

Biologilærarar sine kunnskapar om arbeidsminnet

Ein kvalitativ studie av biologilærarar sine kunnskapar om avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne, samt tilrettelegging for dette i klasserommet

Idunn Øye Hagen



Masteroppgåve i biologididaktikk

Institutt for biovitenskap

Det matematisk-naturvitenskaplege fakultet

Universitetet i Bergen

Juni 2022

Forord

Denne masteroppgåva markerer slutten på fem år som lektorstudent ved UiB. Mastersemesteret har gått veldig fort, samtidig som det har gått veldig sakte. Sannsynlegvis har dette samanheng med dei mange opp- og nedturane gjennom arbeidet med å skrive denne oppgåva. Det har vore mykje arbeid som har vore både vanskeleg og frustrerande, men samtidig veldig lærerikt. Gjennom masterprosjektet har eg lært utruleg mykje, både om akademisk skriving, men også nyttige tips og triks eg kan bruke når eg snart går ut i læraryrket. Særleg var intervjuet med dei tre lærarane svært interessante og lærerike.

Alt i alt har semesteret vore ganske fint. Eg har berre hatt masteroppgåva å jobbe med og dermed moglegheita til å ha alt fokus på ein ting. Dette har vore luksus for meg, i motsetning til andre semester i løpet av lektorstudiet der forelesningar, innleveringar, praksis og anna har overlappa og gått slag i slag.

Tusen takk til dei tre lærarane som tok seg tid og stilte opp til intervju midt i ein pandemi med nedstengingar og heimeundervisning i ein lærarkvardag som er hektisk nok til vanleg. Utan dykkar bidrag med tankar, refleksjonar og meiningar hadde ikkje denne oppgåva blitt noko av!

Eg vil også takke min rettleiar Jorun Nyléhn for rettleiing og gode tilbakemeldingar gjennom heile prosessen. Både tips til litteratur, faglege og skriftlege tilbakemeldingar og andre gode råd har eg sett stor pris på. Særleg takk for dei raske svara på e-post som har gjort det enkelt for meg å kome raskt vidare med arbeidet.

Tusen takk til mamma og pappa for korrekturlesing av masteroppgåva. At de har lese gjennom tekst med «nye auger» og påpeika uklare setningar har hjulpet meg å formulere tekst tydelegare og meir presist. Dette har bidrege til betre flyt i teksten og at oppgåva er lettare å lese.

Tonje og Nathalie, to av mine flotte medstudentar gjennom heile lektorutdanninga. Takk for godt samarbeid, oppmuntrande ord, hjelp og støtte gjennom fem år i Bergen, og særleg i mastersemesteret. Det har vore gull verdt å gå gjennom dette semesteret og prosessen med å skrive ei slik oppgåve samtidig som dykk. Eg vil også takke resten av lektorgjengen for fine år ved UiB.

lektorlove

Bergen, juni 2022

Idunn Øye Hagen

Samandrag

Arbeidsminnet er ein funksjon i hjernen for å mentalt manipulere informasjon. Arbeidsminnet har avgrensa kapasitet og varigheit, noko som er sentralt i undervisningssamanheng fordi det påverkar elevar sine evner til å behandle og tilarbeide informasjon. I tillegg er det individuelle forskjellar i storleiken på arbeidsminne og kognitiv kapasitet blant elevar, noko som gjer at dei har ulike føresetnadar for å manipulere informasjon. Kunnskap om og tilrettelegging for arbeidsminnet sine avgrensingar kan dermed ha betydning for elevar si læring.

Denne studien handlar om å undersøke kva biologilærarar veit om avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne, i tillegg til korleis dei legg til rette for desse avgrensingane. Dette er formulert i følgjande problemstilling: «*Kva veit biologilærarar om arbeidsminnet, og korleis bruker dei denne kunnskapen i biologiundervisning?*».

Tre biologilærarar på vidaregåande skular i Bergensområdet deltok i studien. Data vart samla inn gjennom kvalitative semi-strukturerte intervju, der ein intervjuguide vart brukt. Analyse av datamaterialet vart gjort ved hjelp av transkribering, og vidare koding og kategorisering i dataprogrammet NVivo.

Funna indikerer at biologilærarane er klar over at elevar har avgrensa kapasitet for tilarbeiding av informasjon, at kapasiteten varierer individuelt, og at dei må ta omsyn til dette i undervisning for å unngå å overbelaste elevar. Strategiar dei nemnde for å legge til rette for avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne var mellom anna å kople ny informasjon til kunnskap som er kjend for elevane, repetere, tilpasse mengde stoff som blir gjennomgått i timane, bryte opp undervisninga i bolkar og bruke meir tid på stoff som er komplisert. Resultata tyder på at lærarane har lite kunnskapar knytt direkte til omgrepa «kognitiv kapasitet» og «arbeidsminnet», men at dei likevel har relevante kunnskapar om tilrettelegging for dette i undervisning.

Innholdsliste

Forord	ii
Samandrag	iii
Ordliste.....	1
1 Introduksjon.....	2
1.1 Problemstilling og forskingsspørsmål.....	3
1.2 Oppgåva si oppbygging.....	3
2 Teori.....	4
2.1 Kognitiv struktur	4
2.1.1 Arbeidsminnet.....	4
2.1.2 Langtidsminnet.....	5
2.1.3 Interaksjonen mellom arbeidsminnet og langtidsminnet.....	6
2.1.4 Baddeley og Hitch sin arbeidsminnemodell	6
2.1.5 Teorien om kognitiv belastning.....	8
2.1.6 Eksempel som illustrerer kapasitetsavgrensingar i arbeidsminnet.....	10
2.1.7 Biologisk primær- og sekundærkunnskap	11
2.2 Hjernen sin funksjon og pedagogisk praksis	12
2.3 Arbeidsminnet og undervisning.....	13
2.3.1 Forkunnskapar.....	13
2.3.2 Overbelastning av arbeidsminnet	14
2.3.3 Individuelle forskjellar	15
2.4 Implikasjonar for klasserommet.....	16
2.4.1 Læring fordelt over tid	16
2.4.2 Illustrasjonar og tekst.....	17
2.4.3 Strategiar for å hjelpe elevar med låg arbeidsminnekapasitet	18
2.4.4 Stress	18
2.5 Kan arbeidsminnekapasitet trenast opp?.....	19
3 Metode.....	20
3.1 Grunngeving for val av metode	20
3.2 Kvalitative forskingsintervju	21
3.3 Semi-strukturert intervju	21
3.4 Intervjuaren sine oppgåver og kvalifikasjonar	22
3.5 Intervjuguide	23

3.5.1	Å innleie eit intervju.....	23
3.5.2	Utforming av spørsmål.....	23
3.5.3	Å avslutte eit intervju.....	26
3.6	Testintervju.....	27
3.7	Utfordringar i kvalitative intervju.....	27
3.8	Utval.....	28
3.9	Datainnsamling.....	29
3.10	Transkripsjon.....	29
3.11	Koding og kategorisering – første steg i kodingsprosessen.....	32
3.12	Kvalitativ analyse i NVivo – andre steg i kodingsprosessen.....	35
3.13	Kvalitet av intervju.....	36
3.13.1	Validitet.....	37
3.13.2	Reliabilitet.....	39
3.13.3	Generalisering.....	40
3.13.4	Etiske og moralske aspekt.....	41
4	Resultat.....	43
4.1	Kort presentasjon av dei tre biologilærarane.....	43
4.2	Kva veit lærarane om kognitiv kapasitet og arbeidsminne?.....	43
4.2.1	Kva veit lærarane om kognitiv kapasitet?.....	43
4.2.2	Kva veit lærarane om arbeidsminnet?.....	45
4.2.3	Mange nye og ukjende omgrep – ei utfordring knytt til arbeidsminnet.....	46
4.2.4	Overbelastning av arbeidsminnet.....	47
4.2.5	Individuelle forskjellar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne.....	48
4.3	Lærarane sine tilretteleggingar til kognitive avgrensingar.....	50
4.3.1	Forkunnskapar og dagleglivet.....	50
4.3.2	Overbelastning.....	52
4.3.3	Handtering av individuelle forskjellar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne.....	53
4.4	Oppsummering av resultat.....	58
5	Diskusjon.....	60
5.1	Biologilærarane sine kunnskapar om avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne ...	60
5.1.1	Kognitiv kapasitet.....	60
5.1.2	Arbeidsminnet.....	61
5.1.3	Overbelastning av kapasitetsgrensa i arbeidsminnet.....	62
5.1.4	Individuelle forskjellar.....	62
5.1.5	Implisitt kunnskap.....	63
5.2	Tilrettelegging til avgrensingar i arbeidsminnekapasitet.....	64

5.2.1	Bygge på kjend informasjon.....	64
5.2.2	Tidsbruk og mengde stoff.....	67
5.2.3	Tilpassing av undervisning undervegs.....	68
5.2.4	Tilrettelegging til individuelle forskjellar og ulike nivå.....	68
5.3	Styrker og svakheiter ved forskinga	71
5.3.1	Lesing av litteratur før og etter datainnsamling.....	71
5.3.2	Transkripsjon og koding.....	71
5.3.3	Intervjuaren	72
5.3.4	Intervjudeltakarar.....	72
5.3.5	Synleggjering av forskingsprosessen.....	73
5.3.6	Generalisering	73
6	Konklusjon	74
6.1	Avsluttande kommentarar	75
6.1.1	Arbeidsminnet i skriveprosessen.....	75
6.1.2	Vegen vidare	75
7	Litteraturliste	78

Vedlegg 1: Samtykkeerklæring

Vedlegg 2: Intervjuguide

Vedlegg 3: Oversikt over alle kodar og kategoriar

Vedlegg 4: Godkjenning frå NSD

Vedlegg 5: Oversikt over tal gongar kvar kode vart koda

Vedlegg 6: Fintranskripsjon intervju 1 – Petter

Vedlegg 7: Fintranskripsjon intervju 2 – Anne

Vedlegg 8: Fintranskripsjon intervju 3 – Lene

Ordforklaringar

Arbeidsminnet er ein avgrensa kognitiv funksjon som utfører bevisst, mental manipulering og tilarbeiding av informasjon frå miljøet rundt i ei kort periode (Alloway & Alloway, 2012, s. 30; Gathercole & Alloway, 2004, s. 2; Nyléhn, 2015, s. 2; Sweller et al., 2011, s. 42; Vandembroucke et al., 2017, s. 1). Det har evna til å halde og tilarbeide informasjon i tankane under pågåande mentale aktivitetar (Gathercole & Alloway, 2008, s. 116).

I følgje modellen til Baddeley og Hitch (1974) er det fire komponentar i arbeidsminnet (Baddeley, 2000, s. 417; Gathercole & Alloway, 2008, s. 18):

- **Den romleg-visuelle skisseblokka («the visuospatial sketchpad»)**, som er eit korttidsminnelager for romleg og visuell informasjon (Gathercole & Alloway, 2008, s. 18).
- **Den fonologiske løkka («the phonological loop»)**, som er eit korttidsminnelager for verbal informasjon (Gathercole & Alloway, 2008, s. 18).
- **Den sentrale kontrollleininga («the central executive»)**, som er ein koordinerande komponent som styrer merksemd, og koordinerer aktivitet både innanfor arbeidsminnet samt mellom arbeidsminnet og andre kognitive system som til dømes langtidsmminnet (Gathercole & Alloway, 2008, s. 18, 112).
- **Det episodiske lageret («the episodic buffer»)**, som er eit midlertidig lagringssystem med avgrensa kapasitet som integrerer informasjon frå fleire kjelder (Baddeley, 2000, s. 421).

Kognitiv belastning («cognitive load») er belastninga på arbeidsminnet av kognitive prosessar (Antonenko et al., 2010, s. 426). Denne belastninga er delt inn i følgjande typar:

- **Indre kognitiv belastning («intrinsic load»)** er direkte relevant for utføring og læring, og refererer til kompleksiteten i ei oppgåve (Paas & Merriënboer, 2020, s. 395; Sweller et al., 2019, s. 263).
- **Ytre kognitiv belastning («extraneous load»)** er unødvendig for læring og lite produktivt, og er bestemt av korleis informasjonen er presentert og kva eleven er pålagd å gjere (Paas & Merriënboer, 2020, s. 395; Sweller et al., 2019, s. 264).
- **Læringsrelatert kognitiv belastning («germane load»)** krevst for å lære, og handlar om innsatsen ein legg i å sjå samanhengar og kople saman informasjon (Seufert, 2018, s. 117; Sweller et al., 2019, s. 264).

Arbeidsminnekapasitet («working memory capacity») refererer til kapasitetsgrensa i arbeidsminnet, at det er ei øvre grense for kor mykje informasjon som kan bli behandla i arbeidsminnet samtidig (Gathercole & Alloway, 2008, s. 116). Denne grensa blir målt i tal **einingar**, som er noko som har vorte kjent gjennom erfaring og har ein indre samanheng (Simon, 1990, s. 16).

1 Introduksjon

Elevar skal stadig tileigne seg ny kunnskap i klasserommet. Nytt stoff må behandlast i eit avgrensa arbeidsminne i hjernen (Kalyuga, 2009, s. 23), som blir brukt til midlertidig lagring og mental tilarbeiding av informasjon (Vandenbroucke et al., 2017, s. 1). Arbeidsminnet er vesentleg for å behandle ny informasjon, og er dermed ein avgrensande faktor for læring (Nyléhn, 2015, s. 42).

Dei siste tiåra har det vorte forska mykje på arbeidsminnet (Alloway & Alloway, 2012, s. 36). Det har også vore veksande interesse for samanhengen mellom hjernen sin funksjon og utdanning (Alloway & Alloway, 2012, s. 36; Ansari & Coch, 2006, s. 146). I følgje Roksvold (2018, s. 40) vil lærarar og lærarstudentar ha nytte av kunnskap om hjernen sin funksjon ved å auke deira forståing av læringsprosessar og betre deira pedagogiske praksis. Kunnskapar om arbeidsminnet og avgrensingar i kognitiv kapasitet vil dermed kunne betre undervisningspraksisen til lærarar.

Avgrensingane i arbeidsminnet gjeld både kapasitet og varigheit (Miller, 1956, s. 81, 95; Peterson & Peterson, 1959, s. 198), noko som betyr at dette minnet kan bli overbelasta. Overbelastning kan føre til dårlegare prestasjonar og redusert yting (Leahy & Sweller, 2019, s. 458; Paas et al., 2004, s. 1). Arbeidsminnet har dermed stor betydning for korleis elevar lukkast i skulen, og er sentralt med tanke på undervisning og læring hos elevar. Vandenbroucke et al. (2017, s. 1) hevdar at det derfor er verdifullt å forstå kva faktorar som fremjar og hemmar yting av arbeidsminnet.

Undervisning kan gjennomførast på måtar slik at arbeidsminnet ikkje blir unødvendig overbelasta (Nyléhn, 2015, s. 50). Strategiar for å redusere belastninga på arbeidsminnet vil bli tatt opp i denne studien, for eksempel å unngå lange undervisningsøkter med mykje nytt stoff (Gathercole & Alloway, 2008, s. 69, 91-92). Aktivering av forkunnskapar vil også bli diskutert, då ny informasjon er lettare å huske dersom den blir kopla til noko kjent (Willingham, 2006).

Gjennom denne studien vil eg rette søkjelyset mot arbeidsminnet og betydninga det kan ha for biologiundervisning og læring hos elevar. Eg lærte sjølv litt om arbeidsminnet i lektorutdanninga ved UiB, noko som gjorde at eg fekk betre forståing for at enkelte elevar av og til blir overvelda av all den nye informasjonen som blir presentert for dei. Det kan verke som at elevar kan nå eit visst punkt og så «seier det stopp» og dei klarer ikkje å ta inn meir informasjon der og då. Dette trur eg er noko dei fleste lærarar og lærarstudentar har opplevd og kan kjenne igjen. Kunnskap om arbeidsminnet og bevisstheit om avgrensingane kan gi lærarar og lærarstudentar betre forståing for elevar sin læringsprosess, noko som kan bidra til betre tilrettelegging til det avgrensa arbeidsminnet (Nyléhn, 2015, s. 50). Fordi arbeidsminnet er så viktig for undervisning og læring, kan kunnskap om dette moglegvis bidra til åuka undervisningskvalitet. Eg fann berre ein studie om forskning på lærarar sine oppfatningar av arbeidsminnet, og der vart det funne at lærarar har lite kunnskapar om

arbeidsminnet (Alloway et al., 2012, s. 138, 141). På grunn av lite forskning på dette området kan det vere interessant å undersøke dette nærmare.

Fokuset i denne studien vil vere på presentasjon av nytt stoff, fordi avgrensingane i arbeidsminnet har mest å seie når det er snakk om ny informasjon (Sweller, 2004, s. 12). Eit eksempel er alle dei nye, ukjende omgrepa i biologifaget. Storleiken på arbeidsminnet varierer også frå person til person (Nyléhn, 2015, s. 50), noko som er sentralt med tanke på at lærarar skal legge opp til felles undervisning for alle elevar i eit klasserom. Eg har sjølv opplevd at det kan vere utfordrande å tilpasse undervisning for alle elevar i ei klasse, og individuelle forskjellar er derfor noko eg vil gå inn på i studien.

Valet om å skrive denne masteroppgåva om avgrensingane i arbeidsminnet og kva betydning det kan ha for biologiundervisning, var først og fremst basert på at eg syns det er eit interessant tema. I tillegg vil arbeidet med ei slik oppgåve gi meg nyttig kunnskap knytt til arbeidsminnet og undervisning som eg kan ta med meg ut i arbeidslivet som lærar. Auka forståing for kvifor elevar kan slite med å lære mykje og krevjande stoff vil ha stor nytteverdi for meg og andre framtidige lærarar, fordi ein blir betre rusta og har meir kompetanse til å hjelpe dei.

1.1 Problemstilling og forskingsspørsmål

I denne studien vil eg ta føre meg problemstillinga «*Kva veit biologilærarar om arbeidsminnet, og korleis bruker dei denne kunnskapen i biologiundervisning?*». Eg vil finne ut om biologilærarar kjenner til arbeidsminnet og avgrensingane i denne kognitive funksjonen, og eventuelt kva kunnskapar dei har om dette. Vidare vil eg undersøke korleis dei gjennomfører biologiundervisning for å legge til rette for elevar sine avgrensingar i arbeidsminne.

Forskingsspørsmåla mine er:

1. *Kva kunnskapar har biologilærarar om avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne?*
2. *Korleis legg biologilærarar til rette for avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne hos elevar i biologiundervisning?*

1.2 Oppgåva si oppbygging

Masteroppgåva består av seks kapittel, der introduksjonen til temaet er det første. I det andre kapittelet presenterer eg relevant teori knytt til problemstillinga og forskingsspørsmåla. Deretter legg eg fram metoden for prosjektet, korleis data er samla inn, behandla og analysert i kapittel 3. I kapittel 4 presenterer eg funna, som vidare blir diskutert saman med teori i kapittel 5. Avslutningsvis summerer eg opp funna i kapittel 6 i ein konklusjon.

2 Teori

I dette kapitlet går eg først inn på arbeidsminnet og andre kognitive strukturar som er involverte i læringsprosessar. I tillegg blir teori om kognitiv belastning presentert.

Avslutningsvis tek eg føre meg kva betydning dette kan ha for læring og undervisning, som er hovudfokuset for studien.

2.1 Kognitiv struktur

Kognitive strukturar er samlenemninga for dei ulike komponentane i hjernen (Sweller et al., 2011, s. 15). To av desse komponentane er arbeidsminnet og langtidsminnet, som vil bli gått inn på i dei følgjande avsnitta. Det blir lagt fram kjenneteikn ved kvar av desse, samt korleis dei verkar saman i ein læringsprosess.

2.1.1 Arbeidsminnet

Arbeidsminnet er knytt til evna å halde merksemd om noko og er områda i hjernen der vi har fokus på det vi tenkjer på (Nyléhn, 2015, s. 44). Gathercole og Alloway (2004, s. 2) definerer arbeidsminnet som evna til å halde og manipulere informasjon i sinnet i ei kort periode. Det er her vi gir merksemda vår til informasjon, altså vi er bevisste det vi tenkjer på (Alloway & Alloway, 2012, s. 30; Nyléhn, 2015, s. 44). Arbeidsminnet er ein sentral del av menneskeleg tenking i samband med behandling av informasjon frå miljøet rundt oss (Sweller et al., 2011, s. 42). Alloway og Alloway (2012, s. 27) kallar arbeidsminnet for hjernen sin dirigent, som knyter saman alt som skjer i hjernen. Ein vesentleg del av arbeidsminnet er lokalisert i pannelappen («prefrontal cortex», også kalla frontallappen) (Alloway & Alloway, 2012, s. 32; Postle, 2006, s. 23).

Når arbeidsminnet blir omtalt i denne studien er det viktig å vite at det ikkje meinast det same som korttidsminnet. Korttidsminnet er eit avgrensa og midlertidig minne som lagrar informasjon utan å mentalt manipulere den på nokon måte (Cowan, 2008, s. 2; Gathercole & Alloway, 2008, s. 12). Å huske eit telefonnummer er eit eksempel på ein aktivitet som avhenger av korttidsminnet (Gathercole & Alloway, 2008, s. 12). Arbeidsminnet derimot er involvert når ei oppgåve krev lagring og mental manipulering av informasjon (Gathercole & Alloway, 2008, s. 18). Arbeidsminnet inkluderer korttidsminnet og andre strukturar som hjelper oss å bruke korttidsminnet, og lagre og tilarbeide informasjon i ein midlertidig prosess (Cowan, 2008, s. 3; Gathercole & Alloway, 2008, s. 12). Det er vanleg å sjå på arbeidsminnet som ein kombinasjon av fleire komponentar som verkar saman (Cowan, 2008, s. 3), og desse blir det gått inn på i del 2.1.4.

Ved handtering av ny informasjon er arbeidsminnet svært avgrensa i både varigheit og kapasitet (Miller, 1956, s. 81, 95; Peterson & Peterson, 1959, s. 198). Kapasitetsgrensa i arbeidsminnet vil i denne studien bli omtalt som både *arbeidsminnekapasitet* og *kognitiv kapasitet*, fordi sistnemnde gjorde at eg unngjekk å bruke omgrepet «arbeidsminnet» tidleg i intervju med lærarar i tilfelle dette var ukjent for dei. Kognitiv kapasitet refererer meir generelt til at det er ei grense for kor mykje informasjon ein kan oppretthalde i hjernen

(Ross, 2009, s. 51), medan arbeidsminnekapasitet viser til at det er ei øvre grense for kor mykje informasjon som kan bli prosessert i arbeidsminnet samtidig (Gathercole & Alloway, 2008, s. 116). Avgrensinga i varigheit handlar om at ein kan berre halde på ny informasjon i rundt 20 sekund (Peterson & Peterson, 1959, s. 195). Med øving og fornying av denne informasjonen kan vi derimot halde på denne informasjonen i det uendelege (Sweller et al., 2011, s. 43). Fordi desse avgrensingane er gjeldande når det er snakk om ny informasjon, vil det bli fokusert på presentasjon av nytt stoff i denne teksten. Det er ved framlegging av nytt stoff for elevar at avgrensingane i arbeidsminnet mest å seie, og då det er viktigast å vere klar over dei.

Nyléhn (2015, s. 45, 48) tek føre seg spørsmålet om menneske si forhistorie er ein av grunnane til at arbeidsminnet er avgrensa. Ho påpeikar at evolusjonære avgrensingar kan vere ein faktor som har medverka til eit avgrensa arbeidsminne, fordi evolusjonen må ta utgangspunkt i det som eksisterer frå før (Nyléhn, 2015, s. 48). I følgje Read (2008, s. 676) hadde den felles stamfaren til menneske og sjimpansar truleg ein arbeidsminnekapasitet på to til tre einingar (noko attkjenneleg med ein indre samanheng (Simon, 1990, s. 16)). Arbeidsminnet er derfor knytt til biologi fordi det har auka betydeleg gjennom evolusjonen av mennesket, noko som i følgje Nyléhn (2015, s. 45) kan ha samanheng med den relative auka av pannelappen. Dermed har menneske vesentleg større arbeidsminne enn andre dyr.

2.1.2 Langtidsminnet

Langtidsminnet er eit uavgrensa minne som består av store og permanente lager av kjend informasjon (Cowan, 2008, s. 2; Sweller, 2004, s. 11; Sweller et al., 2011, s. 18).

Informasjonen her er organisert i såkalla skjema («chunks»), som er ein kognitiv konstruksjon av tette samansveisa einingar av organisert kunnskap (Chi et al., 1981, s. 4). Skjema kan ein sjå på som nettverk av informasjon med ein innbyrdes samanheng, og desse kan bli behandla som éi eining i arbeidsminnet (Nyléhn, 2015, s. 44).

Oppbygging av skjema («chunking») handlar om kopling av einingar (Ringnes & Hannisdal, 2014, s. 47). Dette tillét oss å klassifisere fleire element av informasjon i ei eining, og gjer det mogleg å behandle fleire bolkar av informasjon som éi enkel eining (Kalyuga et al., 1998, s. 1; Sweller et al., 2011, s. 58, 65). Skjemakonstruksjon går ut på å lære korleis fleire einingar heng saman (Sweller et al., 2011, s. 65), og det gjer at ved henting av eit informasjonselement innanfor eit skjema vil føre til henting av ein annan i rask rekkjefølgje (Chi et al., 1981, s. 4). Miller (1956, s. 93) trekkjer fram viktigheita ved å gruppere og organisere informasjon i skjema, fordi dette kan auke informasjonsmengda som arbeidsminnet kan halde gjennom å byggje større og større skjema der kvart skjema inneheld meir informasjon enn før. På denne måten kan ein omgå flaskehalsen for tilarbeiding av informasjon i arbeidsminnet (Miller, 1956, s. 95).

Nyleg tileigna skjema treng å blir prosessert og brukt før dei blir automatiserte og vi kan bruke dei utan særleg stor kognitiv innsats (Sweller et al., 2011, s. 23). Dette tyder på at etter kvart som vi byggjer opp skjemaa våre og bruker dei aktivt, så blir denne kunnskapen meir og meir automatisert og enklare for oss å bruke sidan det krev mindre kognitiv innsats.

Langtidsminnet kan ha tallause slike skjema, og desse avgjer korleis vi prosesserer informasjon (Sweller et al., 2011, s. 22). Sweller (2004, s. 11) hevdar at kompetanse innanfor eit visst område er avhengig av kunnskap lagra i langtidsminnet. Fordi kunnskapen i langtidsminnet har så mykje å seie for vidare læring, er det viktig at elevar får moglegheit til å utvide langtidsminnet sitt.

2.1.3 Interaksjonen mellom arbeidsminnet og langtidsminnet

I ein læringsprosess samhandlar arbeidsminnet og langtidsminnet med kvarandre. Vi er berre bevisst informasjon som blir behandla i arbeidsminnet (Sweller, 2004, s. 12; Sweller et al., 2011, s. 41-42). Derfor må vi rette merksemda vår mot delar av informasjon i langtidsminnet for å kunne ta i bruk dei store lagera av ubevisst informasjon her (Sweller et al., 2011, s. 42). På denne måten blir informasjon i langtidsminnet aktivert og tilgjengeleg for arbeidsminnet, og kan vidare behandlast i arbeidsminnet. På grunn av kognitive avgrensingar er vi på eit gitt tidspunkt berre bevisste ein liten del av kunnskapen i langtidsminnet (Sweller et al., 2011, s. 42). Vi kan også bli bevisst informasjon via sansing frå miljøet rundt oss (Sweller, 2004, s. 12). Dette vil vere ny og ukjend informasjon, og som krev meir arbeidsminnekapasitet å behandle enn kjend informasjon frå langtidsminnet. Om informasjon er henta frå langtidsminnet eller kjem frå sansane vil dermed påverke belastninga på arbeidsminnet ulikt (Sweller, 2004, s. 12). Det finst inga kjend grense for kor stor mengde organisert informasjon frå langtidsminnet ein kan prosessere i arbeidsminnet (Leahy & Sweller, 2019, s. 459). Enkelte hevdar at ein kan behandle tilnærma uavgrensa mengder informasjon når det er snakk om kjend kunnskap lagra i langtidsminnet (Paas et al., 2004, s. 2; Sweller, 2004, s. 13). Avgrensingane i arbeidsminnet gjeld berre når det har med ny informasjon frå miljøet rundt å gjere, og ikkje med kjend informasjon frå langtidsminnet (Sweller et al., 2011, s. 44).

Arbeidsminnet og langtidsminnet har ein nær samanheng, der bevisst ny kunnskap først blir behandla i arbeidsminnet før informasjonen kan bli lagra i langtidsminnet. Seinare kan denne kunnskapen bli tilgjengeleg for arbeidsminnet i ei meir handterleg form fordi den er organisert i skjema i langtidminnet. Arbeidsminnet hjelper oss å kategorisere og lage koplingar mellom ting rundt oss (Alloway & Alloway, 2012, s. 29). Det fungerer som ein slags søkjemotor som gjer oss i stand til å søkje gjennom informasjon og å oppfatte koplingar (Alloway & Alloway, 2012, s. 29).

2.1.4 Baddeley og Hitch sin arbeidsminnemodell

Arbeidsminnemodellen til Baddeley og Hitch som vart lagt fram i 1974 er ein teori om korleis arbeidsminnet er organisert (Baddeley & Hitch, 1974). Modellen tek føre seg arbeidsminnet som eit fleirkomponent system som behandlar og lagrar informasjon (Baddeley & Hitch, 1974). I følgje modellen er arbeidsminnet eit system av kopla komponentar, beståande av korttidsminnelager av verbal og visuell eller romleg informasjon, og ein koordinerande komponent som kontrollerer merksemd (Gathercole & Alloway, 2008, s. 18).

Delkomponentane som er involvert i arbeidsminnemodellen er *den fonologiske løkka* («the phonological loop»), *den romleg-visuelle skisseblokka* («the visuospatial sketchpad») og *den*

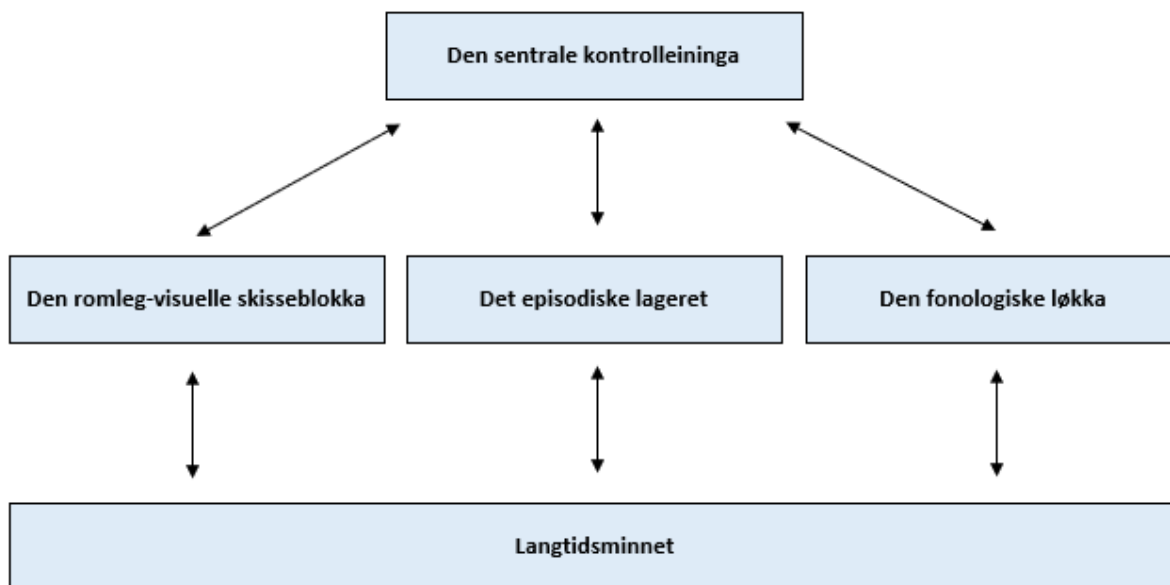
sentrale kontrolleringa («the central executive»), samt *det episodiske lageret* («the episodic buffer») som kom til seinare (Baddeley, 2000, s. 417; Baddeley & Hitch, 1974; Chai et al., 2018, s. 2). Baddeley og Hitch sin modell for arbeidsminnet er mykje brukt til å undersøke rolla til arbeidsminnet i pedagogisk samanheng (Fenesi et al., 2015, s. 347), noko som også gjeld denne studien. Det finst fleire modellar for arbeidsminnet som ikkje er like mykje brukt, men som likevel kan bidra til verdifull informasjon og kunnskap om utdanning (Fenesi et al., 2015, s. 347).

I arbeidsminnet skjer både lagring, manipulering og tilarbeiding av informasjon. Den fonologiske løkka og den romleg-visuelle skisseblokka er to ulike korttids-lagringsssystem, medan den sentrale kontrolleringa står for merksemdskontroll, organisering og koordinering av kognitive prosessar mellom dei to korttids-komponentane (Baddeley, 2003, s. 829; 2012, s. 4; Chai et al., 2018, s. 2; Fenesi et al., 2015, s. 337; Sweller et al., 2011, s. 35).

Den fonologiske løkka prosesserer høyrbar informasjon, medan den romleg-visuelle skisseblokka handterer biletleg eller skriftleg visuell informasjon (Sweller et al., 2011, s. 130). Dette betyr at det er to uavhengige prosessorar til å handtere høyrbar og synleg informasjon. Begge desse har kapasitet og varigheitsavgrensingar (Sweller et al., 2011, s. 130), noko som kan gjere det lønsamt å presentere ny informasjon på ein måte som fordeler belastninga på begge dei to systema framfor å overbelaste eitt.

I 2000 introduserte Baddeley ein fjerde komponent til arbeidsminnemodellen, det episodiske lageret (Baddeley, 2000, s. 417; Chai et al., 2018, s. 2). Baddeley (2000, s. 421) skildrar det episodiske lageret som eit midlertidig lagringssystem med avgrensa kapasitet, som er i stand til å integrere informasjon frå ei rekkje kjelder. Han seier at det episodiske lageret kan kople saman informasjon frå dei underordna systema, det vil seie den fonologiske løkka og den romleg-visuelle skisseblokka, samt frå langtidsminnet, til ein samla representasjon (Baddeley, 2000, s. 417). Truleg er det episodiske lageret kontrollert av den sentrale kontrolleringa (Baddeley, 2000, s. 421). Dette betyr at det episodiske lageret står for å hente informasjon frå langtidsminnet slik at det blir tilgjengeleg for resten av komponentane.

Ein illustrasjon over dei fire delkomponentane av arbeidsminnet, samt deira interaksjon med langtidsminnet er vist i figur 1 under. Figuren viser korleis dei ulike delane er kopla saman med kvarandre. Denne figuren er basert på Baddeley sin noverande modell (Baddeley, 2000, s. 421), som eg har forenkla noko, samt omsett til norsk.



Figur 1: Fleirkomponent arbeidsminnemodellen illustrert av Baddeley og Hitch i 1974, og utvida med ein fjerde komponent, episodisk buffer, av Baddeley i 2000. Illustrasjon modifisert frå Baddeley (2000, s. 421).

2.1.5 Teorien om kognitiv belastning

Teorien om kognitiv belastning («cognitive load theory») har dei siste tiåra vorte viktig for å forstå korleis undervisning og undervisningsmateriell påverkar elevar sine resultat og framgang i læring (Feldon et al., 2019, s. 319). Dette er ein teori basert på den kognitive strukturen til menneske som prøver å forklare korleis belastning på arbeidsminnet kan påverke elevar si læring (Antonenko et al., 2010, s. 426; Sweller et al., 2019, s. 261-262). Avgrensingane i arbeidsminnet knytt til behandling av ny informasjon er sentralt i denne samanhengen (Sweller, 2004, s. 13). Teorien handlar om å tilpasse undervisning til det avgrensa arbeidsminnet (Nyléhn, 2015, s. 50), der målet er å optimalisere læring. Den prøver å forklare korleis belastninga som blir påført arbeidsminnet gjennom læringsoppgåver kan påverke elevar sine evner til å behandle ny informasjon og å konstruere ny kunnskap i langtidsminnet (Sweller et al., 2019, s. 261-262). Sweller et al. (1998, s. 251) seier at teorien om kognitiv belastning handlar om at avgrensingane i arbeidsminnet er avgjerande for undervisning.

Som nemnt ovanfor er arbeidsminnet avgrensa i både kapasitet og varigheit. Ved utarming av arbeidsminneressursar, som kan skje ved høg kognitiv innsats, risikerer ein å yte dårlegare enn i situasjonar som krev mindre kognitiv innsats (Leahy & Sweller, 2019, s. 458). *Kognitiv belastning* er den belastninga på arbeidsminnet av dei kognitive prosessane som mellom anna læringsmateriell framkallar (Antonenko et al., 2010, s. 426), og handlar om kor mykje kognitive kapasitet som går med til å løyse ei oppgåve. I følgje Sweller et al. (1998, s. 264) handlar mengda av *total* kognitiv belastning om mengda ressursar som er via i ein spesifikk lærings situasjon for å handtere ei spesifikk oppgåve. Til dømes vil eit stort tal samverkande

eningar påføre stor belastning på arbeidsminnet, fordi belastning er bestemt av både samhandlende element og interaksjonen mellom kunnskap i langtidsminnet og undervisningsmaterieell (Sweller et al., 2011, s. 237). Eit unntak er dersom elementa er inkorporert i skjema i langtidsminnet, då vil belastninga vere mykje mindre (Sweller et al., 2011, s. 237).

Denne belastninga deler ein inn i tre ulike kategoriar, som er indre kognitiv belastning («intrinsic load»), ytre kognitiv belastning («extraneous load») og læringsrelatert kognitiv belastning («germane load»). *Indre belastning* refererer til kompleksiteten til oppgåva, representert av mengda element, og er også påverka av den lærande sine forkunnskapar. Slik belastning er direkte relevant for utføring og læring (Paas & Merriënboer, 2020, s. 395). *Ytre belastning* er bestemt av korleis informasjon er presentert og kva eleven er pålagd å gjere gjennom oppgåvetekst og instruksar (Sweller et al., 2019, s. 264). Det handlar om aktivitetar som er irrelevante for oppgåva som skal løysast på grunn av designproblem som for eksempel navigering og leiting. Dette er belastning som ikkje er nødvendig for læring, og kjem typisk av dårleg utforma instruksjonar og korleis informasjon blir presentert. *Læringsrelatert belastning* refererer til innsatsen ein legg inn for å skape eit mentalt skjema av dei interagerande elementa i oppgåva. Den handlar om arbeidsminneressursane som er via til å handtere den indre belastninga, ikkje den ytre, og er den som krevst for å lære (Paas & Merriënboer, 2020, s. 395; Seufert, 2018, s. 117; Sweller et al., 2019, s. 263-264; van Merriënboer et al., 2006, s. 343).

Generelt bør godt utforma instruksjonar minke ytre belastning og optimalisere den læringsrelaterte belastninga. Dette må skje innanfor grensene av total tilgjengeleg kapasitet for å unngå kognitiv overbelastning. Samtidig må den læringsrelaterte belastninga balanserast med den indre, slik at kapasiteten blir fordelt på dei to (van Merriënboer et al., 2006, s. 344). Den indre belastninga er sterkt avhengig av kompetansen til den lærande, dess høgare kompetanse dess mindre indre belastning (van Merriënboer et al., 2006, s. 351).

Kognitiv belastning kan bli målt på ulike måtar og ulike nivå, noko som berre vil bli nemnt kort her. Ein måte å måle kognitiv belastning på er ved å bruke elektroencefalografi, som måler aktiviteten til hjerneceller. Fordelen med denne metoden er at ein får kontinuerlege målingar av kognitiv belastning, som inkluderer små endringar (Antonenko et al., 2010, s. 425). Slike mål av augeblikkeleg kognitiv belastning gjer det mogleg å studere og tolke data veldig detaljert (Antonenko et al., 2010, s. 428). Dette er ein stor fordel i forhold til objektive målingar av kognitiv belastning som også har vore ei vanleg metode å bruke for slike målingar. Slike målingar kan for eksempel gå ut på å måle belastninga påført av ei primær læringsoppgåve gjennom å måle utføring eller responstid på ei sekundær oppgåve. Dette blir ikkje kontinuerlege målingar, men eit mål på den samla belastninga (Antonenko et al., 2010, s. 428).

Basert på den kognitive strukturen til menneske som vart gått inn på ovanfor, er målet med undervisning å generere kunnskap i arbeidsminnet som skal behaldast i langtidsminnet for seinare bruk. Sweller et al. (2011, s. 24) hevdar at ingenting har vorte lært utan at det har

skjedd ei endring i langtidsminnet. Dersom ein ikkje tek i betraktning dei avgrensingane arbeidsminnet har, så kan ein risikere minimale endringar i langtidsminnet og dermed lite læring (Leahy & Sweller, 2019, s. 459).

2.1.6 Eksempel som illustrerer kapasitetsavgrensingar i arbeidsminnet

Kapasitetsgrensa i arbeidsminnet handlar om at det finst ei øvre grense for kor mange einingar som kan bli prosessert der samtidig. Akkurat kor mange einingar denne grensa ligg på er omdiskutert. Miller (1956, s. 81, 90-91) føreslo at grensa er 7 ± 2 einingar, og Gathercole og Alloway (2008, s. 3-4) hevdar at ein gjennomsnittleg vaksen person kan halde rundt seks-sju einingar av informasjon i arbeidsminnet. Seks-sju einingar er den øvre grensa, og når det er snakk om informasjon i meningslause mønster er denne grensa på kor mykje informasjon ein kan ha i arbeidsminnet mykje mindre (Gathercole & Alloway, 2008, s. 4).

Kapasitetsgrensa er dermed avhengig av om informasjonen er organisert på ein meningsfull måte eller ikkje. Grensa på rundt sju einingar er også avhengig av om ein får moglegheit til å repetere informasjon eller ikkje samtidig som ein behandlar den i arbeidsminnet. Utan repetisjon er grensa på rundt fire einingar (Cowan et al., 2008, s. 96).

Storleiken på einingar i arbeidsminnet kan variere, det er talet på einingar som er avgrensinga og ikkje storleiken på dei (Nyléhn, 2015, s. 44). Kvart tal i til dømes eit telefonnummer eller PIN kode utgjer ei eining, men ved å gruppere individuelle element saman i større delar organisert i skjema vil dette også bli behandla som ei eining (Gathercole & Alloway, 2008, s. 4). I tillegg spelar det ei rolle om grupperingane er meningsfulle eller ikkje. Gathercole og Alloway (2008, s. 4) hevdar at det er vanskelegare å huske bokstavar som ikkje dannar noko stavemønster, enn bokstavar som er grupperte i meningsfulle einingar.

Willingham (2006) tek føre seg eit eksempel som illustrerer korleis arbeidsminnet fungerer med tanke på avgrensingar og meningsinnhald. Han presenterer ei liste med bokstavar grupperte to og tre saman, som ein skal lese gjennom éin gong før ein ser vekk og skal gi att så mange bokstavar som ein kan huske. Inspirert av dette eksempelet presenterer eg eit liknande eksempel på norsk her:

RB KUI BSA SDN AAB BA

Willingham (2006) forklarar vidare at det er 16 bokstavar i denne lista, og folk flest huskar rundt sju av dei på grunn av kapasitetsgrensa i arbeidsminnet. Vidare skal lesaren gjere det same med ei ny liste:

RBK UIB SAS DNA ABBA

Listene inneheld dei same bokstavane i same rekkjefølgje, men med ulike inndelingar. Grupperingane i den første lista gir ikkje mening og ein må dermed huske kvar enkelt bokstav isolert. Willingham (2006) forklarar at å dele inn bokstavane i meningsfulle bolkar i staden for separate einingar, det vil seie å bygge opp skjema, gjer oss i stand til å halde mykje meir informasjon i arbeidsminnet. Ein viktig faktor er at prosessen med skjemakonstruksjon er avhengig av forkunnskapar (Willingham, 2006). I eksempelet ovanfor må ein til dømes kjenne til forkortinga for «Universitetet i Bergen» for å behandle UIB som ei

eining. Det er dermed ein stor fordel å ha mykje og relevante forkunnskapar for å kunne samle informasjon i større skjema og frigi plass i arbeidsminnet til andre prosessar (Willingham, 2006).

Gathercole og Alloway (2008, s. 4) presenterer eit eksempel som går ut på at det er enklare å huske ord organisert i ei meningsfull setning enn ei liste med tilfeldige ord. Eg har ut i frå deira eksempel laga eit liknande eksempel på norsk:

Liste med ord: *Mann – hatt – gate – måne – rev – bil*

Då mannen med hatt gjekk nedover gata i måneskinet, såg han ein rev som kryssa vegen framfor ein bil.

Til tross for at setninga inneheld over tre gongar så mange ord enn lista med seks ord, er det enklare å huske setninga enn orda. Det er fordi setninga gir mening og dermed huskar ein meningsinnhaldet framfor 19 isolerte ord (Gathercole & Alloway, 2008, s. 4).

«The Invisible Gorilla» og «The Monkey Business Illusion», eksperiment utført av Daniel Simons og Christopher Chabris, er eksempel som viser avgrensa kapasitet i arbeidsminnet i samband med videoar. I eksperimenta viste dei korte videosnuttar til forskingsdeltakarane. I den første videoen kastar to grupper ungdommar basketballar seg imellom, der nokre har kvit t-skjorte og resten har svarte (Chabris & Simons, 2010). Sjåarane av videoen skal telje pasningane mellom ungdommane i kvit t-skjorte, og ikkje pasningane mellom dei med svart. I løpet av videoen går ein person utkledd i eit gorillakostyme gjennom rommet. I studien til Simons og Chabris om «The Invisible Gorilla» oppdaga ca. halvparten av deltakarane gorillaen, medan den andre halvparten såg den ikkje, noko som tyder på at ein overser noko openbart når ein fokuserer og har merksemda på noko anna (Simons & Chabris, 1999, s. 1068-1073). Den andre videoen om «The Monkey Business Illusion» er eit meir komplekst eksempel og ei utfordring for dei som oppdaga gorillaen i den første videoen (Chabris & Simons, 2010).

2.1.7 Biologisk primær- og sekundærkunnskap

Før eg går vidare til arbeidsminnet i undervisningssamanheng vil eg seie litt om kva type kunnskap som blir prosessert i arbeidsminnet. Dei fleste tema som blir undervist i skulen består av såkalla biologisk sekundærkunnskap (Leahy & Sweller, 2019, s. 458; Sweller, 2020, s. 2). Dette er definert som kunnskap som er viktig av kulturelle årsaker, som lesing og skriving. Å tileigne seg slik kunnskap krev bevisst innsats frå eleven si side saman med undervisning om temaet. Den andre typen kunnskap som blir kalla primærkunnskap tileignar vi oss automatisk, eksempelvis å kjenne igjen tale og ansikt (Sweller, 2020, s. 2; Sweller et al., 2011, s. 3). Hovudforskjellen mellom desse to er at begge typar kunnskap er moglege å lære, men berre sekundærkunnskap kan lærast vekk (Sweller et al., 2011, s. 4). Det er sekundærkunnskap som blir prosessert i arbeidsminnet (Sweller, 2020, s. 1), og den som er relevant for undervisningssituasjonar og dermed denne teksten.

Vi menneske kan tileigne oss ny sekundærkunnskap på to måtar. Enten kan vi skaffe oss kunnskap gjennom problemløysing når det ikkje er noko anna alternativ, noko som gjeld all ny sekundærkunnskap, eller vi kan få kunnskap overført frå andre (Sweller, 2020, s. 5). Sistnemnde er mest dominerande i skulen, då nesten all sekundærkunnskap vi har i langtidsmindet er lånt frå andre (Sweller et al., 2011, s. 28). Dette betyr at lærarar overfører sin kunnskap til elevane, eller rettare sagt hjelper elevane til å tileigne seg den same kunnskapen. Menneske har evolvert til å få informasjon ifrå andre, og til å gi informasjon sjølv (Sweller et al., 2011, s. 31).

2.2 Hjernen sin funksjon og pedagogisk praksis

I følgje Ansari og Coch (2006, s. 146) har det vore aukande interesse for og debatt om forholdet mellom hjernen sin funksjon og utdanning. Grospietsch og Mayer (2019, s. 1) hevdar at det er stor interesse blant lærarar å overføre aktuelle forskingsresultat om temaet læring og husk til «hjernebasert» læring i skulen. Ansari (2010, s. 202-203) meiner at den enklaste måten å bringe kunnskap om korleis hjernen fungerer inn i klasserommet, er å gi lærarar tilgang til kunnskap frå studiar om dette. Kunnskap om hjernen sin funksjon kan utvide lærarar og lærarstudentar si forståing av læringsprosessen som skjer hos elevar, og dermed påverke deira pedagogiske tilnærming og praksis (Roksvold, 2018, s. 40).

Roksvold (2018, s. 25) har skrive ein artikkel om det potensielle utbyttet lærarstudentar kan ha ved å kople kunnskap om hjernen med matematikk. Han meiner at å lære om hjernen sin interaksjon med matematikk «vil ha ein eigenverdi for framtidige lærarar» (Roksvold, 2018, s. 40). Dette indikerer at det kan vere nyttig å inkludere funn frå hjerneforskning i lærarutdanninga (Roksvold, 2018, s. 40). Jorun Nyléhn (2015, s. 50) meiner at ein bør inkludere kunnskap om arbeidsminnet i lærarutdanninga, og trekkjer mellom anna fram at forskning indikerer at arbeidsminnet er essensielt for både individuelle forskjellar, og for å lære nytt stoff.

Både arbeidsminnet og teorien om kognitiv belastning er relevante for undervisning og læring. I følgje Seufert (2018, s. 117) vil kopling av undervisning og teorien om kognitiv belastning gi lærarar retningslinjer for å tilpasse læringsprosessar med tanke på styrker og avgrensingar i kognitive strukturar. Læring er sterkt avhengig av arbeidsminnekapasitet, fordi elevar ofte må behandle informasjon samtidig som dei må oppretthalde verbale instruksar frå læraren (Fenesi et al., 2015, s. 334). Derfor er arbeidsminnet og teorien om kognitiv belastning tema som lærarar bør ha kunnskap om.

Grospietsch og Mayer (2019, s. 1) hevdar at prosessen med å ta kunnskap om hjernen inn i undervisning ikkje alltid er like vellukka. Å skape koplingar mellom utdanning og didaktikk på den eine sida og hjernen sin funksjon og kognitiv psykologi (inkludert arbeidsminnet) på den andre sida, ser ut til å vere avgjerande for å forbetre naturfaglærarar si kompetanse om korleis hjernen fungerer (Grospietsch & Mayer, 2019, s. 13). Som eit resultat av dette etterlyser forskarar meir kunnskap om hjernen sin funksjon i lærarutdanningar for å skape ei profesjonell og fagleg forståing av læring og husk (Grospietsch & Mayer, 2019, s. 1). Dermed

kan det vere eit behov for å gjere undersøkingar som koplur saman undervisning og kunnskap om korleis hjernen fungerer.

Alloway et al. (2012) gjennomførte ein studie av lærarar på barneskular i Skottland om deira oppfatningar av arbeidsminnet. Gjennom semi-strukturerte intervju undersøkte dei 14 lærarar si evne til å definere arbeidsminnet, identifisere vanskar med dette i klasserommet, og korleis dei støttar elevar som strevar (Alloway et al., 2012, s. 138, 140). Resultata av studien indikerte at lærarane si forståing for arbeidsminnet var ganske låg, der fleirtalet av lærarane berre kunne identifisere korrekt eitt eller to teikn på arbeidsminnesvikt samt strategiar for å legge til rette for dette i klasserommet (Alloway et al., 2012, s. 138, 141). Alloway et al. (2012, s. 140-141) hevdar at deira studie er den første systematiske undersøkinga av forholdet mellom lærarar si bevisstheit av arbeidsminnet og klasseromåtferd.

2.3 Arbeidsminnet og undervisning

2.3.1 Forkunnskapar

Forkunnskapar blir i denne studien brukt om kunnskapar elevar har på førehand i møte med ny informasjon. Ambrose et al. (2010, s. 13) påpeikar at elevar har tileigna seg kunnskapar i tidlegare skulegang samt dagleglivet, noko lærarar må vere klar over og forhalde seg til. Når elevar koplur det dei lærer til korrekte og relevante forkunnskapar lærer og huskar dei meir, fordi den nye kunnskapen «festar seg» betre når den har eksisterande kunnskapar å kople seg til (Ambrose et al., 2010, s. 15). Willingham (2006) seier også at ny informasjon er enklare å huske dersom det blir relatert til noko som allereie er i minnet, det vil seie om ein allereie har kunnskap om temaet. For elevar er det lettare å huske informasjon som dei ser på som nyttig og som dei kan relatere seg til (Spires & Donley, 1998, s. 250), noko som lærarar kan utnytte ved å aktivt bruke forkunnskapar og dagleglivet i undervisning. Eit rikt nettverk av assosiasjonar gjer at ein enklare kan sjå samanhengar og lage koplingar mellom eksisterande skjema og ny informasjon. Å huske ny informasjon om eit heilt nytt tema er ikkje enkelt fordi det ikkje finst noko nettverk å kople den nye informasjonen til (Willingham, 2006).

I følgje Willingham (2006) viser forskning at å ha kunnskap gjer læring lettare, og påstår vidare at dess meir ein veit dess lettare er det å lære nye ting. Kunnskap hjelper i prosessen med å tileigne seg meir kunnskap ved at ein i større grad klarer å trekkje korrekte slutningar (Willingham, 2006). Han seier vidare at kunnskap veks eksponentielt, og at dei med eit rikt grunnlag av faktakunnskap dermed har lettare for å lære meir. Rik bakgrunnskunnskap tyder på at ein sjeldan må lese ei tekst eller sjå ein video om igjen for å bevisst leite etter samanhengar (Willingham, 2006). Elevar med ei god kunnskapsbase klarer betre å kople forkunnskapar til den nye informasjonen slik at det gir mening.

I ein studie av Spires og Donley (1998, s. 257) vart det funne at aktivering av elevar sine forkunnskapar kan auke forståing. Det er likevel ikkje å forvente at elevar spontant «hentar fram» forkunnskapar i nye læringssituasjonar, og derfor er det viktig at lærarar hjelper elevane å aktivere forkunnskapar slik at elevane kan bygge vidare på dei på ein produktiv

måte (Ambrose et al., 2010, s. 16). Dette kan gjerast på ulike måtar, for eksempel kan det hjelpe mange elevar å berre minne dei på å sjå tilbake på ei tidlegare løyst oppgåve for at dei skal klare den neste sjølv (Ambrose et al., 2010, s. 16). Ein annan måte å hjelpe elevar til å aktivere og bruke forkunnskapar til å integrere og huske ny informasjon, er gjennom å stille dei spørsmål som er spesifikt designa for å huske det dei tidlegare har lært (Woloshyn et al., 1994, s. 84). Dette er typisk «kvifor-spørsmål» om det nye stoffet, som fører til at elevar må utdjupe og reflektere over den nye informasjonen og vidare assosiere den med støttande forkunnskapar (Woloshyn et al., 1994, s. 80). Hallingstad (2018, s. 57, 59) har gjort undersøkingar om lærarar sine kunnskapar om og bruk av forkunnskapar i biologiundervisning, og fann at lærarar manglar kunnskap om konkrete metodar for å fremje elevar sine forkunnskapar i undervisning.

Repetisjon handlar om å fornye informasjon (Sweller et al., 2011, s. 43), men ikkje all repetisjon er nyttig. Roediger III og Butler (2011, s. 25) fann i sin studie om å hente frå hukommelsen («retrieval practice»), at elevar som aktivt legg inn ein innsats for å huske informasjon frå hukommelsen i større grad huskar informasjonen enn elevar som repeterer passivt frå ei ekstern kjelde. Å hente informasjon frå hukommelsen gjer at ein huskar den betre, i motsetning til å studere den same informasjonen om igjen. Dette er kalla testeffekten («testing effect», eiga omsetning) (Roediger III & Karpicke, 2006, s. 181). Repetisjon der lærarar ramsar opp informasjon elevane skal kunne før dei går vidare i undervisninga er dermed ikkje gunstig for langvarig læring.

2.3.2 Overbelastning av arbeidsminnet

I undervisningssamanheng kan overbelastning av det avgrensa arbeidsminnet skje for eksempel dersom lærarar presenterer mykje ny informasjon for elevane på ein gong. Ved overbelastning kan noko av det vi prøver å huske av informasjon bli gløymt (Gathercole & Alloway, 2008, s. 3; Gathercole & Alloway, 2004, s. 3). Arbeidsminnet krev merksemd og informasjon her kan bli mista både dersom merksemda blir flytta vekk frå innhaldet, og den kan bli erstatta av annan informasjon (Gathercole & Alloway, 2008, s. 8; Gathercole & Alloway, 2004, s. 2-3). Derfor er det viktig for læring at arbeidsminneressursar blir fordelt på ein fornuftig måte. Til dømes kan læring bli hemma dersom elevar må bruke kapasitet på aktivitetar som ikkje er direkte relatert for å tileigne seg kunnskap (Kalyuga, 2009, s. 24).

I følgje Paas et al. (2004, s. 1) er det generelt akseptert at ved for stor belastning på arbeidsminnet vil elevar sin prestasjon bli dårlegare, og det same gjeld ved for lite belastning. Lærarar bør dermed passe på at undervisning inneber verken for mykje eller for lite belastning, og balansere dette. Om lærarar er klar over moglegheitene for overbelastning, samt dei negative følgjene av dette med tanke på læring, kan dei ta omsyn i undervisninga for å hjelpe elevar. Kunnskap om arbeidsminnet og faktorar som kan påverke det kan bidra til betre læring for mange elevar, særleg dei med mindre arbeidsminne, men også for andre (Nyléhn, 2015, s. 50). Sidan det er relevant for alle utan at nokon tek skade av det, kan det tyde på at det er ein stor fordel for elevar at lærarar har slik kunnskap.

2.3.3 Individuelle forskjellar

Fordi arbeidsminnet kan variere i storleik blant menneske, er det sannsynleg at det vil vere individuelle variasjonar blant elevar i eit klasserom. Storleiken på arbeidsminnet vil ha mykje å seie for læring, fordi auka kapasitet betyr at fleire einingar kan haldast aktive i arbeidsminnet samtidig (Nyléhn, 2015, s. 44). Elevar med lågt arbeidsminne blir lettare distraherert, særleg ved krevjande oppgåver (Nyléhn, 2015, s. 46). Dette kan resultere i at desse elevane vil streve med å følgje undervisninga, medan elevar med eit større arbeidsminne vil klare seg godt.

Evne til å løyse problem og konstruere ny kunnskap aukar med tilgjengelege forkunnskapar, noko som kan indikere at fagleg svake elevar har nytte av undervisning som startar grunnleggjande (Glaser et al., 1985, s. 10). Dette meiner også Nyléhn (2015, s. 50), som seier at for elevar med mindre arbeidsminne er det vesentleg med ei gradvis oppbygging av kunnskap. For at elevar med lågt arbeidsminne skal kunne oppnå forventa måloppnåing i eit fag, må eleven lukkast i ei rekkje ulike strukturerte læringsaktivitetar utvikla til å gradvis byggje opp kunnskap og ferdigheiter som dei treng (Gathercole & Alloway, 2004, s. 14). Dette kan ein oppnå ved å bruke relevante forkunnskapar, eller ved å hjelpe elevar med å lage midlertidige modellar dei kan bruke som stillas for ny informasjon (Glaser et al., 1985, s. 10). Fagleg sterke elevar har evne til å oppfatte store og meningsfulle mønster (Glaser et al., 1985, s. 7), og treng gjerne mindre hjelp til å strukturere kunnskap enn dei elevane med lågt arbeidsminne.

Kva kompetansenivå ein elev ligg på knytt til eit visst tema, er ein vesentleg faktor som blant anna avgjer kva informasjon som er relevant for eleven (Glaser et al., 1985, s. 10; Kalyuga, 2009, s. 24). Informasjon som er nyttig for nokre elevar å utvide skjema i langtidsminnet kan hindre denne prosessen hjå andre. Grunnen er at informasjon som kan pålegge fagleg svake elevar læringsrelatert belastning, derimot kan vere ytre belastning for fagleg sterke elevar (Paas et al., 2004, s. 2-3; Sweller, 2004, s. 14). Dette har med kor mykje og kor godt organisert kunnskap elevane har i langtidsminnet, som varierer. Kalyuga (2009, s. 23) forklarar at teknikkar for å redusere belastninga på arbeidsminnet har ulik effekt alt etter kompetansen til elevane. Han seier vidare at strategiar som er eigna for fagleg svake elevar kan vere lite eigna for fagleg sterke elevar, og til og med ha negativ innverknad på læringa deira. På bakgrunn av dette meiner Paas et al. (2004, s. 7) at elevar som er nye for eit tema og elevar som kan meir om temaet skal jobbe med ulike oppgåver.

Elevar med ein arbeidsminnekapasitet under gjennomsnittet kan oppleve dårlege akademiske prestasjonar som blir feiltolka som mangel på motivasjon eller redusert intelligens (Gathercole & Alloway, 2004, s. 9). Arbeidsminnet er sterkt korrelert med intelligens (Nyléhn, 2015, s. 44-45), og Alloway og Alloway (2012, s. 62) seier at personar med større arbeidsminnekapasitet nesten alltid skårar høgre på intelligenstestar enn personar med lågare arbeidsminnekapasitet. I ein studie gjort av Alloway et al. (2012, s. 138) kjem det fram at nokre av elevane lærarar ser på som forstyrrende og med plagsam oppførsel i klasserommet viser teikn på arbeidsminnesvikt, noko som kan stamme frå

frustrasjon i klasserommet knytt til låg arbeidsminnekapasitet. Dermed kan det vere nyttig at lærarar har kunnskap om kognitive system som arbeidsminnet, fordi dei då forstår elevane betre og kan hjelpe dei som strevar (Alloway et al., 2012, s. 141).

Mange elevar gidd ikkje å legge inn ein innsats for å gjere skularbeid. Å bruke arbeidsminnet er anstrengande og krevjande, fordi det høyrer til den bevisste måten å tenkje på. Det inneber å ta val, bestemme kva ein skal tenkje på og kva ein skal gjere, resonnering og merksemd (Kahneman, 2011, s. 16-17). Når elevar nærmar seg den øvre grensa for kor mykje innsats og arbeidsminnekapasitet dei er villige til å bruke for å løyse ei oppgåve, eller når elevar ser på det som umogleg å gjennomføre arbeidet, kan deira mentale innsats reduserast og dei kan gi seg på oppgåva. Då kan det hjelpe om lærarar seier nokre motiverande ord for å få opp den mentale innsatsen igjen (Paas & Merriënboer, 2020, s. 396). Ein studie at Vandenbroucke et al. (2017, s. 10) viser at lærarar kan ha betydeleg påverknad på ytinga av arbeidsminnet til elevar ved å tilby tilstrekkeleg emosjonell støtte. Dei påpeikar at det likevel trengs vidare forskning for å undersøke dei underliggande mekanismane av desse effektane. Dersom lærarar oppdagar når elevar står faste, og gir hint og motiverer på riktig tidspunkt, så kan det hjelpe elevane. Samtidig må ikkje dette kome for tidleg, då elevar bør streve litt sjølv først.

2.4 Implikasjonar for klasserommet

I følgje Nyléhn (2015, s. 50) kan ulike former for undervisning belaste arbeidsminnet i ulik grad. Teorien om kognitiv belastning kan brukast til å guide lærarar og gi ein peikepinn på korleis ein bør leggje opp undervisning slik at den blir mest mogleg lærerik (Sweller, 2020, s. 1). Å forstå rolla til arbeidsminnet og langtidsmminnet gjer oss i stand til å kjenne igjen kjelder til kognitiv belastning (Sweller et al., 2011, s. 237). Dermed kan undervisning leggast opp slik at arbeidsminnet ikkje blir overbelasta unødige (Nyléhn, 2015, s. 50).

2.4.1 Læring fordelt over tid

Læring fordelt over tid med pausar mellom læringsøktene er betre enn identisk læring der all informasjon blir presentert etter kvarandre utan tidsavbrot innimellom (Chen et al., 2018, s. 483-484). Å fordele informasjon over tid er fordelaktig, noko Nyléhn (2015, s. 50) trekkjer fram som tiltak for å tilpasse undervisninga til det avgrensa arbeidsminnet. Kognitiv belastning fordelt over tid er særleg viktig for elevar med lite forkunnskapar og eit lite arbeidsminne.

Chen et al. (2018, s. 483-484) har gjennom eksperiment funne at studentar oppnår lågare skår på ein arbeidsminnetest og høgare kognitiv belastning etter samla undervisning framfor undervisning med mellomrom. Slik reduksjon i arbeidsminnekapasitet kan skuldast utarming av arbeidsminneressursar som følgje av den relativt forlengta mentale innsatsen «samla undervisning» inneber (Chen et al., 2018, s. 497). Etter konsentrert kognitiv innsats kan arbeidsminnet vere utarma, noko som gjer at det treng kvile (Sweller, 2020, s. 13). Chen et al. (2018, s. 497-499) har funne at det skjer ei auke i arbeidsminnekapasitet etter kvile samanlikna med rett etter kognitiv innsats. På denne måten kan utarming av

arbeidsminneressursar forklare kvifor læring med tidsavbrot er fordelaktig (Sweller, 2020, s. 13). Pausar tillét ekstra tid til nødvendige kognitive prosessar (Lee et al., 2020, s. 2), og i følgje Ayres (2020, s. 2) genererer pausar betre kognitive prosessar og fører til betre prestasjonar.

2.4.2 Illustrasjonar og tekst

I biologifaget er det vanleg å presentere informasjon ved bruk av illustrasjonar og tilhøyrande tekst, og lærebøker inneheld ofte mange slike figurar. Men det er ikkje all tekst det er illustrasjonar til. I slike tilfelle er det opp til elevane sjølv å lage sine egne mentale modellar, ved å bruke dei avgrensa ressursane i arbeidsminnet til å mentalt organisere idear og integrere dei med forkunnskapar (Castro-Alonso et al., 2021, s. 2, 4; Kintsch & Walter Kintsch, 1998, s. 119). Ein slik prosess kan vere kognitivt krevjande, særleg for elevar med lite arbeidsminne (Castro-Alonso et al., 2021, s. 4). Dersom elevar mottok ferdige visualiseringar kan det hjelpe dei å byggje opp meir presise samanhengar mellom ny informasjon og forkunnskapar dei har (Castro-Alonso et al., 2021, s. 4), enn om dei skal «sjå føre seg» dette sjølv. Ei mogleg negativ følgje av dette kan vere at elevane ikkje studerer desse illustrasjonane så nøye (Renkl & Scheiter, 2017, s. 614), og heller fokuserer på teksten. Alternativt kan elevane lage egne fysiske teikningar for å illustrere det som står i teksten, som i følgje forskning kan fremje læring (Castro-Alonso et al., 2021, s. 4, 5; Fiorella & Zhang, 2018, s. 1115). Men utan at lærarar er involvert og guidar elevane kan det fort skje at dei lagar feilaktige teikningar (Fiorella & Zhang, 2018, s. 1130).

Ikkje alle kombinasjonar av tekst og illustrasjon er like bra for læring (Castro-Alonso et al., 2021, s. 5). Det er meir krevjande for elevar å flytte merksemda fram og tilbake mellom tekst og illustrasjon som ikkje er samordna, enn om det er samordna (Sweller, 2020, s. 11). Materiale som står fråskilt forårsakar ytre kognitiv belastning ved at ein må matche og prosessere vital informasjon i to separate kjelder. Ein må då flytte merksemda si mellom dei ulike kjeldene, samtidig som ein held informasjon aktivt i arbeidsminnet medan ein skiftar fokus. Dette fører til høg kognitiv belastning og er lite gunstig for læring (Ayres, 2020, s. 1; Castro-Alonso et al., 2021, s. 5; Paas & Merriënboer, 2020, s. 396). Å samle informasjon på ein stad kan redusere kognitiv belastning, særleg den ytre, den som ikkje er nødvendig for læring.

Kor fagleg sterke elevane er kan spele ei rolle i samband med om informasjon er samordna eller ikkje. Fagleg svake elevar har størst læringsutbyte av samordna materiale som reduserer søking etter stoff og assosiert ytre belastning (Kalyuga et al., 1998, s. 9-10). Elevar som allereie har relevante forkunnskapar og eksisterande skjema i langtidsminnet vil ikkje alltid ha nytte av integrerte format, då læringsmateriell utan overflødig informasjon kan vere meir eigna (Kalyuga et al., 1998, s. 10). For desse elevane kan det tenkjast at figurar med separert bilete og tekst kan vere meir oversiktlege, fordi dei har stor nok arbeidsminnekapasitet til å handtere slike figurar.

2.4.3 Strategiar for å hjelpe elevar med låg arbeidsminnekapasitet

Gathercole og Alloway (2008, s. 67-69, 91-92) legg fram fleire strategiar lærarar kan nytte for å hjelpe elevar med låg arbeidsminnekapasitet i læringsprosessar. Strategiane går ut på å forhindre og kompensere for overbelastning av arbeidsminnet. Nokre av dei er å:

- Observere og sjå etter teikn på overbelastning av arbeidsminnet, for eksempel under lange økter, ved ukjent og meningslaust innhald, og krevjande mentale aktivitetar. Gjerne spør og snakk med elevar.
- Redusere belastninga på arbeidsminnet når det er nødvendig, til dømes gjennom å redusere mengde stoff elevane skal huske, skape mening og kjennskap til materialet, og forenkle mental prosessering.
- Vere førebudd på å repetere viktig informasjon, noko både lærarar og medelevar kan bidra med.
- Hjelpe elevar å utvikle strategiar som støttar minnet, for eksempel å spørje etter hjelp, ta notat, øving, og bruk av langtidsminnet.

Dette er strategiar lærarar kan bruke for å legge til rette for elevar sine behov innanfor rammene av læreplanar, klassesamansetning og skulen (Gathercole & Alloway, 2008, s. 92). Kombinasjon av strategiane vil hjelpe og støtte arbeidsminnet til elevar, noko som kan auke læring (Gathercole & Alloway, 2008, s. 92).

Gathercole og Alloway (2004, s. 15-17) har også gått inn på måtar å forbetre læring hos elevar med lågt arbeidsminne i skulen. Noko av det dei trekkjer fram er at det er viktig å sikre at elevar huskar kva dei skal gjere. Dersom instruksane blir gløymt veit dei ikkje kva dei skal gjere vidare, og læringsaktiviteten blir ikkje fullført. Å bruke korte og enkle instruksjonar, gjerne brotne ned i ulike trinn, er fordelaktig for elevar med lågt arbeidsminne. Hyppig repetisjon av instruksar er også ein nyttig strategi (Gathercole & Alloway, 2004, s. 15). Elevar kan også lett dette ut av komplekse aktivitetar eller oppgåver, noko som kan reduserast ved å bryte ned oppgåva i separate trinn (Gathercole & Alloway, 2004, s. 16). Nyléhn (2015, s. 50) seier at den beste løysinga for å unngå overbelastning av arbeidsminnet, kan vere å skifte mellom ulike oppgåver og aktivitetar som belastar arbeidsminnet i ulik grad.

2.4.4 Stress

Tilgjengeleg arbeidsminnekapasitet er ikkje berre påverka av korleis læringsoppgåver er utforma og forkunnskapar i langtidsminnet, men også av omgivnadane og aspekt ved eleven som skal lære (Paas & Merriënboer, 2020, s. 396). Ytre faktorar kan påverke arbeidsminnet midlertidig, og stress er eksempel på ein faktor som kan verke inn på arbeidsminnekapasiteten. Høge nivå av stress kan auke kognitiv belastning, medan låge nivå av stress aktiverer arbeidsminnet i liten grad. Begge deler reduserer arbeidsminnet, og arbeidsminnet fungerer derfor best ved middels stressnivå. Her er det snakk om kortvarig stress (Klingberg, 2009, s. 22, 165; Nyléhn, 2015, s. 46, 48; Paas & Merriënboer, 2020, s. 397). Stress kan avgrense arbeidsminnekapasiteten ved at det aukar den ytre kognitive belastninga som kan vere hemmande for læring. Forsking har derimot vist at ei lita auke i stress av stressfaktorar som opplevast naturlege, eksempelvis eksamensstress, kan forbetre den utøvande kontrollkomponenten av arbeidsminnet (den sentrale kontrolleringa) (Lewis

et al., 2008, s. 108, 113). Dette kjem sjølvsagt an på kor stressa ein er i utgangspunktet, då til dømes litt auke av stress på toppen av eit elles høgt stressnivå vil vere øydeleggande.

2.5 Kan arbeidsminnekapasitet trenast opp?

Ulike treningsprogram for arbeidsminnet har vore foreslått for å forbetre kognitive evner og skulerelaterte prestasjonar (Melby-Lervåg & Hulme, 2013, s. 270). Melby-Lervåg og Hulme (2013, s. 270, 283) har gjennomført analyser av slike treningsprogram og funne at dei ser ut til å gi kortsiktige og spesifikke treningseffektar som ikkje kan generaliserast. Dei konkluderer med at fråvær av overføringsverdi til andre oppgåver som er ulike treningsoppgåvene beviser at programma ikkje er eigna til å oppnå forbetringar i kognitive eller akademiske ferdigheiter (Melby-Lervåg & Hulme, 2013, s. 283). Gathercole og Alloway (2004, s. 15) foreslår at den beste måten å forbetre læringsprogresjonen og framgangen til elevar med låg arbeidsminnekapasitet, er ved å redusere belastninga på arbeidsminnet i klasserommet.

3 Metode

I dette kapitlet går eg gjennom forskingsdesignet for masterprosjektet mitt. Det er brukt kvalitative semi-strukturerte forskingsintervju av tre biologilærarar som metode, som vidare vart transkribert, koda og analysert. Det blir først gått inn på grunngiving for val av metode, før det blir tatt opp litt generelt om kvalitative forskingsintervju og ulike sider ved dette. Deretter blir sjølve prosessen med innsamling og behandling av datamaterialet presentert, og korleis datamateriale har vorte koda og kategorisert dataprogrammet NVivo. Vidare går eg inn på kvalitetsparametrane validitet og reliabilitet, som blir diskutert i samband med forskingsdesignet til studien. Avslutningsvis blir generalisering tatt opp, og etiske aspekt ved kvalitative forskingsdesign blir gått grundig inn på.

3.1 Grunngeving for val av metode

Kvale og Brinkmann (2015, s. 137) seier at temaet skal bestemme metoden i all forskning. Kvalitative metodar innhentar informasjon om verkelegheita gjennom ord og språk, der resultatane blir presentert i form av tekst (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 89). I slik forskning er ein ute etter skildring, forståing, meiningar og opplevingar (Dalland, 2020, s. 54; Postholm & Jacobsen, 2018, s. 95). Andre kjenneteikn ved kvalitative metodar er at dei går i djupna, får fram det spesielle, er fleksible, data får fram samanheng og heilheit, tek sikte på å formidle forståing, og det er eit nært forhold mellom forskar, forskingsdeltakar og forskingsfelt (Dalland, 2020, s. 55). Dette er i motsetning til kvantitative metodar, som framstiller informasjon om verkelegheita gjennom tal og målbare einingar (Dalland, 2020, s. 54; Postholm & Jacobsen, 2018, s. 89).

På bakgrunn av dei ulike eigenskapane kvalitative og kvantitative data har, var det mest eigna å bruke ei kvalitativ tilnærming i dette masterprosjektet. Å undersøke kva biologilærarar veit om elevar sine avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne og korleis dei legg til rette for dette i undervisning, innebar å innhente informasjon om blant anna tankar, meiningar, erfaringar, opplevingar og eksempel. Slike data ville kvalitative forskingsintervju av biologilærarar gi meg. Kvantitative metodar ville derimot kunne avgrense studien, ved at det ikkje vart nok djupne i datamaterialet. Kvalitative forskingsintervju var moglege å gjennomføre både praktisk og tidsmessig innanfor rammene til masterprosjektet.

I følgje Nilssen (2012, s. 35-36) er det anbefalt å skrive forskarlogg undervegs i heile den kvalitative forskingsprosessen. Dette går ut på å ta notat av tankar ein får undervegs, særleg i transkripsjonen, analysen og lesing av litteratur. Nilssen (2012, s. 37-42) framhevar fleire viktige fordelar ved å skrive forskarlogg. Desse er mellom anna at ein tek vare på og vidareutviklar tankane, sikrar framdrift i analysearbeidet, hjelper til med å halde orden på og skilje fakta, refleksjonar og gjettingar, bidreg til å auke bevisstheita rundt det at ein som forskar påverkar forskinga (Nilssen, 2012, s. 139), og ikkje minst er nyttig når det kjem til å synleggjere forskingsprosessen. I lys av desse fordelane valde eg å skrive forskarlogg under heile forskingsprosessen. Til dette brukte eg ei eiga skrivebok som eg noterte i undervegs. Eksempel på det eg noterte var tankar eg gjorde meg etter kvart av intervjuet og transkripsjonane, nyttige kommentarar frå rettleiar, og idear til tema eller litteratur å ta opp

i ulike delar av masteroppgåva. Dette var til stor nytte for meg, særleg for å «ta vare på» dei spontane tankane, men også fordi eg hadde eit oppslagsverk med nøyaktige skildringar av forskingsprosessen å sjå tilbake på då eg skulle skrive masteroppgåva.

Eg vil no ta føre meg litteratur om kvalitative forskingsintervju for å gi eit innblikk i metoden som er nytta i dette forskingsprosjektet.

3.2 Kvalitative forskingsintervju

Eit intervju er ei samtale med eit mål og ein viss struktur (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 22). Postholm og Jacobsen (2018, s. 117) forklarar at eit forskingsintervju er ei samtale leia av forskaren, der kunnskap om eit spesifikt tema blir utvikla med utgangspunkt i forskingsspørsmål og problemstilling for studien. Intervju gjer det mogleg for deltakarane å diskutere og uttrykkje eigne tolkingar, syn og oppfatningar på ulike situasjonar (Cohen et al., 2011, s. 409). Kvale og Brinkmann (2015, s. 137) presenterer sju fasar i ei intervjuundersøking. Desse er tematisering, planlegging, intervjuing, transkribering, analysing, verifisering og rapportering. Undervegs i dette metodekapittelet vil det bli gått inn på desse ulike fasane.

I følgje Kvale og Brinkmann (2015, s. 20, 42) er kvalitative forskingsintervju ei metode for å forstå verda og ulike sider ved livet basert på intervjudeltakarane sine perspektiv. Erfaringar og opplevingar er dermed av stor betydning å avdekke. Forskingsintervju er ein interpersonleg situasjon, det vil seie ei samtale mellom to personar om eit tema av felles interesse (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 156). Ei svakheit ved kvalitative forskingsintervju som Kvale og Brinkmann (2015, s. 117) påpeikar, er at dei ikkje er nøytrale der personar snakkar fritt og upåverka av konteksten. Samspelet i eit intervju påverkar intervjupersonane, og kunnskapen som blir produsert her påverkar vårt syn på menneske sin situasjon (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 95).

Målet med forskingsintervju er i følgje Kvale og Brinkmann (2015, s. 21-22, 83) å utarbeide kunnskap sosialt, ved at intervjuar og intervjudeltakar utvekslar synspunkt om visse tema. Intervjuaren har som mål å skaffe skildringar om intervjudeltakaren knytt til eit spesifikt tema, og deretter tolke betydninga (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 22). Dalland (2020, s. 71) seier at ein gjennom kvalitative intervju prøver å få fram nyanserte skildringar. Mi erfaring er at dei personlege møta eg hadde med kvar av forskingsdeltakarane gav djupne i datamaterialet, og eg som forskar fekk innsikt i kva dei tenkte om temaet eg har undersøkt.

No vil eg gå inn på den typen intervju eg har valt å nytte meg av i masterprosjektet mitt, semi-strukturert intervju.

3.3 Semi-strukturert intervju

Intervju er eit nyttig og fleksibelt verktøy for å samle inn data, der forskaren både kan kontrollere rekkjefølgje samtidig som ein kan vere spontan (Cohen et al., 2011, s. 409). Normalt skil ein mellom strukturerte og ustrukturerte intervju, med fleire graderingar mellom, der forskjellen handlar om grada av struktur i intervjuet og kor planlagde spørsmåla og temaa er på førehand (Cohen et al., 2011, s. 412).

Eg brukte semistrukturert forskingsintervju for å samle inn data til masterprosjektet mitt, fordi slike intervju blir brukte når ein vil forstå daglegdagse tema ut i frå intervjudeltakarar sine perspektiv (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 46). Dette vart vurdert til å passe godt for å undersøke biologilærarar sine tankar og kunnskapar rundt kognitiv kapasitet og arbeidsminne knytt til undervisning, fordi eg då kunne samle inn informasjon tett knytt til lærarane.

Eit semi-strukturert intervju, altså delvis strukturert, er kjenneteikna ved at tema og spørsmål er delvis bestemt og laga av forskaren på førehand, og strukturert i rekkjefølgje i ein intervjuguide (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 46, 162). Ein intervjuguide er i følgje Kvale og Brinkmann (2015, s. 162) «eit manuskript som strukturerer intervjuforløpet meir eller mindre stramt». Intervjuguiden skal lose intervjuaren gjennom intervjuet (Dalland, 2020, s. 83), for å sikre at ein dekkjer alle tema og område for forskinga (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 122).

I intervjuet fekk eg moglegheit til å stille oppfølgingsspørsmål som ikkje var planlagde på førehand, då intervjudeltakarane tok opp tema eg ikkje hadde tenkt på (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 121). Ein intervjuguide i eit semi-strukturert intervju strukturerer og gir rekkjefølgje til intervjuet, men er likevel opne for endring av denne rekkjefølgja samt reformulering av spørsmål (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 156-157).

At semi-strukturerte intervju gir moglegheit for oppfølgingsspørsmål og dermed djupne i datamaterialet, og at ein intervjuguide sikrar at alle tema ein vil undersøke blir tatt opp, er viktige faktorar som gjorde at eg valde semi-strukturerte intervju som metode for masterprosjektet mitt. Dette gav rom for openheit samtidig som det var ein delvis struktur undervegs.

3.4 Intervjuaren sine oppgåver og kvalifikasjonar

Eg la vekt på å gi passande tilbakemelding til respondentane undervegs i intervjuet, både verbalt og ikkje-verbalt, for å motivere dei til å fortelje meir (Cohen et al., 2011, s. 422). For eksempel nikka eg for å vise at eg var interessert og for å få intervjudeltakarane til å fortsetje å prate, og fordi å seie noko kunne avbryte dei i utgreiningane sine. Innimellom kom eg med verbale tilbakemeldingar i form av korte oppmuntrande ord som «ja» og «mhm» med eit positivt tonefall. Både før, under og etter intervjuet opna eg opp for at intervjudeltakarane kunne stille spørsmål til meg som intervjuar (Cohen et al., 2011, s. 422).

I intervjusituasjonar er intervjuaren sjølv det viktigaste forskingsinstrumentet (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 195). Ein samlar inn data sjølv, konstruerer det sjølv i ein interaksjon med intervjudeltakarane, og analyserer og tolkar datamaterialet sjølv (Nilssen, 2012, s. 29). Dette inneber at intervjuaren har mange oppgåver. Blant anna er det viktig at intervjuaren innehar visse samtaleferdigheiter (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 20). Kvale og Brinkmann (2015, s. 195-196) trekkjer også fram at ein må ha kunnskap om temaet, vere strukturert, tydeleg, venleg, følsam, open, styrande, kritisk og tolkande. Intervjuaren har i oppgåve å gjere intervjudeltakarane rolege, unngå å vere partisk og dømmende, og å styre intervjuet i riktig retning utan å vere uhøfleg (Cohen et al., 2011, s. 421, 426). Intervjuaren skal legge til

rette for at intervjudeltakaren kan snakke fritt, ope og trygt (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 35). Dette inkluderer å vere tydeleg, høfleg, interessert, ikkje verke truande, men venskapleg og omgjengeleg, og ikkje minst vise respekt (Cohen et al., 2011, s. 422). Dette er med på å skape eit godt miljø og ein god relasjon mellom intervjuar og intervjuobjekt.

3.5 Intervjuguide

Utforminga av intervjuguiden (vedlegg 2) hjelpte meg å vere førebudd til intervju, ha kunnskap om temaet, vere strukturert og tydeleg. Undervegs i utforminga var det fleire aspekt ved sjølv intervjuet eg måtte tenkje på. I avsnitta under går eg gjennom dette, inndelt i følgjande tre delar: korleis ein bør innleie eit intervju, kva type spørsmål ein bør stille og på kva tidspunkt i intervjuet, og korleis ein bør avslutte eit intervju.

3.5.1 Å innleie eit intervju

Intervjudeltakarane fekk all nødvendig informasjon om masterprosjektet gjennom ei innleiande samtale før intervju starta, og i ei samtykkeerklæring (vedlegg 1) dei fekk tilsendt på førehand. Dette omfatta blant anna informasjon om kven eg er, kva eg heldt på med og kvifor, kva resultat ville bli brukte til, korleis intervjudeltakarane var valde ut, at eg ville sikre anonymitet og har taushetsplikt, at eg ikkje dømmer men er ut etter å forstå, at det ikkje finst noko fasitsvar, kor lenge intervjuet skulle vare, og at deltakaren kunne trekkje seg når som helst. Dette samsvarer med ei liste Dalland (2020, s. 86) presenterer, med kva ein intervjuar bør informere om innleiingsvis i eit intervju. Dermed var alle godt informert om masterprosjektet og rettane sine før intervjuet starta. Eg var også tydeleg på at intervjuet ville bli tatt opp ved hjelp av ein lydopptakar.

Den korte informasjonssamtalen før kvart intervju omtalt i avsnittet ovanfor hjelpte til med å etablere kontakt og ein relasjon mellom meg og intervjudeltakarane. Dette er noko som Kvale og Brinkmann (2015, s. 160) hevdar er viktig for at han eller ho skal føle seg vel til å snakke fritt og ope om opplevingar, erfaringar og kjensler til ein framand. Dei meiner altså at dei første minutta i eit intervju er avgjerande (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 160). Eg opna også opp for spørsmål frå intervjudeltakarane før sjølv intervjuet starta, etter anbefaling frå Kvale og Brinkmann (2015, s. 160). Under alle tre intervju var eg oppteken av å vere avslappa, lytte nøye, vise interesse, forståing og respekt, og ikkje minst vere klar over kva eg ville vite, i samsvar med det Kvale og Brinkmann (2015, s. 160) seier. Det var blant anna viktig for meg å takke for at intervjudeltakarane var villige til å stille til intervju, for å vise at eg sette stor pris på at dei tok seg tid til det.

3.5.2 Utforming av spørsmål

Ein fordel ved å nytte intervjuguide var at eg laga spørsmål i forkant av intervju, og dermed fekk god tid til å utvikle og formulere gode spørsmål. Kvale og Brinkmann (2015, s. 163) hevdar at «eit godt intervju bør bidra tematisk til produksjon av kunnskap og dynamisk til å fremje ein god intervjuinteraksjon». Derfor var det viktig for meg å prøve å utarbeide og formulere gode spørsmål på førehand i intervjuguiden. Eg forsøkte også å skape ein så god dialog som mogleg med kvar av intervjudeltakarane der samtalen flaut godt. Å skape god flyt i samtalen med intervjudeltakarane var ikkje enkelt når eg samtidig måtte passe på å kome

innom alle tema og spørsmål i intervjuguiden, men dette gjekk betre og betre for kvart intervju.

Noko eg var opptatt av i arbeidet med å utforme spørsmål, var å få intervjudeltakarane til å snakke mest mogleg, om sine erfaringar, opplevingar og meiningar. Produksjon av datamateriale i eit forskingsintervju avhenger av korleis spørsmåla blir stilt, og for å kunne stille gode og nyttige spørsmål, også oppfølgingsspørsmål, må intervjuaren ha kunnskap om intervjutemaet (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 84). Dette er avhengig av intervjuaren sine erfaringar, ferdigheiter og personlege vurderingar.

Då eg utforma spørsmål og intervjuguide brukte eg mykje tid på å tenkje over rekkjefølgja og innramminga av intervjustørsmål. Eg byrja med å stille enkle spørsmål som omhandla undervisningsfag og kor lenge lærarane hadde vore i læraryrket. Deretter spurde eg meir om konkrete eksempel og hendingar. Dette valet var basert på at Cohen et al. (2011, s. 423) seier at ein bør starte med enkle og mindre truande spørsmål for å roe intervjudeltakarane. I tillegg seier Kvale og Brinkmann (2015, s. 165) at såkalla introduksjonsspørsmål bør vere lette å svare på, og at det første spørsmålet gjerne kan handle om ein konkret situasjon.

Spørsmål kan enten vere direkte eller indirekte, samt spesifikke eller ikkje-spesifikke. I følge Tuckman (1972, s. 245) er forskjellen mellom direkte og indirekte spørsmål kor openbart spørsmåla ber om spesifikk informasjon. Han seier vidare at spesifikke spørsmål fokuserer på visse objekt, personar eller idear, medan ikkje-spesifikke spørsmål omfattar meir generelle område. Eg prøvde å unngå å bruke så mange direkte spørsmål tidleg i intervjuet, og heller kome inn på spesifikke og direkte spørsmål eit stykke ut i intervjuet. Det var fordi indirekte formulerte spørsmål i større grad gir ærlege og opne svar (Cohen et al., 2011, s. 417; Tuckman, 1972, s. 245). Spesifikke direkte spørsmål kan i tillegg gjere slik at intervjudeltakaren blir forsiktig eller tilbakehalden og gir mindre ærlege svar, i motsetning til ikkje-spesifikke spørsmål som etter kvart og litt etter litt kan leie til ønska informasjon med mindre ubehag for respondentane (Tuckman, 1972, s. 246). Eit eksempel på eit spesifikt, direkte spørsmål der eg merka intervjudeltakarane vart litt sett ut og tilbakehaldne, var det om å definere kognitiv kapasitet.

Noko anna eg var oppteken av i arbeidet med å formulere spørsmål og utarbeide ein intervjuguide var at intervjustørsmåla burde vere korte, tydelege, lette å forstå, utan akademisk språk, samt formulerte slik at dei ulike intervjudeltakarane oppfatta dei likt (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 163-166). I eit intervju bør det dermed bli stilt spørsmål som er enkle å forstå slik at respondentane heng med og får med seg kva det blir spurt om. I følge Kvale og Brinkmann (2015, s. 164) bør intervjustørsmål først og fremst vere i deskriptiv form, med spørjeorda «kva» og «korleis». «Kvifor»-spørsmål er det i hovudsak intervjuaren sin jobb å vurdere i den seinare analysen, men slike spørsmål kan også stillast i eit intervju, men då helst mot slutten (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 165).

Som nemnt ovanfor er semi-strukturerte intervju opne for endringar undervegs. Dette gav meg moglegheita til å stille *oppfølgingsspørsmål* som ikkje var planlagde på førehand, og dermed tilføre djupne i datamaterialet. Oppfølgingsspørsmål blir definert som spørsmål som blir stilt ut i frå noko som nettopp har vorte sagt, der føremålet er å samle inn ytterlegare

informasjon om tema, omgrep eller hendingar som respondentar tek opp (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 166; Postholm & Jacobsen, 2018, s. 122). Dette prøvde eg å gjere undervegs i alle dei tre intervju dersom det vart sagt noko uventa som eg ville høyre meir om. Eit eksempel er då Anne kom inn på temaet om individuelle forskjellar og fagleg sterke elevar tidlegare enn eg hadde planlagt i intervjuguiden. Då spurde eg «*Har du noko opplegg til dei (refererte til fagleg sterke elevar)?*», for å innhente meir informasjon om dette når ho likevel var inne på det.

Eg prøvde å stille gode oppfølgingsspørsmål undervegs i intervju. Gjennom oppfølgingsspørsmål kan ein oppfordre til utdjuping, til dømes ved å gjenta interessante ord eller utsegn respondentane seier (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 160, 166). Å stille oppfølgingsspørsmål krev at intervjuaren lyttar nøye til kva som blir sagt og korleis det blir sagt, samtidig som ein vel ut riktig «spor» å følgje i den vidare samtalen som er nyttig og relevant for forskingsspørsmåla (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 170). Sidan eg i starten av dette prosjektet ikkje hadde noko tidlegare erfaring med intervju var dette vanskeleg, men det gjekk betre for kvart intervju. Undervegs i analysearbeidet merka eg at eg kanskje burde spurt om endå meir utdjuping om visse tema. For eksempel burde eg spurt direkte om biologilærarane var interesserte i å lære meir om arbeidsminnet for å legge opp til betre undervisning for elevane, i staden for å la det vere opp til respondentane å kome inn på det. Innimellom vart det stilt dårleg formulerte og moglegvis leiande spørsmål. Dei eg merka meg er vist i tabell 1 under. Eg oppdaga flest leiande spørsmål i det siste intervjuet, som kanskje kan forklarast ved at eg då hadde litt erfaring frå dei to første intervju som gjorde at eg frigjorde meg meir frå intervjuguiden i staden for å følgje den nøye som i intervju ein og to.

Tabell 1: Oversikt over leiande spørsmål stilt til dei ulike intervjudeltakarane.

Intervju	Leiande spørsmål
Petter	Så, å bytte aktivitet då som du seier, kanskje?
Anne	Så du har ikkje lært noko om kognitiv kapasitet, det er liksom gjennom livet og erfaring du...?
Lene	Du snakka om å gå for fort fram, så du vil då kanskje bruke meir tid, eller? Er det i utdanninga, eller kvar har du høyrst om det? Tenker du at du kanskje gjer det ubevisst, eller?

Undervegs i intervju sjekka eg mi forståing av respondentinformasjon ved å spørje om eg forstod intervjudeltakarane rett, noko som semi-strukturerte intervju opnar opp for (Cohen et al., 2011, s. 424). Slike *fortolkande spørsmål* stilte eg fleire gongar i kvart av intervju, noko som var nyttig for å avklare meningane til intervjudeltakarane, samt sikre at eg tolka dei rett. Eksempel på slike spørsmål som vart stilt er vist i tabell 2 under. Postholm og Jacobsen (2018, s. 125-126) kallar denne type spørsmål for *oppklarings spørsmål*, som er med på å avklare det som blir sagt dersom det er tvilstilfelle og respondenten er uklar i svara sine. Slike forsøk på å teste fortolkingar og tydeleggjere utsegn frå intervju personar vil gi den seinare analysen av datamaterialet eit sikrere grunnlag (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 165). Dette var nyttig i det seinare analysearbeidet av datamaterialet, då eg var sikker på at eg hadde tolka responsen riktig. Ved bruk av lydopptakar fekk eg også opptak av denne tolkinga

ved at eg formulerte fortolkinga munnleg, og intervjudeltakaren bekrefte eller avkrefta denne, og den var då laga til seinare analyse.

Tabell 2: Oversikt over nokre fortolkande spørsmål stilt til dei ulike intervjudeltakarane.

Intervju	Fortolkande spørsmål
Petter	Ja, gjeld det både elevsamtaler, at du finn litt ut av det der også, <u>og</u> samtaler i klasserommet? Eller er det mest i klasserommet?
Anne	Så du gjer egentleg det same med både dei som har låg og dei som har høg (kapasitet), du har samtaler med dei for å høyre korleis du kan legge det opp?
Lene	Så du tenker at uansett om dei skal kunne det frå før, så repeterer du det litt før du går vidare?

Eg valde å lage ein intervjuguide (vedlegg 2) med to kolonnar, der eg laga intervju spørsmål ut i frå temaa i forskingsspørsmåla, og fordelte intervju spørsmåla på desse. Dette valet tok eg basert på at Kvale og Brinkmann (2015, s. 163) hevdar det kan vere lurt å utarbeide to intervjuguidar, der den eine tek føre seg undersøkinga sine tematiske forskingsspørsmål, og den andre med dei faktiske intervju spørsmåla ein skal stille. Dette gav meg god oversikt over kva informasjon eg ville samle inn, samtidig som at eg sikra at eg fekk relevante svar til masterprosjektet mitt.

Det er mange ulike måtar å stille spørsmål på for å få vite noko eller få innblikk i andre sine tankar og kjensler. Tausheit er også eit middel for å skape framgang i eit intervju. Fleire gongar undervegs i intervju stoppa intervjudeltakarane opp å snakke. Då var eg obs på å ikkje bryte inn for tidleg, men gi dei rom til å tenkje seg om. Gjennom tausheit fekk intervjudeltakarane tid til å tenkje og reflektere, og fekk sjølv valet om å bryte tausheta med informasjon (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 167). Det viste seg at i fleire tilfelle hadde dei meir å seie, altså ville eg gått glipp av mykje nyttig informasjon om eg ikkje hadde venta, men heller hoppa vidare til neste spørsmål. Eg var merksam på at tausheta ikkje måtte bli for lang, då det kunne føre til at intervjuet og den naturlege flyten i samtalen stoppa opp.

Under intervju viste eg to korte videosnuttar, «The Invisible Gorilla» og «The Monkey Business Illusion» (Chabris & Simons, 2010). Grunnen til at eg viste desse videoane til intervjudeltakarane var fordi eg ville vise lærarane at vi har avgrensingar i kognitiv kapasitet, og gi dei ei oppleving av at ein kan gå glipp av mykje informasjon når ein fokuserer veldig på noko. For å minke risikoen for misforståingar knytt til omgrepet «kognitiv kapasitet» planla eg å gi intervjudeltakarane ein slags definisjon på dette dersom eg merka at dei syns det var vanskeleg å definere omgrepet eller sa noko heilt feil om dette. Eg definerte kognitiv kapasitet som kapasiteten vi har til å tenke og resonnere.

3.5.3 Å avslutte eit intervju

Eg avslutta mine intervju med eit avrundingsspørsmål, der eg spurde om intervjudeltakaren hadde nokre fleire kommentarar eller spørsmål før intervjuet vart avslutta (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 161). Heilt til slutt takka eg intervjudeltakarane for samtalen, noko som i følge Kvale og Brinkmann (2015, s. 159, 161) er viktig for å vise at ein set pris på innsatsen og tida deira.

3.6 Testintervju

Eg gjennomførte eitt testintervju på to medstudentar (samtidig), fordi det er vanleg prosedyre å utføre testintervju for å prøve ut intervjuguiden før ein startar med kvalitative forskingsintervju (Krumsvik et al., 2019, s. 169). På denne måten fekk eg blant anna moglegheit til å reformulere spørsmål som kunne blitt misforstått, legge til spørsmål som eg ikkje hadde tenkt på tidlegare, samt endre rekkjefølgja dersom det var nødvendig. Dette var nyttig, og eg fekk endra på fleire problematiske spørsmål. Endringane handla for det mest om å reformulere spørsmål som kunne bli misforstått.

Etter eg hadde gjennomført det første intervjuet merka eg at det var fleire problematiske spørsmål i intervjuguiden enn dei eg oppdaga i testintervjuet. Dette var blant anna spørsmål som var for lange eller for vanskeleg stilt. Derfor bestemte eg meg for å gå gjennom intervjuguiden min på nytt etter det første intervjuet, og forbetre desse spørsmåla til intervju nummer to og tre. Bakgrunnen for dette var å auke sannsynet for at intervjudeltakarane skulle få med seg og forstå spørsmåla betre slik at eg fekk gode og relevante svar. Blant anna prøvde eg å gjere nokre spørsmål meir munnlege ved å bruke enklare ord. Særleg spørsmålet der eg snakka om arbeidsminnet var for langt, og derfor korta eg det veldig ned. Dei nye spørsmåla noterte eg i ei tredje kolonne i intervjuguiden (vedlegg 2) ved sida av dei spørsmåla som eg endra på, som eg markerte i raudt. Etter det andre intervjuet var eg fornøgd med intervjuguiden, og brukte den slik også i det tredje.

Det kan tenkjast at eg burde utført testintervjuet på ein biologilærer og ikkje to medstudentar for å få testa ut intervjuguiden i ein så realistisk situasjon som mogleg. Då hadde eg kanskje oppdaga fleire av dei problematiske spørsmåla før eg gjennomførte det første «verkelege» intervjuet. Det at eg testa ut intervjuguiden på to medstudentar som eg kjenner godt, og at eg intervjuar to personar saman, gjorde at intervjusituasjonen vart veldig annleis enn i eit realistisk intervju.

Likevel var testintervjuet nyttig på mange måtar, særleg for å setje meg inn i intervjuguiden og spørsmåla der. Eg opplevde at både utforming og testing av intervjuguide hjelpte meg å setje meg inn i intervjuet og bli godt førebudd, både fagleg og mentalt (Dalland, 2020, s. 83). Eit meir realistisk testintervju ville derfor moglegvis gjort meg endå betre førebudd.

3.7 Utfordringar i kvalitative intervju

Intervju er ikkje ein naturleg situasjon, men ei konstruert og planlagd hending eller samtale (Cohen et al., 2011, s. 409). Dette kan vere ein rar situasjon for den som blir intervjuar, og eg som intervjuar måtte derfor ivareta intervjuobjektet gjennom å forklare kva som skulle skje, kva bakgrunnen for intervjuet var, kva dataa skulle brukast til og så vidare. Dette vart som nemnt ovanfor gjort gjennom samtale før intervjuar og i eit samtykkeskjema. I del 3.13.4 om etiske og moralske aspekt kjem eg tilbake til ivaretaking av intervjudeltakarar.

I eit forskingsintervju er det forskaren (intervjuaren) som bestemmer tema og styrer samtalen, og dermed blir ikkje forskingsintervjuet ein dialog mellom likeverdige deltakarar (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 22). Kvale og Brinkmann (2015, s. 52) kallar dette for asymmetrisk maktforhold, og dei trekkjer fram fleire eksempel. Nokre av desse er at

intervjuet er ein einvegsdialog, det kan vere ein manipulerande dialog, og at intervjuaren har monopol på å fortolke intervjudeltakarane sine utsegn. Kvale og Brinkmann (2015, s. 52) påpeikar eit viktig poeng som resultat av intervjuaren sin dominans, at intervjudeltakarar kan halde igjen informasjon. Dette er ikkje ønskeleg, og intervjuaren må dermed handtere dette asymmetriske forholdet på ein forsvarleg måte.

Intervju er også tidkrevjande arbeid, det kan vere vanskeleg å sikre anonymitet av intervjudeltakarar, og dei er opne for subjektive oppfatningar (Cohen et al., 2011, s. 409, 411). Dette kjem eg tilbake til i del 3.13 om kvalitet av intervju.

Det er mange utfordringar ved forskingsintervju, men det er også fordelar. Eg syns det var nyttig å kunne stille fortolkande spørsmål, slik at eg fekk oppklare eventuelle misforståingar undervegs i intervjuet og dermed sikre meir korrekt datamateriale, slik som Cohen et al. (2011, s. 411) trekkjer fram. Intervju gjer det også mogleg å samle informasjon om komplekse og djupe tema (Cohen et al., 2011, s. 409, 411), og denne datainnsamlinga blir systematisk for kvar respondent i eit semi-strukturert intervju på grunn av at intervjuguiden fungerer som ein slags disposisjon.

3.8 Utval

Noko eg måtte ta omsyn til i planleggingsfasen av studien var å finne ut kor mange lærarar eg skulle intervju. I følgje Kvale og Brinkmann (2015, s. 148) kan talet på intervjudeltakarar verken vere for lite eller for stort, då det enten kan bli vanskeleg å generalisere eller at ein ikkje får tid til å analysere i djupna. Fordi talet er avhengig av føremålet med undersøkinga finst det ingen fasitsvar på tal intervjudeltakarar som er passeleg (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 148).

Kvale og Brinkmann (2015, s. 148) seier at det er normalt å intervju rundt 15 ± 10 personar i vanlege intervjuundersøkingar, alt etter mengde tid og ressursar som er tilgjengeleg. Dalland (2020, s. 81) meiner derimot at ein kan innhente mykje informasjon gjennom intervju med berre ein til tre personar. I lys av dette, og at Kvale og Brinkmann (2015, s. 148) seier det kan er ein fordel å intervju færre for å få betre tid til mellom anna førebuingar og analyse, bestemte eg meg for å intervju tre lærarar. Dette vil gi djupne samtidig som det er tidsmessig overkommeleg.

Vidare måtte eg velje kven som skulle representere dei tre intervjudeltakarane. Eg intervjuar biologilærarar, og desse prøvde eg å velje på eit så tilfeldig utval som mogleg, for å ikkje påverke funna i studien i nokon retning ved å velje ei gruppe personar som eg meinte hadde noko spesielt å bidra med i undersøkinga (Dalland, 2020, s. 59, 79). Det første eg gjorde var å kontakte praksiskoordinator ved UiB som på mine vegne sende ut ein førespurnad til fleire skular i Bergensområdet. Her var det berre ein lærar som melde seg. Dei to andre vart rekruttert ved at eg sjølv sende e-postar til fleire skular med førespurnad om å delta i prosjektet mitt. Responsen på e-postane var dårleg, men eg heldt fram å sende ut til forskjellige skular til eg fekk tre frivillige.

3.9 Datainnsamling

Alle tre intervju vart gjennomførte i løpet av dei to siste vekene i januar og den første veka i februar 2022, noko som vart gjort digitalt på zoom grunna coronapandemien.

Datamaterialet vart samla inn ved hjelp av lydopptak under intervju. På denne måten registrerte og bevarte eg datamaterialet slik at eg kunne fokusere på å lytte, følge samtalen og stille oppfølgingsspørsmål undervegs i intervju. Ved å nytte lydopptak kunne eg høyre intervju om igjen, samt transkribere dei for seinare analysearbeid (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 205).

Lydopptaka av intervju fanga opp nyansar i språk og stemmeleie, men ikkje kroppsspråket til respondentane (Dalland, 2020, s. 91; Kvale & Brinkmann, 2015, s. 205). Dette er eit problem med lydopptak som Cohen et al. (2011, s. 424) også framhevar, og datamaterialet blir avgrensa med tanke på at ein mistar fleire kontekstuelle forhold. Mishler (1991, s. 48) påstår at lydopptak er selektive og berre viser ein liten del av det som faktisk skjedde i intervju. Han forklarar dette ved at lydopptak filtrerer ut synlege og ikkje-verbale sider ved intervju, noko som er viktige kontekstuelle faktorar. Dette var eg klar over og tenkte over i det påfølgjande analysearbeidet. I mitt tilfelle, der intervju vart gjennomført digitalt på zoom, mista eg også noko av kroppsspråket ved at eg ikkje møtte intervjudeltakarane fysisk. Likevel fanga eg opp både smil, nøling, tenking, at dei nikka og rista på hovudet, og andre ansiktsuttrykk, som kanskje er nokre av dei viktigaste kontekstuelle faktorane å fange opp i denne samanheng. Eg trur ikkje det vart mista verdifull informasjon ved å ha digitale intervju framfor fysiske.

Rett etter kvart intervju skreiv eg ned observasjonar eg meinte kunne vere viktige for den seinare analysen av datamateriale, men som lydopptakaren ikkje fanga opp. Dette var basert på bakgrunn av avgrensingane ved bruk av lydopptak, og at Dalland (2020, s. 92) meiner ein bør skrive ned inntrykk så raskt som mogleg etter eit intervju. Delar av dette inkluderte eg seinare i den fullstendige transkripsjonen av intervju. Eg brukte også tid på å notere eit heilheitsinntrykk av intervjudeltakarane og intervjusamtalen i forskarloggen min etter kvart intervju. Slike inntrykk noterte eg meg derimot ikkje undervegs i intervju. Grunnen er at Cohen et al. (2011, s. 424) meiner at å notere undervegs i eit intervju kan vere ubehageleg for nokre intervjudeltakarar. Eg ville heller fokusere på å lytte, følge med på intervjusamtalen og verke interessert i det intervjudeltakarane hadde å seie. På den måten var eg også klar til å stille oppfølgingsspørsmål der det var nyttig, og dermed sikre betre datamateriale med meir djupne.

3.10 Transkripsjon

Eg transkriberte alle mine intervju, det vil seie at eg omsette dei frå talespråk til skriftspråk for å strukturere intervjusamtalen og gjere den betre eigna for analyse (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 205-206). Dette er vanleg prosedyre for semi-strukturerte intervju, og datamaterialet mitt bestod dermed av tekst i form av transkripsjonar samt lydopptaka av intervju (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 46).

I følge Cohen et al. (2011, s. 426) er transkripsjon eit avgjerande steg i intervjuprosessen, fordi datamateriale kan gå tapt i overgangen frå munnleg til skriftleg form. Dette var tilfelle i

mitt datamateriale, til tross for at eg prøvde å skrive ned viktige kontekstuelle aspekt i den fullstendige transkripsjonen. Fordi handlingar og kommunikasjon vart gjort om til tekst forsvann mykje av konteksten rundt datamaterialet, til dømes tonefall, humør og pausar (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 205; Nilssen, 2012, s. 46). Kvale og Brinkmann (2015, s. 205) seier at transkripsjonar er svekka attgjevingar av intervjusamtaler som er tatt ut av kontekst.

For å unngå å miste for mykje kontekstuell informasjon i transkripsjonsprosessen, forsøkte eg å bevare noko av dette i transkripsjonane til seinare analyse. I ein transkripsjonsprosess må ein velje ut kva dimensjonar av den munnlege intervjusamtalen ein skal ta med (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 208). Eg valte å inkludere blant anna pausar, nøling, tenkjetid, latter og sukk i den fullstendige transkripsjonen. Likevel gav den direkte intervjusituasjonen, med stemme, ansikt og kroppsspråk, ein meir nyansert og detaljert tilgang til respondentane sine meiningar enn transkripsjonane gjorde seinare (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 161).

Under transkripsjonane kom eg på ting som skjedde i intervjuet, og idear om moglege fortolkingar av datamaterialet (Dalland, 2020, s. 95). Desse noterte eg i forskarloggen med det same eg kom på dei for å ta vare på dei til seinare analyse. Eg tydeleggjorde forskjellar mellom tankar og idear, og det som faktisk vart sagt i intervjuet når eg transkriberte, fordi Nilssen (2012, s. 47) påpeikar viktigheita av dette.

I denne studien har eg gjort all transkripsjon sjølv. Dette støttar Nilssen (2012, s. 47) som trekkjer fram fleire positive aspekt ved å transkribere sjølv. Blant anna er det positivt for at eg som forskar vart svært godt kjend med datamaterialet, nye tankar og idear dukka opp gjennom transkripsjonen, og det vart enklare å finne idear til koding og kategorisering fordi ord og setningar som gjentok seg i datamaterialet vart synlege. I tillegg påpeikar Kvale og Brinkmann (2015, s. 207) at forskarar som transkriberer eigne intervju huskar sosiale og emosjonelle sider ved intervjusituasjonen, og dermed kan starte ei meningsanalyse av respondentsvar allereie her. Forskaren gjenopplever intervjuet i prosessen (Dalland, 2020, s. 95). Ved å transkribere sjølv fekk eg god oversikt over datamaterialet mitt, og den seinare kodings- og kategoriseringsprosessen vart litt enklare enn om eg skulle fått dei ferdige transkripta frå nokon andre. Skriveprosedyren vart også lik på alle transkripta, som er ein fordel med tanke på samanlikningsgrunnlag (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 207).

I første omgang transkriberte eg detaljert, ein såkalla fullstendig transkripsjon. Det gjorde eg fordi Kvale og Brinkmann (2015, s. 209) meiner at dette kan skjerpe merksemda til intervjuaren når det kjem til finare nyansar i interaksjonen mellom intervjuar og intervjudeltakar og å oppdage desse. Så tidleg i prosjektet hadde eg heller ikkje klart føre meg kva som var relevant og ikkje, noko som gjorde det viktig å ta vare på all informasjon. I andre omgang tok eg føre meg dei fullstendige transkripsjonane og fintranskriberte dei (vedlegg 6, 7 og 8), for å korte ned datamaterialet til hovudinnhald, det med meningsinnhald, og gjere det meir oversiktleg. Sidan eg hadde dei tre intervjuet fordelt over tre veker fekk eg moglegheita til å gjere både fullstendig transkripsjon og fintranskripsjon av kvart intervju før eg hadde neste intervju. Alle intervjuet vart transkriberte i løpet av dei første to til tre dagane etter intervjuet, noko som var gunstig fordi eg då hadde intervjuet friskt i minnet (Nilssen, 2012, s. 47-48). I tabell 3 er det vist to eksempel på fullstendig transkript og fintranskript for kvart av dei tre intervjuet.

Nokre av Nilssen (2012, s. 49-50) sine anbefalingar til transkripsjonsprosessen som kan vere nyttige i den seinare analysen tok eg i bruk. For eksempel markerte eg setningar som ikkje vart fullførte med tre prikkar bak, småord som «ehh» og «ehhm» for å indikere nøling, usikkerheit eller omtankingstid (vanskeleg å skilje dette enkelte stadar), ord som vart lagt vekt på understreka eg, og elles andre ting eg merka meg som latter, sukk, spørjande tonefall og liknande noterte eg i parentes i eller bak utsegn. Eg noterte ikkje ned når eg nikka anerkjennande til intervjudeltakarane undervegs i intervjuet. Dette gjorde eg mykje, for å vise at eg var interessert og for å oppmuntre dei til å snakke vidare.

I gjennomsnitt brukte eg ca. 7-8 timar på å fullstendig transkribere éin time med opptak, med litt variasjonar mellom intervju. Transkripsjonar tek ofte lang tid, og i følgje Kvale og Brinkmann (2015, s. 207) bruker ein erfaren skribar rundt fem timar på å transkribere eit intervju som varer ein time. Fintranskripsjonane gjekk noko raskare, der brukte eg rundt 3-4 timar per intervju. Under den fullstendige transkripsjonen brukte eg transkriberingspedal til å pause opptaket undervegs når eg skreiv, noko som gjorde at arbeidet gjekk raskare.

Tabell 3: Eksempel på fullstendig transkripsjon og fintranskripsjon - to eksempel per intervju.

Intervju	Fullstendig transkript	Fintranskript
Petter	Ja, det er nok litt, ehh, det er nok litt, ehh blanda, med presentasjon og med støtte i bilder på en powerpoint og, og samtaler og litt undersøkelser av kva dei kan på førehand og sånne ting. Så litt, prøver å vere litt sånn intuitiv undervegs og høyre med dei, men av og til så grensar eg over til det som er litt sånn forelesningsmetoder, den gode gamle men, men ehh, prøver å vere i dialog med dei. Sånn generelt, ja.	Ja, det er nok litt blanda, med presentasjon og med støtte i bilete på ein powerpoint. Og samtaler og litt undersøkingar av kva dei kan på førehand. Eg prøver å vere litt intuitiv undervegs og høyre med dei, men av og til så grensar eg over til det som er litt sånn forelesningsmetoder, den gode gamle, men eg prøver å vere i dialog med dei.
	[...] Mmm jaa... Ein gong, ehh [...]. Eg synst kanskje tema om [...], skal vi sjå då, det er nokre tema som går igjen veldig mykje, sånn som økologi og natur og sånn, der kan dei mykje frå før. Det er tydeleg.	Det er nokre tema som går igjen veldig mykje, sånn som økologi og natur, der kan dei mykje frå før. Det er tydeleg.
Anne	Eg er veldig... Ja, eg endrar... Det har eg lært meg til, å endre alt etter som ehh, forma til gruppa. For det varierer veldig.	Ja, det har eg lært meg til, å endre alt ettersom forma til gruppa. For det varierer veldig.
	Ja, etter tid så, så får dei som blir raskare med å arbeide, dei kan få andre utfordringar der dei også finn ting som <u>eg</u> kan bruke i undervisninga. Ehh, nyheiter om ehh, nye tema. For eksempel no under pandemien så har eg då latt dei som er litt flinke finne litt ut om forskjellige typar virus og mutasjonar og ehh... Og jobbe litt med det. Og så lagar eg etter kvart oppgaver som ehh gjer at... Dei er differensierte sånn at ikkje alle treng å finne ut alle detaljane.	Ja, etter tid så får dei som blir raskare med å arbeide andre utfordringar der dei også finn ting som <u>eg</u> kan bruke i undervisninga. Nyheiter om nye tema. For eksempel no under pandemien så har eg då latt dei som er litt flinke finne litt ut om forskjellige typar virus og mutasjonar og jobbe litt med det. Og så lagar eg etter kvart oppgaver som er differensierte sånn at ikkje alle treng å finne ut alle detaljane.

Intervju	Fullstendig transkript	Fintranskript
Lene	Ehh, som regel så pleier eg å ta en liten sånn... Okey, «kva er dette for noko», «har dokke nokre tankar», «kva tenker dokke på når eg seier for eksempel nyre»? Ehh, og så gjerne ei fore... Ein presentasjon og forelesning etterpå. Og så må dei jobbe med stoffet på eiga hand, enten munnleg i grupper eller individuelt skriftleg.	Som regel bruker eg å ta ein liten sånn «kva er dette for noko», «har dokke nokre tankar», «kva tenker dokke på når eg seier for eksempel nyre»? Og så gjerne ein presentasjon og forelesning etterpå. Og så må dei jobbe med stoffet på eiga hand, enten munnleg i grupper eller individuelt skriftleg.
	Kva som er viktig å tenkje på? (gjentok for seg sjølv, tenkjande). Altså det er jo <u>SJUKT</u> mange omgrep. Ehh, så eg føler kanskje det som er hovudutfordringa i biologi, at det er sjukt mykje å hugse på. Ehh, så eg tenker kanskje det viktigaste er at vi på ein måte i presentasjonen skal få nokre knaggar å henge ting på, men så må dei sjølv jobbe med å... Stoffet slik at dei festar det på ting. Ehh, og så prøve å kople dei tinga som vi har om til tidlegare... ting man har hatt om tidlegare. Og så ting som er litt... til andre ting i livet.	Det er jo <u>sjukt</u> mange omgrep. Så eg føler kanskje det er det som er hovudutfordringa i biologi, at det er sjukt mykje å hugse på. Så eg tenker kanskje det viktigaste er at vi i presentasjonen skal få nokre knaggar å henge ting på, men så må dei sjølv jobbe med stoffet slik at dei festar det på ting. Og så prøve å kople dei tinga som vi har om til ting ein har hatt om tidlegare. Og til andre ting i livet.

3.11 Koding og kategorisering – første steg i kodingsprosessen

Vidare koda og kategoriserte eg datamaterialet, noko som er den vanlegaste forma for dataanalyse i intervjusamanheng. Dette vart gjort for å lage ei oversikt over tekstmaterialet og framstille data i ei endå meir samanfatta form enn fintranskripsjonane (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 226). Koding og kategorisering går ut på å redusere og samanfatte datamaterialet til handterlege mengder i form av nokre tema eller kategoriar, i tillegg til å lage meining i datamaterialet (Nilssen, 2012, s. 82, 99).

Kvale og Brinkmann (2015, s. 226) hevdar at prosessen med koding går ut på å kople eitt eller fleire nøkkelord til tekstdelar for å seinare kunne identifisere kommentarar, og kategorisering som «ei meir systematisk omgrepsdanning rundt ei utsegn som dannar føresetnadar for kvantifisering». Cohen et al. (2011, s. 428) seier at koding er nemninga på eit kategorimerke til ein del av datamaterialet, og viser til Kerlinger si forklaring på koding frå 1970 som seier at koding handlar om å omsetje spørsmålssvar og respondentinformasjon til spesifikke kategoriar for seinare analyse. Saldaña (2021, s. 5-6) seier at ei kode er eit ord eller ei kort setning som gir meining til delar av informasjon for å blant anna kunne oppdage mønster og lage kategoriar. Han seier vidare at koding gjer det mogleg å organisere og gruppere liknande koda data i kategoriar fordi dei deler nokre karakteristikkar (Saldaña, 2021, s. 13).

Kodar kan enten vere bestemte på førehand, eller bli utvikla som resultat av innsamla data (Cohen et al., 2011, s. 428), og det siste alternativet var tilfellet for denne studien. Eg hadde ikkje bestemt kodar på førehand av masterprosjektet, men utvikla desse basert på

informasjonen som vart samla inn i intervju. Prosessen med å utvikle kodar og kategoriar går eg nærmare inn på i dei følgjande avsnitta.

I dette masterprosjektet gjennomførte eg kodingsprosessen ved å lese nøye gjennom kvart fintranskript på utskrivne ark, og markere informasjon eg ville kode med markeringstusj, samtidig som eg sette foreløpige namn, kodar, på tekstsegment eller utsegn. Viktige setningar og utsegner markerte eg med «NB». Målet var å notere ord og omgrep som sa noko om kva datamaterialet handla om (Nilssen, 2012, s. 83-84). Desse forslaga til kodar noterte eg i høgre marg, medan tema og forslag til kodingskategori vart notert i venstre marg. Denne prosessen vart gjort med alle tre intervju. Etter det gjekk eg igjen nøye gjennom kvart fintranskript og leitte etter mønster, likskapar og ulikskapar. Undervegs endra og reviderte eg enkelte kodar. Dette er ein måte å lage kodar og kategoriar på som Nilssen (2012, s. 83-84) skildrar.

Denne måten å utvikle kodar og kategoriar på er kalla open koding. Dette valet var basert på at eg ville utvikle kodar som låg tett på informasjonen eg fekk frå intervjudeltakarane. Det går ut på å utvikle nye teoretiske idear ut i frå data som er samla inn, og er ei induktiv tilnærming til datamaterialet og analysen der teorien blir lagt til side (Nilssen, 2012, s. 65, 79, 82).

Vidare vart dei mange kodane samla i kategoriar for å redusere datamengda til handterlege storleikar, ein prosess kalla aksial koding (Nilssen, 2012, s. 79). I følgje Nilssen (2012, s. 85-86) vil ein i kvalitative studiar ende opp med ei mengde kodar i form av analytiske og teoretiske termar etter kodingsprosessen, som ein så skal knyte saman i ulike kategoriar. Ho seier vidare at målet er å til slutt sitje igjen med nokre få kategoriar som kan svare på forskingsspørsmåla. Denne prosessen byrja eg allereie i kodingsprosessen på papir, då eg noterte meg ned tema i venstre marg etter kvart som eg las gjennom fintranskripsjonen. Dette fekk eg god hjelp av då eg seinare skulle utvikle desse kategoriane. Til slutt fann eg kjernekategoriene gjennom selektiv koding, og systematisk relaterte dei til andre kategoriar (Nilssen, 2012, s. 79). På denne måten vart kodane og kategoriene mine organisert hierarkisk. Tre eksempel frå koding- og kategoriseringsprosessen på papir er vist i figur 2 A, B og C under, eitt frå kvart intervju.

A

I: Kva måte brukar du mest når du presenterer nytt stoff til elevane dine i biologi?

P: Kva måte (spørjande)

I: Undervisningsmetodar.

P: Ja, det er nok litt blanda, med presentasjon og med støtte i bilete på ein powerpoint. Og samtaler og litt undersøkingar av kva dei kan på førehand. Eg prøver å vere litt intuitiv undervegs og høyre med dei, men av og til så grensar eg over til det som er litt sånn forelesningsmetoder, den gode gamle, men eg prøver å vere i dialog med dei.

I: Kor godt syns du at det fungerer?

P: Det er litt vanskeleg å seie kva som fungerer og ikkje fungerer. Får jo ofte testa dei etterpå... Det brukar å få interesse, særleg visst det er dialog dei deltek i og spør litt om kva dei kan på førehand. Men det varierer litt med tema også, varierer med kva dei er interessert i.

Presentasjon av nytt stoff

undervisningsmetode

samtale, forkunnskapar

tilpasse undervisninga undervegs

↳ fleksibel

tilbakemelding frå elevane

interesse for temaet

forkunnskapar

klasse samtale

B

I: Visst du er i eit klasserom og du må ta deg av både dei som har lav kapasitet og dei med høg, og det må jo ein alltid. Kva er løysingane dine til det i klasserommet?

A: Nei det var sånn som eg sa at, heile tida gi dei tilbakemelding på at dei gjerne ikkje treng å skrive alt, og så gå rundt i klassa og ha kontakt, og sjå om dei har kome i gang. Mange treng starthjelp. Og så finne andre oppgåver for dei som blir fort ferdig, dei som har lyst å ha andre utfordringar. Og då har eg også fått tilbakemeldingar at det er kjekt visst dei kan få litt diskusjonsoppgåver utanom kanskje det som står i lærebok. Og det har eg hatt i ein og same time. Så må eg snu i hovudet og finne på noko. Ja.

I: Ja, så du gjer det langs med der og då? Det er det det handlar om?

A: Ja, prøver det, ja.

Individuele forskjellar

nivådeling

går rundt i klasserommet

hjelp i gang

ekstra oppgåve

tilpasse undervisninga undervegs

↳ fleksibel

C

L: Men eg har inntrykk av at fleire heng med i alle fall visst det er veldig sånn å aktivere dei litt at ikkje det berre blir ein kjedeleg monolog som dei eigentleg ikkje treng å følgje med på. Og så streng på at PC, mobilar og sånn det skal ned. Det kan også vere eit ganske stort distraksjonsmoment.

I: Ja. Kva meiner du er viktig å tenke på når du skal presentere nytt stoff i biologi?

L: Det er jo sjukt mange omgrep. Så eg føler kanskje det er det som er hovudutfordringa i biologi, at det er sjukt mykje å hugse på. Så eg tenker kanskje det viktigaste er at vi i presentasjonen skal få nokre knaggar å henge ting på, men så må dei sjølv jobbe med stoffet slik at dei festar det på ting. Og så prøve å kople dei tinga som vi har om til ting ein har hatt om tidlegare. Og til andre ting i livet.

I: Mhmm.

Presentasjon av nytt stoff

får ikkje med alle elevane

mange nye omgrep

mengde stoff

knaggar å henge informasjon på

jobbe med stoffet

dagleglivet

forkunnskapar

Figur 2: Utdrag frå intervjuet med dei tre biologilærarane. Dette viser første steg i kodingsprosessen med markeringar i teksten og forslag til kodar i høgre marg og kategoriar i venstre. A=Petter, B=Anne, C=Lene.

Eg opplevde at denne kodingsprosessen var veldig nyttig for å bli godt kjend med datamaterialet mitt og for å skaffe meg oversikt over innsamla data, og ikkje minst for å sjå likskapar og ulikskapar i innsamla data. Dette er fordelar ved koding som Kvale og Brinkmann (2015, s. 227-228) også trekkjer fram. Den største ulempa ved koding som Kvale og Brinkmann (2015, s. 227-228) påpeikar er at koding fører til at ein reduserer fleirstemmige meiningar til å bli fanga av berre ein kategori. Dette opplevde ikkje eg som noko problem, då eg i slike tvilstilfelle om kva kode eg skulle tileigne ei utsegn som handla om fleire tema, løyste det ved å gi tekstsegmentet to ulike kodar. På denne måten vart denne tekstbiten gjerne plassert i to ulike kategoriar også. I tabell 4 har eg vist tre eksempel på slike tilfelle der eg ikkje klarte å velje éi kode.

Tabell 4: Eksempel på utsegner som vart tildelt to kodar.

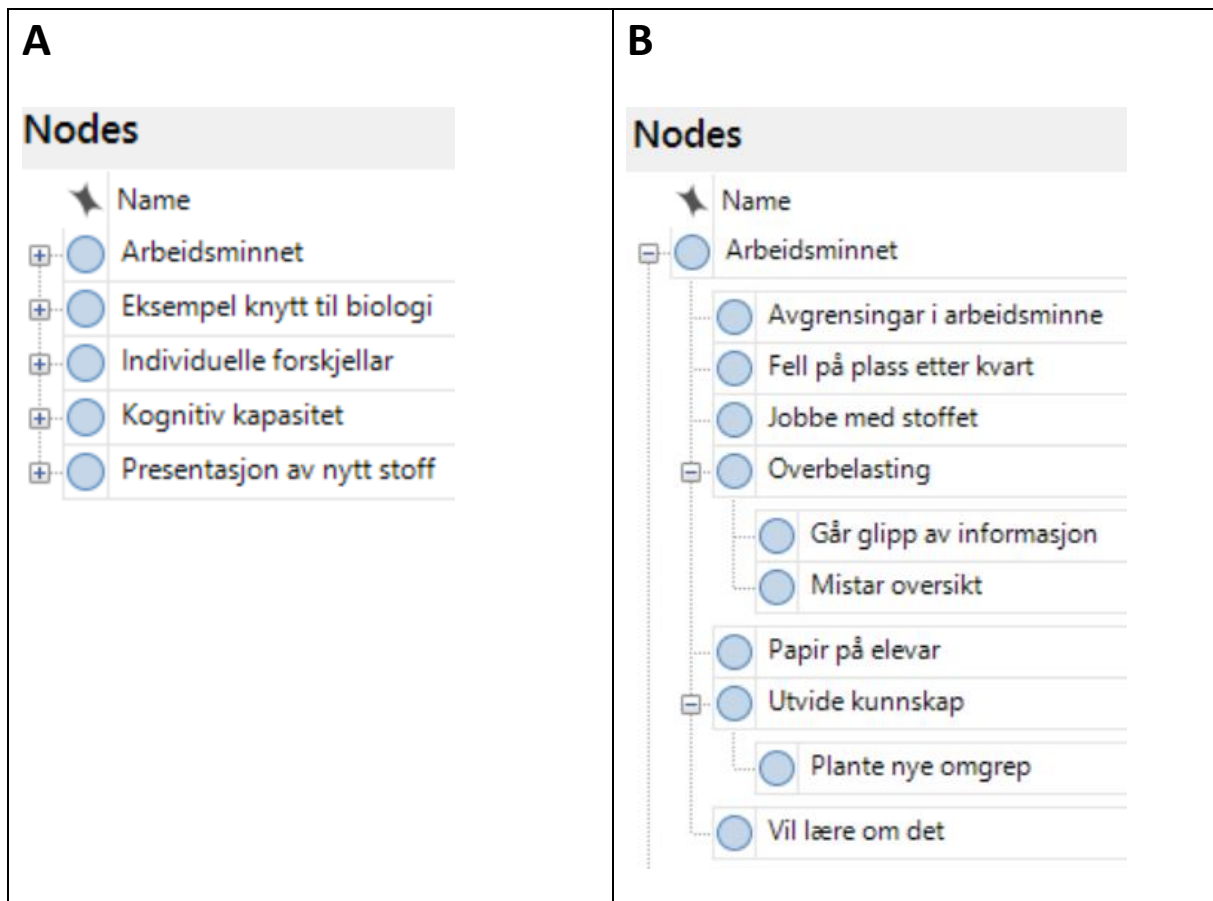
Intervju	Utsegn	Kodar
Petter	Og så bygge på den kunnskapen dei har.	Utvide kunnskap Forkunnskapar
Anne	Sånn at det er noko eg er opptatt av når eg treff elevar, så oppdagar eg meg gjennom korte samtaler litt meir innblikk i korleis det ligg an hos elevane.	Kartlegging Individuell samtale
Lene	Det er kanskje litt utfordringa med å vere ny òg. At eg veit ikkje heilt kva dei har høyrte før og ikkje.	Erfaring Forkunnskapar

3.12 Kvalitativ analyse i NVivo – andre steg i kodingsprosessen

Eg brukte dataprogrammet NVivo til å organisere datamaterialet med kodar og kategoriar. Koding ved hjelp av dataprogrammet gjorde det mogleg for meg å hente fram igjen koda tekstsegment for vidare undersøking, i tillegg til å omkode eller slå saman ulike kodar (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 226). Dette var nyttig fordi kvalitative studiar som denne ofte har store datamengder som kan vere vanskelege å handtere (Klemp, 2012, s. 119). I NVivo var det mogleg å legge til to kodar til eitt tekstsegment, som eg var inne på ovanfor (Saldaña, 2021, s. 127).

Eg opplevde at det var mykje arbeid i å legge alle kodane og kategoriane inn i NVivo, men at det lønte seg seinare i skrivninga av masteroppgåva. Det hjelpte meg å raskt finne igjen informasjon, samt å finne alle utsegn som handla om eit spesifikt tema. I følge Klemp (2012, s. 120-121) skal NVivo «hjelp meg som forskar å handtere mange av dei manuelle oppgåvene som er knytt til kvalitativ forskning, slik at ein får frigjort meir tid til sjølve forskingsarbeidet». Ho trekkjer fram at ekstra tid til analysearbeid kan vere med på å auke kvaliteten på forskinga.

Figur 3 A og B under viser utklipp av korleis kodar og kategoriar viste i dataprogrammet NVivo. Den fullstendige oversikta over alle kodar og kategoriar er vist i vedlegg 3.



Figur 3: A: Utklipp av hovudkategoriane vist i NVivo. B: Utklipp av hovudkategorien «arbeidsminnet» med tilhøyrande underkategoriar og kodar i NVivo.

Det var fleire positive sider ved å bruke dataprogrammet NVivo til å organisere datamaterialet, mellom anna at det vart enkelt å bevege seg fram og tilbake i datamaterialet som vart godt strukturert (Klemp, 2012, s. 121). For min del gjorde NVivo samanlikningsarbeidet enklare ved bruk av kodar og kategoriar organisert hierarkisk, enn om eg måtte blada fram til kvar einaste kode eller side i datamaterialet som handla om eit visst tema. Ein stor fordel med å bruke NVivo var at datamaterialet vart digitalisert og dermed mogleg å søke i, noko som gjorde det enkelt å utforske (Klemp, 2012, s. 131). Særleg dei gode menyane i programmet gjorde det nyttig for meg å bruke. Dette opplevde eg som ein stor fordel i skrivinga av resultat og diskusjon.

Klemp (2012, s. 131) påstår at NVivo var med på å auke kvaliteten til forskinga hennar, fordi ho gjennomførte fleire rundar med koding og på grunn av enkle analyseverktøy i programmet. Eg er einig i at det var ein stor fordel å kunne revidere og endre kodane undervegs i analysearbeidet.

3.13 Kvalitet av intervju

Kvale og Brinkmann (2015, s. 193) hevdar at «kvaliteten på det originale intervjuet er avgjerande for kvaliteten på den seinare analysinga, verifiseringa og rapporteringa av intervjuet». Alle dei tre intervjudeltakarane snakka mykje i intervjuet medan eg snakka

mindre. Dette er i samsvar med eit av kvalitetskriteria for eit intervju Kvale og Brinkmann (2015, s. 194) trekkjer fram, at intervju spørsmål bør vere korte medan respondentane sine svar bør vere lange. Gjennom å stille fortolkande spørsmål forsøkte eg å verifisere fortolkingar undervegs i intervjuet, noko eg klarte betre og betre for kvart intervju. Dette er også eit av kvalitetskriteria Kvale og Brinkmann (2015, s. 194) trekkjer fram og som er med på å auke kvaliteten til eit intervju.

Kvaliteten på ein forskingsstudie er bestemt av fleire aspekt. Under har eg tatt føre meg kvalitetparametrane validitet og reliabilitet, samt generalisering, som i følge Leung (2015, s. 326) utgjer kjernen i å vurdere kvaliteten til eit forskingsprosjekt. Desse angår all forskning og har hatt stor betydning for studien eg har gjennomført. Det blir også gått inn på etiske sider ved kvalitative forskingsintervju. Her er fokuset på kvalitet av *kvalitativ forskning*, noko som er viktig å vere merksam på då validitet og reliabilitet har ulike meiningar i kvalitativ og kvantitativ forskning (Cohen et al., 2011, s. 180).

3.13.1 Validitet

Validitet eller gyldigheit, handlar om sannheit, riktigheit og styrken til ein studie (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 276). Det har med i kor stor grad metoden finn ut av det den skal finne ut av, det vil seie om studien svarer på det den skulle undersøke (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 276). Postholm og Jacobsen (2018, s. 222) forklarar at validitet er knytt til avgrensingar i forskinga og kva slutningar ein kan trekkje ut i frå innsamla data. Validering handlar om å undersøke feilkjeldene ved studien (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 279). I kvalitative studiar kan ein adressere validitet gjennom blant anna ærlegdom, djupne, rikdom, omfang av datamateriale og objektiviteten til forskaren (Winter, 2000, s. 4-6). I tillegg kan validitetsmålet bli brukt ulikt (Winter, 2000, s. 4).

Kvale og Brinkmann (2015, s. 277-278) hevdar at validering er viktig gjennom heile forskingsprosessen, og legg fram validering i sju fasar. Desse er tematisering, planlegging, intervjuing, transkribering, analysing, validering og rapportering. Eg vil her trekkje fram validering i tematiseringsfasen, der eg prøvde å sikre gyldigheit gjennom å logisk utleie forskingsspørsmål frå teori. I intervjufasen forsøkte eg å sikre høg validitet ved å stille fortolkande spørsmål for å tydeleggjere meininga med det intervjudeltakarane sa. I rapporteringsfasen har eg gitt valide framstillingar av funna i studien.

Ein føresetnad for at eg byrja på riktig spor og danna eit godt utgangspunkt for validiteten til denne undersøkinga var å finne og velje teori og litteratur som samsvarte med forskingsspørsmåla (Krumsvik et al., 2019, s. 196). Ei dårleg kopling mellom teori og målet med undersøkinga ville svekkja validiteten til undersøkinga. I følge Leung (2015, s. 325) gjeld validiteten til ein studie både verktøya (i dette tilfellet intervjuaren), prosessen og innsamla data. Han seier vidare at dette er avhengig av mellom anna samsvar mellom forskingsspørsmål og målet med studien, val av forskingsdesign og metode for å svare på spørsmålet, og at resultata og konklusjonen er knytt til innsamla data. Alt dette har eg prøvd å oppfylle etter beste evne under heile forskingsprosessen. Gjennom dette metodekapittelet har eg blant anna grunngitt val eg har teke knytt til forskingsdesignet basert på teori og

litteratur. Resultata som vert presentert i resultatkapittelet samsvarer med innsamla data, og litteraturen eg har valt å bruke er relevant for forskingsspørsmåla og problemstillinga.

Det finst fleire ulike typar validitet, og eg vil her trekkje fram indre validitet, ytre validitet og målevaliditet. Indre validitet handlar om at forklaringa på eit datasett som ei undersøking gir, faktisk kan oppretthaldast av dataa. Funna må på ein nøyaktig måte skildre dei fenomenen det blir forska på (Cohen et al., 2011, s. 183). Ytre validitet refererer til kva grad resultata i ein studie kan bli generaliserte til å gjelde ein større populasjon (Cohen et al., 2011, s. 186). Postholm og Jacobsen (2018, s. 238) definerer ytre validitet som grada ein kan overføre funn i frå ein kontekst til andre kontekstar eller situasjonar som ikkje er undersøkte. I mitt masterprosjekt intervjuar eg tre lærarar, noko som er langt i frå eit representativt utval. I følgje Krumsvik et al. (2019, s. 193) er dette avgrensande for den ytre validiteten til prosjektet mitt. Ytre validitet er ofte utan betydning for kvalitativ forskning i følgje Winter (2000, s. 9), som hevdar at kvalitative funn er best generaliserbare til utvikling av teoriar og ikkje breiare populasjonar. Eg kjem nærmare inn på generaliseringsaspektet i del 3.13.3.

Målevaliditet går ut på om ein i ein studie måler det som forskaren søker å måle (Adcock & Collier, 2001, s. 529). I intervjusamanheng er det intervjuaren som er forskaren, det vil seie sjølve måleinstrumentet. Intervjuaren vil då ha stor betydning for kva som blir målt, og dermed mykje å seie for målevaliditeten. Intervjuguiden med spørsmål formulert på førehand hjelpte meg som forskar å undersøkje akkurat det eg ville finne ut, særleg sidan eg utforma intervjustørsmåla ut i frå forskingsspørsmåla. Ved å halde meg til denne semi-strukturerte planen sikra eg i større grad at eg fekk dei dataa eg trengte, og dermed auka målevaliditeten til prosjektet mitt.

Eg la vekt på å planleggje godt i forkant av intervjuar, fordi god kvalitet på eit intervju bidreg til høg validitet, det gjer også ein presis transkripsjon, analyse og tolking også (Krumsvik et al., 2019, s. 196). Planlegginga innebar blant anna å utarbeide gode og gjennomtenkte spørsmål i intervjuguiden for å sikre ein viss kvalitet.

Cohen et al. (2011, s. 204) hevdar at den mest praktiske måten å oppnå større validitet på er å minimere mengda av bias, med det meinast systematiske avvik i forskinga, så mykje som mogleg. Det blir sagt vidare at kjeldene til bias er eigenskapane til intervjuaren, eigenskapane til intervjudeltakarane, og det materielle innhaldet i spørsmåla. Dette inkluderer blant anna haldningar, meiningar og forventningar frå intervjuaren si side, samt misforståingar og feiloppfatningar (Cohen et al., 2011, s. 204). Både subjektiviteten til intervjudeltakarane, meiningane, haldningane og perspektiva deira bidreg til ei grad av bias i kvalitative data (Cohen et al., 2011, s. 179). Det er grunnleggjande menneskeleg å vere meir open for funn som samsvarer med det ein trur enn funn som ikkje gjer det (Nilssen, 2012, s. 139). Dette resulterer i bias mot stadfesting fordi forskaren ønsker å bekrefte det han eller ho meiner og tenker frå før (Flyvbjerg, 2006, s. 17). Dette er ikkje heilt til å unngå, men det er viktig å vere klar over det. Valde data må vere representative for heile datasettet, dei må adressere innhald, konstruksjon og samtidig validitet (Cohen et al., 2011, s. 181).

Eit forskingsarbeid blir sett på som verdiløst dersom det ikkje er valid, altså ugyldig (Cohen et al., 2011, s. 179), noko som gjer det viktig å vurdere validiteten undervegs. Samtidig er det viktig å vite at ein ikkje må sjå på validitet som noko absolutt, men som eit kvalitetskrav som kan vere omtrent oppfylt (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 24).

3.13.2 Reliabilitet

Reliabilitet er eit kvalitetskriterium knytt til pålitelegheit, konsistens og replikerbarheit over tid (Cohen et al., 2011, s. 199). Dette går ut på om ein kan stole på ein studie, og handlar om presisjon og nøyaktigheit av datamaterialet, både kva data som blir brukt, korleis dei blir samla inn og korleis dei blir tilarbeidde (Christoffersen & Johannessen, 2012, s. 23; Cohen et al., 2011, s. 199; Dalland, 2020, s. 58). Cohen et al. (2011, s. 202) seier at ein i kvalitativ forskning kan tenkje på reliabilitet som ei passform mellom det som faktisk skjer (i denne studien det som vart sagt) og det forskaren registrerer som data. Fordi eg brukte lydopptak til å registrere data kunne eg høyre kvart intervju om igjen og dermed ha tilgang til direkte sitat frå respondentane, noko som var med på å styrke reliabiliteten til studien (Tjora, 2017, s. 237).

I intervjusamanheng er reliabilitet blant anna knytt til om respondentane vil svare det same i intervju med andre forskarar slik at resultat kan bli reproduisert (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 276). På denne måten er reliabilitet viktig for truverdigheit og konsistens av forskingsresultat, og om ein kan stole på funna i eit forskingsprosjekt (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 276; Postholm & Jacobsen, 2018, s. 222). Spørsmålsstilling kan dermed ha mykje å seie i denne samanhengen. I intervjuet stilte eg nokre leiande spørsmål (tabell 1), noko som uforvarande kan påverke svara til intervjudeltakarane og dermed reliabiliteten til studien (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 276). Samtidig som konsistens og truverdigheit er viktig, poengterer Postholm og Jacobsen (2018, s. 223-224) at kvalitative studiar kan vere vanskelege å replikere fordi interaksjonane mellom forskar, forskingsdeltakar og forskingsfelt vil arte seg ulikt i andre tilfelle fordi alle er i stadig utvikling i tillegg til at ein tek med seg subjektivitet inn i forskinga. I tillegg kan respondentane svare det dei trur forskaren er ute etter å vite (Tjora, 2017, s. 150).

For å motverke ein tilfeldig subjektivitet seier Kvale og Brinkmann (2015, s. 276) at ein ønsker at funna i ein intervjustudie har høg reliabilitet. Likevel er ikkje forskarar i kvalitative undersøkingar nøytrale personar som er objektive til forskingskonteksten (Nilssen, 2012, s. 139). Denne subjektiviteten til forskaren har eg tatt omsyn til gjennom identifisering, skildring og rapportering (Nilssen, 2012, s. 140). Blant anna har eg som forskar i ein kvalitativ studie vore klar over min subjektivitet og forforståing som eg tok med meg inn i undersøkinga (Nilssen, 2012, s. 26). Denne forforståinga gir ei retning i undersøkinga, og omfattar det teoretiske rammeverket, erfaringar, verdiar, kunnskap og haldningar til området ein studerer (Nilssen, 2012, s. 68). Kunnskap som blir utvikla i intervjusamanheng treng likevel ikkje å vere subjektiv, men kan i prinsippet vere ei objektiv forskingsmetode (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 275).

Reliabilitet er også relevant i samband med transkribering (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 211). Det er fort gjort å transkribere feil, blant anna om det er dårleg kvalitet på opptaket og ein

høyrrer feil. Det er heller ikkje alltid like enkelt å vite når ei setning sluttar, når det er pause, om pausar er tilknytt intervjudeltakaren eller intervjuaren, og når ein skal setje komma eller punktum (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 211-212). Alt dette påverkar reliabiliteten til transkripsjonen og dermed studien, gjennom korleis datamaterialet blir framstilt og tolka i transkripsjonen. Dette med start og slutt på ei setning var innimellom vanskeleg for meg å vite, men dette påverka studien min i liten grad. Det var sjeldan, berre nokre få gongar at eg ikkje klarte å tyde det som vart sagt på lydopptaket.

Ei anna viktig side som er med på å avgjere kvaliteten til eit forskingsprosjekt er transparens. Dette går ut på å synleggjere forskingsprosessen for lesaren, og kan gjerast gjennom å skildre kva grunnlag ulike val og tolkingar er tatt på slik at lesaren kan vurdere tolkingar og slutningar som er gjort undervegs (Nilssen, 2012, s. 42, 141). Det handlar om å overtyde lesaren om at funna er truverdige. Transparens kan også styrke reliabiliteten til eit forskingsprosjekt, ved at ein viser kva ein har gjort heile vegen (Krumsvik et al., 2019, s. 200). Dalland (2020, s. 58) hevdar at dersom ein viser korleis ein har innhenta datamateriale, og diskuterer feilkjelder som kan ha påverka resultata, så gir ein lesaren moglegheit til å vurdere reliabiliteten til undersøkinga. Postholm og Jacobsen (2018, s. 242) presenterer ulike kjenneteikn på god forskning og kva som avgjer kvaliteten på undersøkingar. Dei trekkjer blant anna fram at god forskning inneber at forskaren forankrar forskinga si i teori og andre si forskning, samt at forskaren er open og gjer greie for alle val som er gjort i forskingsprosessen, og reflekterer over moglege konsekvensar desse vala kan ha hatt for funna. Synleggjering er med andre ord eit viktig stikkord for god kvalitet og høg reliabilitet.

3.13.3 Generalisering

Krumsvik et al. (2019, s. 201) definerer generalisering som grada det er mogleg at funna i ei undersøking kan bli overført til meir generelle situasjonar. Å generalisere handlar om å gå frå det spesifikke til det generelle (Cohen et al., 2011, s. 428). Generalisering går ut på om funna i ein studie er av lokal interesse eller om dei kan bli overførte til andre situasjonar, kontekstar og respondentar (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 289). Generalisering er dermed ikkje så ulikt ytre validitet.

Kvalitativ forskning blir ofte framstilt som kontekstuell, i følgje Kvale og Brinkmann (2015, s. 114). Leung (2015, s. 326) meiner at generalisering ikkje er målet i kvalitativ forskning, men heller å studere eit visst fenomen i ein spesifikk populasjon. Dette er Kvale og Brinkmann (2015, s. 47) einige i, som hevdar at målet med kvalitative forskingsintervju er å skape kvalitativ kunnskap i form av normalt språk og ikkje kvantifisering. Av den grunn er det viktig med nyanserte skildringar om handlingar, opplevingar og kjensler (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 47).

Det er vanleg å tenkje at det er for få deltakarar i intervjuforskning til at resultata kan generaliserast (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 289). Kvale og Brinkmann (2015, s. 289-290) påpeikar at generalisering ikkje alltid treng å vere målet. Dei hevdar at dersom ein er interessert i generalisering, så må ein sjå på generalisering lokalt og ikkje globalt, og om kunnskapen som blir produsert i ei spesifikk intervjuundersøking kan overførast til andre relevante situasjonar. Dalland (2020, s. 66-67) er einig i dette og seier at eit intervju skal

kunne gi oss informasjon til å seie noko utover den enkelte intervju person. Han hevdar at det handlar om å sjå den nytileigna kunnskapen i lys av annan forskning, for å vidare kunne seie noko om den kan bli generalisert. Dermed kan kunnskap utvikla i kvalitativ forskning vere av stor betydning, ha relevans for og vere av interesse for andre til tross for at den ikkje er gjeld generelle situasjonar.

3.13.4 Ethiske og moralske aspekt

Intervju handlar om mellommenneskeleg interaksjon der det blir produsert informasjon om menneskelege forhold (Cohen et al., 2011, s. 442). Eg som forskar i eit kvalitativ forskingsdesign var blant anna avhengig av at intervjudeltakarar viste godvilje og ga meg tilgang til sine tankar, erfaringar og opplevingar knytt til eit visst tema, i tillegg til at dei gav av tida si (Nilssen, 2012, s. 144). I denne prosessen må forskaren ta godt vare på forskingsdeltakarane, og då er etiske aspekt viktige å ta omsyn til.

I følge Kvale og Brinkmann (2015, s. 95) er etiske spørsmål integrert i alle steg i ein intervjustudie. Allereie i planleggingsfasen måtte eg ta stilling til etiske problemstillingar, mellom anna å ordne informert samtykke frå intervjudeltakarane, sikre konfidensialitet, samt vurdere moglege konsekvensar studien kunne ha for respondentane (Cohen et al., 2011, s. 422; Kvale & Brinkmann, 2015, s. 97). I oppstartsfasen med masterprosjektet sende eg inn ein søknad til NSD, Norsk senter for forskingsdata, fordi eg skulle behandle personopplysingar noko som krev at eg melder ifrå til personvernombudet for forskning og får løyve til å gjere dette (Postholm & Jacobsen, 2018, s. 252). Denne vart godkjent på første forsøk (vedlegg 4). Dessutan måtte eg ta i betraktning etiske sider ved studien gjennom intervju, transkriberinga, analysen og rapporteringa (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 97). Konfidensialitet, taushetsplikt, og verifisering er viktige stikkord her.

Dei mest sentrale etiske retningslinjene eg har forhalde meg til i denne studien er informert samtykke og konfidensialitet, samt konsekvensar og forskaren si rolle. Informert samtykke handlar om at forskingsdeltakarane er informerte om og kjende med føremålet og hovudtrekka i studien, i tillegg til eventuelle følgjer og fordelar deltaking kan innebære (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 104). Dette sikra frivillig deltaking der forskingsdeltakarane kunne trekkje seg når som helst (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 104). I ei innleiande samtale med kvar intervjudeltakar informerte eg i korte trekk om studien der eg blant anna forklarte kva deltaking i prosjektet ville ha å seie for dei, og på den måten sikra eg at dei oppfatta informasjonen om informert frivillig samtykke (Dalland, 2020, s. 173). Denne informasjonen og litt til vart i tillegg gitt i ei samtykkeerklæring (vedlegg 1) i forkant av intervju. Kvale og Brinkmann (2015, s. 104, 300) meiner at ei samtykkeerklæring bør innehalde informasjon om kva det betyr å delta i prosjektet, kven som har tilgang til datamaterialet, fortrulegheit, forskaren sin rett til å publisere datamateriale, og om intervjudeltakarane sin tilgang til transkripsjon og analyse av datamaterialet. Samtykkeskjemaet måtte alle forskingsdeltakarane samtykke til for å vise at dei godkjende alle sider ved undersøkinga før intervjuet starta. Eg skaffa denne godkjenninga via e-post sidan eg gjennomførte intervju digitalt.

I denne studien er alle intervjudeltakarane anonymisert, mellom anna gjennom fiktive namn, og at annan informasjon som kunne identifisere dei ikkje har vorte avslørt. Dette har intervjudeltakarane krav på (Dalland, 2020, s. 82). Konfidensialitet, også kalla fortrulegheit, handlar om å vere einig med forskingsdeltakarane om kva ein kan bruke datamaterialet dei bidreg med til, og går ut på at det i hovudsak er berre forskaren som veit kven som deltok i undersøkinga (Kaiser, 2012, s. 457; Kvale & Brinkmann, 2015, s. 106). I transkripsjonar er det særleg viktig å beskytte konfidensialiteten til intervjudeltakarar, personar og institusjonar som blir snakka om i intervjuet (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 213). Transkripsjonane i denne studien blir ikkje publiserte offentleg, men likevel vart alle personar og institusjonar nemnt anonymiserte gjennom fiktive namn. Lyddopptak og transkripsjonar vart lagra på ein trygg stad og sletta ved prosjektslutt, noko som er viktig i kvalitativ forskning (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 213). Dette vart informert om i samtykkeerklæringa slik at forskingsdeltakarane var klar over dette.

Noko eg som forskar var merksam på gjennom heile forskingsprosessen var at konfidensialitet i den forstand at ein anonymiserer deltakarane i studien, gjorde at eg kunne tolke utsegner fritt utan noko form for kontroll (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 106). Når det gjeld tolking av utsegner prøvde eg å stille fortolkande spørsmål dersom eg var usikker på kva intervjudeltakaren meinte og for å avklare meningar. På denne måten sikra eg korrekt rapportering, noko som har vore med på å auke kvaliteten til forskinga mi.

I tillegg til informert samtykke og konfidensialitet trekkjer Kvale og Brinkmann (2015, s. 102) fram konsekvensar og forskaren si rolle som viktige etiske retningslinjer. Konsekvensaspektet går ut på at ein som forskar bør vere klar over at kvalitative intervju er opne og intime, og kan medføre både uheldige konsekvensar, men også fordelar (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 107). Forskaren si rolle handlar i stor grad om at ein må vise såkalla moralsk ansvarleg forskingsåttferd, og forskaren må vege etiske omsyn opp i mot vitskaplege omsyn i studien (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 108). Kvale og Brinkmann (2015, s. 108) meiner at etiske krav til forskaren også inkluderer strenge krav til den vitskaplege kvaliteten på kunnskap som blir presentert i studien. Her er det viktig at resultata er nøyaktige og representative, altså at studien har høg reliabilitet, samt at dei er kontrollerte og valide.

Etiske dilemma om kor mykje informasjon ein skal avsløre for kven og i kva type kontekst, dei uskarpe grensene for personvern, tilgang og deling av informasjon er alle viktige etiske sider ved forskning som ein som forskar må tenkje nøye gjennom (Miller et al., 2012, s. 2). Dette betyr at ein må vere merksam på kva type og kor mykje informasjon som blir publisert i undersøkingar. Den sosiale relasjonen mellom intervjuaren og intervjudeltakar har mykje å seie for kva kunnskap ein får ut av eit forskingsintervju (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 35). Eit viktig stikkord her er respekt, då intervjuaren må balansere ønsket om å skaffe seg relevant og djup kunnskap samtidig som ein må vere etisk forsvarleg og respektfull (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 35, 96). Det kan då oppstå ei spenning her, mellom ønsket å oppnå kunnskap og å ta etiske omsyn (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 96).

4 Resultat

Funn som er relevante for denne studien med problemstillinga «*Kva veit biologilærarar om arbeidsminnet, og korleis bruker dei denne kunnskapen i biologiundervisning?*» vil bli presentert her. Kapitlet startar med ein kort presentasjon av dei tre lærarane som deltok i intervjuet. Vidare er resultatdelen strukturert ved hjelp av dei to forskingsspørsmåla for studien. Først vil funn som er relevant for det første forskingsspørsmålet bli presentert: «*Kva kunnskapar har biologilærarar om avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne?*». Deretter vil resultat knytt til det andre forskingsspørsmålet bli lagt fram: «*Korleis legg biologilærarar til rette for avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne hos elevar i biologiundervisning?*». Etter kvar av dei to hovuddelane resultatkapitlet er delt inn i, vil funna bli oppsummerte i tekstboksar. Avslutningsvis blir det gitt ei samla oppsummering av resultatata i tabell 5 og figur 4.

4.1 Kort presentasjon av dei tre biologilærarane

Dei tre lærarane som deltok i intervjuet til dette masterprosjektet var Petter, Anne og Lene. Petter har jobba som lærar i biologi, kjemi og naturfag sidan hausten 2009. Anne underviser i biologi og naturfag, og har vore lærar heilt sidan 1984. Lene var ferdig utdanna lektor til sommaren i 2021 og er dermed inne i sitt første arbeidsår i læreryrket, men ho har også litt erfaring i frå vikariat ved sida av studiet. Ho underviser i faga Biologi 1, naturfag og matematikk. Alle tre intervjudeltakarane har til felles at dei er biologilærarar, men dei har svært ulik erfaring med tanke på kor lenge dei har jobba som lærarar.

4.2 Kva veit lærarane om kognitiv kapasitet og arbeidsminne?

I denne delen av resultatkapitlet blir det lagt fram funn knytt til kva kunnskapar intervjudeltakarene har om kognitiv kapasitet og arbeidsminnet. Mykje av det som omhandlar kognitiv kapasitet gjeld også arbeidsminnet, og omvendt, då det er flytande overgangar mellom desse temaa.

4.2.1 Kva veit lærarane om kognitiv kapasitet?

Alle dei tre biologilærarane har nokre kunnskapar knytt til kognitiv kapasitet. Petter definerte kognitiv kapasitet som «evna til å lære». Han meinte at den kan variere ganske mykje frå person til person, og at faktorar som interesse kan påverke den kognitive kapasiteten. Anne meinte at kognitiv kapasitet handlar om evna til å huske, resonere og forstå, og også ho var klar over at det er store forskjellar i dette blant elevar. Lene huska at ho har lært om kognitiv kapasitet i løpet av studiet, som ho sa var kor stor kapasitet elevar har til å lære nye ting, men meinte at ho kan veldig lite om det. Ho nemnde at den er avgrensa, og at den kan variere frå person til person, og frå dag til dag. Ho trur også at den kan endre seg gjennom skuledagen for elevane. Dette meinte også Petter. Han tek omsyn til dette i undervisninga si ved å legge opp undervisninga etter kva tid på dagen den er, noko han grunngav i at det har med kognitiv kapasitet å gjere. Petter sa:

«Og då er nok kognitiv kapasitet deretter også tenker eg. Altså tidlegare på dagen kan du putte litt meir teori inn, men eg merkar at eg må legge opp undervisninga mi etter når på dagen det er rett og slett. Og det tenker eg har med kognitiv kapasitet å gjere.»

I intervjuet la Anne vekt på at ho ikkje var vandt til å tenkje konkrete ord og definisjonar. Ho har aldri lært om kognitiv kapasitet som omgrep, men har tileigna seg litt informasjon om temaet gjennom erfaring. Petter sa også at kognitiv kapasitet ikkje er eit tema han går og tenkjer så mykje på, og gav uttrykk for at han syns det var litt vanskeleg å svare på spørsmål knytt til dette.

I den vidare samtalen rundt kognitiv kapasitet trekte Lene fram at det kan vere utfordrande å kjenne til *kor* avgrensa den kognitive kapasiteten er. Ho meinte at det er viktig å snakke med elevane, både i heile klassa og individuelt, for å få tilbakemeldingar på korleis ting går. Lene sa:

«Snakke med dei om det. Korleis dei syns det er, og om dei syns det går greitt fram og dei får med seg ting, eller om alt berre er ei møyje med kaos.»

I likskap med Lene er Anne oppteken av å vite korleis elevane ligg an med tanke på kapasitet og det faglege. Anne prøver å kartlegge korleis kvar enkelt elev ligg an og har det ganske tidleg, gjennom korte samtaler med enkeltelevar. Ho er særleg nysgjerrig på elevane sin kapasitet når ho møter nye elevar i starten av eit skuleår. Det Anne sa om dette var:

«I løpet av august når vi begynner med elevar, så er det jo veldig mykje eg lurar på når det gjeld elevane sin kognitive kapasitet. Fordi at eg veit ikkje, er det mangel på interesse? Er det det at dei har liten kapasitet? Eller er det at dei har mange forstyringar elles i livet? [...] Det er noko eg er opptatt av når eg treff elevar, så oppdagar eg meg gjennom korte samtaler litt meir innblikk i korleis det ligg an hos elevane.»

Lene var den av dei dei tre lærarane som hadde mest å seie om kognitiv kapasitet, til tross for at ho sjølv meinte ho kunne lite om temaet. Ho trekte også fram det faktum at det vil få negative konsekvensar for elevane dersom ein overgår kapasitetsgrensa til elevane. Lene meinte følgjande:

«For det vil jo også påverke kapasiteten visst ein overgår den kapasiteten, så vil dei mest sannsynleg ikkje få med seg så mykje. Dei vil jo kanskje sitte der igjen og [...] at dei berre kan shutte heilt ned og ikkje gjere noko som helst. At det kanskje blir resultatet visst ein sprenger den kapasiteten for mykje. At det kan gå ut over motivasjonen.»

Lene hadde også tankar om både fordelar og ulemper ved å vite om at elevar har avgrensingar i kognitiv kapasitet. Om fordelar sa Lene:

«Ein tenkjer vel kanskje litt meir over kor mykje stoff ein presenterer. Og kor mykje dei kan få inn. Og kanskje skjønner litt kvifor elevar blir litt frustrerte og lei av og til. Så ja

det vil eg absolutt seie. Eg føler ein kanskje skjønner litt meir av åtferda og kor mykje dei kan lære og sånn. Så det trur eg.»

Anne var inne på same tanken, då ho sa at det er ein fordel å vite at elevar har avgrensingar i kognitiv kapasitet fordi at ein då kan ta omsyn til dette i undervisninga. Om ulemper knytt til dette sa Lene:

«Det kan jo vere ei ulempe i at ein set avgrensingar for elevane. At visst ein tenker for mykje på det, så gjerne presenterer litt for lite, og gjer det litt for lett når dei eigentleg har mykje større arbeidskapasitet enn ein trur. Og at ein gløymer litt å sjå alle elevane, men kun tenkjer på teorien bak. At no kan dei lære tre omgrep og det er det, for det seier teorien. Men så er det individuelt frå klasse til klasse og elev til elev. At ein kan bli litt for opphengt i det.»

4.2.2 Kva veit lærarane om arbeidsminnet?

Lene og Anne var kjende med arbeidsminnet som omgrep. Lene sa at ho har lært om arbeidsminnet i løpet av utdanninga, men at ho huska veldig lite. Det ho nemnde var at det er avgrensa. Anne derimot har tileigna seg kunnskapar om kva arbeidsminnet handlar om gjennom fleire tiår i læreryrket, men ho har ingen konkret definisjon på kva det er. Ho forklarte sine kunnskapar om temaet ved å kome med eksempel. Det ho nemnde var at elevar med lite arbeidsminne kan ha vanskar med å huske kva ei tekst inneheld av informasjon etter dei har lest den, eller at dei kan ha problem med å gjenta det dei har høyrte frå ei lydbok dersom dei berre har høyrte det éin gong. Anne sa at ho forstår det som at dei har vanskar for å *anvende* kunnskap. Om elevar med stort arbeidsminne sa ho at dei har god evne til å gjengi tekstar som dei jobbar med, og at dei forstår tekstane godt.

I motsetning til Lene og Anne hadde Petter aldri høyrte om arbeidsminnet som omgrep før. Etter at eg i intervjuet forklarte kort kva det er og handlar om, hadde han likevel tankar rundt dette. For eksempel sa Petter:

«Visst du berre plantar nokre nye omgrep ein dag, så sit dei sånn... Altså du må repetere litt. Du må alltid repetere litt av det vi snakka om sist, neste gong, før vi går vidare. Så vi driver og bygger litt på det som vi har jobba med tidlegare. Kanskje det har litt med dette arbeidsminnet å gjere då, eit eller anna utvidar litt... Både omgrepsforståing og prosessforståing, gjennom både det å plante nye omgrep, men også repetere desse omgrepa og desse prosessane som vi har snakka om. [...] Eg prøver å plante nye prosessar og omgrep hos dei, og så prøver å repetere og få det inn, gjerne ein del gongar, i gongane framover. At eg repeterer litt undervegs.»

Stikkord han nemnde her var å plante nye omgrep litt etter litt, repetisjon og utvide forståing. Lene sa også at ho bruker tid på å repetere stoff før dei går vidare og bygger på det, særleg omgrep sidan mange av dei går igjen i fleire tema.

Seinare i intervjuet kom Petter tilbake til denne tanken om at elevar utvidar og bygger kunnskap og forståing. Då snakka han om kognitiv kapasitet, og brukte temaet «celler» til å forklare. Petter forklarte:

«At du bygger kapasiteten din etter kvart, fordi at du byrjar ein eller annan stad, kan godt kalle det eit nivå. Du lærer naturfag i ungdomsskulen, så kjem du til vidaregåande og får meir naturfag, så går du til biologi og får endå litt meir. Du møter nokre tema som går igjen heile vegen. Det er mange elevar som seier at dette med økologi, det er stort sett det same heile tida. Men andre ting i biologi, sånn som celler, med alle organellane og alt det inni, då er det plutsleg heilt nytt. Men når du har fått det inn, så har du litt annan kognitiv kapasitet, då kan du lære litt meir om celler.»

Her forklarar Petter korleis han ser på kognitiv kapasitet, og om det å utvide kunnskap og forståing. Han presenterte ein tanke om at ein bevegar seg oppover ulike nivå i kognitiv kapasitet etter kvart som ein lærer meir om eit tema. For å lære meir må ein ha grunnleggande kunnskap om temaet på plass, og læringa skjer steg for steg i ein gradvis prosess.

Dei tre lærarane har varierende kunnskapar om arbeidsminnet. Anne har mykje kunnskap som er relevant for arbeidsminnet til tross for at ho ikkje kan gi ein rein definisjon på kva det er, det same gjeld Petter. Då eg i intervjuet fortalde Anne kort kva det er og handlar om takka ho meg, og sette tydeleg pris på å lære litt om det. Også Lene var positiv til å lære meir om temaet, og syns det var spennande og greitt å få friska opp i kunnskapen sin om arbeidsminnet og «arbeidskapasitet» som ho kalla det. Petter sa ikkje noko om dette.

4.2.3 Mange nye og ukjende omgrep – ei utfordring knytt til arbeidsminnet
Både Petter, Anne og Lene snakka om dei mange omgrepa i biologifaget, og særleg Petter og Lene la vekt på at dette er ei utfordring. Petter kommenterte dette med omgrep fleire gongar i løpet av intervjuet, og han meinte at dei mange nye namna, orda og omgrepa er ei av dei store utfordringane elevar møter i biologifaget. Han trekte fram temaet «celler» for å vise til eit eksempel. Petter sa:

«Med ein gong eg kjem til eit tema som celler, så har elevane høyrte om mitokondriar, men forøvrig... Der er cytoskjelett, lysosomer, peroksisomar, endoplasmatisk retikulum og golgi, der er veldig mange namn som er heilt nye for dei. Det er sjølv sagt for dei som har studert biologi ei stund, men for dei [elevane] så er det ikkje så sjølv sagt. [...] Eg syns ofte at dei møter litt veggen fordi det er så mange nye omgrep og mange nye ting.»

Vidare snakka Petter om at tema med mange nye omgrep kan bli overveldande for elevane, men etter kvart som dei jobbar med stoffet fell det meir og meir på plass for dei. Om dei mange omgrepa som skal lærast i biologifaget sa Lene:

«Det er jo sjukt mange omgrep. Så eg føler kanskje det er det som er hovudutfordringa i biologi, at det er sjukt mykje å huske på.»

I intervjuet gav Anne uttrykk for at også ho er oppteken av at elevar skal lære dei mange omgrepa i biologifaget. Ho snakka ikkje like mykje om dette som dei to andre, men ho la vekt på at elevane må jobbe ein del med omgrepa.

4.2.4 Overbelasting av arbeidsminnet

I samband med at eg viste videoane om «The Invisible Gorilla» og «The Monkey Business Illusion», for å vise dei tre intervjudeltakarane at ein kan gå glipp av relevant informasjon når ein fokuserer veldig på ein ting (Simons & Chabris, 1999, s. 1068-1073), såg Anne følgjande kopling til undervisning og elevane sin situasjon i møte med nytt stoff:

«Når vi startar med eit tema må det ikkje vere for mykje å fokusere på, for då fell dei av. [...] Eg ser då at kor lenge held du då fokus? Det er jo det også gjort undersøkingar på, kor lenge klarer elevar å halde fokus på eit tema når ein lærar snakkar.»

Anne vart veldig fascinert av desse videoane og det at ein kan gå glipp av veldig mykje informasjon når det blir for mykje å følgje med på. Ho omtalte det som «*veldig nyttig*» å sjå dette.

Lene sin kommentar til videoane om «The Invisible Gorilla» og kva koplingar ho såg til undervisning og elevane sin situasjon i møte med nytt stoff var følgjande:

«Eg syns eigentleg dei illustrerer eit godt eksempel med at ein klarer ikkje å få med seg alt. Og det er kanskje litt sånn for elevane også, når ein kastar ut tusen omgrep og dei får ikkje med seg alt. Og det er kanskje vanskeleg å sjå dei store linjene når det er så mange ting.»

Vidare sa Lene at ein gløymer å sjå det overordna biletet, heilheita, når ein fokuserer så veldig på ein ting. I samband med undervisning påpeika Petter at elevar ofte kan henge seg opp i detaljar og ord, og dermed gløyme litt kva alt betyr i den store samanhengen.

Som nemnt ovanfor hadde Anne ingen konkret definisjon på kva arbeidsminnet er, ho snakka om det ved hjelp av eksempel. Etter at eg undervegs i intervjuet gav litt kort informasjon om arbeidsminnet, fekk ho fleire tankar om kvifor det kan vere relevant i undervisning. Anne sa blant anna at:

«Det er veldig relevant, fordi at vi ikkje skal øse på med informasjon, for eksempel når vi byrjar med eit nytt tema eller i løpet av ei økt. Og at elevane skal få arbeide med det vi har snakka om.»

Anne trekte fram at når ho underviser i tema som ho sjølv brenn for og syns er interessante, så kan det av og til bli for mykje for elevane, at dei kan bli overbelasta med informasjon. Det er noko ho er obs på og prøver å unngå.

Også Petter og Lene var klar over at det kan bli for mykje informasjon på ein gong for elevane, og at dei kan bli overbelasta med informasjon. På spørsmål om ho hadde eksempel på undervisningssituasjonar der elevane hadde blitt overbelasta med informasjon trakk Lene fram immunforsvaret som eksempel. I ein undervisningstime om dette vart det mykje informasjon på kort tid for elevane, og stoffet var også litt komplisert. Om mengde stoff sa Petter:

«Eg merkar fort det når dei plutseleg byrjar å, enten flakke med blikket eller det blir litt mykje for dei. Det kan ha litt med kva tid på dagen det er. Visst det er siste time må eg vere veldig forsiktig med å putte på for mykje ny informasjon fordi dei er så slitne.»

Alle tre lærarane snakka mykje om overbelasting og at elevar kan bli overvelda. Temaet «overbelasting» vart snakka om over 20 gongar til saman i alle tre intervjuua (figur 4). Dette inkluderer blant anna snakka om overvelda elevar, at dei går glipp av informasjon, og kan miste oversikt.

4.2.5 Individuelle forskjellar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne

Både Petter, Anne og Lene var klar over at det er variasjonar i kognitiv kapasitet blant elevar i eit klasserom. Anne omtalar desse variasjonane som ei utfordring. I samanheng med at ein går gjennom mykje og kanskje krevjande stoff, sa ho at ein kan risikere «*at enkelte elevar ikkje ser samanhengen og forstår kva det handlar om*». Tankar Petter hadde om at elevar har ulik storleik på arbeidsminne og ulik kognitiv kapasitet var at elevar har «*ulik evne til å formulere prosessar i faget*». Temaet om individuelle forskjellar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne blir tatt opp igjen i del 4.3.3 i resultatkapittelet, der det vil bli presentert ulike måtar dei tre biologilærarane bruker til å handtere dette i undervisninga.

I intervjuua fekk eg inntrykk av at lærarane brukte «fagleg svake elevar» og «elevar med eit lågt arbeidsminne» om kvarandre. Det same gjeld «fagleg sterke elevar» og «elevar med eit stort arbeidsminne». Sidan informasjon frå respondentane om dette er vanskeleg å skilje, vil eg heller ikkje skilje på dette i denne studien. Det betyr verken at alle elevar med eit lite arbeidsminne er fagleg svake, eller at fagleg svake elevar generelt har eit lite arbeidsminne. Tilsvarende for fagleg sterke og stort arbeidsminne.

Oppsummering av kva lærarane veit om avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne

Kognitiv kapasitet

Alle dei tre intervjuja lærarane er klar over at kognitiv kapasitet er avgrensa og at den varierer. Anne og Lene er opptekne av å finne ut litt om den kognitive kapasiteten til kvar enkelt elev, og samtaler er ein måte begge to nemner for å kartlegge dette. I tillegg sa Lene at det er problematisk dersom ein overgår kapasitetsgrensene til elevar. Lærarane meiner dei tek omsyn til avgrensingane i kognitiv kapasitet i undervisninga, eksempel Lene nemner er å tenkje over kor mykje stoff ho presenterer. Ei ulempe kan i følgje Lene vere at ein set avgrensingar for elevane og dermed presenterer for lite stoff.

Kva veit lærarane om arbeidsminnet

Lene og Anne kjende til arbeidsminnet som omgrep. Lene trekte fram at det er avgrensa. Petter hadde ikkje høyrte om omgrepet «arbeidsminnet», men i samtalen rundt dette la han fram tankar som omhandla å bygge på det ein har jobba med tidlegare og utvide kunnskap og forståing.

Mange nye og ukjende omgrep – ei utfordring knytt til arbeidsminnet

Både Petter, Anne og Lene sa at dei mange nye omgrepa er ei utfordring i biologifaget. Det kan føre til at det blir mykje informasjon for elevane å ta inn og tilarbeide.

Overbelastning av arbeidsminnet

Det at det kan bli for mykje informasjon for elevar innimellom, var alle lærarane klar over. Dei var einige i at for mykje stoff kan føre til at elevar går glipp av mykje informasjon. Lene og Petter nemnde at det kan bli vanskeleg for elevane å sjå dei store linjene og heilheita når det blir så mange detaljar å fokusere på. Anne var opptatt av at ein ikkje skal øse på med informasjon, men la elevane få jobbe med stoffet også.

Individuelle forskjellar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne

Både Petter, Anne og Lene visste at det er variasjonar i kognitiv kapasitet blant elevar i eit klasserom.

4.3 Lærarane sine tilretteleggingar til kognitive avgrensingar

I denne delen av resultatkapittelet blir det lagt fram ulike måtar Petter, Anne og Lene legg til rette for avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne hos elevane i undervisninga si. Her blir det med andre ord presentert kva dei tre biologilærarane *gjer* i undervisninga for å hjelpe elevane å lære, med tanke på at det innimellom kan bli mykje nytt stoff og overveldande for elevane dersom ein overgår kapasitetsgrensene til elevane. Teksten er delt inn i to bolkar. Først presenterast tilrettelegging til avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne, der fokuset er på presentasjon av nytt stoff i biologi. Her vil tema som forkunnskapar, dagleglivet og overbelastning bli omtalt. Til slutt blir det lagt fram ulike måtar dei tre biologilærarane handterer individuelle forskjellar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne.

4.3.1 Forkunnskapar og dagleglivet

På spørsmålet om kva som er viktige ting å tenkje på når ein legg fram nytt stoff for elevane, var det særleg ein faktor Petter trekte fram som svært viktig. Det var kva elevane kan på førehand og ta utgangspunkt i det. Petter sa:

«Det er kva dei kan frå før, rett og slett. Viktig at eg ikkje durar på med noko som dei aldri har høyrte om før. Så eg må ta utgangspunkt i kva dei kan frå før, heilt klart.»

Lene var einig med Petter når det gjaldt å bygge på forkunnskapane til elevane. Lene sa at:

«Så eg tenker kanskje det viktigaste er at vi i presentasjonen skal få nokre knaggar å henge ting på, men så må dei sjølv jobbe med stoffet slik at dei festar det på ting. Og så prøve å kople dei tinga som vi har om til ting ein har hatt om tidlegare. Og til andre ting i livet.»

Her trekte ho også fram at det kan vere lurt å kople nytt stoff til dagleglivet. Når ho skal legge fram nytt stoff for biologielevar opnar ho ofte opp med å spørje kva tankar elevane har om temaet. Deretter har ho gjerne ein powerpoint før elevane sjølv jobbar med stoffet individuelt eller i grupper. Her er ho obs på at presentasjonen ikkje må vare for lenge. Ho påpeika at ho ikkje står og snakkar i 20 minutt utan stopp, men stiller litt spørsmål undervegs, som for eksempel «Huskar dokke dette frå...?».

Også Anne, i likskap med Petter og Lene, legg vekt på å bygge på det elevane har høyrte om frå før når ho skal presentere nytt stoff som er ukjent for biologielevarane. Anne sa:

«At eg bruker ord og uttrykk som dei forstår med ein gong, og viser til eksempel frå dagleglivet. [...] Viktig at dei forstår det vi snakkar om, at vi ikkje ramsar opp ein haug med setningar, ord og uttrykk som dei ikkje har forutsetningar for å setje seg inn i.»

Anne legg vekt på at elevane skal forstå i frå første stund. Petter brukte også liknande ord, at det er viktig å presentere nytt stoff slik at elevane forstår det i frå starten av. Han kalla dette å «*ta det ut i frå nivået elevane er på*». Forkunnskapar og det å bruke kjende uttrykk i presentasjon av nytt stoff vart tatt opp nesten 30 gongar til saman i alle tre intervju (figur 4).

Alle dei tre biologilærarane er opptekne av å relatere nye tema til dagleglivet. Lene og Anne viser dette i dei to sitata ovanfor. Også Petter sa han gjerne prøver å inkludere dagleglivet i undervisninga, for eksempel gjennom å forklare betydning av omgrep og knyte dei til dagleglivet, og gjerne høyre litt kva elevane tenker om dei. I intervjuet snakka Lene om at å starte ein biologitime med å vise ein nyheitsartikkel som er knytt til temaet dei skal ha om den timen, kan ha positiv innverknad på elevane. Eit eksempel ho trekte fram var då dei hadde om nyrer og ekskresjonssystemet. Då hadde ho spurt elevane om dei visste kven Erland Bakke er, og at han har verdsrekorden på verdas største nyre og så hadde ho vist ein artikkel om det. Ho sa blant anna at dette kan gjere at elevane koplur biologien litt meir til kvardagsting, og ikkje berre til skulen. Vidare meinte Lene at dette kan verke som ein interessevekkjar, og at elevane får sjå at ein får bruk for biologi utanfor skulen også. Ho påpeika at det gjerne også er lettare å huske informasjonen då. Lene hadde endå eit eksempel knytt til dette, og fortalde at dei hadde hatt om immunologi då omikron kom. Ho meinte dette gjorde det meir interessant for elevane å lære om immunologi, og at dei fekk større forståing av korleis det fungerer ved at dei såg korleis ting i dagleglivet vart påverka av biologien.

Vidare då eg spurde Petter om kvifor det er så viktig å bygge på forkunnskapane til elevane, brukte han igjen ordet «utvide» og snakka om å utvide kunnskapen til elevane. På spørsmålet svarte Petter:

«Det har jo litt med å utvide både perspektivet og kunnskapen deira. Altså noko dei har lært om før, kva det er viktig for. [...] Dei har lært litt om diffusjon og osmose. Dette er særleg viktig i for eksempel planter, men også seinare så vil dei sjå det same i menneskekroppen og celler. Så eg tenker det er ganske viktig å bygge kunnskapen der dei kan få utvida kunnskapen.»

Alle tre biologilærarane sa at dei bruker blant anna samtaler for å finne ut kva elevane kan frå før, kva forkunnskapar dei har. Lene sa at ho er oppteken av å høyre kva elevane kan frå før og kva dei veit om eit tema før dei startar på gjennomgangen av det. Som nyutdanna syns Lene at det er vanskeleg å vite kva forkunnskapar elevane skal ha ut i frå læreplanane, kva stoff som er heilt nytt og kva som går igjen. Anne bruker gjerne samtaler i klasserommet for å høyre litt om kva elevane kan i frå før, og av og til lagar ho eit tankekart saman med elevane. Petter fortalde i intervjuet at han bruker samtaler både med heile klassa, men også samtaler med enkeltelevar. I klassesamtaler spør han elevane gjerne rett ut om kva dei kan om temaet dei skal starte med, der det er valfritt for elevane å delta i samtalen. Petter bevegar seg også mykje rundt i klasserommet, ser og spør korleis det går med enkeltelevar, og får dermed eit innblikk i kva den einskilde kan. Han påpeika at kunnskapen elevane har frå før til visse tema varierer individuelt. Også Anne, slik som Petter, går mykje rundt i klasserommet. Ho spør gjerne enkeltelevar om korleis det går og om dei forstår, og samlar på denne måten inn informasjon om korleis dei ligg an.

4.3.2 Overbelasting

Både Petter, Anne og Lene er klar over risikoen for at elevar kan bli overbelasta med informasjon i undervisning. For å handtere utfordringa med at elevar kan bli overvelda av at det er så mange nye ord å forhalde seg til i møte med nye tema, er ei moglegheit å bruke meir tid i følgje Petter. Dette var ei løysing han nemnde knytt til eksempelet om celler og alle nye omgrep i det kapittelet. Han sa blant anna at «*dei treng tid til å fordøye alt*». Tid vart altså nemnt som ein avgrensande faktor for læring i slike tilfelle. I tillegg er Petter opptatt av å presentere ny informasjon i passelege porsjonar eller mengder.

Å bruke meir tid og å gå gjennom mindre stoff er løysingar Lene også kan tenkje seg visst ho merkar at elevane slit med å forstå når ho går gjennom mykje og komplisert stoff. Eksempel på tema ho nemnde der dette har skjedd, var når dei hadde om immunforsvaret. Ein risiko då er at elevar streikar heilt fordi det blir for mykje, sa Lene. Ho sa at ho innimellom overvurderer elevane, at ho trur dei kan noko meir eller betre enn dei faktisk kan. Dette løysar ho ved å bruke meir tid på temaet, og ikkje gå gjennom så mykje stoff på ein gong. Dette er ei utfordring fordi det er mykje pensum ein skal gjennom i Biologi 1, noko som Lene meiner kan gjere at enkelte tema blir gått litt for raskt gjennom.

Anne snakka om at det er viktig å ikkje øse på med informasjon til elevane, og at dei må få jobbe med stoffet. Ho sa vidare at det kan vere lurt å «*ta små økter med litt teori, og litt diskusjon, litt animasjon, litt fleirvalstestar, og så litt meir informasjon. Ikkje to timar forelesning. [...] Bryte det opp. Og eg seier også til elevar at «dokke lærer ikkje dette i dag*». Dette er også noko Lene ser på som viktig. Ho deler gjerne undervisninga opp i bolkar, der dei skiftar mellom for eksempel presentasjon, klassesamtale, tenkespørsmål og elevdiskusjonar i par. I samband med eksempelet om immunforsvaret, der det vart mykje og komplisert stoff for fleire av elevane, forklarte Lene om kva ho gjorde i etterkant for å rette opp i det. Lene sa følgjande:

«Eg gjekk jo gjennom det fleire gongar. Så då trur eg eg hadde ein litt kortare presentasjon timen etterpå, og jobba litt meir med spesifikke delar og ikkje med heile immunforsvaret i eitt, men litt meir bolkar. Dei klarte det veldig greitt etter kvart, så dei fekk veldig god forståing av det. Men det hjelpte nok å dele det litt opp og ikkje gi så mykje på ein gong. Det hjelpte litt. Og så viste eg også litt filmar, hadde litt forelesning, litt oppgåver, litt teikning, og litt sånn plassere kort [...]. Så litt variert undervisning trur eg hjelpte veldig.»

Noko Anne sa i intervjuet som ingen av dei to andre sa, var at ho kan finne på å gi elevane pausar i undervisninga. Dette kan for eksempel skje i tilfelle der ho er veldig engasjert i eit tema, og det kan bli litt mykje informasjon for elevane. Anne sa:

«Visst det er tema som eg brenn for og er interessert i, har eg hatt elevar som då har sagt «Anne, NO må vi ha pause». Og det er til og med når dei synst det er kjekt. Eg får sånne svar fordi at eg er så direkte sjølv. [...] Men eg opnar opp for at elevar MÅ gi beskjed til lærarane.»

Dette med at elevlar må gi ei form for tilbakemelding og at lærarane må høyre på elevane er Anne veldig opptatt av. Ho samarbeider tett med elevane sine og høyrrer veldig på dei og den responsen dei gir undervegs i undervisning.

Alle tre lærarane meinte at det er viktig å tilpasse undervisninga undervegs ut i frå korleis timen går. Som lærar kan ein ikkje vere bestemt på at ein SKAL eller MÅ gjennomføre opplegget sitt. Petter sa at det er viktig å vere intuitiv undervegs i undervisninga, og endre på opplegget sitt ut i frå korleis elevane responderer. Han sa at han kan for eksempel ikkje fortsette å stå og prate når han ser at fleire og fleire elevlar ikkje er med. Då nyttar det ikkje å gi dei meir informasjon å ta inn, så då må han slutte å prate og la elevane jobbe på ein annan måte slik at dei slepp å ta inn så mykje informasjon. Petter byter då aktivitet, og innimellom gjer han dette tidlegare enn planlagt på grunn av responsen frå elevane. Anne og Lene var einige med Petter om dette. Anne la vekt på at som lærar er det viktig å vere spontan, ha variable opplegg og klare å snu opplegget i ein time ut i frå responsen til elevane. Til dømes nemnde Anne at dersom elevlar skal ha ei prøve i timane etter biologi så kan det påverke biologitimen og læringa der. Lene meinte at ei utfordring er at elevane kanskje ikkje huskar så mykje av det dei skal kunne frå før, noko som kan gjere det vanskeleg å gjennomføre planen sin for timen. Lene sa at ho då må tilpasse seg og vere fleksibel, og kanskje droppe planen sin og heller repetere og gå gjennom det elevane eigentleg skal kunne frå før.

Anne påpeika at det er enklare å vere fleksibel og spontan når ein har meir erfaring sidan ein då gjerne har mange opplegg. Ho snakka om det å alltid ha ein backup for å kunne redde inn igjen seg sjølv. I likskap med Petter trekte Anne fram aktivitetsbyte som eit tiltak for å hente inn igjen elevlar når mange hadde falt ut av undervisninga. Eksempel ho nemnde var å arbeide med oppgåver eller sjå ein animasjon. Anne sa også at ho innimellom avbryt gjennomgangen for å gi elevane ei pause. Andre timar må ho avslutte gjennomgangen tidlegare enn planlagt utan å gå gjennom alt ho hadde tenkt.

4.3.3 Handtering av individuelle forskjellar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne
Petter, Anne og Lene er alle klar over at det er variasjonar i kognitiv kapasitet blant elevlar i eit klasserom, og at elevane er forskjellige. Alle tre sa at det er utfordrande å legge opp undervisning som tek vare på alle dei ulike behova elevane har. Gjennom intervjuet kom det blant anna fram at fokuset ofte blir på dei elevane som har mindre kapasitet, medan dei med større kapasitet blir i større grad overlatne til seg sjølv.

Knytt til temaet om at kognitiv kapasitet varierer og at elevlar i eit klasserom har ulike arbeidsminne, trekte Lene fram omgrepet «tilpassa opplæring» og at ein må prøve å tilpasse for dei enkelte nivåa i eit klasserom. Ho påpeika at dette er vanskeleg å få til når ein er éin lærar og 30 elevlar. Petter uttrykte også at tilpassing av undervisning individuelt er kjempevanskeleg, men at han prøver å tilpasse individuelt gjennom samtaler med elevane. Anne bruker også samtaler, både i klassa og med enkeltelevlar, som verktøy for å legge undervisninga til rette for ulikskapane i kapasitet og arbeidsminne. Anne sa blant anna at:

«Visst eg har mange elevlar som ikkje har forutsetningar for å forstå alt med ein gong, så bruker eg meir tid på samtaler med elevane før eg byrjar å presentere teoristoff.»

Denne samtalen, med heile klassa, bruker Anne gjerne til å introdusere enkelte ord og tema før sjølve gjennomgangen av det nye stoffet. Anne sa vidare at:

«Eg bygger det veldig opp. Sånn at det av og til kan bli veldig kjedeleg for dei som er veldig flinke.»

Dette var også Lene inne på i samband med strategien om å bruke meir tid og å gå gjennom mindre stoff når det blir for mykje for enkelte elevar. Lene sa:

«Men då kan det fort bli litt kjedeleg for dei som faktisk syns det er greitt at det går så fort gjennom. Å finne den balansen på nivåa kan vere litt vanskeleg. Å ikkje gjere det for lett, men ikkje gjere det for vanskeleg, sånn at flest mogleg heng med.»

I intervjuet med Anne kom det fram at lærarar får papir frå PPT (pedagogisk-psykologisk teneste) på elevar med lågt arbeidsminne om kva type tilrettelegging dei treng for å klare seg i skulen. Om dette sa Anne:

«Vi får jo papir på elevar der det står at dei har lågt arbeidsminne, og at vi derfor må legge til rette for at dei skal ha tydelege beskjedar, tydelege arbeidsoppgåver, tydeleg tekst, og ikkje for mange oppgåver på ein gong, og ikkje for mange beskjedar for eksempel. Og at dei må ha plan for innleveringar, arbeidsøkt, vurderingar, at det må vere veldig strukturert for at dei med lågt arbeidsminne skal klare seg.»

Dette nemnde verken Petter eller Lene noko om.

I samtaler med enkeltelevar som slit i faget trekte Anne fram at dei gjerne kan snakke om kva som er utfordringa, og at ho kan høyre med elevane om dei sjølv har forslag til korleis dei skal klare seg i faget og korleis ho skal kunne hjelpe dei. Ofte handlar det om å hjelpe desse elevane i gang. Anne sa at:

«Det er ofte dei med låg kapasitet, altså dei kjem ikkje i gang fordi at det er så mange andre ting som lett forstyrrar dei.»

For elevar som har problem med å kome gjennom alt pensum i faget kan ho ofte skisserer opp det minste dei må kunne for å bestå faget. Dette grunngir ho med at dei ikkje kjem gjennom dersom dei har liten kapasitet og lite arbeidsminne. Anne sa at:

«Og av og til kan eg seie til elevar at «du må vite kva dette er, og ikkje kvifor det verkar sånn og sånn». Og det kan hjelpe mange av dei som satsar på ein 2-ar.»

Ho er tydeleg på at ikkje alle elevar har kapasitet nok til å klare å lære alt. Igjen samarbeider Anne veldig tett med elevane for å legge opp undervisninga på best mogleg måte for dei. Ein slik minstemålsplan sa Lene at ho ikkje hadde på nokon av elevane, men ho sa at ho kan tildele spesifikke oppgåver til enkeltelevar dersom ho ser at dei slit undervegs i timane.

På spørsmålet om korleis ho handterer det at det kan blir litt mykje og vanskeleg stoff for enkelte elevar innimellom, svarte Lene:

«Visst eg har tid så likar eg veldig godt å sette meg ned med dei som syns det er litt vanskeleg, det som har gått litt fort og presse dei littegrann. Stille spørsmål, gjerne

teikne litt med dei. Men visst ikkje eg har tid til det så er det jo litt verre. Det funkar også greitt for nokre å setje dei saman med litt andre personar enn dei kanskje vil jobbe med elles, at då får ein litt overraskande bra samarbeid der også. Så eg føler eigentleg eit godt triks det har vore å bruke medelevane, sånn at dei kan snakke saman og hjelpe kvarandre.»

Lene legg vekt på at det er viktig å samtale med elevane, snakke med dei og ha ein god relasjon til dei. Vidare bruker ho medelevar aktivt, ofte dei som sit saman i klasserommet, og legg til rette for at dei kan hjelpe kvarandre og spele kvarandre gode.

Anne sa at for å løyse problemet med at enkelte elevar ikkje ser samanhangen og forstår stoffet, så bruker ho å starte med eit større tema og noko meir konkret, som ein kropp eller eit dyr, for at elevane skal henge med. Ho påpeikte også at biologi 1 er eit stort tema, som kan verte litt mykje for enkelte elevar. Då må ho trekke store linjer i starten for å få med seg desse elevane. Eit eksempel Lene kom med, var at nokre elevar blir stressa og syns det er altfor mykje arbeid når dei får alle oppgåvene på ein gong. I slike tilfelle gir ho ei oppgåve, og då kjem desse elevane seg som regel fint gjennom dei.

Når det gjeld elevar med eit stort arbeidsminne og som godt klarer å henge med i undervisninga sa Petter at han «*skulle gjerne ha involvert dei meir i klassa, i undervisninga*». Ein måte å gjere det på som han nemner er å få dei med å gå rundt i klassa og hjelpe andre elevar. Likevel ser han eit problem med dette gjennom stigmatisering og ved at andre elevar kanskje ikkje tør å spørje om hjelp. I følgje Anne er det like viktig å samtale med fagleg sterke elevar som med elevar som slit med faget for å kunne legge til rette undervisninga. Ho sa at ho er veldig opptatt av å ta vare på og passe på dei flinke elevane også, ikkje berre dei som slit i faget. Petter forklarte at ein måte han bruker å gi litt meir utfordringar til elevar med høg kapasitet, er gjennom ekstra oppgåver. Dette skjer i klasserommet, saman med resten av undervisninga. Det er gjerne elevane sjølv som legg opp til det, ved at dei stiller undrande spørsmål. Petter legg då opp til at eleven skal prøve å finne svaret sjølv, ved å oppmuntre til «googling» eller tipse om sider å lese på, og deretter kome tilbake til Petter å fortelje om det han eller ho har funne ut.

Anne prøver, i likskap med Petter, å gjere slik individuell tilpassing undervegs i undervisningstimane. Til dei elevane som blir raskt ferdige med arbeidet i biologitimane gir Anne andre utfordringar. Av og til får desse elevane hjelpe ho å finne informasjon som ho kan bruke i undervisninga. Eit eksempel ho nemnde var at dei under pandemien har funne ut litt om ulike typar virus og mutasjonar og sett seg inn i det. På denne måten fekk dei også knytt biologien til dagleglivet.

Ein annan måte Anne bruker for å handtere individuelle forskjellar er gjennom nivådelte oppgåver der elevane sjølv vel kva nivå dei vil legge seg på. Nivådeling bruker ho også i presentasjon av nytt stoff, der ho kan påpeike kva elevane må kunne for å ligge på høg, middels og låg måloppnåing. Lene sa også at ho kan gi tilpassa oppgåver etter nivå, og at dette blir gjort undervegs i timane alt etter korleis dei enkelte elevane ligg an. Ho har ikkje førehandsindelte oppgåver etter nivå. Her snakka ho berre om dei svake elevane, for eksempel å gi elevar som slit med eit tema enkle og grunnleggjande oppgåver først. På

spørsmål om kva ho eventuelt ville gjere med dei fagleg sterke elevane, svarte ho at det kunne vere ein god ide å gi oppgåver som går meir i djupna innan ulike tema. Lene sa vidare at det er utfordrande og vanskeleg å legge til rette for alle, fordi tida ikkje strekker til. Å førebu oppgåver som er tilpassa kvart nivå til kvar time har ein ikkje tid til i ein hektisk lærarkvardag. Ei løysing ho kan sjå føre seg kan fungere er at ho av og til fokuserer på dei fagleg svake, og av og til på dei fagleg sterke. Ein tredje måte Anne bruker for å tilpasse undervisninga til ulike nivå er ved å gi elevane oppgåver om sjølvvalte tema. Då kan elevane velje sjølv kor avansert dei vil gjere det.

Både Petter og Lene sa i intervjuet at ein fordel ved at elevar i eit klasserom har ulik kapasitet og arbeidsminne er at dei kan lære av kvarandre. Lene sa at:

«Dei kan jo hjelpe kvarandre med det (refererer til stoffet/pensum). [...] Dei som har veldig godt arbeidsminne lærer veldig mykje av å lære vidare også. Så visst dei har lært noko så kan dei gjerne fortelje vidare til neste person. Og då sjekkar dei sjølv om dei har lært det, samtidig som dei kan lære neste person.»

Petter påpeikte at dette gjerne krev god kjemi mellom elevane.

Lene meinte at ein fort kan gløyme litt av dei elevane som har sterkt arbeidsminne og som klarer seg godt i faget, fordi ein gjerne fokuserer på elevar med lågt arbeidsminne sidan dei ligg litt bak. Ho var også tydeleg på at det fort kan bli kjedeleg for dei sterke elevane fordi dei ikkje får nok utfordringar. Lene sa at det var dei fagleg sterke elevane ho bruker minst tid på, fordi dei gjerne styrer seg sjølv og jobbar mykje på eiga hand. Ho nemnde blant anna at dei forklarar mykje til kvarandre, spør kvarandre, og snakkar mykje om pensum saman. Ei utsegn Lene kom med knytt til dette var:

«Eg føler det er viktigare at elevar består faget enn at elevar får ein 6-ar i staden for ein 5-ar. Sjølv om det er veldig upedagogisk å seie.»

Oppsummering av kva lærarane gjer for å legge til rette for avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne hos elevar

Forkunnskapar og dagleglivet

Petter, Anne og Lene sa at det er viktig å bygge på det elevane har høyrte om frå før når dei skal presentere nytt stoff som er ukjent for biologielevane. For å kartlegge forkunnskapar bruker dei samtaler, både klassesamtaler og individuelle samtaler. Dei er også opptekne av å knyte nye tema til dagleglivet.

Overbelasting

Risikoen for overbelasting ved gjennomgang av mykje og krevjande stoff er noko alle intervjudeltakarane er klar over. Petter sa at dette kan løysast ved å bruke meir tid, og å gå gjennom passelege mengder nytt stoff om gongen. Desse løysingane nemnde Lene også, i tillegg til å gå gjennom stoffet fleire gongar. Både Petter og Lene trekte fram viktigheita av repetisjon. Anne var einig med Petter og Lene, og sa at ein ikkje må øse på med informasjon, men heller ta små økter, bryte opp undervisninga i bolkar og gi elevane tid til å jobbe med stoffet. Anne sa også at ho av og til gir elevane pausar i undervisninga når det blir overveldande for dei. Alle tre meinte det er viktig å følgje med på korleis elevane responderer og får med seg stoffet, og bruke dette som tilbakemelding til å endre på opplegget dersom det er nødvendig. Dei var alle opptekne av viktigheita av å vere fleksibel og endre på opplegget i ein time dersom undervisninga ikkje fungerer.

Handtering av individuelle forskjellar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne

Anne sa at det er vanleg å få papir frå PPT om elevar som har lågt arbeidsminne, med informasjon om korleis lærarar bør legge til rette. Dette sa ikkje Petter eller Lene noko om. Alle lærarane meinte at ein må prøve å tilpasse undervisninga for dei enkelte nivåa i eit klasserom. Dei var einige om at dette er vanskeleg, og dei bruker alle tid på å snakke med elevane. Anne og Lene bruker mykje tid på dei elevane som har liten kapasitet, og set seg gjerne ned med dei og hjelper dei i gang. Anne sa at ho bygger undervisninga veldig opp, og Lene bruker gjerne meir tid og går gjennom mindre stoff når det er vanskeleg, slik at det då kan bli kjedeleg for dei flinke elevane. Anne påpeikar at det er viktig å ta vare på elevar med stor kapasitet og arbeidsminne også. Petter er ærleg på at han burde involvere dei flinke elevane meir enn han gjer, og Lene sa at ho fort kan gløyme litt av dei elevane som har stort arbeidsminne og bruker minst tid på dei.

Tiltak lærarane gjer for å legge til rette for dei individuelle forskjellane er blant anna å gi nivådelte oppgåver og andre nivådelte aktivitetar, å bruke medelevar til å lære kvarandre, og å gi elevar med stor kapasitet ekstra oppgåver og andre utfordringar. Alt dette prøver dei å gjere langsmed den «vanlege» undervisninga.

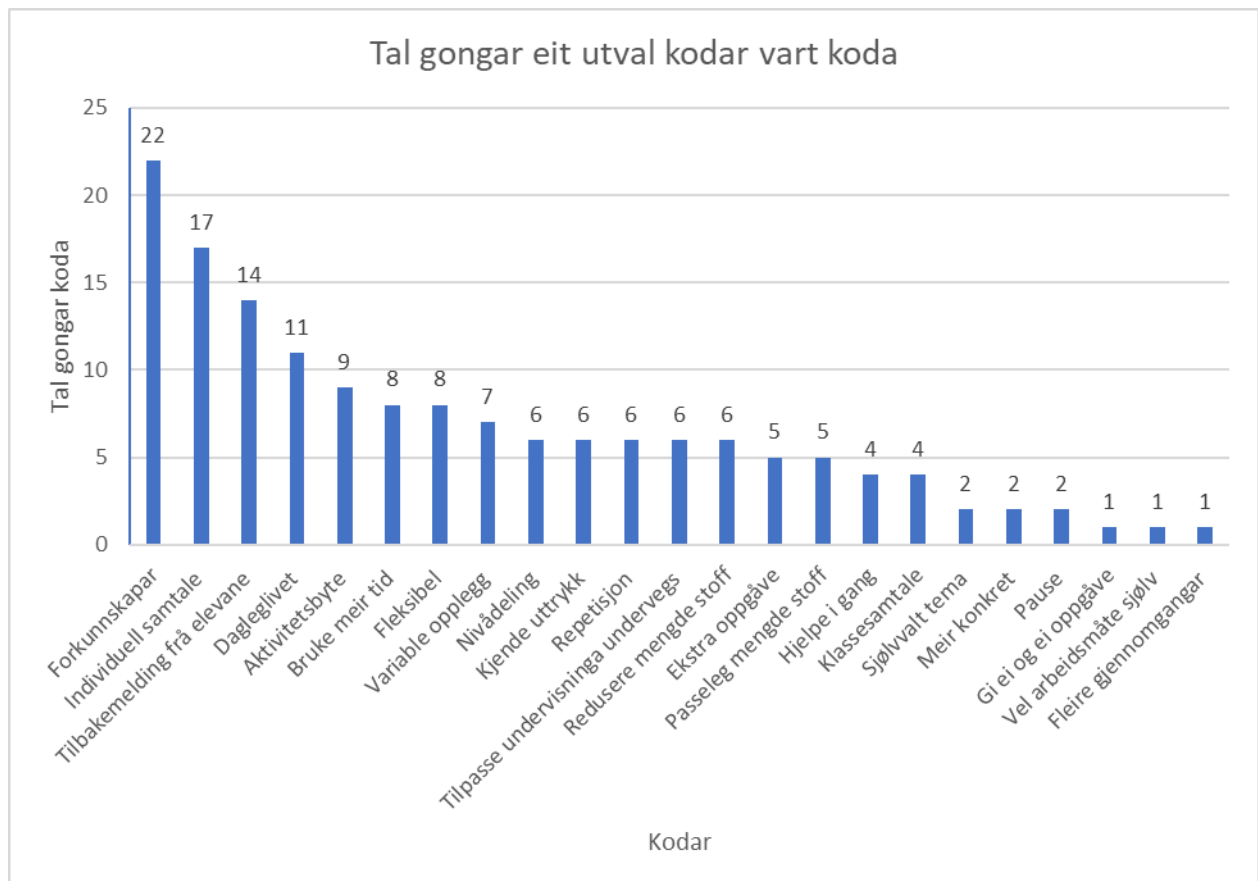
4.4 Oppsummering av resultat

Under er resultatene frå intervjuet samla og presentert i tabell 5. Funn, det vil seie tema som intervjudeltakarane snakka om i intervjuet, er lista opp i kolonne nummer to. Kolonne nummer ein er ei tematisk inndeling av funna. Kvar av biologilærarane er tildelt dei resterande tre kolonnane. Det er markert med mørk blå farge dersom den respektive læraren tok opp og snakka om det spesifikke temaet i intervjuet. Nokre få ruter har lys blå farge, dette indikerer at læraren ikkje snakka om temaet direkte i intervjuet, men gav uttrykk for det. Denne oversikta er laga for å vise kva dei ulike lærarane snakka om i intervjuet, og for å vise om det var ein, to eller alle tre lærarane som snakka om eit spesifikt tema.

Tabell 5: Oversikt over tema som vart snakka om i intervjuet, og kven av lærarane som snakka om kva. Mørk blå farge betyr at læraren snakka om det spesifikke temaet i intervjuet. Lys blå farge betyr at læraren ikkje nemnde det spesifikke temaet direkte i intervjuet sjølv, men snakka om det implisitt slik eg tolka det.

Overordna tema	Spesifikke tema	Petter	Anne	Lene
Kognitiv kapasitet	Variasjon i kognitiv kapasitet			
	Kognitiv kapasitet er avgrensa			
	Kognitiv kapasitet endrar seg gjennom skuledagen			
	Prøver å kartlegge kognitiv kapasitet (gjennom samtaler)			
	Problematisk å overgå kapasiteten			
Arbeidsminnet	Tek omsyn til avgrensingar i kognitiv kapasitet			
	Kjende til arbeidsminnet som omgrep			
	Utvide og bygge kunnskap og forståing			
	Overbelastning av arbeidsminnet			
	Gå glipp av informasjon når det blir mykje å fokusere på			
	Vanskeleg å sjå dei store linjene når det er mange detaljar			
	Papir på elevar med lågt arbeidsminne			
	Gav uttrykk for å ville lære meir om arbeidsminnet			
Tilrettelegging	Mange nye og ukjende omgrep er ei utfordring			
	Forkunnskapar			
	Kartlegge forkunnskapar gjennom samtaler			
	Dagleglivet			
	Forstå frå starten av			
	Repetisjon			
	Må jobbe med stoffet			
	Meir tid			
	Passelege mengder stoff			
	Små økter / bryte opp undervisninga i bolkar			
	Pausar			
	Gå gjennom stoffet fleire gongar			
	Høyre på elevane og deira tilbakemeldingar / respons			
Tilpasse undervisninga undervegs / endre på opplegget				
Beveggar seg mykje rundt i klasserommet				
Individuelle forskjellar	Kjennskap til at det er individuelle forskjellar			
	Tilpasse til ulike nivå gjennom samtaler			
	Kjedeleg for dei flinke elevane			
	Ekstra oppgåver			
	Nivådeling			
	Sjølvvalt tema			
	Elevar kan lære av kvarandre			

Figur 4 viser ei oversikt over kor hyppig nokre utvalde kodar opptre i datamaterialet, organisert frå høg til låg hyppigheit. Kodane vist i stolpediagrammet er knytt til korleis biologilærarane legg til rette for avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne i undervisning, samt tilrettelegging til individuelle forskjellar. Ei fullstendig oversikt over alle kodane og kor mange gongar kvar av dei vart koda finst i vedlegg 5. Figur 4 gir ein indikasjon på kva lærarane snakka mest om i intervjuet. Dette vil også bli brukt til å bestemme mykje av fokuset i den følgjande diskusjonen. Til dømes vil eg legge stor vekt på forkunnskapar og gå grundig inn på dette sidan lærarane snakka mykje om det.



Figur 4: Oversikt over kor hyppig nokre utvalde kodar opptre i datamaterialet, frå høg til låg frekvens.

5 Diskusjon

I denne studien undersøker eg kva kunnskapar tre biologilærarar har om arbeidsminnet, og korleis dei bruker dette for å legge til rette for kognitive avgrensingar i undervisninga si. Dette er formulert i følgjande to forskingsspørsmål: «*Kva kunnskapar har biologilærarar om avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne?*» og «*Korleis legg biologilærarar til rette for avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne hos elevar i biologiundervisning?*». Det blir særleg fokusert på konkrete tiltak dei tre lærarane gjer for å imøtekome problemstillinga med avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne. Avslutningsvis legg eg fram ein konklusjon, i tillegg til å gå inn på styrker og svakheiter ved studien og vegen vidare.

5.1 Biologilærarane sine kunnskapar om avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne

5.1.1 Kognitiv kapasitet

Kognitiv kapasitet hadde alle intervjudeltakarane tankar om, i varierende grad. Tema som vart tatt opp var at denne kapasiteten kan variere frå person til person og at den er avgrensa. Anne og Lene sa at dei er opptekne av å finne ut av kvar enkelt elev sin kognitive kapasitet. Dette kan tyde på at lærarane veit om og har noko forståing for elevar sine kognitive avgrensingar, som er positiv med tanke på at dei då kan ha betre forståing for korleis elevar lærer og kan hjelpe dei gjennom sin pedagogiske praksis og tilrettelegging (Roksvold, 2018, s. 40). Fordi kunnskap om avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne kan bidra til at lærarar kan leggje opp til meir eigna og lærerik undervisning (Sweller, 2020, s. 1), er det av stor nytteverdi at lærarar har slik kunnskap. Bevisstheit om avgrensingane i arbeidsminnet og måtar å tilretteleggje for dette i undervisning, er avgjerande for kor mykje elevar klarer å lære. Intervjudeltakarane i denne studien er klar over at dei må ta omsyn til kognitive avgrensingar i undervisninga si. Dersom lærarar ikkje tek omsyn til avgrensingane kan ein risikere mindre læring med små eller ingen endringar i langtidsminnet (Leahy & Sweller, 2019, s. 459; Sweller et al., 2011, s. 24).

Petter og Lene snakka om at kognitiv kapasitet kan endre seg gjennom dagen. Petter tek omsyn til dette ved å legge opp undervisninga si etter når på dagen det er, og nemner at tidleg på dag kan han presentere meir teori medan han må vere forsiktig med mengda av ny informasjon mot slutten av dagen. At Petter opplever at elevane toler meir kognitiv belastning tidleg på dag kan ha samanheng med at arbeidsminnet blir utarma etter konsentrert kognitiv innsats gjennom ein skuledag (Sweller, 2020, s. 13). Undervisning gjennom skuledagen kan tenkjast å tære på arbeidsminnekapasitet dersom elevane ikkje får tilstrekkeleg kvile etter kognitiv innsats (Chen et al., 2018, s. 497). Dette kan vere ein grunn til at elevar er slitne mot slutten av skuledagen, og at lærarar opplever at dei då toler mindre kognitiv belastning.

5.1.2 Arbeidsminnet

Av dei tre lærarane som deltok i denne undersøkinga kjende Anne og Lene til «arbeidsminnet» som omgrep, men ingen av dei kunne gi ein definisjon på kva det er. Anne hadde høyrte om arbeidsminnet gjennom arbeidslivet som lærar i mange tiår, medan Lene lærte om det i utdanninga. I intervjuet kom det fram at lærarane kunne identifisere nokre relevante aspekt knytt til arbeidsminnet, blant anna at det er avgrensa og varierer individuelt. Dei nemnde også ein del relevante måtar å legge til rette for arbeidsminnet i undervisning. Desse vil bli tatt opp og diskutert i del 5.2.

Til tross for at arbeidsminnet som omgrep var ukjent for Petter før deltaking i dette prosjektet, kom han likevel med sentrale meiningar om kva dette arbeidsminnet kunne handle om. Han snakka om å utvide og bygge kunnskap og forståing, noko som er relevant for arbeidsminnet. Arbeidsminnet og langtidsminnet samhandlar i læringsprosesser der skjema i langtidsminnet blir utvida (Sweller et al., 2011, s. 24). På denne måten blir kunnskap bygd opp gjennom skjemakonstruksjon, som Petter snakka om utan å referere til omgrepa.

Til samanlikning fann Alloway et al. (2012, s. 138, 141) i sin studie om lærarar si evne til å definere arbeidsminnet og bruke kunnskap om det i undervisninga, at lærarane dei intervjuet hadde låg forståing for dette. Dei fann at dei fleste lærarane kunne nemne berre eitt eller to teikn på arbeidsminnesvikt og strategiar for tilrettelegging i klasserommet (Alloway et al., 2012, s. 138, 141). I denne studien har det ikkje vorte gjennomført ei slik analyse med å telje opp «korrekte svar» for kvar intervjudeltakar. Likevel ser ein av resultatane (tabell 5) at alle tre lærarane mellom anna nemnde fleire strategiar som er relevante for å handtere avgrensingar i arbeidsminnet. Eksempel er å kople ny informasjon til forkunnskapar, gi tilstrekkeleg tid til å tilarbeide stoff, og tenkje over kor mykje stoff ein legg fram for elevane. Dette vil bli tatt opp i del 5.2 om tilrettelegging til avgrensingar i arbeidsminnekapasitet. Om dette tyder på ei auke i kunnskap om arbeidsminnet, eller om resultatane er tilfeldige er usikkert. Det er ti år sidan Alloway et al. (2012, s. 141) gjennomførte studien sin som konkluderte med at lærarar hadde lite kunnskapar om arbeidsminnet. Alloway et al. (2012, s. 140) intervjuet 14 lærarar i si undersøking, medan det i dette prosjektet vart intervjuet tre biologilærarar, noko som kan gi usikre og tilfeldige resultat. I tillegg intervjuet (Alloway et al., 2012) lærarar på barneskular i Skottland, som kan påverke samanlikningsgrunnlaget med tanke på at det er ulike trinn og land.

Anne sa at ho har opplevd å få papir frå PPT (pedagogisk-psykologisk teneste) om elevar som har lågt arbeidsminne, og derfor treng ekstra tilrettelegging gjennom tydelege beskjedar og ikkje for mange oppgåver på ein gong for å klare seg i skulekvardagen. Dette er i samsvar med det Gathercole og Alloway (2004, s. 15) seier om at elevar med eit lite arbeidsminne treng korte og presise beskjedar. Instruksane stemmer dermed overeins med forskning på arbeidsminnet. Papira frå PPT var ein av grunnane til at Anne kjende til arbeidsminnet som omgrep. Eg var ikkje klar over at arbeidsminnet blir brukt som omgrep på dokument frå PPT i forkant av dette prosjektet. At lærarar får slike papir på elevar gir endå ein grunn og eit behov for at lærarar bør ha kunnskap om kva arbeidsminnet er og korleis ein kan legge til rette undervisning for dette. I Anne sitt tilfelle visste ho ikkje konkret kva arbeidsminnet er, men ho har tilstrekkeleg kunnskap til å vite korleis ho kan legge til rette for elevar med eit

lite arbeidsminne. Kanskje kan kunnskap om arbeidsminnet bidra til endå betre tilrettelegging for desse elevane.

5.1.3 Overbelastning av kapasitetsgrensa i arbeidsminnet

Både Petter, Anne og Lene snakka om overbelastning av arbeidsminnet. Dei nemnde at elevar kan gå glipp av informasjon i undervisninga når det blir for mykje å fokusere på, noko dei opplevde sjølv då dei såg videoane «The Invisible Gorilla» og «The Monkey Business Illusion» under intervju (Chabris & Simons, 2010). Når ein skal presentere nytt stoff meinte Anne at det ikkje må vere for mykje å fokusere på fordi elevane kan falle av. Petter og Lene påpeika også at det kan vere vanskeleg å sjå dei store linjene når det blir mange detaljar å fokusere på. Videoane viser at det er lett å oversjå noko når ein fokuserer og har merksemda på anna (Simons & Chabris, 1999, s. 1068-1073). Dette kan forklarast ved at informasjon «fell ut av» arbeidsminnet dersom kapasitetsgrensa blir overgått (Gathercole & Alloway, 2008, s. 3; Gathercole & Alloway, 2004, s. 2-3).

Utsegnene til lærarane tyder på at dei ser ulemper ved at elevar blir overbelasta, blant anna at det kan gå ut over læringa deira. Lene kopla overbelastning til kapasitetsgrensa i arbeidsminnet og snakka spesifikt om problemet med å overgå denne grensa, at det kan resultere i at elevar ikkje får med seg så mykje. Gjennom tapping av arbeidsminneressursar ved høg kognitiv innsats kan elevar yte dårlegare (Leahy & Sweller, 2019, s. 458). Kapasitetsgrensa i arbeidsminnet er omdiskutert (Cowan et al., 2008, s. 96; Gathercole & Alloway, 2008, s. 3-4; Miller, 1956, s. 81, 90-91), i tillegg vil denne grensa variere individuelt. Dermed er det vanskeleg å vite kva som er for mykje og kva som er passeleg belastning. Sweller et al. (2011, s. 237) hevdar at å ha kunnskapar om arbeidsminnet, samt langtidsminnet og andre komponentar i kognitive strukturar, gjer at ein kan oppdage kjelder til kognitiv belastning. At lærarane er klar over negative sider ved å overbelaste elevane er vesentleg for at dei skal kunne legge til rette for å unngå unødig belastning.

Lene nemnde at overbelastning kan gå ut over motivasjonen til elevar. Gathercole og Alloway (2004, s. 9) påpeikar at lærarar ikkje må feiltolke dårlege resultat som mangel på motivasjon. Elevar som verkar til å vere lite motiverte fordi dei presterer dårleg, kan ha eit lite arbeidsminne som gjer at dei strevar meir med oppgåver enn andre elevar. Dei kan vere motiverte til å lære likevel. Då er det nyttig om lærarar kjenner igjen teikn på overbelastning slik at dei kan hjelpe og tilretteleggje (Gathercole & Alloway, 2008, s. 69).

5.1.4 Individuelle forskjellar

Petter, Anne og Lene har alle kjennskap til at det er individuelle forskjellar i kognitiv kapasitet og storleik på arbeidsminne blant elevar i eit klasserom. Anne omtaler dette som ei stor utfordring. At lærarane er klar over dette er positivt, fordi arbeidsminnet er ein vesentleg faktor med tanke på individuelle forskjellar (Nyléhn, 2015, s. 50). Behandling av informasjon som krev høg kognitiv innsats kan vere krevjande for mange elevar, særleg for dei med eit mindre arbeidsminne. Dersom lærarar ikkje tenkjer på at elevar har ulike føresetnadar risikerer ein å påføre overbelastning på elevar med eit mindre arbeidsminne, noko som kan føre til mindre læring for desse.

I tillegg til at elevar har ulik arbeidsminnekapasitet vil dei også ha ulike forkunnskapar og mengde informasjon lagra i langtidsmiynet, som Petter påpeikte. Dette kan også vere knytt til interesser. Kva forkunnskapar ein elev har påverkar den indre kognitive belastninga, dess meir eleven kan dess mindre indre belastning (van Merriënboer et al., 2006, s. 343, 351). Elevar som kan mykje og har mange relevante forkunnskapar om eit tema, vil ha lågare indre belastning enn elevar som ikkje kan så mykje om temaet. Kunnskapsrike elevar vil dermed ha meir ledig kapasitet som dei kan bruke til skjemaonstruksjon, som er knytt til læringsrelatert belastning, og har då lettare for å lære meir (Seufert, 2018, s. 117; Willingham, 2006). Dette kan føre til skeivfordeling i nivå på elevar i eit klasserom fordi elevar som kan mykje om visse tema rykker i frå, medan elevar som er heilt nye for eit tema blir hengande etter. Resultatet kan bli ein vond sirkel der nokre elevar fell stadig lenger bak, medan andre elevar dreg meir og meir ifrå. Å legge opp til felles undervisning der ein tek omsyn til individuelle forskjellar er derfor ei stor utfordring for lærarar.

Anne sa i intervjuet at ikkje alle elevar har nok kapasitet til å lære alt i eit fag, og at ho av og til snakkar med elevar som strevar med å kome gjennom pensum og forklarar det minste dei må kunne for å bestå. Ei mogleg forklaring på at enkelte elevar strevar med å lære seg alt i eit fag kan vere at dei har eit lite arbeidsminne. Dette er berre ei av fleire moglege forklaringar, det er ikkje slik at alle elevar som strevar med at det er for store mengder stoff har eit lite arbeidsminne.

Sjølv om det er størst fokus på elevar med eit lite arbeidsminne og liten kognitiv kapasitet i både litteratur og skulesamanheng, vil eg trekkje fram at nokre elevar har eit stort arbeidsminne. Tilrettelegging som fokuserer på å redusere kognitiv belastning kan vere lite nyttig for fagleg sterke elevar med eit større arbeidsminne, då dei både toler og treng større utfordringar (Kalyuga, 2009, s. 23; Paas et al., 2004, s. 2-3; Sweller, 2004, s. 14). Lærarane intervjuja i denne studien seier at fagleg sterke elevar gjerne får mindre fokus. Lene seier til og med at ho syns det er viktigare at elevar består eit fag, enn at nokre får 6 i staden for 5 i faget. Ho seier sjølv at det er veldig upedagogisk å seie. Denne utsegna indikerer at fokuset er på dei fagleg svake elevane. Lærarane er klar over at fagleg sterke elevar fell litt utanfor og at undervisning innimellom kan bli kjedeleg for dei. Derfor ønsker lærarane å bli betre til å ta vare på desse elevane. Kanskje bør lærarar bli betre informerte om korleis dei kan ivareta også dei elevane med stor kapasitet i arbeidsminne for å unngå at desse blir lei.

5.1.5 Implisitt kunnskap

Intervjudeltakarane i denne studien har ulik erfaring og utdanningsbakgrunn, som kan vere ein faktor som påverkar kunnskapane deira om arbeidsminnet og kognitiv kapasitet. Petter og Anne har jobba ei stund som lærarar, og ingen av dei lærte noko om kognitiv kapasitet og arbeidsminnet i utdanninga. Lene som var nyutdanna hadde derimot lært litt om dette i lektorutdanninga, men meinte at ho huska lite. Likevel viste alle tre at dei hadde mange relevante tankar om kognitiv kapasitet og arbeidsminnet, til tross for ingen eller lite opplæring i det. Blant anna sa Petter at han ikkje visste noko om den kognitive kapasiteten til menneske då eg spurde om det, men så viste det seg at han likevel hadde mykje relevant

kunnskap om dette lenger ut i intervjuet. For eksempel det han sa om at elevar får ein litt annan kognitiv kapasitet etter kvart som dei lærer meir om eit tema. Anne sa at ho aldri har lært konkrete omgrep, som det er meir fokus på i dag, men ho kjende til og kunne litt om arbeidsminnet gjennom dokument frå PPT knytt til elevar. Derfor visste ho ikkje konkret kva arbeidsminnet er, men ho visste likevel om nokre strategiar for å legge til rette for elevar med lite arbeidsminne. Lene meiner til dømes at ho ikkje bruker kunnskap om arbeidsminnet i undervisningskvardagen fordi ho ikkje kan så mykje om det, men strategiar ho bruker for tilrettelegging kan tyde på at ho moglegvis bruker kunnskapen ubevisst. I tillegg viste lærarane innimellom usikkerheit til omgrepa gjennom spørjande tonefall og nøling i svara sine, og streva med å svare på spørsmål tett knytt til omgrepa «kognitiv kapasitet» og «arbeidsminnet». Dei snakka også mykje om arbeidsminnet og kognitiv kapasitet utan å referere til desse omgrepa. Eg fekk derfor inntrykk av at lærarane kunne ein del og hadde innsikt i temaet, men mangla omgrepa for det. Utsegnene til lærarane tyder på at dei har lært seg strategiar som er nyttige for å legge til rette for avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne gjennom erfaring. Dette kan vere nødvendig for å få med seg alle elevar i eit klasserom og hjelpe dei i læringsprosessar.

5.2 Tilrettelegging til avgrensingar i arbeidsminnekapasitet

I intervjuet kom Petter, Anne og Lene med fleire eksempel på korleis lærarar kan leggje til rette for avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne i biologiundervisning. Desse handlar i stor grad om å redusere kognitiv belastning for å unngå å overbelaste elevar sine arbeidsminne. I staden for arbeidsminnetrening, som er vist å ha liten eller ingen effekt (Melby-Lervåg & Hulme, 2013, s. 270, 283), bør ein satse på strategiar for å redusere belastninga på arbeidsminnet. Det kan betre elevar sin læringsprogresjon og framgang, særleg for dei med låg arbeidsminnekapasitet (Gathercole & Alloway, 2004, s. 15).

5.2.1 Bygge på kjend informasjon

Ved gjennomgang av nytt stoff er lærarane opptekne av å bruke forkunnskapane til elevane, og bygge vidare på det dei kan i frå før. Lene nemnde at ho i presentasjon av nytt stoff prøver å hjelpe elevar med å henge informasjon på «knaggar», noko som gjer det enklare for dei å huske den nye informasjonen (Ambrose et al., 2010, s. 15; Willingham, 2006). Petter og Anne var opptekne av at elevar skal forstå og henge med frå starten av, noko bruk av forkunnskapar bidreg til. Utviding av eksisterande skjema i langtidsminnet ved å kople ny kunnskap til desse, gjer at elevar ser ny informasjon i samanheng med noko anna og ikkje isolert. Då gir den nye informasjonen meining i ein større samanheng, noko som også gjer den enklare å huske (Gathercole & Alloway, 2008, s. 4).

Viktigheita av at lærarar tek i bruk elevar sine forkunnskapar i undervisning sett i frå eit kognitivt perspektiv er at kjend informasjon i langtidsminnet ikkje tek opp kapasitet i arbeidsminnet på same måte som ukjend informasjon. Enkelte hevdar at grensa på kor mykje kjend informasjon som kan behandlast i arbeidsminnet er tilnærma uavgrensa (Leahy & Sweller, 2019, s. 459; Paas et al., 2004, s. 2; Sweller, 2004, s. 13; Sweller et al., 2011, s. 44). Dette tyder på at Petter, Anne og Lene er inne på noko vesentleg med tanke på å redusere kognitiv belastning gjennom bruk av forkunnskapar i undervisning. Å kople ny informasjon til

kjend kunnskap gjer at bolkar av informasjon blir kopla saman i større skjema (Gathercole & Alloway, 2008, s. 4; Paas et al., 2004, s. 2). Det er dermed fordelaktig for elevar si læring å stadig bygge opp skjema i langtidsminnet for å frigi arbeidsminnekapasitet.

Petter viste i intervjuet at han er oppteken av at elevane utvidar perspektivet sitt og kunnskapen sin, noko bruk av forkunnskapar bidreg til. Å bruke informasjon som er kjend for elevar i undervisning kan hjelpe dei å utvide skjema i langtidsminnet, gjennom kategorisering og kopling av informasjon som skjer i arbeidsminnet (Alloway & Alloway, 2012, s. 29). Petter kom med ei utsegn om dette knytt til temaet «celler». Han sa at for elevar er celler og dei mange organellane inni først heilt nytt og ukjent, men etter kvart så får dei ein «annan kognitiv kapasitet» og kan lære meir om celler. Dette er sentralt med tanke på skjemakonstruksjon og automatisering (Sweller et al., 2011, s. 23). At Petter opplever at elevar får endra kognitiv kapasitet kan forklarast ved at dei byggjer større og større skjema som inneheld meir og meir informasjon (Miller, 1956, s. 93).

Petter sa også at personar som har studert biologi ei stund kan sjå på noko informasjon som sjølvst, medan det ikkje er like sjølvst for elevar. Han knytte dette særleg til omgrep. For eksempel kan omgrepet «cytoskjelett» gi meining og seie mykje for ein person som har kunnskapar om dette, men det seier ingenting for elevar som ikkje har høyrst omgrepet før. Personar med kunnskapar om kva «cytoskjelett» er, vil sannsynlegvis kople dette til celler og annan kunnskap om dette. Når dei høyrer omgrepet huskar dei fleire informasjonselement i same skjema samtidig (Chi et al., 1981, s. 4). Dette kan vere nyttig for lærarar å vere klar over, fordi ein som lærarar gjerne kan meir om tema ein underviser i enn elevane og dermed må tenkje over kva som er nytt og kva som er kjent stoff for dei. Lærarar bør vere bevisste dette, sidan heilt nye omgrep som ikkje er ein del av eit skjema vil vere meir kognitivt krevjande å behandle framfor eit omgrep elevane har meir kunnskapar om.

Utsegnene til Petter tyder på at han har noko innsikt i korleis kognitiv kapasitet fungerer, då han seier at den endrar seg etter kvart som ein lærer meir. Dette kan ha samanheng med at informasjon ein lærer blir lagra i langtidsminnet, og seinare handtering av denne kunnskapen krev mindre arbeidsminnekapasitet fordi den er organisert i skjema (Chi et al., 1981, s. 4; Miller, 1956, s. 93; Sweller, 2004, s. 12; Sweller et al., 2011, s. 41-42). Det handlar om gradvis oppbygging av kunnskap. Dette er også relevant med tanke på individuelle forskjellar blant elevar i eit klasserom fordi dei er alle på ulike stadium i læringa, det varierer kva informasjon som er sjølvst og ikkje for elevane. Lærarar bør derfor aktivere forkunnskapar hos elevar slik at dei blir bevisst kunnskap dei allereie har i langtidsminnet (Sweller, 2004, s. 12; Sweller et al., 2011, s. 41-42). Nyléhn (2015, s. 50) trekkjer fram aktivering av forkunnskapar som eit av hovudprinsippa i å tilpasse undervisning til det avgrensa arbeidsminnet. Til tross for dette viser undersøkingar gjort av Hallingstad (2018, s. 57, 59) at lærarar er lite bevisste på bruk av forkunnskapar i biologiundervisning.

Bruk av eksempel frå dagleglivet i undervisning var noko alle lærarane snakka om. Dagleglivet er ei viktig kjelde til kjend informasjon som lærarar kan nytte seg av i undervisning. Lene bruker til dømes å starte timane med ein nyheitsartikkel knytt til temaet for timen. På same måte som med andre forkunnskapar, vil ein ta i bruk allereie kjend informasjon for elevane som hjelper dei i prosessen med å lære og bygge kunnskap

(Willingham, 2006). Lene påpeikte at bruk av dagleglivet også vil hjelpe elevar å sjå nytten av biologi utanfor skulen, noko som gjer informasjon lettare å huske (Spires & Donley, 1998, s. 250). For eksempel brukte Lene coronapandemien og varianten omikron når ho underviste om immunologi.

Aktivering av forkunnskapar i undervisning krev at lærarar skaffar seg innblikk i kva elevar kan frå før. Lene syns at det er vanskeleg som nyutdanna å vite kva forkunnskapar elevar har. Ei moglegheit som alle dei tre biologilærarane bruker for å finne ut kva elevar kan frå før er samtaler, både individuelt og i heile klassa. Petter og Anne går mykje rundt i klasserommet og snakkar med elevar, noko som kan gi dei ein peikepinn på kva elevane kan. Anne nemnde at ho av og til lagar tankekart på tavla saman med elevane i opstarten av eit tema, og Lene bruker å stille spørsmål som «Huskar dokke dette frå...?» til klassa. Slike spørsmål kan hjelpe til å aktivere forkunnskapar og hjelpe dei å huske det dei har lært tidlegare (Woloshyn et al., 1994, s. 84). Læringsmåla i læreplanane gir ein peikepinn på kva elevar skal kunne, men det er ikkje gitt at dei kan det likevel. Dette snakka Lene om, og sa at elevar ofte ikkje huskar det dei tidlegare har lært og høyrte om.

Petter påpeikte at det er ei stor utfordring at elevar i eit klasserom har ulike forkunnskapar. Noko som kan vere problematisk i biologifaget på vidaregåande er at elevar kan velje biologi 2 utan å ha hatt biologi 1. Dermed vil det faglege utgangspunktet variere frå elev til elev i klasserommet. Petter og Lene trekte fram repetisjon som eit viktig verkemiddel i undervisning for at elevane skal kunne lære. Dei sikta her til repetisjon i form av å repetere stoff frå tidlegare før vidare gjennomgang av nytt tema, ikkje repetisjon som avslutning i eit tema. Repetisjon inneberer at ein kan fornye informasjonen (Sweller et al., 2011, s. 43). På bakgrunn av diskusjonen over kan det verke som at lærarar med fordel kan ta opp igjen tidlegare gjennomgatte tema, repetere informasjon her, og bygge vidare på det. At arbeidsminnet er avgrensa i både varigheit og kapasitet (Miller, 1956, s. 81, 95; Peterson & Peterson, 1959, s. 198; Sweller et al., 2011, s. 42-43), kan forklare kvifor repetisjon er eit godt verkemiddel for å legge til rette for desse avgrensingane. Sett frå ei anna side kan repetisjon vere negativt for enkelte elevar. Nokre elevar har stor kapasitet i arbeidsminnet, huskar godt og klarer å aktivere informasjon frå langtidsminnet på eiga hand, og både taklar og treng utfordringar. Lærarar må huske på desse elevane også, og vere klar over at det er forskjellar blant elevar i kor nyttig informasjon er for skjemakonstruksjonen deira (Paas et al., 2004, s. 2-3; Sweller, 2004, s. 14). For mykje repetisjon og gjentakning av informasjon kan bli kjedeleg og lite nyttig for desse elevane. I tillegg er ikkje all repetisjon nyttig, då elevar helst bør vere aktive i repetisjonsprosessen og prøve å kome på informasjon sjølv for at dei skal huske den betre (Roediger III & Butler, 2011, s. 25; Roediger III & Karpicke, 2006, s. 181).

Dei mange omgrepa i biologifaget som dukkar opp når lærarar legg fram nytt stoff er ei utfordring alle lærarane nemnde meir eller mindre i intervjuet. Petter sa at tema med mange nye omgrep ofte kan bli overveldande for elevane. I samband med arbeidsminnet er det dei nye og ukjende omgrepa som skaper problem ved at dei tek opp meir plass i arbeidsminnet enn om ein jobbar med kjende omgrep. Kjende omgrep er ofte ein del av eit større skjema beståande av fleire einingar som gjer at omgrepa ikkje tek opp éin plass i seg sjølv, men er samla med ytterlegare informasjon om temaet (Chi et al., 1981, s. 4; Miller, 1956, s. 93;

Sweller et al., 2011, s. 65). Derfor bør lærarar vere flinke til å forklare ord til elevane, og knytte dei til noko kjent slik at elevane ser nye omgrep i samanheng med noko anna. Dette hjelper dei å redusere mengda einingar som må behandlast i arbeidsminnet, og er fordelaktig for læring fordi det blir meir kapasitet ledig til tilarbeiding av kunnskap (Miller, 1956, s. 93). Kopling av nye omgrep til noko kjent og sette det inn i ein større samanheng, vil også gjere det lettare å huske fordi det får eit auka meningsinnhald. Omgrepet vil bli sett i samanheng og ikkje isolert (Gathercole & Alloway, 2008, s. 4).

5.2.2 Tidsbruk og mengde stoff

Petter og Lene meiner at å bruke meir tid kan bidra positivt til problemstillinga knytt til avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne, og dermed minke risikoen for overbelastning. Læring handlar om å utvide kunnskapslageret og skjema i langtidsminnet, samtidig sikrar kapasitetsavgrensinga i arbeidsminnet at kvar endring til langtidsminnet er liten (Sweller, 2004, s. 14). Dette kan tyde på at læring tek tid, og at elevar må få nok tid til å ta inn og tilarbeide ny informasjon slik som Petter og Lene er inne på. Anne snakka om at meir tid gjer at elevar kan jobbe meir med stoffet, og ho gir dei også pausar innimellom når det blir mykje informasjon for elevane. Undervisning som spreier læring over tid er vist å vere betre enn undervisning utan tidsavbrot, og tek omsyn til avgrensingar i arbeidsminnet (Chen et al., 2018, s. 483-484; Nyléhn, 2015, s. 50). Elevar må rekke å behandle den nye informasjonen i arbeidsminnet, kople den til eksisterande forkunnskapar, og deretter lagre den nye informasjonen i langtidsminnet. På ei anna side er tid mangelvare i skulen, og det må vere ei viss fagleg framdrift for å rekke å kome gjennom pensum. Lene påpeikte at det i faga Biologi 1 og 2 er mykje stoff å gå gjennom på kort tid. Dermed er det umogleg for lærarar å stadig bruke meir tid på ulike tema.

Undervisning med tidsavbrot vil til ei viss grad skje av seg sjølv sidan skuletimar berre varer ei viss tid. Likevel er ein heil skuletime lenge, og Anne og Lene bruker å dele opp timar i mindre bolkar med gjennomgang av mindre stoff, gjerne med korte pausar innimellom. Alle lærarane kommenterte at passeleg mengde stoff er viktig for å unngå overbelastning av kapasitetsgrensa i arbeidsminna til elevar (Miller, 1956, s. 81, 95). Å redusere mengde stoff elevar skal huske er ein av fleire strategiar Gathercole og Alloway (2008, s. 69, 91-92) presenterer for å betre elevar sine moglegheiter for å lære gjennom å hindre og kompensere for overbelastning av arbeidsminnet. Lene kom med eit eksempel om at det vart for mykje informasjon på kort tid for elevane når dei hadde ein time om immunforsvaret, som er komplisert stoff. For å rette opp i dette gjekk ho gjennom stoffet fleire gongar i mindre bolkar. Dette kan redusere belastninga på arbeidsminnet og bidra til at det ikkje blir for mykje informasjon på elevane på kort tid.

I følgje Lene gjer kunnskap om at elevar har avgrensingar i kognitiv kapasitet at ho tenkjer meir over kor mykje stoff ho presenterer. På den andre sida påpeikte ho eit problem med at lærarar kan setje avgrensingar for elevane ved å presentere for lite stoff. Dette er særleg negativt for dei elevane med stor kapasitet. I tillegg kan reduisering av mengde stoff som blir gjennomgått føre til at ein ikkje rekk alt i løpet av skuleåret, eller at ein ikkje går i djupna på lærestoffet.

5.2.3 Tilpassing av undervisning undervegs

Fleksibilitet, spontanitet og endring av opplegget i ein time trekte alle tre lærarane fram som viktig og sentralt for å skape god undervisning. Petter og Anne snakka om å bytte aktivitet for å «redde timen» dersom det blir for mykje for elevane. Dette er i samsvar med det Nyléhn (2015, s. 50) seier om at veksling mellom ulike aktivitetar kan vere ei god løysing for å unngå overbelastning av arbeidsminnet fordi det belastar arbeidsminnet i ulik grad. I følge Anne er det enklare for erfarne lærarar å vere fleksibel, fordi ein då har mange undervisningsopplegg i bakhand. For å tilpasse undervisning undervegs er det viktig at lærarar får tilbakemeldingar og høyrer på respons frå elevane, noko både Petter, Anne og Lene var opptekne av.

Fleksibilitet er viktig fordi det er mange faktorar som påverkar arbeidsminnet og kapasiteten her, eksempelvis det fysiske miljøet rundt og aspekt ved eleven som skal lære (Paas & Merriënboer, 2020, s. 396). Kortvarig stress er eit ytre faktor som kan påverke kapasiteten i arbeidsminnet negativt ved at det aukar kognitiv belastning (Klingberg, 2009, s. 165; Nyléhn, 2015, s. 46, 48). Ingen av dei tre lærarane snakka om stress, men Anne nemnde at dersom elevar skal ha prøve i timane etter biologi så kan det vere ein faktor som påverkar biologitimen og læringa som skal skje her på ein negativ måte. Det kan tenkjast at tanken på prøva opptek kapasitet i arbeidsminnet til elevane, noko som gjer at dei yter dårlegare (Leahy & Sweller, 2019, s. 458). Slik ytre kognitiv belastning bør reduserast der det er mogleg. Samtidig er det viktig å vere klar over at arbeidsminnet fungerer best ved middels stressnivå (Klingberg, 2009, s. 22; Lewis et al., 2008, s. 108). Litt stress kan vere gunstig for læringsprosessen til elevane. Kva som er «middels stressnivå» varierer individuelt fordi det blant anna kjem an på storleiken på arbeidsminnet og kor mykje elevar kan frå før. Med andre ord er det ikkje om å gjere å redusere stress mest mogleg, men passe på at det er på eit passeleg nivå.

5.2.4 Tilrettelegging til individuelle forskjellar og ulike nivå

Anne forklarte at elevar med eit lite arbeidsminne kan ha vanskar med å huske og gjenta informasjon dei har lest eller høyrte berre ein gong. Ho sa også at elevar som slit gjerne treng hjelp til å kome i gang med oppgåver og aktivitetar, og at ho gjerne startar med noko større og konkret når elevar ikkje ser samanhengar. Sett frå eit kognitivt perspektiv kan dette dreie seg om at elevane ikkje har tilstrekkelege forkunnskapar til å sjå samanhengar og gjere relevante koplingar mellom ny og kjend informasjon. Elevar som har rik bakgrunnskunnskap får gjerne med seg meir på første forsøk og treng ikkje gjenta aktivitetar for å bevisst leite etter samanhengar (Willingham, 2006). For elevar som manglar relevante forkunnskapar kan det hjelpe dersom lærarane hjelper dei på vegen med å bygge opp skjema i langtidsminnet ved å hjelpe dei å lage midlertidige modellar som kan brukast som stillas for ny informasjon (Glaser et al., 1985, s. 10). Anne bruker å bygge undervisninga si gradvis opp, noko som legg til rette for elevar med liten kapasitet (Glaser et al., 1985, s. 10; Nyléhn, 2015, s. 50). Undervisning som spreier læring over tid med pausar mellom favoriserer fagleg svake elevar som treng at det blir gått sakte gjennom nytt stoff for at dei skal klare å henge med. Dette er eksempel på ein strategi som er nyttig for læringsprosessen til nokre elevar kan vere lite nyttig og til og med hemmande for meir kunnskapsrike elevar (Kalyuga, 2009, s. 23).

Det kan vere andre grunnar til at elevar strevar med å starte på oppgåver enn mangel på forkunnskapar. Til dømes kan måten informasjon er presentert på spele ei rolle for den ytre kognitive belastninga (Sweller et al., 2019, s. 264). Dårlig utforma læringsoppgåver kan påføre unødvendig ytre belastning, som ikkje er produktiv for læring (Paas & Merriënboer, 2020, s. 395), som er særleg negativt for elevar med liten kapasitet. Læringsoppgåver bør vere utforma slik at tilgjengeleg arbeidsminnekapasitet blir brukt til å lære mest mogleg i forhold til mental innsats (Paas & Merriënboer, 2020, s. 395). For elevar med liten kapasitet kan oppgåver som gir all informasjon på ein gong verke overveldande, då dei må bruke kapasitet til å sortere ut viktig informasjon, kapasitet dei kanskje ikkje har. I tillegg har elevar med liten arbeidsminnekapasitet lett for å bli distraherert, særleg ved krevjande oppgåver (Nyléhn, 2015, s. 46). Eit oppgåvedesign med stegvis informasjon og korte instruksar kan hjelpe desse elevane (Gathercole & Alloway, 2004, s. 15).

Lene bruker å setje seg ned med elevar, særleg dei som strevar, og gjerne teikne litt, stille spørsmål og snakke om tema dei syns er vanskelege. Teikning er moglegvis positivt for arbeidsminnekapasiteten til desse elevane fordi dei får hjelp til å lage visualiseringar, noko som er kognitivt krevjande (Castro-Alonso et al., 2021, s. 4). På denne måten kan Lene også bidra til at elevane tileignar seg korrekt informasjon og lærer presise samanhengar (Castro-Alonso et al., 2021, s. 4). At lærarar hjelper elevar med illustrasjonar og visualiseringar kan vere ei løysing for å redusere den kognitive belastninga på arbeidsminnet. Elevane treng då ikkje å byggje opp ein mental modell sjølv, men får hjelp til dette og kan spare arbeidsminneressursar samt unngå å lage feilaktige teikningar på eiga hand (Castro-Alonso et al., 2021, s. 4; Fiorella & Zhang, 2018, s. 1130). Ein føresetnad for at dette skal vere nyttig for læring er at elevane set seg inn i og studerer illustrasjonane (Renkl & Scheiter, 2017, s. 614). At Lene sit saman med elevane i denne prosessen kan bidra til dette. I kor stor grad elevane er aktive i teikneprosessen som Lene omtaler er usikkert, men det vil vere ein fordel for læring om elevane sjølv er aktive i prosessen med hjelp og støtte frå Lene (Castro-Alonso et al., 2021, s. 4, 5; Fiorella & Zhang, 2018, s. 1115, 1130). Det kan tenkjast at å lage eigne fysiske teikningar av tekstmateriale fremjar læring fordi elevane då må setje seg skikkeleg inn i stoffet og forstå det godt for å klare å lage ein passande illustrasjon. Men teikning kan vere kognitivt krevjande, samt ta lang tid. Ikkje alle elevar klarer å ta inn over seg all informasjonen og organisere og lage meningsfulle teikningar, rett og slett fordi dei ikkje har arbeidsminnekapasitet til det.

Ved presentasjon av nytt stoff bruker alle lærarane ofte både tekst og illustrasjonar. Dette fordeler kognitiv belastning på dei to uavhengige systema som behandlar høyrbar og synleg informasjon i arbeidsminnet, den fonologiske løkka og den romleg-visuelle skisseblokka, som begge har kapasitetsgrenser (Sweller et al., 2011, s. 130). På denne måten vil tilgjengeleg arbeidsminnekapasitet frå begge systema vere tilgjengeleg, og risiko for overbelastning minkar. Direkte opplesing av tekst på til dømes powerpointar kan vere fordelaktig å unngå, då det kan føre til ekstra ytre belastning og hemme læring (Castro-Alonso et al., 2021, s. 7-9). I tillegg kan det oppstå problem dersom det er både tekst og illustrasjon på same slide, samtidig som læraren les opp teksten. Då fyl elevane med på teksten framfor å studere

figuren og kople det læraren seier til figuren medan læraren forklarar. Då kan det bli for mange element i arbeidsminnet til å kunne fokusere på alt samtidig. Anne bruker mykje bilete og figurar på powerpointane sine, og lite tekst, som er i samsvar med dette (Castro-Alonso et al., 2021, s. 7-9).

Lærarane seier at dei tilpassar til ulike nivå gjennom samtaler og tett dialog med elevane. Då får dei innblikk i korleis ulike elevar ligg an i faget, og ut i frå dette gi dei passande oppgåver og aktivitetar å jobbe med. Paas et al. (2004, s. 7) hevdar at det skal bli gitt ulike oppgåver til fagleg svake og fagleg sterke elevar. Eksempelvis kan elevar med eit større arbeidsminne jobbe med meir krevjande oppgåver enn dei med eit mindre arbeidsminne, eventuelt at dei får ekstra oppgåver noko alle lærarane sa dei bruker å gi ved behov. Samtidig kan dette kjennast krenkande for elevar som blir plassert i den «dårlege» gruppa, noko som kan gå ut over motivasjonen deira.

Eit alternativ som Anne og Lene tok opp er å dele inn i nivå ved at elevar sjølv kan få velje kva oppgåve, tema eller aktivitet dei vil jobbe med framfor å få tildelt eit visst nivå. På denne måten kan lærarar dele inn i nivå på ein litt meir diskre måte, og elevar får velje kor mykje dei vil utfordre seg sjølv. Ei fare er at elevane ikkje gidd å utfordre seg sjølv, men tek «minste motstands veg». Lærarar bør derfor vere i god dialog med kvar enkelt elev, slik at dei vel det som gir mest læring for den enkelte. Fagleg sterke elevar bør jobbe på det høgste nivået, ikkje velje lågare nivå fordi dei ikkje gidd og ser at dei kan sleppe unna med mindre arbeid. Petter, Anne og Lene gav uttrykk for at dei er flinke til å samtale med elevane og samarbeide tett med dei om kva dei må jobbe med. Eit poeng Lene påpeikte er at det ikkje er tid til å lage nivådelte og ekstra oppgåver til kvar time i ein hektisk lærarkvardag. Mangel på tid er eit av dei store problema med tilpassing til ulike nivå i skulen. Ein måte å tilpasse til ulike nivå på samtidig som ein unngår problemet med tid, er som både Petter og Lene sa, at elevar med ulik arbeidsminnekapasitet kan jobbe saman og hjelpe kvarandre. Lene påpeikte at elevar med eit stort arbeidsminne kan lære mykje av å lære vidare også. Til dømes kan elevar hjelpe til med å repetere informasjon for andre elevar som treng ei påminning (Gathercole & Alloway, 2008, s. 69).

Anne og Petter snakka om at dei gjerne utfordrar fagleg sterke elevar til å finne meir informasjon om eit tema utanfor læreboka og pensum. Å bruke fleire kjelder med informasjon utfordrar elevar fagleg sett, i tillegg til at dei blir utfordra med å flytte merksemd fram og tilbake for å kople informasjon som aukar ytre belastning (Ayres, 2020, s. 1; Castro-Alonso et al., 2021, s. 5; Paas & Merriënboer, 2020, s. 396). Elevar med stor arbeidsminnekapasitet og mykje relevante forkunnskapar i langtidsminnet, kan ha nytte av dette (Kalyuga et al., 1998, s. 10). Dette kan brukast til å legge til rette for ulike nivå i undervisning (Sweller, 2020, s. 11).

Dei individuelle forskjellane på arbeidsminnet skaper dilemma i undervisning. På den eine sida kan lærarar legge opp til undervisning som ligg på grensa til overbelastning fordi det er fordelaktig for læring, og dermed risikere overbelastning av arbeidsminnet og lite læring for enkelte av elevane (McNab et al., 2009; Schnotz & Kürschner, 2007). På den andre sida kan undervisning bli gjennomført på eit nivå som alle elevane kan følge, men som kan føre til at

elevar med eit større arbeidsminne ikkje blir nok utfordra og dermed lærer mindre enn dei har kapasitet til. Det er viktig å imøtekomme behova og tilpasse undervisninga til alle elevar, men dette kan vere vanskeleg når det som er bra for nokre ikkje er like bra for andre.

5.3 Styrker og svakheiter ved forskinga

5.3.1 Lesing av litteratur før og etter datainnsamling

I forkant av intervjuet og utvikling av intervjuguiden las eg meg opp på litteratur og forskning knytt til arbeidsminnet. Denne bakgrunnskunnskapen hjelpte meg til å lage spørsmål som var relevante for forskingsspørsmåla, i tillegg til at det bidrog til samsvar mellom teori, forskingsspørsmål og målet med studien, som er vesentleg for god validitet og kvalitet i ein studie (Krumsvik et al., 2019, s. 196; Leung, 2015, s. 325-326). Utvikling og bruk av ein intervjuguide var nyttig for å samle inn nødvendige og relevante data i intervjuet, noko som auka målevaliditeten til studien (Adcock & Collier, 2001, s. 529). Dette vart enda betre etter testintervjuet, då eg oppdaga problematiske spørsmål som vart reformulert slik at dei i større grad gav meg relevant informasjon.

I etterkant av intervjuet og gjennom det vidare arbeidet med å skrive masteroppgåva, der eg har gått djupare inn i teorien, har eg innsett at studien moglegvis kunne vore betre og hatt meir djupne dersom eg hadde lest endå meir teori på førehand. Meir kunnskap hadde blant anna hjulpet meg til å stille fleire relevante oppfølgingsspørsmål som kunne gitt meir djupne i datamaterialet. Eit eksempel er når Anne sa ho bruker mykje figurar og lite tekst på powerpointar. Her skulle eg gjerne visst meir om *kvifor*, for å vite meir om grunnlaget dette valet er basert på. Dette gjeld fleire tilfelle i studien. På den andre sida kunne lesing av meir teori ført til at eg fokuserte mykje på noko, medan annan informasjon vart oversett. I tillegg kunne eg risikert å stille fleire leiande spørsmål.

5.3.2 Transkripsjon og koding

Kvaliteten til studien er styrka ved at eg brukte lydopptak under intervjuet, som gjorde at eg kunne høyre intervjuet fleire gongar (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 205). Dette var til stor hjelp under transkripsjonen, då eg kunne lytte om igjen til spesifikke delar der det var uklart kva som vart sagt og på den måten sikre truverdige og korrekte data.

Kodar og kategoriar vart utvikla gjennom open koding, for at dei skulle vere tett knytt til respondentinformasjon (Nilssen, 2012, s. 65, 79, 82). Dette bidrog til auka indre validitet ved at resultat er underbygd av innsamla data (Cohen et al., 2011, s. 183; Leung, 2015, s. 325). Kodingsprosessen er truleg påverka av min subjektivitet og ubevisste forforståing (Nilssen, 2012, s. 70). Andre forskarar ville høgst sannsynleg laga andre kodar og kategoriar, fordi kvalitative forskingsprosessar aldri blir gjennomført på nøyaktig same måte (Nilssen, 2012, s. 141). Eg gjennomførte derfor koding i fleire rundar der eg la det vekk ei stund for å kome meg ut av tankar og låste meg fast i, før eg tok det fram igjen og kom på nye tankar.

Dataprogrammet NVivo var nyttig fordi det gjorde kodingsprosessen oversiktleg og strukturert, noko som frigjorde meir tid til analysearbeid og dermed auka kvaliteten på

forskinga (Klemp, 2012, s. 120-121). Ei slik oversikt aukar truverdigeita til forkinga, i tillegg til at det viser transparens som blir tatt opp i del 5.3.5 (Klemp, 2012, s. 121).

5.3.3 Intervjuaren

Validitet er også knytt til intervjuaren i ein intervjustudie (Leung, 2015, s. 325). Eg har ingen tidlegare erfaring med intervjustudiar, noko som kan ha påverka kvaliteten til studien i negativ retning. Det var særleg utfordrande å stille gode oppfølgingsspørsmål, når eg samtidig skulle leie intervjuet, lytte og følge strukturen i intervjuguiden.

I heile forskingsprosessen har eg prøvd å vere så objektiv og nøytral som mogleg. Likevel har forforståing, haldningar, meiningar, forventningar og erfaringar eg tok med meg inn i forskingsprosessen gjort at eg hadde tankar og idear om kva eg kunne forvente å finne. Til tross for at eg har vore merksam på dette, har nok eg som forskar ubevisst vektlagt visse tema og resultat som eg meiner er viktige for studien, fordi eg er ikkje ein nøytral person som er objektiv i forskingsprosessen (Nilssen, 2012, s. 139). Eg har truleg ubevisst leita etter og vore meir open for resultat som stemmer overeins med teori for å finne ut kva lærarane gjer korrekt, noko som moglegvis kan ha overskygga andre resultat (Flyvbjerg, 2006, s. 17; Nilssen, 2012, s. 139). Dette er eksempel på bias knytt til meg som forskar (Cohen et al., 2011, s. 204), og som har påverka både validiteten og reliabiliteten til studien. For å auke mi eiga bevisstheit om at eg som forskar påverkar forkinga har eg skrive forskarlogg der eg blant anna har inkludert fakta, refleksjonar og gjettingar (Nilssen, 2012, s. 139). Rettleiing undervegs i heile forskingsprosessen har også bidrege til auka kvalitet på studien, kanskje mest gjennom å hjelpe meg å sjå fleire sider ved ei sak og vere meir kritisk.

5.3.4 Intervjudeltakarar

Ei svakheit ved denne kvalitative studien er knytt til om intervjudeltakarane er ærlege i svara sine. Det kan tenkjast at intervjudeltakarane svarte det eg ville høyre for å framstille seg sjølv i eit godt lys (Tjora, 2017, s. 150). Særleg Petter var oppteken av å svare «korrekt» og spurte til og med i intervjuet om han hadde rett. Dermed kan det tenkjast at svara ikkje er heilt til å stole på i forskingssamanheng, og ei kjelde til svekkja reliabilitet samt indre validitet. Eg har likevel sett vekk i frå dette, då eg ikkje kan gjere noko med det anna enn å vurdere respondentinformasjon undervegs.

Intervjudeltakarane meldte seg frivillig til å delta i studien, basert på ein e-post med kort informasjon om tema og føremål med masterprosjektet. Her var «arbeidsminnet» inkludert som omgrep. Dette kan ha påverka rekrutteringa ved at lærarar som aldri har høyrte om omgrepet ikkje melde seg fordi dei tenkte dei ikkje hadde noko å bidra med, medan dei som melde seg kan vere lærarar som kan noko om temaet frå før. Utvalet er uansett ikkje tilfeldig fordi lærarane sjølv har valt å delta. Ved å vurdere nærmare kva type informasjon og korleis den vart lagt fram i e-posten ville moglegvis fleire lærarar meldt seg og utvalet blitt meir tilfeldig. Eg trur likevel ikkje at dette var noko problem, då eg opplevde at forskingsdeltakarane hadde ulik grad av kunnskap om temaet.

Lærarane intervjuar i denne studien kan ha tolka omgrepet «kognitiv kapasitet» ulikt. Kognitiv kapasitet handlar om at det er ei grense for kor mykje informasjon ein kan halde i

hjernen (Ross, 2009, s. 51), og er eit breiare omgrep enn «arbeidsminnekapasitet» som her blir brukt om det same. Nokre av lærarane kan til dømes ha inkludert langtidsminnet i «kognitiv kapasitet», andre ikkje. På den andre sida prøvde eg å hindre ei slik misforståing ved å definere omgrepet for lærarane som ikkje var inne på «korrekte» tankar sjølv, som til ei viss grad kan ha bidrege til at lærarane hadde lik oppfatning av omgrepet. Petter definerte kognitiv kapasitet som evna til å lære, Anne som evna til å huske, resonnere og forstå, og Lene som kor stor kapasitet elevar har til å lære nye ting. Petter og særleg Anne var inne på korrekt forståing, og eg nemnde derfor ikkje nokon definisjon på dette. Lene sin definisjon var litt meir uklar om kva ho meinte, og til henne sa eg at kognitiv kapasitet handlar om kapasiteten vi har til å tenke og resonnere. I ettertid ser eg at eg med fordel kunne sagt dette til alle lærarane, for å tydeleggjere kva eg meinte med omgrepet.

5.3.5 Synleggjering av forskingsprosessen

Gjennom synleggjering av alle steg og val eg har gjort i forskingsprosessen, transparens, har eg auka reliabiliteten og kvaliteten på studien (Krumsvik et al., 2019, s. 200; Nilssen, 2012, s. 42, 141). Dette gjeld blant anna grunngeving for val av forskingsområde og metode, korleis data eg samla inn og vidare analysert ved transkribering, koding og kategorisering, og diskusjon rundt feilkjelder som kan ha påverka resultatane. Skrivning av forskarlogg har hjulpet meg å synleggjere prosessen fordi eg har hatt eit slags oppslagsverk med strukturerte notat.

5.3.6 Generalisering

Studien er basert på informasjon frå tre lærarar, noko som er eit lågt tal på intervjudeltakarar og kan gi tilfeldige resultat. Ved gjentakning av eit tilsvarande prosjekt vil resultatane høgst sannsynleg bli annleis, fordi andre intervjudeltakarar vil ha annan kunnskap. Denne studien har dermed låg ytre validitet, då resultatane i liten grad kan bli generaliserte til andre kontekstar (Cohen et al., 2011, s. 186; Postholm & Jacobsen, 2018, s. 238).

Generalisering er uansett ikkje målet med kvalitative studiar, heller ikkje denne (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 289-290; Leung, 2015, s. 326). Winter (2000, s. 9) støttar dette og seier at ytre validitet har lite betydning i kvalitativ forskning, då kvalitative funn eignar seg best til utvikling av teoriar og ikkje overføring til breiare populasjonar. Eg ville gjennomføre studien blant anna for å framheve viktigheita av avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminnet i skulen, samt bidra til at lærarar og utdanningsinstitusjonar kan bli merksame på dette.

6 Konklusjon

I denne studien har eg teke føre meg problemstillinga «*Kva veit biologilærarar om arbeidsminnet, og korleis bruker dei denne kunnskapen i biologiundervisning?*». Forskningsprosessen har gått ut på å undersøke kva tre biologilærarar veit om arbeidsminnet og den avgrensa kognitive kapasiteten der, samt korleis dei legg til rette for dette i undervisning. Dette er formulert i følgjande to forskingsspørsmål:

1. *Kva kunnskapar har biologilærarar om avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne?*
2. *Korleis legg biologilærarar til rette for avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne hos elevar i biologiundervisning?*

Funna tyder på at det er variasjonar blant dei intervjuja lærarane sine kunnskapar om arbeidsminnet og kognitiv kapasitet, men at dei har noko relevante kunnskapar. Lærarane nemnde blant anna at kapasiteten er avgrensa og varierer frå person til person, noko som må bli tatt omsyn til i undervisning. To av tre intervjudeltakarar hadde kjennskap til arbeidsminnet som omgrep, men kunne ikkje så mykje konkret om dette anna enn at det er avgrensa. Lærarane var einige i at det innimellom kan bli for mykje informasjon for elevar, som gjer det vanskeleg å sjå dei store linjene. Det kan verke som at lærarane intervjuja i denne studien har innsikt og relevante kunnskapar om arbeidsminnet og kognitiv kapasitet, men at dei ikkje har heilt omgrepa for å forklare det.

Resultata tyder på at forskingsdeltakarane gjer mykje rett med tanke på å legge til rette for elevar sin arbeidsminnekapasitet, til tross for at dei ikkje har så mykje kunnskap direkte knytt til omgrepa om menneske sin kognitive struktur. Strategiar lærarane bruker for å legge til rette for avgrensingar i arbeidsminne og kognitiv kapasitet er i hovudsak å bygge på informasjon som er kjend for elevar, bruke meir tid på tema der det trengs, og gå gjennom passeleg mengde stoff på ei økt. Ein av lærarane nemnde fleire gjennomgangar av same tema, og ein annan gir elevane pausar innimellom når det trengs. I tillegg er dei opptekne av å lytte til elevane, vere fleksible og endre opplegget undervegs ved behov. For å handtere individuelle forskjellar tok dei opp gradvis oppbygging av kunnskap, nivådelte oppgåver og ekstra utfordringar til elevar med stor kapasitet. Det er størst fokus på å legge til rette for fagleg svake elevar og elevar med eit lite arbeidsminne.

I intervjuet med ein av lærarane kom det fram at lærarar kan få informasjon frå PPT om at elevar med lite arbeidsminne treng ekstra tilrettelegging og korleis dette kan gjerast. Dermed er arbeidsminnet noko lærarar må forhalde seg til og som det er nyttig å kunne noko om. To intervjudeltakarar viste interesse for å lære meir om arbeidsminnet, medan den tredje ikkje sa noko om dette. Dette kan tyde på at nokre lærarar ser ein nytteverdi i å ha slik kunnskap. Kunnskap om arbeidsminnet og dets avgrensingar kan hjelpe lærarar å forbetre undervisninga si og dermed læringa til elevane. Lærarar kan då ta i bruk strategiar for å redusere unødvendig kognitiv belastning i undervisning, noko som kan redusere faren for overbelastning og føre til meir læring blant elevar.

6.1 Avsluttande kommentarar

6.1.1 Arbeidsminnet i skriveprosessen

Undervegs i arbeidet og skrivninga av denne masteroppgåva har eg verkeleg fått kjenne på arbeidsminnet sin relevans i skriveprosessar. Eg har ofte kjent på overbelastning og innimellom mista oversikta over dei store mengdene informasjon eg har jobba med. Dette kan forklarast ved at eg har overstige kapasitetsgrensa i arbeidsminnet mitt som har ført til at eg både gløymde informasjon og mangla kapasitet til tilarbeiding (Gathercole & Alloway, 2008, s. 3; Gathercole & Alloway, 2004, s. 3). Eg hadde rett og slett ikkje nok kapasitet til å halde all informasjon aktivt i arbeidsminnet, og det hjalp ikkje på kapasiteten at det meste av teorien var ny for meg. Å lese meg opp på teori om arbeidsminnet, avgrensa kapasitet, overbelastning og alle aspekt knytt til dette, samtidig som eg har jobba med den største oppgåva eg nokon gong har halde på med har vore eit paradoks. Det har likevel vore veldig interessant og lærerikt å jobba med ei stor, kognitivt krevjande oppgåve og skaffa meg erfaringar, samtidig som eg har lært mykje om den teoretiske bakgrunnen knytt til arbeidsminnet.

Gjennom prosessen har eg hatt kunnskapar om strategiar for å handtere situasjonar med overbelastning av arbeidsminnet. På denne måten har eg fått testa ut i praksis litt av teorien eg har sett meg inn i. Notering brukte eg mykje for å bevare idear undervegs, noko som hindrar og kompenserer for overbelastning av arbeidsminnet (Gathercole & Alloway, 2008, s. 69, 91-92). Særleg kommentar-funksjonen i Word har vore flittig i bruk for notering av umiddelbare idear før dei vart gløymde. Skrivning er ein måte å omgå avgrensingane i arbeidsminnet, noko eg vil ta med meg vidare ut i arbeidslivet samt oppmuntre elevane til å ta notat.

Eg merka også at prosessane med reformulering og omstrukturering var veldig mykje lettare enn å skrive første utkast, fordi eg då hadde tatt informasjonen ut av arbeidsminnet og det var meir ledig kapasitet. Strukturering og oppbygging av gode setningar samtidig som eg skulle halde alle momenta aktivt i minnet var svært kognitivt krevjande. Det har vore nyttig å ta pausar frå ulike delar av teksten og heller kome tilbake til det seinare. Dette kan moglegvis forklare kvifor fleire rundar med skrivning, reformulering og omstrukturering er viktig i skriveprosessar.

Å gjennomføre ein intervjustudie der eg hadde alt ansvar åleine har vore mildt sagt utfordrande. Å leie eit intervju, lytte, vere interessert, ta vare på respondentane, stille oppfølgingsspørsmål utan å stille leiande spørsmål var utfordrande. Samtidig har dette vore veldig lærerikt. Arbeidet med masterprosjektet har lært meg mykje og gitt meg nyttige eigenskapar eg vil ta med meg ut i arbeidslivet som lærar. Fleire aspekt ved prosjektet er relevant for mange situasjonar i lraryrket, både samtaleeigenskapar, skriveeigenskapar og ikkje minst lærdom om arbeidsminnet eg kan bruke direkte i undervisning.

6.1.2 Vegane vidare

Eg håper masterprosjektet mitt kan bidra til at lesarar av denne studien lærer noko om arbeidsminnet og korleis ein kan ta omsyn til avgrensingar i kognitiv kapasitet i

undervisningssamanheng. Det eksisterer biologiske avgrensingar i hjernen til menneske som set grenser for tilarbeiding av informasjon, noko som er av stor betydning i skulen. Målet med studien er ikkje å framstille arbeidsminnet som om det er «svaret på alt», men å gi eit innblikk i temaet for å auke bevisstheita knytt til dette i samband med biologiundervisning. Andre faktorar enn arbeidsminnet kan ha mykje å seie for undervisning og læring, alt er ikkje bestemt av kapasiteten i dette minnet. Til dømes kan ulike diagnosar, dagsform og stress og mykje meir verke inn på læring (Klingberg, 2009, s. 104; Nyléhn, 2015, s. 51).

Å lære om arbeidsminnet i utdanninga, slik som Lene gjorde, kan tenkjast å hjelpe lærarar ved at dei tidleg får vite kva som fungerer og kva som ikkje fungerer, framfor at dei må bruke fleire år på å prøve seg fram og basere alle val på erfaring. Dersom dette er tilfelle, vil det vere positivt å inkludere temaet i pensum for lærarutdanninga. Til dømes kan det å vite om at læring av ny kunnskap er lettare dersom ein bygger på forkunnskapar elevar har i langtidsminnet (Ambrose et al., 2010, s. 15; Willingham, 2006), i tillegg til forståing for kvifor det er slik basert på den kognitive strukturen, hjelpe lærarar å forstå korleis dei kan legge opp undervisning på ein god måte. På den andre sida hjelper det ikkje å lære veldig tidleg om kva som fungerer og ikkje, utan å erfare det sjølv. Å lære om eit nytt tema er enklare når ein har noko å knytte den nye lærdommen til (Willingham, 2006), noko som forklarar at ein får ofte meir ut av teori når ein har erfaringar å kople den til. Som med alt anna må ein erfare, øve og jobbe med nye ting for at det skal lærast skikkeleg, å berre høyre om noko er ikkje nok. Dette vil også gjelde for lærarar som tileignar seg kunnskap om arbeidsminnet, på same måte som elevar skal lære biologikunnskapar i klasserommet. Det kan vere abstrakt og vanskeleg å fatte kva arbeidsminnet handlar om teoretisk sett utan å ha erfaringar som viser kvifor dette er viktig å ta omsyn til i klasserommet. For eksempel kan det vere ein fordel å ha opplevd at nokre elevar strevar før ein får «svaret» på kvifor. Ei moglegheit kan vere å inkludere arbeidsminnet som tema saman med praksis for at lærarstudentar skal ha moglegheit å sjå verknaden av tilrettelegging i klasserommet.

I denne studien har eg fokusert på lærarar og deira perspektiv og kunnskapar om arbeidsminnet. Det kan i vidare studiar vere interessant å undersøke kva synspunkt *elevar* har på dette. Gathercole og Alloway (2004, s. 15) har gjort observasjonar som tyder på at elevar sjølv har god innsikt i eigne avgrensingar i arbeidsminne. For eksempel kan ein undersøke kva elevar tenkjer om å bli klassifisert med lite eller stort arbeidsminne og om dette påverkar dei på noko vis. Korleis opplever dei å ha lite eller stort arbeidsminne? Blir dette tolka som at dei er flinke eller dårlege på skule? Hjelper lærarane dei med å handtere ulike behov? Kva tankar gjer elevar seg når dei ser at medelevar gjer det betre eller dårlegare enn dei sjølv? Det kan også vere nyttig med eit elevperspektiv generelt og ikkje berre knytt til nivådeling. Er det slik at elevane sjølv føler det ofte blir overveldande og for mykje informasjon å ta inn over seg i undervisningstimar? Kva kan lærarane gjere for å hjelpe elevane, ifølgje *elevane* sjølv? Det kan vere interessant å studere om dette samsvarer med teorien om kva som er anbefalt. Slike spørsmål er eksempel på interessante problemstillingar å undersøke vidare.

Eit spørsmål som dukka opp hos meg undervegs i forskingsprosessen, er kvifor det er så lite fokus på arbeidsminnet i lærarutdanningar når det er så mange fordelar ved å ha kunnskap

om det. Det må vere nokre grunnar til dette, noko som kan vere interessant å undersøke nærmare. Kanskje vil ein studie knytt til utdanningsinstitusjonar gi auka innsikt i dette.

Kopling av kognitiv psykologi og hjernen sin funksjon til undervisning og pedagogisk praksis som er gått inn på i denne oppgåva, er også relevant i andre fag enn biologi. Sjølv om eksempla her er knytt til biologi, vil hovudpunkta om å aktivere forkunnskapar, redusere kognitiv belastning, legge til rette og tilpasse undervisninga til avgrensingar i kognitiv kapasitet og arbeidsminne vere sentrale også for andre fag i skulen. Det er stor overføringsverdi til andre fagområde, til tross for at denne studien tek føre seg biologifaget.

7 Litteraturliste

- Adcock, R. & Collier, D. (2001). Measurement validity: A shared standard for qualitative and quantitative research. *American political science review*, 95(3), 529-546.
- Alloway, T. P. & Alloway, R. G. (2012). *Working memory: The connected intelligence*. Psychology Press: Taylor and Francis Group.
- Alloway, T. P., Doherty-Sneddon, G. & Forbes, L. (2012). Teachers perceptions of classroom behaviour and working memory. *Educational Research and Reviews*, 7(6), 138-142.
- Ambrose, S. A., Bridges, M. W., DiPietro, M., Lovett, M. C. & Norman, M. K. (2010). *How learning works: Seven research-based principles for smart teaching*. John Wiley & Sons.
- Ansari, D. (2010). The computing brain. *Mind, brain and education. Neuroscience implications for the classroom*, 201-226.
- Ansari, D. & Coch, D. (2006). Bridges over troubled waters: Education and cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(4), 146-151.
- Antonenko, P., Paas, F., Grabner, R. & van Gog, T. (2010). Using Electroencephalography to Measure Cognitive Load. *Educational Psychology Review*, 22(4), 425-438.
<https://doi.org/10.1007/s10648-010-9130-y>
- Ayres, P. (2020). Something old, something new from cognitive load theory. *Computers in human behavior*, 113, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106503>
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423.
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829-839. <https://doi.org/10.1038/nrn1201>
- Baddeley, A. (2012). Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology*, 63(1), 1-29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. (1974). Working memory. I *Psychology of Learning and Motivation* (Bd. 8, s. 47-89). Elsevier.
- Castro-Alonso, J. C., de Koning, B. B., Fiorella, L. & Paas, F. (2021). Five Strategies for Optimizing Instructional Materials: Instructor- and Learner-Managed Cognitive Load. *Educational Psychology Review*, 1-29. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09606-9>
- Chabris, C. F. & Simons, D. J. (2010). *The Invisible Gorilla*. The invisible gorilla. Henta 21. mars 2022 frå <http://www.theinvisiblegorilla.com/videos.html>
- Chai, W. J., Abd Hamid, A. I. & Abdullah, J. M. (2018). Working Memory From the Psychological and Neurosciences Perspectives: A Review. *Frontiers in Psychology*, 9(401), 1-16.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00401>
- Chen, O., Castro-Alonso, J. C., Paas, F. & Sweller, J. (2018). Extending Cognitive Load Theory to Incorporate Working Memory Resource Depletion: Evidence from the Spacing Effect. *Educational Psychology Review*, 30(2), 483-501. <https://doi.org/10.1007/s10648-017-9426-2>
- Chi, M. T., Glaser, R. & Rees, E. (1981). *Expertise in problem solving*. Pittsburgh Univ PA Learning Research and Development Center.
- Christoffersen, L. & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Abstrakt.
- Cohen, L., Morrison, K. & Manion, L. (2011). *Research Methods in Education* (Bd. 7th ed). Routledge.
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=548475&site=ehost-live>
- Cowan, N. (2008). What are the differences between long-term, short-term, and working memory? *Progress in brain research*, 169, 323-338.
- Cowan, N., Morey, C. C., Chen, Z., Gilchrist, A. L. & Saults, J. S. (2008). Theory and measurement of working memory capacity limits. *Psychology of Learning and Motivation*, 49, 49-104.
- Dalland, O. (2020). *Metode og oppgaveskriving* (7. utgave. utg.). Gyldendal.

- Feldon, D. F., Callan, G., Juth, S. & Jeong, S. (2019). Cognitive Load as Motivational Cost. *Educational Psychology Review*, 31(2), 319-337. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09464-6>
- Fenesi, B., Sana, F., Kim, J. A. & Shore, D. I. (2015). Reconceptualizing Working Memory in Educational Research. *Educational Psychology Review*, 27(2), 333-351. <https://doi.org/10.1007/s10648-014-9286-y>
- Fiorella, L. & Zhang, Q. (2018). Drawing boundary conditions for learning by drawing. *Educational Psychology Review*, 30(3), 1115-1137.
- Flyvbjerg, B. (2006). Five misunderstandings about case-study research. *Qualitative inquiry*, 12(2), 219-245.
- Gathercole, S. & Alloway, T. P. (2008). *Working memory and learning: A practical guide for teachers*. Sage.
- Gathercole, S. E. & Alloway, T. P. (2004). Working memory and classroom learning. *Dyslexia Review*, 15, 4-9.
- Glaser, R., Chi, M. & Farr, M. (1985). *The nature of expertise*. National Center for Research in Vocational Education Columbus, OH.
- Grospietsch, F. & Mayer, J. (2019). Pre-service Science Teachers' Neuroscience Literacy: Neuromyths and a Professional Understanding of Learning and Memory. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13(20), 1-16. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3389/fnhum.2019.00020>
- Hallingstad, K. (2018). *Forkunnskaper i biologiundervisningen: En kvalitativ studie av læreres begrunnelse for hvorfor og hvordan man kan inkludere elevs forkunnskaper i undervisningen* [Universitetet i Bergen].
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. Macmillan.
- Kaiser, K. (2012). Protecting confidentiality. *The SAGE handbook of interview research: The complexity of the craft*, 457-465.
- Kalyuga, S. (2009). The expertise reversal effect. I *Managing cognitive load in adaptive multimedia learning* (s. 58-80). IGI Global.
- Kalyuga, S., Chandler, P. & Sweller, J. (1998). Levels of expertise and instructional design. *Human factors*, 40(1), 1-17.
- Kintsch, W. & Walter Kintsch, C. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. Cambridge university press.
- Klemp, T. (2012). Kvalitativ analyse og bruk av programvare. I V. L. Nilssen (Red.), *Analyse i kvalitative studier: den skrivende forskeren* (s. 119-136). Universitetsforlaget.
- Klingberg, T. (2009). *The overflowing brain: Information overload and the limits of working memory*. Oxford University Press.
- Krumsvik, R. J., Jones, L. Ø. & Røkenes, F. M. (2019). *Kvalitativ metode i lærerutdanninga*. Fagbokforlaget.
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (3. utg. utg.). Gyldendal akademisk.
- Leahy, W. & Sweller, J. (2019). Cognitive Load Theory, Resource Depletion and the Delayed Testing Effect. *Educational Psychology Review*, 31(2), 457-478. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09476-2>
- Lee, J. Y., Donkers, J., Jarodzka, H., Sellenraad, G. & Van Merriënboer, J. J. (2020). Different effects of pausing on cognitive load in a medical simulation game. *Computers in human behavior*, 110, 1-10.
- Leung, L. (2015). Validity, reliability, and generalizability in qualitative research. *Journal of family medicine and primary care*, 4(3), 324-327.
- Lewis, R. S., Nikolova, A., Chang, D. J. & Weekes, N. Y. (2008). Examination stress and components of working memory. *Stress*, 11(2), 108-114.
- McNab, F., Varrone, A., Farde, L., Jucaite, A., Bystritsky, P., Forssberg, H. & Klingberg, T. (2009). Changes in cortical dopamine D1 receptor binding associated with cognitive training. *Science*, 323(5915), 800-802.

- Melby-Lervåg, M. & Hulme, C. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental psychology*, 49(2), 270-291.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological review*, 63(2), 81-97.
- Miller, T., Birch, M., Mauthner, M. & Jessop, J. (2012). *Ethics in qualitative research*. Sage.
- Mishler, E. G. (1991). *Research interviewing: Context and narrative*. Harvard university press.
- Nilssen, V. L. (2012). *Analyse i kvalitative studier : den skrivende forskeren*. Universitetsforlaget.
- Nyléhn, J. (2015). Arbeidsminnet er begrenset. Men hvorfor? *Spesialpedagogikk*, 6, 42-53.
<https://utdanningsforskning.no/artikler/2015/arbeidsminnet-er-begrenset-men-hvorfor/>
- Peterson, L. & Peterson, M. J. (1959). Short-term retention of individual verbal items. *Journal of experimental psychology*, 58(3), 193.
- Postholm, M. B. & Jacobsen, D. I. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen*. Cappelen Damm akademisk.
- Postle, B. R. (2006). Working memory as an emergent property of the mind and brain. *Neuroscience*, 139(1), 23-38.
- Paas, F. & Merriënboer, J. (2020). Cognitive-Load Theory: Methods to Manage Working Memory Load in the Learning of Complex Tasks. *Current Directions in Psychological Science*, 29(4), 394-398.
<https://doi.org/10.1177/0963721420922183>
- Paas, F., Renkl, A. & Sweller, J. (2004). Cognitive Load Theory: Instructional Implications of the Interaction between Information Structures and Cognitive Architecture. *Instructional science*, 32(1), 1-8. <https://doi.org/10.1023/B:TRUC.0000021806.17516.d0>
- Read, D. W. (2008). Working memory: A cognitive limit to non-human primate recursive thinking prior to hominid evolution. *Evolutionary Psychology*, 6(4), 676-714.
- Renkl, A. & Scheiter, K. (2017). Studying visual displays: How to instructionally support learning. *Educational Psychology Review*, 29(3), 599-621.
- Ringnes, V. & Hannisdal, M. (2014). *Kjemi fagdidaktikk: kjemi i skolen*. Cappelen Damm Akademisk.
- Roediger III, H. L. & Butler, A. C. (2011). The critical role of retrieval practice in long-term retention. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(1), 20-27.
- Roediger III, H. L. & Karpicke, J. D. (2006). The power of testing memory: Basic research and implications for educational practice. *Perspectives on psychological science*, 1(3), 181-210.
- Roksvold, J. (2018). Læreres utbytte av kunnskap om hjernen. *Education*, 23(2), 25-48.
- Ross, B. H. (2009). *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*. Academic Press.
- Saldaña, J. (2021). *The coding manual for qualitative researchers*. sage.
- Schnotz, W. & Kürschner, C. (2007). A reconsideration of cognitive load theory. *Educational Psychology Review*, 19(4), 469-508.
- Seufert, T. (2018). The interplay between self-regulation in learning and cognitive load. *Educational research review*, 24, 116-129. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.03.004>
- Simon, H. A. (1990). Invariants of human behavior. *Annual Review of Psychology*, 41(1), 1-20.
- Simons, D. J. & Chabris, C. F. (1999). Gorillas in our midst: Sustained inattention blindness for dynamic events. *perception*, 28(9), 1059-1074.
- Spires, H. A. & Donley, J. (1998). Prior knowledge activation: Inducing engagement with informational texts. *Journal of Educational Psychology*, 90(2), 249-260.
- Sweller, J. (2004). Instructional Design Consequences of an Analogy between Evolution by Natural Selection and Human Cognitive Architecture. *Instructional science*, 32(1), 9-31.
<https://doi.org/10.1023/B:TRUC.0000021808.72598.4d>
- Sweller, J. (2020). Cognitive load theory and educational technology. *Educational technology research and development*, 68(1), 1-16. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09701-3>
- Sweller, J., Ayres, P. & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory* (1st ed. 2011. utg., Bd. 1). Springer New York : Imprint: Springer.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. & Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296.

- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G. & Paas, F. (2019). Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. *Educational Psychology Review*, 31(2), 261-292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Tjora, A. H. (2017). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (3. utg. utg.). Gyldendal akademisk.
- Tuckman, B. W. (1972). *Conducting Educational Research*, HarcourtBrace Jovanovich. Inc., New York.
- van Merriënboer, J. J. G., Kester, L. & Paas, F. (2006). Teaching complex rather than simple tasks: balancing intrinsic and germane load to enhance transfer of learning. *Applied Cognitive Psychology*, 20(3), 343-352. <https://doi.org/10.1002/acp.1250>
- Vandenbroucke, L., Spilt, J., Verschueren, K. & Baeyens, D. (2017). Keeping the spirits up: the effect of teachers' and parents' emotional support on children's working memory performance. *Frontiers in Psychology*, 8(512), 1-12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00512>
- Willingham, D. T. (2006). *How knowledge helps: It speeds and strengthens reading comprehension, learning-and thinking*. American Federation of Teachers. Henta 20. mars 2022 frå <https://www.aft.org/periodical/american-educator/spring-2006/how-knowledge-helps>
- Winter, G. (2000). A comparative discussion of the notion of validity in qualitative and quantitative research. *The qualitative report*, 4(3), 1-14.
- Woloshyn, V. E., Paivio, A. & Pressley, M. (1994). Use of elaborative interrogation to help students acquire information consistent with prior knowledge and information inconsistent with prior knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 86(1), 79-89.