

Bokmål

Eksamensinformasjon	
Eksamenstid	Eksamen varer i 5 timer. Del 1 skal leveres inn etter 2 timer. Del 2 skal leveres inn senest etter 5 timer. Du kan begynne å løse oppgavene i del 2 når som helst, men du kan ikke bruke hjelpemidler før etter 2 timer – etter at du har levert svarene for del 1.
Tillatte hjelpemidler under eksamen	Del 1: Skrivesaker og linjal. Del 2: Alle hjelpemidler er tillatt, bortsett fra åpent internett og andre verktøy som kan brukes til kommunikasjon. Når du bruker nettbaserte hjelpemidler under eksamen, har du ikke lov til å kommunisere med andre. Samskriving, chat og andre måter å utveksle informasjon med andre på er ikke tillatt. Du kan ikke bruke automatisk tekstgenerator som chatbot eller tilsvarende teknologi.
Bruk av kilder	Dersom du bruker kilder i svaret ditt, skal du alltid føre dem opp på en slik måte at leseren kan finne fram til dem. Du skal føre opp forfatter og fullstendig tittel på både lærebøker og annen litteratur. Dersom du bruker utskrifter eller sitater fra internett, skal du føre opp nøyaktig nettadresse og nedlastingsdato.
Vedlegg	Vedlegg 1: Eget svarskjema for oppgave 2.
Vedlegg som skal leveres inn	Vedlegg 1: Eget svarskjema for oppgave 2 finner du bakerst i oppgavesettet.

Informasjon om flervalgsoppgaven	Oppgave 2 har 20 flervalgsoppgaver med fire svaralternativer: A, B, C og D. Det er bare ett riktig svaralternativ for hver flervalgsoppgave. Blankt svar teller som feil svar. Dersom du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du mener er mest korrekt. Du kan bare svare med ett svaralternativ: A, B, C eller D. Eksempel Her ser du fire ulike livsstrategier. 1 kort generasjonstid 2 ingen yngelpleie 3 få avkom 4 gjentatt reproduksjon Hvilke livsstrategier beskriver best en K-selektert art? - A strategi 1 og 2 - B strategi 1 og 4 - C strategi 2 og 3 - D strategi 3 og 4 Dersom du mener svaralternativ D er korrekt, skriver du «D» på svararket i vedlegg 1. 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.
Informasjon om vurderingen	Karakteren ved sluttvurderingen blir fastsatt etter en helhetlig vurdering av besvarelsen. 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. Se eksamensveiledningen med kjennetegn på måloppnåelse til sentralt gitt skriftlig eksamen. Eksamensveiledningen finner du på Utdanningsdirektoratets nettsider.
Kilder	Se kildelista på side 52. Andre grafer, bilder og figurer: Utdanningsdirektoratet.

Del 1

Oppgave 1

**Skriv korte svar på oppgave 1a, 1b, 1c og 1d.
Hvert av svarene skal være på maksimum én A4-side.**

- a) Noen elever gjennomførte et feltarbeid der de utforsket sammenhengen mellom lysintensiteten og utbredelsen av to plantearter (art A og art B) i en skog. Tabellen beskriver resultatene for hver av åtte forsøksruter. En rute er 1x1 meter, og antallet individer av art A og B ble telt opp.

Rute nr.	Antallet individer		Lysintensiteten (% av maksimalt innkommende lys)
	Art A	Art B	
1	16	0	5
2	4	39	80
3	20	0	15
4	20	10	30
5	6	29	90
6	7	19	60
7	0	25	85
8	4	27	70

- 1 Beskriv hvordan elevene bør plassere rutene for å oppnå et pålitelig resultat.
 - 2 Beskriv med ord sammenhengen mellom lysintensiteten og utbredelsen av planteart A og planteart B. Forklar hvorfor planteartene A og B har ulik utbredelse. Bruk tabellen når du svarer.
- b) Gi et eksempel på en genmodifisert matplante, og forklar hvorfor planten ble genmodifisert. Beskriv en etisk problemstilling knyttet til det å genmodifisere planter.
- c) Nevn tre faktorer som påvirker fotosyntesen. Velg én av faktorene. Beskriv hvordan faktoren endrer fotosynteseaktiviteten, og forklar hvorfor.
- d) Skisser og beskriv et stoffkretsløp.

Oppgave 2 Flervalgsoppgaver

Skriv svarene for oppgave 2 på et eget svarskjema i vedlegg 1.

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

- 1 I et forsøk ble tre like store petriskåler med næringsagar tilført like mange bakterier av samme bakteriekultur. Hver petriskål ble oppbevart ved én bestemt temperatur (T), og alle andre faktorer var identiske. Hver dag ble det målt hvor stor prosentandel av petriskålen som bakteriekulturen dekket. Tabellen beskriver resultatene fra forsøket.

Tid (dager)	Andel (%) av petriskålen som bakteriene dekket		
	Skål 1 $T = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$	Skål 2 $T = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$	Skål 3 $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
0	0	0	0
1	2	5	10
2	4	10	20
3	8	15	40
4	15	20	60

Her ser du to hypoteser.

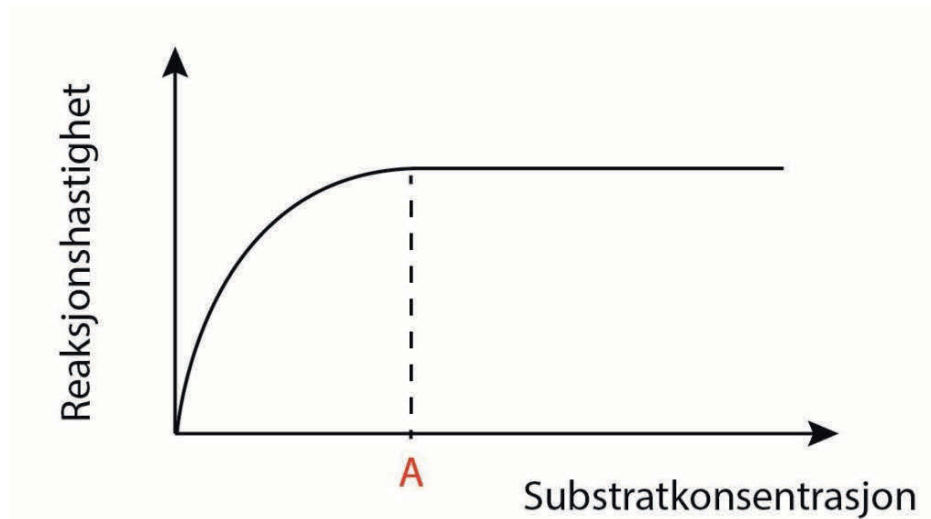
1. Fra dag 3 til dag 4 vil bakterieveksten være minst ved $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. Den gunstigste temperaturen for bakterievekst er $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Hvilke hypoteser (én, to eller ingen) styrkes av resultatene?

- A bare hypotese 1
- B bare hypotese 2
- C begge hypotesene
- D ingen av hypotesene

2

Figuren illustrerer sammenhengen mellom substratkonsentrasjonen og reaksjonshastigheten.

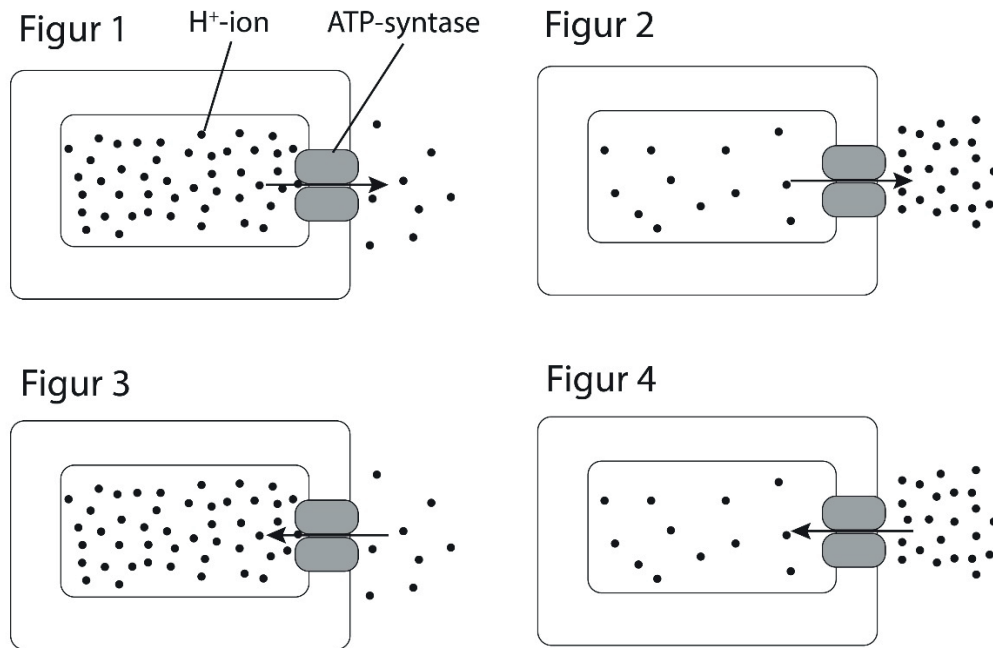


Hvordan kan vi best forklare at kurven flatet ut etter punkt A?

- A Substratet var oppbrukt.
- B Enzymene ble denaturerte.
- C Det aktive setet i hvert enzyimmolekyl var opptatt.
- D En konkurrerende hemmer/inhibitor ble tilsatt.

3

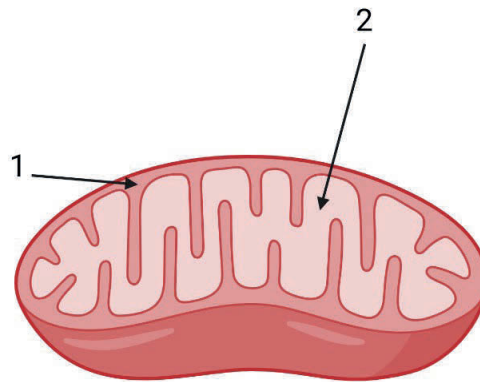
Hver figur illustrerer en tylakoid, ATP-syntase og H^+ -ioner.



Hvilken figur illustrerer best diffusjonen av H^+ -ioner gjennom ATP-syntase i tylakoider?

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

Figuren illustrerer et mitokondrium.



Her ser du to påstander.

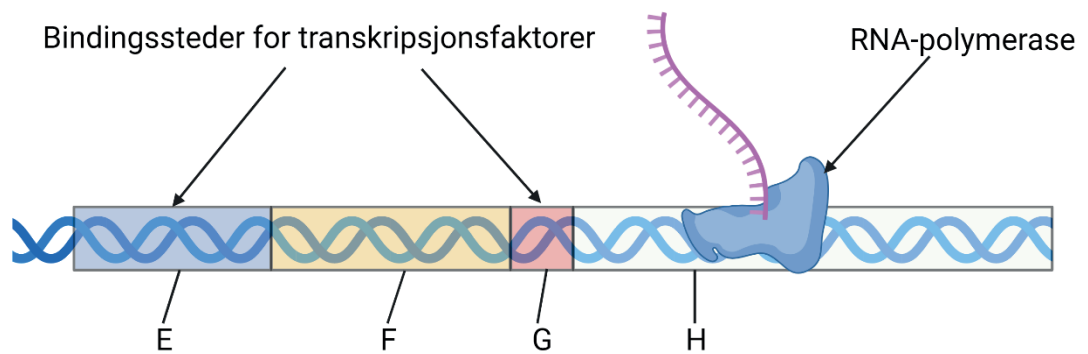
1. Glykolysen skjer der pil 1 peker.
2. Krebszyklusen skjer der pil 2 peker.

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

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

5

Figuren illustrerer transkripsjon av et gen.



I hvilket område (E–H) kan en mutasjon føre til at cellen endrer aminosyrerekkefølgen i proteinet som lages?

- A bare i område H
- B i områdene F og H
- C bare i områdene E og G
- D i områdene E, F og G

6

Tvillingstudier kan undersøke om egenskaper bestemmes av bare gener, av bare miljøet eller av begge faktorene. Eneggede tvillinger har identisk DNA, mens toeggede tvillinger har samme genetiske likhet som helsøsken.

Forskere undersøkte to egenskaper (A og B) hos tvillingpar. Tabellen viser andelen av tvillingparene hvor begge hadde lik fenotype for egenskapen.

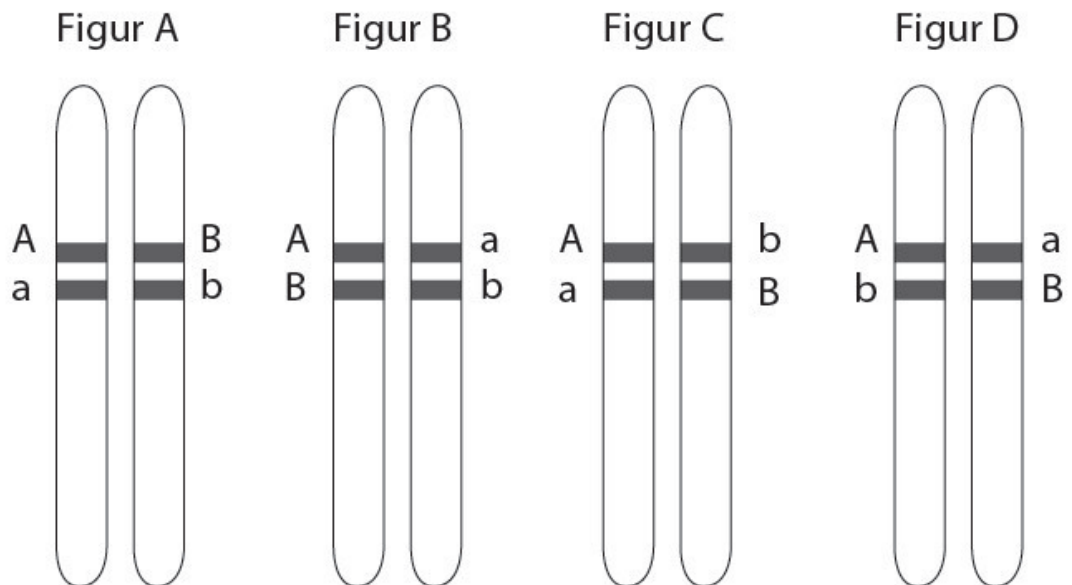
Egenskap	Andelen (%) av tvillingparene hvor begge hadde lik fenotype for egenskapen	
	Eneggede tvillinger	Toeggede tvillinger
A	100	65
B	50	25

Hvilke egenskaper (én, to eller ingen) påvirkes av gener? Bruk resultatene i tabellen når du svarer.

- A bare egenskap A
- B bare egenskap B
- C begge egenskapene
- D ingen av egenskapene

7

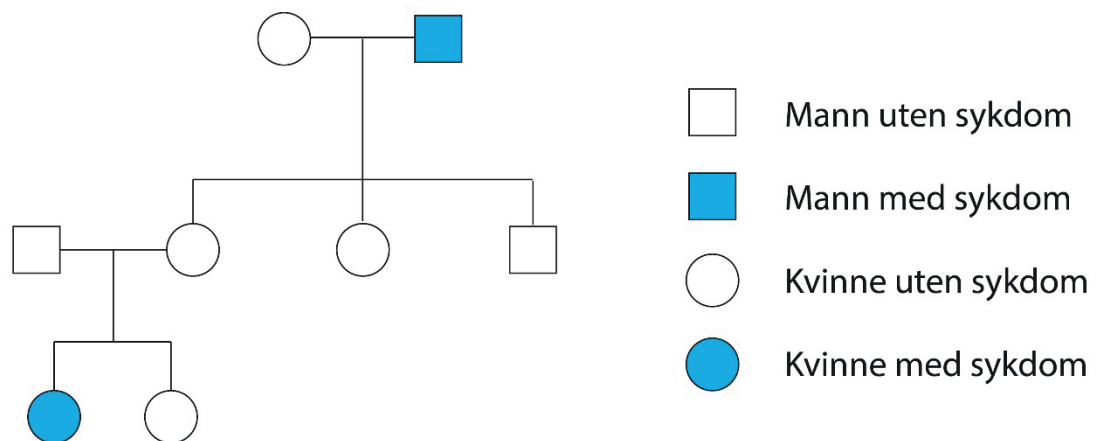
To individer med genotype AaBb krysses. Egenskapene nedarves ved fullstendig dominant arv. Genene er koblet, og hos avkommene er fordelingen av fenotypene 2:1:1.



Hvilken figur illustrerer hvordan allelene/genvariantene sitter på kromosomene hos foreldrene?

- A figur A
- B figur B
- C figur C
- D figur D

8 Figuren illustrerer nedarvingen av en sykdom i en familie.



Hvilken påstand er riktig?

- A Sykdommen nedarves ved ikke-kjønnsbundet arv og skyldes et dominant allel / en dominant genvariant.
- B Sykdommen nedarves ved ikke-kjønnsbundet arv og skyldes et recessivt allel.
- C Sykdommen nedarves ved kjønnsbundet arv og skyldes et dominant allel.
- D Sykdommen nedarves ved kjønnsbundet arv og skyldes et recessivt allel.

9 Nukleinsyremolekylene nedenfor er nødvendige for å uttrykke gener.

1. rRNA
2. mRNA
3. DNA
4. tRNA

Hvilke nukleinsyremolekyler inngår i transkripsjonen?

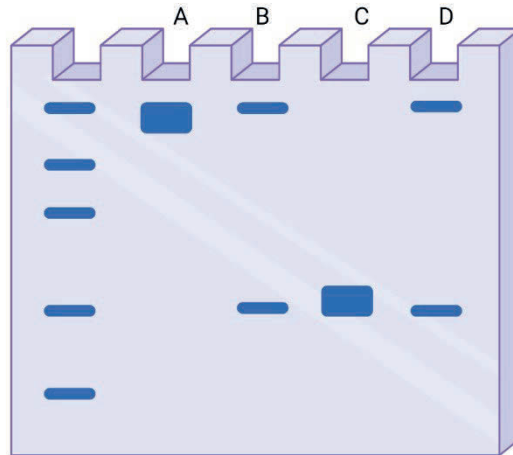
- A 1 og 3
- B 1 og 4
- C 2 og 3
- D 2 og 4

10 Hvilken påstand om proteinsyntesen er riktig?

- A Det finnes bare ett startkodon.
- B Etter transkripsjonen fjernes eksonene.
- C mRNA kan translateres i begge retninger.
- D Det finnes 20 ulike tRNA, bare ett for hver aminosyre.

11

En sykdom som nedarves ved recessiv arv, skyldes en delesjon i et allel / en genvariant. Figuren illustrerer resultatet av en gelelektroforese av genet hos fire personer (A, B, C og D) fra samme familie.



Hva er riktig? Bruk figuren når du svarer.

- A Person C har sykdommen, og person A er bærer av sykdomsallelet.
- B Person A har sykdommen, og person B er bærer av sykdomsallelet.
- C Person C har sykdommen, og person D er bærer av sykdomsallelet.
- D Person A har sykdommen, og person C er bærer av sykdomsallelet.

12

Her ser du to påstander om genteknologiske metoder.

1. Virus kan brukes som vektor for overføring av DNA.
2. CRISPR-metoden trenger spesifikke restriksjonsseter (der restriksjonsenzymene skal klippe).

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

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

- 13 Under genmodifisering kan både DNA og RNA overføres til eukaryote celler for å få uttrykt det ønskede proteinet.

Her ser du to påstander om genmodifisering.

1. RNA må vanligvis tas inn i cellekjernen for å få uttrykt det ønskede proteinet.
2. DNA må vanligvis tas inn i cellekjernen for å få uttrykt det ønskede proteinet.

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

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

- 14 En undersøkelse over tid viste 80 % nedgang i antallet sjøfugl langs norskekysten.

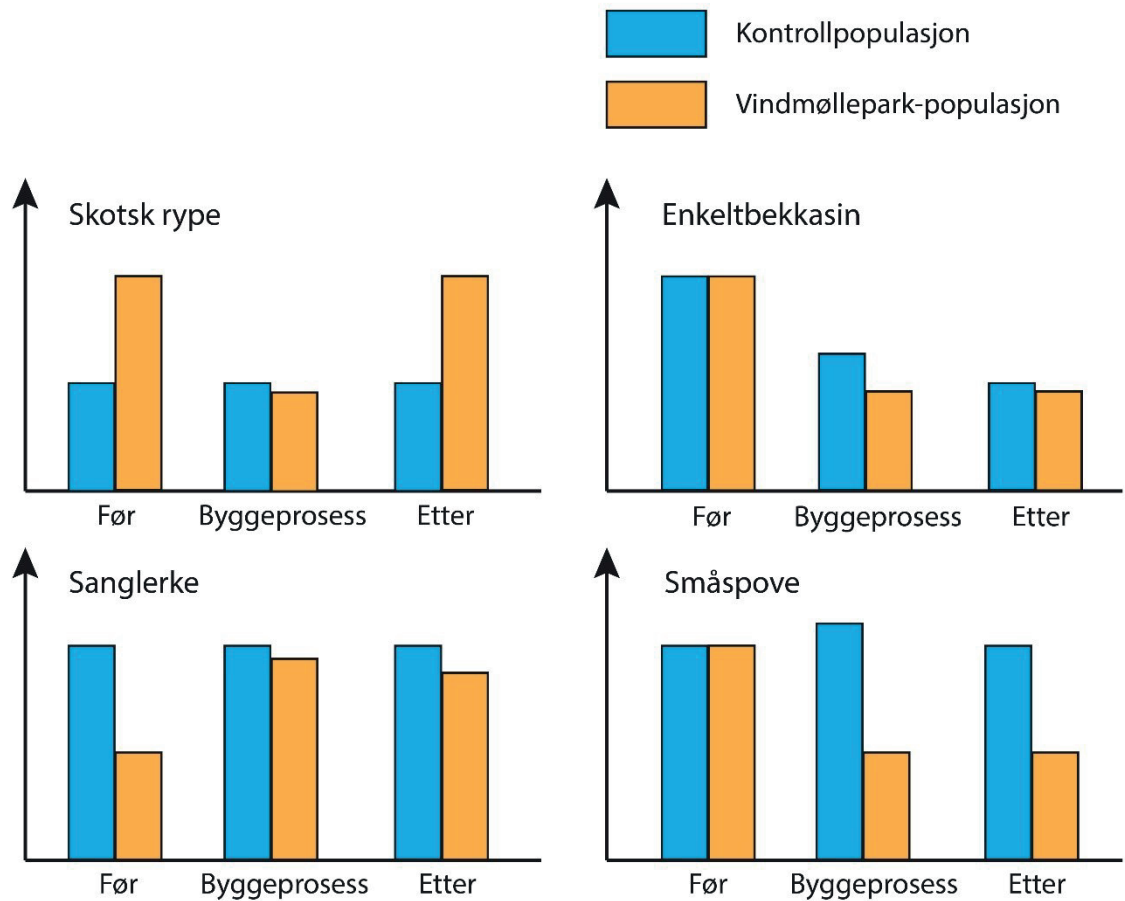
Regjeringen foreslo tre tiltak for å bevare det biologiske mangfoldet og beskytte sjøfuglpopulasjoner:

1. begrense høsting og bruk av produsentene tang og tare
2. begrense smitte av fuglesykdommer
3. begrense menneskelig aktivitet langs kysten i hekkeperioden

Hvilke tiltak (to, tre eller ingen) kan føre til interessekonflikter?

- A bare tiltakene 1 og 2
- B bare tiltakene 1 og 3
- C alle tiltakene
- D ingen av tiltakene

- 15 Forskere undersøkte hvordan byggingen av vindmøller påvirket fire arter. Populasjonstettheten ble undersøkt før, underveis i og etter byggingen og sammenlignet med tettheten i uberørte områder (kontrollpopulasjon).



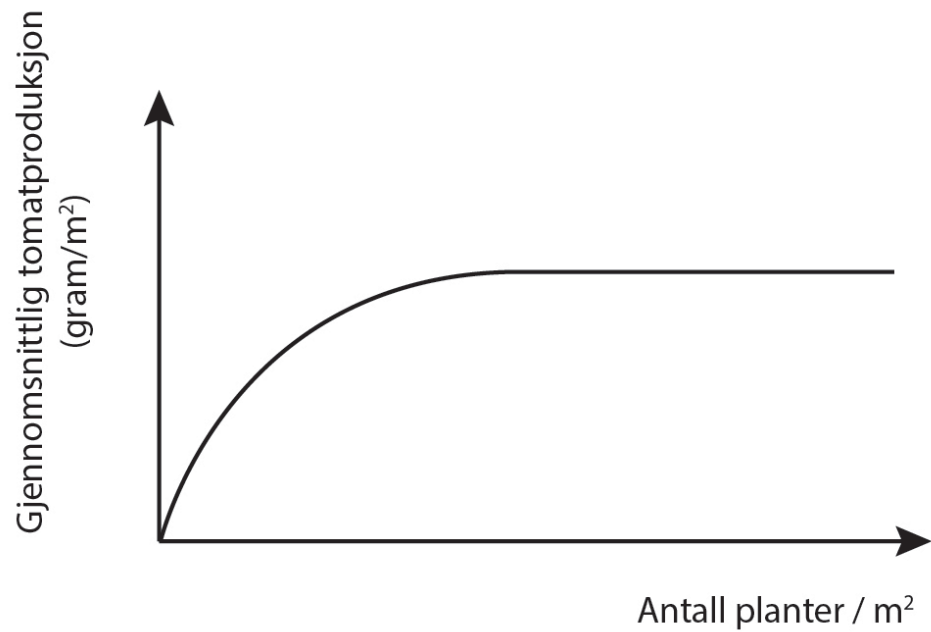
Her ser du to påstander.

1. Byggingen av vindmøller påvirket bare populasjonene av småspove.
2. Andre faktorer enn byggingen av vindmøller reduserte populasjonene av enkeltbekkasin.

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

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

Figuren illustrerer sammenhengen mellom antallet tomatplanter per areal og gjennomsnittlig mengde tomat som høstes.



Hvilken mekanisme forklarer best sammenhengen mellom antallet tomatplanter per areal og gjennomsnittlig mengde tomat som høstes?

- A interspesifikk konkurranse
- B vekst mot økologisk bæreevne
- C rettet/retningsbestemt seleksjon
- D virkning av en tetthetsavhengig faktor

- 17 Artene J–M inngår i en næringskjede med fire ledd. Tabellen viser antallet individer, den gjennomsnittlige biomassen per individ og energien per kvadratmeter per år i hvert ledd.

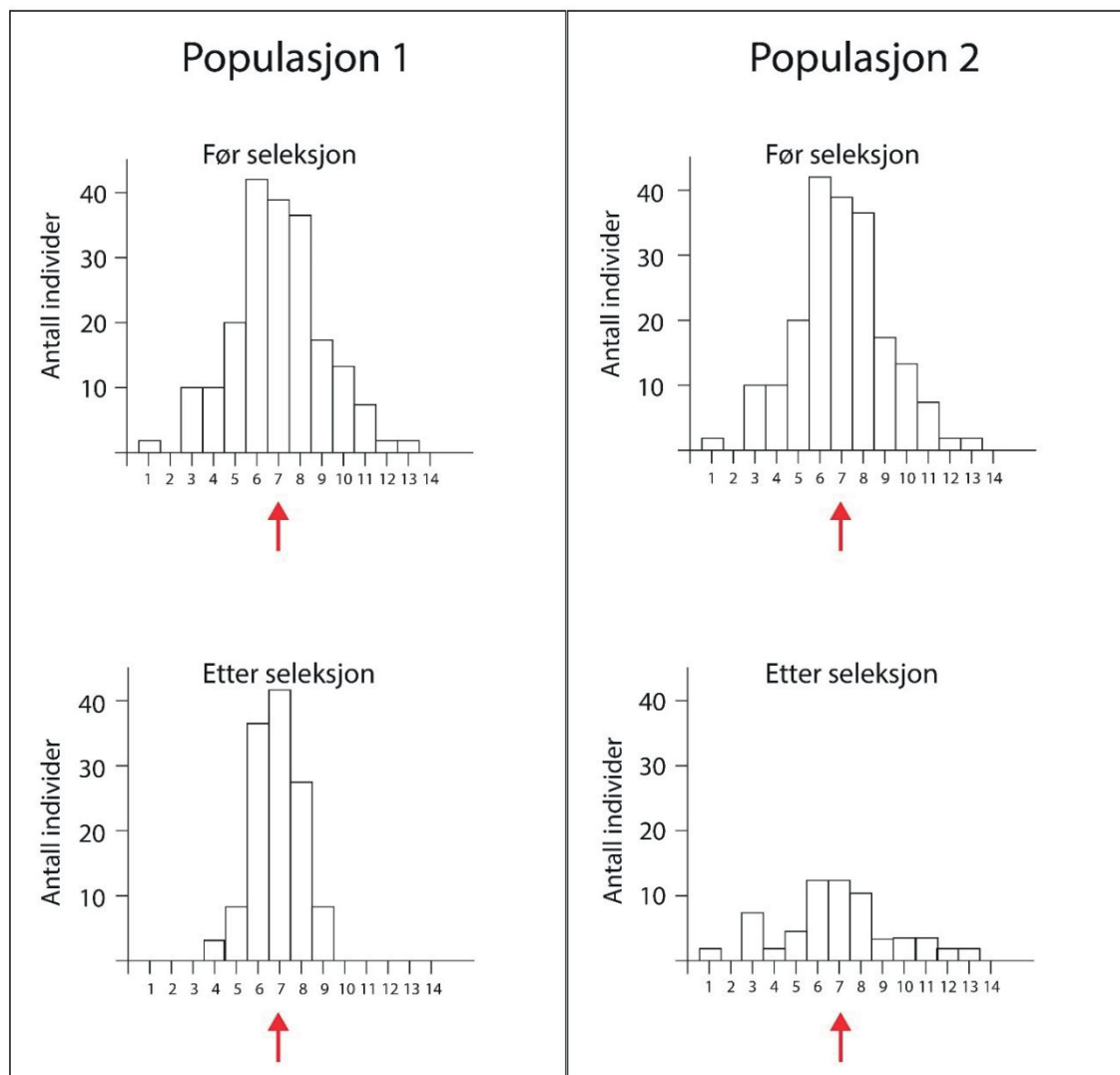
Art	Antallet individer	Biomassen per individ (kg)	Energien i hvert ledd ((kJ/m ²)/år)
J	10 000	0,0015	3200
K	150	0,02	410
L	1	1,2	3,7
M	1	3000	25 000

Hvordan kan vi beskrive energistrømmen gjennom næringskjeden? J–M refererer til de fire artene.

- A M → L → K → J
- B M → J → K → L
- C J → M → K → L
- D J → K → L → M

18

Figuren illustrerer fordelingen av fenotyper i to populasjoner før og etter seleksjon. Den røde pila viser gjennomsnittsverdien av fenotypen i populasjonen.



Her ser du to påstander om seleksjonsprosessen.

1. Populasjon 1 har gjennomgått rettet/retningsbestemt seleksjon.
2. Populasjon 2 har gjennomgått stabiliserende seleksjon.

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

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

- 19 Ødeleggelsen av leveområder reduserte populasjonsstørrelsen av fuglearten storpræriejerpe fra flere millioner individer i 1900 til om lag 50 individer i 1990.

Hvilken prosess reduserte genlageret/genreservoaret til populasjonen?

- A genflyt
- B naturlig seleksjon
- C kunstig seleksjon
- D genetisk drift

- 20 Hos en art bestemmer et gen pelsfargen. Allelet/genvarianten A gir brun pels, og allelet a gir grå pels. Frekvensen for allel a er 0,2. Anta at populasjonen er i Hardy-Weinberg-likevekt.

Her ser du to påstander.

1. 20 % av individene har grå pels.
2. 32 % av individene er heterozygote.

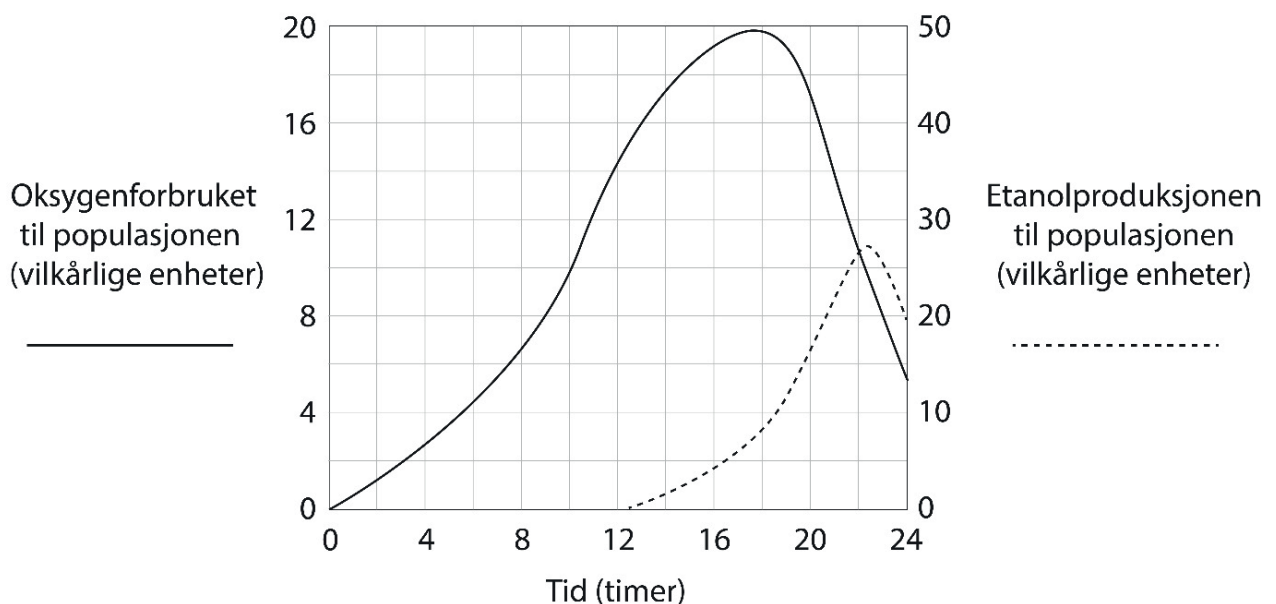
Hvilke påstander (én, to eller ingen) er riktige?

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

Del 2

Oppgave 3

Elever målte forbruket av oksyngengass og produksjonen av etanol i en lukket beholder med gjærceller. Beholderen hadde best mulig vekstvilkår. Grafene i figur 1 beskriver resultatene.



Figur 1. Forbruket av oksyngengass og produksjonen av etanol i en lukket beholder med gjærceller. (Merk: Aksene har ulike skalaer).

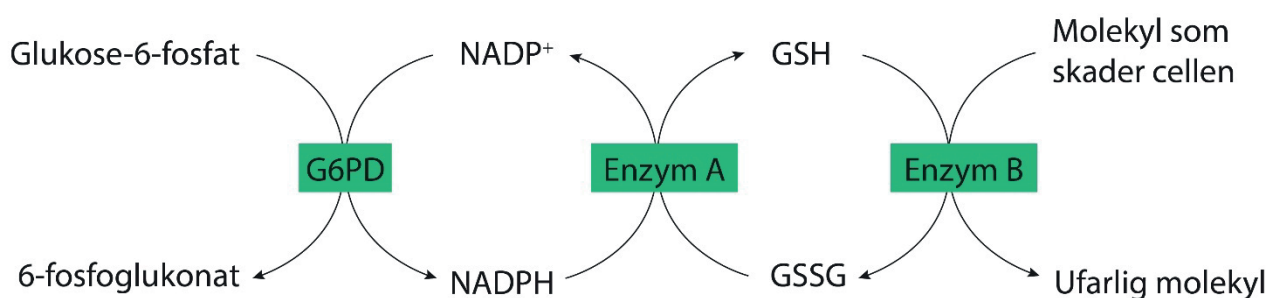
a) Forklar hvorfor forbruket av oksyngengass og produksjonen av etanol endret seg med tiden.

Natriumazid er et stoff som hemmer elektrontransportkjeden.

b) Beskriv hvordan tilsetning av natriumazid i en beholder med gjærceller påvirker forbruket av oksyngengass og produksjonen av etanol. Begrunn svaret ditt.

Oppgave 4

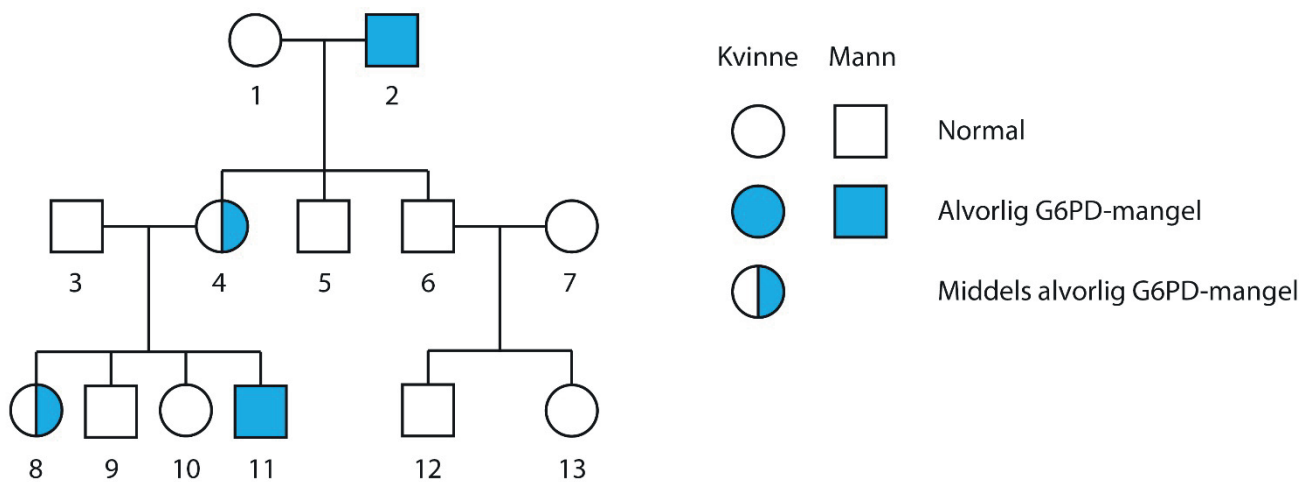
Et gen koder for enzymet G6PD. Noen alleler/genvarianter gir alvorlig mangel på enzymet. Dette gir alvorlig sykdom fordi røde blodceller da ødelegges. Andre alleler gir middels mangel på enzymet og bare milde symptomer.



Figur 2. Reaksjonsveien der enzymet G6PD deltar.

- a)
- 1 Hva er substrat og hva er produkt for enzymet G6PD?
 - 2 Forklar hvorfor G6PD-mangel ødelegger røde blodceller. Bruk figur 2 når du svarer.
- b) Forklar hvorfor noen alleler for enzymet G6PD gir alvorlig sykdom, mens andre gir milde symptomer.

Figur 3 illustrerer nedarvingen av et av allelene som gir G6PD-mangel i en familie.



Figur 3. Nedarving av G6PD-mangel i en familie.

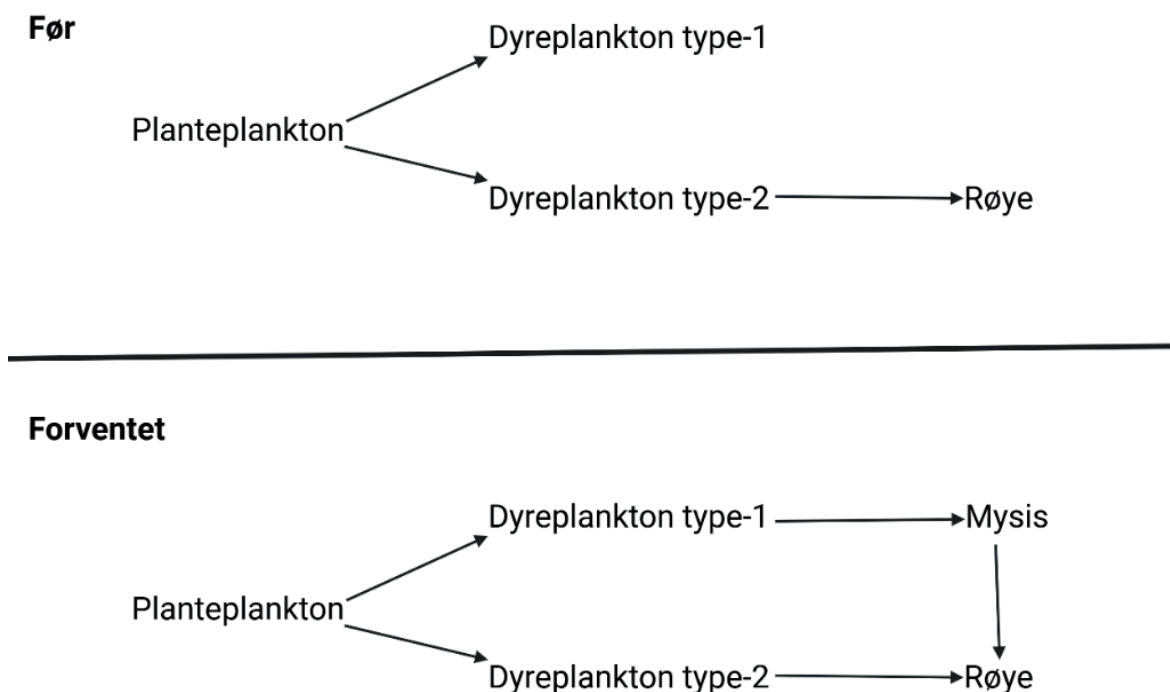
- c) Gjør rede for nedarving av sykdom på grunn av G6PD-mangel. Bruk informasjonen i teksten og figur 3 når du svarer.

Albinisme er en annen arvelig egenskap. Albinisme nedarves ved ikke-kjønnsbundet arv, der allel A gir normal hudpigmentering og allel a gir albinisme.

- d) Person 8 i figur 3 er bærer av allelet for albinisme og får en sønn med en albino mann som har det normale G6PD-allelet. Beregn sannsynligheten for at sønnen er albino og har alvorlig G6PD-mangel. Vis kryssingsskjemaet.

Oppgave 5

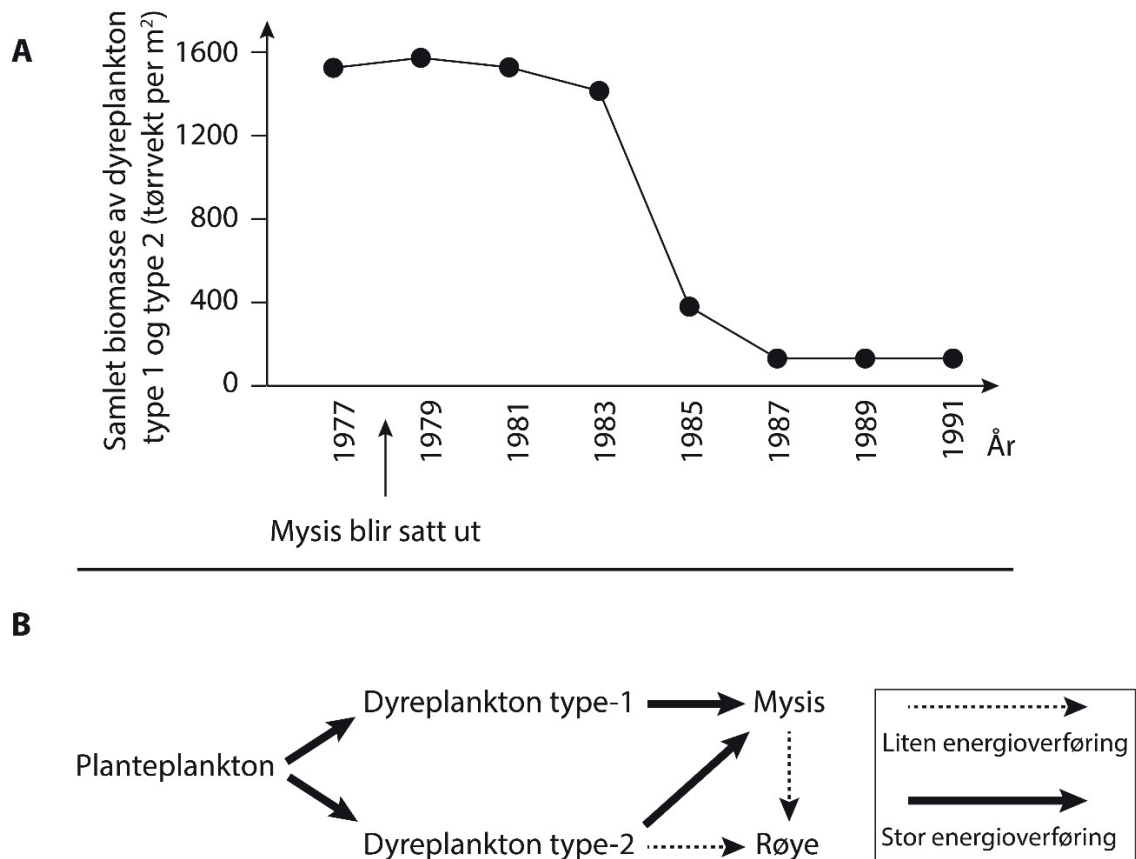
Krepsdyret mysis (*Mysis relicta*) ble satt ut i en innsjø der det ikke fantes fra før. Det var forventet at biomassen til røye skulle øke etter utsettingen (se næringsnettene i figur 4).



Figur 4. Næringsnett før utsetting og forventet næringsnett etter utsetting av mysis.

- a) Forklar hvorfor noen forventet at utsetting av mysis ville øke biomassen av røye. Bruk figur 4 når du svarer.

Grafen i figur 5A beskriver biomassen til dyreplankton i en innsjø i perioden 1977 til 1991, og figur 5B illustrerer næringsnettet i innsjøen etter utsettingen av mysis i 1978.



Figur 5A. Biomassen av dyreplankton type-1 og type-2 etter utsetting av mysis.

Figur 5B. Næringsnett etter utsetting av mysis.

- b) Skisser vekstkurven for mysis og vekstkurven for røye i innsjøen i perioden 1978–1991. Begrunn kurvene ved å vise til informasjonen i figur 5.

Avrenning fra jordbruk tilfører nitrogen og fosfor i innsjøen.

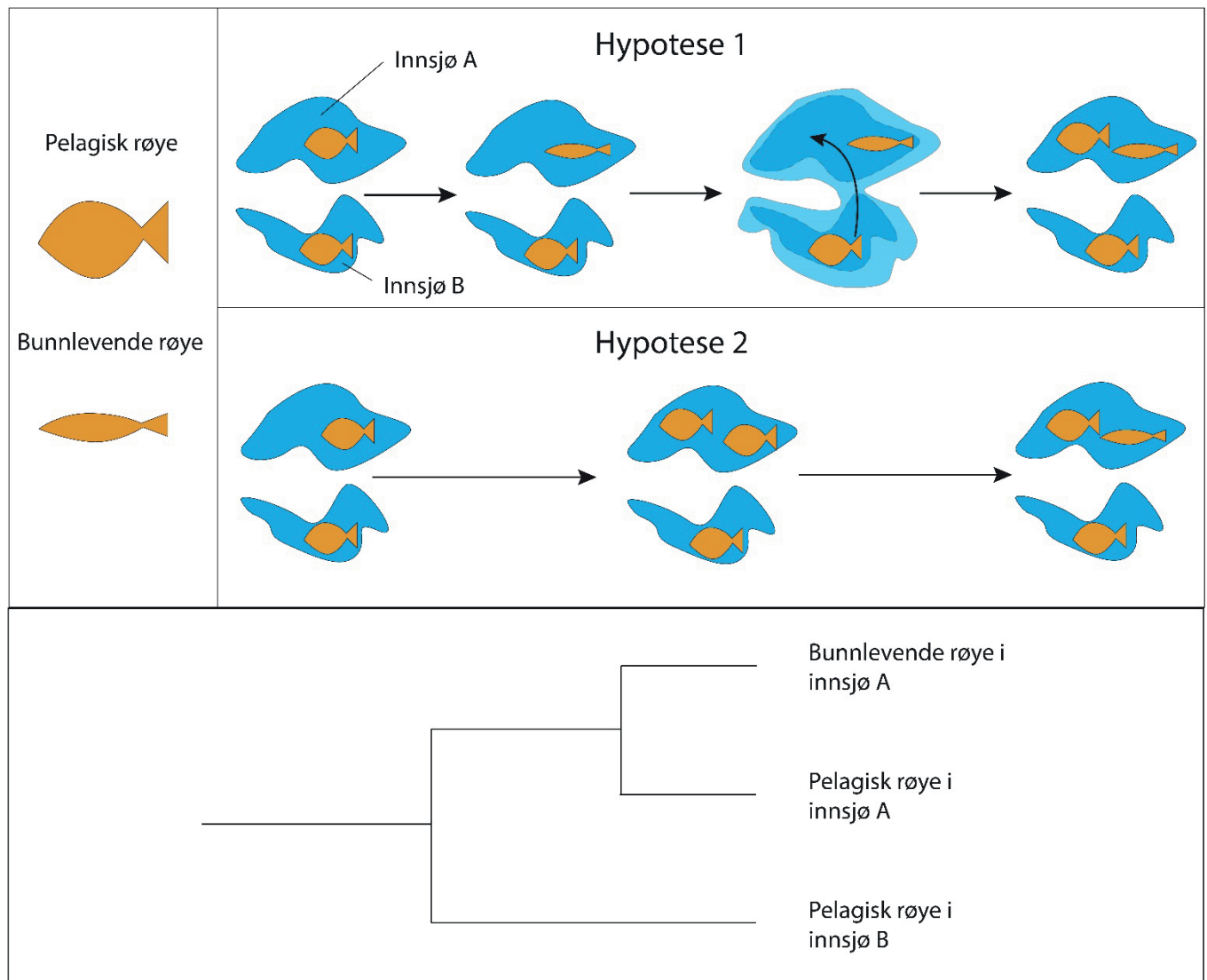
- c) Beskriv hvordan avrenning kan påvirke siktedypet (hvor dypt lyset trenger ned i vannet).

I mange innsjøer finnes det to typer røye, pelagisk røye og bunnlevende røye. Røyetypene kan få fruktbare avkom sammen, men det er lite genflyt mellom røyetypene.

- d) Beskriv hvordan én prezygotisk og én postzygotisk barriere/mekanisme kan begrense genflyten mellom røyetypene.

I innsjø A finnes populasjoner av både pelagisk og bunnlevende røye, mens i innsjø B finnes bare pelagisk røye. Forskere formulerte hypoteser om hvordan de to røyetypene i innsjø A ble utviklet. For å teste hypotesene sammenlignet forskerne DNA fra tre røypespopulasjoner: pelagisk og bunnlevende røye fra innsjø A og pelagisk røye fra innsjø B.

Figur 6 illustrerer hypotesene og et slektskapstre/utviklingstre for populasjonene basert på DNA-analysene.



Figur 6. Hypotesene for hvordan røyetypene er utviklet, og slektskapstreet basert på DNA fra røyene. Endring i form hos røyene illustrerer evolusjon.

e) Hvilken hypotese styrkes av slektskapstreet? Begrunn svaret ditt.

Kjelder/Kilder

Langeland, A. & Moen, V. 1992. Røyas tilstand og framtid i mysissjøer i Norge. NINA Forskningsrapport 22: 1–21.

Volpe, J. P. & Ferguson, M. M. 1996. Molecular genetic examination of the polymorphic Arctic charr *Salvelinus alpinus* of Thingvallavatn, Iceland. *Molecular Ecology* 5: 763–772.

Figurane 4, 5 og 11 i oppgåve 2 og figur 4 i oppgåve 5 er laga i Biorender. /
Figurene 4, 5 og 11 i oppgave 2 og figur 4 i oppgave 5 er laget i Biorender.

Blank side

Blank side

Vedlegg 1 Svarskjema for oppgåve 2 / Svarskjema for oppgave 2

Kandidatnummer: _____

Totalt tal på sider i svaret på del 1 /

Totalt antall sider i besvarelsen på del 1: _____

Oppgåve 2 / Oppgave 2	Skriv eitt av svaralternativa A, B, C eller D her: / Skriv ett av svaralternativene A, B, C eller D her:
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Vedlegg 1 skal leverast kl. 11.00 saman med svaret for oppgåve 1. /

Vedlegg 1 skal leveres kl. 11.00 sammen med besvarelsen for oppgave 1.