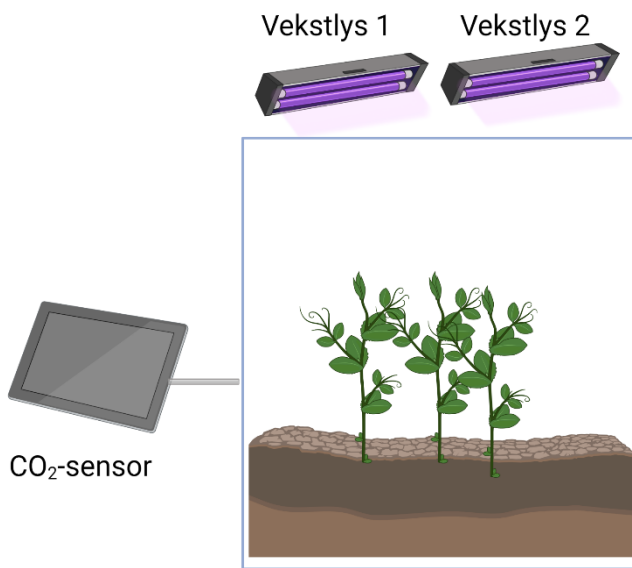
Tenk deg at allelet for lange værhår har oppstått ved en delesjon.

- f) Lag en skisse som viser resultatet av en gelelektroforese av tre individer: ett individ med homozygot dominant genotype, ett individ med heterozygot genotype og ett individ med homozygot recessiv genotype. Sett på navn i skissen.

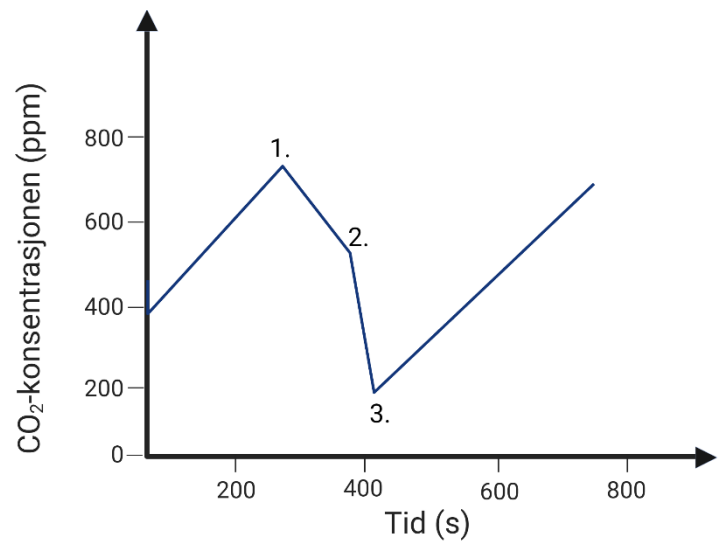
## Oppgave 5

I et fotosynteseforsøk blir erteplanter plantet i jord i en lukket beholder, se figur 5a. En sensor måler kontinuerlig mengden  $\text{CO}_2$  i beholderen. Over beholderen er det to vekstlys som skrues av og på underveis i forsøket.

Underveis i forsøket endres lysmengden, og figur 5b illustrerer målingene fra  $\text{CO}_2$ -sensoren. Ved punkt 1 i figuren nedenfor blir vekstlys 1 skrudd på, og ved punkt 2 blir også vekstlys 2 skrudd på. Ved punkt 3 blir begge vekstlysene skrudd av.



Figur 5a



Figur 5b

Figur 5a. Forsøksoppsettet med planter, jord, vekstlys og  $\text{CO}_2$ -sensor. Figur 5b. Resultater fra målinger av  $\text{CO}_2$ -konsentrasjonen i forsøket.

- Gjør rede for resultatene fra målingene av  $\text{CO}_2$ -konsentrasjonen i beholderen. Vis til punktene i figur 5b i svaret ditt.
- Beskriv likheter og forskjeller mellom karbonets kretsløp i beholderen og karbonets kretsløp på jorden.