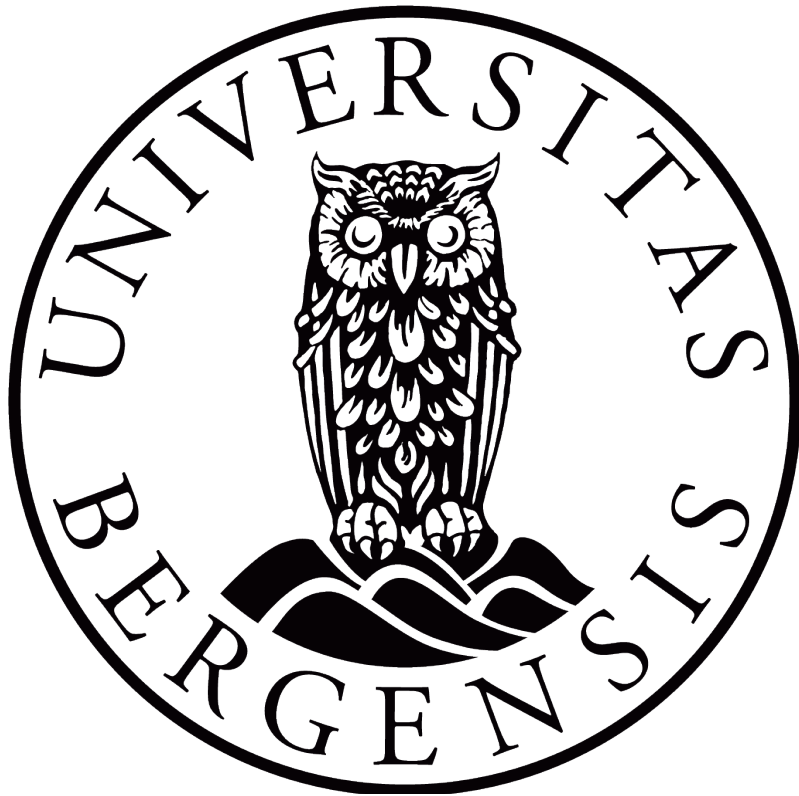


Forståelse av naturlig seleksjon

En kvantitativ undersøkelse av elevers og studenters misoppfatninger knyttet til naturlig seleksjon ved bruk av *Diagnostisk Test av Naturlig Seleksjon*

Marte Røssland Henriksen og Maria Kjeilen Steinseide



Masteroppgave i biologididaktikk, Institutt for biovitenskap
Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, Universitetet i Bergen

Juni 2023

Forord

Studenttilværelsen har vært helt fantastisk og lært oss mye, så innleveringen av denne masteroppgaven kommer med en liten bismak. For selv om vi gleder oss til å starte det neste kapittelet som lærere, så vil vi savne det fantastiske studentmiljøet på UiB. Vi kommer til å savne spontane byturer, vinkvelder, turer, lange dager på lesesalen, kantinen på Høytek og til og med de stressende eksamensperiodene. Denne perioden hadde heller ikke vært det samme uten familie, gode venner og støttespillere.

Først og fremst vil vi takke våre fantastiske veiledere Jorun Nyléhn og Ragnhild Gya. Dere har oppmuntret oss hele veien, alltid hatt dørene åpne for gode og litt mindre gode spørsmål og ikke minst brukt utallige timer på å lese og rette ulike deler av masteren. Dere har alltid prøvd å holde stressnivået vårt nede, på tross av hvor mye vi har prøvd å stresse hverandre opp. Og til slutt tusen takk for de gøyе ikke-faglige samtalene og mye latter på kontoret. Dere er gull!

PS. Takk for gode visdomsord: «kutt, kutt, kutt»!

Takk til gode venner, på og utenfor UiB, og en stor takk til familie som har støttet oss gjennom denne lange prosessen. Takk for at dere stiller opp, kommer med oppmuntrende ord og tvinger oss til å ta en pause fra lesesalen når vi trenger et avbrekk. En ekstra takk til Marias lillebror som har dobbeltsjekkert DOIene på alle elleve sidene med referanser.

Vi vil også takke hverandre for godt samarbeid hele veien. Det har vært en fordel å være to gjennom denne lange masterperioden, vi har oppmuntret hverandre, opprettholdt gode rutiner og hatt mye latter på lesesalen. I perioder har vi sett hverandre så og si alle våkne timer i døgnet. Det er derfor et godt tegn at vi likevel ringes på kvelden for å snakke etter veldig mange timer på lesesalen. Det har blitt så gale at venner har begynt å beskrive oss som «codependent» og at du ikke ser den ene av oss uten den andre.

For å avslutte studenttilværelsen med litt latter:

Hva sa læreren til eleven som ikke forsto naturlig seleksjon? - «Det går fint, det tar tid å utvikle forståelse».

Marte Røssland Henriksen og Maria Kjeilen Steinseide

Bergen, 1. juni 2023

Sammendrag

Forståelse av naturlig seleksjon og evolusjon kan gi elever og studenter en dypere innsikt i sammenhenger i naturen og hvor viktig det er å bevare det biologiske mangfoldet. Imidlertid er det mange misoppfatninger knyttet til naturlig seleksjon og evolusjon, som kan føre til feilaktig forståelse. Misoppfatninger kan være et hinder for videre læring, og derfor er det viktig med innsikt i hvilke misoppfatninger elever og studenter har.

Denne kvantitative studien undersøker forskjeller i forståelse av naturlig seleksjon hos elever i videregående skoler i Bergen og omegn, samt førsteårs- og masterstudenter ved Universitetet i Bergen (n = 201). En norsk oversettelse av spørreundersøkelsen *Conceptual Inventory of Natural Selection (CINS, Diagnostisk Test av Naturlig Seleksjon, egen oversettelse)* brukes for å teste elevens og studenters forståelse av konsepter og avdekke utbredte misoppfatninger innen naturlig seleksjon. CINS er et diagnostisk verktøy som ble utviklet for å teste misoppfatninger av ti konsepter innen naturlig seleksjon. CINS er inntil nå ikke benyttet i Norge, derfor undersøkes det i hvilken grad CINS er egnet for å måle forståelsen av naturlig seleksjon og hvilke konkrete misoppfatninger som er utbredt på ulike utdanningsnivå i Norge.

Resultatene fra studien viser at CINS fungerer i noe ulik grad på forskjellige utdanningsnivå i Norge, CINS fungerer godt for førsteårsstudenter og akseptabelt for elever i videregående skoler og masterstudenter. Resultatene viser at universitetsstudenter presterer bedre enn elever i videregående skoler på CINS, dette indikerer at universitetsstudenter har en bedre forståelse av konsepter innen naturlig seleksjon. Ingen betydelige forskjeller ble funnet i overordnet forståelse mellom førsteårsstudenter og masterstudenter. Misoppfatninger ble identifisert på alle utdanningsnivå. De mest utbredte misoppfatningene var knyttet til konseptene *endring i en populasjon* og *artenes opprinnelse*, hvor konseptet *endring i en populasjon* var spesielt utfordrende på alle utdanningsnivå. For å øke forståelsen av konseptet *endring i en populasjon* anbefaler vi blant annet å skille tydelig mellom organismenivå og populasjonsnivå i undervisning.

Innholdsfortegnelse

Forord	III
Sammendrag	IV
Innholdsfortegnelse	V
Kap. 1 - Innledning	1
1.1 Problemstilling og forskningsspørsmål	2
Kap. 2 - Teori	4
2.1 Naturlig seleksjon	4
2.2 Evolusjon i skolen	6
2.3 Misoppfatninger i biologi	7
2.4 Hvordan oppstår misoppfatninger	8
2.4.1 Misoppfatninger som oppstår i klasserommet.....	9
2.4.2 Misoppfatninger som oppstår utenfor klasserommet	9
2.5 Diagnostiske verktøy for å avdekke misoppfatninger	10
2.6 Diagnostisk Test av Naturlig Seleksjon (CINS)	12
2.7 Tidligere bruk av CINS	13
2.7.1 Kritikk av CINS.....	14
2.8 Misoppfatningene i CINS	15
2.8.1 Målrettet eller behovsbasert evolusjon.....	15
2.8.2 Bruk eller manglende bruk	15
2.8.3 Arv av ervervede egenskaper	16
2.8.4 Endring på organismenivå.....	16
2.8.5 Fitness likestilles med styrke.....	16
2.8.6 Ingen begrep om variasjon	16
2.8.7 Mutasjoner skyldes miljøforandringer	17
2.9 Aksept, forståelse og naturvitenskapens egenart	21
Kap. 3 Metode	23
3.1 Forskningsdesign og kvantitativ metode	23
3.2 Spørreundersøkelsen	23
3.2.1 CINS.....	23
3.2.2 Spørreundersøkelsens design	24
3.2.3 Oversettelse	27
3.3 Utvalg	30
3.4 Rekruttering	30
3.5 Analyse av datamaterialet	31
3.5.1 Analyse av enkeltoppgaver	32
3.5.2 Oppgavenes vanskelighetsgrad	32
3.5.3 Oppgavens diskrimineringsindeks	32
3.5.4 Distraktoranalyse.....	33
3.5.5 ANOVA.....	34
3.5.6 t-test.....	34

3.6 Validitet og reliabilitet	35
3.6.1. Validitet	36
3.6.2. Reliabilitet	37
3.7 Ethiske aspekter	38
Kap. 4 Resultater	39
4.1 Informasjon om utvalget.....	39
4.1.1 Aldersfordeling.....	40
4.1.2 Kjønnfordeling.....	40
4.1.3 Fag og emner med tematikk knyttet til evolusjon	40
4.1.4 Informasjon om offentlige og kristne skoler i biologi 1-utvalget	42
4.2 Svarprosent og ufullstendige besvarelser	43
4.3 Poengsum og svarfordeling i utvalgene	43
4.4 Variansanalyse og t-test	53
4.5 Andel riktige svar per konsept	54
4.6 Analyse av oppgavene i CINS.....	61
4.6.1 Vanskelighetsgrad og diskrimineringsindeks.....	61
4.6.2 Distraktoranalyse.....	63
4.7 Utbredte misoppfatninger i CINS.....	67
4.8 Cronbachs alfa	69
Kap. 5 Diskusjon	70
5.1 Er CINS en egnet diagnostisk test?.....	70
5.2 Sammenheng mellom grad av evolusjonsundervisning og forståelse av naturlig seleksjon.....	74
5.2.1 Offentlige versus kristne videregående skoler i biologi 1-utvalget.....	75
5.3 Utbredte misoppfatninger mellom utvalg av elever og studenter	76
5.4 Studiens styrker og svakheter	80
5.4.1 Responsrate og representativitet.....	80
5.4.2 Indre konsistens i CINS.....	81
Kap. 6 Konklusjon	82
6.1 Veien videre.....	83
6.1.1 Pedagogiske implikasjoner.....	84
Referanser	86
Vedlegg 1: Diagnostisk Test av Naturlig Seleksjon - norsk versjon	97
Vedlegg 2: Diagnostisk Test av Naturlig Seleksjon - engelsk versjon.....	104
Vedlegg 3: Godkjenning fra NSD.....	112
Vedlegg 4: Informasjonsskriv og samtykkeskjema	114
Vedlegg 5: Fordeling av studieretninger	116
Vedlegg 6: Distraktoranalyser.....	117

Kap. 1 - Innledning

Naturlig seleksjon er en av de viktigste mekanismene i evolusjon og en essensiell del av vår forståelse av biologi. Likevel er det mange misoppfatninger knyttet til evolusjon og naturlig seleksjon, noe som kan føre til en ufullstendig eller feilaktig forståelse av biologiske prosesser og sammenhenger (Anderson mfl., 2002; Athanasiou & Mavrikaki, 2014).

Undervisning av naturlig seleksjon kan bidra til at elever og studenter får en dypere forståelse av hvordan naturen fungerer og hvorfor det er viktig å beskytte og bevare det biologiske mangfoldet. Skolen skal bidra til at elever blir ansvarlige og informerte samfunnsborgere (Kunnskapsdepartementet, 2017), og kunnskap om naturlig seleksjon er viktig for å ta beslutninger om medisin og jordbruk på temaer som antibiotikaresistens og avl (Gregory, 2009; Henry & Nevo, 2014).

Noe forskning har fokusert på misoppfatninger i biologi, samt hvordan de oppstår og hvordan de påvirker læring og undervisning (Hartelt mfl., 2022; Padian, 2013; Palmer, 1999; Yates & Marek, 2014). Forskning indikerer at elever og studenter, selv før de mottar formell undervisning i biologi, har utviklet egne tanker, ideer og oppfatninger knyttet til ulike naturfenomener (Palmer, 1999). En betydelig andel av disse oppfatningene er helt eller delvis feilaktige, noe som skaper utfordringer når elever og studenter introduseres for ny tematikk (Fisher mfl., 2002, s. 56). Elever og studenter vil tolke ny informasjon i lys av eksisterende ideer, derfor kan feilaktige oppfatninger påvirke læring av nye konsepter negativt (Leonard mfl., 2014), noe som gjør det viktig å identifisere og rette opp misoppfatningene. Til tross for mye forskning på misoppfatninger, har det vært mindre fokus på hvordan lærere avdekker og identifiserer misoppfatninger i biologi (Hartelt mfl., 2022). Lærere ser behovet for å avdekke misoppfatninger, men bruker sjeldent diagnostiske verktøy i undervisningen (Hartelt mfl., 2022). Dette kan skyldes at lærere er usikre i valg av diagnostisk verktøy som passer deres undervisningsgruppe og hvordan man kan tolke resultatene (D'Avanzo, 2008; Furrow & Hsu, 2019).

Diagnostisk Test av Naturlig Seleksjon (Conceptual Inventory of Natural Selection: CINS, egen oversettelse) er et verktøy som er utviklet for å måle studenters forståelse av naturlig seleksjon (Anderson mfl., 2002). CINS har blitt brukt i en rekke internasjonale studier (Athanasiou & Mavrikaki, 2014; Frasier & Roderick, 2011; Lucero & Petrosino, 2017; Nehm & Schonfeld, 2008; Pinxten mfl., 2020), men etter vår kjennskap har CINS hittil ikke blitt

benyttet i Norge. CINS ble opprinnelig utformet med tanke på universitetsstudenter og er så langt vi vet ikke brukt i videregående skoler. I tillegg har et begrenset antall studier undersøkt sammenhengen mellom misoppfatninger og hvor mye evolusjonsundervisning elever og studenter har gjennomført (Athanasίου & Mavrikaki, 2014; Pinxten mfl., 2020).

Som fremtidige biologilærere ser vi verdien av å integrere diagnostiske verktøy i biologiundervisningen for å avdekke misoppfatninger hos elever. Vi har observert at diagnostiske verktøy har hatt en positiv innvirkning i matematikkundervisning og ønsker å innføre lignende verktøy og strategier i biologifaget, da spesielt innenfor temaene evolusjon og naturlig seleksjon hvor det er mange kjente misoppfatninger. Vi har selv opplevd at evolusjon kan være et utfordrende tema i biologiundervisning. En av oss opplevde et eksempel på dette i en kristen videregående skole, der læreren plasserte en demontert telefon på kateteret og spurte hvor lang tid det ville ta før telefonen monterte seg selv. Lærerens konklusjon var at en skaper var nødvendig for å montere telefonen, og at samme prinsipp gjaldt for evolusjon. Eksempelet viser at lærerens holdninger til fagstoff kan påvirke undervisning og føre til misoppfatninger om evolusjon. Vi mener derfor det er viktig å arbeide med å rette opp i misoppfatninger, og ved å bruke diagnostiske verktøy kan vi lettere avdekke disse misoppfatningene.

1.1 Problemstilling og forskningsspørsmål

For å finne ut om grad av evolusjonsundervisning påvirker forståelse av naturlig seleksjon, undersøkte vi både elever i videregående skoler i Bergen og omegn, samt førsteårs- og masterstudenter ved Universitetet i Bergen. Utvalget bestod av elever i biologi 1, studenter som tok innføringsemnet BIO100 og studenter som tok masteremnet BIO300A. Vi testet forståelsen av naturlig seleksjon i disse utvalgene ved å bruke en norsk oversettelse av CINS. Vi undersøkte om CINS fungerer i norsk kontekst og hvilke konkrete misoppfatninger som er utbredt i ulike utdanningsnivåer.

Vår problemstilling og forskningsspørsmål er som følger:

Er det forskjeller i forståelsen av naturlig seleksjon mellom elever i videregående skoler, førsteårsstudenter og masterstudenter, og hvilke eventuelle forskjeller finner vi mellom utvalgene?

1. I hvilken grad er *Diagnostisk Test av Naturlig Seleksjon* egnet som et diagnostisk verktøy for å måle forståelsen av naturlig seleksjon hos elever, førsteårsstudenter og masterstudenter i norsk kontekst?
2. Hvilke sammenhenger finner vi mellom grad av evolusjonsundervisning, og elever og studenters overordnede forståelse av konsepter innen naturlig seleksjon?
3. Hvilke konkrete misoppfatninger er utbredt blant elever og studenter med ulik grad av evolusjonsundervisning?

Masteroppgaven er strukturert i seks kapitler. I dette kapitlet har vi introdusert studien, problemstilling og forskningsspørsmål. I det andre kapitlet gjør vi rede for relevant forskning. I det tredje kapitlet presenterer vi metoden, etterfulgt av resultatene for studien i det fjerde kapitlet. I det femte kapitlet diskuteres resultatene. Avslutningsvis gis det en oppsummering av studiens funn, forslag til veien videre og pedagogiske implikasjoner.

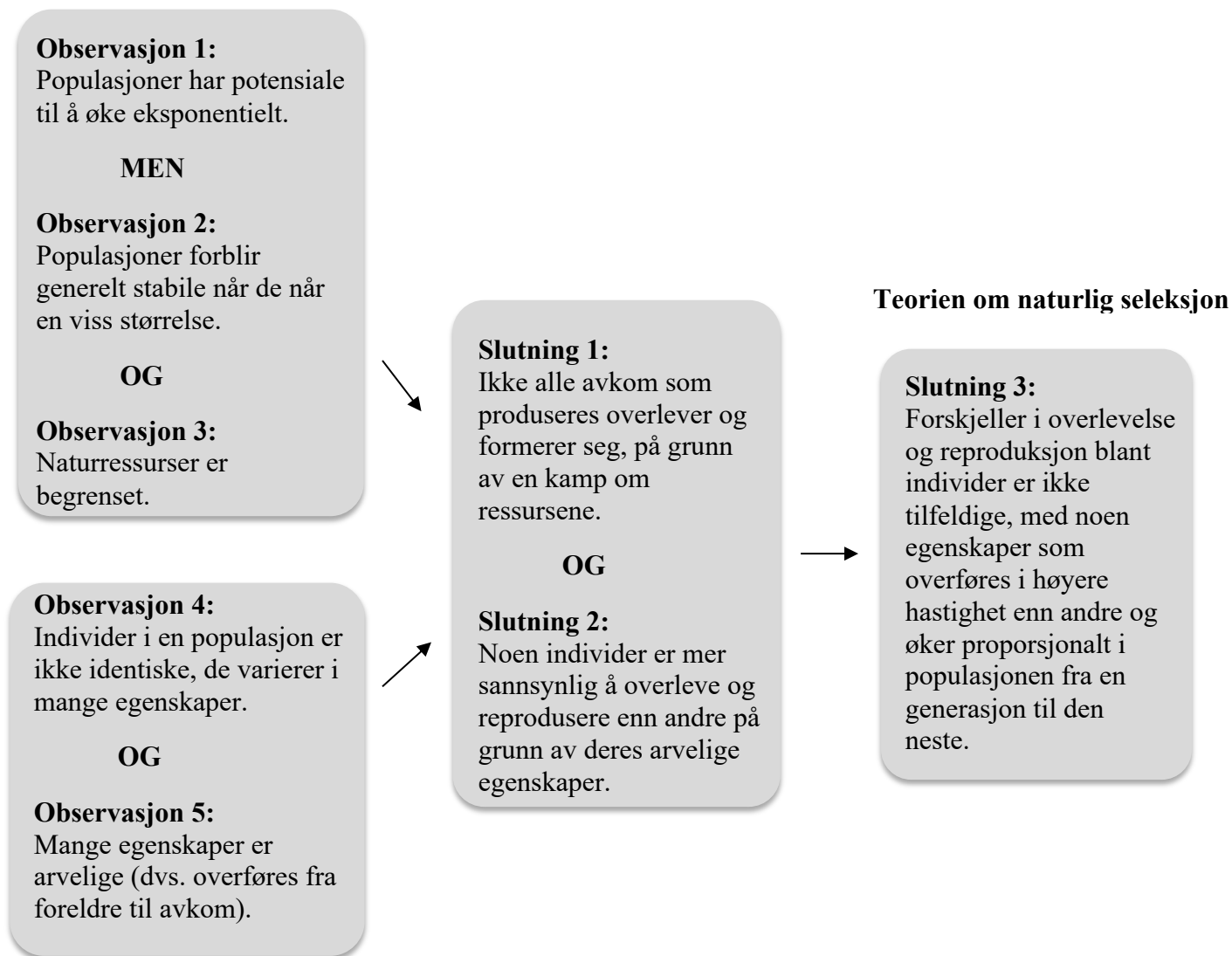
Denne studien har fått finansiell støtte fra bioCEED og er godkjent av Norsk senter for forskningsdata (Vedlegg 3).

Kap. 2 - Teori

I dette kapittelet presenterer vi forskning om evolusjon og naturlig seleksjon, samt evolusjon og naturlig seleksjon sin relevans i norsk skole. Vi ser deretter på misoppfatninger i biologi, hvordan misoppfatninger oppstår og diagnostiske verktøy for å avdekke misoppfatninger. Videre presenterer vi vårt valgte verktøy: *Diagnostisk Test av Naturlig Seleksjon* (heretter: CINS) og misoppfatninger vi kan avdekke gjennom CINS. Avslutningsvis presenterer vi sammenhengen mellom aksept og forståelse av evolusjon.

2.1 Naturlig seleksjon

Evolusjon er en prosess som fører til endring av arvelige trekk i en populasjon over lang tid (Campbell mfl., 2021, s. 503-510). Naturlig seleksjon er en av mekanismene innenfor evolusjon og handler om at individer med egenskaper som gjør dem bedre tilpasset sitt miljø, vil ha større sjans for å overleve og reprodusere. Dette vil over tid føre til en akkumulering av gunstige trekk (Campbell mfl., 2021, s. 510). Darwins teori om naturlig seleksjon kan beskrives ved hjelp av fem observasjoner og tre slutninger (Figur 2.1) (Anderson mfl., 2002; Gregory, 2009; Mayr, 1982, s. 479-480). Den første observasjonen er at alle arter har et så stort potensial for fertilitet at populasjonens størrelse ville økt eksponentielt dersom alle individer hadde lykket med reproduksjon. Den andre observasjonen er at populasjoner vanligvis er stabile i størrelsen. Den tredje observasjonen er at det er begrenset tilgang til ressurser. Den fjerde observasjonen er at ingen individer er helt like. Den siste observasjonen er at mange av egenskapene er arvelige (Anderson mfl., 2002; Gregory, 2009). Ut ifra disse fem observasjonene trakk Darwin følgende tre slutninger. Den første slutningen er at fordi det produseres flere individer enn det miljøet er i stand til å opprettholde, må det være en kamp mellom individene i en populasjon om ressursene. Dette betyr at bare en del av avkommene til hver generasjon overlever. Den andre slutningen, er at det ikke er tilfeldig hvilke individer som overlever, overlevelsen avhenger av hvilke egenskaper individene har og hvordan de er tilpasset miljøet. Den siste slutningen er at gjennom generasjoner vil denne prosessen føre til endringer i populasjoner. Dette vil over tid kunne føre til artsdannelse (Anderson mfl., 2002; Gregory, 2009).



Figur 2.1: Teorien om naturlig seleksjon oversatt fra Gregory (2009, s. 158).

På bakgrunn av de fem observasjonene og tre slutningene delte Anderson mfl. (2002) naturlig seleksjon inn i ti konsepter. I de neste avsnittene blir de ulike konseptene forklart (Tabell 2.1).

Variasjon innen en populasjon er en nødvendig forutsetning for at evolusjon skal finne sted (Gregory, 2009). Variasjonen kan være både i fenotype og genotype, og kan skyldes genetiske forskjeller (Zimmer & Emlen, 2013, s. 129). Mye av variasjonen mellom individene er genetisk, og dermed vil en stor andel være *arvelig variasjon*. Under seksuell reproduksjon arver avkommet gener fra begge foreldrene (Zimmer & Emlen, 2013, s. 138), noe som resulterer i at avkommet vil ha trekk som ligner sine foreldre. Genomet er organismens arvelige informasjon og de forskjellige egenskapene til et individ avhenger av genomet (Zimmer & Emlen, 2013, s. 129). *Opprinnelsen av variasjon* blir til gjennom tilfeldige mutasjoner eller genetisk rekombinasjon (Gregory, 2009; Zimmer & Emlen, 2013, s. 133). Mutasjoner er endringer i den genetiske informasjonen i en celle. Dersom

mutasjonene oppstår i kjønnsceller, vil de kunne videreføres til kommende generasjoner. Genetisk rekombinasjon er omstokking av allerede eksisterende variasjoner under meiose, og kan føre til nye genetiske kombinasjoner (Gregory, 2009; Zimmer & Emlen, 2013, s. 138).

Alle arter kan produsere mer avkom enn det miljøet kan bære, mange avkom vil derfor ikke overleve fram til reprodutiv alder og får derfor ikke reprodusert (Campbell mfl., 2021, s. 509). *Biotisk potensial* handler om hvor stor populasjonen kunne blitt om den ikke var begrenset av faktorer som konkurranse, ressurser og sykdom (Anderson mfl., 2002). Dersom alle individer som ble født overlevde og reproduserte vellykket ville det ha ført til eksponentiell vekst (Anderson mfl., 2002; Gregory, 2009). Populasjoner pleier ikke å vokse eksponentielt, men er ofte stabile i størrelsen rundt en gitt bæreevne (Gregory, 2009), dette kalles for *populasjonsstabilitet* (Anderson mfl., 2002). En av grunnene til dette er *begrensede naturressurser* innenfor et habitat, noe som igjen vil føre til *begrenset overlevelse* (Campbell mfl., 2021, s. 509).

Begrenset overlevelse og variasjon i individuelle egenskaper resulterer i *ulik overlevelse*. De individene med egenskaper som passer best til miljøet de lever i, vil ha større sjanse for å overleve (Campbell mfl., 2021, s. 509). Individer som arver egenskaper som gir dem en fordel for overlevelse og reproduksjon i bestemte miljøer, vil i gjennomsnitt få flere avkom (Campbell mfl., 2021, s. 509). Dette vil over tid føre til *endring i en populasjon*. Ulik overlevelse og reproduksjon vil føre til en akkumulering av gunstige egenskaper i populasjonen over generasjoner (Campbell mfl., 2021, s. 509). Om en populasjon er isolert over tid, kan populasjonen forandre seg så mye at det fører til *artsdannelse* (Anderson mfl., 2002).

2.2 Evolusjon i skolen

Evolusjon danner grunnmuren i all biologi og vi kan ikke forstå biologi uten evolusjon (Ha mfl., 2015; Harms & Reiss, 2019, s. 1; Nehm & Schonfeld, 2007). Flere studier påpeker at evolusjon bør være en viktig del av realfagsutdanningen (Anderson mfl., 2002; Mead mfl., 2019). Ifølge *the National Science Standards* er evolusjon regnet som en viktig og samlende teori i biologiutdanning (Anderson mfl., 2002). Evolusjon er viktig i biologi fordi det påvirker liv og beslutninger (Pinxten mfl., 2020). Skolen har en sentral rolle i dannelsen av fremtidige samfunnsborgere og ved å undervise om evolusjon i skolen blir elever rustet til å ta informerte beslutninger og forstå sammenhenger mellom biologi og samfunn (Kunnskapsdepartementet, 2017). Det er for eksempel viktig å ha en forståelse av evolusjon

når det skal tas beslutninger om biodiversitet eller for å forstå hvorfor man må være forsiktig med medisinske behandlinger, som bruk av antibiotika (Gregory, 2009).

I Norge anses evolusjon også som en viktig del av biologifaget. I 2020 kom det nye læreplaner med fagfornyelsen, der evolusjon nevnes som læremål. Etter 10. trinn skal elevene kunne: «*beskrive hvordan forskere har kommet fram til evolusjonsteorien og bruke denne til å forklare utvikling av biologisk mangfold*» (Utdanningsdirektoratet, 2020). Denne kunnskapen videreutvikles i naturfag i videregående skole. Etter naturfag på studiespesialisering i videregående skole skal elevene kunne: «*beskrive DNA og hvordan egenskaper arves, og gjøre rede for hvordan arv er en forutsetning for evolusjon og gjøre rede for hvordan klimaendringer påvirker evolusjon, utbredelse av arter og biologisk mangfold*» (Utdanningsdirektoratet, 2020). Når elevene har gjennomført naturfag på grunnskolen og i videregående skole, bør de ha god kjennskap til evolusjon. To av 16 læremål i naturfag på studiespesialisering i videregående skole er knyttet til evolusjon. Dette er nytt fra den gamle læreplanen hvor evolusjon ikke var nevnt i naturfag i videregående skole (Utdanningsdirektoratet, 2006). Etter fagfornyelsen kan det derfor se ut som evolusjon har fått en større plass i skolen. I biologi 1 nevnes ikke evolusjon spesifikt i læringsmålene, men flere av læringsmålene kan likevel knyttes til evolusjon. I biologi 2 nevnes evolusjon spesifikt i et læringsmål, men flere av læringsmålene kan knyttes til evolusjon (Utdanningsdirektoratet, 2020).

2.3 Misoppfatninger i biologi

Misoppfatninger kan variere fra små misforståelser til fornektelse av teorier, og kan utvikle seg til å bli en barriere for elevenes forståelse av vitenskapelige teorier og et hinder for videre læring (Hartelt mfl., 2022; Yates & Marek, 2014). Før vi kan definere begrepet misoppfatninger, må vi forstå begrepet forestillinger. Ifølge Taber og Akpan (2017, s. 122) kan forestillinger defineres som en måte å gi mening til, eller en måte å konseptualisere, ulike fenomener, ideer og teorier. Misoppfatninger blir definert som oppfatninger av fenomener som oppstår i dagliglivet, men som ikke stemmer overens med en vitenskapelig forklaring av det samme fenomenet (Yates & Marek, 2014). En rekke navn brukes for å beskrive elevers og studenters forestillinger og misoppfatninger, for eksempel: alternative forestillinger, naive teorier, intuitive teorier, falske ideer, kritiske barrierer og forforståelser (Fisher mfl., 2002, s. 56; Staberg mfl., 2020, s. 109; Taber & Akpan, 2017, s. 119). I forskningslitteraturen er

begrepet misoppfatninger mye brukt (Bahar, 2003), det er dette begrepet vi vil bruke videre i vår studie.

Elevers og studenters alternative misoppfatninger innenfor evolusjon har blitt bredt undersøkt (Hartelt mfl., 2022; Zimmer & Emlen, 2013, s. 24-28). Eksempler på misoppfatninger er: evolusjon er en teori om livets opprinnelse, evolusjon er helt tilfeldig, evolusjon gir artene de tilpasningene de trenger, evolusjon utvikler seg fra enkle organismer til mer komplekse organismer, evolusjon er naturlig seleksjon, evolusjon har ført til organismer som er perfekt tilpasset til miljøet, evolusjon er en rett linje med forbedring og evolusjon skjer på organismenivå (Zimmer & Emlen, 2013, s. 24-28). Watts (2021) beskriver to hypoteser om hvorfor det er mange misoppfatninger knyttet til naturlig seleksjon: at evolusjon fortsatt er avvist av deler av befolkningen og på grunn av manglende undervisning i evolusjon.

Ifølge Watts (2021) kan elevers misoppfatninger om evolusjon være vanskelige å rette opp i, selv med undervisning. Dette skyldes flere grunner, inkludert elevers vanskeligheter med å forstå underliggende konsepter som befolkning, tilpasning og frekvens, utfordringer med å skille mellom gener, individer, befolkninger og arter, samt problemer med å gripe evolusjonens tidsramme og naturlige dynamikk.

2.4 Hvordan oppstår misoppfatninger

Misoppfatninger kan oppstå på ulike måter (Padian, 2013; Yates & Marek, 2014), for eksempel på grunn av feilinformasjon eller feiltolkning, uoppmerksomhet eller selektiv oppmerksomhet, og generelt skapes av tvetydig informasjon (Newton, 2012, s. 82).

Opprinnelsen til misoppfatninger ligger i tidligere erfaring og læring, både i og utenfor klasserommet (Smith III mfl., 1994, s.152). Elever og studenter kommer til undervisning med ulike forhåndskunnskaper, og kan derfor ikke betraktes som helt «blanke ark» i læringsprosessen (Cunningham & Wescott, 2009; Fisher mfl., 2002, s. 2). Ulike studier har vist at lærere har mange av de samme misoppfatningene som elevene sine (Ferguson mfl., 2022; Tshuma & Sanders, 2015; Yates & Marek, 2014; Yip, 1998). Det kan derfor antas at lærerne kan lære vekk disse misoppfatningene. Andre studier viser til at misoppfatningene kan komme fra lærebøker og media (Barrass, 1984; Ferguson mfl., 2022; Kubiatio & Prokop, 2018; Padian, 2013; Tshuma & Sanders, 2015; Yip, 1998). Misoppfatninger kan også komme fra upresist språk (Padian, 2013; Moore mfl. 2002).

2.4.1 Misoppfatninger som oppstår i klasserommet

Et stort antall misoppfatninger er ikke forårsaket av studentenes egne, personlige erfaringer (Yip, 1998). I fag hvor noen temaer er spesielt komplekse, er det mindre sannsynlig at studentene kommer til klasserommene med egne erfaringer fra dagliglivet. I komplekse temaer er det ikke gitt at studentene har misoppfatninger på forhånd, men de kan oppstå i klasserommet gjennom upresis undervisning (Yip, 1998). Flere studier har vist at lærere, inkludert lærere med mye erfaring, har misoppfatninger om ulike biologiske konsepter (Ferguson mfl., 2022; Tshuma & Sanders, 2015; Yates & Marek, 2014; Yip, 1998). I undervisning bestemmer læreren hva som skal undervises og hvordan. Lærer kan derfor videreformidle misoppfatninger til elevene gjennom å være unøyaktig eller ved å forenkle språket sitt i undervisning (Yates & Marek, 2014). En annen årsak til misoppfatninger er lærere med mindre fagkunnskap. Disse lærerne vil gjennom undervisning og potensielt ukritisk bruk av lærebøker kunne videreformidle feilaktige og ufullstendige synspunkter til studentene sine. Studenter som ukritisk aksepterer alt læreren sier, vil være spesielt utsatt for potensielle misoppfatninger (Yip, 1998).

Også lærebøker i biologi inneholder misoppfatninger (Barrass, 1984; Ferguson mfl., 2022; Padian, 2013; Tshuma & Sanders, 2015; Yip, 1998). I Tshuma og Sanders (2015) gjennomgang av vitenskapelige lærebøker, identifiserte de misoppfatninger innen evolusjon og naturlig seleksjon i alle av de seks lærebøkene som ble undersøkt (Tshuma & Sanders, 2015). Lærebøker brukes som en veiledning for undervisningen og forventes å være vitenskapelig presise (Schizas mfl., 2018; Stern & Roseman, 2004). Hvis lærebøkene inneholder misoppfatninger, kan misoppfatningene videreføres til elevene. Misoppfatninger er spesielt et problem i lærebøker om de videreføres av lærere (Barrass, 1984). Siden det er kjent at misoppfatninger eksisterer og har en negativ påvirkning på læring, er det ønskelig at lærebøker påpeker noen av de vanlige misoppfatninger innen ulike tema og presiserer hvorfor misoppfatningene er vitenskapelig feil (Tshuma & Sanders, 2015).

2.4.2 Misoppfatninger som oppstår utenfor klasserommet

Andre studier viser til at misoppfatninger kan komme fra media og sosiale medier (Ferguson mfl., 2022; Kubiato & Prokop, 2018; Padian, 2013). Padian (2013) trekker frem at media har en tendens til å forenkle komplekse temaer for å tiltrekke seg oppmerksomhet og øke lesertall eller seertall. Noen ganger er det journalister, uten relevant biologiutdanning som forenkler disse komplekse temaene til allmennheten. Dette kan føre til at viktige nyanser og

detaljer i vitenskapelige konsepter blir utelatt, noe som kan bidra til misoppfatninger. Et eksempel er en artikkel fra forskning.no, der et bilde av menneskets utvikling ble fremstilt i en rett linje fra en sjimpanse til et menneske og brukte bildeteksten «Her ser vi hva 20 millioner år kan gjøre» (Torgersen, 2017). Padian (2013) argumenterer for at mer presist språk i forskningslitteratur kan gjøre det enklere for journalister og forfattere å formidle forskningen riktig til allmennheten. Misoppfatninger om evolusjon kan også oppstå fra videospill, filmer, TV-serier og sosiale medier. Med økt tilgang til informasjon gjennom internett, blir det vanskelig å filtrere ut korrekt informasjon om evolusjon, noe Ferguson mfl. (2022) påpeker i sin studie. Samlinger i trossamfunn eller religiøse organisasjoner, som kirker, kan også føre til misoppfatninger om evolusjon (Ferguson mfl., 2022).

2.5 Diagnostiske verktøy for å avdekke misoppfatninger

For å kartlegge elevers og studenters forståelse og misoppfatninger har det blitt utviklet en rekke diagnostiske verktøy de siste tiårene (Mead mfl., 2019). Diagnostiske verktøy måler studenters konseptuelle forståelse av tema som det vanligvis er knyttet misoppfatninger til. Slike forskningsbaserte verktøy brukes for å vise hvilken forståelse studenter har om for eksempel kjernebegreper eller fenomener, samt angi hvordan studentene organiserer informasjonen (D'Avanzo, 2008). Ved å systematisk gå gjennom misoppfatninger, kan lærere sørge for at studentene får en dypere forståelse av konsepter (Furrow & Hsu, 2019). Det er viktig at lærere er kjent med eksisterende misoppfatninger hos studentene, og det er en enighet blant lærere om betydningen av å kartlegge studenters forståelse innen temaer som evolusjon og naturlig seleksjon (Anderson mfl., 2002; Mead mfl., 2019).

Diagnostiske verktøy brukes til å identifisere studenters misoppfatninger før eller etter undervisning, sammenligne bakgrunnskunnskap på tvers av fag, til å vurdere læring underveis og til å vurdere et emne (Furrow & Hsu, 2019; Klymkowsky & Garvin-Doxas, 2020, s. 775- 785). En svært viktig del med diagnostiske verktøy er muligheten for å rette dem objektivt, anonymt og at de er enkle å bruke (D'Avanzo, 2008; Furrow & Hsu, 2019). Vurderingen skjer ved hjelp av en gjennomtenkt og godt utarbeidet flervalgstest.

Oppbygningen til hver oppgave i et diagnostisk verktøy er relativt lik en tradisjonell flervalgstest, der hver oppgave har flere svaralternativer. Likevel skiller oppgavene seg ut ved at de gale svaralternativene, distraktorene, er basert på omfattende forskning og er designet for å avdekke vanlige misoppfatninger (D'Avanzo, 2008). For å utvikle gode diagnostiske verktøy er det en fordel å basere innholdet på misoppfatninger som oppdages i åpne spørsmål

eller intervju med studenter (Klymkowsky & Garvin-Doxas, 2020, s. 775- 785).

Svaralternativene blir dessuten skrevet med ord som er tilpasset studentenes vokabular og nivå, og skal tydeliggjøre hvor studentene blir sittende fast (D'Avanzo, 2008).

Diagnostiske verktøy kan ha begrensninger, og validiteten av diagnostiske verktøy er basert på hele oppgavesett (Furrow & Hsu, 2019). Å benytte deler av et oppgavesett kan være nyttig i noen situasjoner, men vil føre til at man ikke kan trekke sammenligninger av validiteten til den originale publikasjonen (Furrow & Hsu, 2019). Diagnostiske verktøy benytter ofte flervalgsoppgaver som gir studentene mulighet til å gjette, dette kan føre til at man overestimerer studentenes kunnskap. Studentenes motivasjon på testen kan også påvirke resultatet (Furrow & Hsu, 2019).

Diagnostiske verktøy gir mulighet til å undersøke store elevgrupper, derfor brukes verktøyene på tross av begrensninger. Flervalgsoppgavene gir nyttig diagnostisk informasjon dersom de er laget med formål om å avdekke misoppfatninger og blir analysert (Gierl mfl., 2017). Analyse av flervalgsoppgavene kan gjennomføres med distraktoranalyser. Tradisjonelle distraktoranalyser kan utføres ved hjelp av klassisk testteori, som undersøker mønstrene i elevenes svar. I klassisk testteori brukes forskjeller i total poengsum til å undersøke forholdet mellom studentens forståelse av konsept i oppgavene. Distraktoranalyser kan være verdifulle verktøy for forskere som ønsker å undersøke studentenes forståelse av spesifikke begreper (Gierl mfl., 2017).

Vi har valgt det diagnostiske verktøyet CINS i denne studien, men det finnes andre diagnostiske verktøy for å vurdere forståelsen av naturlig seleksjon. *Concept Assessment of Natural Selection* (CANS) er et diagnostisk verktøy som ble utviklet i 2016 og som består av 24 flervalgsoppgaver som måler forståelse av naturlig seleksjon (Mead mfl., 2019). CANS tester forståelsen av variasjon, seleksjon, arv, mutasjon, og hvordan disse konseptene sammen forårsaker evolusjon. Vi kjenner ikke til at CANS er benyttet i mer enn én annen studie enn den originale publikasjonen (Fiedler mfl., 2019). Verktøyet har derfor lite ny dokumentasjon for validitet og reliabilitet (Mead mfl., 2019). Fiedler mfl. (2019) rapporterte sammenlignbare resultater når de testet forståelse av naturlig seleksjon med CANS og CINS i samme utvalg. Et annet diagnostisk verktøy *Assessing COntextual Reasoning about Nature Selection* (ACORNS) ble utviklet i 2012 og består av et utvalg av åpne spørsmål som kan brukes til å vurdere forståelse av naturlig seleksjon (Mead mfl., 2019). ACORNS tester forståelsen av konsepter og misoppfatninger innen naturlig seleksjon. ACORNS er vanskelig

å vurdere på grunn av åpne oppgaver og opplæring er nødvendig for retting. Et alternativ, som kan hjelpe med retting, er et program som er trent til å skåre ACORNS-spørsmål kalt *EvoGrader*. Studier har rapportert en høy grad av indre validitet og reliabilitet på ACORNS (Mead mfl., 2019).

2.6 Diagnostisk Test av Naturlig Seleksjon (CINS)

CINS er et mye brukt diagnostisk verktøy for å vurdere studenters forståelse av naturlig seleksjon (Anderson mfl., 2002; Mead mfl., 2019). CINS er ansett som et godt validert oppgavesett og reliabiliteten anses som akseptabel (Athanasίου & Mavrikaki, 2014). Testen inneholder 20 flervalgsoppgaver der alle distraktorene er misoppfatninger. Disse 20 oppgavene dekker totalt 10 konsepter knyttet til naturlig seleksjon: *biotisk potensial, populasjonsstabilitet, begrensede naturressurser, begrenset overlevelse, variasjon innen en populasjon, arvelig variasjon, ulik overlevelse, endring i en populasjon, artenes opprinnelse og opprinnelsen av variasjon* (Tabell 2.1) (Anderson mfl., 2002). Målet med CINS var å utvikle en test som kan gi like grundig informasjon om studenters forståelse av naturlig seleksjon som intervjuer, og som effektivt kan gjennomføres i store klasser (Anderson mfl., 2002).

CINS ble utviklet gjennom flere steg og oppgavene er basert på virkelige studier innen naturlig seleksjon (Anderson mfl., 2002): finker på Galapagos (Grant mfl., 2000; Grant mfl., 2001; Petren mfl., 1999; Schluter, 2000; Weiner, 1995), guppyer fra Venezuela (Endler, 1980) og øgler på Kanariøyene (Thorpe & Brown, 1989). Svaralternativene til oppgavene tok utgangspunkt i studenters svar på åpne spørsmål om naturlig seleksjon. Den første versjonen ble testet på et utvalg av 100 studenter, i tillegg ble syv av studentene intervjuet for å sjekke overensstemmelse (Anderson mfl., 2002). Etter å ha testet den første versjonen ble noen av oppgavene endret på bakgrunn av tilbakemeldinger fra intervjuene og kommentarer fra biologer. I etterkant ble den andre versjonen laget og testet, og tilbakemeldingene på denne testen ble brukt til å lage den tredje og siste versjonen. Lesbarheten ble endret og forbedret etter de første versjonene, og oppgavene ble designet slik at ti konsepter ble testet i to oppgaver hver. Denne versjonen av CINS ble testet på et utvalg av 206 studenter (Anderson mfl., 2002). Anderson mfl. (2002) konkluderte med at CINS vil være et nyttig diagnostisk verktøy for å undersøke misoppfatninger hos studenter på bachelornivå, og resultatene støttet god indre validitet.

2.7 Tidligere bruk av CINS

CINS har blitt testet ut i flere studier på mange ulike utvalg. Før 2019 ble CINS brukt i 31 ulike publikasjoner (Mead mfl., 2019), og siden er den brukt noen ganger (Pinxten mfl., 2020; Wingert & Hale, 2021). I de neste avsnittene gjennomgår vi aktuell forskning for vår studie som har benyttet CINS.

Nehm og Schonfeld (2008) benyttet tre metoder for å måle studenters forståelse av naturlig seleksjon: en flervalgstest (CINS), et åpent respons-verktøy og intervju. Utvalget bestod av totalt 182 amerikanske bachelorstudenter i biologi, hvor 100 deltok på flervalgstesten, 82 på åpen respons-verktøyet og 18 på intervjuet. Resultatene av studien viste at forståelsen av naturlig seleksjon måles omtrent likt av CINS og det åpne respons-verktøyet, mens intervjuet gav en mer nøyaktig vurdering av forståelsen. Studiens konklusjon var at CINS og det åpne respons-verktøyet kan være gode alternativer til et mer kostbart og tidkrevende intervju (Nehm & Schonfeld, 2008).

Dwyer (2011) benyttet den originale versjonen av CINS i et utvalg av 45 amerikanske studenter på ulike kurs i biologi, og i etterkant ble 18 studenter intervjuet. Målet var å få tilbakemeldinger på oppgaver med lav poengsum og oppgaver som ikke fungerte i oppgavesettet. Dette førte til endringer i setningsoppbygging og ordlyd. I studien ble 12 oppgaver revidert og en ny versjon av CINS ble testet i et utvalg på 45 studenter, resultatet viste at endringene var fordelaktige (Dwyer, 2011).

Frasier og Roderick (2011) benyttet CINS før og etter undervisning av et kurs i evolusjon, for å evaluere hvordan endringer i undervisning, tekstbøker og arbeid på laboratoriet påvirket studenters forståelse av evolusjon. Studien er gjennomført på et utvalg av 27 studenter i biologi ved et universitet i Canada. Resultatet fra studien viste at endringene hadde en ønsket effekt, hvor studentenes engasjement og forståelse av evolusjon økte (Frasier & Roderick, 2011).

Athanasiou og Mavrikaki (2014) bruker CINS for å sammenligne forståelse av naturlig seleksjon i ulike utdanningsnivå. Totalt 352 studenter deltok i undersøkelsen. Funnene deres støttet at CINS er et brukbart diagnostisk verktøy også utenfor det originale landet, men de fant utfordringer knyttet til validitet og reliabilitet av de tre konseptene *populasjonsstabilitet*, *ulik overlevelse* og *arvelig variasjon*. Forskerne fant misoppfatninger i alle utvalgene, men

studenter på masternivå hadde færre misoppfatninger enn de på lavere nivå (Athanasidou & Mavrikaki, 2014).

Lucero og Petrosino (2017) benyttet CINS i klassene til fire lærere, i et utvalg av 339 elever, ved skoler i sørvestre USA. Utvalget bestod av elever på 9.-12. trinn, men hovedsakelig 9. trinn. Målet med studien var å teste om CINS potensielt kunne være en ressurs i undervisning for lærere. Resultatene fra studien viste potensialet for å brukes i ungdomsskoler og videregående skoler, men at gjennomføring av mer forskning på CINS på tilsvarende utvalg og en revidering av noen oppgaver vil være nødvendig (Lucero & Petrosino, 2017).

Pinxten mfl. (2020) undersøker og sammenligner forståelsen av naturlig seleksjon i et utvalg av 389 belgiske og nederlandske førsteårsstudenter ved hjelp av CINS. I Nederland undervises naturlig seleksjon underveis i utdanningsløpet, mens i Belgia blir det introdusert mot slutten. De nederlandske studentene hadde en signifikant høyere skår på CINS enn de belgiske, som kan antyde at undervisning av naturlig seleksjon i videregående skoler i Nederland er mer effektivt enn i Belgia (Pinxten mfl., 2020).

2.7.1 Kritikk av CINS

Kritikk rettet mot CINS er at det er en kriteriebasert test som består av flervalgsoppgaver. Dette innebærer at deltakerne står overfor et «enten-eller»-valg (vitenskapelig riktig svar eller misoppfatning). Flervalgsoppgaver krever kun at deltakerne velger fra et begrenset antall alternativer og dermed gir ikke oppgavene mulighet for deltakerne til å uttrykke sin fullstendige forståelse av temaet. Nehm og Schonfeld (2008) viste at studenter som klarte å svare riktig på flervalgsoppgaver om bestemte begreper og konsepter, ikke nødvendigvis klarte å gjøre det samme når de ble testet med et åpent respons-verktøy og intervjuer. På grunn av muligheten for feilvurdering av studentenes tenkning, anbefaler Nehm og Schonfeld (2008) å bruke CINS i kombinasjon med et åpent respons-verktøy for å ta hensyn til begrensningene ved flervalgsoppgaver som testmetode.

CINS har også fått kritikk for å ikke gi en omfattende måling av studenters forståelse av naturlig seleksjon. Nehm og Schonfeld (2010) argumenterte for at CINS tester forståelsen av et begrenset antall konsepter, men ikke hvordan deltakere organiserer informasjonen de har om konseptene eller hvordan deltakere forstår naturlig seleksjon i sin helhet. Nehm og Schonfeld (2008) påpekte at CINS ikke klarer å utelukke deltakere som gjetter. Det ble også poengtert viktigheten av å bruke tester, som CINS, i flere ulike utvalg av studenter (Nehm &

Schonfeld, 2010). Det kan blant annet være ulike kulturelle, etniske, geografiske steder, språklig bakgrunn og klassebakgrunn (Nehm & Schonfeld, 2010).

2.8 Misoppfatningene i CINS

Distraktorene i CINS er utarbeidet fra misoppfatninger oppdaget gjennom intervjuer med et utvalg av studenter (Anderson mfl., 2002). For hvert av de ti konseptene i CINS, ble det laget distraktorer basert på en til tre forskjellige misoppfatninger (Tabell 2.1). I en analyse av studier fra 1975 til 2009, samlet Gregory (2009) vanlige misoppfatninger om naturlig seleksjon i en liste. Flere av disse misoppfatningene, testes også i CINS. Kjente misoppfatninger om naturlig seleksjon har også blitt avdekket i senere studier (Andrews mfl., 2011; Champagne Queloz mfl., 2017; Ha & Nehm, 2014; Keskin & Köse, 2015).

2.8.1 Målrettet eller behovsbasert evolusjon

To vanlige misoppfatninger blant elever og studenter er at evolusjon er målrettet eller behovsbasert. Misoppfatningene kan antyde at organismer har en viss kontroll over egen evolusjon, eller at evolusjonen skjer for å møte bestemte utfordringer eller mål (Gregory, 2009). Gregory (2009) fant 15 studier hvor elever og studenter hadde misoppfatningen om at endring skjer på grunn av behov og fem studier hvor elever og studenter hadde misoppfatningen om at evolusjon er målrettet. Nyere studier har også vist at mange elever og studenter feilaktig tror at endring skjer på grunn av behov (Andrews mfl., 2011; Champagne Queloz mfl., 2017; Keskin & Köse, 2015). Misoppfatningene testes også i CINS «mutasjoner oppstår for å møte populasjonens behov» og «mutasjoner er bevisste: en organisme prøver, trenger eller ønsker å forandre seg genetisk» (Anderson mfl., 2002, s. 965).

2.8.2 Bruk eller manglende bruk

Elever og studenter har en utbredt misoppfatning om at evolusjon skyldes bruk eller manglende bruk av en bestemt egenskap. Denne tankegangen ble presentert av Jean-Baptiste Lamarck. Lamarcks teori handler om at ved økt bruk av et organ gjennom en organismes liv, vil det medføre endringer i organet, som kan arves av avkom (Zimmer & Emlen, 2013, s. 39). Gregory (2009) fant elleve forskjellige studier som identifiserte denne misoppfatningen, og i senere studier har også misoppfatningen blitt identifisert (Andrews mfl., 2011; Champagne Queloz mfl., 2017; Ha & Nehm, 2014). CINS tester tankegangen gjennom misoppfatningen «når en egenskap (organ) ikke lenger er gunstig for overlevelse vil ikke avkommet arve egenskapen» (Anderson mfl., 2002, s. 964).

2.8.3 Arv av ervervede egenskaper

Arv av ervervede egenskaper ble funnet som en misoppfatning i elleve studier av Gregory (2009). Misoppfatningen handler om at elevene og studentene tror at egenskaper, som er tilegnet i løpet av et individs livstid, går i arv (Gregory, 2009). Ha og Nehm (2014) har også funnet denne misoppfatningen i sin studie. Det er to misoppfatninger knyttet til dette som testes i CINS, dette gjelder «egenskaper ervervet i løpet av en organismes levetid vil arves av avkom» og «lært atferd går i arv» (Anderson mfl., 2002, s. 964-965).

2.8.4 Endring på organismenivå

Endring av individuelle organismer er en utbredt misoppfatning som ble funnet i åtte studier (Gregory, 2009). Dette betyr at elever og studenter feilaktig tror at evolusjonær endring skjer på organismenivå i stedet for populasjonsnivå. Zimmer og Emlen (2013, s. 24-27) viser til at endring på organismenivå er en av de mest vanlige misoppfatningene knyttet til evolusjon. CINS tester denne feilaktige forståelsen gjennom misoppfatningene «endringer i en populasjon skjer gjennom en gradvis endring i alle medlemmer av en populasjon» og «organismer kan med vilje bli nye arter over tid (en organisme prøver, ønsker eller trenger å bli en ny art)» (Anderson mfl., 2002, s. 965).

2.8.5 Fitness likestilles med styrke

At fitness likestilles med styrke har blitt funnet som en misoppfatning i to forskjellige studier (Gregory, 2009). Reydon (2021) påpekte at slike misoppfatninger kan skyldes hverdagslige betydninger av ordet fitness, som for eksempel at elevene og studentene tenker på fitness som den fysiske sterkeste. Denne feilaktige forståelsen testes også i CINS gjennom misoppfatningene «fitness sidestilles med styrke, hurtighet, intelligens eller lang levetid» og «det er ofte fysisk kamp mellom en art (eller mellom ulike arter) og at den sterkeste vinner» (Anderson mfl., 2002, s. 964).

2.8.6 Ingen begrep om variasjon

Én studie har vist at elever ikke har tilstrekkelig forståelse av variasjon (Gregory, 2009). I CINS testes misoppfatningen «organismer i en populasjon deler ikke noen egenskaper med andre» (Anderson mfl., 2002, s. 964), som betyr at elevene og studentene tror alle individene i en populasjon er helt forskjellige. Misoppfatningen «alle medlemmene av en populasjon er nesten identiske» (Anderson mfl., 2002, s. 964) testes også i CINS, som betyr at elevene og studentene tror at individene i en populasjon er helt like. Andre studier har også funnet

misoppfatningen om at elever og studenter tror det er minimal variasjon innen populasjoner (Andrews mfl., 2011; Gregory, 2009). Nyléhn og Ødegaard (2018) påpeker at mennesker har en tendens til å fremheve likheter og nedprioritere variasjon innenfor arter. Dette kan føre til at barn lærer om arter raskere, men at det kommer på bekostning av forståelsen av variasjon innenfor en populasjon (Nyléhn & Ødegaard, 2018).

2.8.7 Mutasjoner skyldes miljøforandringer

Gregory (2009) fant to studier som avdekket misoppfatninger om at mutasjoner er forårsaket av miljøforandringer. I CINS testes dette gjennom misoppfatningen «mutasjoner er adaptive responser på spesifikke miljøagenter» (Anderson mfl., 2002, s. 965). Robson og Burns (2011) påpeker at studenter ofte tror at miljøet skaper mutasjoner, i stedet for at mutasjoner oppstår tilfeldig.

Tabell 2.1: Riktig vitenskapelig svar og misoppfatninger delt inn etter konseptene i CINS, oversatt fra Anderson mfl. (2002, s. 964-965). Bokstaver og tall som står i parentes viser til oppgavenummer og svaralternativ (Vedlegg 1).

Konsept	Riktig vitenskapelig svar	Misoppfatninger
Biotisk potensial	Alle arter har så stor potensiell fruktbarhet at deres populasjonsstørrelse vil øke eksponentielt dersom alle individer som blir født ville reprodusere seg på nytt vellykket (1C, 11B)	I. ikke alle organismer kan oppnå eksponentiell populasjonsvekst (11C) II. organismer erstatter bare seg selv (1A, 11A) III. populasjoner flater ut (1B, 1D, 11D)
Populasjons - stabilitet	De fleste populasjonene er normalt stabile i størrelse bortsett fra sesongmessige svingninger (3B, 12A)	I. alle populasjoner vokser i størrelse over tid (3A, 12B) II. populasjoner reduseres (3D, 12C) III. populasjoner svinger alltid mye/tilfeldig (3C, 12D)
Begrensede naturressurser	Naturressurser er begrenset; næringsstoffer, vann, oksygen, etc. som er nødvendig for levende organismer er begrenset i tilførsel til enhver tid (2A, 14D)	I. organismer kan alltid skaffe det de trenger for å overleve (2B, 2C, 2D, 14A, 14B, 14C)
Begrenset overlevelse	Produksjon av flere individer enn miljøet kan støtte fører til en kamp for tilværelsen blant individer av en populasjon, med bare en brøkdel som overlever hver generasjon (5D, 15D)	I. det er ofte fysisk kamp mellom en art (eller mellom ulike arter) og at den sterkeste vinner (5B, 15B) II. organismer jobber sammen (samarbeider) og konkurrerer ikke (5A, 5C, 15A)
Variasjon innen en populasjon	Individer av en populasjon varierer mye i sine egenskaper (9D, 16C)	I. alle medlemmene av en populasjon er nesten identiske (9A, 16A) II. variasjoner påvirker kun ytre utseende, påvirker ikke overlevelse (9B, 9C, 16B) III. organismer i en populasjon deler ikke noen egenskaper med andre (16D)

Tabell 2.1: Riktig vitenskapelig svar og misoppfatninger delt inn etter konseptene i CINS, oversatt fra Anderson mfl. (2002, s. 964-965). Bokstaver og tall som står i parentes viser til oppgavenummer og svaralternativ (Vedlegg 1).

Konsept	Riktig vitenskapelig svar	Misoppfatninger
Arvelig variasjon	Mye variasjon er arvelig (7C, 17D)	<p>I. når en egenskap (organ) ikke lenger er gunstig for overlevelse vil ikke avkommet arve egenskapen (7B, 17B)</p> <p>II. egenskaper ervervet i løpet av en organismes levetid vil arves av avkom (7A, 17A)</p> <p>III. egenskaper som er positivt påvirket av miljøet vil arves av avkom (7D)</p>
Ulik overlevelse	Overlevelse i kampen for tilværelsen er ikke tilfeldig, men avhenger delvis av den arvelige konstitusjonen til de overlevende individene. De individene hvis overlevende egenskaper passer dem best til deres miljø, vil sannsynligvis etterlate seg flere avkom enn mindre spreke individer (10C, 18B)	<p>I. fitness sidestilles med styrke, hurtighet, intelligens eller lang levetid (10A, 10B, 18A, 18C, 18D)</p> <p>II. organismer med mange partnere er biologisk egnet (10D)</p>
Endring i en populasjon	Individens ulike evne til å overleve og reprodusere vil føre til gradvis endring i en populasjon, hvor andelen individer med gunstige egenskaper akkumuleres over generasjonene (4B, 13B)	<p>I. endringer i en populasjon skjer gjennom en gradvis endring i alle medlemmer av en populasjon (4A, 13A, 17C)</p> <p>II. lært atferd går i arv (4C, 13C)</p> <p>III. mutasjoner oppstår for å møte populasjonens behov (4D, 13D)</p>
Artenes opprinnelse	En isolert populasjon kan endre seg så mye over tid at den blir en ny art (8A, 20B)	<p>I. organismer kan med vilje bli nye arter over tid (en organisme prøver, ønsker eller trenger å bli en ny art) (8C, 8D, 20A, 20D)</p> <p>II. artsdannelse er en hypotetisk idé (8B, 20C)</p>

Tabell 2.1: Riktig vitenskapelig svar og misoppfatninger delt inn etter konseptene i CINS, oversatt fra Anderson mfl. (2002, s. 964-965). Bokstaver og tall som står i parentes viser til oppgavenummer og svaralternativ (Vedlegg 1).

Konsept	Riktig vitenskapelig svar	Misoppfatninger
Opprinnelsen av variasjon	Tilfeldige mutasjoner og seksuell reproduksjon gir variasjoner; mens mange er skadelige eller uten betydning, er noen få gunstige i noen miljøer (6B, 19C)	<p>I. mutasjoner er adaptive responser på spesifikke miljøagenter (6C, 15C, 19D)</p> <p>II. mutasjoner er bevisste: en organisme prøver, trenger eller ønsker å forandre seg genetisk (6A, 6D, 19A, 19B)</p>

2.9 Aksept, forståelse og naturvitenskapens egenart

Elever har en tendens til å se verden gjennom sin egen personlige tro og overbevisning, noe som kan påvirke kvaliteten av elevenes læringsopplevelse (Cofré mfl., 2017). Personlige overbevisninger påvirker ikke bare elevenes forståelse av evolusjon, men også elevenes aksept av evolusjon (Cofré mfl., 2017). Undervisning i evolusjon møter vanligvis kontroverser i USA, der konflikten mellom religion og evolusjon ofte kommer til syne (Anderson, 2007; Deniz & Borgerding, 2018, s. 36). Utfordringene med å undervise i evolusjon eksisterer også globalt (Deniz & Borgerding, 2018, s. 3). Kuschmierz mfl. (2021) fant at europeiske førsteårsstudenter generelt aksepterer evolusjon, men mangler kunnskap om evolusjon. Kuschmierz mfl. (2021) fant også at religion påvirker aksept av evolusjon mer enn andre faktorer, som for eksempel kunnskap om evolusjon og interesse for temaer i biologi.

Religiøsitet kan påvirke forståelse av evolusjon (Mead mfl., 2019), og det er antatt at samlinger i religiøse trossamfunn kan være en kilde til misoppfatninger (Ferguson mfl., 2022). Hartelt mfl. (2022) påpeker også at religiøs tro kan påvirke forståelse av evolusjon negativt. Det er videre funnet en negativ sammenheng mellom religiøsitet og aksept av evolusjon, og at kunnskap om evolusjon påvirker aksept positivt (Manwaring mfl., 2015). Nadelson og Southerland (2010) viste også at antall biologikurs studenter hadde gjennomført, var signifikant korrelert til aksept og forståelse av makroevolusjon. Likevel påpeker Mead mfl. (2019) at forholdet mellom forståelse og aksept av evolusjon er svært komplekst. Dette reflekteres også i forskning, der noen finner en sammenheng mellom religion, aksept og forståelse (Hartelt mfl., 2022; Kuschmierz mfl., 2021; Manwaring mfl., 2015; Mead mfl., 2019) og andre ikke finner en sammenheng (Moore mfl., 2002; Navia mfl., 2018). Navia mfl. (2018) fant i sin studie at studenter med sterk kristen tro ikke opplevde evolusjonsundervisning til å ha innvirkning på sin tro, og studentene mente undervisning om evolusjon var viktig. Navia mfl. (2018) påpeker også at studenter kan ha en nøyaktig forståelse av evolusjon uten å nødvendigvis akseptere evolusjon og Moore mfl. (2002) rapporterte at studenter klarte å skille mellom religion og vitenskapelige forklaringer.

Naturvitenskapens egenart (oversatt fra: *Nature of Science*) påvirker forståelse og aksept av evolusjon, og handler om hvordan vitenskapelig kunnskap skapes og testes (Akyol mfl., 2012; Cofré mfl., 2017). En forståelse av naturvitenskapens egenart er viktig for elever fordi det gjør dem i stand til å danne gjennomtenkte meninger og ta viktige beslutninger i et

demokrati (Nyléhn & Ødegaard, 2018). Naturvitenskapens egenart nevnes også i den norske læreplanen i biologi: «Kjerneelementet praksisar og tenkjemåtar i biologi handlar om korleis naturvitskapelege hypotesar, teoriar, metodar og modellar blir utvikla og nytta i faget» (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 2). I følge Lombrozo mfl. (2008) var studenter mer sannsynlig til å akseptere evolusjon hvis de har en dypere forståelse av hvordan vitenskapelige teorier utvikles. Dette innebærer at teorier kan endres eller justeres på bakgrunn av nyere forskning, men er pålitelige fordi de representerer de beste vitenskapelige forklaringene på nåværende tidspunkt. For å forstå naturvitenskapens egenart må studentene være klar over at forskere bruker en rekke forskjellige metoder for å teste vitenskapelige påstander og at det ofte krever tolkning for å relatere data til teori (Lombrozo mfl., 2008). Det er likevel studier som påpeker at naturvitenskapens egenart ikke påvirker forståelse, men har en innvirkning på aksept (Cofré mfl., 2018).

Lærernes forståelse og aksept av evolusjon har vært et tema for forskning på dette området fordi lærere kan videreføre misoppfatninger til elever (Yates & Marek, 2014). Forskning viser generelt en positiv korrelasjon mellom aksept og forståelse av evolusjon (Nehm & Schonfeld, 2007; Rutledge & Warden, 2000), men retningen for årsakssammenhengen kan være uklar (Smith, 2010a). Læreres holdninger til fagstoff kan også påvirke deres beslutninger i undervisning (Rutledge & Mitchell, 2002). Derfor kan biologilærers aksept eller avvisning av evolusjon være viktig for evolusjonens plass i undervisning. Lærerens oppfatning av evolusjon kan av den grunn påvirke studenters forståelse av evolusjon (Rutledge & Mitchell, 2002).

Kap. 3 Metode

I dette kapittelet presenterer vi forskningsdesign og metode for studien, samt *Diagnostisk Test av Naturlig Seleksjon* (heretter: *CINS*). Vi beskriver hvordan vi oversatte CINS til norsk, valg av våre utvalg og rekrutteringsprosessen. Deretter beskriver vi statistiske analyser vi anvender i studien. Avslutningsvis begrunner vi studiens validitet, reliabilitet og etiske betraktninger.

3.1 Forskningsdesign og kvantitativ metode

Vi undersøkte forståelsen av konsepter innen naturlig seleksjon og evolusjon blant elever i videregående skoler, førsteårsstudenter og masterstudenter, som tar biologifag i Bergen og omegn. Vi valgte å bruke en kvantitativ forskningsmetode med en spørreundersøkelse for å samle inn og analysere data. Vi ville samle inn data i flere og størst mulige utvalg og valgte derfor en spørreundersøkelse med lukkede oppgaver, fordi det var mest tids- og kostnadseffektivt (Thrane, 2018, s. 144-146; Ringdal, 2018, s. 24-25). Dette forskningsdesignet gjorde det mulig for oss å holde en streng og kontrollert innsamling av data, å gjennomføre statistiske analyser av data og å holde oss upartisk og objektiv (Mohajan, 2020; Rutberg, 2018, s. 209-212). Spørreundersøkelser som dette kan regnes som en variant av tverrsnittdesign. Det gjør at vi får kartlagt flere fenomener på et begrenset tidspunkt og samlet inn store mengder datamateriale (Thrane, 2018, s. 144-146; Ringdal, 2018, s. 24-25).

3.2 Spørreundersøkelsen

Spørreundersøkelsen består av to deler: et oppgavesett med 20 oppgaver fra CINS (Anderson mfl., 2002), samt 5-7 bakgrunnsspørsmål. Antall bakgrunnsspørsmål varierer for å sikre tilpasning til de ulike utvalgene. Hele spørreundersøkelsen, på norsk og engelsk, er lagt ved som vedlegg (Vedlegg 1 og 2).

3.2.1 CINS

CINS et diagnostisk verktøy (Anderson mfl., 2002) som blir brukt til å teste misoppfatninger innen naturlig seleksjon. Oppgavesettet består av 20 oppgaver som tester 10 ulike konsepter innen naturlig seleksjon. For hvert av de 10 konseptene er det laget to oppgaver. Konseptene er basert på Mayrs fem observasjoner og tre slutninger om naturlig seleksjon, samt undersøkelser av studenters forståelse av opprinnelsen til variasjon og arter. Følgende konsepter undersøkes i CINS: *biotisk potensial*, *populasjonsstabilitet*, *begrensede*

naturressurser, begrenset overlevelse, variasjon innen en populasjon, arvelig variasjon, ulik overlevelse, endring i en populasjon, opprinnelsen av variasjon og artenes opprinnelse (Anderson mfl., 2002, s. 955-956). Til tross for at det diagnostiske verktøyet CINS er 20 år gammelt, viser en analyse av 12 ulike diagnostiske verktøy at CINS fortsatt er mye i bruk (Mead mfl., 2019). Fra 2002 til 2019 ble CINS benyttet som et diagnostisk verktøy i 31 ulike publikasjoner for å evaluere studentenes forståelse av naturlig seleksjon på tvers av miljøer og utdanningsnivåer (Mead mfl., 2019). Siden 2019 er CINS også benyttet i noen studier (Pinxten mfl., 2020; Wingert & Hale, 2021).

3.2.2 Spørreundersøkelsens design

Før undersøkelsen starter, informeres deltakerne om formålet med undersøkelsen og signerer et samtykkeskjema (Vedlegg 4). Deltakerne blir opplyst om at informasjonen vil bli lagret til prosjektet er ferdig. Deretter besvarer deltakerne 20 oppgaver hentet fra CINS og bakgrunnsspørsmålene.

For å kunne sammenligne undersøkelsen med originalen valgte vi å benytte alle de 20 originale oppgavene. Det tok deltakerne omtrent 40 minutter å gjennomføre oppgavene og bakgrunnsspørsmålene. Vi besluttet å beholde CINS sin tredelte struktur, hvor oppgavene er basert på tre eksempler: en del om finker på Galapagos, en del om guppyer fra Venezuela og en siste del om øgler på Kanariøyene (Tabell 3.1). Hver del kommer med en forklarende tekst etterfulgt av noen oppgaver. Deltakerne ble bedt om å krysse av for svaralternativet som best gjenspeiler hvordan en evolusjonsbiolog ville svart. Ved å gi klare instruksjoner til deltakerne om hvordan de skal svare på oppgavene forhindrer vi forvirring og feil (Cohen mfl., 2011, s. 399). Det er fire mulige svar for hver oppgave, ett riktig svar og tre distraktorer. Hver distraktor er utviklet på bakgrunn av kjente misoppfatninger innenfor temaet naturlig seleksjon.

Tabell 3.1: Et utvalg av oppgaver fra hver del av CINS.

Eksempeloppgave - Finker på Galapagos
<p>5. Avhengig av nebbets form og størrelse, henter noen finker nektar fra blomster, noen spiser larver fra bark, noen spiser små frø og noen spiser store nøtter. Hvilken påstand beskriver best interaksjonen mellom finkene og matkildene?</p> <ul style="list-style-type: none">a) de fleste finkene på en øy samarbeider for å finne mat og deler det de finnerb) mange av finkene på en øy slåss mot hverandre, og de fysisk sterkeste vinnerc) det er mer enn nok mat til å dekke alle finkenes behov, så de ikke trenger å konkurrere om matend) finker konkurrerer i hovedsak med nære slektninger som spiser samme type mat, og noen kan dø av matmangel
Eksempeloppgave - Guppyer fra Venezuela
<p>12. Når en populasjon av guppyer har etablert seg over lengre tid i en reell (ikke ideell) dam med andre organismer inkludert rovdyr, hva vil mest sannsynlig skje med populasjonen?</p> <ul style="list-style-type: none">a) populasjonen vil holde seg omtrent like storb) populasjonen vil fortsette å vokse rasktc) populasjonen vil gradvis reduseres inntil alle guppyene er borted) det er umulig å forutsi fordi populasjoner ikke følger mønstre
Eksempeloppgave - Øgler på Kanariøyene
<p>20. Hva kan forårsake at en art har endret seg til tre arter over tid?</p> <ul style="list-style-type: none">a) grupper av øgler møtte forskjellige miljøer på ulike øyer, så øglene måtte bli nye arter med forskjellige egenskaper for å overleveb) grupper av øgler må ha vært geografisk isolert fra andre grupper og tilfeldige genetiske endringer må ha samlet seg i disse populasjonene av øgler over tidc) det kan være mindre variasjoner, men alle øgler er i hovedsak like, og alle er medlemmer av en bestemt artd) for å overleve trengte forskjellige grupper av øgler å tilpasse seg de forskjellige øyene, og derfor utviklet alle organismer i hver gruppe seg gradvis til å bli en ny art av øgler

Etter oppgavesettet stiller vi spørsmål om kjønn, alder, studieretning, foresattes utdanningsnivå, biologifag som er gjennomført/påbegynt i videregående skole, emner med tematikk knyttet til evolusjon som er gjennomført/påbegynt ved Universitet i Bergen og studenter som vil være med i trekning av gavekort må oppgi e-postadresse. Listen over emner, med tematikk knyttet til evolusjon, ble valgt ut av Marte Røssland Henriksen og Maria Kjeilen Steinseide etter noen kriterier. Vi undersøkte om læremålene i de ulike emnene ved Institutt for biovitenskap nevnte evolusjon eller naturlig seleksjon. I noen emner blir det nevnt i liten grad, mens i andre emner er evolusjon/naturlig seleksjon hovedtema. I begge tilfellene ble emnene plassert på listen.

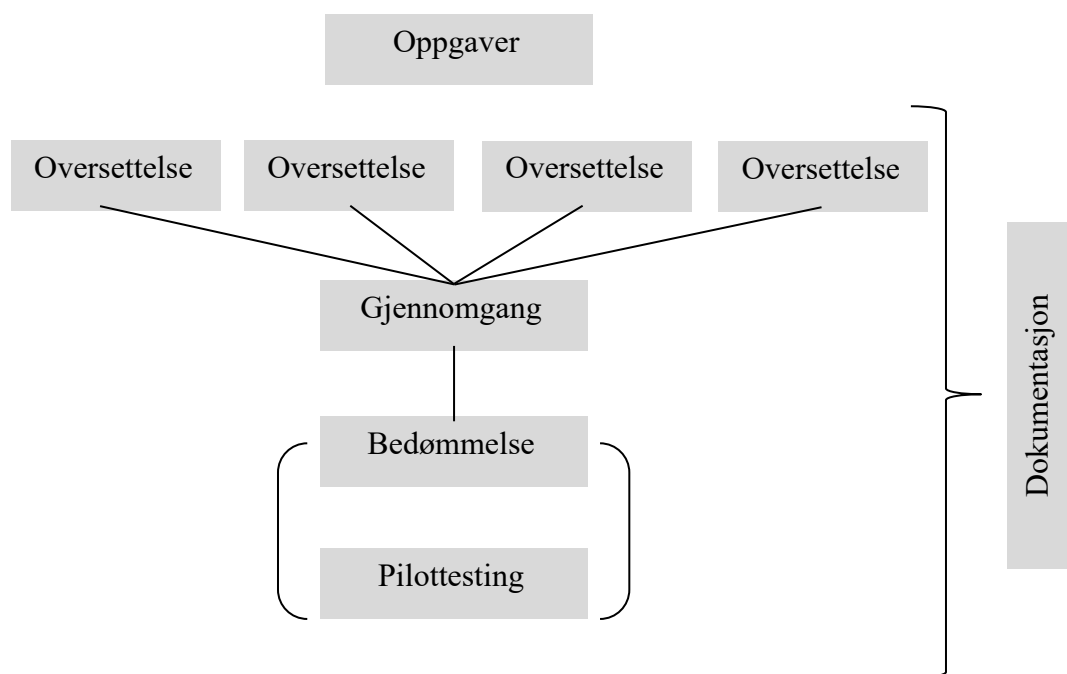
Bakgrunnsspørsmålene ble plassert på slutten av spørreundersøkelsen. Grunnen til dette er at bakgrunnsspørsmålene kan oppleves som mindre interessante enn selve oppgavesettet og det er ønskelig å bevare interessen til deltakeren (Hughes mfl., 2016). En annen grunn for å plassere bakgrunnsspørsmålene til sist, er at bakgrunnsspørsmålene ikke skal påvirke svarene og forhindre avbrudd fra personlige henvendelser (Hughes mfl., 2016; Spencer mfl., 2016; Teclaw mfl., 2012). På enkelte bakgrunnsspørsmål kunne dessuten deltakerne velge om de ville svare eller ikke.

Vi bestemte oss for å gjennomføre undersøkelsen digitalt i SurveyXact (Ramboll, u.å.) fordi den skal brukes i tre forskjellige utvalg. Digitale spørreundersøkelser har fordeler som umiddelbar dataregistrering, enklere innsamlingsarbeid og lavere kostnader (Borgobello mfl., 2019). Verktøyet tillot oss å utforme undersøkelsen på en ryddig og oversiktlig måte der hver del ble organisert på en ny side. Når en undersøkelse er delt opp i mindre deler, blir det lettere for deltakerne å lese og svare, samt at undersøkelsen virker mer overkommelig for deltakerne (Cohen mfl., 2011, s. 399). I vår undersøkelse var det viktig at deltakerne besvarte hver del fullstendig før de gikk videre til neste del. Dette var fordi hvert konsept ble testet i to forskjellige oppgaver, og vi ønsket å unngå at deltakerne skulle ha muligheten til å gå tilbake og se hva de hadde svart på den forrige oppgaven relatert til samme konsept. Vi benyttet lukkede oppgaver for alle oppgavene hentet fra CINS og åpne oppgaver for noen av bakgrunnsspørsmålene. Vi laget undersøkelsen på engelsk og norsk, og deltakerne kunne enkelt bytte språk underveis. I SurveyXact kunne vi enkelt distribuere og overvåke innsamlingen i de ulike utvalgene.

3.2.3 Oversettelse

Vi utviklet og brukte en oversatt versjon av det diagnostiske verktøyet CINS, som opprinnelig er skrevet på engelsk. Dette er gjort for å senke terskelen for å delta og gjennomføre undersøkelsen for utvalgene. Det er viktig at oversettelsen tester de samme egenskapene ved konseptene som originalen, samtidig som den sørger for at deltakerne forstår oppgavene som blir stilt (Vujcich mfl., 2021).

Vi har brukt en oversettelsesmetode som har likheter med metoden som blir brukt i den internasjonale undersøkelsen TIMSS (Ebbs mfl., 2020). Denne oversettelsen utføres i grupper og vår versjon kan oppsummeres med TRAPD-modellen (Figur 3.1). TRAPD er forkortelse for *translation, review, adjudication, pre-testing* og *documentation* (Vujcich mfl., 2021). Oversatt til norsk blir det oversettelse, gjennomgang, bedømmelse, pilottesting og dokumentasjon. TRAPD-tilnærmingen ble gjennomført av Maria Kjeilen Steinseide og Marte Røssland Henriksen, Dr. Ragnhild Gya og førsteamanuensis Jorun Nyléhn. Oversettelse etter TRAPD-modellen utføres av en gruppe, noe som klart foretrekkes over en oversettelse gjort av et enkelt individ. Selv om individuell oversettelse kan være tidsbesparende fører det oftere til en lavere validitet og reliabilitet for oversettelsen (Vujcich mfl., 2021).



Figur 3.1: Oversettelse etter TRAPD-modellen.

I første del av TRAPD, altså oversettelse, oversatte vi individuelt førsteutkastet av spørreundersøkelsen (Vujcich mfl., 2021). Alle som oversatte er fortrolige med begge språk

og undersøkelsens emne, noe som er anbefalt (Cohen mfl., 2011, s.192). I neste steg, gjennomgang, samlet alle seg for å sammenligne og diskutere frem en felles oversettelse av hver oppgave. Denne delen ble startet av alle oversettere i fellesskap, men ferdigstilt mellom Marte Røssland Henriksen og Maria Kjeilen Steinseide. Originalversjonen av CINS er tredelt og hver del innledes med en introduksjon. I den oversatte versjonen ble disse delene kortet noe ned (se eksempel på oversettelse i Tabell 3.2) for å redusere lengden av undersøkelsen og dermed redusere faren for at deltakerne ikke fullførte spørreundersøkelsen. Referanser og setninger som hadde lite eller ingen betydning for oppgavene ble kortet ned eller fjernet. Dette gjaldt også for den engelske versjonen av spørreundersøkelsen (Tabell 3.2). I den oversatte versjonen ble noen setninger omformulert for å bedre passe deltakerne av undersøkelsen, samt det norske språket. Å oversette oppgavesettet ordrett fra engelsk til norsk og samtidig beholde alle nyanser fra den originale versjonen er ikke mulig. Feilkilder kan oppstå, slik som direkte feil i oversettelsen eller at enkelte ord/begrep som ikke finnes på norsk som får synonymer som ikke stemmer overens. For å unngå at oversettelsen forandrer betydningen i teksten eller hensikten med oppgavene, gjennomgikk vi hver oppgave og hvert svaralternativ flere ganger. Dette gjorde vi for å unngå at språklige variasjoner gikk tapt i oversettelsen, noe som kan ha innvirkning på validiteten til resultatene (Chang mfl., 1999; Kjærnsli mfl., 2007, s. 280).

I neste del av TRAPD, bedømmelse, ble oversettelsen sendt inn og godkjent av veiledere. Deretter kunne vi ta oversettelsen videre i den nest siste delen, pilottesting. En pilottest ble gjennomført på et utvalg bestående av syv studenter: en fra lektorprogrammet i naturvitenskap og matematikk, fire studenter på masterprogrammet i biologi, og to studenter fra markedsføring, innovasjon og ledelse. Til pilottesten, valgte vi personer som delte noen av de samme egenskapene som deltakerne i undersøkelsen (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 137). Deltakerne hadde lignende alder som våre utvalg, i tillegg til at noen av deltakerne hadde gjennomført en del evolusjonsrelaterte emner på Universitetet i Bergen og andre deltakere hadde kun gjennomført biologi 1 i videregående skoler. Pilottesten ble også gjennomført i SurveyXact. Deltakerne ble bedt om å besvare den norske versjonen av undersøkelsen og gi tilbakemelding på om noe var vanskelig å forstå, samt eventuelle feil og unøyaktigheter i språket. Alle disse sju deltakerne kom med innspill, de fleste var felles for flere av dem. Deltakerne rapporterte skrivefeil og andre mindre feil, inkludert manglende mellomrom eller en blanding av store og små tegn. Undersøkelsen ble rettet basert på disse kommentarene fra deltakerne og sendt til Dr. Ragnhild Gya og førsteamanuensis Jorun

Nyléhn for en siste godkjennelse før undersøkelsen ble klar. Vi dokumenterte hvordan og hvor mye tid som ble brukt på prosessen med å oversette undersøkelsen, dette gjorde vi for åpenhet og som siste steg i TRAPD-modellen (Vujcich mfl., 2021).

Tabell 3.2: Eksempel på oversettelse av tekst til delen om finker. Tabellen viser den originale versjonen av CINS, den engelske versjonen av spørreundersøkelse og den norske versjonen av spørreundersøkelsen (oversatt av: Maria Kjeilen Steinseide, Marte Røssland Henriksen, Dr. Ragnhild Gya og førsteamanuensis Jorun Nyléhn).

Original versjon av CINS
<p>Scientists have long believed that the 14 species of finches on the Galapagos Islands evolved from a single species of finch that migrated to the islands one to five million years ago (Lack, 1940). Recent DNA analyses support the conclusion that all of the Galapagos finches evolved from the warbler finch (Grant, Grant & Petren, 2001; Petren, Grant & Grant, 1999). Different species live on different islands. For example, the medium ground finch and the cactus finch live on one island. The large cactus finch occupies another island. One of the major changes in the finches is in their beak sizes and shapes, as shown in this figure.</p> <p>Choose the one answer that best reflects how an evolutionary biologist would answer.</p>
Engelsk versjon av spørreundersøkelse
<p>Scientists have long believed that the 14 species of finches on the Galapagos Islands evolved from a single species of finch that migrated to the islands one to five million years ago. Recent DNA analyses support the conclusion that all of the Galapagos finches evolved from the warbler finch. Different species live on different islands. For example, the medium ground finch and the cactus finch live on one island. The large cactus finch occupies another island. One of the major changes in the finches is in their beak sizes and shapes, as shown in this figure.</p> <p>Choose the one answer that best reflects how an evolutionary biologist would answer.</p>
Norsk versjon av spørreundersøkelse
<p>Biologer har lenge argumentert for at de 14 artene av finker på Galapagos har evolvert seg fra en finkeart som migrerte til øyene for en til fem millioner år siden. Nyere DNA-analyser støtter konklusjonen om at alle finkene på Galapagos utviklet seg fra sangfink. De ulike Galapagos finkene lever på forskjellige øyer. For eksempel lever mellomjordspurv¹ og småkaktusspurv¹ på en øy. Storkaktusspurv¹ lever på en annen øy. En av de største forskjellene i finkene er størrelsen og formen på nebbet, som vist i figuren.</p> <p>Velg det svaret som best gjenspeiler hvordan en evolusjonsbiolog ville svart.</p> <p>¹ Noen finkarter heter spurv på norsk.</p>

3.3 Utvalg

Vi ønsker å undersøke forståelsen av konsepter innen naturlig seleksjon og tilhørende misoppfatninger i tre ulike populasjoner. Populasjonene ble valgt på bakgrunn av at de i utgangspunktet skal ha ulike mengder forkunnskaper og forståelse av evolusjonsbiologi.

Populasjonene er:

- Elever ved videregående skoler i Bergen og omegn
- Førsteårsstudenter ved Universitetet i Bergen
- Masterstudenter ved Universitetet i Bergen

Det er svært vanskelig å undersøke alle elevene og studentene i disse tre populasjonene.

Faktorer som kostnader, tid og tilgjengelighet setter ofte begrensninger for datainnsamling, derfor ble det dannet tre utvalg ut ifra disse populasjonene. En større utvalgsstørrelse gir bedre validitet, reliabilitet og grunnlag for mer avansert dataanalyse. Utvalg på 30 deltakere per variabel er et minimum for god statistisk analyse, men større utvalgsstørrelser anbefales (Cohen mfl., 2011, s. 143-144). Det er viktig at utvalgene representerer populasjonene så nøyaktig som mulig, slik at funn kan generaliseres og anvendes på populasjonen som helhet (Cohen mfl., 2011, s. 143-144). Det første utvalget er elever ved videregående skoler i Bergen og omegn som har valgt biologi 1 som valgfag. Det andre utvalget er studenter som tar biologiemner på innføringsnivå. Dette utvalget består av studenter som tar emnet BIO100 *Innføring i evolusjon og økologi*. BIO100 er et obligatorisk emne som gjennomføres første semester for alle studenter på bachelor i biologi, integrert master i fiskehelse, integrert master i havbruk og lektorstudenter som har valgt biologi som undervisningsfag samt at enkelte andre studenter velger det som et fritt valgt emne. Det tredje utvalget er studenter som tar emnet BIO300A *Akademisk skriving*, og består av studenter som tar biologiemner på masternivå. BIO300A er et obligatorisk emne for alle som går en master i biologi, fiskehelse og havbruk i tillegg til at det er et fritt valgt emne for andre masterstudenter.

3.4 Rekruttering

Lav svarprosent kan svekke reliabiliteten til undersøkelsen (Cohen mfl., 2011, s. 261-262).

Vi iverksatte ulike tiltak for å øke svarprosenten fordi undersøkelsen var frivillig og litt tidkrevende. Som tidligere nevnt, hadde vi stort fokus på språk og design av undersøkelsen. Gjennom en grundig oversettelsesprosess prøvde vi å gjøre undersøkelsen lett å lese og forståelig for deltakerne. Undersøkelsen bestod også av lukkede oppgaver som skulle gjøre det enklere for deltakerne. Hensikten med tiltakene var å gjøre terskelen for å svare lavere,

noe som igjen kan gi en høyere svarprosent og øke validiteten av resultatene. Vi gjennomførte også andre tiltak for å få studenter til å delta i undersøkelsen. Før undersøkelsen fristet vi studentene med kaffe og snacks, og de hadde også mulighet til å delta i en trekning av 18 gavekort.

I emnene BIO100 og BIO300A kontaktet vi foreleserne for å be om tillatelse til å rekruttere studenter for å delta i undersøkelsen. I en forelesning informerte vi studentene om tema og lengde for undersøkelsen, at den var anonym og hvilken relevans undersøkelsen hadde, slik Cohen mfl. (2011, s. 263-264) anbefaler. I de videregående skolene i Bergen og omegn benyttet vi våre sosiale nettverk fra jobb eller praksis, som anbefalt av Christoffersen og Johannessen (2012, s. 53). Vi kontaktet også flere biologilærere ved andre videregående skoler, hovedsakelig i Bergen sentrum, gjennom e-post som vi fikk tilgang til gjennom veileder eller ved å søke opp skolene digitalt. Det var utfordrende å få tilstrekkelig respons på e-postene vi sendte ut (kontaktet fire andre videregående skoler, men de hadde ikke mulighet til å sette av tid til gjennomføring av spørreundersøkelsen). Dette kan være på grunn av en pågående streik som varte store deler av høsten 2022. Av de videregående skolene vi besøkte var to av fire fra egne sosiale nettverk.

Vi ønsket å være til stede når de ulike utvalgene gjennomførte undersøkelsen. Dette lot seg gjøre for studenter som tok BIO100 og elevene i de videregående skolene. For studentene på BIO100 ble det reservert et rom som var tilgjengelig i etterkant av to seminar og hvor de fikk tilbud om kaffe og snacks da de gjennomførte undersøkelsen. På grunn av problemer rundt organisering fikk studenter som tok BIO300A i stedet tilgang på en lenke til undersøkelsen via læringsarenaen «Mitt UiB». To uker etter at undersøkelsen ble sendt til utvalget i BIO300A hadde vi fortsatt en litt lav svarprosent. Vi kontaktet derfor foreleseren i emnet som sendte ut en vennlig påminnelse på e-post, i tråd med anbefalingene fra Cohen mfl. (2011, s. 263-264). Dette førte til en økning i svarprosent fra 43 % til 60 % i BIO300A-utvalget.

3.5 Analyse av datamaterialet

Vi utformet noen kriterier for hvilke besvarelser som ble inkludert og hvilke besvarelser som ble unnlatt i analysen av datamaterialet. Det første kriteriet var at deltakerne måtte ha besvart alle de 20 oppgavene i CINS. Besvarelser som bare manglet svar på bakgrunnsspørsmål ble altså inkludert i analysen. På bakgrunn av dette kriteriet ble 48 besvarelser (19 % av totalt antall besvarelser) utelatt fra analysen. Det andre kriteriet var at det ikke skulle være noen mønstre i deltakernes besvarelser, for eksempel at deltakere som har svart samme alternativ

for alle oppgavene ble ekskludert fra analysen. Vi undersøkte, men fant ingen besvarelser som ble utelatt på grunn av sistnevnte kriteriet.

Analysen og fremstillingen av figurer ble hovedsakelig gjennomført i R, sett bort fra noen tabeller som ble laget i Microsoft Excel. I denne studien har vi brukt R versjon 4.2.2 og Rstudio versjon 2022.07.1+554 «Spotted Wakerobin».

3.5.1 Analyse av enkeltoppgaver

Vi undersøkte oppgavenes vanskelighetsgrad, diskrimineringssevne og gjennomførte en distraktoranalyse. Analysen av enkeltoppgaver ble utført for å undersøke om oppgavenes vanskelighetsgrad var passende for de ulike utvalgene og om det er eventuelle svakheter ved oppgavene (Sirnes, 2005, s. 65). Altså ble analysen av oppgavene utført for å sikre tre ulike momenter: at oppgavene fungerer slik de er ment, at vanskelighetsgraden er passende til utvalg og at testen er pålitelig (Cohen mfl., 2011, s. 484).

3.5.2 Oppgavenes vanskelighetsgrad

Oppgavenes vanskelighetsgrad ble regnet ut for å undersøke prosentandelen av deltakerne som svarte riktig på hver oppgave. Dette ble gjort ved å ta antall som har svart riktig og dele på det totale antallet deltakere som svarte på oppgaven. Vanskelighetsgraden måles fra 0 til 1, og desto høyere den er, desto enklere er oppgaven. Oppgaver med en vanskelighetsgrad under 0,3 anses for å være for vanskelige, mens oppgaver med en vanskelighetsgrad mellom 0,3 og 0,8 anses å være optimale og oppgaver med en vanskelighetsgrad over 0,8 anses å være for enkle. Generelt er oppgaver som ligger mellom 0,3 og 0,8 i vanskelighetsgrad å foretrekke (Loh mfl., 2018, s. 168-170). I et oppgavesett bør det være en variasjon i vanskelighetsgraden for å kunne skille mellom deltakere med ulik kompetanse (Progar mfl., 2008).

3.5.3 Oppgavens diskrimineringsindeks

En oppgaves diskrimineringsindeks måler i hvilken grad oppgavene i oppgavesettet er i stand til å differensiere mellom deltakere som presterer bra og deltakere som presterer dårlig. For å regne ut diskrimineringsindeksen deles deltakerne inn i grupper etter hvordan de har prestert på det totale oppgavesettet. Deltakerne som er de 27 % med best skår på oppgavesettet utgjør den øvre gruppen. Deltakerne som er de 27 % med lavest skår på oppgavesettet utgjør den nedre gruppen. Diskrimineringsindeks regnes ut ved å ta differansen mellom antall som har svart riktig den øvre gruppen (U) delt på totalt antall i øvre gruppe (N_U), og antall som har svart riktig i den nedre gruppen (L) delt på totalt antall i nedre gruppe (N_L) (Formel 1).

$$DI = \frac{U}{N_U} - \frac{L}{N_L} \quad (\text{Formel 1})$$

U = Antall i øvre gruppe som har valgt riktig svaralternativ

N_U = Antall i øvre gruppe

L = Antall i nedre gruppe som har valgt riktig svaralternativ

N_L = Antall i nedre gruppe

Vi brukte funksjonen `tab_itemscale()` fra pakken `sjPlot` for å utføre denne analysen. Diskrimineringsindeks kan gå fra -1 til 1 (Lüdecke, 2023). En oppgave som har høy diskrimineringsindeks, vil skille godt mellom elever med god kompetanse på temaet og elever med mindre kompetanse på temaet. Om diskrimineringsindeksen er 0 vil deltakere som ligger i den nedre gruppen svare like godt som deltakere i den øvre gruppen (Earnest mfl., 2018, s. 161). Om diskrimineringsindeksen er negativ svarer deltakere i den nedre gruppen bedre enn deltakere i den øvre gruppen. Det er derfor ønskelig at diskrimineringsindeksen skal være over null (Tabell 3.3) (Cohen mfl., 2011, s. 484).

Tabell 3.3: Tolkning diskrimineringsindeks oversatt fra Earnest mfl. (2018, s. 161).

Diskrimineringsindeks	Tolkning
> 0,30	God diskriminering
0,10 - 0,30	Akseptabel diskriminering
Lik 0	Ingen diskriminering. Deltakerne svarte riktig eller feil på oppgaven uavhengig av total skår på testen.
> 0	Dårlig diskriminering

3.5.4 Distraktoranalyse

Det ble gjennomført en distraktoranalyse for å undersøke elevenes og studentenes mønster i svaralternativene på flervalgsoppgavene. Distraktoranalyser kan gi informasjon om en distraktor fungerer godt og ved å analysere hvilke svaralternativ deltakerne velger kan man få nyttig informasjon om hvilke misoppfatninger som ligger til grunn (Haladyna & Rodriguez, 2013, s. 353; Wind mfl., 2019). Distraktorene bør kunne ses på som mulige svaralternativer for noen av deltakerne (Haladyna & Rodriguez, 2013, s. 353). En fungerende distraktor kan bli definert som et feil svaralternativ som velges blant $\geq 5\%$ av respondentene og som blir valgt av flere i den nedre gruppen enn i den øvre gruppen (Ali mfl., 2016). For å gjennomføre distraktoranalysen brukte vi funksjonen `distractor.analysis()` i pakken `CTT` (Willse, 2018). Denne funksjonen deler deltakerne inn i grupper. Den øvre gruppen (U) er de 27 % som presterer best og har høyest total skår på oppgavesettet. Den nedre gruppen (L) er de 27 %

som presterer svakest og har lav total skår på oppgavesettet. De resterende deltakerne utgjør den midtre gruppen (M). For hvert svaralternativ (i) i hver oppgave (j) regnes det ut andelen som valgte svaralternativet i hver gruppe.

$$j(i): , \text{Øvre} = \frac{U_{j(i)}}{N_U}, \text{Nedre} = \frac{L_{j(i)}}{N_L}, \text{Midtre} = \frac{M_{j(i)}}{N_M} \quad (\text{Formel 2})$$

$U_{j(i)}$ = Antall i øvre gruppe som har valgt svaralternativ i , i oppgave j

N_U = Antall i øvre gruppe

$L_{j(i)}$ = Antall i nedre gruppe som har valgt svaralternativ i , i oppgave j

N_L = Antall i nedre gruppe

$M_{j(i)}$ = Antall i midtre gruppe som har valgt svaralternativ i , i oppgave j

N_M = Antall i midtre gruppe

Vi lagde figurer for distraktoranalysene basert på disse utregningene for å illustrere andelen som valgte hver distraktor blant deltakere med varierende nivåer av prestasjon på det totale oppgavesettet. Når distraktorene tester forskjellige misoppfatninger slik som i vårt oppgavesett, kan figurene brukes som diagnostiske verktøy for å oppsummere mønstre av misoppfatninger (Wind & Gale, 2015). Dette gir oss mulighet til å se og tolke hvilke misoppfatninger vi finner i og mellom utvalgene.

3.5.5 ANOVA

For å utforske eventuelle forskjeller mellom elevene og studentene i utvalgene, ble det utført en variansanalyse (ANOVA). Vi ønsket å se på forskjeller mellom grad av evolusjonsundervisning og elever og studenters overordnede forståelse av konsepter innen naturlig seleksjon. Derfor ble de tre utvalgene, som har ulik grad av evolusjonsundervisning, testet opp mot gjennomsnittet av poengsummen på CINS. Fordi vi testet poengsum mot utvalg, ble det kjørt en enveis ANOVA. ANOVA testen ble gjennomført med funksjonen `aov()` fra pakken `stats`. ANOVA kan fortelle oss om det er en forskjell mellom utvalgene, men ikke hvor stor eller hvor denne forskjellen ligger (Schmuller, 2017, s. 228-239). For å se på hvor forskjellene ligger ble det gjennomført en HSDTukey-test. Tukey-testen ble gjennomført med funksjonen `TukeyHSD()`, i pakken `stats`.

3.5.6 t-test

En Welch t-test (heretter: t-test) for uavhengige utvalg ble deretter brukt for å undersøke eventuelle forskjeller i gjennomsnittskår hos deltakere som går på offentlige videregående

skoler og kristne videregående skoler i biologi 1-utvalget (Solbakken, 2019, s. 165). Signifikansnivået for t-testen ble satt til 5 %, som betyr at det er en 5 % sannsynlighet for å forkaste nullhypotesen selv om den er sann (Solbakken, 2019, s. 165).

3.6 Validitet og reliabilitet

Vi benyttet spørreundersøkelsen CINS som et diagnostisk verktøy, og dermed var validitet og reliabilitet til denne spørreundersøkelsen sentral for kvaliteten på vår forskning. For å minimere truslene mot validitet og reliabilitet i studien, tok vi flere forholdsregler og gjennomførte en nøye planlagt forskning hvor vi valgte passende metoder, slik Cohen mfl. (2011, s. 179) foreslår.

CINS har blitt undersøkt for validitet og reliabilitet i flere studier (Anderson mfl., 2002; Athanasiou & Mavrikaki, 2014; Ha mfl., 2012; Nehm & Schonfeld, 2008; Pinxten mfl., 2020). Disse studiene har bidratt til å etablere CINS som et anerkjent verktøy når det kommer til reliabilitet og validitet. Anderson mfl. (2002) gjennomførte en *Principal Component Analysis* (PCA) for å undersøke den indre validiteten av CINS, som viste støtte for indre validitet i CINS (s. 963-966). PCA er en statistisk metode som undersøker hvilke variabler som gir mest variasjon i datasettet (Abdi & Williams, 2010). De undersøkte også reliabiliteten med *Kuder-Richardson 20*-metoden (KR-20) som er et mål på generell indre konsistens. Metoden viser hvor godt oppgavene i CINS korrelerer til hverandre og resultatet ble at reliabiliteten i CINS kunne regnes som akseptabel (Anderson mfl., 2002). Andre studier har kommet med ny dokumentasjon for validitet og reliabilitet. Flere av disse studiene benyttet Cronbachs alfa for å undersøke reliabilitet (Athanasiou & Mavrikaki, 2014; Ha mfl., 2012; Nehm & Schonfeld, 2008; Pinxten mfl., 2020). Verdier for Cronbachs alfa har blitt rapportert til 0,737 (Ha mfl., 2012), 0,74 (Pinxten mfl., 2020), 0,78 (Nehm & Schonfeld, 2008), og mellom 0,65 og 0,91 i ulike utvalg (Athanasiou & Mavrikaki, 2014). Andre studier har utført PCA for å undersøke validiteten i CINS (Athanasiou & Mavrikaki, 2014; Nehm & Schonfeld, 2008; Pinxten mfl., 2020).

Validiteten til et diagnostisk verktøy er basert på hele oppgavesettet, og dersom det diagnostiske verktøyet kun brukes delvis er det vanskelig å sammenligne det med originalen (Furrow & Hsu, 2019; Mead mfl., 2019). Vi forsøkte på bakgrunn av dette å gjøre spørreundersøkelsen så lik originalen som mulig. Likevel er det viktig å ta i betraktning at enhver ny forskning som anvender CINS på nye populasjoner eller på nye måter krever ny vurdering av verktøyets validitet og reliabilitet (Mead mfl., 2019). For å avgjøre om CINS

blir brukt på en ny populasjon, må man vurdere om det anvendes i et nytt geografisk område, på et nytt akademisk nivå, eller innenfor et nytt akademisk felt (Mead mfl., 2019). Validitet og reliabilitet gjelder under de omstendighetene det diagnostiske verktøyet var utviklet for (Mead mfl., 2019). I vår studie anvendte vi CINS på en ny populasjon både fordi det ble benyttet i et annet geografisk område og fordi vi oversatte og tilpasset verktøyet til norsk. Det var derfor nødvendig å vurdere verktøyets validitet og reliabilitet på nytt for å kunne si om CINS er egnet som et diagnostisk verktøy for å måle forståelse av naturlig seleksjon i norsk sammenheng.

3.6.1. Validitet

For å sikre validiteten i studien, fulgte vi anbefalingene fra Cohen mfl. (2011, s. 179), som inkluderer nøyaktig prøvetaking, gjennomtenkt valg av diagnostisk verktøy og passende statistiske analyser. Vi hadde fokus på indre og ytre validitet (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 229-243) og vi tok flere forholdsregler for å minimere trusler mot disse aspektene ved validiteten.

Indre validitet i vår studie ble ivaretatt gjennom flere tiltak, hvor målet er å bevare at oppgavene faktisk tester elevenes forståelse i naturlig seleksjon (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 229). Når vi ønsker å fastslå årsak og virkning i studien, må vi være klar over at en korrelasjon ikke nødvendigvis betyr en sammenheng mellom variabler. En sammenheng kan være forårsaket av tilfeldigheter. Vi har satt signifikansnivået til 0,05, noe som betyr at det er 5 % risiko for feile konklusjoner om årsak eller sammenheng. Selv om dette ikke er et tiltak vi gjorde spesifikt for å unngå feil, er det viktig å være klar over denne muligheten.

Indre validitet ble også prøvd ivaretatt ved å gjennomføre en pilotstudie. Pilotstudier bidrar til å identifisere og rette opp mulige problemer og feil i oppgavene som igjen kan påvirke resultatene (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 229). Vi pilottestet CINS på tre lektorstudenter og syv studenter fra ulike studieretninger for å undersøke om oppgavene fungerte i norsk sammenheng. Lektorstudentene gjennomførte spørreundersøkelsen på originalspråket i en intervjusetting. Etter hver oppgave ble følgende spørsmål stilt: «Hvordan tenkte du da du besvarte oppgaven?», «Var det vanskelig å forstå hva oppgaven spurte om?», «Var det noen av svaralternativene som var enkle å utelukke med en gang?», «Var noen av svaralternativene uklare?» og «Har du andre kommentarer?». Selv om studentene var sterke i engelsk, var det noen språklige utfordringer som ble avdekket. Av den grunn laget vi en oversatt versjon av spørreundersøkelsen som vi pilottestet på syv studenter fra ulike studieretninger.

Tilbakemeldingene fra begge pilottestene gjorde det mulig for oss å rette opp feil som kunne ha ført til forvirring under selve undersøkelsen.

Ytre validitet i vår studie ble også ivaretatt gjennom en rekke tiltak, som hadde som mål å øke representativiteten i utvalget og styrke generaliseringen av funnene til den større populasjonen (Cohen mfl., 2011, s. 151). Innsamlingen av data og valg av populasjon er derfor en viktig del av den ytre validiteten i studien vår. I studien valgte vi ut tre populasjoner, og begrenset utvalget til ulike fag og emner. Alle elevene og studentene i de utvalgte fag og emnene hadde mulighet til å delta. Dette betyr at elevene og studentene som valgte å delta i studien kan være forskjellige fra elevene og studentene som ikke deltok, og dette kan påvirke resultatene og generaliseringen av funnene til den større populasjonen (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 240).

I studien møtte vi også vanlige utfordringer knyttet til ytre validitet i spørreundersøkelser. Dette er utfordringer knyttet til om deltakere svarer nøyaktig og ærlig, utfordringer knyttet til deltakere som bare delvis besvarer undersøkelsen og utfordringer knyttet til lav svarprosent, også kalt frivillighetsbias (Cohen mfl., 2011, s. 209). Vi iverksatte ulike tiltak for å redusere frivillighetsbias, som å gjennomføre undersøkelsen under undervisning, informere om undersøkelsen i forelesninger og e-post, samt tilby insentiver som gavekort og snacks. Vi påpekte også anonymitet ved besvarelse av undersøkelsen og kravet om å besvare alle oppgavene for å delta i trekningen av gavekort. Tiltakene varierte mellom utvalgene. Problemet med lave responsrater eller manglende respons kan føre til at utvalget ikke er en god representasjon av populasjonen (Cohen mfl., 2011, s. 209; Renå, 2016).

3.6.2. Reliabilitet

I vår studie handler reliabilitet om i hvilken grad resultater kan gjenskapes og være konsistent over tid, verktøy og utvalg (Boateng mfl., 2018; Cohen mfl., 2011, s. 199; Wu, mfl., 2016, s. 10). Det finnes flere statistiske tester som er utviklet for å vurdere reliabilitet (Boateng mfl., 2018), vi har valgt å bruke Cronbachs alfa, slik som andre studier som benytter CINS (Athanasidou & Mavrikaki, 2014; Ha mfl., 2012; Nehm & Schonfeld, 2008; Pinxten mfl., 2020). Cronbachs alfa (se Formel 3) måler indre konsistens mellom oppgaver ved å gi en koeffisient for korrelasjonen av hver oppgave med summen av de andre oppgavene (Cohen mfl., 2011, s. 640). Cronbachs alfa gir en indikasjon på hvorvidt oppgavene faktisk tester det samme teoretiske begrepet, altså om det er indre konsistens i spørreskjemaet. Cronbachs alfa gir i vår studie et mål på hvor godt de 20 oppgavene i CINS henger sammen (Postholm &

Jacobsen, 2018, s. 229-232). Cronbachs alfa ligger vanligvis mellom 0 og 1 (Tavakol & Dennick, 2011). Desto nærmere skåren er 1, desto høyere er den indre konsistensen mellom oppgavene. Vi følger retningslinjene (Tabell 3.4) fra Cohen mfl. (2011, s. 640).

$$\text{Cronbachs alfa} = \frac{nr_{ii}}{1+(n-1)r_{ii}} \quad (\text{Formel 3})$$

I formelen er n = antall oppgaver i spørreundersøkelsen og r_{ii} = gjennomsnittet av alle korrelasjonene mellom oppgavene (Cohen mfl., 2011, s. 640).

Tabell 3.4: Skår over Cronbachs alfa (Cohen mfl., 2011, s. 640).

Cronbachs alfa skår	Nivå av reliabilitet
> 0,90	Svært høy reliabilitet
0,80 - 0,90	Høy reliabilitet
0,70 - 0,79	Reliabel
0,60 - 0,69	Lav reliabilitet
< 0,60	Uakseptabelt lav reliabilitet

3.7 Etiske aspekter

Vår studie ble gjennomført i henhold til aksepterte etiske standarder og retningslinjer fastsatt av Forskningsetikkloven og Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD). Vi sendte derfor inn et meldeskjema til NSD. Selv om den største delen av undersøkelsen var anonyme opplysninger, var det nødvendig for oss å søke om tillatelse fra NSD siden studenter kunne oppgi e-postadresse hvis de ønsket å delta i trekningen av gavekort (Fauskanger, 2015). Vi sørget for at e-postadressen ikke ble koblet til resten av svaret, og på denne måten beskyttet vi deltakernes anonymitet så mye som mulig.

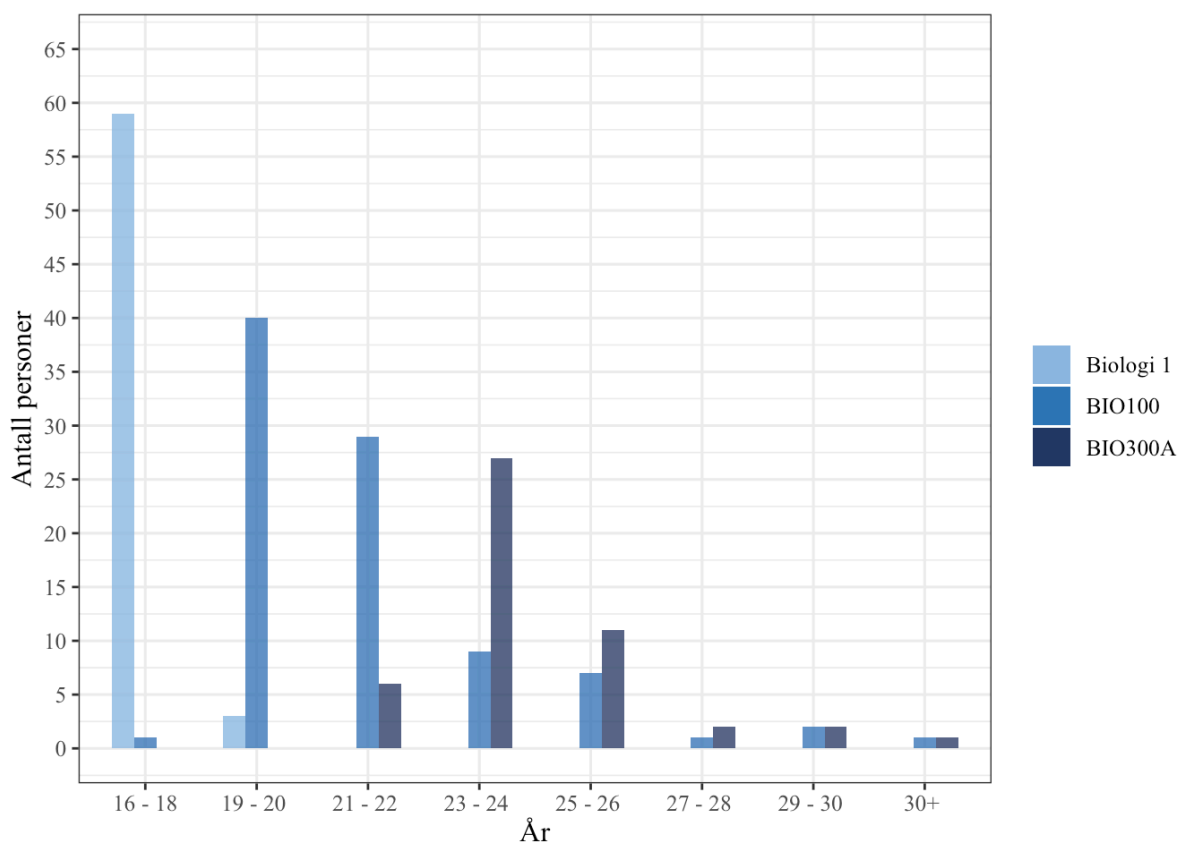
I starten av spørreundersøkelsen måtte deltakere krysse av for samtykke. Samtykket skal tydelig vise at det er frivillig, forklare hva som vil bli gjort med informasjonen, hvem som skal ha tilgang til den, og gi deltakerne en fullstendig oversikt over alle relevante detaljer om deltakelse i undersøkelsen (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 45; Ringdal, 2018, s. 61). Et av utvalgene våre, som består av elever som tar biologi 1 ved videregående skoler, kan være mindreårige. Ettersom vi ikke spør om sensitiv informasjon er det ikke nødvendig med samtykke fra foresatte (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 45-46). Det var bare studenter ved universitetet som hadde mulighet til å være med på trekningen av gavekort. Dette på grunn av betingelser knyttet til den økonomiske støtten vi mottok av bioCEED som kun kan benyttes på studenter.

Kap. 4 Resultater

I dette kapitlet presenterer vi informasjon om utvalgene, svarprosent og besvarelser. Videre presenterer vi resultatene for poengsum og variansanalyser, samt andel riktige svar per konsept i utvalgene. Deretter legger vi frem analysen av enkeltoppgaver i *Diagnostisk Test av Naturlig Seleksjon* (heretter: CINS). Avslutningsvis presenterer vi de mest utbredte misoppfatningene i våre utvalg.

4.1 Informasjon om utvalget

Her presenterer vi en beskrivelse av karakteristikker ved utvalget: kjønn, alder, antall gjennomførte/påbegynte emner med tematikk knyttet til evolusjon og naturlig seleksjon, og antall studenter som har fullført biologi 1 og biologi 2. Vi gir også ytterligere informasjon om deltakerne i biologi 1-utvalget, inkludert fordelingen mellom offentlige og kristne skoler.



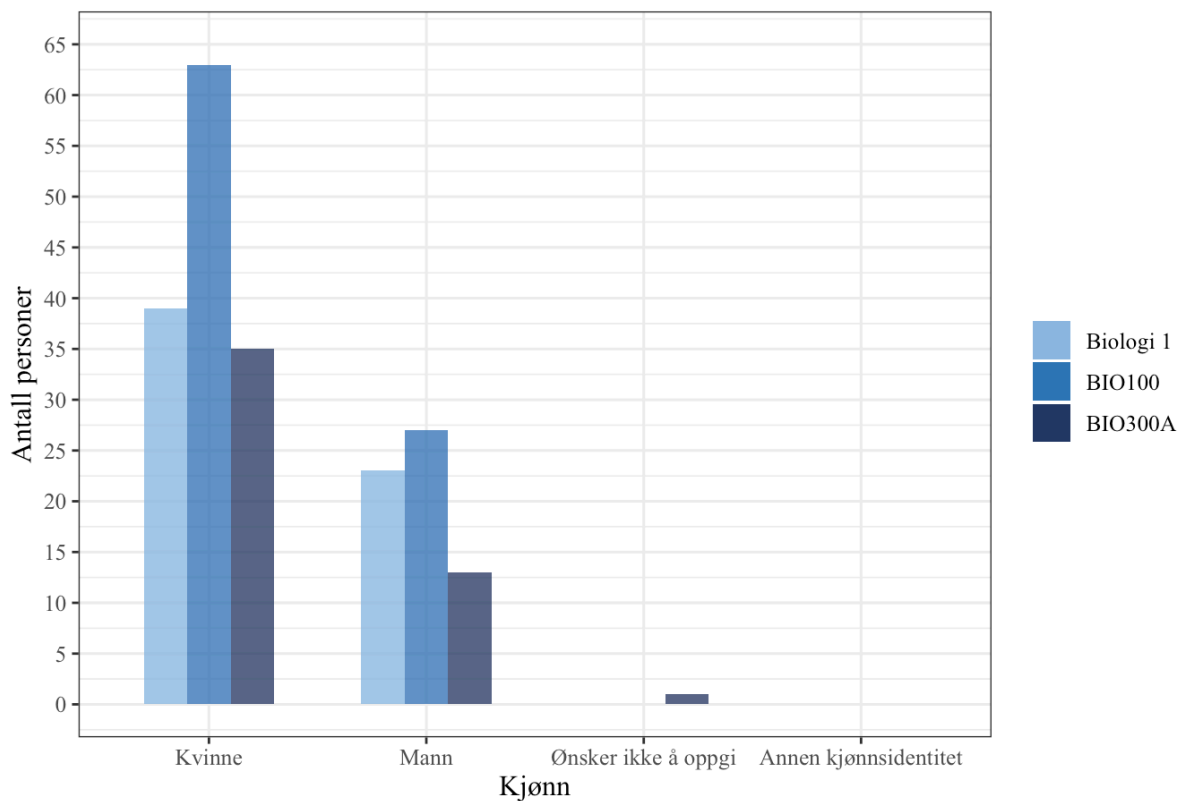
Figur 4.1: Aldersfordeling i de tre utvalgene biologi 1, BIO100, BIO300A. Figuren viser antall for hvert utvalg (y-akse) og alder (x-akse).

4.1.1 Aldersfordeling

Aldersfordeling i utvalgene er vist i Figur 4.1. Flertallet av deltakerne er mellom 16-24 år. For biologi 1 elever ligger flertallet mellom 15-18 år (95,2 %). For studenter i BIO100 er det et flertall som er 19-20 år (44,4 %). For studenter i BIO300A er det et flertall som er 23-24 år gamle (55,0 %).

4.1.2 Kjønnfordeling

Kjønnfordeling i utvalgene er vist i Figur 4.2. I alle tre utvalg er det en overvekt av kvinner som besvarer undersøkelsen. Av totalt 201 besvarelser er 68,2 % kvinner.



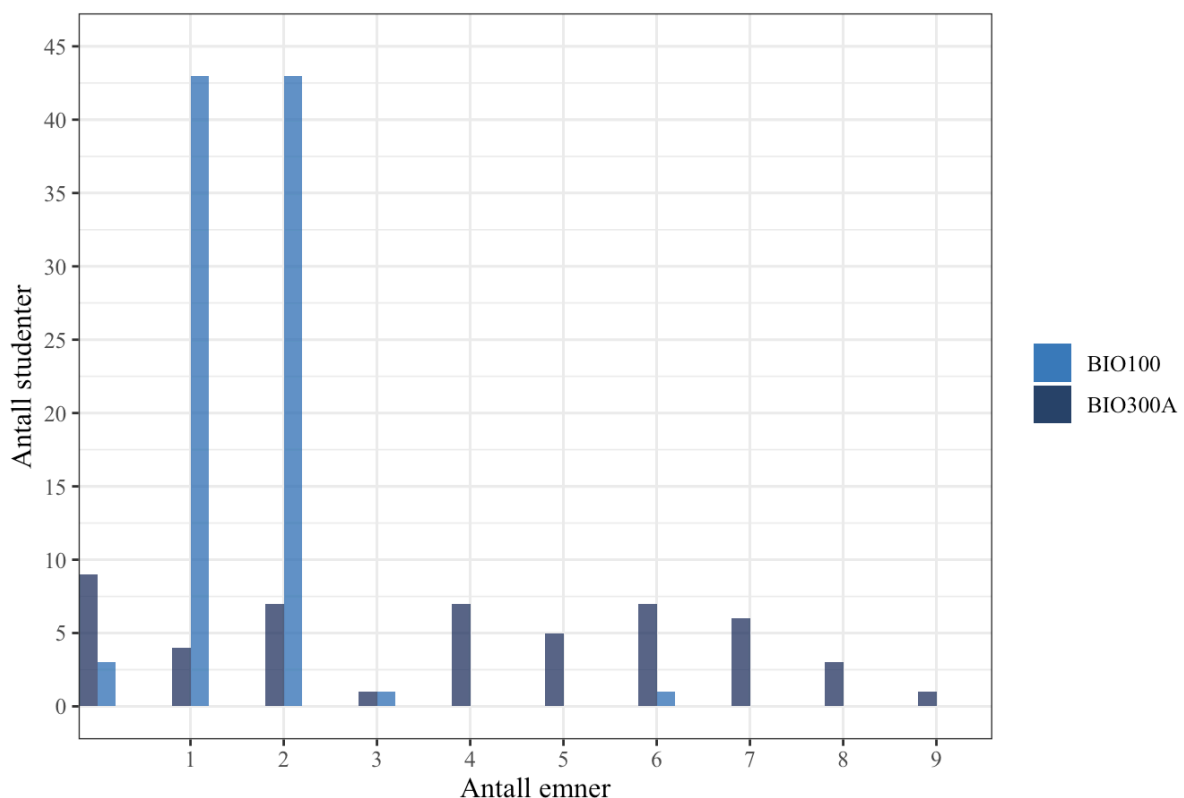
Figur 4.2: Fordeling av kjønn i de tre utvalgene biologi 1, BIO100 og BIO300A. Figuren viser antall for hvert utvalg (y-akse) og kjønn (x-akse).

4.1.3 Fag og emner med tematikk knyttet til evolusjon

Flertallet av studentene i BIO100 har enten gjennomført ett eller to emner knyttet til evolusjon, mens studentene i BIO300A har gjennomført et varierende antall emner. Antallet varierer fra 0 til 9 emner (Figur 4.3). Gjennomsnittlig antall emner knyttet til evolusjon for BIO100 og BIO300A-utvalgene er henholdsvis 1,5 og 3,8.

Studentene i BIO100 krysser i hovedsak av for BIO100 og MOL100-ennene. Ved å se på hvilke emner som er obligatoriske ved de ulike studieretningene, kan vi anta at flertallet av studentene i BIO100 er førsteårsstudenter. Emnet BIO100 er obligatorisk i første semester for studenter på bachelor i biologi, fiskehelse, havbruk og lektorstudenter med hovedfag i biologi. Se vedlegg for fordeling på studieretning (Vedlegg 5).

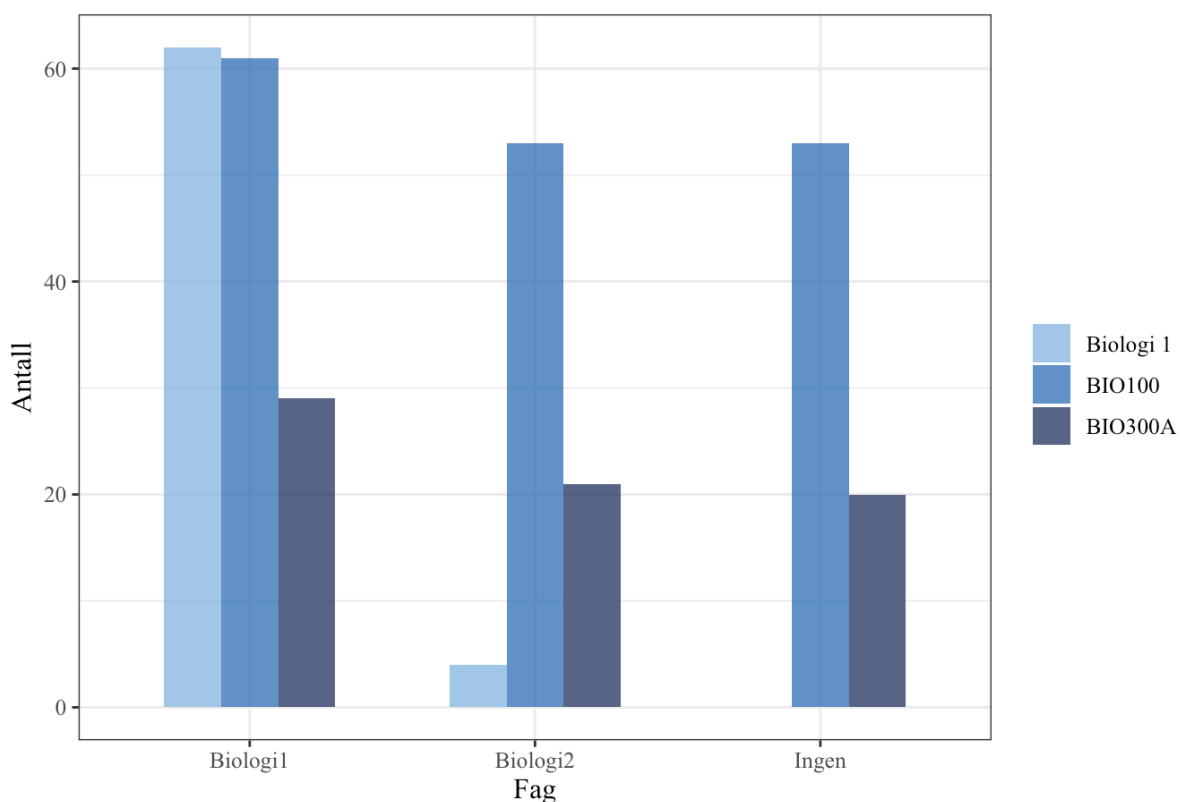
Noen studenter krysset av for ingen gjennomførte eller påbegynte emner. Dette kan være av ulike årsaker. Studenter kan ha gjennomført bachelor- eller tidligere studier ved andre universitet. Noen deltakere har ikke krysset av for emner de deltok på samtidig som studien ble gjennomført. For studenter i BIO100 kan grunnen til at noen har krysset av for ingen emner være feilaktig tolkning av oppgaven. I oppgaven blir deltakerne spesifikt bedt om å krysse av for emner de har gjennomført eller påbegynt.



Figur 4.3: Fordeling av antall gjennomførte eller påbegynte emner per student i utvalgene BIO100 og BIO300A. Figuren viser antall studenter (y-aksen) for ulikt antall gjennomførte eller påbegynte emner (x-aksen).

Deltakerne i de forskjellige utvalgene har også gjennomført emner som inneholder evolusjonsundervisning i videregående skoler (Figur 4.4). Her inkluderte vi fagene biologi 1 og biologi 2. Grunnen til at vi ikke inkluderte naturfag er at det er et obligatorisk fag i

videregående skole, det kan derfor antas at alle deltakerne har gjennomført dette faget. Hos elevene i biologi 1-utvalget var det to elever som hadde gjennomført biologi 2 tidligere.



Figur 4.4: Fordeling av antall deltakere som har gjennomført fagene biologi 1 og biologi 2. Figuren viser antall deltakere (y-aksen) som har fullført hvert av fagene (x-aksen). Utvalgene er representert i forskjellige farger.

4.1.4 Informasjon om offentlige og kristne skoler i biologi 1-utvalget

Vi har også undersøkt forskjellene mellom deltakere som går på offentlige videregående skoler og kristne videregående skoler i biologi 1-utvalget. I dette utvalget er det totalt 62 deltakere, hvorav 37 elever (59,7 %) kommer fra to forskjellige offentlige videregående skoler og 25 elever (40,3 %) kommer fra to forskjellige kristne videregående skoler. Av deltakerne fra offentlige videregående skoler er det 23 kvinner og 14 menn, mens det er 16 kvinner og ni menn fra kristne videregående skoler. Både ved de offentlige og de kristne videregående skolene er det en overvekt av kvinner, henholdsvis 62,2 % og 64 %. De fleste deltakerne i utvalget er i aldersgruppen 16-18 år, men det er også noen få som er 19-20 år gamle. Alle deltakerne tar biologi 1, men fire deltakere fra de kristne videregående skolene har også gjennomført eller påbegynt biologi 2 samtidig.

4.2 Svarprosent og ufullstendige besvarelser

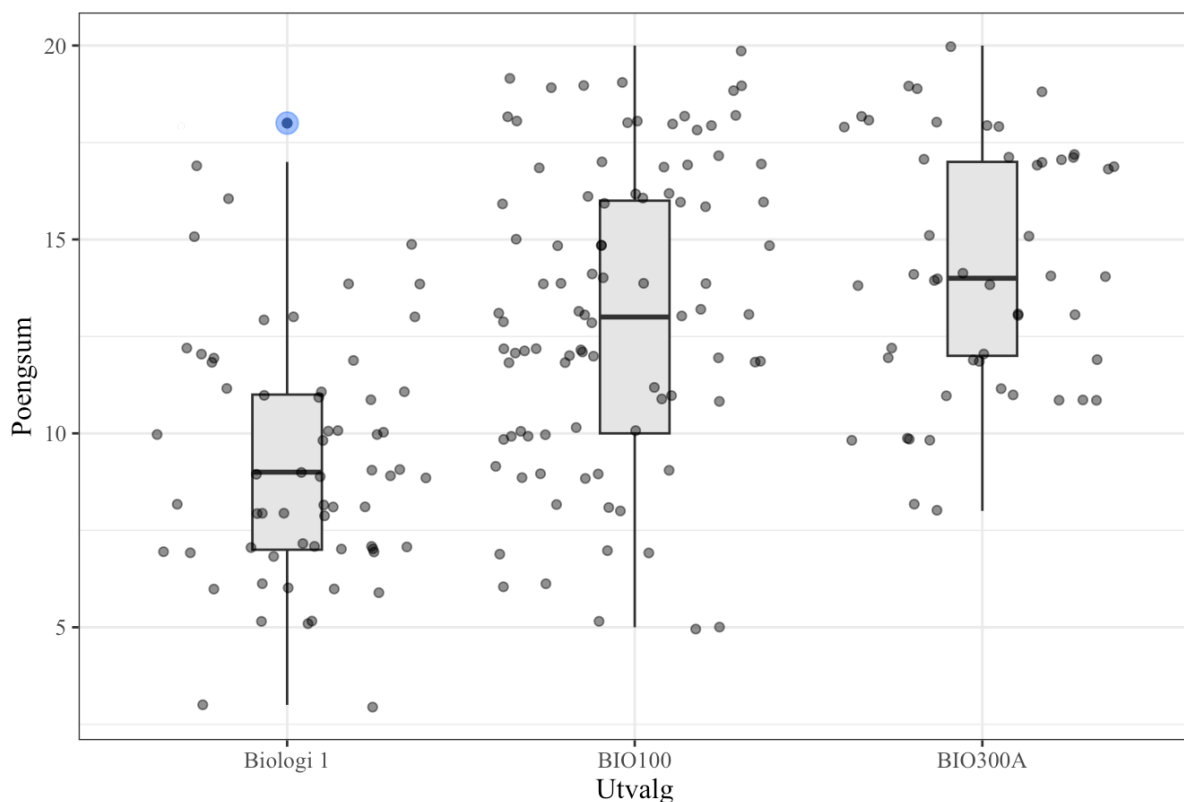
I biologi 1-utvalget svarte alle 62 som var til stede under innsamlingen på spørreundersøkelsen, dette gav en svarprosent på 100 %. I BIO100-utvalget ble spørreundersøkelsen gjennomført i to obligatoriske seminarer som ble avholdt samme dag. Det var 158 studenter til stede under seminarene, og 90 av disse svarte på hele spørreundersøkelsen (svarprosent på 57,6 %). I BIO300A-utvalget var det 81 undervisningsmeldte studenter, og av disse svarte 49 på hele spørreundersøkelsen (svarprosent på 60,0 %).

Analysen av datasettet inkluderer kun fullstendige besvarelser av oppgavesettet. Samlet for utvalgene er det totalt 262 besvarelser og av disse er 13 distribuert (sendt ut, men ikke besvart) og 48 delvis besvart. Besvarelser fra elever i biologi 1 ble samlet inn ved fire ulike videregående skoler og utgjorde til sammen 68 besvarelser: derav ble tre distribuert, tre ble delvis besvart og 62 ble fullstendig besvart (fullføringsprosent på 91,2 %). Noen deltakere i biologi 1-utvalget ble kastet ut underveis i gjennomføringen av spørreundersøkelsen, alle disse deltakerne gjennomførte på nytt. Fra studenter i BIO100 ble det samlet inn 115 besvarelser: derav ble to distribuert, 23 delvis besvart og 90 fullstendig besvart. I BIO100 svarte 91 studenter på oppgavesettet (fullføringsprosent på 79,1 %), mens 90 studenter svarte på hele spørreundersøkelsen. Fra studenter i BIO300A ble det samlet inn 79 besvarelser: derav ble fem distribuert, 25 ble delvis besvart og 49 ble fullstendig besvart. I BIO300A svarte 50 studenter på oppgavesettet (fullføringsprosent på 63,3 %), mens 49 studenter svarte på hele spørreundersøkelsen.

4.3 Poengsum og svarfordeling i utvalgene

I biologi 1-utvalget hadde studentene en median poengsum på ni riktige svar, mens medianen var høyere for BIO100 og BIO300A-utvalgene, med henholdsvis 13 og 14 riktige svar (Figur 4.5). Oppgavesettet hadde en maksimal poengsum på 20, og poengsummene varierte fra tre til 20 i de ulike utvalgene. Ingen i biologi 1-utvalget oppnådde maksimal poengsum på 20, poengsummene varierte mellom tre og 18. Den markerte ekstremverdien i Figur 4.5 representerer en observasjon som ligger over normalen for biologi 1-utvalget, denne eleven presterte altså bedre enn resten av utvalget. Vi undersøkte om denne ekstremverdien kunne skyldes en elev som hadde gjennomført biologi 2 før biologi 1, men dette viste seg å ikke være tilfellet. Ettersom ekstremverdien ligger over medianen til utvalget, vil det ikke gjøre

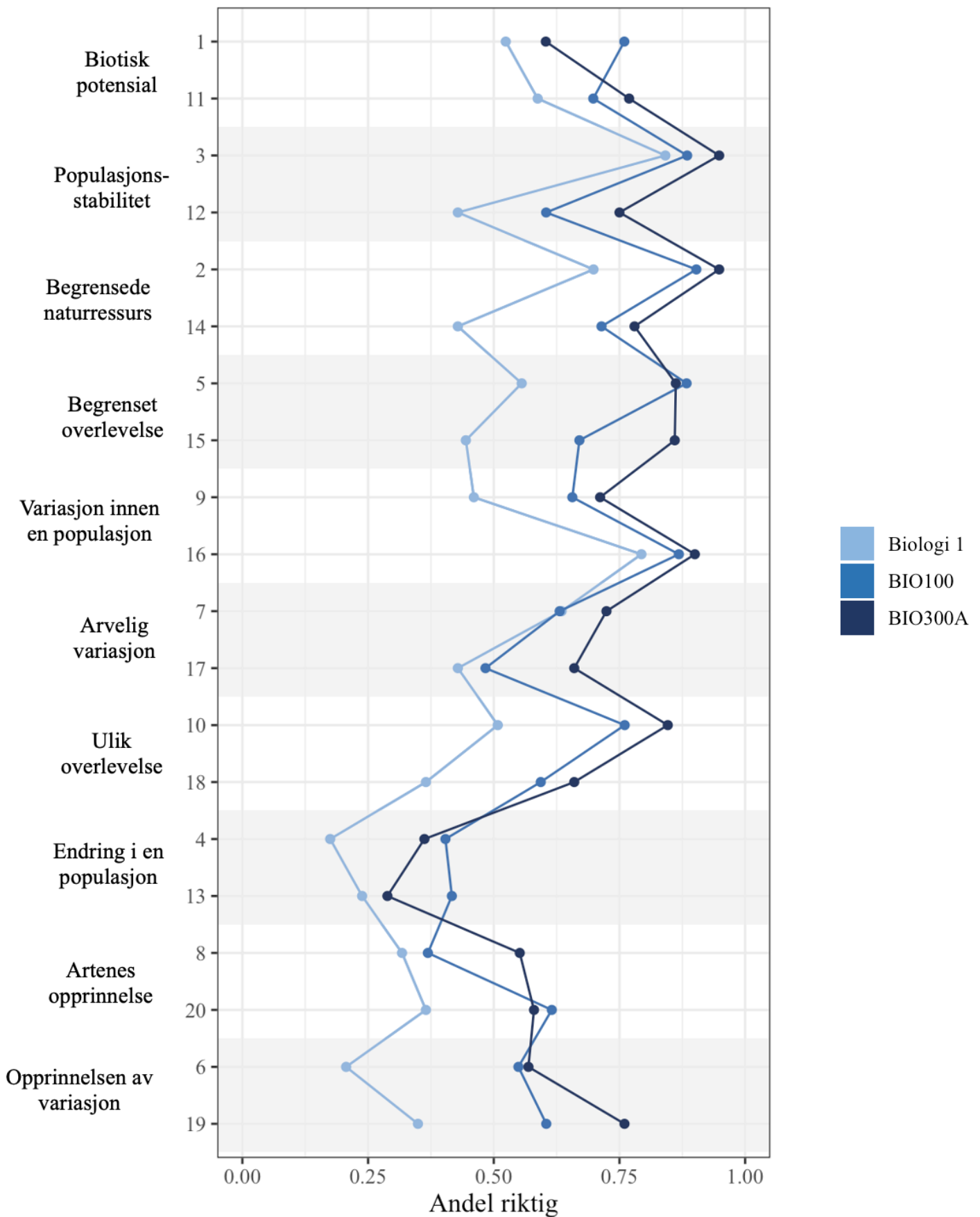
forskjellen mellom utvalgene mindre signifikant. I BIO100 og BIO300A-utvalgene var den laveste poengsummen henholdsvis fem og åtte, og den høyeste var 20.



Figur 4.5: Sammenligning av poengsum for utvalgene biologi 1, BIO100 og BIO300A. Figuren viser median, nedre og øvre kvartil, samt min- og maksverdier for poengsummen i hvert utvalg (y-aksen). Ekstremverdien i biologi 1 er representert ved et individuelt punkt og indikerer en poengsum som avviker betydelig fra resten av utvalget.

Elevene i biologi 1 har generelt lavere prosentandel av riktige svar på alle oppgavene sammenlignet med både BIO100 og BIO300A-utvalgene. Det ser ut til at BIO300A-utvalget generelt sett presterer bedre enn BIO100-utvalget på flertallet av oppgavene, med unntak av oppgave 1, 4, 5, 13 og 20 (Figur 4.6). Oppgave 4 og 13 tilhører konseptet *endring i en populasjon*. *Endring i en populasjon* er også det konseptet med lavest gjennomsnittlig skår, henholdsvis 32,45 % og 31,5 % (Tabell 4.1), det er altså det konseptet færrest elever og studenter har svart riktig på. Det er varierende hvor godt elevene svarer på de ulike konseptene. Oppgave 3 og 12 knyttet til konseptet *populasjonsstabilitet* har alle utvalgene svart mest riktig på. Gjennomsnittlig riktig skår er henholdsvis 89,7 % og 60,5 % på oppgave 3 og 12. Andre konsepter hvor elevene skårer godt er *begrensede naturressurser* og *variasjon innen en populasjon*. Det er også oppgaver der distraktorene velges av mer, eller nesten like mange deltakere som det riktige svaralternativet. Dette gjelder oppgave 4, 8 og 13. I oppgave 4 ble distraktor 4d valgt av 37,8 % av deltakerne og ble mer valgt enn det riktige

svaralternativet. I oppgave 8 og 13, var distraktorene 8c og 13c de mest valgte distraktorene, og ble valgt av henholdsvis 40,5 % og 37,8 % av deltakerne.



Figur 4.6: Fordeling av andel riktige svar per oppgave i utvalgene biologi 1, BIO100 og BIO300A. Figuren viser andelen riktige svar (x-aksen) for hver oppgave (y-aksen) i de tre utvalgene. Oppgavene som tester samme konsept står ved siden av hverandre på y-aksen, med konseptet det tilhører på siden.

Tabell 4.1: Oversikt over andel valgt for hvert svaralternativ i alle utvalgene (biologi 1, BIO100 og BIO300A), fordelt etter konsept og tilhørende oppgaver. Prosentandelen av det korrekte vitenskapelige svaralternativet er markert.

Biotisk potensial	1. Hva ville skjedd over lang tid hvis et hekkende par finker ble plassert på en øy under ideelle forhold, uten rovdyr og med ubegrenset mat, slik at alle individene overlevde?				
	Svaralternativ	Biologi 1	BIO100	BIO300A	Gjennomsnitt
	a	11,1 %	3,3 %	4,0 %	6 %
	b	20,60 %	7,7 %	10,0 %	13 %
	c	52,4 %	76,9 %	64,0 %	64 %
	d	15,9 %	12,1 %	22,0 %	17 %
	11. Anta ideelle betingelser med overskudd av mat, plass og ingen rovdyr, hva ville skjedd hvis et par guppyer ble plassert i en stor dam?				
	Svaralternativ	Biologi 1	BIO100	BIO300A	Gjennomsnitt
	a	11,1 %	4,4 %	8,0 %	7,8 %
	b	58,7 %	70,3 %	78,0 %	69,0 %
	c	15,9 %	12,1 %	6,0 %	11,3 %
	d	14,3 %	13,2 %	8,0 %	11,8 %
Populasjonsstabilitet	3. Når en populasjon av finker har levd på en bestemt øy i mange år, så ...				
	Svaralternativ	Biologi 1	BIO100	BIO300A	Gjennomsnitt
	a	6,3 %	1,1 %	0,0 %	2,5 %
	b	84,1 %	89,0 %	96,0 %	89,7 %
	c	4,8 %	5,5 %	2,0 %	4,1 %
	d	4,8 %	4,4 %	2,0 %	3,7 %
	12. Når en populasjon av guppyer har etablert seg over lengre tid i en reell (ikke ideell) dam med andre organismer inkludert rovdyr, hva vil mest sannsynlig skje med populasjonen?				
	Svaralternativ	Biologi 1	BIO100	BIO300A	Gjennomsnitt
	a	42,9 %	62,6 %	76,0 %	60,5 %
	b	6,3 %	2,2 %	2,0 %	3,5 %
	c	25,4 %	8,8 %	8,0 %	14,1 %
	d	25,4 %	26,4 %	14,0 %	21,9 %

Tabell 4.1: Oversikt over andel valgt for hvert svaralternativ i alle utvalgene (biologi 1, BIO100 og BIO300A), fordelt etter konsept og tilhørende oppgaver. Prosentandelen av det korrekte vitenskapelige svaralternativet er markert.

Begrensede naturressurser	2. Finker på Galapagos trenger mat og vann.				
	Svaralternativ	Biologi 1	BIO100	BIO300A	Gjennomsnitt
	a	69,8 %	91,2 %	94,0 %	85,0 %
	b	17,5 %	4,4 %	6,0 %	9,3 %
	c	7,9 %	4,4 %	0,0 %	4,1 %
	d	4,8 %	0,0 %	0,0 %	1,6 %
	14. Øgler spiser et variert utvalg av insekter og planter. Hvilken påstand beskriver tilgjengeligheten av mat for øglene på Kanariøyene?				
	Svaralternativ	Biologi 1	BIO100	BIO300A	Gjennomsnitt
	a	9,5 %	4,4 %	2,0 %	5,3 %
	b	36,5 %	24,2 %	18,0 %	26,2 %
c	11,1 %	0,0 %	2,0 %	4,4 %	
d	42,9 %	71,4 %	78,0 %	64,1 %	
Begrenset overlevelse	5. Avhengig av nebbets form og størrelse, henter noen finker nektar fra blomster, noen spiser larver fra bark, noen spiser små frø og noen spiser store nøtter. Hvilken påstand beskriver best interaksjonen mellom finkene og matkildene?				
	Svaralternativ	Biologi 1	BIO100	BIO300A	Gjennomsnitt
	a	9,5 %	5,5 %	6,0 %	7,0 %
	b	30,2 %	4,4 %	4,0 %	12,9 %
	c	4,8 %	1,1 %	4,0 %	3,3 %
	d	55,6 %	89,0 %	86,0 %	76,9 %
	15. Hva tror du skjer blant øglene av en bestemt art når tilgangen på mat er begrenset?				
	Svaralternativ	Biologi 1	BIO100	BIO300A	Gjennomsnitt
	a	3,2 %	2,2 %	4,0 %	3,1 %
	b	25,4 %	15,4 %	10,0 %	16,9 %
c	27,0 %	15,4 %	0,0 %	14,1 %	
d	44,4 %	67,0 %	86,0 %	65,8 %	

Tabell 4.1: Oversikt over andel valgt for hvert svaralternativ i alle utvalgene (biologi 1, BIO100 og BIO300A), fordelt etter konsept og tilhørende oppgaver. Prosentandelen av det korrekte vitenskapelige svaralternativet er markert.

Variasjon innen en populasjon	9. En typisk naturlig populasjon av guppyer består av hundrevis av fisk. Hvilket utsagn beskriver guppyene i en isolert populasjon av en enkelt art?				
	Svaralternativ	Biologi 1	BIO100	BIO300A	Gjennomsnitt
	a	6,3 %	1,1 %	0,0 %	2,5 %
	b	22,2 %	23,1 %	22,0 %	22,4 %
	c	25,4 %	10,1 %	6,0 %	13,8 %
	d	46,0 %	64,8 %	72,0 %	60,9 %
	16. Populasjoner av øgler består av hundrevis av individuelle øgler. Hvilken påstand beskriver hvor like de sannsynligvis vil være hverandre?				
	Svaralternativ	Biologi 1	BIO100	BIO300A	Gjennomsnitt
	a	4,8 %	5,5 %	10,0 %	6,8 %
	b	9,5 %	4,4 %	0,0 %	4,6 %
c	79,4 %	86,8 %	90,0 %	85,4 %	
d	6,3 %	3,3 %	0,0 %	3,2 %	
Arvelig variasjon	7. Hvilken type variasjon hos finker overføres til avkommet?				
	Svaralternativ	Biologi 1	BIO100	BIO300A	Gjennomsnitt
	a	3,2 %	7,7 %	4,0 %	5,0 %
	b	14,3 %	13,2 %	12,0 %	13,2 %
	c	63,5 %	64,8 %	76,0 %	68,1 %
	d	19,0 %	14,3 %	8,0 %	13,8 %
	17. Hvilken påstand beskriver hvordan egenskaper hos øgler overføres fra en generasjon til neste?				
	Svaralternativ	Biologi 1	BIO100	BIO300A	Gjennomsnitt
	a	14,3 %	9,9 %	12 %	12,1 %
	b	12,7 %	12,1 %	8 %	10,9 %
c	30,2 %	29,7 %	14 %	24,6 %	
d	42,9 %	48,4 %	66 %	52,4 %	

Tabell 4.1: Oversikt over andel valgt for hvert svaralternativ i alle utvalgene (biologi 1, BIO100 og BIO300A), fordelt etter konsept og tilhørende oppgaver. Prosentandelen av det korrekte vitenskapelige svaralternativet er markert.

Ulik overlevelse	10. Fitness er et begrep som ofte brukes av biologer til å forklare den evolusjonære suksessen til noen organismer. Hvilken funksjon ville en biolog anse for å være viktigst for å avgjøre hvilke guppyer som har høyest fitness?				
	Svaralternativ	Biologi 1	BIO100	BIO300A	Gjennomsnitt
	a	12,7 %	5,5 %	4 %	7,4 %
	b	23,8 %	8,8 %	6 %	12,9 %
	c	50,8 %	78,0 %	86 %	71,6 %
	d	12,7 %	7,7 %	4 %	8,1 %
	18. Fitness er et begrep som ofte brukes av biologer til å forklare den evolusjonære suksessen til noen organismer. Nedenfor er beskrivelser av fire hypotetiske hunnøgler. Hvilken øgle ville en biolog vurdere som å ha høyest fitness?				
		Øgle A	Øgle B	Øgle C	Øgle D
	Kroppslengde	20 cm	12 cm	10 cm	15 cm
	Avkom som overlever til voksen alder	19	28	22	26
	Livslengde	4 år	5 år	4 år	6 år
	Kommentar	Øgle A er veldig sunn, sterk og smart	Øgle B har paret seg med mange øgler	Øgle C har en mørk farget og veldig rask	Øgle D har det største territoriet av alle øglene
	Svaralternativ	Biologi 1	BIO100	BIO300A	Gjennomsnitt
	a	17,5 %	5,5 %	4 %	9,0 %
	b	36,5 %	59,3 %	66 %	53,9 %
	c	14,3 %	12,1 %	8 %	11,5 %
	d	31,7 %	23,1 %	22 %	25,6 %

Tabell 4.1: Oversikt over andel valgt for hvert svaralternativ i alle utvalgene (biologi 1, BIO100 og BIO300A), fordelt etter konsept og tilhørende oppgaver. Prosentandelen av det korrekte vitenskapelige svaralternativet er markert.

Endring i en populasjon	4. Hvilke primære endringer skjer gradvis over tid i en populasjon av finker?				
	Svaralternativ	Biologi 1	BIO100	BIO300A	Gjennomsnitt
	a	15,9 %	14,3 %	4 %	11,4 %
	b	17,5 %	41,8 %	38 %	32,4 %
	c	11,1 %	24,2 %	20 %	18,4 %
	d	55,6 %	19,8 %	38 %	37,8 %
	13. Hvilke primære endringer skjer gradvis over tid i en populasjon av guppyer?				
	Svaralternativ	Biologi 1	BIO100	BIO300A	Gjennomsnitt
	a	11,1 %	10,1 %	18 %	13,1 %
	b	23,8 %	42,9 %	28 %	31,6 %
	c	23,8 %	38,7 %	28 %	30,2 %
	d	41,3 %	7,7 %	26 %	25,0 %
	Artenes opprinnelse	8. Hvordan ble populasjoner av fugler med ulik form og størrelse på nebbet til ulike arter spredt på de forskjellige øyene?			
Svaralternativ		Biologi 1	BIO100	BIO300A	Gjennomsnitt
a		31,7 %	38,5 %	56 %	42,1 %
b		12,7 %	1,1 %	0 %	4,6 %
c		44,4 %	45,1 %	32 %	40,5 %
d		11,1 %	15,4 %	12 %	12,8 %
20. Hva kan forårsake at en art har endret seg til tre arter over tid?					
Svaralternativ		Biologi 1	BIO100	BIO300A	Gjennomsnitt
a		19,0 %	15,4 %	6 %	13,5 %
b		36,5 %	61,5 %	58 %	52,0 %
c		6,3 %	3,3 %	4 %	4,5 %
d		38,1 %	19,8 %	32 %	30,0 %

Tabell 4.1: Oversikt over andel valgt for hvert svaralternativ i alle utvalgene (biologi 1, BIO100 og BIO300A), fordelt etter konsept og tilhørende oppgaver. Prosentandelen av det korrekte vitenskapelige svaralternativet er markert.

Opprinnelsen av variasjon	6. Hvordan oppsto de ulike nebbtypene for første gang hos finkene på Galapagos?				
	Svaralternativ	Biologi 1	BIO100	BIO300A	Gjennomsnitt
	a	25,4 %	18,7 %	22 %	22,0 %
	b	20,6 %	54,9 %	56 %	43,8 %
	c	41,3 %	13,2 %	12 %	22,2 %
	d	12,7 %	13,2 %	10 %	12,0 %
	19. Hvor kom variasjonene i kroppsstørrelsen hos de tre øgleartene mest sannsynlig fra ifølge teorien om naturlig seleksjon?				
	Svaralternativ	Biologi 1	BIO100	BIO300A	Gjennomsnitt
	a	27,0 %	17,6 %	12 %	18,9 %
	b	7,9 %	9,9 %	0 %	5,9 %
	c	34,9 %	60,4 %	76 %	57,1 %
	d	30,2 %	12,1 %	12 %	18,1 %

4.4 Variansanalyse og t-test

Vi gjennomførte en enveis variansanalyse. Resultatet fra testen gav samlet for utvalgene en p-verdi på $\ll 0,001$ (Tabell 4.2). Dette indikerer en signifikant forskjell mellom utvalgene.

Tabell 4.2: Enveis variansanalyse (ANOVA) som sammenligner gjennomsnittet mellom utvalgene biologi 1, BIO100 og BIO300A. Tabellen viser resultater fra en enveis ANOVA, inkludert F-verdi, p-verdi og andre relevante statistiske parametere.

Variabel	Frihetsgrader	Sum kvadrat	Gjennomsnitt kvadrat	F-verdi	p-verdi (<F)
Gruppe	2	813,8	406,9	32,68	5,13E-13
Residualer	201	2502,4	12,4		

BIO100 og BIO300A-utvalgene svarer riktig på signifikant flere oppgaver enn biologi 1-utvalget ($p \ll 0,001$). BIO100 og BIO300A-utvalgene har henholdsvis 3,85 og 4,91 flere riktige svar i gjennomsnitt enn biologi 1-utvalget. Det er ingen signifikant forskjell mellom BIO100 og BIO300A-utvalgene, selv om det er indikasjoner på at BIO300A-utvalget får omtrent ett riktig svar mer enn BIO100-utvalget får (Tabell 4.3).

Tabell 4.3: Tukey-test for enveis variansanalyse av utvalgene biologi 1, BIO100 og BIO300A. Tabellen viser resultatene fra Tukey-testen, som er brukt for å utføre parvise sammenligninger av gjennomsnittet mellom de tre utvalgene.

Utvalg	Differanse	p-verdi (justert)
BIO100 - Biologi 1	3,85	0,00
BIO300A - Biologi 1	4,91	0,00
BIO300A - BIO100	1,06	0,20

Elever på offentlig videregående skoler svarer riktig på signifikant flere oppgaver enn elever på kristne videregående skoler ($p = 0,0057$) (Tabell 4.4). Elever på offentlig videregående skoler svarte riktig på 2,87 flere oppgaver enn på kristne videregående skoler.

Tabell 4.4: t-test for sammenligning av gjennomsnittsskår i biologi 1, av elever i kristen skoler og offentlig skoler. Tabellen viser resultater fra t-testen, inkludert t-verdi og p-verdi, som er brukt for å vurdere forskjellene i gjennomsnittlige poengsummer mellom de to skoletypene.

Biologi 1: Offentlige- og kristne videregående skoler				
t-verdi	frihetsgrad	p-verdi	95 % konfidensintervall	
			nedre	øvre
2,87	60,47	0,0057	10,22	8,12

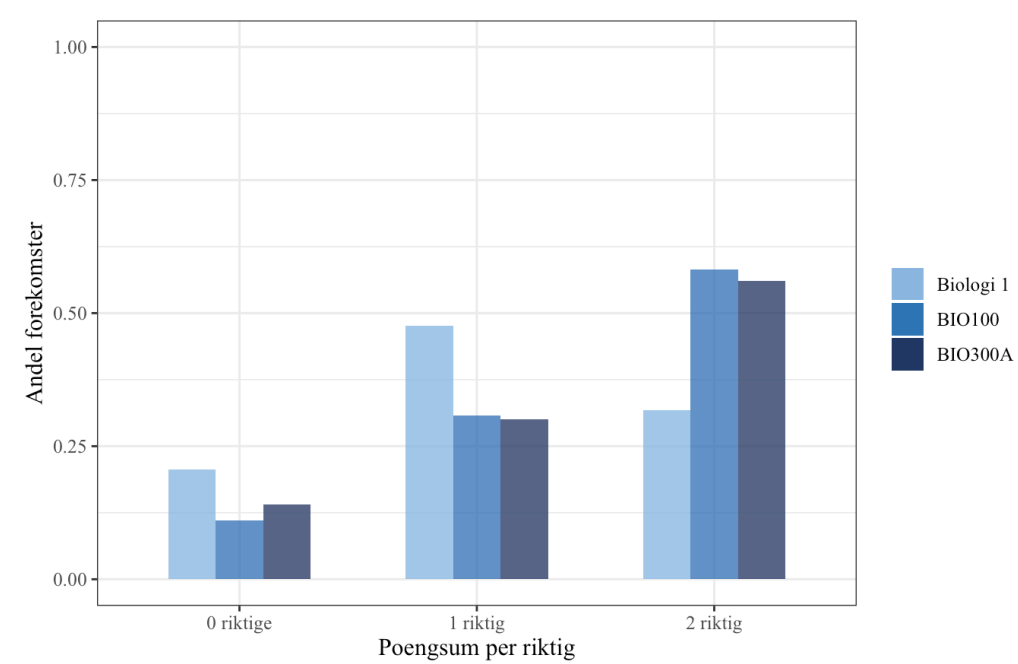
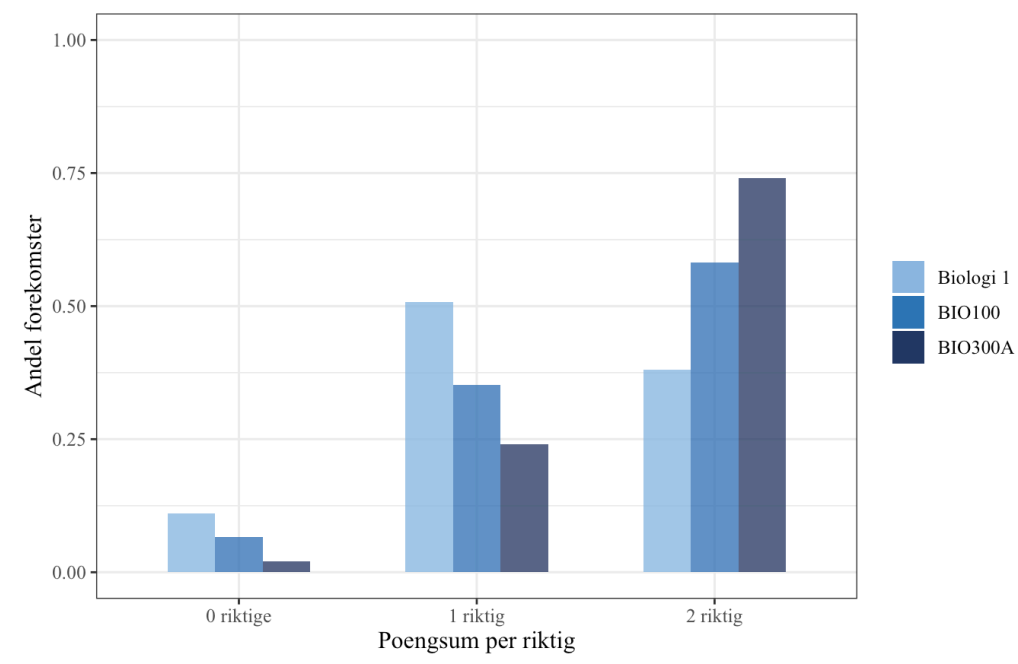
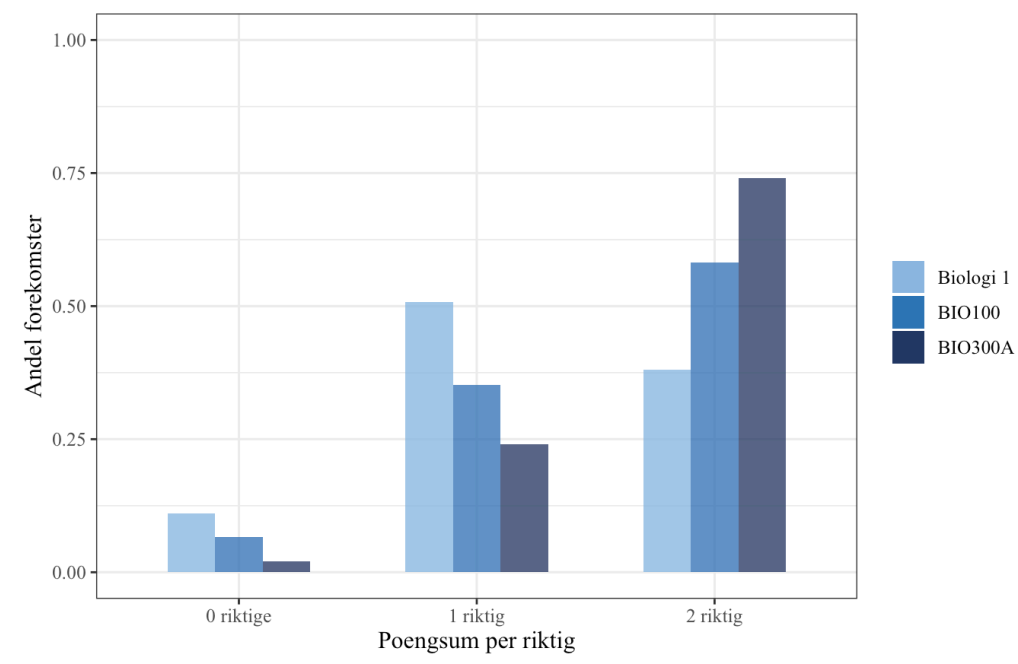
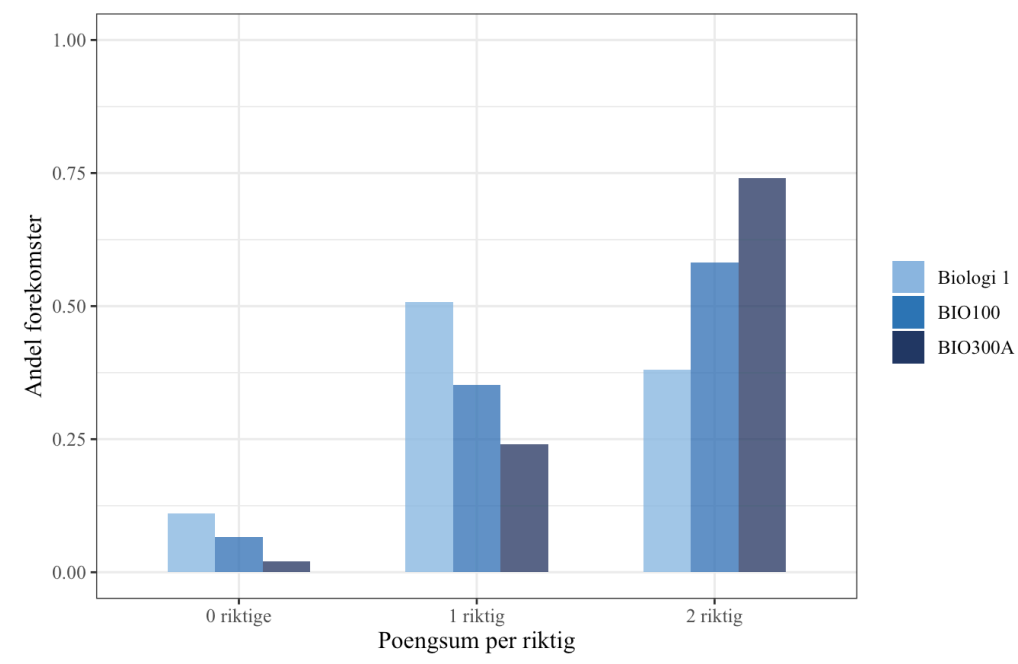
4.5 Andel riktige svar per konsept

Tabell 4.5 viser en oversikt over andel som har null, en eller to riktige svar per konsept. En poengsum på null indikerer at personen svarte feil på begge oppgavene knyttet til konseptet, mens en poengsum på to indikerer at personen svarte riktig på begge oppgavene. BIO300A-utvalget presterte best på åtte konsept, og BIO100-utvalget på de to resterende, dette gjelder konseptene *endring i en populasjon* og *biotisk potensial*. I BIO100 og BIO300A-utvalgene svarte størst andel av utvalget riktig på begge oppgavene i åtte av ti konsept. I begge utvalgene var konseptet *endring i en populasjon* vanskelig, hvor største andel svarte null riktig på oppgavene knyttet til konseptet. I biologi 1-utvalget var det tydelig at enkelte konsept var spesielt utfordrende for utvalget, dette gjelder konseptene *ulik overlevelse*, *endring i en populasjon*, *artenes opprinnelse* og *opprinnelsen av variasjon*. Det er kun konseptet *variasjon innen en populasjon* i biologi 1-utvalget hvor størst andel har svart riktig på begge spørsmålene.

Konseptet *biotisk potensial* har en samlet feilrate på 33,3 %. Fordelt på utvalgene var det 26,4 % for BIO100, 29,0 % for BIO300A og 44,5 % for biologi 1. På konseptet *populasjonsstabilitet* har BIO100-utvalget en feilrate på 24,2 %, BIO300A-utvalget en feilrate på 14,0 % og biologi 1-utvalget en feilrate på 36,5 %. Samlet for utvalgene er feilraten 24,9 %. For konseptet *begrensede naturressurser* har biologi 1-utvalget en større andel feil (43,7 %) enn i BIO100 og BIO300A-utvalgene (henholdsvis 18,7 % og 14,0 %). Samlet for utvalgene er feilraten 25,5 %. Det samme gjelder for konsept *begrenset overlevelse* hvor biologi 1-utvalget igjen har en større feilrate, enn BIO100 og BIO300A-utvalgene, på henholdsvis 50,0 %, 22,0 %, 14,0 % og samlet 28,7 %. Konseptet *variasjon innen en populasjon* hadde en samlet feilrate på 26,8 %. For BIO100-utvalget var feilraten 24,2 %, for BIO300A-utvalget var feilraten 19,0 % og for biologi 1-utvalget var feilraten 37,3 %. På konseptet *arvelig variasjon* fordeler feilraten seg på BIO100-, BIO300A- og biologi 1-utvalget henholdsvis 43,4 %, 29,0 % og 46,8 %. Samlet for konseptet er feilraten 39,7 %. I konseptet *ulik overlevelse* hadde BIO100-utvalget en feilrate på 31,4 %, BIO300A-utvalget hadde 24,0 % og biologi 1-utvalget hadde 56,4 %. Samlet for utvalgene var feilraten 37,2 %. Det konseptet *endring i en populasjon* hadde en forholdsvis høy feilrate i alle utvalg. I BIO100-utvalget var det 57,7 %, i BIO300A-utvalget var det 67,0 % og i biologi 1-utvalget var det 79,4 % som svarte feil. Samlet for alle utvalg var det 68,0 %. For konseptet *artenes opprinnelse* har biologi 1-utvalget klart høyest andel feil med 72,3 % mot BIO100-utvalget på 42,4 % og BIO300A-utvalget på 34,0 %. Samlet for utvalgene er andelen 49,5 %. Samlet

andel feil på konseptet *opprikkelsen av variasjon* er 53,0 %. Fordelingen er jevnere for utvalgene på dette konseptet, henholdsvis 50,0 % for BIO100-utvalget, 43,0 % for BIO300A-utvalget og 65,9 % for biologi 1-utvalget.

Tabell 4.5: Oversikt av andel studenter som har riktig på null, ett eller to av oppgavene knyttet til hvert konsept i utvalgene (biologi 1, BIO100 og BIO300A). Tabellen viser prosentandelen av studenter i hvert utvalg som har oppnådd 0, 1 eller 2 riktige svar for hvert konsept.

Konsept	Oppgave	Andel forekomster per poengsum												
Biotisk potensial	1	 <table border="1"> <caption>Data for Biotisk potensial</caption> <thead> <tr> <th>Oppgave</th> <th>0 riktige</th> <th>1 riktig</th> <th>2 riktig</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.00</td> <td>0.48</td> <td>0.58</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>0.20</td> <td>0.30</td> <td>0.55</td> </tr> </tbody> </table>	Oppgave	0 riktige	1 riktig	2 riktig	1	0.00	0.48	0.58	11	0.20	0.30	0.55
	Oppgave		0 riktige	1 riktig	2 riktig									
1	0.00	0.48	0.58											
11	0.20	0.30	0.55											
11	 <table border="1"> <caption>Data for Populasjonsstabilitet</caption> <thead> <tr> <th>Oppgave</th> <th>0 riktige</th> <th>1 riktig</th> <th>2 riktig</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>0.00</td> <td>0.50</td> <td>0.58</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>0.10</td> <td>0.35</td> <td>0.75</td> </tr> </tbody> </table>	Oppgave	0 riktige	1 riktig	2 riktig	3	0.00	0.50	0.58	12	0.10	0.35	0.75	
Oppgave	0 riktige	1 riktig	2 riktig											
3	0.00	0.50	0.58											
12	0.10	0.35	0.75											
Populasjonsstabilitet	3	 <table border="1"> <caption>Data for Populasjonsstabilitet</caption> <thead> <tr> <th>Oppgave</th> <th>0 riktige</th> <th>1 riktig</th> <th>2 riktig</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>0.00</td> <td>0.50</td> <td>0.58</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>0.10</td> <td>0.35</td> <td>0.75</td> </tr> </tbody> </table>	Oppgave	0 riktige	1 riktig	2 riktig	3	0.00	0.50	0.58	12	0.10	0.35	0.75
Oppgave	0 riktige		1 riktig	2 riktig										
3	0.00	0.50	0.58											
12	0.10	0.35	0.75											
12	 <table border="1"> <caption>Data for Populasjonsstabilitet</caption> <thead> <tr> <th>Oppgave</th> <th>0 riktige</th> <th>1 riktig</th> <th>2 riktig</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>0.00</td> <td>0.50</td> <td>0.58</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>0.10</td> <td>0.35</td> <td>0.75</td> </tr> </tbody> </table>	Oppgave	0 riktige	1 riktig	2 riktig	3	0.00	0.50	0.58	12	0.10	0.35	0.75	
Oppgave	0 riktige	1 riktig	2 riktig											
3	0.00	0.50	0.58											
12	0.10	0.35	0.75											

Tabell 4.5: Oversikt av andel studenter som har riktig på null, ett eller to av oppgavene knyttet til hvert konsept i utvalgene (biologi 1, BIO100 og BIO300A). Tabellen viser prosentandelen av studenter i hvert utvalg som har oppnådd 0, 1 eller 2 riktige svar for hvert konsept.

Konsept	Oppgave	Andel forekomster per poengsum																
Begrensede naturressurser	2	<table border="1"> <caption>Data for 'Begrensede naturressurser' (Oppgave 2)</caption> <thead> <tr> <th>Poengsum per riktig</th> <th>Biologi 1</th> <th>BIO100</th> <th>BIO300A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 riktige</td> <td>0.24</td> <td>0.05</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>1 riktig</td> <td>0.40</td> <td>0.32</td> <td>0.28</td> </tr> <tr> <td>2 riktig</td> <td>0.37</td> <td>0.66</td> <td>0.72</td> </tr> </tbody> </table>	Poengsum per riktig	Biologi 1	BIO100	BIO300A	0 riktige	0.24	0.05	0.00	1 riktig	0.40	0.32	0.28	2 riktig	0.37	0.66	0.72
	Poengsum per riktig		Biologi 1	BIO100	BIO300A													
0 riktige	0.24	0.05	0.00															
1 riktig	0.40	0.32	0.28															
2 riktig	0.37	0.66	0.72															
14	<table border="1"> <caption>Data for 'Begrenset overlevelse' (Oppgave 5)</caption> <thead> <tr> <th>Poengsum per riktig</th> <th>Biologi 1</th> <th>BIO100</th> <th>BIO300A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 riktige</td> <td>0.35</td> <td>0.08</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>1 riktig</td> <td>0.30</td> <td>0.33</td> <td>0.20</td> </tr> <tr> <td>2 riktig</td> <td>0.35</td> <td>0.62</td> <td>0.76</td> </tr> </tbody> </table>	Poengsum per riktig	Biologi 1	BIO100	BIO300A	0 riktige	0.35	0.08	0.05	1 riktig	0.30	0.33	0.20	2 riktig	0.35	0.62	0.76	
Poengsum per riktig		Biologi 1	BIO100	BIO300A														
0 riktige	0.35	0.08	0.05															
1 riktig	0.30	0.33	0.20															
2 riktig	0.35	0.62	0.76															
Begrenset overlevelse	5	<table border="1"> <caption>Data for 'Begrensede naturressurser' (Oppgave 14)</caption> <thead> <tr> <th>Poengsum per riktig</th> <th>Biologi 1</th> <th>BIO100</th> <th>BIO300A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 riktige</td> <td>0.24</td> <td>0.05</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>1 riktig</td> <td>0.40</td> <td>0.32</td> <td>0.28</td> </tr> <tr> <td>2 riktig</td> <td>0.37</td> <td>0.66</td> <td>0.72</td> </tr> </tbody> </table>	Poengsum per riktig	Biologi 1	BIO100	BIO300A	0 riktige	0.24	0.05	0.00	1 riktig	0.40	0.32	0.28	2 riktig	0.37	0.66	0.72
	Poengsum per riktig		Biologi 1	BIO100	BIO300A													
0 riktige	0.24	0.05	0.00															
1 riktig	0.40	0.32	0.28															
2 riktig	0.37	0.66	0.72															
15	<table border="1"> <caption>Data for 'Begrenset overlevelse' (Oppgave 15)</caption> <thead> <tr> <th>Poengsum per riktig</th> <th>Biologi 1</th> <th>BIO100</th> <th>BIO300A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 riktige</td> <td>0.35</td> <td>0.08</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>1 riktig</td> <td>0.30</td> <td>0.33</td> <td>0.20</td> </tr> <tr> <td>2 riktig</td> <td>0.35</td> <td>0.62</td> <td>0.76</td> </tr> </tbody> </table>	Poengsum per riktig	Biologi 1	BIO100	BIO300A	0 riktige	0.35	0.08	0.05	1 riktig	0.30	0.33	0.20	2 riktig	0.35	0.62	0.76	
Poengsum per riktig		Biologi 1	BIO100	BIO300A														
0 riktige	0.35	0.08	0.05															
1 riktig	0.30	0.33	0.20															
2 riktig	0.35	0.62	0.76															

Tabell 4.5: Oversikt av andel studenter som har riktig på null, ett eller to av oppgavene knyttet til hvert konsept i utvalgene (biologi 1, BIO100 og BIO300A). Tabellen viser prosentandelen av studenter i hvert utvalg som har oppnådd 0, 1 eller 2 riktige svar for hvert konsept.

Konsept	Oppgave	Andel forekomster per poengsum																
Variasjon innen en populasjon	9	<table border="1"> <caption>Data for 'Variasjon innen en populasjon' (Oppgave 9)</caption> <thead> <tr> <th>Poengsum per riktig</th> <th>Biologi 1</th> <th>BIO100</th> <th>BIO300A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 riktige</td> <td>~0.18</td> <td>~0.08</td> <td>~0.05</td> </tr> <tr> <td>1 riktig</td> <td>~0.40</td> <td>~0.30</td> <td>~0.30</td> </tr> <tr> <td>2 riktig</td> <td>~0.45</td> <td>~0.60</td> <td>~0.65</td> </tr> </tbody> </table>	Poengsum per riktig	Biologi 1	BIO100	BIO300A	0 riktige	~0.18	~0.08	~0.05	1 riktig	~0.40	~0.30	~0.30	2 riktig	~0.45	~0.60	~0.65
	Poengsum per riktig		Biologi 1	BIO100	BIO300A													
0 riktige	~0.18	~0.08	~0.05															
1 riktig	~0.40	~0.30	~0.30															
2 riktig	~0.45	~0.60	~0.65															
16	<table border="1"> <caption>Data for 'Arvelig variasjon' (Oppgave 7)</caption> <thead> <tr> <th>Poengsum per riktig</th> <th>Biologi 1</th> <th>BIO100</th> <th>BIO300A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 riktige</td> <td>~0.20</td> <td>~0.28</td> <td>~0.15</td> </tr> <tr> <td>1 riktig</td> <td>~0.52</td> <td>~0.28</td> <td>~0.25</td> </tr> <tr> <td>2 riktig</td> <td>~0.28</td> <td>~0.45</td> <td>~0.58</td> </tr> </tbody> </table>	Poengsum per riktig	Biologi 1	BIO100	BIO300A	0 riktige	~0.20	~0.28	~0.15	1 riktig	~0.52	~0.28	~0.25	2 riktig	~0.28	~0.45	~0.58	
Poengsum per riktig		Biologi 1	BIO100	BIO300A														
0 riktige	~0.20	~0.28	~0.15															
1 riktig	~0.52	~0.28	~0.25															
2 riktig	~0.28	~0.45	~0.58															
Arvelig variasjon	7	<table border="1"> <caption>Data for 'Variasjon innen en populasjon' (Oppgave 16)</caption> <thead> <tr> <th>Poengsum per riktig</th> <th>Biologi 1</th> <th>BIO100</th> <th>BIO300A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 riktige</td> <td>~0.18</td> <td>~0.08</td> <td>~0.05</td> </tr> <tr> <td>1 riktig</td> <td>~0.40</td> <td>~0.30</td> <td>~0.30</td> </tr> <tr> <td>2 riktig</td> <td>~0.45</td> <td>~0.60</td> <td>~0.65</td> </tr> </tbody> </table>	Poengsum per riktig	Biologi 1	BIO100	BIO300A	0 riktige	~0.18	~0.08	~0.05	1 riktig	~0.40	~0.30	~0.30	2 riktig	~0.45	~0.60	~0.65
	Poengsum per riktig		Biologi 1	BIO100	BIO300A													
0 riktige	~0.18	~0.08	~0.05															
1 riktig	~0.40	~0.30	~0.30															
2 riktig	~0.45	~0.60	~0.65															
17	<table border="1"> <caption>Data for 'Arvelig variasjon' (Oppgave 17)</caption> <thead> <tr> <th>Poengsum per riktig</th> <th>Biologi 1</th> <th>BIO100</th> <th>BIO300A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 riktige</td> <td>~0.20</td> <td>~0.28</td> <td>~0.15</td> </tr> <tr> <td>1 riktig</td> <td>~0.52</td> <td>~0.28</td> <td>~0.25</td> </tr> <tr> <td>2 riktig</td> <td>~0.28</td> <td>~0.45</td> <td>~0.58</td> </tr> </tbody> </table>	Poengsum per riktig	Biologi 1	BIO100	BIO300A	0 riktige	~0.20	~0.28	~0.15	1 riktig	~0.52	~0.28	~0.25	2 riktig	~0.28	~0.45	~0.58	
Poengsum per riktig		Biologi 1	BIO100	BIO300A														
0 riktige	~0.20	~0.28	~0.15															
1 riktig	~0.52	~0.28	~0.25															
2 riktig	~0.28	~0.45	~0.58															

Tabell 4.5: Oversikt av andel studenter som har riktig på null, ett eller to av oppgavene knyttet til hvert konsept i utvalgene (biologi 1, BIO100 og BIO300A). Tabellen viser prosentandelen av studenter i hvert utvalg som har oppnådd 0, 1 eller 2 riktige svar for hvert konsept.

Konsept	Oppgave	Andel forekomster per poengsum																
Ulik overlevelse	10	<table border="1"> <caption>Data for 'Ulik overlevelse' concept</caption> <thead> <tr> <th>Poengsum per riktig</th> <th>Biologi 1</th> <th>BIO100</th> <th>BIO300A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 riktige</td> <td>~0.40</td> <td>~0.15</td> <td>~0.10</td> </tr> <tr> <td>1 riktig</td> <td>~0.38</td> <td>~0.35</td> <td>~0.28</td> </tr> <tr> <td>2 riktige</td> <td>~0.25</td> <td>~0.52</td> <td>~0.62</td> </tr> </tbody> </table>	Poengsum per riktig	Biologi 1	BIO100	BIO300A	0 riktige	~0.40	~0.15	~0.10	1 riktig	~0.38	~0.35	~0.28	2 riktige	~0.25	~0.52	~0.62
	Poengsum per riktig		Biologi 1	BIO100	BIO300A													
0 riktige	~0.40	~0.15	~0.10															
1 riktig	~0.38	~0.35	~0.28															
2 riktige	~0.25	~0.52	~0.62															
18	<table border="1"> <caption>Data for 'Endring i en populasjon' concept</caption> <thead> <tr> <th>Poengsum per riktig</th> <th>Biologi 1</th> <th>BIO100</th> <th>BIO300A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 riktige</td> <td>~0.68</td> <td>~0.45</td> <td>~0.55</td> </tr> <tr> <td>1 riktig</td> <td>~0.25</td> <td>~0.30</td> <td>~0.26</td> </tr> <tr> <td>2 riktige</td> <td>~0.08</td> <td>~0.28</td> <td>~0.20</td> </tr> </tbody> </table>	Poengsum per riktig	Biologi 1	BIO100	BIO300A	0 riktige	~0.68	~0.45	~0.55	1 riktig	~0.25	~0.30	~0.26	2 riktige	~0.08	~0.28	~0.20	
Poengsum per riktig		Biologi 1	BIO100	BIO300A														
0 riktige	~0.68	~0.45	~0.55															
1 riktig	~0.25	~0.30	~0.26															
2 riktige	~0.08	~0.28	~0.20															
Endring i en populasjon	4	<table border="1"> <caption>Data for 'Ulik overlevelse' concept</caption> <thead> <tr> <th>Poengsum per riktig</th> <th>Biologi 1</th> <th>BIO100</th> <th>BIO300A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 riktige</td> <td>~0.40</td> <td>~0.15</td> <td>~0.10</td> </tr> <tr> <td>1 riktig</td> <td>~0.38</td> <td>~0.35</td> <td>~0.28</td> </tr> <tr> <td>2 riktige</td> <td>~0.25</td> <td>~0.52</td> <td>~0.62</td> </tr> </tbody> </table>	Poengsum per riktig	Biologi 1	BIO100	BIO300A	0 riktige	~0.40	~0.15	~0.10	1 riktig	~0.38	~0.35	~0.28	2 riktige	~0.25	~0.52	~0.62
	Poengsum per riktig		Biologi 1	BIO100	BIO300A													
0 riktige	~0.40	~0.15	~0.10															
1 riktig	~0.38	~0.35	~0.28															
2 riktige	~0.25	~0.52	~0.62															
13	<table border="1"> <caption>Data for 'Endring i en populasjon' concept</caption> <thead> <tr> <th>Poengsum per riktig</th> <th>Biologi 1</th> <th>BIO100</th> <th>BIO300A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 riktige</td> <td>~0.68</td> <td>~0.45</td> <td>~0.55</td> </tr> <tr> <td>1 riktig</td> <td>~0.25</td> <td>~0.30</td> <td>~0.26</td> </tr> <tr> <td>2 riktige</td> <td>~0.08</td> <td>~0.28</td> <td>~0.20</td> </tr> </tbody> </table>	Poengsum per riktig	Biologi 1	BIO100	BIO300A	0 riktige	~0.68	~0.45	~0.55	1 riktig	~0.25	~0.30	~0.26	2 riktige	~0.08	~0.28	~0.20	
Poengsum per riktig		Biologi 1	BIO100	BIO300A														
0 riktige	~0.68	~0.45	~0.55															
1 riktig	~0.25	~0.30	~0.26															
2 riktige	~0.08	~0.28	~0.20															

Tabell 4.5: Oversikt av andel studenter som har riktig på null, ett eller to av oppgavene knyttet til hvert konsept i utvalgene (biologi 1, BIO100 og BIO300A). Tabellen viser prosentandelen av studenter i hvert utvalg som har oppnådd 0, 1 eller 2 riktige svar for hvert konsept.

Konsept	Oppgave	Andel forekomster per poengsum																
Artenes opprinnelse	8	<table border="1"> <caption>Data for 'Artenes opprinnelse' (Oppgave 8)</caption> <thead> <tr> <th>Poengsum per riktig</th> <th>Biologi 1</th> <th>BIO100</th> <th>BIO300A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 riktige</td> <td>0.49</td> <td>0.26</td> <td>0.18</td> </tr> <tr> <td>1 riktig</td> <td>0.34</td> <td>0.47</td> <td>0.50</td> </tr> <tr> <td>2 riktig</td> <td>0.17</td> <td>0.26</td> <td>0.32</td> </tr> </tbody> </table>	Poengsum per riktig	Biologi 1	BIO100	BIO300A	0 riktige	0.49	0.26	0.18	1 riktig	0.34	0.47	0.50	2 riktig	0.17	0.26	0.32
	Poengsum per riktig		Biologi 1	BIO100	BIO300A													
0 riktige	0.49	0.26	0.18															
1 riktig	0.34	0.47	0.50															
2 riktig	0.17	0.26	0.32															
20	<table border="1"> <caption>Data for 'Opprinnelsen av variasjon' (Oppgave 19)</caption> <thead> <tr> <th>Poengsum per riktig</th> <th>Biologi 1</th> <th>BIO100</th> <th>BIO300A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 riktige</td> <td>0.56</td> <td>0.28</td> <td>0.14</td> </tr> <tr> <td>1 riktig</td> <td>0.34</td> <td>0.27</td> <td>0.41</td> </tr> <tr> <td>2 riktig</td> <td>0.11</td> <td>0.44</td> <td>0.46</td> </tr> </tbody> </table>	Poengsum per riktig	Biologi 1	BIO100	BIO300A	0 riktige	0.56	0.28	0.14	1 riktig	0.34	0.27	0.41	2 riktig	0.11	0.44	0.46	
Poengsum per riktig		Biologi 1	BIO100	BIO300A														
0 riktige	0.56	0.28	0.14															
1 riktig	0.34	0.27	0.41															
2 riktig	0.11	0.44	0.46															
Opprinnelsen av variasjon	6	<table border="1"> <caption>Data for 'Artenes opprinnelse' (Oppgave 8)</caption> <thead> <tr> <th>Poengsum per riktig</th> <th>Biologi 1</th> <th>BIO100</th> <th>BIO300A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 riktige</td> <td>0.49</td> <td>0.26</td> <td>0.18</td> </tr> <tr> <td>1 riktig</td> <td>0.34</td> <td>0.47</td> <td>0.50</td> </tr> <tr> <td>2 riktig</td> <td>0.17</td> <td>0.26</td> <td>0.32</td> </tr> </tbody> </table>	Poengsum per riktig	Biologi 1	BIO100	BIO300A	0 riktige	0.49	0.26	0.18	1 riktig	0.34	0.47	0.50	2 riktig	0.17	0.26	0.32
	Poengsum per riktig		Biologi 1	BIO100	BIO300A													
0 riktige	0.49	0.26	0.18															
1 riktig	0.34	0.47	0.50															
2 riktig	0.17	0.26	0.32															
19	<table border="1"> <caption>Data for 'Opprinnelsen av variasjon' (Oppgave 19)</caption> <thead> <tr> <th>Poengsum per riktig</th> <th>Biologi 1</th> <th>BIO100</th> <th>BIO300A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 riktige</td> <td>0.56</td> <td>0.28</td> <td>0.14</td> </tr> <tr> <td>1 riktig</td> <td>0.34</td> <td>0.27</td> <td>0.41</td> </tr> <tr> <td>2 riktig</td> <td>0.11</td> <td>0.44</td> <td>0.46</td> </tr> </tbody> </table>	Poengsum per riktig	Biologi 1	BIO100	BIO300A	0 riktige	0.56	0.28	0.14	1 riktig	0.34	0.27	0.41	2 riktig	0.11	0.44	0.46	
Poengsum per riktig		Biologi 1	BIO100	BIO300A														
0 riktige	0.56	0.28	0.14															
1 riktig	0.34	0.27	0.41															
2 riktig	0.11	0.44	0.46															

4.6 Analyse av oppgavene i CINS

4.6.1 Vanskelighetsgrad og diskrimineringsindeks

Diskrimineringsindeks og vanskelighetsgrad for de tre utvalgene er presentert i Tabell 4.6. Vanskelighetsgraden er en skala fra 0 til 1, der 1 indikerer at oppgaven er veldig enkel og 0 indikerer at oppgaven er veldig vanskelig. For konseptet *endring i en populasjon*, oppgave 4 og 13, har biologi 1-utvalget en lav verdi for vanskelighetsgrad på henholdsvis 0,17 og 0,38, noe som betyr at oppgavene var spesielt utfordrende for deltakerne. BIO100 og BIO300A-utvalgene hadde derimot en høyere vanskelighetsgrad på henholdsvis 0,42 og 0,43 for oppgave 13. Når det gjelder diskrimineringsindeksen, er dette en indikator på hvor godt oppgaven skiller mellom deltakere som har forstått konseptet og de som ikke har det. En diskrimineringsindeks over 0,3 anses som god, mens en indeks nær eller under null kan antyde at oppgaven ikke tester forståelsen av konseptet på en god måte (Tabell 3.3). For oppgave 4 og 13, som tester konseptet *endring i en populasjon*, har biologi 1-utvalget en negativ diskrimineringsindeks på henholdsvis -0,19 og -0,25, noe som betyr at flere av deltakerne i den nedre gruppen har svart riktig enn i den øvre gruppen. BIO100 og BIO300A-utvalgene hadde derimot en god diskrimineringsindeks på henholdsvis 0,45 og 0,52 for oppgave 13, noe som indikerer at oppgaven tester forståelsen av konseptet på en god måte. Oppgave 2 og 12 for BIO300A-utvalget hadde derimot en diskrimineringsindeks på henholdsvis 0 og 0,01, noe som betyr at like mange i den nedre gruppen og i den øvre gruppen har svart riktig.

Tabell 4.6: Oversikt over vanskelighetsgrad og diskrimineringsindeks per oppgave i utvalgene biologi 1, BIO100 og BIO300A. Vanskelighetsgraden måles på en skala fra 0 til 1, hvor 1 er lett og 0 er vanskelig. Diskrimineringsindeksen måles på en skala fra -1 til 1, hvor en indeks på over 0,3 anses som en god diskrimineringsindeks.

Konsept	Oppgave	Vanskelighetsgrad			Diskrimineringsindeks		
		Biologi 1	BIO100	BIO300A	Biologi 1	BIO100	BIO300A
Biotisk potensial	1	0,52	0,77	0,64	0,1	0,13	0,24
	11	0,59	0,7	0,78	0,17	0,29	0,44
Populasjonsstabilitet	3	0,84	0,89	0,96	0,33	0,2	0,28
	12	0,43	0,63	0,76	0,3	0,22	0,01
Begrensede naturressurser	2	0,7	0,91	0,94	0,34	0,3	0
	14	0,43	0,71	0,78	0,24	0,29	0,28
Begrenset overlevelse	5	0,56	0,89	0,86	0,38	0,22	0,07
	15	0,44	0,67	0,86	0,61	0,42	0,42
Variasjon innen en populasjon	9	0,46	0,65	0,72	0,09	0,46	0,12
	16	0,79	0,87	0,9	0,09	0,14	0,12
Arvelig variasjon	7	0,63	0,65	0,76	0,3	0,21	0,23
	17	0,43	0,48	0,66	0,24	0,48	0,31
Ulik overlevelse	10	0,51	0,78	0,86	0,11	0,38	0,24
	18	0,37	0,59	0,66	0,21	0,46	0,36
Endring i en populasjon	4	0,17	0,42	0,38	-0,19	0,53	0,21
	13	0,24	0,43	0,28	-0,25	0,45	0,52
Artenes opprinnelse	8	0,32	0,38	0,56	0,3	0,28	0,32
	20	0,37	0,62	0,58	0,26	0,21	0,16
Opprinnelsen av variasjon	6	0,21	0,55	0,56	0,23	0,37	0,61
	19	0,35	0,6	0,76	0,27	0,48	0,21

4.6.2 Distraktoranalyse

Distraktoranalysene viser variasjon i valg av distraktorer mellom utvalgene (Vedlegg 5). I biologi 1-utvalget ble alle distraktorer valgt minst én gang på alle oppgavene. Noen av distraktorene ble valgt av en større andel i den øvre gruppen enn i den nedre gruppen. Dette gjelder svaralternativene 1b, 4d, 6c, 9b, 9c, 13c, 13d og 16a. I BIO100-utvalget var det noen få distraktorer som ikke ble valgt, dette gjelder svaralternativ 2d og 14c. Andre distraktorer ble valgt av en større andel i den øvre gruppen enn i den nedre gruppen. Dette gjelder svaralternativene 3a, 8a og 16a. I BIO300A-utvalget ble en del av distraktorene ikke valgt av noen deltakere. Dette gjelder svaralternativ 2c, 2d, 3a, 8b, 9a, 15c, 16b, 16d og 19b. Andre distraktorer ble valgt av en større andel i den øvre gruppen enn i den nedre gruppen. Dette gjelder svaralternativ 5c, 7a, 9c, 12d, 13a og 20a.

Vi kommenterer resultatene til distraktoranalyser av et velfungerende konsept (*biotisk potensial*) og et utfordrende konsept (*endring i en populasjon*). Vi vil fokusere på resultatene av den nedre gruppen (27 % deltakere som har lavest total skår) og den øvre gruppen (27 % deltakere som har høyest total skår).

Biotisk potensial ble representert av oppgave 1 og 11. Distraktorene tester tre ulike misoppfatninger: «ikke alle organismer kan oppnå eksponentiell populasjonsvekst», «organismer erstatter bare seg selv» og «populasjoner flater ut». Distraktoranalysen av oppgavene viser at andelen deltakere som valgte det korrekte svaret økte med økende prestasjonsnivå på tvers av alle utvalg (Figur 4.6). Lavest andel var i den nedre gruppen, mens høyest andel var i den øvre gruppen. Det korrekte svaret ble valgt flest ganger i alle utvalg og grupper. Ingen distraktorer skiller seg klart ut som mest valgt på tvers av utvalgene, men det er en større andel i biologi 1-utvalget som velger distraktorer fremfor det korrekte svaret enn i de andre utvalgene.

Endring i en populasjon ble representert av oppgave 4 og 13. Distraktorene tester tre ulike misoppfatninger: «endringer i en populasjon skjer gjennom en gradvis endring i alle medlemmer av en populasjon», «lært atferd går i arv» og «mutasjoner oppstår for å møte populasjonens behov». Distraktoranalysen av oppgavene viser at de ulike utvalgene (og gruppene innad i utvalgene) valgte svært varierende svaralternativ på dette konseptet (Figur 4.7). I biologi 1-utvalget blir distraktoren som tester misoppfatningen «mutasjoner oppstår for å møte populasjonens behov» (svaralternativ d i begge oppgavene) valgt av flest i begge grupper. Unntaket er oppgave 13, hvor den nedre gruppen velger det korrekte svaret like

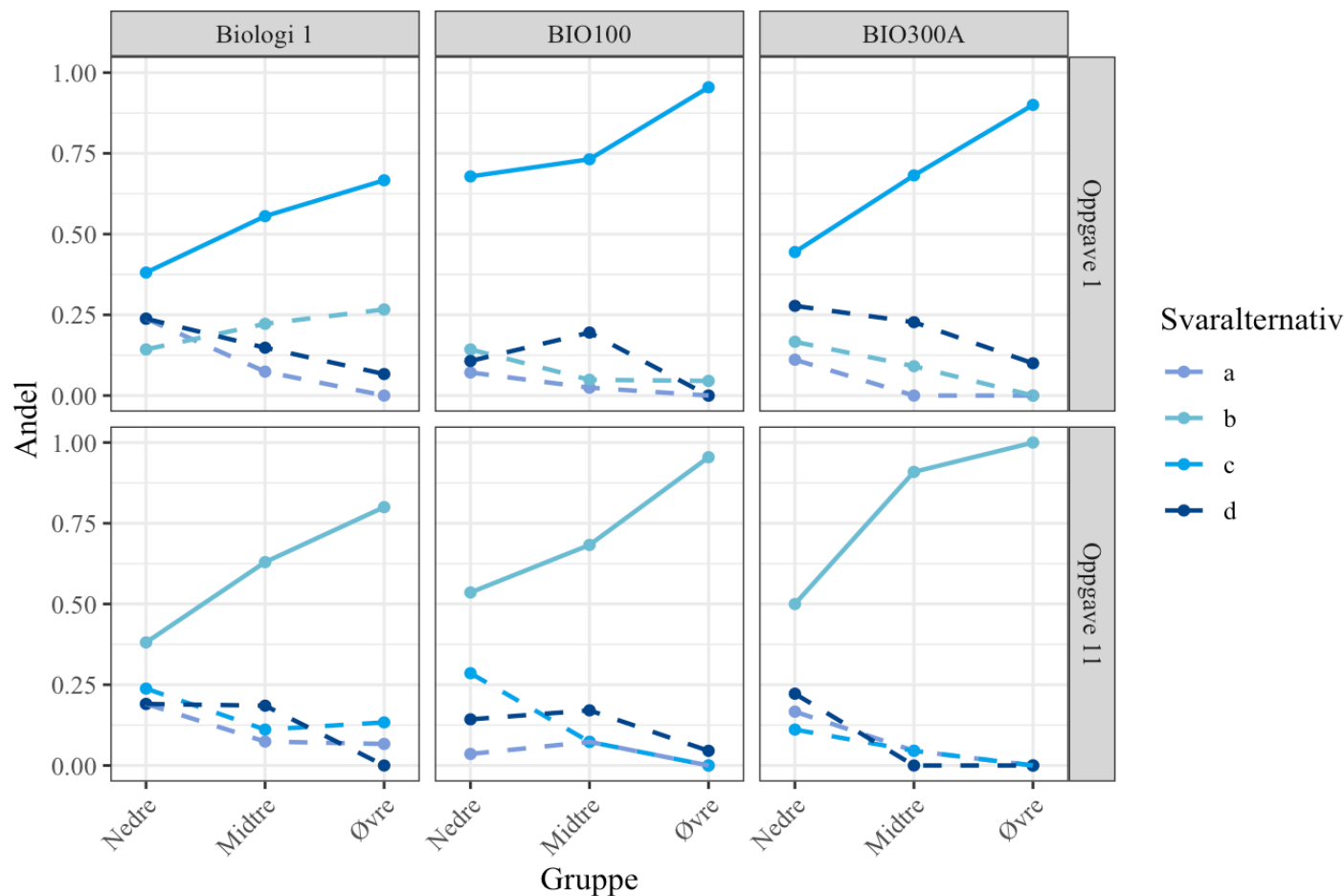
mye. I BIO100 og BIO300A-utvalget økte andelen deltakere som valgte riktig svaralternativ med økende prestasjonsnivå. Lavest andel var i den nedre gruppen, mens høyest andel var i øvre gruppen. På oppgave 4 i den nedre gruppen i BIO100-utvalget blir nesten alle distraktorene valgt i større grad enn det korrekte svaret. Det er delvis samme tendens i den nedre gruppen i BIO300A-utvalget. Distraktoren som velges av flest i BIO100-utvalget skiller seg fra distraktoren biologi 1-utvalget. Dette er distraktoren som tester misoppfatningen «lært atferd går i arv» (svaralternativ c i begge oppgavene). I BIO300A-utvalget blir begge distraktorene valgt.

1. Hva ville skjedd over lang tid hvis et hekkende par finker ble plassert på en øy under ideelle forhold, uten rovdyr og med ubegrenset mat, slik at alle individene overlevde?

- Populasjonen med finker ville forbli liten fordi fugler bare får nok avkom til å erstatte seg selv.
- Populasjonen med finker ville fordobles, for så å forbli relativt stabil.
- Populasjonen med finker ville økt drastisk.
- Populasjonen med finker ville vokst sakte og deretter flatet ut.

11. Anta ideelle betingelser med overskudd av mat, plass og ingen rovdyr, hva ville skjedd hvis et par guppyer ble plassert i en stor dam?

- Populasjonen ville vokst sakte, siden guppyene bare ville fått nok avkom til å holde antallet i populasjonen ved like.
- Populasjonen ville vokst sakte først, og deretter raskt, og tusenvis av guppyer ville fylt opp dammen.
- Populasjonen ville aldri blitt veldig stor, fordi bare organismer som insekter og bakterier formerer seg på den måten.
- Populasjonen ville fortsette å vokse sakte over tid.



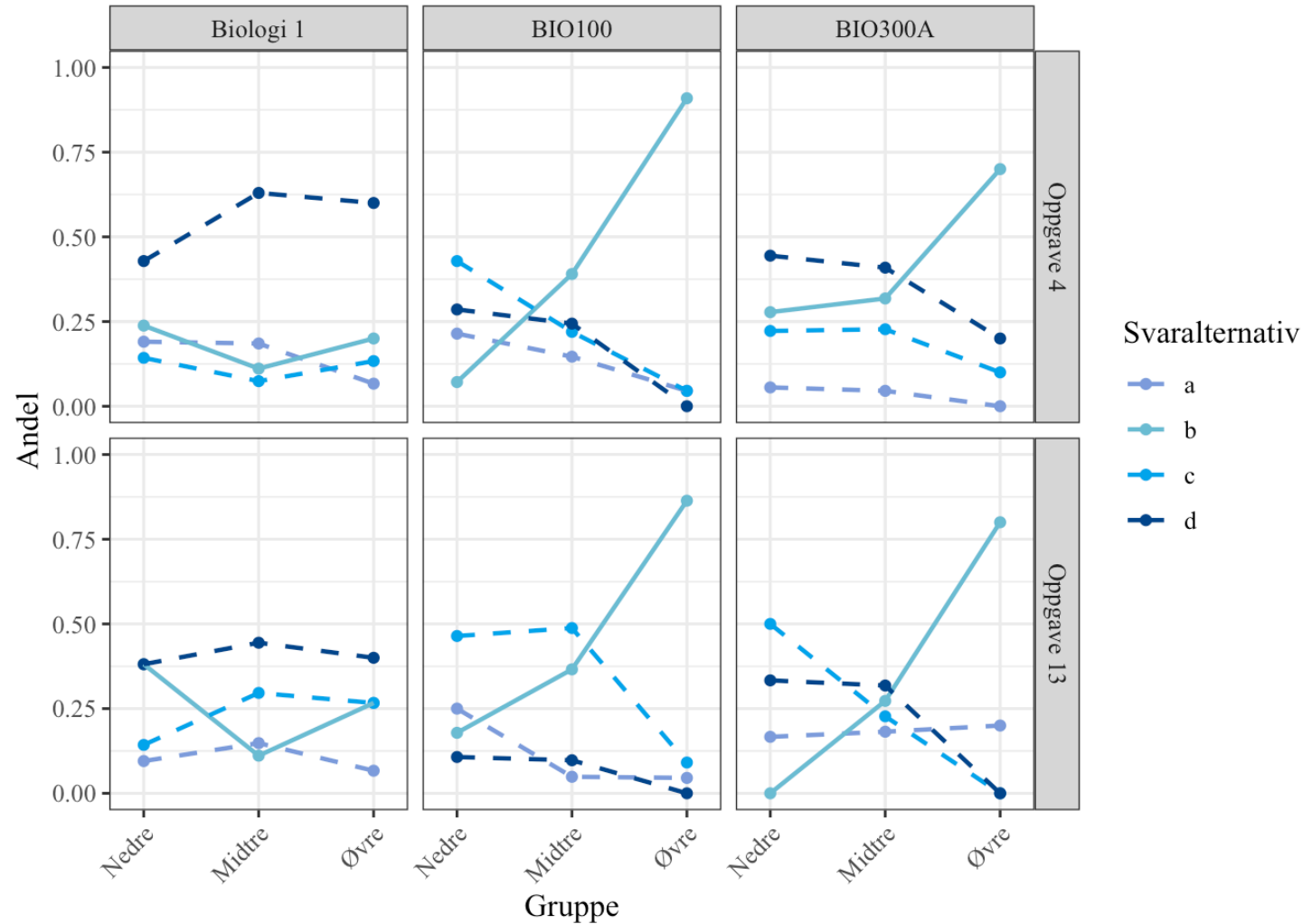
Figur 4.6: Oppgavene 1 og 11 (biotisk potensial) og distraktoranalyse for oppgavene. Distraktoranalysen viser fordelingen av valgte svaralternativer (i de nedre, midtre og øvre gruppen) for de to oppgavene i utvalgene biologi 1, BIO100 og BIO300A. Riktig svaralternativ er markert med en heltrukket linje.

4. Hvilke primære endringer skjer gradvis over tid i en populasjon av finker?

- Egenskapene til hver fink i en populasjon endrer seg gradvis.
- Andelene av finker som har forskjellige egenskaper innad en populasjon endres.
- Suksessfull atferd som finker lærer arves av avkom.
- Mutasjoner oppstår for å møte finkenes behov ettersom miljøet endres.

13. Hvilke primære endringer skjer gradvis over tid i en populasjon av guppyer?

- Egenskapene til hvert individ i populasjonen endrer seg gradvis.
- Andelen av guppyer med forskjellige egenskaper i populasjonen endres.
- Atferd som øker overlevelse, lært av bestemte guppyer, arves av avkom.
- Mutasjoner oppstår for å dekke behovene til guppyene når miljøet endres.



Figur 4.7: Oppgavene 4 og 13 (endring i en populasjon) og distraktoranalyse for oppgavene. Distraktoranalysen viser fordelingen av valgte svaralternativer (i de nedre, midtre og øvre gruppene) for de to oppgavene i utvalgene biologi 1, BIO100 og BIO300A. Riktig svaralternativ er markert med en heltrukken linje.

4.7 Utbredte misoppfatninger i CINS

Ved å gå gjennom alle distraktoranalysene, og ved å se på svarprosent knyttet til de ulike distraktorene har vi undersøkt hvilke misoppfatninger som var mest utbredt i utvalgene (Tabell 4.7). For å bestemme om misoppfatningen er utbredt, har vi satt ett krav til at det skal være en andel på ca. 20 % eller mer av utvalget som må ha valgt distraktoren. I tillegg har vi inkludert misoppfatninger som klart skiller seg ut på samme konsept.

I enkelte konsept fant vi indikasjoner på misoppfatninger som var knyttet til alle utvalgene og hvor misoppfatningene var til stede i begge oppgavene. Dette gjelder for *endring i en populasjon* og *artenes opprinnelse*. Vi oppdaget også utbredte misoppfatninger i andre konsept. I konseptene *begrensede naturressurser*, *variasjon innen en populasjon*, *arvelig variasjon* og *ulik overlevelse*, ble det funnet misoppfatninger som var like for utvalgene, men som bare var utbredte i en av oppgavene knyttet til konseptet. I konseptene *begrenset overlevelse*, *opprinnelsen av variasjon*, *biotisk potensial* og *populasjonsstabilitet* varierer misoppfatningene mellom utvalgene. I *begrenset overlevelse* er det en misoppfatning som er utbredt i begge oppgavene i biologi 1 utvalget. Denne misoppfatningen «det er ofte fysisk kamp mellom en art (eller mellom ulike arter) og at den sterkeste vinner». Misoppfatningen finnes også i BIO100 og BIO300A-utvalgene, men den er ikke like utbredt. I *opprinnelsen av variasjon* er både misoppfatningen «mutasjoner er adaptive responser på spesifikke miljøagenter» og misoppfatningen «mutasjoner er bevisste: en organisme prøver, trenger eller ønsker å forandre seg genetisk» utbredte i begge oppgavene i biologi 1-utvalget. Den sistnevnte er også utbredt i den nedre gruppen av BIO300A og BIO100. I konseptet *populasjonsstabilitet* er misoppfatningene «populasjoner reduseres» og «populasjoner svinger alltid mye/tilfeldig» like mye valgt i biologi 1-utvalget. Det er likevel en trend som viser at «populasjoner svinger alltid mye/tilfeldig» velges blant flere av elevene i den øvre gruppe i dette utvalget. I BIO100 og BIO300A-utvalgene er «populasjoner svinger alltid mye/tilfeldig» mest utbredte. I *biotisk potensial* var den mest utbredte misoppfatningen «populasjoner flater ut» i biologi 1 og BIO300A-utvalget. Selv om denne misoppfatningen er mer utbredt i disse to utvalgene, er den også til stede i BIO100-utvalget.

Tabell 4.7: De mest utbredte misoppfatningene i utvalgene knyttet til hvert konsept. Noen misoppfatninger testes i flere konsept*.

Konsept	Utbredte misoppfatninger	Biologi 1	BIO100	BIO300A
Biotisk potensial	ikke alle organismer kan oppnå eksponentiell populasjonsvekst			
	organismer erstatter bare seg selv			
	populasjoner flater ut	X		X
Populasjonsstabilitet	alle populasjoner vokser i størrelse			
	populasjoner reduseres	X		
	populasjoner svinger alltid mye/tilfeldig	X	X	X
Begrensede naturressurser	organismer kan alltid skaffe det de trenger for å overleve	X	X	X
Begrenset overlevelse	det er ofte fysisk kamp mellom en art (eller mellom ulike arter) og at den sterkeste vinner	X		
	organismer jobber sammen (samarbeider) og konkurrerer ikke			
Variasjon innen en populasjon	alle medlemmene av en populasjon er nesten identiske			
	variasjoner påvirker kun ytre utseende, påvirker ikke overlevelse	X	X	X
	organismer i en populasjon ikke deler noen egenskaper med andre			
Arvelig variasjon	når en egenskap (organ) ikke lenger er gunstig for overlevelse vil ikke avkommet arve egenskapen			
	egenskaper ervervet i løpet av en organismes levetid vil arves av avkom			
	egenskaper som er positivt påvirket av miljøet vil arves av avkom			
Ulik overlevelse	fitness sidestilles med styrke, hurtighet, intelligens eller lang levetid	X	X	X
	organismer med mange partnere er biologisk egnet			

Tabell 4.7: De mest utbredte misoppfatningene i utvalgene knyttet til hvert konsept. Noen misoppfatninger testes i flere konsept*.

Konsept	Utbredte misoppfatninger	Biologi 1	BIO100	BIO300A
Endring i en populasjon	endringer i en populasjon skjer gjennom en gradvis endring i alle medlemmer av en populasjon	X*	X*	X*
	lært atferd går i arv	X	X	X
	mutasjoner oppstår for å møte populasjonens behov	X	X	X
Artenes opprinnelse	organismer kan med vilje bli nye arter over tid (en organisme prøver, ønsker eller trenger å bli en ny art)	X	X	X
	artsdannelse er en hypotetisk idé			
Opprinnelsen av variasjon	mutasjoner er adaptive responser på spesifikke miljøagenter	X*		
	mutasjoner er bevisste: en organisme prøver, trenger eller ønsker å forandre seg genetisk	X	X	X

4.8 Cronbachs alfa

Vi bruker Cronbachs alfa for å undersøke indre konsistens i CINS (Tabell 4.8). Cronbachs alfa blir i denne sammenheng et mål på om CINS tester forståelse av naturlig seleksjon i utvalgene. Cronbachs alfa for biologi 1-utvalget, BIO100-utvalget og BIO300A-utvalget ble henholdsvis 0,61, 0,77 og 0,69.

Tabell 4.8: Cronbachs alfa i utvalgene.

Utvalg	Cronbachs alfa
Biologi 1	0,61
BIO100	0,77
BIO300A	0,69

Kap. 5 Diskusjon

Innledningsvis diskuterer vi om *Diagnostisk Test av Naturlig Seleksjon* (heretter: CINS) er et egnet verktøy for å måle forståelsen av naturlig seleksjon hos elever, førsteårsstudenter og masterstudenter i norsk kontekst. I den første delen diskuterer vi i hvilken grad oppgavene isolert sett fungerer i utvalgene, og gjør en sammenligning med tidligere studier for å se om CINS er egnet for våre utvalg. Deretter diskuterer vi sammenhengen mellom grad av evolusjonsundervisning og forståelsen av konsepter innen naturlig seleksjon. I den andre delen diskuterer vi forståelsen av naturlig seleksjon innad i utvalgene, og sammenligner grad av evolusjonsundervisning mot forståelse av naturlig seleksjon i tidligere studier. I den tredje delen diskuterer vi konkrete misoppfatninger som er utbredt i våre utvalg. Avslutningsvis diskuterer vi kvaliteten til studien, med spesielt fokus på studiens responsrate, representativitet og den indre konsistensen i spørreundersøkelsen.

5.1 Er CINS en egnet diagnostisk test?

Våre resultater kan tyde på at CINS er egnet som en diagnostisk test i våre utvalg, spesielt i BIO100-utvalget som er tilsvarende utvalget CINS ble utviklet for (Anderson mfl., 2002). Oppgavene i CINS fungerte best på førsteårsstudentene (BIO100), var litt for vanskelige for elevene i videregående skoler (biologi 1), og litt for enkle for masterstudentene (BIO300A). I utvalget av førsteårsstudenter er 16 av 20 oppgaver innenfor optimale verdier for vanskelighetsgrad, mens de resterende fire oppgavene isolert sett var for enkle. Alle oppgavene hadde akseptable eller gode verdier for diskrimineringsindeks. Dette betyr at oppgavene klarer å skille mellom deltakere som presterer dårlig og deltakere som presterer bra i utvalget av førsteårsstudenter. I utvalget med elever i videregående skoler var det også optimale verdier for vanskelighetsgrad på 16 av 20 av oppgavene. Av de resterende fire oppgavene var tre for vanskelige og en for enkel. I utvalget av masterstudenter var 13 oppgaver innenfor optimale verdier, men seks oppgaver var for enkle og en oppgave for vanskelig. Oppgaver som ligger utenfor optimale verdier for vanskelighetsgrad, kan også være verdifulle i et oppgavesett for å skille mellom deltakere med ulik forståelse (Progar mfl., 2008). Oppgavens vanskelighetsgrad samsvarer ikke nødvendigvis med kvaliteten på oppgaven. En oppgave kan ligge utenfor optimal vanskelighetsgrad og likevel være effektiv for å vurdere det vi ønsker å teste. En oppgave kan oppfattes som for enkel fordi deltakerne har en god forståelse av konseptet. Selv om oppgaven kan virke for lett eller for vanskelig, kan den fortsatt gi innsikt i deltakernes forståelse av konseptet. Det er derfor viktig å vurdere

vanskelighetsgraden sammen med diskrimineringsindeksen for å få en mer nøyaktig vurdering av oppgavene. For elever i videregående og masterstudenter er noen få oppgaver under akseptabel verdi for diskriminering, henholdsvis fire og tre oppgaver. De fleste oppgavene, i alle utvalgene, skiller derfor mellom elever som presterer bra og elever som presterer dårlig.

I de neste avsnittene vil vi se nærmere på oppgaver med for høy eller lav vanskelighetsgrad og diskrimineringsindeks. For elever i videregående skoler er oppgave 4 og 13 i *endring i en populasjon* regnet som vanskelige. Det samme gjelder oppgave 13 for masterstudenter. Tidligere studier har også rapportert at akkurat disse oppgavene er utfordrende (Anderson mfl., 2002; Dwyer, 2011; Lucero & Petrosino, 2017; Nehm & Schonfeld, 2008). For elever i videregående skoler var det negativ diskrimineringsindeks på begge oppgavene. Dette betyr at deltakere som presterte dårlig på oppgavesettet samlet sett gjorde det bedre enn deltakere som presterte bra på oppgavesettet samlet sett på akkurat disse oppgavene. Dette kan skyldes at oppgavene var vanskelige for elever i videregående skoler og at deltakerne kan ha svart vilkårlig (Ben-Shakhar & Sinai, 1991; Jimoh mfl., 2020). At en oppgave er vanskelig betyr ikke at oppgaven er dårlig, det kan også være deltakerens mangel på forståelse av konseptet oppgaven tester. I utvalget av masterstudenter var det en god diskrimineringsindeks selv om oppgaven var utfordrende for studentene.

Oppgave 2 i *begrensede naturressurser* var for enkel for førsteårsstudenter og masterstudenter. Dwyer (2011) og Nehm og Schonfeld (2008) rapporterte også verdier for vanskelighetsgrad som indikerer at oppgaven var for enkel i deres utvalg som er sammenlignbar med utvalget av førsteårsstudenter. Diskrimineringsindeksen på oppgave 2 var god for elever i videregående skoler og førsteårsstudenter. Tilsvarende studier hadde også akseptable verdier for diskrimineringsindeks (Anderson mfl., 2002; Nehm & Schonfeld, 2008). Selv om oppgave 2 har en lav vanskelighetsgrad, kan den fortsatt fungere i utvalget med førsteårsstudenter fordi den har en god diskrimineringsindeks. For masterstudenter var det derimot ingen diskriminering, noe som betyr at oppgaven ikke skiller mellom deltakere som presterer bra og deltakere som presterer dårlig på oppgavesettet. Generelt fungerer oppgave 2 hos elever i videregående skoler og hos førsteårsstudenter, men ikke hos masterstudenter hvor oppgaven kan regnes som for enkel.

Enkelte oppgaver og distraktorer har verdier for vanskelighetsgrad og diskrimineringsindeks som tilsier at de bør vurderes nærmere. Det gjelder oppgave 2 som var for enkel og hadde

ingen diskriminering i utvalget av masterstudenter. I tillegg gjelder det oppgavene knyttet til konseptet *endring i en populasjon* for biologi 1-utvalget, hvor oppgavene var for vanskelig og hadde negativ diskriminering. Det gjelder også distraktorer som ikke ble valgt, og distraktorer som ble valgt av flere i øvre gruppe enn nedre gruppe (Vedlegg 6). CINS fungerer best på førsteårsstudenter, men kan også brukes til å avdekke misoppfatninger hos elever i videregående skoler og masterstudenter. For videre bruk av CINS på elever i videregående skoler kan det vurderes en revidering av for vanskelige oppgaver. I en studie på et utvalg av studenter, utførte Dwyer (2011) endringer i setningsoppbygging og ordlyd i noen oppgaver i CINS. I etterkant ble den nye versjonen av CINS testet og dette gav gunstige resultater. En lignende revidering kan være gunstig for lærere som skal benytte CINS i videregående skoler. En slik revidering av oppgaver gjør det vanskeligere å sammenligne forskjellige populasjoner. Dersom man benytter ulike oppgaver eller forskjellige diagnostiske verktøy for å måle samme konsept, blir det utfordrende å vite om forskjellene er på grunn av verktøyet eller faktiske forskjeller mellom populasjonene. Revidering av oppgaver gjør også oppgavesettet ulikt originalen, noe som kan gjøre det vanskelig å sammenligne resultater fordi validiteten til et diagnostisk verktøy er basert på hele oppgavesettet (Furrow & Hsu, 2019; Mead mfl., 2019). Derfor anbefales det ikke å revidere oppgavene dersom oppgavene skal benyttes i forskning.

En sammenligning av våre resultater med andre tilsvarende studier gir en indikasjon på at den diagnostiske testen CINS fungerer like godt i Norge som den gjør i andre land (Tabell 5.1). Vi vet bare om én tidligere studie (Lucero & Petrosino, 2017) som inkluderer elever på videregående nivå. Flertallet av elevene i studien til Lucero og Petrosino (2017) er ungdomsskoleelever, og det er derfor lite sammenligningsgrunnlag for utvalget av elever i videregående skoler. Sammenligningen av andel riktige svar på CINS gir likevel en indikasjon på at norske elever gjør det bedre enn amerikanske elever, og at nivået på CINS er bedre tilpasset norske elever. Universitetsstudenter i Norge presterer på samme nivå som tidligere rapporterte verdier i andre tilsvarende studier (Tabell 5.1). Det kan derfor antas at nivået på CINS er godt tilpasset til norske studenter og elever i videregående skoler.

Tabell 5.1: Prosentandel riktige svar på CINS for ulike utvalg, ulike utdanningsnivå og ulike land inspirert av Athanasiou og Mavrikaki (2014, s. 1280). Sortert fra lavest til høyest andel riktige svar. Utvalg fra vår studie er uthevet. Noen av verdiene er hentet direkte fra andre studier, mens andre verdier er beregnet fra tabeller som studiene har presentert.

Land	Utvalg	Andel riktige svar
Hellas	Lærerstudenter - påmeldt i et kurs i generell biologi (Athanasiou & Mavrikaki, 2014)	0,15
USA	Elever på 9.-12. trinn, hovedsakelig 9. trinn (Lucero & Petrosino, 2017)	0,37
USA	Studenter - påmeldt i et kurs i generell biologi (Anderson mfl., 2002)	0,46
Norge	Elever i videregående skoler i biologi (biologi 1-utvalget)	0,47
Hellas	Lærerstudenter - deltatt på evolusjonskurs (Athanasiou & Mavrikaki, 2014)	0,50
Belgia	Førsteårsstudenter i biologirelaterte studier (Pinxten mfl., 2020)	0,60
Hellas	Bachelorstudenter i biologi på første, andre og tredje år (Athanasiou & Mavrikaki, 2014)	0,60
Canada	Studenter i biologi - før deltakelse på evolusjonskurs (Frasier & Roderick, 2011)	0,60
USA	Bachelorstudenter i biologi på andre året (Nehm & Schonfeld, 2008)	0,63
USA	Studenter (med ulikt utdanningsnivå) på ulike biologikurs (Dwyer, 2011)	0,65
Norge	Førsteårsstudenter i biologi (BIO100-utvalget)	0,66
Hellas	Studenter i biologididaktikk (med ulik bakgrunn) (Athanasiou & Mavrikaki, 2014)	0,70
Nederland	Førsteårsstudenter i biologirelaterte studier (Pinxten mfl., 2020)	0,71
Norge	Masterstudenter i biologi (BIO300A-utvalget)	0,71
Canada	Studenter i biologi - etter deltakelse på evolusjonskurs (Frasier & Roderick, 2011)	0,73
Hellas	Masterstudenter i biologi på fjerde år (Athanasiou & Mavrikaki, 2014)	0,75

5.2 Sammenheng mellom grad av evolusjonsundervisning og forståelse av naturlig seleksjon

Vi fant en signifikant forskjell i forståelse av naturlig seleksjon mellom elevene i videregående skoler og studentene ved Universitetet i Bergen (Tabell 4.3). Elever i videregående skoler skårer i gjennomsnitt mellom fire og fem poeng lavere enn studentene på CINS. Førsteårsstudenter og masterstudenter har en lignende forståelse av naturlig seleksjon, men resultatene viser at det likevel kan være en indikasjon på at grad av evolusjonsundervisning fører til økt forståelse av naturlig seleksjon.

Våre resultater og en sammenligning med tidligere studier viser at andelen riktige svar på CINS generelt øker med utdanningsnivå (Tabell 5.1). For eksempel øker andelen riktige svar fra ungdomsskole (Lucero & Petrosino, 2017), til førsteårsstudenter (Pinxten mfl., 2020), til masterstudenter (Athanasidou & Mavrikaki, 2014). Pinxten mfl. (2020) sin undersøkelse av belgiske og nederlandske førsteårsstudenters forståelse av naturlig seleksjon viste at nederlandske studenter hadde en høyere andel riktige svar enn belgiske studenter. Vår sammenligning viste også at de nederlandske førsteårsstudentene hadde en høyere andel riktige svar enn tilsvarende utvalg og enkelte utvalg på høyere utdanningsnivå. Dette kan skyldes, slik Pinxten mfl. (2020) påpeker, at nederlandske studenter får introdusert evolusjon underveis i utdanningsløpet. Deltakelse på kurs i evolusjon kan også øke andelen riktige svar på CINS, slik det gjorde for studenter i Canada som gjennomførte CINS før og etter et kurs i evolusjon (Frasier & Roderick, 2011). Bare én annen studie, utført av Athanasidou og Mavrikaki (2014), har undersøkt forståelsen av naturlig seleksjon i ulike utdanningsnivå. De fant en indikasjon på at forståelse av naturlig seleksjon økte med grad av evolusjonsundervisning.

Andelen riktige svar øker generelt med utdanningsnivå. Det er derfor overraskende at det ikke var noen signifikant forskjell i forståelse av naturlig seleksjon mellom førsteårsstudenter og masterstudenter da det hadde vært forventet at masterstudentene, som har gjennomført flere emner med tematikk knyttet til evolusjon (Figur 4.3), presterte vesentlig bedre enn førsteårsstudentene. Manglende forskjell mellom førsteårsstudentene og masterstudentene kan forklares med at BIO100 er et emne som handler om økologi og evolusjon. Dette innebærer at alle studentene i dette emnet nylig har fått undervisning i evolusjon. Lindsey mfl. (2014) påpeker at studenter glemmer 25-35 % av den grunnleggende vitenskapelige kunnskapen de lærer allerede etter første året.

Nehm & Schonfeld (2010) har kritisert CINS for å utelukkende måle forståelsen av enkelte konsepter og ikke gi en fullstendig måling av elevenes forståelse av naturlig seleksjon. For å få en mer nøyaktig innsikt i enkelte utvalgs forståelse og avdekke forskjeller mellom utvalgene, har vi gjennomført en analyse av konseptene i CINS (Tabell 4.5). Analysen av andel riktige svar indikerte at det er et relativt likt prestasjonsnivå mellom de tre utvalgene på mange av konseptene. I utvalget av elever i videregående skoler var det tydelig at fire konsept var spesielt utfordrende. Dette gjelder konseptene *ulik overlevelse*, *endring i en populasjon*, *arternes opprinnelse* og *opprinnelsen av variasjon* der den største andelen har svart feil på begge oppgavene til konseptet. Konseptet *endring i en populasjon* var også det mest utfordrende blant studentutvalgene. Annen forskning viser også at konseptet *endring i en populasjon* har vært utfordrende (Anderson mfl., 2002; Dwyer, 2011; Lucero & Petrosino, 2017; Nehm & Schonfeld, 2008). Masterstudentene presterer bedre på alle konseptene utenom *endring i en populasjon* og *biotisk potensial* som førsteårsstudentene presterer best på. Førsteårsstudenter skal være kjent med tematikk om arters biotiske potensial og endringer i populasjoner. Populasjonsdynamikk og naturlig seleksjon er kjerneområder i BIO100, og misoppfatningene knyttet til konseptet *endring i en populasjon* er noe foreleser jobber bevisst med å fjerne hos studentene. Likevel påpeker foreleser at noen misoppfatninger har en tendens til å komme tilbake (J. Giske, personlig kommunikasjon, 26. mai 2023). Det er likevel små forskjeller som skiller forståelsen av konsepter innen naturlig seleksjon mellom studentutvalgene.

5.2.1 Offentlige versus kristne videregående skoler i biologi 1-utvalget

Biologi 1-utvalget består av elever fra videregående skoler i Bergen og omegn, og er delt inn i to undergrupper: elever fra offentlige skoler og elever fra kristne skoler. En sammenligning av gruppene viste en signifikant forskjell, hvor elever fra offentlige skoler skåret gjennomsnittlig tre poeng høyere enn elever fra kristne skoler på CINS. Utvalget er lite, med 37 elever fra offentlige skoler og 25 fra kristne skoler, noe som begrenser muligheten for generalisering (Cohen mfl., 2011, s. 143-144). Resultatene gir likevel en indikasjon på potensielle forskjeller mellom skolene, og samsvarer med funn fra tidligere forskning. Moore mfl. (2011) fant at studenter med sterk religiøs tro skåret gjennomsnittlig dårligere på en test om evolusjon enn andre studenter, som også samsvarer med våre funn. Religion kan altså påvirke forståelse av evolusjon negativt (Hartelt mfl. 2022; Mead mfl., 2019). Det er likevel utfordrende å angi en spesifikk årsak til forskjellene mellom de to gruppene i biologi 1-utvalget. Noen studier viser til andre årsaker til forskjeller i forståelse mellom kristne og

ikke-kristne, som prioritering av evolusjon i undervisning (Navia mfl., 2018) eller forståelse av naturvitenskapens egenart (Partin mfl., 2013).

Læreres holdninger til fagstoff kan påvirke innholdet i undervisningen, som igjen kan påvirke elevenes forståelse (Rutledge & Mitchell, 2002). En studie gjennomført i USA har vist at det er en direkte sammenheng mellom lærerens aksept av evolusjon og hvor mye tid som blir brukt på undervisning av evolusjon (Navia mfl., 2018). Deniz og Donnelly (2011) påpeker også at lærerens aksept av evolusjon er relatert til tid brukt på evolusjonsundervisning. Det kan derfor være interessant å undersøke om elever på kristne skoler får mindre undervisning i evolusjon enn elever i offentlige skoler, og om dette kan være en årsak til forskjeller i forståelse av naturlig seleksjon. I tillegg kan lærerens egne misoppfatninger overføres til elevene (Yates & Marek, 2014), spesielt om elevene ukritisk aksepterer det lærerne formidler (Yip, 1998).

Enkelte studier viser at en bedre forståelse av naturvitenskapens egenart øker sannsynligheten for at elever forstår og aksepterer evolusjon (Partin mfl., 2013). Nadelson (2009) argumenterer for at naturvitenskapens egenart er nødvendig for å forstå evolusjon, mens Nelson mfl. (2019) argumenterer for at forståelse av naturvitenskapens egenart var nødvendig for både forståelse og aksept av evolusjon. Dersom dette stemmer kan mer undervisning om naturvitenskapens egenart føre til en bedre forståelse av konsepter innen naturlig seleksjon. Noe forskning viser at korrelasjonen mellom naturvitenskapens egenart, forståelse og aksept av evolusjon fortsatt er uklar (Cofré mfl., 2017; Ha mfl., 2015). For å avgjøre årsaker til forskjellene i forståelse mellom elever i offentlige og kristne videregående skoler må det gjøres ytterligere undersøkelser. Dette kan for eksempel være å undersøke lærerens vektlegging av evolusjon i undervisning eller undersøke om undervisning av naturvitenskapens egenart påvirker aksept og forståelse av naturlig seleksjon.

5.3 Utbredte misoppfatninger mellom utvalg av elever og studenter

Tidligere studier som har benyttet CINS har hovedsakelig konsentrert seg om en overordnet forståelse av konsepter innen naturlig seleksjon (Anderson mfl., 2002; Athanasiou & Mavrikaki, 2014; Dwyer, 2011; Frasier & Roderick, 2011; Lucero & Petrosino, 2017; Nehm & Schonfeld, 2008; Pinxten mfl., 2020). Studiene har imidlertid ikke utforsket konkrete misoppfatninger som er utbredt i utvalgene. Det finnes likevel andre studier, som ikke har benyttet CINS, som har undersøkt vanlige misoppfatninger knyttet til naturlig seleksjon (Andrews mfl., 2011; Champagne Queloz mfl., 2017; Gregory, 2009; Ha & Nehm, 2014;

Keskin & Köse, 2015). I de neste avsnittene utdyper vi konkrete misoppfatninger som er utbredt i våre utvalg og om de samsvarer med vanlige misoppfatninger innen naturlig seleksjon.

De tre misoppfatningene knyttet til konseptet *endring i en populasjon* er utbredt i alle våre utvalg (Tabell 4.7). Elevene og studentenes svar indikerer at de tror ervervede egenskaper går i arv, at mutasjoner oppstår for å møte populasjonens behov og at endring i en populasjon skjer på organismenivå. Tidligere studier har vist at dette er vanlige misoppfatninger (Andrews mfl., 2011; Champagne Queloz mfl., 2017; Gregory, 2009; Ha & Nehm, 2014; Keskin & Köse, 2015), og det er derfor ikke overraskende at misoppfatningene også finnes i Norge. Studier som har benyttet CINS har også vist til at *endring i en populasjon* er et utfordrende konsept (Anderson mfl., 2002; Dwyer, 2011; Lucero & Petrosino, 2017; Pinxten mfl., 2020; Nehm & Schonfeld, 2008).

To misoppfatninger i CINS er knyttet til at ervervede egenskaper går i arv: «egenskaper ervervet i løpet av en organismes levetid vil arves av avkom» og «lært atferd går i arv» (Anderson mfl., 2002, s. 964-965). Likevel er det bare misoppfatningen om at lært atferd går i arv som er utbredt i våre utvalg, noe som kan skyldes distraktorenes (4C, 13C) ordlyd. Distraktorenes ordlyd «suksessfull atferd» og «atferd som øker overlevelse» kan antyde at lært atferd går i arv om den er fordelaktig. Distraktorene knyttet til misoppfatningen «egenskaper ervervet i løpet av en organismes levetid vil arves av avkom» kan i motsetning antyde at enhver atferd går i arv. Dette tydeliggjør at deltakerne tror at ervervede egenskaper går i arv om den gir en fordel for organismen. At deltakere tror at fordelaktige ervervede egenskaper går i arv kan henge sammen med mangel på forståelse av genetikk (Smith, 2010b). Forståelse av evolusjon krever forståelse av komplekse konsepter, inkludert genetikk (Harms & Reiss, 2019, s. 9). Smith (2010b) anbefaler å undervise evolusjon og genetikk samlet for å få en bedre forståelse av evolusjon. Mangel på forståelse av hvordan genetikk fungerer kan gjøre elever og studenter mer mottakelige for misoppfatninger som at ervervede egenskaper går i arv.

To misoppfatninger i CINS er knyttet til at mutasjoner oppstår for å møte populasjonens behov: «mutasjoner oppstår for å møte populasjonens behov» og «mutasjoner er bevisste: en organisme prøver, trenger eller ønsker å forandre seg genetisk» (Anderson mfl., 2002, s. 965). Begge misoppfatningene er utbredt i alle utvalgene, noe som indikerer at det faktisk er en misoppfatning til stede. Andre studier har også påpekt at mange studenter har problemer

med å forstå at mutasjoner oppstår tilfeldig (Abraham mfl., 2009; Champagne Queloz mfl., 2017). Abraham mfl. (2009) fant at selv etter undervisning, som fokuserte på å avkrefte misoppfatningen om at mutasjoner er bevisste, var misoppfatningen omtrent like utbredt i deres utvalg. De påpekte likevel at det kan skyldes tvetydighet i undervisningen (Abraham mfl., 2009), noe som understreker hvor viktig det er å være presis i undervisning.

Misoppfatninger knyttet til endring på organismenivå er til stede i alle våre utvalg. Misoppfatningene blir testet gjennom to konsepter *endring i en populasjon* og *artenes opprinnelse*, men sistnevnte konsept kan også knyttes til misoppfatningene om at evolusjon er målrettet og behovsbasert. Etersom misoppfatningen er til stede i alle utvalg, kan det antyde at både elever og studenter har utfordringer med å forstå at evolusjonær endring ikke skjer på organismenivå. Elever og studenter kan tro at endringer i en populasjon skjer gjennom en gradvis endring i alle medlemmene. Watts (2021) påpekte at dette kan handle om vanskeligheter med å skille mellom gener, individ, befolkning og arter. Smith (2010b) påpeker viktigheten av et tydelig skille mellom populasjonsnivå og organismenivå til enhver tid.

Misoppfatningen om at endring skjer på organismenivå kan kobles til forenklinger og unøyaktigheter i språket til læreren (Yates & Marek, 2014). I tillegg kan vitenskapelige lærebøker være en kilde til unøyaktigheter som igjen kan føre til misoppfatninger om naturlig seleksjon (Tshuma & Sanders, 2015). I noen norske lærebøker varierer det om evolusjon blir beskrevet som endringer på populasjonsnivå eller organismenivå. Noen fraser fra norske naturfagsbøker fra ungdomstrinnet er som følger: «At levende organismer endrer egenskaper i løpet av mange generasjoner, kaller vi evolusjon» (Arntzen mfl., 2020, s. 178), «Veldig forenklet kan vi si: To organismer hører til to forskjellige arter når de ikke kan få barn sammen» (Fiskum & Steineger, 2006, s. 60) og «Evolusjon er en prosess der nye typer organismer utvikler seg fra eksisterende organismer» (Hannisdal mfl., 2008, s. 27). I en lærebok i biologi står det blant annet: «Mikroevolusjon dreier seg om evolusjon av ulike gener, mens makroevolusjon handler om konsekvensene disse forandringene får for organismer og arter» (Grønlien mfl., 2014, s. 13). Upresist bruk av organismenivå og populasjonsnivå, kan derfor skape forvirring hos elevene. I tillegg er det nødvendig med forenklinger i noen lærebøker når elever skal introduseres for komplekse konsepter (Rudge, 2000). Derfor er det viktig at lærere er klar over at det finnes både forenklinger og upresist språk i lærebøker.

Misoppfatningene er som oftest like på tvers av utvalgene, med noen få unntak (Tabell 4.7). Utvalget av elever i videregående skoler har noen utbredte misoppfatninger som ikke er til stede i studentutvalgene. Dette gjelder enkelte misoppfatninger knyttet til *populasjonsstabilitet*, *begrenset overlevelse* og *opprinnelsen av variasjon*. Misoppfatningen elevene i videregående skoler velger tilknyttet konseptet *opprinnelsen av variasjon* er at «mutasjoner er adaptive responser på spesifikke miljøagenter» (Anderson mfl., 2002, s. 965). Dette kan skyldes at elevene tror miljøet skaper mutasjoner i stedet for at mutasjoner oppstår tilfeldig, slik Robson og Burns (2011) påpeker. Masterstudentene har også en utbredt misoppfatning knyttet til konseptet *biotisk potensial* som ikke er til stede hos førsteårsstudentene. Dette kan skyldes at førsteårsstudentene nylig har gjennomgått tematikk om populasjonsvekst, og at BIO100 er et emne som handler om evolusjon og økologi. Vi ser også at det er variasjon innad i utvalgene som har lik mengde evolusjonsundervisning, der elever og studenter i nedre gruppe velger distraktorer som er knyttet til misoppfatninger i større grad enn elever og studenter i øvre gruppe (Vedlegg 5).

Tidligere forskning har vist at bruk og manglende bruk av organer er en vanlig misoppfatning blant elever og studenter (Andrews mfl., 2011; Champagne Quélou mfl., 2017; Gregory, 2009; Ha & Nehm, 2014). Tankegangen kommer fra Lamarck og handler om at hvis et organ brukes mer gjennom livet til en organisme, vil det medføre endringer i organet, som kan videreføres til avkom. Et kjent eksempel er at en giraff som strekker seg etter blader i toppen av et tre, vil få lengre hals og den lengre halsen vil arves videre til neste generasjon (Zimmer & Emlen, 2013, s. 39). Imidlertid viser vår studie at ingen av våre utvalg har misoppfatningen «når egenskap (organ) ikke lenger er gunstig for overlevelse vil ikke avkommet arve egenskapen». Ved en gjennomgang av tilgjengelige naturfag- og biologibøker fant vi at alle som skriver om evolusjon også nevner Lamarck og det kjente eksempelet om giraffer (Fiskum & Steineger, 2006, s. 53; Grønlien mfl., 2014, s. 34; Hannisdal mfl., 2008, s. 28; Sletbak mfl., 2022, s. 18). Dette kan være en grunn til at vi ikke ser denne misoppfatningen i våre utvalg.

Vi ser at misoppfatninger i flere av konseptene er begrenset til én av oppgavene som tester det aktuelle konseptet. Konseptene det gjelder er *begrensede naturressurser*, *variasjon innen en populasjon*, *arvelig variasjon* og *ulik overlevelse*. Dersom misoppfatningene bare er til stede i én av oppgavene, vil vi anta at det er mindre sannsynlig at en generell misoppfatning er til stede. For å undersøke om CINS klarer å fange opp misoppfatningene til elevene og studentene kunne det vært aktuelt å gjennomføre intervju eller oppgavesett med åpne

spørsmål i samme utvalg og se om misoppfatningene er samsvarende, slik Nehm og Schonfeld (2008) anbefaler.

5.4 Studiens styrker og svakheter

5.4.1 Responsrate og representativitet

Dette er første gangen CINS er benyttet og oversatt for bruk i norsk kontekst, men CINS har tidligere vist seg å være et gunstig diagnostisk verktøy i flere andre land (Anderson mfl., 2002; Athanasiou & Mavrikaki, 2014; Frasier & Roderick, 2011; Pinxten mfl., 2020). I vår studie svarte 201 deltakere på CINS, som er større eller tilsvarende antall i andre studier som har benyttet CINS (Anderson mfl., 2002; Dwyer, 2011; Frasier & Roderick, 2011; Ha mfl., 2012; Nehm & Schonfeld, 2008). Studien inkluderer likevel et begrenset antall elever og studenter fra hver populasjon, noe som kan redusere generaliserbarheten av funnene (Cohen mfl., 2011, s. 143-144). Funnene kan gi en indikasjon på i hvilken grad evolusjonsundervisning kan påvirke forståelse av naturlig seleksjon i og mellom våre tre utvalg, samt overføre dette delvis til populasjonene utvalgene er trukket fra.

I vår studie hadde vi en moderat til høy svarprosent i de ulike utvalgene (57,6 %-100 %), men det er viktig å være oppmerksom på mulige skjevheter som kan oppstå på grunn av forskjeller i forståelse av naturlig seleksjon mellom respondentene og de som ikke svarte. Vi må derfor ta i betraktning at de resterende 33,3 % av elevene og studentene som ikke svarte, potensielt kan ha påvirket resultatene. Studien inkluderer ikke besvarelser som er delvis besvart eller distribuert (23,3 % av besvarelsene). Det er vanskelig å si noe om årsaken til at deltakere velger å ikke fullføre, men en årsak kan være at deltakerne syntes oppgavene er for vanskelige (Cohen mfl., 2011, s. 277) og det kan gjøre utvalget mindre representativ for populasjonen. Groves & Peytcheva (2008) påpeker at en lav responsrate i spørreundersøkelser kan føre til skjevheter i resultatene, men Hendra og Hill (2019) understreker at det er andre faktorer som oftere er årsaken. Disse faktorene er forskningsdesignet, selve utvalget og gjennomføring av undersøkelsen.

Kvinnelige elever og studenter var overrepresentert i vår studie (68 % kvinner). Hvis det er forskjeller i forståelsen av naturlig seleksjon mellom kvinner og menn, kan overrepresentasjonen av kvinner potensielt påvirke resultatene. Det er likevel ikke uvanlig å observere en overrepresentasjon av kvinner i utvalg som er relatert til biologi. Flere studier har konkludert med at kvinner har en tendens til å velge biologi som fag i større grad enn menn (Farenga & Joyce, 1999; Lee & Burkman, 1996; Miller mfl., 2006). I utvalget av

førsteårsstudenter var 69 % av de oppmeldte studentene kvinner og i utvalget av masterstudenter var 70 % av studentene kvinner. Vårt utvalg er derfor representativt for vår populasjon.

5.4.2 Indre konsistens i CINS

Cronbachs alfa er et mål på indre konsistens i oppgavesettet og er en vanlig måte å evaluere reliabiliteten til et diagnostisk verktøy. Vi benyttet Cronbachs alfa på det totale oppgavesettet i studien, fordi metoden ikke kan brukes på hvert enkelt konsept når det kun testes gjennom to oppgaver. Naturlig seleksjon er et stort tema, og hvor tett konseptene henger sammen kan diskuteres. Det har blitt påpekt tidligere at CINS ikke gir et helhetlig bilde av forståelsen av naturlig seleksjon (Nehm & Schonfeld, 2010). Gitt denne begrensningen, er det forventet å observere litt lavere verdier for Cronbachs alfa. I vår studie varierte Cronbachs alfa-verdiene mellom de tre utvalgene. Utvalget av førsteårsstudenter har en reliabel Cronbachs alfa-verdi (0,77), noe som tyder på god indre konsistens i utvalget. Cronbachs alfa-verdiene for utvalgene av elever i videregående skoler og masterstudenter er noe lavere, henholdsvis 0,61 og 0,69, som indikerer en moderat indre konsistens. Andre studier har også benyttet Cronbachs alfa som et mål på indre konsistens, der verdiene varierer fra 0,74-0,88 (Athanasidou & Mavrikaki, 2014; Ha mfl., 2012; Nehm & Schonfeld, 2008; Pinxten mfl., 2020).

Kap. 6 Konklusjon

I denne kvantitative studien har vi undersøkt forskjeller i forståelsen av naturlig seleksjon mellom elever i videregående skoler i Bergen og omegn, førsteårsstudenter og masterstudenter ved Universitetet i Bergen. Studien har gitt innblikk i 201 deltakeres forståelse av naturlig seleksjon ved hjelp av *Diagnostisk Test av Naturlig Seleksjon (CINS)*. Vi fant forskjeller i forståelsen av naturlig seleksjon og generelt ser vi en trend der forståelse av naturlig seleksjon øker med høyere utdanningsnivå. Disse funnene er i tråd med tidligere forskning, som også har påpekt variasjon i forståelsen av naturlig seleksjon mellom ulike utdanningsnivåer (Athanasiou & Mavrikaki, 2014).

I det første forskningsspørsmålet undersøkte vi om CINS er egnet for å måle forståelsen av naturlig seleksjon i norsk kontekst. Basert på vår analyse av vanskelighetsgrad, diskrimineringsindeks og distraktorer i de ulike konseptene, kan vi konkludere med at CINS fungerer som et diagnostisk verktøy i norsk kontekst. CINS fungerer godt til å måle forståelse av konsepter knyttet til naturlig seleksjon hos førsteårsstudenter, og fungerer akseptabelt hos elever i videregående skoler og masterstudenter. Generelt har de fleste oppgavene en optimal vanskelighetsgrad og en akseptabel diskrimineringsindeks. Likevel er det enkelte oppgaver som viser seg å være enten for enkle eller for vanskelige i noen av utvalgene, men det er hensiktsmessig med noe variasjon i vanskelighetsgrad (Progar mfl., 2008). Noen av oppgavene har også lav eller negativ diskrimineringsindeks, som indikerer at de ikke er effektive for å skille mellom deltakere som presterer bra og dårlig. Dersom CINS skal benyttes i undervisningssammenheng i norsk kontekst, kan enkelte oppgaver og distraktorer revideres slik at de er bedre tilpasset nivået i de ulike utvalgene.

I det andre forskningsspørsmålet undersøkte vi sammenhengen mellom grad av evolusjonsundervisning, og elever og studenters overordnede forståelse av konsepter innen naturlig seleksjon. Våre resultater indikerer en signifikant forskjell i forståelsen av konsepter innen naturlig seleksjon mellom elever i videregående skoler og universitetsstudenter. Universitetsstudenter presterer bedre på oppgavesettet CINS. Imidlertid er det ingen signifikant forskjell mellom førsteårsstudentene og masterstudentene, noe som kan tyde på at forståelsen av konsepter innen naturlig seleksjon er relativt lik for studenter på begge disse nivåene. Vi har også identifisert ett konsept, *endring i en populasjon*, som er spesielt utfordrende for alle utvalg, noe som samsvarer med funn i tidligere forskning (Anderson mfl., 2002; Dwyer, 2011; Lucero & Petrosino, 2017; Nehm & Schonfeld, 2008). Vi undersøkte

også om det var forskjeller innenfor kristne- og offentlige videregående skoler i biologi 1-utvalget, og fant en indikasjon på at elever på offentlige videregående skoler hadde en bedre forståelse av konsepter innen naturlig seleksjon.

I det tredje forskningsspørsmålet undersøkte vi konkrete misoppfatninger som var utbredt blant elever og studenter med ulik grad av evolusjonsundervisning. Vår undersøkelse viser at det er en rekke misoppfatninger som er utbredt i alle utvalgene, men det er også misoppfatninger som varierer i og mellom utvalgene. Generelt har vi funnet at misoppfatningene knyttet til konseptene *endring i en populasjon* og *artenes opprinnelse* var de mest utbredte i alle utvalg. Elevene og studentene har misoppfatninger om at ervervede egenskaper går i arv, at mutasjoner oppstår for å møte populasjonens behov og at endring i en populasjon skjer på organismenivå.

6.1 Veien videre

Denne studien gir et innblikk i forståelsen av evolusjon og naturlig seleksjon i Norge. For å danne et mer nyansert bilde av i hvilken grad evolusjonsundervisning påvirker forståelse av konsepter innen naturlig seleksjon, anbefaler vi at det utføres flere studier som benytter CINS, gjerne i større utvalg. For å øke utvalgsstørrelse og representativitet, bør antall deltakere med ulik alder, kjønn og bakgrunn økes. Samtidig kan det være fordelaktig å samle data fra flere skoler og universiteter, slik at eventuelle skjevheter knyttet til kvalitet av undervisning reduseres. Resultatene våre gir informasjon om forskjellene mellom utvalgene våre som har ulik grad av evolusjonsundervisning, men kan ikke fastslå kausalitet. Studien gir en indikasjon på at forståelse av konsepter innenfor naturlig seleksjon øker med grad av evolusjonsundervisning, men årsak og virkning bør undersøkes videre.

Vi foreslår at videre forskning på CINS inkluderer intervjuer for å undersøke om det er samsvar i misoppfatningene til elevene og studentene, og for å få en dypere forståelse av deres kunnskap og tankeprosesser. For eksempel kan en triangulering, hvor CINS kombineres med intervju og et åpent respons-verktøy (Nehm & Schonfeld, 2008), bidra til å avklare kausalitet og styrke forståelsen av hvordan evolusjonsundervisning påvirker elever og studenters overordnede forståelse av konsepter innen naturlig seleksjon (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 87). Vi anbefaler også bruk av tidsseriestudier, som kan si noe om endring over tid og dermed avklare om forståelse av konsepter innen naturlig seleksjon øker med grad av evolusjonsundervisning (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 83).

For å styrke forståelsen av hvordan mengde evolusjonsundervisning påvirker elever og studenters overordnede forståelse av konsepter innen naturlig seleksjon, anbefales fremtidige studier å vurdere andre faktorer som kan påvirke sammenhengene. Som diskutert kan lærerens holdninger til fagstoff påvirke undervisning (Rutledge & Mitchell, 2002) og det kan derfor anbefales å undersøke hvordan lærerens holdninger og undervisningsmetoder påvirker elevers forståelse. Det kan også være interessant å se om forståelse av naturvitenskapens egenart kan føre til en dypere forståelse av naturlig seleksjon, slik Nadelson (2009) argumenterer for.

6.1.1 Pedagogiske implikasjoner

Vi fant i særskilt grad utfordringer med forståelsen av konseptet *endring i en populasjon* og spesifikt misoppfatningen om at evolusjon skjer på individnivå. Vi anbefaler derfor mer fokus på undervisning i dette konseptet. Vi anbefaler også et tydeligere skille mellom bruk av begreper som organismer, arter, individ og populasjon, både i undervisning og lærebøker i alle utdanningsnivå. Vi fant også at elever og studenter hadde utfordringer med misoppfatningen om at ervervede egenskaper går i arv, noe som kan skyldes en manglende forståelse av hvordan genetikk fungerer. Derfor anbefaler vi en tettere kobling mellom undervisning av temaene genetikk og evolusjon, og at de ikke behandles som to separate temaer.

Vår studie viste at våre utvalg ikke har misoppfatningen om at endring skjer på grunn av bruk og manglende bruk av et organ, på tross av at denne misoppfatningen er blitt funnet som en vanlig misoppfatning i tidligere forskning (Andrews mfl., 2011; Champagne Queloz mfl., 2017; Gregory, 2009; Ha & Nehm, 2014). En grunn til dette kan være at misoppfatningen tydelig blir tatt opp i flere lærebøker gjennom det kjente eksempelet til Lamarck om giraffer (Fiskum & Steineger, 2006, s. 53; Grønlien mfl., 2014, s. 34; Hannisdal mfl., 2008, s. 28; Sletbak mfl., 2022, s. 18). Dette kan være en grunn til at vi ikke ser denne misoppfatningen i våre utvalg, og vi argumenterer derfor for at en synliggjøring av kjente misoppfatninger kan være fordelaktig i undervisning.

Økt kunnskap om misoppfatninger knyttet til naturlig seleksjon blant norske elever og studenter kan hjelpe lærere med å tilpasse undervisning og rette opp misoppfatninger. For lærere i biologi kan et diagnostisk verktøy, slik som CINS, være et verdifullt hjelpemiddel i formativ vurdering, som kan benyttes før, under og etter en undervisningssekvens for å avdekke misoppfatninger. I tillegg kan lærere benytte CINS i undervisning for å vurdere

studentenes forståelse av konsepter innen naturlig seleksjon. Avslutningsvis, vil det være viktig for fremtidige lærere i biologi å ha kjennskap til at diagnostiske verktøy eksisterer og kan brukes til å fange opp misoppfatninger.

Referanser

- Abdi, H. & Williams, L. J. (2010). Principal component analysis. *Wiley Interdisciplinary Reviews. Computational Statistics*, 2(4), 433-459. <https://doi.org/10.1002/wics.101>
- Abraham, J. K., Meir, E., Perry, J., Herron, J. C., Maruca, S. & Stal, D. (2009). Addressing undergraduate student misconceptions about natural selection with an interactive simulated laboratory. *Evo Edu Outreach*, 2(3), 393-404. <https://doi.org/10.1007/s12052-009-0142-3>
- Akyol, G., Tekkaya, C., Sungur, S. & Traynor, A. (2012). Modeling the interrelationships among pre-service science teachers' understanding and acceptance of evolution, their views on nature of science and self-efficacy beliefs regarding teaching evolution. *Journal of Science Teacher Education*, 23(8), 937-957. <https://doi.org/10.1007/s10972-012-9296-x>
- Ali, S.H., Carr, P.A. & Ruit, K.G. (2016). Validity and Reliability of Scores Obtained on Multiple-Choice Questions: Why Functioning Distractors Matter. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 16(1), 1-14. <https://doi.org/10.14434/josotl.v16i1.19106>
- Anderson, D. L., Fisher, K. M. & Norman, G. J. (2002). Development and evaluation of the conceptual inventory of natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 952-978. <https://doi.org/10.1002/tea.10053>
- Anderson, R. D. (2007). Teaching the theory of evolution in social, intellectual, and pedagogical context. *Science Education*, 91(4), 664-677. <https://doi.org/10.1002/sce.20204>
- Andrews, T. M., Kalinowski, S. T. & Leonard, M. J. (2011). "Are humans evolving?" A classroom discussion to change student misconceptions regarding natural selection. *Evo Edu Outreach*, 4(3), 456-466. <https://doi.org/10.1007/s12052-011-0343-4>
- Arntzen, M., Bækkedal, K. S., Fossetøl, K. O., Fægri, K. & Öberg, B. (2020). *Element 8: naturfag for ungdomstrinnet: Grunnbok* (1. utg.). Gyldendal.
- Athanasiou, K. & Mavrikaki, E. (2014). Conceptual Inventory of Natural Selection as a Tool for Measuring Greek University Students' Evolution Knowledge: Differences between novice and advanced students. *International Journal of Science Education*, 36(8), 1262–1285. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.856529>
- Bahar, M. (2003). Misconceptions in biology education and conceptual change strategies. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 3(1), 55-64.
- Barrass, R. (1984). Some misconceptions and misunderstandings perpetuated by teachers and textbooks of biology. *Journal of Biological Education*, 18(3), 201-206. <https://doi.org/10.1080/00219266.1984.9654636>
- Ben-Shakhar, G. & Sinai, Y. (1991). Gender differences in multiple-choice tests: the role of differential guessing tendencies. *Journal of Educational Measurement*, 28(1), 23-35. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.1991.tb00341.x>

Boateng, G. O., Neilands, T. B., Frongillo, E. A., Melgar-Quinonez, H. R. & Young, S. L. (2018). Best Practices for Developing and Validating Scales for Health, Social, and Behavioral Research: A Primer. *Frontiers in Public Health*, 6, 149–149.

<https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00149>

Borgobello, A., Pierella, M. P. & Pozzo, M. I. (2019). Using questionnaires in research on universities: analysis of experiences from a situated perspective. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 12(2), 1-16. <https://doi.org/10.1344/reire2019.12.227010>

Campbell, N. A., Urry, L. A., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., Cain, M. L. & Orr, R. B. (2021). *Biology: a global approach* (12. utg.). Pearson Education Limited.

Champagne Queloz, A., Klymkowsky, M. W., Stern, E., Hafen, E. & Köhler, K. (2017). Diagnostic of students' misconceptions using the Biological Concepts Instrument (BCI): A method for conducting an educational needs assessment. *PloS one*, 12(5), 1-18.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176906>

Chang, A.M., Chau, J.P.C. & Holroyd, E. (1999). Translation of questionnaires and issues of equivalence. *Journal of Advanced Nursing*, 29(2), 316-322. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.1999.00891.x>

Christoffersen, L. & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene* (1. utg.). Abstrakt forlag.

Cofré, H. L., Santibáñez, D. P., Jiménez, J. P., Spotorno, A., Carmona, F., Navarrete, K. & Vergara, C. A. (2018). The effect of teaching the nature of science on students' acceptance and understanding of evolution: myth or reality? *Journal of Biological Education*, 52(3), 248–261. <https://doi.org/10.1080/00219266.2017.1326968>

Cofré, H., Cuevas, E. & Becerra, B. (2017). The relationship between biology teachers' understanding of the nature of science and the understanding and acceptance of the theory of evolution. *International Journal of Science Education*, 39(16), 2243-2260.

<https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1373410>

Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2011). *Research Methods in Education* (7. utg.). Routledge.

Cunningham, D. L. & Wescott, D. J. (2009). Still more “fancy” and “myth” than “fact” in students' conceptions of evolution. *Evo Edu Outreach*, 2(3), 505-517.

<https://doi.org/10.1007/s12052-009-0123-6>

D'Avanzo, C. (2008). Biology concept inventories: overview, status, and next steps. *BioScience*, 58(11), 1079-1085. <https://doi.org/10.1641/b581111>

Deniz, H. & Borgerding, L.A. (2018). *Evolution Education Around the Globe* (1. utg.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-90939-4>

Deniz, H. & Donnelly, L. A. (2011). Preservice secondary science teachers' acceptance of evolutionary theory and factors related to acceptance. *Reports of the National Center for Science Education*, 31(4), 2-1.

- Dwyer, D. M. (2011). *Using Interview Data from Non-Major Biology Students To Improve the Conceptual Inventory of Natural Selection* [Masteroppgave, Universitetet i Point Loma Nazarene].
<https://whdl.org/sites/default/files/resource/academic/Using%2520Interview%2520Data%2520from%2520Non-Major%2520Biology%2520Students.pdf>
- Earnest, B.S.P, Bhargava, P., Das, A.K., Azhar, D. M. T. M., Ibrahim, N. M. & Sirisinghe, R. G. (2018). Transforming Teaching-Learning Culture by Appropriate Use of Discrimination Index in Item Analysis. I S.F. Tang & S. E. Cheah (Red.), *Redesigning Learning for Greater Social Impact: Taylor's 9th Teaching and Learning Conference 2016 Proceedings* (s. 167-171). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-4223-2_14
- Ebbs, D., Wry, E., Wagner, J. & Netten, A. (2020). Instrument Translation and Layout Verification for TIMSS 2019. I M. O. Martin, M. V. Davier & I. V. S. Mullis, (Red.). (2020). *Methods and Procedures: TIMSS 2019 Technical Report*.
<https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/methods>
- Endler, J.A. (1980). Natural selection on color patterns in *Poecilia reticulata*. *Evolution*, 34(1), 76–91. <https://doi.org/10.2307/2408316>
- Farenga, S. J. & Joyce, B. A. (1999). Intentions of young students to enroll in science courses in the future: An examination of gender differences. *Science Education*, 83(1), 55-75. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-237x\(199901\)83:1<55::aid-sce3>3.0.co;2-o](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-237x(199901)83:1<55::aid-sce3>3.0.co;2-o)
- Fauskanger, J. (2015). *Å måle og studere matematikklæreres undervisningskunnskap: En studie av hvordan det er mulig å måle og studere matematikklæreres undervisningskunnskap, og mulige begrensninger og styrker ved måter en måler og studerer kunnskap på*. [Doktorgradsavhandling, Universitetet i Stavanger]. UiS Brage.
<http://hdl.handle.net/11250/285198>
- Ferguson, D. G., Abele, J., Palmer, S., Willis, J., McDonald, C., Messer, C., Lindberg, J., Ogden, T. H., Bailey, E. G. & Jensen, J. L. (2022). Popular media and the bombardment of evolution misconceptions. *Evo Edu Outreach*, 15(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12052-022-00179-x>
- Fiedler, D., Sbeglia, G. C., Nehm, R. H. & Harms, U. (2019). How strongly does statistical reasoning influence knowledge and acceptance of evolution?. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(9), 1183-1206. <https://doi.org/10.1002/tea.21547>
- Fisher, K. M., Wandersee, J.H. & Moody, D.E. (2002). *Mapping Biology Knowledge* (1. utg.). Kluwer Academic Publishers.
- Fiskum, K. & Steineger, E. (2006). *Natur og univers 1: elevbok* (1. utg.). Cappelen.
- Frasier, T. R. & Roderick, C. (2011). Improving How Evolution Is Taught: Facilitating a Shift from Memorization to Evolutionary Thinking. *Evo Edu Outreach*, 4(2), 298–307. <https://doi.org/10.1007/s12052-011-0327-4>
- Furrow, R. E. & Hsu, J. L. (2019). Concept inventories as a resource for teaching evolution. *Evo Edu Outreach*, 12(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12052-018-0092-8>

- Gierl, M. J., Bulut, O., Guo, Q. & Zhang, X. (2017). Developing, Analyzing, and Using Distractors for Multiple-Choice Tests in Education: A Comprehensive Review. *Review of Educational Research*, 87(6), 1082–1116. <https://doi.org/10.3102/0034654317726529>
- Grant, P.R., Grant, B.R. & Petren, K. (2000). The allopatric phase of speciation: The sharpbeaked ground finch (*Geospiza difficilis*) on the Galápagos islands. *Biological Journal of the Linnean Society*, 69(3), 287–317. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2000.tb01207.x>
- Grant, P.R., Grant, B.R. & Petren, K. (2001). A population founded by a single pair of individuals: Establishment, expansion, and evolution. *Genetica*, 112(1), 359-382. https://doi.org/10.1007/978-94-010-0585-2_22
- Gregory, T. R. (2009). Understanding natural selection: essential concepts and common misconceptions. *Evo Edu Outreach*, 2(2), 156-175. <https://doi.org/10.1007/s12052-009-0128-1>
- Grønlien, H.K., Tandberg, C., Tsigaridas, K.G. & Ryvarden, L. (2014). *Bi2: biologi 2* (2. utg.). Gyldendal.
- Groves, R. M. & Peytcheva, E. (2008). The impact of nonresponse rates on nonresponse bias: a meta-analysis. *Public Opinion Quarterly*, 72(2), 167-189. <https://doi.org/10.1093/poq/nfn011>
- Ha, M. & Nehm, R. H. (2014). Darwin's difficulties and students' struggles with trait loss: cognitive-historical parallelisms in evolutionary explanation. *Science & Education*, 23(5), 1051-1074. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9626-1>
- Ha, M., Baldwin, B. C. & Nehm, R. H. (2015). The long-term impacts of short-term professional development: science teachers and evolution. *Evo Edu Outreach*, 8(1), 1-23. <https://doi.org/10.1186/s12052-015-0040-9>
- Ha, M., Haury, D. L. & Nehm, R. H. (2012). Feeling of certainty: Uncovering a missing link between knowledge and acceptance of evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(1), 95-121. <https://doi.org/10.1002/tea.20449>
- Haladyna, T.M. & Rodriguez, M.C. (2013). *Developing and Validating Test Items* (1. utg.). Routledge.
- Hannisdal, A., Hannisdal, M., Haugan, J. & Synnes, K. (2008). *Eureka: naturfag for ungdomstrinnet: grunnbok 10* (1.utg.). Gyldendal.
- Harms, U. & Reiss, M. J. (2019). The present status of evolution education. Evolution education re-considered: Understanding what works. I U. Harms & M. J. Reiss (Red.), *Evolution Education Re-considered: Understanding What Works* (s. 1-19). Springer.
- Hartelt, T., Martens, H. & Minkley, N. (2022). Teachers' ability to diagnose and deal with alternative student conceptions of evolution. *Science Education (Salem, Mass.)*, 106(3), 706–738. <https://doi.org/10.1002/sce.21705>
- Hendra, R. & Hill, A. (2019). Rethinking response rates: new evidence of little relationship between survey response rates and nonresponse bias. *Evaluation Review*, 43(5), 307-330. <https://doi.org/10.1177/0193841x18807719>

- Henry, R. J. & Nevo, E. (2014). Exploring natural selection to guide breeding for agriculture. *Plant Biotechnology Journal*, 12(6), 655-662. <https://doi.org/10.1111/pbi.12215>
- Hughes, J. L., Camden, A. A. & Yangchen, T. (2016). Rethinking and updating demographic questions: Guidance to improve descriptions of research samples. *Psi Chi Journal of Psychological Research*, 21(3), 138-151. <https://doi.org/10.24839/2164-8204.jn21.3.138>
- Jimoh, M. I., Daramola, D. S., Oladele, J. I. & Sheu, A. L. (2020). Assessment of Items Prone to Guessing in SSCE Economics Multiple-Choice Tests among Students in Kwara State, Nigeria. *Anatolian Journal of Education*, 5(1), 17-28. <https://doi.org/10.29333/aje.2020.512a>
- Keskin, B. & Köse, E. Ö. (2015). Understanding adaptation and natural selection: Common misconceptions. *International Journal of Academic Research in Education*, 1(2), 53-63. [10.17985/ijare.53146](https://doi.org/10.17985/ijare.53146)
- Kjærnsli, M., Lie, S., Olsen, R.V. & Roe, A. (2007). *Tid for tunge løft: Norske elevers kompetanse i naturfag, lesing og matematikk i PISA 2006* (1. utg.). Universitetsforlaget.
- Klymkowsky M.W. & Garvin-Doxas, K. (2020). Concept Inventories: Design, Application, Uses, Limitations, and Next Steps. I J. Mintzes & E. Walter, *Active Learning in College Science* (s. 775–790). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33600-4_48
- Kubiatko, M. & Prokop, P. (2018). Pupils' understanding of mammals: an investigation of the cognitive dimension of misconceptions. *Orbis Scholae*, 3(2), 97-112. <https://doi.org/10.14712/23363177.2018.214>
- Kunnskapsdepartementet. (2017). *Overordnet del –verdier og prinsipper for grunnsopplæringen*. Fastsatt som forskrift ved kongelig resolusjon. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/verdier-og-prinsipper-forgrunnsopplaringen/id2570003/>
- Kuschmierz, P., Beniermann, A., Bergmann, A., Pinxten, R., Aivelo, T., Berniak-Woźny, J., Bohlin, G., Bugallo-Rodriguez, A., Cardia, P., Cavadas, B. F. B. P., Cebesoy, U. B., Cvetković, D. D., Demarsy, E., Đorđević, M. S., Drobniak, S. M., Dubchak, L., Dvořáková, R. M., Fančovičová, J., Fortin, C., ... Graf, D. (2021). European first-year university students accept evolution but lack substantial knowledge about it: a standardized European cross-country assessment. *Evo Edu Outreach*, 14(1), 1-22. <https://doi.org/10.1186/s12052-021-00158-8>
- Lee, V. E. & Burkam, D. T. (1996). Gender differences in middle grade science achievement: Subject domain, ability level, and course emphasis. *Science Education*, 80(6), 613-650. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199611\)80:6<613::AID-SCE1>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199611)80:6<613::AID-SCE1>3.0.CO;2-M)
- Leonard, M. J., Kalinowski, S. T. & Andrews, T. C. (2014). Misconceptions Yesterday, Today, and Tomorrow. *CBE Life Sciences Education*, 13(2), 179–186. <https://doi.org/10.1187/cbe.13-12-0244>
- Lindsey, R. V., Shroyer, J. D., Pashler, H. & Mozer, M. C. (2014). Improving Students' Long-Term Knowledge Retention Through Personalized Review. *Psychological Science*, 25(3), 639–647. <https://doi.org/10.1177/0956797613504302>

- Loh, K.Y., Elsayed, I., Nurjahan, M.I. & Roland, G.S. (2018). Item Difficulty and Discrimination Index in Single Best Answer MCQ: End of Semester Examinations at Taylor's Clinical School. I Tang, S.F. & Cheah, S. E (Red.), *Redesigning Learning for Greater Social Impact* (s. 167-171). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-4223-2_14
- Lombrozo, T., Thanukos, A. & Weisberg, M. (2008). The importance of understanding the nature of science for accepting evolution. *Evo Edu Outreach*, 1(3), 290-298. <https://doi.org/10.1007/s12052-008-0061-8>
- Lucero, M. M. & Petrosino, A. J. (2017). A resource for eliciting student alternative conceptions: Examining the adaptability of a concept inventory for natural selection at the secondary school level. *Research in Science Education*, 47(4), 705-730. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9524-z>
- Lüdecke, D. (2023). sjPlot: Data Visualization for Statistics in Social Science. R package version 2.8.14, <https://CRAN.R-project.org/package=sjPlot>.
- Manwaring, K. F., Jensen, J. L., Gill, R. A. & Bybee, S. M. (2015). Influencing highly religious undergraduate perceptions of evolution: Mormons as a case study. *Evo Edu Outreach*, 8(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s12052-015-0051-6>
- Mayr, E. (1982). *The growth of biological thought: Diversity, evolution, and inheritance* (1. utg.). Harvard University Press.
- Mead, L. S., Kohn, C., Warwick, A. & Schwartz, K. (2019). Applying measurement standards to evolution education assessment instruments. *Evo Edu Outreach*, 12(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s12052-019-0097-y>
- Miller, P. H., Slawinski Blessing, J. & Schwartz, S. (2006). Gender differences in high-school students' views about science. *International Journal of Science Education*, 28(4), 363-381. <https://doi.org/10.1080/09500690500277664>
- Mohajan, H.K. (2020). Quantitative Research: A Successful Investigation in Natural and Social Sciences. *Journal of Economic Development* 9(4), 1-42. <https://doi.org/10.26458/jedep.v9i4.679>
- Moore, R., Brooks, C. & Cotner, S. (2011). The relation of high school biology courses & students' religious beliefs to college students' knowledge of evolution. *The American Biology Teacher*, 73(4), 222-226. <https://doi.org/10.1525/abt.2011.73.4.7>
- Moore, R., Mitchell, G., Bally, R., Inglis, M., Day, J. & Jacobs, D. (2002). Undergraduates' understanding of evolution: ascriptions of agency as a problem for student learning. *Journal of Biological Education*, 36(2), 65-71. <https://doi.org/10.1080/00219266.2002.9655803>
- Nadelson, L. S. (2009). Preservice Teacher Understanding and Vision of how to Teach Biological Evolution. *Evo Edu Outreach*, 2(3), 490–504. <https://doi.org/10.1007/s12052-008-0106-z>
- Nadelson, L. S. & Southerland, S. A. (2010). Examining the interaction of acceptance and understanding: how does the relationship change with a focus on macroevolution?. *Evo Edu Outreach*, 3(1), 82-88. <https://doi.org/10.1007/s12052-009-0194-4>

- Navia, B., Mbungu, D. & Coria-Navia, A. (2018). Student Perception on the Study of Evolution in a General Biology Course in a Christian College. *Journal of Research on Christian Education*, 27(3), 225–242. <https://doi.org/10.1080/10656219.2018.1520663>
- Nehm, R. H. & Schonfeld, I. S. (2007). Does increasing biology teacher knowledge of evolution and the nature of science lead to greater preference for the teaching of evolution in schools?. *Journal of science teacher education*, 18(5), 699-723. <https://doi.org/10.1007/s10972-007-9062-7>
- Nehm, R. H. & Schonfeld, I. S. (2008). Measuring knowledge of natural selection: A comparison of the CINS, an open-response instrument, and an oral interview. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(10), 1131-1160. <https://doi.org/10.1002/tea.20251>
- Nehm, R.H. & Schonfeld, I.S. (2010). The Future of Natural Selection Knowledge Measurement: A Reply to Anderson et al. (2010). *Journal of Research in Science Teaching*, 47(3), 358–362. <https://doi.org/10.1002/tea.20330>
- Nelson, C. E., Scharmann, L. C., Beard, J. & Flammer, L. I. (2019). The nature of science as a foundation for fostering a better understanding of evolution. *Evo Edu Outreach*, 12(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s12052-019-0100-7>
- Newton, D. P. (2012). *Teaching for understanding: What it is and how to do it* (2. utg.). Routledge.
- Nyléhn, J. & Ødegaard, M. (2018). The “Species” Concept as a Gateway to Nature of Science: Species Concepts in Norwegian Textbooks. *Science & education*, 27(7-8), 685-714. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-0007-7>
- Padian, K. (2013). Correcting some common misrepresentations of evolution in textbooks and the media. *Evo Edu Outreach*, 6(1), 11. <https://doi.org/10.1186/1936-6434-6-11>
- Palmer, D.H. (1999). Exploring the Link between Students’ Scientific and Nonscientific Conceptions. *Science Education*, 83(6), 639-653. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199911\)83:6<639::AID-SCE1>3.0.CO;2-O](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199911)83:6<639::AID-SCE1>3.0.CO;2-O)
- Partin, M. L., Underwood, E. M. & Worch, E. A. (2013). Factors related to college students' understanding of the nature of science: Comparison of science majors and nonscience majors. *Journal of College Science Teaching*, 42(6), 89-99. [10.2505/4/jcst13_042_06_89](https://doi.org/10.2505/4/jcst13_042_06_89)
- Petren, K., Grant, B.R. & Grant, P.R. (1999). A phylogeny of Darwin’s finches based on microsatellite DNA length variation. *Proceedings of the Royal Society of London: Biological Sciences*, 266(1417), 321–329. <https://doi.org/10.1098/rspb.1999.0641>
- Pinxten, R., Vandervieren, E. & Janssenswillen, P. (2020). Does integrating natural selection throughout upper secondary biology education result in a better understanding? A cross-national comparison between Flanders, Belgium and the Netherlands. *International Journal of Science Education*, 42(10), 1609–1634. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1773005>
- Postholm, M.B. og Jacobsen, D.I. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen* (1. utg.). Cappelen Damm Akademisk.

Progar, Š., Sočan, G. & Peč, M. (2008). An empirical comparison of item response theory and classical test theory. *Horizons of Psychology*, 17(3), 5-24.

Ramboll. (u.å.). SurveyXact by Ramboll. <https://surveyxact.com>

Renå, H. (2016). Til kamp mot survey-monsteret. *Stat & Styring*, 26(2), 56-58.
<https://doi.org/10.18261/issn0809-750x-2016-02-19>

Reydon, T. A. C. (2021). Misconceptions, conceptual pluralism, and conceptual toolkits: bringing the philosophy of science to the teaching of evolution. *European Journal for Philosophy of Science*, 11(2), 48. <https://doi.org/10.1007/s13194-021-00363-8>

Ringdal, K. (2018). *Enhet og mangfold: Samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode* (4. utg.). Fagbokforlaget.

Robson, R. L. & Burns, S. (2011). Gain in student understanding of the role of random variation in evolution following teaching intervention based on Luria-Delbruck experiment. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 12(1), 3-7.
<https://doi.org/10.1128/jmbe.v12i1.272>

Rudge, D. W. (2000). Does being wrong make Kettlewell wrong for science teaching?. *Journal of Biological Education*, 35(1), 5-11. <https://doi.org/10.1080/00219266.2000.9655728>

Rutberg, S. & Bouikidis, C.D. (2018). Focusing on the fundamentals: A simplistic differentiation between qualitative and quantitative research. *Nephrology Nursing Journal*, 45(2), 209-212.

Rutledge, M. L. & Mitchell, M. A. (2002). High school biology teachers' knowledge structure, acceptance & teaching of evolution. *The American Biology Teacher*, 64(1), 21-28.
<https://doi.org/10.2307/4451231>

Rutledge, M. L. & Warden, M. A. (2000). Evolutionary theory, the nature of science & high school biology teachers: Critical relationships. *The American Biology Teacher*, 62(1), 23-31.
<https://doi.org/10.2307/4450822>

Schizas, D., Papatheodorou, E. & Stamou, G. (2018). Transforming “ecosystem” from a scientific concept into a teachable topic: Philosophy and history of ecology informs science textbook analysis. *Research in Science Education*, 48(2), 267-300. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9568-0>

Schluter, D. (2000). *The ecology of adaptive radiation* (1. utg.). Oxford University Press.

Schmuller, J. (2017). *Statistical analysis with R for dummies* (1. utg.). John Wiley & Sons.

Sirnes, S.M. (2005). *Flervalgsoppgaver - konstruksjon og analyse* (1. utg.). Fagbokforlaget.

Sletbakk, M., Håpnes, A., Hessen, D. O., Eskeland, R. & Marthinsen, K. (2022). *Bios 2: biologi 2* (5. utg.). Cappelen Damm.

- Smith III, J. P., DiSessa, A. A. & Roschelle, J. (1994). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(2), 115-163. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0302_1
- Smith, M. U. (2010a). Current Status of Research in Teaching and Learning Evolution: I. Philosophical/Epistemological Issues. *Science & Education*, 19(6-8), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11191-009-9215-5>
- Smith, M. U. (2010b). Current Status of Research in Teaching and Learning Evolution: II. Pedagogical issues. *Science & Education*, 19(6-8), 539-571. <https://doi.org/10.1007/s11191-009-9216-4>
- Solbakken, S.S. (2019). *Statistikk for nybegynnere* (1. utg.). Fagbokforlaget.
- Spencer, S. J., Logel, C. & Davies, P. G. (2016). Stereotype Threat. *Annual Review of Psychology*, 67(1), 415-437. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-073115-103235>
- Staberg, R.L., Tandberg, C. & Grindeland, J.M. (2020). *Biologididaktikk for lærere* (1. utg.). Gyldendal Norsk Forlag.
- Stern, L. & Roseman, J. E. (2004). Can middle-school science textbooks help students learn important ideas? Findings from Project 2061's curriculum evaluation study: Life science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), 538-568. <https://doi.org/10.1002/tea.20019>
- Taber, K. S. & Akpan, B. (2017). *Science Education: An International Course Companion* (1. utg.). SensePublishers.
- Tavakol, M. & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2(1), 53. [10.5116/ijme.4dfb.8dfd](https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd)
- Teclaw, R., Price, M.C. & Osatuke, K. (2012). Demographic Question Placement: Effect on Item Response Rates and Means of a Veterans Health Administration Survey. *Journal of Business and Psychology*, 27(3), 281-290. <https://doi.org/10.1007/s10869-011-9249-y>
- Thorpe, R. S. & Brown, R. P. (1989). *Microgeographic variation in the colour pattern of the lizard Gallotia galloti within the island of Tenerife: distribution, pattern and hypothesis testing*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 38(4), 303-322. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1989.tb01580.x>
- Thrane, C. (2018). *Kvantitativ metode: En praktisk tilnærming*. (1. utg.). Cappelen Damm.
- Torgersen, E. (2017). *Vi tvinger fram evolusjon i ekspressfart*. *Forskning.no*. <https://forskning.no/planteverden-dyreverden-evolusjon/vi-tvinger-fram-evolusjon-i-ekspressfart/369207>
- Tshuma, T. & Sanders, M. (2015). Textbooks as a possible influence on unscientific ideas about evolution. *Journal of Biological Education*, 49(4), 354-369. <https://doi.org/10.1080/00219266.2014.967274>

- Utdanningsdirektoratet. (2006). *Læreplan i VG1 naturfag*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2006. <https://www.udir.no/k106/NAT1-03/Hele/Kompetansemaal/kompetansemaal-etter-vg1-%E2%80%93-studieforberevende-utdanningsprogram>
- Utdanningsdirektoratet. (2020). *Læreplan i biologi 2*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/bio01-02/kompetansemaal-og-vurdering/kv539>
- Utdanningsdirektoratet. (2020). *Læreplan i naturfag, 10. trinn*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/nat01-04/kompetansemaal-og-vurdering/kv78>
- Utdanningsdirektoratet. (2020). *Læreplan i VG1 naturfag*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/nat01-04/kompetansemaal-og-vurdering/kv77>
- Utdanningsdirektoratet. (2021). *Læreplan i biologi*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://data.udir.no/k106/v201906/laereplaner-lk20/BIO01-02.pdf?lang=nno>
- Vujcich, D., Roberts, M., Gu, Z., Kao, S.-C., Lobo, R., Mao, L., Oudih, E., Phoo, N. N. N., Wong, H. & Reid, A. (2021). Translating best practice into real practice: Methods, results and lessons from a project to translate an English sexual health survey into four Asian languages. *Plos One*, 16(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261074>
- Watts, E. M. (2021). Beyond Survival of the Fittest: A Look at Students' Misconceptions About Natural Selection and Evolutionary Theory. I R. G. Delisle (Red.), *Natural Selection: Evolutionary Biology – New Perspectives on Its Development* (s. 465-482). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65536-5_16
- Weiner, J. (1995). *The beak of the finch: A story of evolution in our time*. Vintage.
- Willse, J. T. (2018). *Classical Test Theory Functions*. R package version 2.8.14 <https://CRAN.R-project.org/package=CTT>
- Wind, S. A., Alemdar, M., Lingle, J. A., Moore, R. & Asilkalkan, A. (2019). Exploring student understanding of the engineering design process using distractor analysis. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0156-x>
- Wind, S. A. & Gale, J. D. (2015). Diagnostic Opportunities Using Rasch Measurement in the Context of a Misconceptions-Based Physical Science Assessment. *Science Education (Salem, Mass.)*, 99(4), 721–741. <https://doi.org/10.1002/sce.21172>
- Wingert, J. R. & Hale, R. E. (2021). Teaching Evolutionary Principles in Health Promotion: A Pilot Study. *Pedagogy in Health Promotion*, 7(1), 60–70. <https://doi.org/10.1177/2373379920908611>
- Wu, M., Tam, H. P. & Jen, T.-H. (2016). *Educational Measurement for Applied Researchers: Theory into Practice* (1. utg.). Springer.

Yates, T. B. & Marek, E. A. (2014). Teachers teaching misconceptions: A study of factors contributing to high school biology students' acquisition of biological evolution-related misconceptions. *Evo Edu Outreach*, 7(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s12052-014-0007-2>

Yip, D. Y. (1998). Identification of misconceptions in novice biology teachers and remedial strategies for improving biology learning. *International Journal of Science Education*, 20(4), 461-477. <https://doi.org/10.1080/0950069980200406>

Zimmer, C. & Emlen, D. J. (2013). *Evolution: making sense of life* (1. utg.). Roberts and Company.