

Dorte Malen S. Bjerkeset

Læringspotensialet ved fri utforsking av nevronmodeller i barneskolen

En kvalitativ studie av 6.trinn elevers
læringsutbytte av modellnevronene fra NTNU
prosjektet "Å bygge hjernen"

Masteroppgave i Grunnskolelærerutdanning 1.-7.trinn
Veileder: Pål Kvello

Mai 2024

Dorte Malen S. Bjerkeset

Læringspotensialet ved fri utforsking av nevronmodeller i barneskolen

En kvalitativ studie av 6.trinn elevers læringsutbytte
av modellnevronene fra NTNU prosjektet "Å bygge
hjernen"

Masteroppgave i Grunnskolelærerutdanning 1.-7.trinn
Veileder: Pål Kvello
Mai 2024

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap
Institutt for lærerutdanning



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Formålet med denne studien har vært å undersøke læringspotensialet ved nevronmodellene som er utviklet under prosjektet ved NTNU "Å bygge hjernen". Den overordnede problemstillingen er delt i to forskningsspørsmål der fokuset er på hvilken forståelse for nervesystemet elevene utviklet seg gjennom utforskingen og hvilke ord og uttrykk elevene bruker for å forklare det de har funnet ut. I denne studien har elever på 6. trinn fritt utforsket modellene.

Datamaterialet som er brukt for å svare på problemstillingen i dette kvalitative studiet baserer seg på tre runder utforsking med tre elever hver runde, samt 30 elevsvar på en spørreundersøkelse som er gjennomført i etterkant av utforskingen.

Resultatene viser at elevene danner seg en forståelse som kan knyttes opp til flere ulike aspekter ved forståelse av nervesystemet. Ettersom at elevene ikke har forkunnskaper knyttet til nervesystemet bruker elevene begreper de kan for å forklare aspektene de oppdager. Resultatene etter analysen er derfor tolket i lys av kunnskap av nervesystemet, og elevene her fått en indirekte forståelse for ulike aspekter knyttet til nervesystemet. For at de skal bli klar over at det er dette de har fått en forståelse for er det behov for undervisning for å knytte alt sammen til kunnskapen direkte knyttet til nervesystemet.

Abstract

This study investigates the learning potential of the neuron models developed during the NTNU project "Building the Brain." The overall problem is divided into two research questions focusing on the understanding of the nervous system that the students developed through their exploration, and the words and expressions students use to explain their findings. In this study, 6th-grade students freely explored the models.

The data material used to answer the research question in this qualitative study is based on three rounds of exploration with three students in each round and 30 student responses to a survey conducted after the exploration.

The results show that students form an understanding that can be linked to several different aspects of understanding the nervous system. Since the students do not have prior knowledge related to the nervous system, they use terms they are familiar with to explain the aspects they discover. The results of the analysis are therefore interpreted in light of knowledge about the nervous system, and the students have gained an indirect understanding of various aspects related to the nervous system. To make them aware that this is what they have understood, there is a need for some teaching to directly connect everything to knowledge specifically related to the nervous system.

Forord

Fem år med spenning, utfordringer og lærerike opplevelser på studiet nærmer seg nå slutten. Disse årene har vært en berg og dalbane av mestringsfølelse, vennskap som dannes og tunge perioder med mange personlige utfordringer. Jeg tar med meg alle erfaringene jeg har gjort meg gjennom disse årene, for de har styrket meg som et menneske. Arbeidet med masteroppgaven har vært krevende, og til tider føltes ugjennomførbart. Nå nærmer det seg endelig slutten av prosjektet og i den anledning er det flere som fortjener en stor takk.

Først og fremst vil jeg takke min veileder, Pål Kvello, for all veiledning og støtte du har gitt meg gjennom dette utfordrende semesteret. Takk for alle tilbakemeldinger og innspill du har hatt gjennom hele dette prosjektet og for samtalene vi har hatt om min oppgave.

Jeg vil også takke naturfagslæreren som ønsket å delta i dette studiet, jeg vil også takke alle elevene som frivillig deltok i studien.

Jeg vil også takke alle vennene jeg har fått gjennom studieløpet som har vært med på å gjøre studiehverdagen gøy og spennende, selv i tunge perioder. Og ikke minst vil jeg takke familie som alltid har stilt med et trygt sted å komme hjem til når behovet har meldt seg, og som gjennom hele dette eventyret som er studielivet har støttet meg.

Innhold

Sammendrag	v
Abstract	vi
Forord	vii
Figuroversikt	x
Tabelloversikt	x
1. Innledning	1
1.1 Oppbygning av studie.....	3
2. Teori.....	4
2.1 Læringsteori.....	4
2.1.1 Konstruktivisme	4
2.1.2 Sosiokulturell teori	4
2.2 Modeller i naturfag.....	5
2.2.1 Modellkategorier	6
2.2.2 Viktigheten av modeller i biologiundervisning.....	7
2.3 Nervesystemet	8
2.3.1 Læringsprinsipper i nervesystem undervisning	8
3. Metode.....	12
3.1 Forskningsdesign og utvalg	12
3.1.1 Studiets forskningsdesign.....	12
3.1.2 Kvalitativ metode	13
3.1.3 Utvalg	13
3.2 Litteratursøk	14
3.3 Utforming av spørreundersøkelse.....	15
3.4 Utvikle og gjennomføre think-aloud gruppediskusjon.....	16
3.5 Datainnsamling.....	16
3.5.1 Think-aloud diskusjonens struktur	16
3.5.2 Selve diskusjonen	17
3.5.3 Etterarbeid av diskusjonene og spørreskjemaene	17
3.6 Analyse	18
3.7 Etske faktorer.....	19
4. Utforskendeopplegg for datainnsamling	21
4.1 Bakgrunn til opplegget	21
4.1.1 Think-aloud metode.....	21
4.1.2 Nervecellemodellene.....	22

4.2 Plan for gjennomføring	23
4.2.1 Gjennomføring	24
5. Resultater og analyse.....	26
5.1 Forståelse for nervesystemet.....	27
5.1.1 Anatomi	27
5.1.2 Fysiologi.....	32
5.2 Ønske om å forstå	39
6. Diskusjon	40
6.1 Drøfting av resultatene	40
6.1.1 Forståelse for nervesystemet	40
6.2 Bruk av modellene i skolen	48
6.3 Kritikk av studien.....	49
7. Konklusjon	50
8. Referanser.....	51
Vedlegg	53
Vedlegg A - Spørreundersøkelse	53
Vedlegg B – Godkjenning fra SIKT	57
Vedlegg C – Informasjonsskriv og samtykkeskjema foresatte	59
Vedlegg D – Informasjonsskriv elever	62

Figuroversikt

Figur 1 Ulike definisjoner av begrepet modell i naturvitenskapen hentet fra Mathiasen (2008, s. 173).....	5
Figur 2 Bilde av modellene som er beskrevet og brukt i dette prosjektet.....	23
Figur 3 Fire av elevenes illustrasjoner av modellen med ulik grad av detaljer.....	28
Figur 4 Illustrasjon laget av elev som hører til sitat 7	31
Figur 5 Illustrasjon fra spørreundersøkelse som demonstrerer hvordan signalet går	36

Tabelloversikt

Tabell 1 Oversikt over transkripsjonskoder, og hva de betyr. For å forstå sitater som senere blir presentert i resultatdelen.	18
Tabell 2 En oversikt over hovedtemaene og de ulike kodegruppene under hvert tema	19
Tabell 3 : Kompetansemålene er hentet fra Utdanningsdirektoratet, forklaringene på hvordan disse målene spiller en rolle i opplegget er utviklet av meg ut ifra kompetansemålene.....	23
Tabell 4 Tidsplan for gjennomføring av utforskning og datainnsamling før innsamlingen ble gjennomført.....	24
Tabell 5 Elevenes svar på spørsmål 1, som spør om hva modellene ligner på (n= 26). ..	27

1. Innledning

Biologi er læren om liv og levende organismer. Definisjonen dekker all kunnskap vi har om alt som er levende. Dette innebærer opprinnelse, vekst, reproduksjon, struktur m.m (Stømme, 2008, s. 17). Levende organismer tar del i, og består av systemer som jobber sammen. Ett av utdanningsdirektoratet (2021) sine kjerneelementer handler om kropp og helse, og ett av punktene under det handler om hvordan kroppens ulike systemer virker sammen. For å kunne forstå hvordan systemene i kroppen virker sammen må man ha en grunnleggende forståelse for hvordan ulike systemer fungerer i seg selv. Dette gjenspeiles også i LK20 sitt læringsmål etter 7. trinn som sier at elevene skal "Gjøre rede for noen av kroppens organsystemer og beskrive hvordan systemene virker sammen" (Utdanningsdirektoratet, 2021). Ett av disse systemene er nervesystemet, og siden nervesystemet er noe man ikke direkte kan se kan dette fort oppfattes som abstrakt for elevene. Nervesystemet er derfor ett av mange tema innenfor biologi hvor det benyttes modeller for å gjøre undervisning om tema mer konkret. Modeller gir muligheten til å forenkle kompleksiteten til et fenomen slik at man kan sette søkelys på det man ønsker å utvikle kunnskap om (Mathiassen, 2008, s. 171). I undervisning om nervesystemet har det lenge vært vanlig å bruke modeller av hjernen eller ryggmargen. Imidlertid sier disse modellene lite om hvordan nervesystemet fungerer. I tillegg legger de i liten grad opp til praktisk aktivitet og utforskning, noe som er fremhevet i det første kjerneelementet i naturfagets læreplan "Naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter" (Utdanningsdirektoratet, 2021). Dette kjerneelementet beskriver også at arbeid med det må kombineres med andre kjerneelementer, og det siste kjerneelementet handler om kropp og helse, hvordan kroppens små og store systemer jobber sammen (Utdanningsdirektoratet, 2021).

Under kjerneelementet om naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter i den nye læreplanen står det "Elevene skal oppleve naturfag som et praktisk og utforskende fag. Elevene skal gjennom opplevelse, undring, utforskning og erfaring forstå verden omkring seg i et naturvitenskapelig perspektiv". Gjennom et prosjekt på NTNU som heter "Å bygge hjernen" er det blitt utviklet modeller av nevroner som er ment til å fremme praktiske og utforskende læringsaktiviteter for å gi grunnleggende forståelse av hvordan nervesystemet fungerer. Modellnevronene som er forsket på i denne oppgaven er ment til å fremme praktiske og utforskende læringsaktiviteter for å gi grunnleggende forståelse av hvordan nervesystemet fungerer. Som et ledd i å kartlegge målgruppen for disse modellnevronene og effekten de har på målgruppenes læring, er de under utprøving i høyere utdanning og i videregående skole. Jeg ønsker derfor å kartlegge hvilket læringsutbytte disse modellene kan gi for elever i slutten av barneskolen. Dette gjør jeg ved å la elevene fritt utforske modellene. Grunnen til at elevene får utforske fritt er for å prøve å redusere antall variabler som kan påvirke resultatene. En dyktig lærer kan få stor effekt ut av modeller med et godt undervisningsdesign, og det ønsker jeg å unngå i så stor grad som mulig. Det som danner datamaterialet i denne oppgaven er transkripsjoner fra videoopptak av utforskningen og spørreskjema som elevene svarte på i etterkant, dette materialet danner grunnlaget for å svare på problemstillingen:

Hvilket læringsutbytte kan elever oppnå gjennom fri utforskning av nevronmodeller i undervisning på barnetrinnet

For å videre konkretisere problemstillingen har jeg valgt å stille følgende forskningsspørsmål:

1. Hvilken forståelse av nervesystemet kan elevene få gjennom egen utforskning av nevronmodeller?
2. Hvilke ord og uttrykk bruker elevene for å forklare funnene sine i utforskningen?

Med det første forskningsspørsmålet ønsker jeg å se på om det elevene beskriver kan knyttes opp mot kunnskap om nervesystemet. Når jeg i oppgaven trekker frem elevenes forståelse sikter jeg derfor til det elevene uttrykker og om dette kan kobles til kunnskap om nervesystemet på noen måte. Det andre forskningsspørsmålet går på hvilke ord og begreper elevene tar i bruk for å forklare sine oppdagelser. Her vil jeg trekke inn litt læringsteori for å få en forståelse for hvorfor elevene forklarer på den måten de gjør.

1.1 Oppbygning av studie

Studien er bygget opp av 7 kapitler. I kapittel 2 presenterer jeg teori som er relevant for å kunne svare på problemstillingen og forskningsspørsmålene i studien. Her har jeg tatt for meg temaer som bruk av modeller i naturfag, hva som er viktig å lære om nervesystemet og læringsteori som er relevant for å skape en forståelse. Kapittel 3 tar for seg studiets forskningsdesign og metodene som er brukt for å samle inn datamateriale og analysere. I kapittel 4 presenterer jeg opplegget jeg har brukt for å kunne samle inn data og modellene som er brukt i datainnsamlingen. I kapittel 5 presenterer og analyserer jeg det innsamlede datamaterialet, før jeg i kapittel 6 diskuterer funnene. I dette kapittelet vil også forskningsspørsmålene bli besvart i tillegg til at opplegget som er brukt blir drøftet, og til slutt i dette kapittelet kommer en kritikk av selve studien. Til slutt konkluderer jeg oppgaven i kapittel 7 ved å besvare problemstillingen.

2. Teori

I dette kapitlet vil jeg presentere teori som er relevant til forskningen. Jeg vil starte med å redegjøre for læringsteori som er relevant å ha en forståelse for gjennom denne oppgaven. Så vil jeg legge frem teori om modeller og bruk av modeller i undervisning om biologi. Før jeg til slutt vil redegjøre for kunnskap om nervesystemet som jeg vil koble funnene i dette forskningsprosjektet opp imot.

2.1 Læringsteori

Det finnes mange ulike læringsteorier som beskriver ulike aspekter ved læring og personlig utvikling. Kognitivismen og sosiokulturell er to retninger som er sentrale for forskningen i denne masteroppgaven.

2.1.1 Konstruktivismen

Konstruktivismen legger stor vekt på at ny kunnskap og erfaringer tolkes med et utgangspunkt i kunnskap man allerede har (Skaalvik & Skaalvik, s.57). I de fleste kognitive teorier ligger det i utgangspunktet en ide om at hvert enkelt menneske bygger sine egne kunnskaper med utgangspunkt i tidligere erfaringer og nye kunnskaper og erfaringer (Skaalvik & Skaalvik, s.57). Piaget og Ausubels er to som har hatt stor innflytelse innen konstruktivistiske teorier.

Skaalvik & Skaalvik (s. 63-64) forteller om Piagets induktive perspektiv, som blant annet går på at kunnskap man som menneske tilegner seg lagres i "skjemaer". Disse skjemaene gjør det mulig å kunne forestille seg objekter og situasjoner. Nye erfaringer som man tilegner seg tolkes og forstås gjennom disse eksisterende kunnskapsstrukturene som skjemaene er (Skaalvik & Skaalvik, s.63-64). Ausubels deduktive metode, kan knyttes mot Piagets perspektiver ved at tidligere erfaringer blir lagret i kunnskapsstrukturer som "skjemaene" Piaget beskriver, hvor det stadig knyttes mer kompliserte nettverk mellom disse strukturene. Teorien baseres videre på at nye erfaringer blir tolket i lys av tidligere kunnskap (Skaalvik & Skaalvik, s.67).

2.1.2 Sosiokulturell teori

Lev Vygotsky er kjent for sitt omfattende forfatterskap innen pedagogikk og psykologi. Han mente at læring skjer samhandling og diskusjon med andre, og at samspillet mellom individ og omgivelser spiller en rolle (Skaalvik & Skaalvik, 2018, s. 70). Vygotsky var den som la grunnlaget for det vi i dag kaller sosiokulturell teori, og den senere utviklingen av denne

teorien er sterkt inspirert av Vygotsky (Skaalvik & Skaalvik, 2018, s. 70). Dette perspektivet på læring er i stadig utvikling, og kan ikke betegnes som en enkelt teori, men et fellestrekk i dette perspektivet er at læring betraktes som et sosialt fenomen, hvor kunnskap konstrueres gjennom praktiske aktiviteter hvor man samarbeider (Skaalvik & Skaalvik, 2018, s. 71-74). Læring ses på som et resultat av interaksjoner med andre i læringsmiljøet, hvor de som deltar bygger seg en forståelse og skape ideer gjennom dialog som ingen av de ville oppnådd alene (Skaalvik & Skaalvik, 2018, s. 74). Samarbeid og diskusjon står derfor sentralt i sosiokulturell teori.

2.2 Modeller i naturfag

Naturfag er et fag som går inn på abstrakte fenomener. Her kan modeller benyttes for å utvikle en forståelse av disse fenomenene. Ordet modell brukes både i dagligtale og i fagfeltet, og har ulike betydninger i ulike situasjoner (Hannisdal & Ringnes, 2005, s. 199). Mathiassen (2008, s. 173) har samlet noen av de ulike definisjonene ulike litteratur bruker på begrepet modell som du kan se i figur 1. Det brukes mange ulike modeller i naturfag, og ulike modeller har ulike hensikt, de fleste modeller har til felles at de skal representere noe eller simulere noe i virkeligheten (Hannisdal & Ringnes, 2005, s. 200).

DEFINISJONER AV BEGREPET MODELL

En karikatur av virkeligheten. (Kac 1969)

Modeller er forsøksvise skjemaer eller strukturer som kommuniserer virkelige objekter eller hendelser som skal forklares. Modeller hjelper vitenskapsmenn eller ingeniører til å forstå hvordan ting virker. (Halloun 2004)

En modell representerer en struktur i et system. (Halloun 2004)

En modell brukes til å representere eller simulere en virkelighet som kan være et objekt, en prosess eller et system. (Ringnes og Hannisdal 2000)

En teoretisk modell av et objekt eller fenomen er et sett av regler og lover som tilsvarende objektet eller fenomenet slik observatørens mentale bilde kommer til uttrykk. (Halloun 2004)

En modell er et erstatningsobjekt eller mental representasjon av en virkelighet (Andaloro, Donzelli og Sperandeo-Mineo, sitert i Halloun 2004)

Figur 1 Ulike definisjoner av begrepet modell i naturvitenskapen hentet fra Mathiassen (2008, s. 173).

Noe som er viktig er at en naturfaglig modell alltid er en representasjon av et fenomen og hensikten med en naturfaglig modell er å forenkle verden slik den er observert så den lettere kan forstås (Chittleborough & Treagust, s. 12). En representasjon kan forklares som

en måte å fremstille virkeligheten på uten at den blir kopiert (Gilbert & Justi, 2016, s. 21). En modell er derfor ofte større eller mindre enn virkeligheten, som en fremstilling av solsystemet vårt eller en cellediagram.

2.2.1 Modellkategorier

Mathiassen (2008, s. 177) drar frem at det er blitt gjort flere forsøk på å kategorisere modeller som blir brukt i undervisning, men om man ønsker å fokusere på elever sin mottakerkompetanse kan man fremdeles bruke Black sin modell som ble utviklet i 1962. Denne kategoriseringen legger vekt på de mentale utfordringene elever møter når modeller brukes i undervisning. Den består av fem kategorier som viser de ulike mulighetene og utfordringene man burde kjenne til ved å bruke modeller i en læringsprosess. Disse kategoriene er: Skalamodeller, analoge modeller, matematiske modeller, teoretiske modeller og mønstermodeller (Mathiassen, 2008, s. 177-178).

Skalamodeller har en stor likhet med virkeligheten eller det de avbilder (Mathiassen, 2008, s. 178-179). De kan være skalert opp og ned i forhold til virkeligheten, men relasjonene er ivaretatt. Materialvalget i modellen er nærliggende virkeligheten (Hannisdal & Ringnes, 2005, s. 204). Eksempler på skalamodeller kan være landskapsmodeller, skjelett, leker og lignende (Mathiassen, 2008, s. 186).

Analoge modeller kan ligne mye på skalamodellene, men er ikke like virkelighetsnær i utseende og materialvalg. Modellene kan overdrive det som fremheves uten å ta like mye hensyn til størrelsesforskjeller eller andre krav som blir satt for skalamodellene. Ting som form, farge og materialvalg kan overdrives for å fremheve de viktige elementene som modellene skal representere. Dette kan også være med på å skape misoppfatninger, spesielt for de som tolker informasjonen de ser som en direkte virkelighet (Mathiassen, 2008, s. 180-186). Felles for disse to første modellene er at de visualiserer et objekt, fenomen, system eller en prosess. Eksempler på analoge modeller kan være tegninger av en næringskjede, modeller av celler, bilder og figurer i lærebøker, molekylbyggesett og lignende (Mathiassen, 2008, s. 186). Analoge modeller kan med andre ord være både illustrasjoner og fysiske modeller.

De tre neste kategoriene av modeller har ikke en figurativ likhet med virkeligheten, men har et økende krav til abstraksjonsevne hos den som bruker modellen, fordi de innebærer tall, symboler og tegn (Mathiassen, 2008, s. 186). Matematiske modeller handler om situasjoner som kan representeres eller oppsummeres med en matematisk ligning (Hannisdal & Ringnes, 2005, s. 204). Kjemiske reaksjonsligninger, modeller for populasjonsvekst og utregning av reaksjonshastighet kan være eksempler på slike modeller. Teoretiske modeller

kan bruke teori som alt finnes på andre områder til å beskrive virkeligheten, og kan for eksempel være en metafor for å beskrive virkeligheten. Dette kan være et eple som man skal forestille seg er en celle, hvor kjernen i eplet kan forestille cellekjernen.

Mønstermodeller er mest abstrakt og beskriver en rekke ideer på en systematisk måte, disse modellene trenger enten mye bakgrunnskunnskap eller mye forklarende tekst og nøkkelord for å forstå modellen. Den gir ikke mening før man har en forståelse for alle feltene modellen representerer, en tegning av en biologisk prosess kan være et eksempel på denne typen modell (Mathiassen, 2008, s. 181-186).

Modeller som blir brukt i en undervisningssammenheng kan ha en viktig rolle når elevene lager seg visuelle og mentale bilder av virkeligheten. Vi bruker modeller i undervisning for å redusere kompleksiteten av fenomener vi ønsker å skape en forståelse for (Mathiassen, 2008, s. 171). Det er også viktig å huske at når man bruker modeller i undervisning kan modellene også føre til misoppfatninger nettopp fordi de er forenklinger av fenomener (Mathiassen, 2008).

2.2.2 Viktigheten av modeller i biologiundervisning

Som nevnt tidligere er bruk av modeller sentralt i naturfaget. Og i biologien finnes det veldig mange prosesser og fenomener som er vanskelig eller nært sagt umulig å observere med det blotte øye. Eksempler på slike prosesser kan være noe som skjer inne i kroppen, inne i en plante, forhold mellom ulike dyr i et økosystem og veldig mye mer. Modeller spiller derfor en stor rolle i undervisning i biologi for å kunne gi elevene mulighet til å få en god forståelse for det som blir undervist om (Mathiassen, 2008, s. 171). Imidlertid er ikke alle modeller like effektiv/gode til å formidle tiltenkt budskap.

Yamine, K. & Violanto, C. (2015, s. 892) fant i sin studie av bruk av ulike modeller ut at undervisninger som bruker fysiske modeller gir et signifikant større læringsutbytte når man sammenligner med andre undervisningsmetoder som benytter illustrasjoner. Det er gjort en del studier rundt om i verden som går på bruk av 3D printede modeller i undervisning og Ye et al. (2020) og Ye et al. (2023) har sammenlignet mange av disse studiene for å se på rollen og effektiviteten 3D printede modeller har i undervisning om menneskets anatomi sammenlignet med illustrerte modeller i en bok. Studien til Ye et al. fra 2023 (s. 10) legger frem at studentene som var i gruppene med de 3D printede modellene fikk et bedre resultat på tester enn de gruppene som ikke brukte 3D modeller. I artikkelen fra 2020 kom de frem til at de fleste studentene i 3D gruppene var mer fornøyd med det de hadde lært enn de som ikke jobbet med 3D modellene (Ye et al. 2020, s. 7). Om man ser disse artiklene i lys av hverandre kan det se ut til å være en sammenheng mellom et økt læringsutbytte og

fornøyde studenter ved bruk av 3D modeller i undervisningen, sammenlignet med de studentene som brukte bilder og illustrasjoner.

2.3 Nervesystemet

I kapittel 1 dro jeg frem LK20 (Udir) sine mål i naturfag etter 7. trinn, som handler om at elevene skal kunne litt om noen av kroppens organsystemer og hvordan de virker sammen. Noe som gir lærere muligheten til å velge hvilke organsystemer de ønsker å jobbe med, og nervesystemet er ett av mange alternativer. Når man får mulighet til å velge kan valget ofte falle på det som virker lettest, det er da lett å velge bort tema man selv ikke har fullstendig oversikt over, og nervesystemet er gjerne et slik tema man ikke har fullstendig oversikt over. Det er veldig komplekst system (Nicolaysen, Holck, Wilson & Maizels, 2018), men flere forsknings- og utviklingsprosjekter er igangsatt for å gjøre systemet mer tilgjengelig for undervisning, som blant annet Kvello og Gerickes (2021) og Kvello (2024).

Nervesystemet er bygget for å ivareta flere komplekse funksjoner i kroppen (Nicolaysen, Holck, Wilson & Maizels, 2018). "Nerveceller overfører informasjon ved hjelp av elektriske impulser som vandrer med stor fart langs lange, tynne utløpere fra nervecellens kropp til kontaktpunktet på andre celler" (Sand & Toverud, 2018, s. 110).

2.3.1 Læringsprinsipper i nervesystem undervisning

Å ha en oversikt over hva som er nøkkeltkunnskap om nervesystemet kan gjøre at det lettere for lærere å velge å undervise i nervesystemet. Kvello og Gerickes (2021, s. 16-17) har i sin studie utviklet 26 prinsipper eller kunnskapssetninger som de ser på som viktig for å skape en helhetlig forståelse for nervesystemet. Prinsippene dekker alle nivåer ved nervesystemet, hvor flere av de går på mer avanserte aspekter ved systemet. Dette forklarer Kvello og Gerickes (2021, s. 8) nærmere i sin studie. Enkelte og deler av disse prinsippene kan benyttes for å skape en begynnende grunnleggende forståelse for nervesystemet. I dette delkapittelet vil jeg ta for meg de prinsippene fra Kvello og Gerickes (2021, s. 16-17) som er relevant videre i dette studiet. Prinsipp 6 beskriver en nervecelles anatomi:

A neuron usually consists of three main structures:

- a) a cell body
- b) dendrites which receive nerve signals from several other cells.
- c) a single branching axon with many terminals, which sends nerve signals to several other cells (Kvello & Gerickes, 2021, s. 16)

I dette prinsippet får man innblikk i hvilke tre deler en nervecelle/nevron består av. Den består av, en cellekropp, dendritter som tar imot nervesignaler fra flere andre celler og et akson som sender signaler til andre celler. En nervecelle kan ofte bli sammenlignet med objekter som har forgreninger, i lærebøker blir ofte et tre brukt for å beskrive et nevrone dendritter. Alle nerveceller har disse ulike komponentene, og størrelsen/lengden på en nervecelle varierer og kan bli opp til 1 meter lang (Sand & Toverud, 2018, s. 112-113). Ett akson har også mange terminaler som gjør at den kan være koblet til mange andre nerveceller (Sand & Toverud, 2018, s. 113-114). Lærebøker fremstiller ofte nervesystemet som en nevronkrets hvor nevronene er stilt opp i fine rekker hvor hvert nevron er koblet til et enkelt nytt nevron (Kvelling, 2024, s. 4).

Det neste prinsippet som er relevant for oppgaven er prinsipp 7 som beskriver ulike måter å dele nevroner opp på:

There are many types of neurons and they are commonly classified in two ways:

a) by where they receive and send signals:

- i. Sensory neurons, which receive signals (light, sound, etc.) from outside the nervous system, transform them into nerve signals and send them to neurons in the central nervous system.
- ii. Motor neurons, which receive nerve signals from neurons in the central nervous system and send them to muscles and glands.
- iii. Local interneurons, which receive nerve signals from neurons in a region of the nervous system and send them to neurons located within the same region.
- iv. Projection interneurons, which receive nerve signals from neurons in one region of the nervous system and send them to neurons in another region.

b) by what effect they have on their target cells:

- i. excitatory neurons, which have a stimulating effect on nerve signal generation
 - ii. inhibitory neurons, which have an inhibitory effect on nerve signal generation
- (Kvelling & Gerickes, 2021, s. 16)

Som vi ser i sitatet over deles nerveceller i hvor de tar imot og sender signaler (a) og etter hvilken effekt de har på sin målcelle (b). Når de deles i hvordan de sender og mottar signaler, deles det i fire grupper. Sensor nevroner, som tar imot signaler utenfra nervesystemet som lyd, lys og berøring, og omformulerer det til nervesignaler og sender de til sentralnervesystemet (Sand & Toverud, 2018, s. 139-140). Sand & Toverud (2018, s. 164-166) bruker begrepet sansecelle, og forklarer at disse cellene omformulerer stimuli til

elektriske signaler som sendes videre i nervesystemet, ulike typer stimuli har ulike sansereseptorer, som for eksempel reseptorer som oppfatter lys i øyet, eller reseptorer i huden som registrerer trykk/berøring/smerte. De neste er motor nevroner, som tar imot signaler fra sentralnervesystemet og sender signalene videre til muskler og kjertler (Sand & Toverud, 2018, s. 140). Det tredje er lokale internevroner, som tar imot og sender signaler i en spesiell region av nervesystemet. Og det siste er projeksjonsinternevroner som tar imot signaler fra en region og sender de videre til en annen region. Den andre måten å dele nevronene i er hvilken effekt de har på sin målcelle, og denne kan deles i to. Her har man eksitatoriske nevroner, som har en stimulerende effekt på generering av nervesignaler. Og så har man inhibitoriske nevroner, som har en hemmende effekt på generering av nervesignaler. Et nevron vil enten virke stimulerende eller hemmende på sin neste målcelle, som enten gjør at signalet kan gå videre eller at signalet vil bli stoppet og da ikke bli sendt videre (Sand & Toverud, 2018, s. 119).

Det neste er prinsipp 8 som går på nervesignalet:

8. The typical nerve signal is generated by neurons and consists of three types of pulses:

a) Graded electrical pulses (receptor potentials and synaptic potentials) which primarily flow from the dendrites to the beginning of the axon.

b) Ungraded electrical pulses (action potentials) which primarily flow from the beginning of the axon to the axon terminals.

c) Graded chemical pulses which primarily flow from the axon terminals, over an extracellular gap, to the dendrites of a receiving neuron. The chemical pulses propagate much slower than the electrical pulses. (Kvello & Gerickes, 2021, s. 16)

Dette prinsippet går på signalet et nevron sender, hvilke typer impulser det sender. Den første typen impuls er graderte elektriske impulser, som hovedsakelig går fra en dendritt og til begynnelsen av aksonet. Den andre typen er ugraderte impulser, som er impulsene som går fra starten av aksonet og til aksonterminalen. Det siste signalet er graderte kjemiske impulser som går fra der det forrige signalet sluttet, over en synaptisk kløft og så videre til dendritten til den mottagende nervecellen. (Sand & Toverud, 2018, s. 117-120). Disse tre typene impulser utgjør til sammen hvordan et signal forplanter seg gjennom en nervecelle og videre til neste nevron.

Det tiende prinsippet går ut på at nervesignaler passerer fra et nevron til det neste over steder som kalles synapser, som er spesialiserte soner for kommunikasjon mellom nevroner. *"Nerve signals pass from one neuron to the next at locations called synapses which are specialized zones for communication between neurons."* (Kvello & Gerickes, 2021, s. 16). Sand og Torverud (2018, s. 116-117) skriver at nervesystemet overfører informasjon ved hjelp av elektriske impulser, disse elektriske impulsene blir sendt over koblingspunkter som kalles synapser, som er hvor nevroner sender og mottar informasjon fra andre nerveceller. Dendrittene tar imot signaler og leder de mot aksonet, og aksoner er de som sender signalet over til neste celle (Sand & Toverud, 2018, s. 113).

Prinsipp 13 handler om at nevroner kan motta både eksitatoriske og inhibitoriske signaler, men kan vanligvis bare sende ett av dem videre til sine målceller. *"A neuron can receive both excitatory and inhibitory signals but can usually send only one of the types, excitatory or inhibitory, to all its target cells."* (Kvello & Gerickes, 2021, s. 17).

Det siste prinsippet som er relevant, er prinsipp 14:

Neurons are connected in networks, but each neuron makes synapses with specific target cells, not with every cell around them. Thus, a nerve signal from a given neuron will only pass to a selected group of target cells rather than to all its neighboring cells. (Kvello & Gerickes, 2021, s. 17)

Dette går ut på at nevroner er koblet sammen i nettverk, men hvert nevron danner synapser med spesifikke målceller, ikke med alle celler rundt dem. Et nervesignal fra et gitt nevron vil bare sendes videre til utvalgte grupper av målceller heller enn til alle sine nabonevroner (Sand & Toverud, 2018, s. 114).

3. Metode

I denne delen vil jeg presentere metoden for innsamling av datamateriale til min masterstudie, forskningsdesign og hvordan jeg har analysert datamaterialet som er blitt samlet inn for å svare på forskningsspørsmålene og problemstillingen. Etske faktorer blir også vurdert i denne delen. Deler av dette kapittelet er hentet fra min eksamensbesvarelse i MGLU5208, høsten 2023.

3.1 Forskningsdesign og utvalg

Forskningsdesign handler om hvilke rammeverk som er valgt når det kommer til metode, og teknikker som forskeren velger å benytte seg av (Andersson-Bakken & Dalland, 2021, s. 94). I dette prosjektet har jeg benyttet meg av Think-aloud gruppediskusjon med 3 og 3 elever, og en spørreundersøkelse for å samle inn datamateriale, disse to metodene vil være med på å støtte opp hverandre. Disse metodene vil kunne bidra til å svare på problemstillingen og forskningsspørsmålene mine som handler om hvilket læringsutbytte elevene kan danne seg ved hjelp av fri utforskning av modellnevronene. Læringsutbytte i denne studien knyttes til hva av det elevene finner ut og uttrykker som kan knyttes til kunnskap om nervesystemet.

3.1.1 Studiets forskningsdesign

Dette studiet vil ha trekk fra fenomenologiske- og case-studier. En fenomenologisk studie bygges rundt mennesker sine erfaringer og forståelse av et bestemt fenomen, og hvordan utforske og beskrive dette (Christoffersen og Johannessen, 2012, s. 99). Dette ser man igjen i oppgaven ved at hensikten med er å få innsikt i elevens forståelse, måter å beskrive og erfaringer de har gjort seg med modeller i utforskningen av modellene. Fenomenet i denne studien vil da være modellene av nerveceller, hvor jeg ønsker å få innsikt i hva forståelsen til elevene rundt dette temaet er etter å ha jobbet med dem. Det finnes også trekk fra case studie ved at empiriske data blir samlet gjennom intervju, og hvor deler av forskningen skjer i et spesielt tilfelle eller case som i dette tilfellet under og etter selve utforskningen. Studiet passer ikke inn i alle aspektene ved en case studie ettersom at data ikke skal bli samlet inn over korte eller lengre perioder, som Christoffersen og Johannessen (2012, s. 110) har som en av aspektene ved en case studie.

Andersson-Bakken & Dalland sier at forskningsdesign er en overordnet metodisk plan for forskningen som skal utføres (2021, s.21). I min studie ønsker jeg å svare på en problemstilling og forskningsspørsmål som er knyttet til hvilket læringsutbytte elevene kan få av å jobbe med nervecellemodellene på egenhånd, og om erfaringene de gjør seg kan

knyttet direkte eller indirekte opp imot kunnskap om nervesystemet. For å besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene deler jeg studien inn i ulike steg:

1. Jeg har satt meg inn i relevant forskning
2. Neste steg var å lage en spørreundersøkelse,
3. Så utarbeidet jeg en guide for å gjennomføre datainnsamlingen
4. Gjennomføre datainnsamlingen, det inkluderer å gjennomføre gruppediskusjoner og gjennomføre spørreundersøkelsen i etterkant av utforskingen.
5. Det siste steget var å analysere materialet som ble samlet inn,

3.1.2 Kvalitativ metode

I forskningen skiller det ofte mellom to metoder, kvalitativ og kvantitativ metode.

Kvantitativ metode baserer seg på tall data og beskriver virkeligheten gjennom tabeller og tall, og kvalitativ metode baserer seg på data i form av tekst, som for eksempel en transkripsjon av intervjuer (Ringdal, 2018, s. 24). Andersson-Bakken og Dalland (2021, s. 91) sier at kvalitative metoder ikke rettes inn mot å finne årsakssammenhenger, men kan bidra til forståelsen av hvordan verden oppfattes, og hvilke relasjoner som betyr noe.

Jeg bruker en think-aloud gruppediskusjon som en av to måter for å samle data til studiet. Dette vil kunne gi innsikt i elevens tanker når de utforsker nervecellemodellene. Elevene utforsker modellene og får si hva de tenker høyt gjennom utforskingen, dette gir da innsikt i tankeprosesser og elevene sin bearbeiding av det de oppdager. Think-aluod som metode gir data om læring i sann tid. Eccle (s. 3) belyser att denne metoden gir kvalitative data, men er ofte oversett av forskere som jobber med kvalitativ forskning.

I tillegg tar jeg også i bruk en spørreundersøkelse for å samle inn data i denne oppgaven. Et spørreskjema hører typisk til i kvantitativ metode og kan innebære både åpne og lukkede spørsmål (Larsen, 2017, s. 51). Men siden spørsmålene jeg stiller kun er åpne spørsmål og svarene jeg fikk kan kategoriseres med de samme kodene jeg bruker i analysen av transkripsjonene av utforskingene, blir dette også nærmere en kvalitativ metode. Å ta i bruk flere datakilder eller metoder for å undersøke samme fenomen eller forskningsspørsmål kalles triangulering (Andersson-Bakken & Dalland, 2021, s. 50). Dette gir studien økt validitet ved at metodene kan utfylle og bygge på hverandre.

3.1.3 Utvalg

For å svare på problemstillingene har jeg besøkt to klasser på samme skole hvor jeg har gjennomført opplegget for å samle data. Innsamlingen har foregått i sjette trinn på en skole på vestlandet, skolen er en skole hvor jeg har kontakter fra før av. Skolen er en bygdeskole

som i utgangspunktet ikke har noen spesiell satsning på realfag. I klassene jeg gjennomførte datainnsamlingen min var det totalt 42 elever, hvor det var ganske jevn fordelt av jenter og gutter. Utvalget består av to klasser jeg ikke har noen kjennskaper til fra før av, dette kan være positivt for validiteten av studiet ved at elevene ikke har relasjoner til meg fra tidligere som kan ha en innvirkning på hvor seriøst elevene i gruppen tar prosjektet. Om jeg tidligere har vært inne i disse gruppene som en vikar eller lignende kan dette gjøre at elevene ikke ville sett på meg som en forsker.

I læreboken som skolen bruker er ikke nervesystemet ett av temaene som blir tatt opp. Elevene har tidligere ikke jobbet med nervesystemet, noe som jeg har satt som ett av kravene for at klassen skal passe for å delta i studiet, da jeg ønsker å se på læringsutbytte av modellene i seg selv og ikke hvordan elevene kan knytte kunnskap de allerede har til det å bruke modellene.

Det var totalt 31 som takket ja til spørreundersøkelsen og jeg fikk inn 30 svar. Det var 3 grupper med 3 elever som deltok i think-aloud diskusjonen som ble filmet og tatt lydopptak av, 5 jenter og 4 gutter. På forhånd hadde jeg gitt klassens lærere informasjon om hvilke typer elever jeg ønsket til denne gruppediskusjonen. Disse kravene var at jeg ønsket elever av begge kjønn, litt variert kunnskapsnivå og at det var elever som var litt muntlig aktive så jeg hadde mulighet til å samle godt datamateriale gjennom utforskingen.

3.2 Litteratursøk

Det første trinnet i metoden er et litteratursøk. Her begynte jeg med å sette meg inn i relevant forskningslitteratur og fagtekster som kan gi meg en forståelse for metoden jeg har valgt å bruke, bruk av modeller i naturfag/biologi, undervisning om aktuelt tema og litteratur om ulike læringsteorier. Jeg har funnet litteratur gjennom søk på Google Scholar, oria.no, fagbøker fra tidligere i studieløpet, gjennom litteratur jeg har fått anbefalt fra veileder og studier veileder tidligere har vært en del av.

Før jeg begynte å skrive teoridelen som er presentert i kapittel 2, utformet jeg en spørreundersøkelse og retningslinjer for gjennomføringen av think-aloud aktiviteten (se delkapittel 3.3 og 3.4). Litteraturen jeg har endt opp med kan knyttes til læringsmål og kjerneelementer fra LK20 (Utdanningsdirektoratet), jeg presenterer litt læringsteori, jeg går så inn på modeller og bruk av modeller i undervisning, jeg har også satt meg inn i kunnskap om nervesystemet hvor Sand & Toverud (2018) blir benyttet i tillegg til prinsippene Kvello & Gerickes (2021) har utviklet. Litteratursøket har foregått jevnt gjennom hele utviklingen av

denne oppgaven, dette fordi jeg etter hvert har funnet ut at jeg har behov for å trekke inn litteratur som jeg tidligere ikke har tenkt på.

3.3 Utforming av spørreundersøkelse

Å utforme spørreundersøkelsen er det neste leddet i denne oppgaven. Spørreundersøkelsen er blitt utformet med bakgrunn i hva jeg ønsket å få svar på gjennom forskningsspørsmålene og problemstillingen min. Spørreundersøkelsen ble delt ut til de elevene som takket ja til å delta. Spørsmålene handler om hva elevene har funnet ut gjennom å utforske modellene, og er sortert fra mest konkret til mer og mer abstrakt. Det at spørsmålene starter konkret gjør at det ikke skal bli for vanskelig for elevene å komme i gang med spørsmålene, og jo lengre elevene tenker over det de har jobbet med jo lettere vil det bli å svare på de litt mer abstrakte spørsmålene. Spørreundersøkelsen baserer seg på hva elevene har funnet ut om modellene, og hvilke oppfatninger de sitter igjen med, grunnen til dette er at jeg ønsker å skape et bedre grunnlag i datamaterialet og for å validere det som blir sagt gjennom selve utforskningen.

Det første spørsmålet på spørreundersøkelsen er: *Hva ligner modellene på?* Med dette spørsmålet ønsket jeg å få innsikt i hva elevene assosierer med modellene. Dette for å kunne se om det elevene assosierer modellene med henger sammen med andre aspekter av deres forståelse. Det andre spørsmålet i undersøkelsen er: *Hvordan ser de ut?* Dette spør jeg for å få ett innblikk i hva elevene har sett på som viktig nok ved modellene til å trekke frem. Spørsmål tre er: *Hvilke deler består modellene av?* Her var baktanken å se om elevene ville anerkjenne de tre ulike delene av en nervecelle. Så disse tre første spørsmålene går på det anatomiske ved et nevron. Det fjerde spørsmålet er: *Hvordan vil du forklare at de fungerer?* Her begynner spørsmålene å bli mer abstrakte, og formålet med dette spørsmålet er se hva elevene har funnet ut under sin utforsking. Dette og det neste spørsmålet er rettet mer mot de fysiologiske aspektene ved en nervecelle og nervesystemet. Det fjerde spørsmålet er: *Hva har du funnet ut gjennom å utforske modellene?* Her som ved det forrige var tanken å få en dypere forståelse for hva elevene har tilegnet seg forståelse for. De to neste spørsmålene er: *Har du noen ideer om hva disse kan brukes til?* og *Tror du disse tingene forestiller noe? I så fall, hva tror du?* Disse spørsmålene ble stilt for å få et innblikk i hvilke ideer elevene har om hva dette kan være. Dette spurte jeg for å se om jeg ville få noe mer data som kunne være nyttig å ta med som jeg ikke hadde tenkt over på forhånd. Det siste spørsmålet er: *Hvordan synes du det var å jobbe med modellene?* Dette spørsmålet ble stilt for å få en forståelse for hvordan

modellene var å jobbe med. Utformingen av spørreundersøkelsen ligger vedlagt som vedlegg A.

3.4 Utvikle og gjennomføre think-aloud gruppediskusjon

Det neste trinnet er å utvikle opplegget som skal legge grunnlaget for datainnsamlingen, opplegget er laget med bakgrunn i det jeg har funnet gjennom litteratursøket. Her utviklet jeg meg en guide som skulle hjelpe meg å huske hva som var viktig å huske under gjennomføring. Guiden med plan og punkter er blitt utviklet med bakgrunn i relevant forskningslitteratur som handler om think-aloud metoden, og med bakgrunn i at jeg som forsker ikke skal avsløre noe om modellene. Dette gjør jeg fordi jeg ønsker å redusere antallet variabler som kan påvirke det jeg ønsker å undersøke, siden jeg ser på utbytte elevene får av modellene i seg selv og ikke ut ifra hva som blir fortalt.

Guiden har notater til meg selv om hva jeg må huske å si før utforskningen setter i gang. Gjennomføringen av gruppediskusjonen blir nærmere beskrevet i kapittel 4, der vil jeg også begrunne og forklare valg som er tatt i utformingen av diskusjonen og guiden.

3.5 Datainnsamling

Datamaterialet i denne studien vil bestå av tre gruppediskusjoner og ett spørreskjema, der diskusjonen er selve opplegget som blir kjørt med elevene hvor de utforsker modellene. Spørreundersøkelsen blir gjennomført i etterkant av at alle elevene har vært igjennom en diskusjonsrunde. Jeg vil her beskrive innsamlingen av datamaterialet som er benyttet til å besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene mine.

3.5.1 Think-aloud diskusjonens struktur

Reinhart et al. (2022 s. 103) tar opp at think-aloud metoden kan være en form for intervju og at når man velger spørsmål er det viktig å velge spørsmål som innebærer problemløsning. Think-aloud diskusjonen i denne studien har i teorien kun ett hovedspørsmål, som du kan lese mer om i kapittel 4.

Think-aloud diskusjonene kan bli sett på som en form for intervju, hvor elevene jobber med å utforske modellene. Intervju kan være strukturert, semistrukturert og ustrukturert (Andersson-Bakken & Dalland, 2021, s. 95). Ustrukturert intervju er som navnet tilsier ikke strukturert, man har en oversikt over tema man vil dekke, i semistrukturerte intervjuer har man ofte noen hovedspørsmål, men rekkefølgen er ikke satt og utdypninger og

oppfølgingsspørsmål er sentrale, i strukturerte intervjuer er det lite fleksibilitet og intervjuet kan gjerne oppleves mer formelt, det vil være behov for å bruke ulike intervju typer i ulike studier (Andersson-Bakken & Dalland, 2021, s. 95).

Det er vanskelig å si hvilken type intervju dette er ettersom at det i hovedsak kun er ett spørsmål som er tema for diskusjonen. Dette intervjuet vil på et vis bli ett semistrukturert intervju ettersom at det er et spørsmål/tema som blir stilt helt i begynnelsen som hele diskusjonen går rundt, men det kan også bli sett på som et ustrukturert intervju ettersom at elevene får snakke helt fritt om det de observerer under utforskingen. Ellers har jeg en guide med kommentarer og spørsmål som kan sette i gang eller føre diskusjonen mellom elevene videre. Det er derfor ingen satt rekkefølge på guiden, men som forsker må man ta et valg for hvordan man kan føre diskusjonen videre om den stopper opp.

Guiden vil være et hjelpemiddel for meg, så jeg har noe å gå videre med, samtidig som at jeg må være obs på at jeg ikke skal avsløre noe om modellene ettersom at det er det elevene oppdager ved de som er det viktige. Ifølge Andersson-Bakken & Dalland (2021, s. 96) skal spørsmålene i et semistrukturert intervju være åpne, fordi dette gir elevene en mulighet til å uttale seg om det de ønsker innenfor temaet spørsmålet handler om.

3.5.2 Selve diskusjonen

Som skrevet tidligere er diskusjonen selve opplegget som gjennomføres. Diskusjonen foregikk på et lukket rom inne på skolen, dette for å få minimalt med forstyrrelser fra utenforstående faktorer. Hver diskusjon foregikk i ca 12-15 min. Diskusjonen ble filmet for at datamaterialet skulle bli så presist som mulig, og slik at jeg også hadde mulighet til å observere utforskingen, heller enn å skulle notere ned alt som skjer.

Før diskusjonen ble satt i gang forklarte jeg elevene at dette ikke handler om deres kunnskap og at jeg av den grunn ikke er ute etter noe som er rett eller galt, men ønsker å se hva elevene får ut av å jobbe med modellene.

3.5.3 Etterarbeid av diskusjonene og spørreskjemaene

Videoopptakene ble transkribert, for å gjøre materialet egnet for videre analyse. Jeg transkriberte selv videoene, ettersom at dette ga meg en mulighet til å bli godt kjent med datamaterialet mitt før jeg satte i gang med selve analysen. For å best mulig ivareta elevenes anonymitet er materialet bli transkribert til bokmål og elevene har fått fiktive navn i transkripsjonene, disse fiktive navnene er videre brukt i utdrag fra utforskingen i resultat delen av denne oppgaven.

Jeg transkriberte også svarene jeg fikk på spørreskjemaene for å lettere kunne få en oversikt over alle svarene. Etter hvert som jeg transkriberte utviklet jeg meg koder for ulike situasjoner, disse blir forklart i tabell 1. Gjennom resultatdelen vil bli deler av transkripsjonen bli presentert hvor disse kodene er blitt benyttet.

Tabell 1 Oversikt over transkripsjonskoder, og hva de betyr. For å forstå sitater som senere blir presentert i resultatdelen.

Transkripsjonskode	Forklaring
...	Nøling eller kort pause i opp til tre sekunder
(...)	Pause på over tre sekunder
(tekst)	Non-verbale handlinger, f.eks (peker på), (pil til)
[tekst]	Tilleggsinformasjon til sitat for at det skal gi mening, f.eks. Den blir rød [hvit modell etter en svart] den blinket helt rødt.
[...]	Svaret fortsetter, men er irrelevant og derfor utelatt

3.6 Analyse

I dette delkapittelet vil jeg beskrive og ta for meg hvordan jeg analyserte og tolket transkripsjonene av diskusjonene og spørreskjema. Jeg har benyttet meg av koding, som ifølge Anderson-Bakken og Dallan (2021, s. 268) er en av mange måter å analysere data på. Jeg har hentet inspirasjon fra Braun og Clarke (2022) sin definisjon av analytisk tolkning og stegvis deduktive induktive (også kalt SDI) som er beskrevet av Tjora (2017, s. 18). Selve kodingen er blitt gjort i tre steg, åpen koding, kodegrupperinger og utvikling av hovedtema. Både transkripsjonene fra spørreskjema og utforskingen er blitt analysert på samme måte og med de samme kodene.

Det første steget i analysen var åpen koding. Her gikk jeg gjennom alle transkripsjonene og satte koder som beskrev hva hvert enkelt utsagn handlet om. I dette steget ble det veldig mange ulike koder, som var veldig spesifikke. Et utsagn som "Modellene ligner på hender " fikk koden hånd, ettersom at det er hovedbudskapet i utsagnet, og utsagnet "Modellene ligner på noen armer med noe elektrisk på tuppene " ble delt opp og fikk både koden hånd og elektrisitet. Ifølge Andersson-Bakken & Dalland (2021, s.266) er det viktig at de kategoriene som blir benyttet er nyttige i forhold til det vi ønsker å undersøke. Kategoriene ble derfor videre delt inn etter hva forskningsspørsmålene mine handlet om. Dette førte til

at jeg videre gikk gjennom alle kodene jeg laget meg i første steg og sorterte kodene, her sorterte jeg ut alle kodene som på en eller annen måte kunne knyttes til noe som handlet om nervesystemet, ettersom at det er det aspektet av elevenes læring jeg ønsker å finne ut av, resterende datamaterialet ble ikke ansett som relevant i denne studien. Videre dannet jeg meg empirinære koder som jeg sorterte de ulike utsagnene under, her endte jeg opp med to hovedtemaer, disse er: Anatomi og fysiologi.

Under det første hovedtemaet delte jeg kodene inn i grupper som handler om nervecellers anatomi og nervenetts anatomi. Det andre hovedtemaet ble fysiologi og under dette fikk jeg kodegruppene trykk og berøring, og mottar, sender og stopper signal. Hver av disse kodegruppene ble omformulert til spørsmål for å forstå hva kodegruppen innebærer. Disse spørsmålene er blitt underoverskrifter i resultat og diskusjonskapitlene. Dette er presentert under i tabell 2.

Tabell 2 En oversikt over hovedtemaene og de ulike kodegruppene under hvert tema

Hovedtema	Kodegruppe
Anatomi	Nervecellen: <i>Hvilken kunnskap kan nevronmodellene bidra med på nervecellenivå?</i>
	Nettverk: <i>Hvilken kunnskap kan nevronmodellene bidra med på nettverksnivå?</i>
Fysiologi	Sender, tar imot og stopper signaler: <i>Hvilken kunnskap kan nevronmodellene bidra med om spredningen av nervesignaler?</i>
	Trykk og berøring: <i>Hvilken kunnskap kan nevronmodellene bidra med om hvor nervesignalet starter/hva som utløser nervesignaler?</i>

3.7 Etske faktorer

Denne studien er gjennomføres i tråd med Sikt (tidligere Norsk senter for forskningsdata) og NESH (Den nasjonale forskningsetiske komite) sine retningslinjer for oppbevaring og håndtering av personopplysninger til forskningsdeltagere. Studien er meldt inn til Sikt og er blitt godkjent (saksnummer 880652, se vedlegg B) før innsamlingen av data begynte.

Det er mye som må tåss i betraktning når det er barn som er involvert i forskningen. Ifølge Sikt (u.å) er det de foresatte som gir det juridiske samtykket på vegne av sitt barn, men det er også viktig at barnet har et ønske om å delta. For at barna skal kunne gjøre seg opp

en mening om de vil delta eller ikke må de få tilstrekkelig med informasjon som de kan forstå, derfor er det utviklet et informasjonsskriv rettet mot elevene med alt de trenger å vite om prosjektet, samt et samtykkeskjema som foresatte skriver under på. Dette ble utformet basert på maler utarbeidet av Sikt. I skrivet fikk elevene informeres om studiets formål, hvilke metoder for datainnsamling som vil bli brukt, deres rettigheter og hvordan datamaterialet vil bli behandlet. Disse skrivenne ligger som vedlegg C og D.

Ettersom at forskningen skal foregå i en diskusjonssituasjon, men ikke i selve undervisningen, er det viktig å få frem hva som er undervisning som alle elevene skal kunne være med på og hva som er en del av forskningen. Selve utforskningen av modellene er ikke en del av forskningen, med unntak av de tre gruppene som er blitt filmet. Elevene som med foresattes samtykke takker ja til å delta i diskusjonen vil som sagt utføre denne i grupper på 3 og 3 på et eksternt rom. Alle elevene i klassen ble derfor med på selve utforskningen. Alle elevene som med foresattes samtykke takket ja til å svare på spørreundersøkelsen, fikk i etterkant av utforskningen svare på den.

Ifølge Sikt (u.å) er det viktig å få tydelig frem at det er frivillig å delta. Ettersom at det også er viktig at elevene også får mulighet til å bestemme om de ønsker å delta eller ikke fikk de elevene som lærer plukket ut til å delta i den filmete diskusjonen spørsmål om de ønsket å delta eller ikke. På spørreundersøkelsen var det også et spørsmål først om man ønsket at sine svar skulle kunne bli brukt i dette forskningsprosjektet som elevene anonymt kunne krysse av med ja eller nei.

Alt av data som ble samlet inn er blitt behandlet konfidensielt og anonymisert når det er brukt i oppgaven. Alle informantene har fått fiktive navn i arbeidet med transkripsjon for å ivareta elevenes anonymitet. Etter at forskningsprosjektet ble avsluttet er lydopptak og film av diskusjonen blitt slettet, slik at det jeg sitter igjen med er den transkriberte versjonen av diskusjonen

4. Utforskendeopplegg for datainnsamling

I dette kapitlet vil jeg ta for meg bakgrunnen for opplegget og en detaljert beskrivelse av hvordan innsamlingen ble gjennomført. Jeg vil starte med å ta for meg konteksten, der jeg beskriver bakgrunnen for opplegget og redegjør for modellene som er fokuset for oppgaven. Videre vil jeg beskrive gjennomføringen i detalj. Jeg vil underveis begrunne valgene som er blitt gjort gjennom planleggingsprosessen.

4.1 Bakgrunn til opplegget

4.1.1 Think-aloud metode

Under utformingen av opplegget har jeg tatt utgangspunkt i think-aloud metoden som jeg allerede har nevnt litt om tidligere. Denne metoden å samle data på baserer seg på at deltagerne i studiet bruker problemløsnings evner (Reinhart et al. 2022, s. 103), samtidig som de forteller hva de tenker gjennom prosessen. Reinhart et al. (2022) går flere ganger inn på hvordan think-aloud kan brukes for å avdekke misoppfatninger eller problemer med måter man stiller spørsmål i intervjuer, men man kan også bruke diskusjonen slik at man får et overblikk over hva elevene oppfatter og oppdager gjennom sin utforsking av modellene. Gjennom denne oppgaven vil gjennomføringen av think-aloud metoden bli referert til som utforskingen.

Ved å bruke think-aloud kan jeg få innsikt i hvordan elevene tenker. Jeg har også mulighet til å få elevene til å forklare dypere hva de mener om de sier noe som trenger dypere forklaring under selve utforskningen. Think-aloud gir muligheten til å oppdage mye mer av hva elevene oppfatter om modellene i sann tid, i stede for at de skal sitte og tenke tilbake på hva de gjorde og så fortelle gjennom et intervju. Man får ett innblikk i inntrykkene elevene får i sann tid og har derav mulighet til å avdekke flere aspekter ved det å bruke modellene, enn om man stiller fagrelaterte spørsmål som vinkler elevene inn på en spesiell retning.

Think-aloud metoden er blitt brukt i kombinasjon med en spørreundersøkelse. Diskusjonen gir et innblikk i elevenes tanker der og da når de jobber med modellene, og spørreundersøkelsen vil være med på å sette de forbipasserende tankene sammen til en mer helhetlig forståelse. Eccles (s. 5) tar opp at tanker fort flyter forbi og hvordan man får lite innsikt i hvordan disse tankene fungerer for å skape den forståelsen man deretter lager seg. Ved å bruke en kombinasjon av denne metoden og en spørreundersøkelse vil jeg få bedre innsikt i utbytte elevene har av å jobbe med disse modellene.

Tidligere i kapitlet tok jeg opp Reinhart (2022) sitt poeng med at dette er en metode som innebærer problemløsning. Elevene som har deltatt i dette studiet har derfor blitt stilt spørsmålet: *Hva kan du finne ut om disse modellene ved å utforske de?* Dette ble da hovedspørsmålet i denne think-aloud diskusjonen. Jeg velger også å ikke gi elevene noen informasjon om modellene på forhånd, annet enn at dette er noen nylig utviklede modeller som ikke så mange har prøvd ut enda. Grunnen til dette er at jeg ønsker å se på læringsutbyttet elevene kan få med minst mulig påvirkning fra andre faktorer enn modellene og diskusjonene de har med hverandre igjennom utforskingen.

Jeg kunne holdt er undervisningsopplegg om nervesystemet for så å la elevene jobbe med modellene, men da kan den kunnskapen elevene viser at de har fått på spørreundersøkelsen og i gruppediskusjonen like så gjerne komme fra det jeg har fortalt dem, og ikke fra det å jobbe med modellene. Og jeg ønsker så lite påvirkning som mulig fra disse faktorene. Derfor velger jeg å se på læringsutbytte modellene i seg selv kan gi gjennom fri utforsking, for så å analysere dette opp imot kunnskap om nervesystemet for å se om noe av det elevene får ut av modellene kan knyttes direkte eller indirekte opp imot dette.

4.1.2 Nervecellemodellene

Modellene som benyttes i forskningsprosjektet er noen ganske nyutviklede modeller som er ment som en læringsressurs som lærere skal kunne benytte i sin undervisning, de er visuelle konkrete som skal etterligne nerveceller. De er blitt utviklet i et prosjekt på NTNU som heter "Å bygge hjernen". I delkapittel 2.2.1 står det om kategorier av modeller, etter Mathiasens (2008) kategorier, vil jeg sette denne modellen under analoge modeller. Fargevalg og materiale er med på å fremheve ulike egenskaper ved modellene. De hvite modellene er eksitatoriske nevroner, og de svarte modellene forestiller inhibitoriske nevroner. Nevronene er utstyrt med elektronikk som gjør det mulig for modellene å sende lyssignaler, dette viser egenskapen med sending av elektriske impulser i et nettverk av nerveceller. Nerveceller sender signaler i nettverk, men blinkingen som disse modellene gjør er ikke noe nerveceller i virkeligheten gjør, blinkingen er en visualisering for hvordan signalene beveger seg. Modellene har alle lik størrelse, men i virkeligheten kan det være stor forskjell på størrelse mellom nevroner. Nevronmodellene har en aksonende, men det er også utviklet ekstra koblinger som gjør at signalet kan sendes videre til flere enn kun en målcelle. Hvordan modellnevronene ser ut kan du se i figur 2.

Modellene kan demonstrere enkelte av de prinsippene som er blitt utviklet i Kvello & Gericke (2021) sin artikkel om kunnskap som ansees som viktig å undervise om innen nervesystemet. Disse modellene kan illustrere hvordan nerveceller bygger opp et nettverk, de illustrerer også hvordan signaler kan sendes rundt ved at et lys sendes gjennom kjeden som er bygget, og hvordan enkelte celler er med på å stoppe disse signalene ved at lyset blir rødt og stopper. Modellene kan også gi en forståelse for hvilke deler en nervecelle er bygget opp av ved å studere anatomien til modellen. Alle disse egenskapene modellene har kan knyttes til en eller flere av læringsprinsippene av Kvello & Gericke (2021) som ble presentert i kapittel 2.3.1.



Figur 2 Bilde av modellene som er beskrevet og brukt i dette prosjektet

4.2 Plan for gjennomføring

Tabell 3 : Kompetansemålene er hentet fra Utdanningsdirektoratet, forklaringene på hvordan disse målene spiller en rolle i opplegget er utviklet av meg ut ifra kompetansemålene.

Kompetansemål	Hvordan spiller dette inn
Bruke og vurdere modeller som representerer fenomener man ikke kan observere direkte, og gjøre rede for hvorfor det brukes modeller i naturfag	- Elevene utforsker modellene og formidler sine tanker etter hvert som de dukker opp.
Gjøre rede for noen av kroppens organsystemer og beskrive hvordan systemene virker sammen	- Modellene er av nerveceller og uten at elevene er klar over det vil de kunne utvikle en overordnet forståelse for hvordan nervesystemet fungerer.

Tabell 4 Tidsplan for gjennomføring av utforskning og datainnsamling før innsamlingen ble gjennomført

Tid	Hva gjøres
10 min	Oppstart og introduksjon Plan for timen Hva legges i å tenke høyt
30 min 10-15 min per gruppe	Gruppediskusjoner Gjentar noe av det som ble sagt i introduksjonen Elvene utforsker modellene De som er igjen i klasserommet jobber med noe læreren legger opp til
10 min	Resten av klassen gjør utforsking De som har gjort utforskingen begynner å svare på spørreskjema
Ca 15 min	Fylle ut spørreskjema for de som deltar i forskningen Resterende elever jobber med det læreren velger

Datainnsamlingen ble gjennomført i to klasser på 6. trinn på samme skole, to timer etter hverandre. Hver økt var på 60 min og hver klasse hadde ca 20 elever. I den første runden var det to grupper hvor utforskingen ble filmet, og i den andre var det en gruppe som ble filmet. Tidsfordelingen ble derfor litt ulik for de to klassene, dette skriver jeg mer om i avsnitt 4.2.1

I forkant av gjennomføringen, prøvekjørte jeg diskusjonen og spørsmålene i spørreundersøkelsen familiemedlemmer i ulike aldre, fra barneskole til godt voksne. Dette gjorde jeg for å få en liten forståelse for hvordan datainnsamlingen ville gå og for å forberede meg selv på hvilken respons jeg vill få og ha mulighet til å tenke gjennom hva jeg burde si og ikke si.

4.2.1 Gjennomføring

Begge timene begynte med en liten introduksjon av meg og hva det er jeg gjør. Jeg forklarte så hva det var vi skulle gjøre og viktigheten av det å tenke høyt gjennom utforskingen.

Etter dette begynte selve utforskingen av modellene. I begge øktene startet vi med 3 elever som skulle gjennomføre en think-aloud diskusjon foran kamera. I den første økten var det to grupper som skulle filmes, og i den andre økten var det bare en gruppe. Disse rundene

med film ble gjennomført på et eget rom, og resten av klassen så på en dokumentar om naturen som læreren hadde plukket ut.

Under selve utforskingen sa jeg så lite som mulig for å ikke påvirke diskusjonen i noen retning. Om noen av elevene ble litt stille kom jeg med påminnelser om at de måtte huske å tenke høyt. I den første økten brukte jeg ca 25 min på de gruppene som ble filmet, og i den andre økten brukte jeg 15 min. Etter filmingen returnerte vi til resten av klassen og herifra er det litt ulikheter i hva som ble gjort i de to øktene så hver økt vil få sitt avsnitt under. De gruppene som ble filmet fikk 20-25 modeller til rådighet under utforskingen, når resten av klassen utførte utforskingen fikk hver gruppe 10-15 modeller, dette fordi jeg hadde et nokså begrenset antall modeller tilgjengelig.

I den første økten hvor to grupper ble filmet satte jeg igjen med 20 min. De elevene som hadde gjort utforskingen fikk utdelt spørreskjema og satte seg for å svare på det. Resten av klassen fikk nå begynne å utforske og gjorde dette til det var 10 min igjen av timen før de begynte å svare på spørreundersøkelsene. Dette resulterte i at ikke alle ble helt ferdig med å svare på alle spørsmålene da 10 min var litt knapp tid for flere elever. Elevene var naturlig nok nysgjerrige på hva det var de hadde jobbet med, men måtte vente til etter at den andre klassen hadde gjennomført opplegget også før de fikk vite noe.

I den andre økten hvor det bare var en gruppe som ble filmet hadde vi 35 min igjen etter at filmgruppa var ferdig. Her satte jeg i gang resten av klassen med utforskingen, og de tre elevene som hadde gjort utforskingen gjorde jeg en avtale med om at de ikke skulle røpe noe om modellene, så de ble mine hjelpere og gikk litt rundt i klassen og så litt på hva de andre gjorde og minte medelevene sine på at de måtte tenke høyt også slik jeg hadde gjort under deres utforsking. Når det var 20 min igjen samlet jeg inn modellene og de fikk utdelt spørreskjema og satte seg for å svare.

I begge øktene samlet læreren inn spørreskjemaene til de som hadde levert samtykkeskjema for å kunne bruke i datamaterialet mitt. De elevene som ikke hadde levert samtykkeskjema leverte sitt til læreren slik at de ikke ble med i bunken jeg tok med meg.

Når det var 5 min igjen av den siste økten kom den første klassen inn i rommet, og de var veldig spente på å høre hva det var og om noen av de hadde vært inne på rett tanke. Så de siste 5 minuttene gikk til å forklare litt før jeg takket for at jeg fikk komme på besøk.

5. Resultater og analyse

Målet med denne studien er å finne ut hva modellene kan bidra med av kunnskap om nervesystemet for elever på 6. trinn. Dette svarer jeg på ved å se på hva elevene finner ut og uttrykker gjennom sin utforskning av nevronmodellene, hvor de ikke har utviklet seg grunnkunnskaper om nervesystemet på forhånd. Datamaterialet baserer seg på tre think-aloud utforskinger, samt er spørreskjema som ble svart på etter at utforskingene var gjennomført.

Transkripsjonene av filmopptakene og svarene på spørreundersøkelsen utgjør datamaterialet i studien. Etter analyse- og kodingsprosessen er det blitt utarbeidet 2 hovedtemaer som går under forståelse elevene viser for nervesystemet: (1) Anatomi og (2) Fysiologi. Disse hovedtemaene er blitt laget med utgangspunkt i empirinære koder fra transkripsjonen, se tabell 2 for en fullstendig oversikt over hovedtemaer og kodegrupper.

I dette kapittelet vil funnene fra analyseprosessen bli presentert. Kapittelet er delt i to delkapitler, som tar for seg hvert av hovedtemaene. Jeg vil ta for meg de ulike kodegruppene og hvilke funn som kan knyttes til disse, resultatene under hver kodegruppe vil bli presentert i gradvis med mer komplekst læringsutbytte. Jeg vil presentere data fra både spørreundersøkelsen og fra think-aloud diskusjonene, resultatene fra begge metodene bli presentert i samme del for å bygge på hverandre. Spørsmålene fra spørreundersøkelsen vil kunne gå igjen flere ganger gjennom resultatdelen, ettersom at det er litt variasjon i hvilke aspekter elevene drar frem i de ulike spørsmålene. Resultatdelen vil derfor ikke bli presentert i rekkefølge av spørsmålene i undersøkelsen, eller etter progresjonen i utforskingen, men heller bli presentert etter hovedtemaene og kodegruppene som ble utformet under analysen.

Jeg vil på slutten av hvert sitat merke med (*Utforskning*) eller (*Spørreundersøkelse*) for å presisere hvor utsagnet er hentet fra. Navnene elevene i diskusjonen har fått er fiktive navn, og siden spørreundersøkelsene er anonyme og er disse utsagnene blitt merket med *Elev* i stede for et navn.

5.1 Forståelse for nervesystemet

I denne studien har fokuset vært å kunne danne et bilde på hvilken forståelse elevene kan få av nervesystemet ved å gjennomfri utforsking jobbe med modellnevronene. Dette har jeg sett på ved å gå gjennom hva som kommer opp i diskusjonen, og også gjennom det elevene har svart på spørreskjema. Ved å se på om svarene direkte eller indirekte kan kobles til kunnskap om nervesystemet dannes et bilde av hva modellnevronene kan bidra til i undervisning.

5.1.1 Anatomi

Anatomi handler om hvordan nevronene og nettverk i nervesystemet er bygget opp, og for å få en dypere innsikt i elevenes forståelse etter utforskingen ble de i spørreundersøkelsen spurt om hva modellene lignet på, hvordan de så ut og hvilke deler modellene består av. Noen av elevsvarene i denne delen er også hentet fra spørsmålene som handlet om hvordan de vil forklare at modellene virker, og hva de har funnet ut gjennom sin utforsking, ettersom at flere elever også har beskrevet disse trekkene under flere spørsmål. Mange elever har her forklart ulike anatomiske trekk, som man kan dele inn i hver enkelt nervecelle og nevronene som et nettverk.

5.1.1.1 Hvilken kunnskap kan nevronmodellene bidra med på nervecellenivå?

For å få innsikt i om elevene har lært noe som kan bidra til kunnskap om anatomien til en nervecelle, kan vi først se på svarene i spørreundersøkelsen. Resultatene fra det første spørsmålet, som spør om hva modellene ligner på, viser at modellene gir elevene fem ulike assosiasjoner (tab 5).

Tabell 5 Elevenes svar på spørsmål 1, som spør om hva modellene ligner på (n= 26).

Svar	Hånd/arm	Tre	Kylling fot	Blad	Stjerne
Antall elever	21	5	4	2	1

Summen av antallet assosiasjoner i tabellen er høyere enn antallet svar på spørreundersøkelsen, fordi noen elever skrev ned flere objekter. Noen avga også svar som ikke handler om utseende på modellene og er derfor ikke tatt med i denne tabellen.

Vi kan se at de fleste elevene assosierer modellen med en hånd, fem elever nevner et ett tre, fire nevner kyllingfot, to nevner et blad og en elev assosierer modellen med en stjerne. Alle disse svarene viser at elevene fikk assosiasjoner til objekter med forgreininger eller

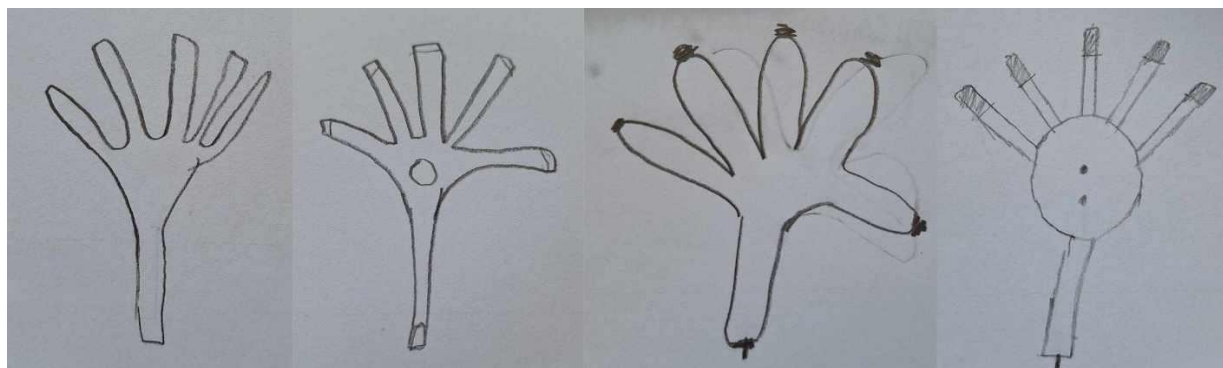
utløpere. En arm har for eksempel utløpere i form av fingrer, et tre har greiner, en kyllingfot har utløpere i form av tær, blader har ledningsstrenger som forgreiner seg gjennom bladet og en stjerne har utløpere i form av lysstråler. Av disse fem assosiasjonene var det kun en som kom til uttrykk i diskusjonen. Dette var hånd/arm, som vist i sitat 1, og var den eneste assosiasjonen elevene eksplisitt ga uttrykk for gjennom sin utforsking av modellen.

Sitat: 1

Silje	Jeg synes det ligner litt på en hånd viss dere bare tar den slik (legger den i håndflaten)
-------	--

Utforsking

Sitatet over viser til hva som ble dratt frem om anatomien til nervecellen i diskusjonen. Utdraget kan også sees i sammenheng med elevtegningene i figuren under som kan minne om en hånd. Elevtegningene i figur 3 under er et utvalg av svar elevene ga på spørsmålet som spurte om hvordan modellene ser ut. Disse tegningene har en variert grad av detaljer.



Figur 3 Fire av elevenes illustrasjoner av modellen med ulik grad av detaljer.

Resultatene fra det andre spørsmålet som handlet om utseende til modellene viser at elevene legger vekt på ulike aspekter med modellene, i figur 3 over kan du se fire av tegningene elevene ga som svar når de ble spurt om hvordan modellene ser ut. Det er store likheter mellom elevillustrasjonene, hvor enkeltillustrasjoner har variert grad av detaljer. Den første tegningen er kun en omriss av modellen som kan kobles tett opp mot at modellen ligner på en hånd. På den andre illustrasjonen ser man at eleven har uthevet at det er noe som er annerledes på tuppen av hver forgreining, det er også fremhevet en sirkel på midten av modellen som er knappen som aktiverer den. Den tredje og fjerde tegningen har fått med at det er noe på endene som er ulikt. Den enden som peker nedover har fått en liten spiss på begge tegningene, og de fem endene som er like har på den tredje fått

noen små klumper og på den fjerde er endene blitt fargelagt grå. Den fjerde tegningen har i tillegg fått påtegnet de små prikkene hvor det lyser fra når en modell aktiveres. Flere elever har i tillegg beskrevet modellene i spørreundersøkelsen under spørsmål 3 som spurte om hvilke deler modellen består av. Som sitatene 2 og 3 er eksempler på.

Sitat:2

Elev	De består av 5 "fingrer" med magneter på tuppen, og et "håndledd" med magnet nedenfor.
------	--

Spørreundersøkelse

Sitat: 3

Elev	Like deler (5 piler til illustrasjon), knapp, lys (to piler til kroppen av modellen), hoveddel (pil til enden som sender signal) en hoved del og fem like deler
------	---

Spørreundersøkelse

De aller fleste elevene har svart noe som kan knyttes til anatomien til en nervecelle i ulik grad. Enkelte la vekt på koblingene i enden (sitat 3), andre fokuserte på at det kunne se ut som at modellen har fem fingre som stikker ut av en arm (sitat 2). I det første sitatet over fra spørreundersøkelsen, har eleven lagt vekt på at modellen har fem ender som er like som blir presentert som fingre og en ende som er ulik som eleven refererer til som et håndledd, det blir også lagt vekt på hvordan hver enkelt ende har magneter på tuppene. I det andre sitatet blir det også trukket frem at det er fem ender som er like og en som er ulik, her blir det også trukket frem at det er en del som lyser.

5.1.1.2 Hvilken kunnskap kan nevronmodellene bidra med på nettverksnivå?

I tillegg til selve nervecellens anatomi kan man se på anatomien til nervesystemet som et nettverk. For å se om elevene har fått en forståelse som kan bidra til begynnende kunnskap om hvordan dette nettverket er bygget opp kan vi se på svarere til elevene under spørsmål 3 og 4 i spørreundersøkelsen. Spørsmål 3 spør om hvilke deler modellen består av og spørsmål 4 spør om hvordan de vil forklare at modellene fungerer. Utsagn i fra utforskingen vil også brukes for å få en forståelse for elevenes læringsutbytte. Resultatene fra spørsmål 3 og 4 viser at elevene forstår at modellene kan kobles sammen (sitat 4)

Sitat: 4

Elev	De kan kobles sammen. [...]	<i>Spørreundersøkelse</i>
------	-----------------------------	---------------------------

Mange av elevene har svart noe i samme retning som i sitatet over, 26,7% av eleven skriver direkte om at modellene kobler seg sammen under spørsmålet som spør om hvordan du vil forklare at de fungerer og flere tar opp indirekte i bisetninger at modellene festes sammen. Der de forklarer om hvordan modellene må kobles sammen. Noen kommer også inn på at de kan settes sammen som en slags seriekobling og at de bare kan settes sammen på et bestemt vis, det vil si at det ikke går an å sette to modeller sammen med to like ender mot hverandre. Dette ser vi eksempler på i sitat 5 og 6 som er trukket frem nedenfor.

Sitat: 5

Elev	Jeg har funnet ut at de er koblet av seriekoblinger	<i>Spørreundersøkelse</i>
------	---	---------------------------

Sitat: 6

Lise	Men det går ikke an med hvit [Sender del] og hvit [Sender del] (prøver å sette to nevron sammen), men det går an med den og ikke den heller (Prøver å sette to mottakerender sammen), den går [Sender mot mottaker] [...]	<i>Utforsking</i>
------	---	-------------------

Resultatene viser også at flere av elevene anerkjenner at det er noe spesielt med koblingen mellom modellene. Dette gjør de på ulike måter og i ulik grad. Dette kommer spesielt frem i diskusjonene, men også i noen av svarene på spørreskjema.

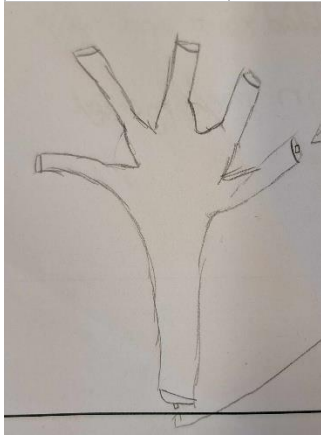
De fleste svarene i spørreskjema som handler koblingene i endene handler om at modellene er magnetiske, eller at de har positiv og negativ ladning, som i eksempelet under. Denne eleven har også laget en illustrasjon til sin forklaring som er avbildet i figur 4. Eleven har forklart at det er forskjell på endene på de to forskjellige sidene av modellen og har brukt begreper hen kan fra før av for å prøve å forklare sine observasjoner. På illustrasjonen som samme elev har tegnet kan man se at det er gjort et forsøk på å gjøres forskjell på de to

ulike koblingene på endene ved at den nederste enden har en tupp som stikker ut og den øverste delen har en firkant som illustrerer et hull.

Sitat: 7

Elev	(illustrasjon av modellen hvor endene som kobles sammen har fått detaljer) Jeg tror at på toppen av "hånden" er det positiv ladning (pil til "fingrene" på "hånden") og nede er det negativ ladning. (pil til andre delen av "hånden") [...]
------	--

Spørreundersøkelse



Figur 4 Illustrasjon laget av elev som hører til sitat 7

Sitat: 8

Håkon	De her funker ikke, fordi de er hvit under [fargen på tilkoblingen]
Grete	Men de her er hvit og svart [Tilkoblingene] jeg tok bare de her [mottaker og sender del] ikke de her [to sender ender]
Håkon	(tester ut det samme) å ja ja, vi kan... vi må gjøre slik (fester modeller til bordet men kobler de også sammen) også kan vi bare feste og feste

Utforskning

I utdraget fra diskusjonen over finner Håkon og Grete ut av hvordan modellene må settes sammen for å lage seg et nettverk av modeller, samtidig som at Grete viser en forståelse for at noe er ulikt mellom den sendende enden og mottagende enden av modellen.

Sitat: 9

Lise	Hvit går mot svart men svart går ikke mot svart [Fargen på tuppen av sender og mottaker deler]
Helene	Hvit mot hvit? (tar fra hverandre rekken og prøver to hvite modeller)
Lise	Jo hvit går mot hvit, men jeg mente den ledningen på tuppen, men det er også på grunn av at den er slik spiss der fremme (peker på sender delen av modellen) og den har et hull på en måte (peker på mottaker delen av modellen) Den er også magnetisk.

Utforsking

Lise og Helene diskuterer her hvordan modellene kobles sammen, de omtaler både modellene og tilkoblingene på enden av modellene som svart og hvit, og det oppstår her en forvirring når Lise snakker om tilkoblingene og Helene tenker på fargen på selve modellene.

5.1.1.3 Oppsummering av funnene knyttet til hovedtema 1

Elevene har trukket frem:

- Modellene ligner på objekter som har utløpere, som en hånd og et tre
- Modellene består av to hoveddeler "fingrene" og "håndleddet"
 - Det er også en del i midten som har en knapp og lys
- De to sidene av modellen har ender som er ulike fra hverandre
- Modellene kan kobles sammen
- Modellene kobles kun sammen om man setter to ulike deler mot hverandre

5.1.2 Fysiologi

Fysiologi handler om hvordan organene og cellene til en levende organisme fungerer, og for å få en dypere innsikt i elevenes forståelse etter utforskingen ble de i spørreundersøkelsen spurt om hvordan de vil forklare at modellene virker, og hva de har funnet ut gjennom sin utforsking. Mange elever har her forklart ulike fysiologiske trekk.

5.1.2.1 Hvilken kunnskap kan nevronmodellene bidra med om spredningen av nervesignaler?

Et annet fysiologisk trekk som mange av elevene tar opp handler om at disse modellene sender, tar imot og stopper signaler. Dette kommer tydelig frem i elevenes svar under spørsmålene "Hvordan vil du forklare at de virker?" og "Hva har du funnet ut gjennom å utforske modellene?". Det er også gode eksempler på dette i diskusjonene.

Resultatene viser at flere elever har fått en forståelse for at modellene sender noe når de blir aktivert av knappen. Elevene oppdaget etter hvert at signalet i modellene kan bevege seg fra en modell til en annen. Dette kom tydelig frem i diskusjonen hvor Grete i sitat 17 og Håkon i sitat 18 for eksempel sier:

Sitat: 10

Grete	[...] viss vi trykker inn den her [knappen] så kommer den [lyset] der (peker på veien lyset går) se (trykker på en rekke med modeller, hvit, svart, hvit)	<i>Utforsking</i>
-------	---	-------------------

Sitat: 11

Håkon	Okey, hva om vi lager en lang rekke, slik [starter med en svart, tre hvite og en svart til som sender til den siste] slik, også trykker vi på den borterste [først i rekka] kanskje det kommer lys slik her (drar hånden langs modellene for å demonstrere)	<i>Utforsking</i>
-------	---	-------------------

I dette utdraget i sitat 10 fra diskusjonen viser Grete at lyset som kommer når du trykker på en modell vil bevege seg gjennom de andre modellene de er koblet til, hun legger derimot ikke merke til at den hvite modellen etter den svarte lyser rødt, dette kommer frem senere i diskusjonen til denne elevgruppa. Håkon i sitat 11 har hær nettopp funnet ut at lyset blir sendt videre om modellene er koblet i en rekke, og har formet seg en hypotese for hva som vil skje når han legger til enda flere nevroner til rekken sin.

Sitat: 12

Elev	Hvis du trykker på midten lyser det. Hvis du kobler en svart og en hvit og trykker på den hvite vil det lyse på den svarte og den hvite. Men hvis du trykker på den svarte skjer det ingenting.	<i>Spørreundersøkelse</i>
------	--	---------------------------

Det er også resultater som viser en forståelse for at signalet kun kan gå i en spesifikk retning. Sitatet over viser til trykk og berøring som er beskrevet tidligere, men det indikerer også at eleven har fått en forståelse for sending av signaler, eleven beskriver at signalet kan gå fra en modell til en annen, men det kan ikke gå motsatt vei. Dette viser en forståelse for at signalene som blir sendt i modellene bare blir sendt i en spesiell retning.

Sitat: 13

Elev	De sender signal da de er koblet sammen	<i>Spørreundersøkelse</i>
------	---	---------------------------

Sitat: 14

Elev	Jeg vil si at det er en dings som lager en sammen hengende elektrisk krets.	<i>Spørreundersøkelse</i>
------	---	---------------------------

Sitat: 15

Elev	At den leder strøm ut sånn at det lyser	<i>Spørreundersøkelse</i>
------	---	---------------------------

Resultatene fra spørreundersøkelsen er mindre detaljerte enn utsagnene fra diskusjonene som er presentert tidligere, men de er med på å vise at det er mange som har oppdaget det aspektet som går på at modellene leder signaler eller strøm. I sitatene 13, 14 og 15 ser man at elevene på ulike vis forklarer det blir ledet strøm eller signaler gjennom modellene, eleven i sitat 15 fremhever også at er et lys som indikerer at strømmen eller signalet er blitt sendt videre.

Resultater fra diskusjonen viser også at gjennom utforskningen og dialogen skaper elevene en forståelse for at de svarte modellene virker på et annet vis enn de hvite modellene, dette er at de svarte stanser signalet.

Sitat: 16

Sivert	Vis jeg setter en svart her nå (bryter rekka for å sette inn en svart)
Grete	Det kan være en bryter
Håkon	JaJa det er sikkert sant
Sivert	Den hvite betyr lys og den svarte betyr bryter, se den stopper jo (peker på den hvite etter den svarte som ble satt inn)
Håkon	Kanskje den bryt? ... Fest den på igjen(peker på de to hvite der det var en svart) for å se om den der bryter (peker på den svarte sist i rekka)
Sivert	Se nå om jeg tar av den svarte og kobler sammen dem hvite, da lyser det

Utforsking

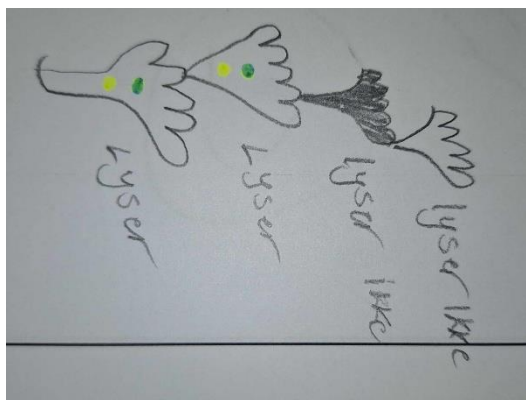
Sitat: 17

Gaute	Så svart den... (trykker på en svart som er i midten av rekka) Den blir rød [hvit etter den svarte] Den blinket helt rødt. Stoppet. Men den blinker bare rød. Vent så svart gir neste bare vanlig blinking, rød
Silje	Rød ja
Gaute	Også fortsetter den ikke (peker på den neste modellen) så svart...
Beate	Der er det et lite blink (peker på en modell i slutten av nettverket) der er det rødt igjen
Gaute	

Silje	Ja det er fordi svart går til hvit (peker på modellen før som er svart) og det ser ut som at svart stopper strøm... kanskje
Beate	Ja fordi den her [modell som er neste i rekka] blinker ikke
	Ja det kan hende at, fordi de hvite er koblet sammen da lyser de neste, men den svarte, etter at den har rørt den svarte... så bare blinker den rødt

Utforsking

I det første utklippet over fra diskusjonen oppdager Sivert, Grete og Håkon at om de setter inn en svart modell blir signalet brutt og at den neste modellen i rekken etter en svart er den siste som lyser opp. De oppdager derfor at de svarte modellene stopper signalet fra å bli sendt videre. I det andre utklippet oppdager Gaute, Silje og Beate det samme og Gaute forklarer dette ved at den svarte modellen stopper strøm, hvor Silje og Beate er enige og utdyper dette ved å observere at den neste i rekka ikke blinker, og ved å forklare at det kan være fordi at det ikke vil lyse videre om signalet kommer i kontakt med en svart modell.



Figur 5 Illustrasjon fra spørreundersøkelse som demonstrerer hvordan signalet går

Som beskrevet tidligere viser resultatene at elevene har fått en forståelse for hvordan de ulike modellene sender og stopper signaler. I figur 5 har en elev laget en illustrasjon over hvordan signalene beveger seg gjennom en rekke nevroner og hva som skjer med de ulike nevronene i rekken. De to første hvite sender lyset videre, når lyset kommer til den svarte modellen stopper det og signalet går ikke videre. Eleven illustrerer også at signalet går en

spesiell vei, men illustrasjonen viser at signalet går i motsatt retning av det signalet i modellene faktisk går.

I svarene på spørreundersøkelsen er det 57% av elevene som har beskrevet hvordan modellene kan sende eller stoppe signaler. Noen beskriver kun et av aspektene, og mange beskriver sending og stopping av signaler i sine forklaringer. Ingen elever beskriver noe som kan kobles til det at en modell tar imot signaler. Og som vist over trekker også de ulike diskusjonsgruppene frem ulike aspekter ved disse fysiologiske trekkene i ulike deler av sine samtaler.

5.1.2.2 Hvilken kunnskap kan nevronmodellene bidra med om hvor nervesignalet starter/hva som utløser nervesignaler?

Ett av de fysiologiske trekkene elevene har beskrevet en del er trykk og berøring. I spørreundersøkelsen er det 30% av elevene som svarer noe som direkte kan kobles til det at noe skjer om de trykker på modellene. Sitat 18 viser til et eksempel hvor en elev beskriver at modellene lyser opp om man trykker på dem.

Sitat: 18

Elev	Den er litt hard og du kan trykke på midten så lyser den opp. [...] <i>Spørreundersøkelse</i>
------	--

Sitat: 19

Elev	Viss du trykker på midten kommer det lys som er grønt og blått/hvit, [...] <i>Spørreundersøkelse</i>
------	---

Resultatene fra spørreundersøkelsen viser at elevene har fått en forståelse for at noe skjer når man trykker på modellen, i disse modellene er dette representert ved at modellen blinker. Sitat 18 og 19 er eksempler hvor to elever beskriver at modellene lyser når man trykker på dem. Dette ser vi også klare eksempler på under utforskningen hvor Gaute, Beate og Håkon i sitat 20, 21 og 22 fra utforskningen under trekker frem at modellene blinker når

de trykker på knappen på modellene. Alle tre gruppene som ble filmet viser en forståelse for at de på et vis aktiverer modellene ved å trykke på dem.

Sitat: 20

Gaute	Det er kanskje det som skrur den på (trykker på knapp)	<i>Utforsking</i>
-------	--	-------------------

Sitat: 21

Beate	[...] også er dette på knappen eller noe slik at det skal funke eller (peker på delene av modellen)	<i>Utforsking</i>
-------	---	-------------------

Sitat: 22

Håkon	Vi må trykke på hær så blinker den (viser en hvit modell til de andre) [...]	<i>Utforsking</i>
-------	---	-------------------

5.1.2.3 Oppsummering av funnene knyttet til hovedtema 1

Elevene har trukket frem:

- De hvite modellene sender signalet videre til neste modell
- Signalet i modellen kan bare sendes i en retning
- De svarte modellene bryter/stopper signalet
- Modellen aktiveres/skrues på ved at man trykker på den
 - Et signal i form av lys vil da aktiveres

5.2 Ønske om å forstå

Til slutt i spørreundersøkelsen ble elevene spurt om hvordan de synes det har vært å jobbe med modellene. Hvor mange uttrykker at det var gøy og spennende å få prøve de ut, og at det var spennende å få jobbe på den måten. Men det var også en del som uttrykket en nysgjerrighet for å finne ut hva modellene faktisk er, og hva de kan brukes til. Dette ser vi noen eksempler på i sitatene som er presentert nedenfor.

Sitat: 23

Elev	Jeg synes det var veldig gøy og jeg gleder meg til og vite om jeg har rett eller ikke. Jeg liker å holde på med nye ting. <i>Spørreundersøkelse</i>
------	--

Sitat: 24

Elev	Det var litt gøy å jobbe med modellene og jeg er veldig nysgjerrig og jeg gleder meg til å få vite hva det er. <i>Spørreundersøkelse</i>
------	---

Sitat: 25

Elev	Jeg synes det var gøy å utforske modellene og prøve å finne ut hva vi tror det er, men litt vanskelig å vente på å finne ut hva det er <i>Spørreundersøkelse</i>
------	---

I den ene diskusjonen kom det også til tydelig frem at elevene hadde et ønske om å forstå hva det var de jobbet med, som man kan se i utdraget fra utforskingen under. Gaute bygger her på Beate sitt utsagn og uttrykker et ønske om å få vite hva modellene representerer.

Sitat: 26

Beate	Jeg synes det var litt kult jeg (setter to modeller sammen) selv om jeg ikke vet hva det er så er de litt kul
Gaute	Så blir det veldig spennende å finne ut hva dette er til (studerer en modell) for det er veldig vanskelig å se for seg hva det er de gjør <i>Utforsking</i>

6. Diskusjon

Formålet med denne studien har vært å se på hvilket læringspotensial om nervesystemet som kommer til uttrykk gjennom elevenes frie utforsking av nevronmodellene. Resultatene og analysen vil i dette kapitlet bli drøftet i lys av litteraturen som ble presentert i kapittel 2. Jeg vil drøfte de to hovedtemaene i egne underkapitler, disse drøftingene vil kunne gi svar på det første forskningsspørsmålet. For å svare på det andre forskningsspørsmålet ser jeg på språket og begrepene elevene har valgt å bruke i sitatene som er trukket frem i resultatdelen. Ettersom at jeg har brukt en litt alternativ metode for å tilegne meg data, vil jeg også drøfte dette mot refleksjoner og erfaringer jeg sitter igjen med etter gjennomføringen i delkapittel 6.2. I delkapittel 6.3 vil jeg belyse kritikk av studien.

6.1 Drøfting av resultatene

6.1.1 Forståelse for nervesystemet

Målet med det første forskningsspørsmålet var å få innsikt i hvilken begynnende forståelse for nervesystemet elever kan danne seg gjennom fri utforsking av modellene. Det er vanskelig å nøyaktig si hvilken begynnende forståelse elevene har for nervesystemet, men her tar jeg for meg det som kommer til syne gjennom resultatene. Med begynnende forståelse mener jeg hvordan de forklarer og oppfatter modellene, og hvordan det de uttrykker kan knyttes til kunnskap om nervesystemet. Jeg har her valgt å legge vekt på de anatomiske og fysiologiske aspektene som elevene trekker frem i svarene sine. Jeg kommer også inn på begrensninger for læringspotensialet modellene har ettersom at dette henger tett sammen med hvilket læringspotensial man ser gjennom utforskingen av modellene. Det som blir presentert som resultater under 5.1 kan direkte eller indirekte knyttes til kunnskap om nervesystemet, men elevene er nok ikke klar over at de har tilegnet seg denne kunnskapen uten at de jobber videre spesifikt med nervesystemet, hvor de får presentert fakta og kunnskap som de kan knytte opp mot det de har oppdaget gjennom sin utforsking av modellene.

Som nevnt i delkapittel 2.3.1 har Kvello og Gerickes (2021) utviklet 26 prinsipper som vil kunne bidra til en helhetlig forståelse av nervesystemet, og jeg vil drøfte resultatene mine i lys av de prinsippene som er blitt presentert i det delkapitlet.

For at elevene skal bli klar over den forståelsen de har bygget seg gjennom denne utforskingen, trengs undervisning om emnet, å utforske modellene i seg selv uten noe å knytte de opp mot vil ikke gi en forståelse som er tilstrekkelig i forhold til hva læringsmålet i

læreplanen beskriver. Elevene vil da kunne bygge videre på de grunnbrikkene de har utviklet seg gjennom sin utforsking. De fleste elevene er nok uviten om den kunnskapen de har tilegnet seg gjennom utforskingen om de ikke får noen videre utdyping å koble det de har funnet ut opp mot, men vi kan like vell se en begynnende forståelse for flere aspekter koblet til nervesystemet og nevroner.

6.1.1.1 Anatomi

Hvilken kunnskap kan nevronmodellene bidra med på nervecellenivå?

Tabell 5 under 5.1.1 viser at elevene fikk assosiasjoner til ting de kjenner som har forgreininger eller utløpere. Disse resultatene indikerer at de har fått kunnskap som samsvarer med nevronets anatomi. Den største delen av elevene assosierte modellen med en hånd/arm, dette kan komme av at en arm er en del av kroppen som elevene ser og har foran seg hele tiden som et konkret. Ut fra egen erfaring er det ikke uvanlig at elevene bruker hendene som konkrete/hjelpemidler i skolen. Andre assosiasjoner elevene dro frem var et tre, en kyllingfot, et blad og en stjerne. Det alle disse eksemplene elevene drar frem har til felles er at de består av forgreininger. Forgreininger og utløpere er begreper som ofte brukes til å beskrive nevronets anatomi, og ordet "tre" brukes ofte i bøker for å illustrere nevronene har dendritter på samme måtesom tre her greiner. Det ser derfor ut til at modellene i seg selv, uten at elevene har forkunnskap om nervesystemet og uten hjelp fra lærer eller lærebøker, kan gi elevene en type grunnleggende kunnskap og forståelse som kan bidra til å forenkle, støtte og bygge opp under elevenes senere forståelse av nevronets anatomi. Figur 3 som viser fire av elevene sine illustrasjoner av modellen er videre med på å vise at elevene har fått en grunnleggende forståelse for anatomien til et nevron. Hvor alle har fått med seg formen på modellene og mange har forklart at nevronene har to ender som har forskjellig funksjon.

Begge elevene i sitat 2 og 3 viser en forståelse for at nervecellen består av ulike deler. De legger frem at modellen hovedsakelig består av to ulike deler, "fingrene" og "håndleddet". Det at elevene legger vekt på at det er forskjell mellom de fem som står samlet og den ene enden som er for seg selv viser en forståelse for anatomien til en nervecelle. Om man ser dette opp mot prinsipp nummer 6 fra Kvello & Gerickes (2021) studie så har elevene fått en forståelse for aksonet og dendrittene hos en nervecelle. Eleven i sitat tre har en forståelse for at det er en tredje del på modellen, dette er cellekroppen, ved at det blir nevnt at det er en knapp og lys med pil til kroppen av nevronet på en illustrasjon, men hen har ikke inkludert dette som en av delene modellen består av. Dette ser man også blant annet i figur 3 på illustrasjon 3 og 4 hvor elevene har tegnet inn knappen eller prikkene lyste kommer

fra. Elevene har imidlertid ikke anerkjent at dette også ansees som en del av anatomien ettersom at ingen eksplisitt har nevnt dette.

Det ligger også et grunnlag for misoppfatning som kan komme av modellene. Modellene har bare en aksonende som kan sende signaler videre, men om man ser på Kvello & Gerickes (2021) prinsipp nr 14 kan et nevron sende signalet videre til flere målceller samtidig. Det er laget forgreninger som kan øke antallet aksonender på modellene, som jeg valgte å ikke inkludere, men disse kan bidra til at elevene tror en ny type celle eller komponent må være til stede for å kunne sende signalet til flere mottakerceller. En annen begrensning som modellene har som også kan bidra til misoppfatninger er at alle modellene er identiske utenom farge, men nevroner i virkeligheten har ulikheter som varierende lengde/størrelse som ble beskrevet i delkapittel 2.3.1.

Hvilken kunnskap kan nevronmodellene bidra med på nettverksnivå?

Som presentert i 2.3.1 skjer informasjonsutvekslingen i nervesystemet ved hjelp av elektriske impulser som sendes i et nettverk av nerveceller. I sitat 4 skriver eleven at modellene kan kobles sammen som i seg selv gir en indikasjon på en begynnende forståelse på at nerveceller kobler seg sammen og bygger nettverk. Dette kan knyttes til den første delen av Kvello og Gerickes (2021) prinsipp nr. 14, at nevroner i nervesystemet er koblet sammen i nettverk. Eleven i sitatet har ikke nevnt noe som kan knyttes til hvordan modellene orienteres når de settes sammen. Med det eleven uttrykker er det derfor vanskelig å si noe om forståelsen til selve nettverket av nevroner, men det er en begynnelse å kunne si at de kobler deg sammen.

Men her er det også resultater som viser det motsatte av et nettverk, hvor elever bygger en forståelse basert på bakgrunnskunnskaper de har om elektriske kretser. I sitat skriver en elev at modellene er koblet som i en seriekobling. Elevene beskriver funksjonen som en sammenhengende elektrisk krets eller en seriekobling, noe som kan bidra til en forståelse om at nevroner kobles sammen i rette linjer, og ikke i nettverk hvor et nevron kan være koblet til flere aksoner og også flere dendritter samtidig. Det er både fordeler og ulemper ved at elevene trekker inn bakgrunnskunnskaper om elektriske kretser, dette vil bli tatt opp senere i diskusjonen.

Sand og Toverud (2018) skriver at stedet hvor nerveceller sender og tar imot signaler er synapsen. Dette gir et bilde eller en forståelse for at en nervecelle aktiverer den neste i nettverket. Sitat 6 gir et godt bilde på hvordan Lise i utforskingen skaper seg en

begynnende forståelse for at nervecellene ikke kobler seg sammen til hvilken som helst ende når de skal sende signaler, men at man må sette to ulike ender mot hverandre for at det skal funke. Mange bruker magneter eller positiv og negativ ladning når de beskriver koblingen mellom modellene. Positiv og negativ ladning kan kobles opp imot forkunnskapene elevene har om elektrisitet og batterier. Om det var en annen elevgruppe dette prosjektet ble gjennomført med kan svarene ha pekt i andre retninger. Dette vil bli tatt opp senere i dette kapittelet.

I nervesystemets nettverk kan man også finne synapseoverganger, dette er som beskrevet i teorien overgangen fra en nervecelle til den neste. Synapseoverganger er en avansert del av nervesystemet. Det at elevene anerkjenner at det er noe spesielt med overgangen mellom nervecellene kan være en begynnelse på å skape kunnskap og forståelse for synapseoverganger. Dette er noe som kommer til syne i sitat 7 og figur 4 som samme elev har tegnet for å støtte opp under sin forklaring. Eleven både beskriver og illustrerer at det er forskjell på de to ulike endene som modellen består av. Dette ser man også i sitat 8 hvor Håkon og Grete gjør det er tydelig at de får en forståelse for at modellene må settes sammen med rette ender mot hverandre. Denne begynnende forståelsen for synapseoverganger kan knyttes til Kvello og Gerickes (2021, s. 16) sitt tiende prinsipp som direkte går på forståelse om at nervesignalet passerer fra et nevron til det neste over en synapse. Hvordan signalet passerer i en synapse kan være ganske avansert, men elevene vier en forståelse for dette punktet mellom to nerveceller som man med undervisning om temaet kan bygge videre på.

I sitat 9 får vi et lite innblikk i utforskingen hvor Lise og Helene ikke er helt enige om hva de prater om. Lise prøver å formidle sin oppdaging om sammenkobling av modellene ved å referere til fargene på tilkoblingene, men Helene misforstår hva Lise prater om og tror det er fargen på selve modellene det er snakk om. Det at modellene er svart og hvit som symboliserer eksitatoriske og inhibitoriske nevroner blir forvekslet med at koblingspunktene på endene også er svarte og hvite bidrar til å skape forvirring i utforskingen ved at elevene prater om svart og hvit og refererer til ulik ting, dette kan bidra til utvikling av misoppfatninger om elevene ikke finner ut av at de prater om to forskjellige ting. Lise og Helene klarte å oppdage at de pratet om forskjellige ting, men dette viser at dette er et punkt man må være litt observant på.

6.1.1.2 Fysiologi

Hvilken kunnskap kan nevronmodellene bidra med om spredningen av nervesignaler?

Ett annet aspekt ved å forstå nervesystemet er at nevroner sender, tar imot og stopper signaler. I disse modellene er signalene representert ved lys som blinker når man aktiverer/trykker på modellene. I Sitat 13 er et eksempler fra spørreskjema presentert, hvor to elever viser en forståelse for at modellene sender et signal videre når de er koblet sammen, disse svarene er med på å blant annet bygge under Grete sitt utsagn i sitat 17 hvor hun viser en forståelse for at signalet blir sendt videre i sin demonstrasjon av at lyset beveger seg fra modell til modell. I sitat 12 har en elev beskrevet hvordan lyset går fra en modell til den neste i rekken, og skriver så at lyset ikke vil gå i motsatt retning ved at man trykker på den andre enden av rekken. Dette viser til en grunnleggende forståelse for at en nervecelle kun kan sende signaler i en retning, fra dendrittene, gjennom kroppen og aksonet og ut i aksonenden som er beskrevet i teoridelen under 2.3.1. Det at elevene har valgt å inkludere en beskrivelse av at lyset blir sendt videre og kun går en vei, viser til at de har en forståelse for at dette er en viktig del av modellenes funksjon. Dette kan kobles til en begynnende forståelse for Kvello og Gerickes (2021, s. 16) sitt åttende prinsipp, prinsippet beskriver tre stadier av signalets forplantning, og til sammen utgjør dette hvordan signalet går gjennom et nevron. Elevene i de nevnte sitatene over ser ut til å ha fått en generell forståelse for hvordan et signal blir sendt gjennom nevronet, selv om man ikke kan si at de har en forståelse for de tre forskjellige impulsene som denne forplantningen av signaler er bygget opp av.

Håkon i sitat 11 kommer med et forslag om å koble flere modeller sammen og lager seg en hypotese for hva som kommer til å skje når han aktiverer den første modellen i rekken. Dette viser til at Håkon har observert hva en eller to modeller gjør med hverandre og bruker da den informasjonen han allerede har samlet seg til å prøve å forstå og forutsi hvordan modellene videre vil oppføre seg. Som er et enda tydeligere eksempel på en forståelse for hvordan nervesignalet forplanter seg gjennom en rekke nevroner.

I sitat 16 og 17 får vi innblikk i prosessen hvor to av gruppene oppdagere og videre forklarer hvordan de svarte modellene fungerer. Elevene danner seg en oppfatning som kan knyttes opp mot del b) av det syvende prinsippet til Kvello & Gerickes (2021, s. 16) som går på hvilken effekt et nevron har på sine målceller. Sand & Toverud (2018, s.119) skriver også om hvordan ulike typer nevroner påvirker hverandre som presentert i 2.3.1. Dette kan

også sees i sammenheng med prinsipp 13 som også går på at nevroner kan ta imot både eksitatoriske og inhibitoriske signaler, men bare kan sende ett av dem videre.

I figur 5 under 5.1.2 har en elev gjort et forsøk på å illustrere hvordan signalet vil bli sendt gjennom en rekke nevronmodeller. Det viser at eleven har fått en grunnleggende forståelse for hvilke modeller som gjør hva, og at signalet blir sendt i en retning. Samme elev har tidligere i spørreundersøkelsen beskrevet at modellen ligner på en arm med fem fingre. Det at modellen ligner på en arm kan hær være grunnen til at eleven har valgt å illustrere at signalet går fra "hånden" og ut i "fingrene". I modellene elevene har jobbet med går signalene motsatt vei, hvor "fingrene" er den mottagende delen og "hånden" er delen som sender signalet videre. Dette er et grunnlag for en misoppfatning for hvilken retning signalet forplanter seg gjennom et nevron, det at eleven har assosiert modellen med en hånd tidligere i spørreundersøkelsen kan være en faktor som spiller inn, men uten videre forskning på akkurat dette kan man ikke si at dette definitivt er årsaken.

Det er ingen elever som direkte sier noe om at modellene tar imot signalet før det sendes videre. Man kan jo tenke seg at de indirekte har en forståelse for at modellene mottar et signal før det sendes videre, men siden ingen har uttrykket dette på noe vis må vi anta at dette er et aspekt som elevene ikke har fått noen forståelse for gjennom utforskingen.

Disse modellene er designet slik at de kun har en aksonende, og som tidligere nevnt finnes det ekstra koblinger som kan brukes for å kunne sende signalet videre til flere enn en målcelle, men disse ble ikke benyttet under utforskingen. En misoppfatning som kan forekomme, men som elevene i denne studien ikke har uttrykket ettersom at de ikke er kommet så langt i sin forståelse, er at modellnevronene sender sine signaler videre til alle modellene den er koblet til om man bruker forgreiningene. Noe som kan skape en oppfatning av at nevronet sender signalet sitt videre til alle cellene det er koblet til, og ikke bare spesifikke målceller som Kvello & Gerickes (2021) sitt prinsipp nr 14 trekker frem.

Hvilken kunnskap kan nevronmodellene bidra med om hvor nervesignalet starter/hva som utløser nervesignaler?

I avsnitt 5.1.2 trekkes det frem i sitat 18-22 at mange av elevene legger vekt på at om man trykker på modellen så kommer det et lys. Dette kan knyttes til begynnende kunnskap om at enkelte nerveceller aktiveres og starter et signal ved berøring. Prinsipp 7a hos Kvello & Gerickes (2021, s. 16) beskriver en måte å dele opp ulike typer nerveceller, hvor en av disse typene er sensoriske nevroner. Det at modellen lyser når man trykker på den kan sammenlignes med at om noen trykker på armen din vil trykket bli omgjort til et signal som sendes videre i nervesystemet som til slutt vil ende i at man oppfatter at man kan føle trykket. Ut ifra eksemplene som ble presentert i resultatdelen kan man ikke si at elevene direkte har forstått at det de gjør kan knyttes opp mot nervesystemet og sensoriske nerveceller, ettersom at elevene ikke er klar over hva modellene representerer. Men vi kan se at de har utviklet seg en forståelse for at de aktiverer modellene ved å trykke på dem, noe som kan bygges videre på senere, for å skape en forståelse for ulike typer nevroner. De tre andre typene nevroner som prinsipp 7a inkluderer ser man ingen resultater på at elevene har fått en ide om.

6.1.1.3 Språket elevene bruker i sine forklaringer

I resultatene har jeg presentert funn som kan knyttes opp mot kunnskap om nervesystemet, som man kan se i elevenes utforskning og svar i spørreskjema. I utdragene bruker elevene det språket og de begrepene de kan og forstår til å prøve å forklare et fenomen som de i utgangspunktet ikke har noen eksplisitt kunnskap om fra før. Dette har ført til at mange elever har prøvd å sette det de oppdager i sammenheng med det de kan fra før. I lys av Piagets induktive perspektiv, gir det mening at mange elever prøver å forklare modellene i lys av eller sette modellene inn i kunnskap de allerede har fylt inn i sine mentale skjema.

Et av temaene klassenes lærer forteller at de nylig har jobbet med elektriske kretser og elektrisitet. Som jeg tok opp under 6.1.1.1 og nettverk, har flere elever beskrevet modellene som en sammenhengende elektrisk krets eller seriekobling, det at elevene kan har jobbet med elektriske kretser fra før av kan være en av grunnene til at man i denne studien ser at modellene kan bidra til begynnende kunnskaper om nervesystemet. Kunnskap om hvordan en elektrisk krets fungerer kan være med å støtte elevene i læring om nervesystemet ettersom at det også i nervesystemet blir sendt elektriske impulser. Det at elevene bruker det ordforrådet de har som går helt i tråd med det som ble presentert i delkapittel 2.1.1 om Piaget og hans teori om at man ønsker å sette ny kunnskap man

tilegner seg inn i de skjemaene man allerede har dannet seg. Det er naturlig å forklare et fenomen man observerer med det ordforrådet man har fra før av, noe som fører til at forklaringene elevene kommer med naturlig vis kan knyttes opp mot kunnskaper man tidligere har tilegnet seg.

I 6.1.1.1 tok jeg også opp hvordan mange bruker positiv og negativ ladning når de beskriver koblingen mellom modellene, dette kan også knyttes til det at dette går under tema de har jobbet med nylig og som beskrevet tidligere i dette delkapittelet kan dette knyttes til Piagets teori om skjemaer. Mye av det som ble presentert under 5.1 kan også knyttes til elevenes bakgrunnskunnskaper om elektriske kretser, men det kan også indirekte være begynnende kunnskap om nervesystemet ettersom at disse to temaene kan knyttes sammen på mange punkter. Enkelte begreper blir også brukt ganske likt i begge temaene som elektriske signaler/impulser. Mange av utdragene fra spørreundersøkelsen som er presentert i resultater kan kobles opp mot elektrisitet. Det blir tatt opp seriekobling, elektriske kretser positiv og negativ ladning osv.

Elevenes forkunnskaper om elektrisitet og elektriske kretser kan brukes som en ressurs når man videre skal jobbe med nervesystemet. Dette er også et punkt som man da burde stille seg kritisk til. Om samme studie blir gjennomført i en klasse som ikke har jobbet med elektriske kretser som tema. Hadde man da et likt resultat på læringsutbytte elevene uttrykker eller er dette et tema som man må jobbe med først for at elevene skal kunne utvikle seg den samme grunnkunnskapen.

I hverdagen møter elever mange ulike senarioer, og alle disse senarioene kan bidra i elevens forståelse av nye ting de møter i livet. Alle møter med andre og situasjoner man kommer ut for er med på å påvirke deg som et menneske, dette er også punkter som påvirker hva elevene legger vekt på og benytter som begreper i sine forklaringer. Det er derfor mange variabler som spiller inn i en studie som dette, og dette er variabler som er vanskelig å ta stilling til når en datainnsamling blir gjennomført. Resultatene i dette studiet vil derfor ikke nødvendig vis være resultater man vil se om studiet blir gjenskapt med et annet deltager utvalg, men det er et forsøk på å kartlegge hvilke aspekter ved nervesystemet modellene kan bidra til forkunnskaper om.

6.1.2.3 Ønske om å forstå

Gjennom utforskingen gikk det et kollektivt ønske om å forstå hva det var de jobbet med. Som man ser i sitat 23-26 kommer det frem både i diskusjonen og i ulike elevsvar at flere har et ønske om å finne ut av hva det er de jobber med og hva de kan brukes til. Dette viser at elever føler på et behov eller ønske om å forstå verden omkring seg. Noe som direkte kan knyttes til kjerneelementene i naturfag som ble presentert i kapittel 1, om at elevene gjennom opplevelse, undring, utforsking og erfaringer skal forstå verden rundt seg i et naturvitenskaplig perspektiv.

6.2 Bruk av modellene i skolen

Tidligere i dette kapittelet har jeg diskutert rundt hvilken kunnskap det ser ut til at modellene kan bidra til gjennom fri utforsking. De punktene som er tatt opp under hovedtemaene gjennom diskusjonen er aspekter ved nervesystemet som modellene kan bidra til en forståelse for i undervisning i barneskolen. Det er også mulig at modellene kan bidra til forståelse av andre aspekter ved nervesystemet om de implementeres i en undervisnings økt enn det som er kommet frem gjennom dette studie

Det denne studien har funnet ut at læringsutbytte disse modellene kan bidra til i undervisning er:

- Nerveceller består av dendritter og akson som er lokalisert i hver sin ende av cellen
- Et akson og en dendritt kobles sammen og danner en synapse
- Nevroner sender elektriske impulser
- Nerveimpulser blir sendt fra akson til dendritt over synapseovergangen
- Enkelte nerveceller hemmer signalene i stede for å sende de videre
- Sensoriske nevroner er koblet til sansene og kan aktiveres ved trykk og berøring

Disse fagbegrepene som hører til nervesystemet, er ikke noe elevene har lært gjennom sin utforsking. De har derimot fått en generell forståelse for disse prinsippene uten at de kan fagterminologien som brukes.

6.3 Kritikk av studien

Jeg har ikke samlet data på denne måten før, og gjennom utviklingen av spesielt spørreskjema var det vanskelig å utforme spørsmål som kunne gi det datamaterialet jeg ønsket å samle inn. Noen av spørsmålene ble formulert på et vis som gjorde at elevene svarte på noe helt annet enn det som var formålet med spørsmålet.

En svakhet her er også at jeg ikke prøvde ut selve utforskningen og spørreskjema på en gruppe elever i samme alder før selve innsamlingen. Det ble i stede testet ut på ett familiemedlem på samme alder, da det var det jeg hadde tilgjengelig, men dette resulterte i at det ikke ble noen diskusjon og da ble utforskningen heller ikke gjort så grundig. Selv om dette ga meg muligheten til å justere informasjon jeg skulle gi før utforskningen, så satt jeg igjen med et andre erfaringer etter gjennomføringen av datainnsamlingen. Blant annet at enkelte av spørsmålene i spørreundersøkelsen burde vært omformulert litt for å forsøke å unngå at stort sett alle svarene under ett av spørsmålene svarte på noe helt annet.

For å få gode resultater som man kan bruke fra think-aloud metoden burde elevene være litt kjent med hva det innebærer å tenke høyt, jeg er usikker på om disse elevgruppene har jobbet noe med dette tidligere. Jeg gikk gjennom hva jeg mente med å tenke høyt før selve utforskningen, men hadde elevene hatt litt trening i det fra tidligere hadde nok resultatene fra utforskningen kunne bidratt mer. Tanken var i utgangspunktet at diskusjonene skulle være hovedkilden til datamaterialet og at svarene fra spørreundersøkelsen kunne være med å støtte opp under det man kunne se i diskusjonen. Føler kanskje det har blitt litt motsatt at svarene fra undersøkelsen er blitt litt hovedfokus også har utdrag fra utforskningen utdypet og bygget på undersøkelsen.

Elevene har et behov for å knytte utforskningen sin imot hva de nylig har jobbet med, noe som i seg selv er et resultat, men hadde man klart forebygge det på et vis så ville man antagelig fått et enda klarere bilde på hvilken læring om nervesystemet modellene i seg selv kan bidra med.

7. Konklusjon

I denne studien har jeg sett på læringspotensialet elever har gjennom fri utforsking av nevronmodeller, jeg har også sett litt på hvilke begrensninger disse modellene har når det kommer til læringspotensialet, og hvordan elever iherdig jobber med å forstå det de utforsker ved å bruke de forkunnskapene de sitter med. For å utføre utforskingen tok jeg utgangspunkt i en think-aloud metode (Reinhart et al. 2022), og brukte filmopptak av utforskingen samt spørreskjema for å samle datamaterialet.

Resultatene mine viser at modellene har potensiale for læringsutbytte som kan knyttes til minst seks av Kvello & Gerickes (2021) sine prinsipper om en helhetlig forståelse av nervesystemet. Elevene viser en begynnende forståelse knyttet til begge hovedtemaene, selv om det også ligger grunnlag for enkelte misoppfatninger. Elevene tar i bruk den kunnskapen og det ordforrådet de tidligere har lært for å prøve å forklare og forstå modellene. De uttrykker også et ønske om å få en forståelse for det de utforsker.

Diskusjonen viser at assosiasjonene elevene utvikler av modellene til objekter som har forgreininger kan støtte under en forståelse av en nervecelles anatomi. Elevene delte hovedsakelig modellen inn i to deler, de fem fingrene som er dendritter og håndleddet som er aksonet. Dette gir en grunnleggende begynnende forståelse for delene vi deler et nevron inn i, det ser derimot ikke ut til at elevene beregner cellekroppen som en hoveddel, noe teorien gjør. Elevene har skapt en begynnende forståelse for synapseoverganger ved at de trekker frem ulikheten mellom de to endene og at de bare danner en kobling med hverandre om to ulike ender står mot hverandre. Elevene har utviklet en forståelse for hvordan nervesignaler blir sendt gjennom en vervecelle og videre til målcelle. De har også skapt seg en forståelse for at det finnes ulike typer nerveceller som gjør forskjellige ting, blant annet at noen sender og noen stopper signaler.

8. Referanser

- Alex Reinhart, Ciaran Evans, Amanda Luby, Josue Orellana, Mikaela Meyer, Jerzy Wieczorek, Peter Elliott, Philipp Burckhardt & Rebecca Nugent (2022) *Think-Aloud Interviews: A Tool for Exploring Student Statistical Reasoning*, Journal of Statistics and Data Science Education
- Andersson-Bakken, E. & Dalland, C. P. (2021). *Metoder i klasseromsforskning. Forskningsdesign, datainnsamling og analyse*. Universitetsforlaget.
- Braun, & Clarke, V. (2022). *Thematic analysis: a practical guide*. SAGE.
- Chittleborough, G. D., & Treagust, D. F. (2009). Why Models are Advantageous to Learning Science. *Educación Química*, 20(1), 12–17. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30003-X](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30003-X)
- Christoffersen, L. & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Oslo: Abstrakt forlag AS
- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). *Modelling-based Teaching in Science Education*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3>
- Hainnisdal, M. & Rignes, V. (2005). Modeller og modellbruk i naturfagene. I D. Jode & B. Bungum (Red.), *Naturfagsdidaktikk – Perspektiver, forskning og utvikling* (s. 199 – 212). Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Kvello, P. (2024). *Mapping lower secondary school students' conceptions of three aspects critical for understanding the nervous system*. Plos One. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0301090>
- Kvello, P. & Gericke, N. (2021). Identifying knowledge important to teach about the nervous system in the context of secondary biology and science education-A Delphi study. Plos One. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260752>
- Larsen, A. K., (2017). *En enklere metode. Veiledning i samfunnsvitenskapelig forskningsmetode*. 2. Utg. Bergen: Fagbokforlaget.
- Mathiassen, K (2008). Bruk av modeller i biologiundervisningen. I P. van Marion & A. Strømme (red.), *Biologididaktikk*. (s. 170-197). Høyskoleforlaget
- Nicolaysen, G., Holck, P., Wilson, P. & Maizels, D. (2018). *Kroppens funksjon og oppbygging* (3. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.

- Ringdal, K. (2018). Enhet og mangfold. *Samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode*. (4. utg.) Fagbokforlaget.
- Sand & Toverud, (2018). *Menneskekroppen: fysiologi og anatomi* (3. Utg.) Oslo: Gyldendal akademisk
- Sikt. (u.å). *Barnehage- og skuleforskning*. Hentet 14.11.2023 fra <https://sikt.no/tjenester/personverntjenester-forskning/personvernhandbok-forskning/barnehage-og-skuleforskning>
- Skaalvik, E. M., & Skaalvik, S. (2018). *Skolen som læringsarena: Selvoppfatning, motivasjon og læring* (3.utg). Universitetsforlaget
- Stømme, A. (2008). Hva er egentlig biologi?. I P. van Marion & A. Strømme (red.), *Biologididaktikk*. (s. 170-197). Høyskoleforlaget
- Tjora, A. (2017). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (3.utg). Oslo: Gyldendal.
- Utdanningsdirektoratet. (2021). Læreplan i naturfag (NAT01-04). Kjerneelementer. Hentet 04.03.24 <https://www.udir.no/lk20/nat01-04/om-faget/kjerneelementer?lang=nob>
- Utdanningsdirektoratet. (2021). Læreplan i naturfag (NAT01-04). Kompetansemål og vurdering. Hentet 01.03.24 <https://www.udir.no/lk20/nat01-04/kompetansemal-og-vurdering/kv79?lang=nob>
- Yammine, K. & Violanto, C. (2015) *The effectiveness of physical models in teaching anatomy: a meta analysis of comparative studies*. Springer ScienceBusiness
- Ye et al. (2020) *The role of 3D printed models in the teaching of human anatomy: a systematic review and meta-analysis*. BMC Medical Education <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02242-x>
- Ye et al. (2023), *Metaanalyzing the efficacy of 3D printed models in anatomy education*. Front. Bioeng. Biotechnol. 11:1117555. doi: 10.3389/fbioe.2023.1117555

Vedlegg

Vedlegg A - Spørreundersøkelse



Jeg samtykker at mine svar kan brukes i forskning, helt anonymt

- Ja
- Nei

Denne spørreundersøkelsen går ut på å finne ut hva du har funnet ut om modellene du nettopp har utforsket.

Når du svarer på spørsmålene må du gjerne tegne om du ønsker det, men forklar også hva du tegner med ord.

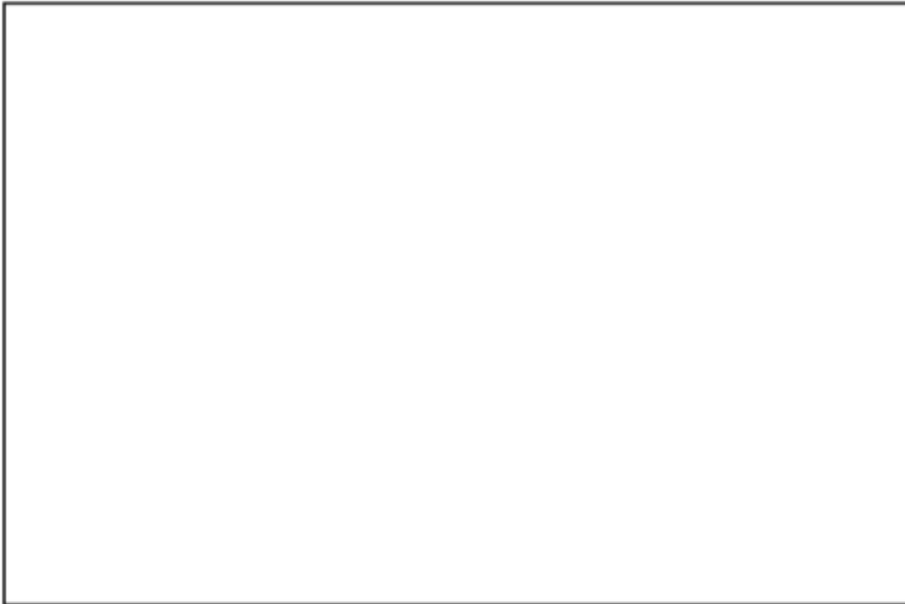
1. Hva ligner modellene på?

2. Hvordan ser de ut?

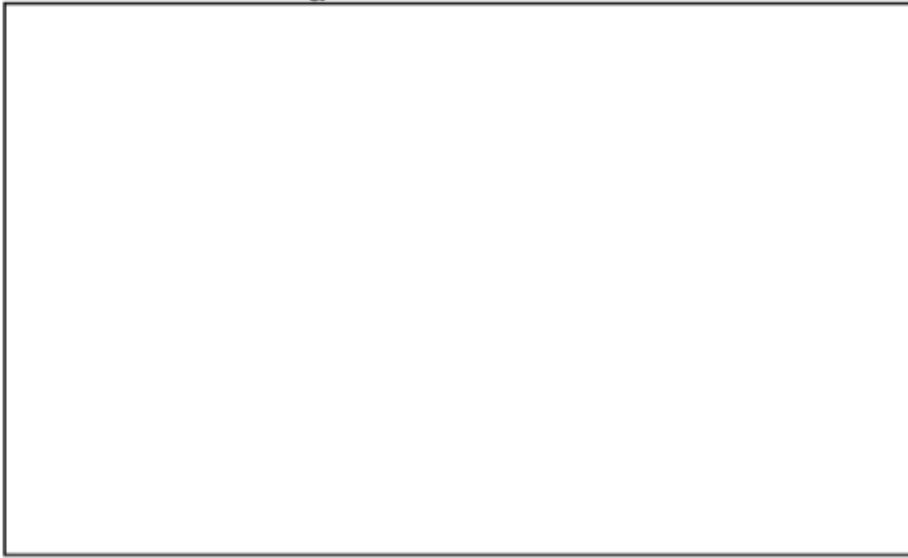
3. Hvilke deler består modellene av?



4. Hvordan vil du forklare at de virker?



5. Hva har du funnet ut gjennom å utforske modellene?



6. Har du noen ideer om hva disse kan brukes til?



7. Tror du disse tingene forestiller noe? I så fall, hva tror du de er?



8. Hvordan synes du det var å jobbe med modellene?



Vedlegg B – Godkjenning fra SIKT

Referansenummer

880652

Vurderingstype

Standard

Dato

12.02.2024

Tittel

Læringsutbytte ved bruk av modellnevroner i barneskolen

Behandlingsansvarlig institusjon

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet / Fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap (SU) / Institutt for lærerutdanning

Prosjektansvarlig

Pål Kvello

Student

Dorte Malen Sæter Bjerkeset

Prosjektperiode

26.02.2024 - 25.05.2024

Kategorier personopplysninger

- Almennelige

Lovlig grunnlag

- Samtykke (Personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a)

Behandlingen av personopplysningene er lovlig så fremt den gjennomføres som oppgitt i meldeskjemaet. Det lovlige grunnlaget gjelder til 25.05.2024.

Meldeskjema

Kommentar

OM VURDERINGEN Sikt har en avtale med institusjonen du forsker eller studerer ved. Denne avtalen innebærer at vi skal gi deg råd slik at behandlingen av personopplysninger i prosjektet ditt er lovlig etter personvernregelverket.

FORELDRE SAMTYKKER FOR BARN Prosjektet vil innhente samtykke fra foresatte til

behandlingen av personopplysninger om deres barn. FØLG DIN INSTITUSJONS

RETNINGSLINJER Vi har vurdert at du har lovlig grunnlag til å behandle

personopplysningene, men husk at det er institusjonen du er ansatt/student ved som avgjør hvilke databehandlere du kan bruke og hvordan du må lagre og sikre data i ditt prosjekt. Husk å bruke leverandører som din institusjon har avtale med

(f.eks. ved skylagring, nettspørreskjema, videosamtale el.) Personverntjenester legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om

riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1. f) og sikkerhet (art.

32). MELD VESENTLIGE ENDRINGER Dersom det skjer vesentlige endringer i

behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til oss ved å oppdatere meldeskjemaet. Se våre nettsider om hvilke endringer du må

melde: <https://sikt.no/melde-endringar-i-meldeskjema> OPPFØLGING AV

PROSJEKTET Vi vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet. Lykke til med prosjektet!

Vedlegg C – Informasjonsskriv og samtykkeskjema foresatte

Informasjonsbrev og samtykkeskjema til foresatte

”Læringsutbytte ved bruk av fysiske modeller i barneskolen”

Dette er et spørsmål til deg om barnet ditt vil delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke hvilket læringsutbytte barn i 6-7. klasse kan få ved å bruke fysiske modeller i undervisningen. I dette skrevet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Dette er et forskningsprosjekt i forbindelse med min masteroppgave ved grunnskolelærere utdanningen for 1.-7.trinn ved NTNU. I prosjektet vil jeg undersøke bruk av noen nylig utviklede modeller og hvilken læring de kan bidra til. Som deltakere i studien vil ditt barn bli bedt om å svare på et anonymt spørreskjema i etterkant av et undervisningsopplegg hvor modellene vil være hovedfokus. Det vil også være en tenk høyt gruppediskusjon som vil bli filmet som ditt barn kan velge å delta i som en del av opplegget.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Institutt for lærerutdanning ved Norges Teknisk-naturvitenskaplige universitet (NTNU) er ansvarlig for prosjektet. Prosjektet gjennomføres av Dorte Malen Sætre Bjerkeset, i forbindelse med masteroppgave.

Hvorfor får barnet ditt spørsmål om å delta?

Du mottar dette informasjonsskrivet fordi deres skole/lærer har valgt å delta i studien.

Hva innebærer det for ditt barn å delta?

Hvis du velger at ditt barn kan delta i prosjektet vil dette innebærer at:

- Ditt barn svarer på en kort anonym spørreundersøkelse etter en undervisningsøkt.

Dersom dere og eleven samtykker, innebærer deltakelsen også at:

- Barnet deltar i en tenk høyt, gruppediskusjon som vil bli filmet som en del av opplegget.

Det er fullt mulig å kun delta i spørreundersøkelsen eller gruppediskusjonen om det er ønskelig. Vi understreker at barnet ikke vil kunne kjennes igjen i publikasjoner. Gruppediskusjonene gjennomføres slik at det ikke registreres taushetsbelagte opplysninger om enkeltelever.

Det er frivillig å delta i spørreundersøkelsen og gruppediskusjonen. Hvis eleven velger å delta, kan han/hun/dere senere og når som helst trekke tilbake samtykke uten å oppgi noen grunn. Dere kan trekke tilbake samtykke ved å kontakte prosjektleder (se nedenfor) eller kontakte lærer som tar det videre til prosjektleder.

Dere har også mulighet til å få se spørreskjema eller få innblikk i hva gruppediskusjonen innebærer på forhånd ved å ta kontakt med prosjektleder (se nedenfor).

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle personopplysninger til ditt barn vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Undervisningsøkten som bruker modellene inngår ikke i selve forskningsprosjektet, det er det som blir samlet inn gjennom spørreundersøkelsen i slutten av økten og i den filmede gruppediskusjonen som inngår i selve forskningen.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om ditt barn til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. De som vil ha tilgang til de innsamlede opplysningene er studenten som skriver denne masteroppgaven og veileder fra NTNU. Ditt barn vil ikke kunne gjenkjennes i publikasjoner basert på materialet, og deres virkelige navn vil ikke bli kjent utenfor prosjektet.

Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Prosjektet vil etter planen avsluttes 27.05.2024. Etter prosjektslutt vil all informasjon om ditt barn slettes. Filmopptakene og spørreskjema vil transkriberes og anonymiseres før opptakene blir slettet, og svararkene blir destruert.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om ditt barn basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra institutt for lærerutdanning ved NTNU har Sikt – Kunnskapssektorens tjenesteleverandør vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

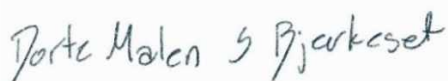
Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å vite mer om eller benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- NTNU student: Dorte Malen Sætre Bjerkeset; tlf: 95867002; epost: dmbjerke@stud.ntnu.no
- NTNU veileder: Pål Kvello; tlf: 41293667; epost: pal.kvello@ntnu.no
- Vårt personvernombud: Thomas Helgesen, e-post: thomas.helgesen@ntnu.no

Hvis du har spørsmål knyttet til vurderingen som er gjort av personverntjenestene fra Sikt, kan du ta kontakt via:

- Epost: personverntjenester@sikt.no eller telefon: 73 98 40 40.

Med vennlig hilsen



(Dorte Malen S. Bjerkeset)

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet "Læringsutbytte ved bruk av nevronmodeller i barneskolen", og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- Jeg tillater at mitt barn kan fylle ut en anonym spørreundersøkelse
- Jeg tillater at mitt barn kan delta i en gruppediskusjon med videooptak

Jeg samtykker til at mitt barns opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

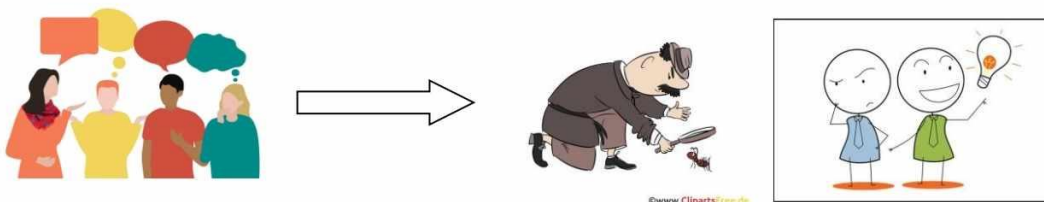
(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg D – Informasjonsskriv elever

Vil du delta i forskningsprosjektet

”Læringsutbytte ved bruk av fysiske modeller i barneskolen”?

Hei! Har du lyst å være med i et forskningsprosjekt? Vi ønsker å finne ut hva du kan lære ut av å utforske noen helt nye modeller.



Formål

I dette prosjektet vil vi finne ut hva du kan lære og forstå ved å utforske disse nye modellene. Jeg har lyst å se på hva du tenker og forstår gjennom å prøve ut modellene. Jeg håper du vil være med!

Du vil for eksempel få spørsmål som:

- *Hvordan vil du forklare at de virker?*
- *Hvordan ser de ut?*

Hvis du har lyst å være med, vil delen der du utforsker modellene sammen med 2 andre elever bli filmet så jeg kan huske hva dere pratet om.

Dette prosjektet er et forskningsprosjekt fra NTNU.

Hvem leder forskningsprosjektet?



Forskeren heter Dorte Malen, og er den som jobber med prosjektet

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Jeg spør deg om å være med fordi du går i 6. klasse og din lærer ønsket å delta i prosjektet.

Jeg vet enda ikke hvem du er eller hva du heter, men din lærer gir deg dette brevet fra meg.

Hvis du har lyst å være med i forskningsprosjektet, må du skrive under på siste ark i dette brevet.

Hva betyr det for deg å delta?

Hvis du har lyst å delta i forskningsprosjektet, vil du svare på en spørreundersøkelse etter at du har utforsket modellene. Du vil også kunne delta i en gruppediskusjon som blir filmet når du utforsker modellene.

Jeg vil være med under diskusjonen, og den vil bli filmet.

Diskusjonen vil ta ca. 15 minutter og vil foregå i undervisningstiden.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Det betyr at du kan velge selv om du har lyst å være med eller ikke. Ingen andre kan velge dette for deg. Det er bare du som kan samtykke. Samtykke betyr at du sier at du synes noe er greit.



Hvis du vil delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Det betyr at det er lov å ombestemme seg, og det er helt i orden. All informasjon om deg vil da bli slettet.

Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller om du først sier «ja» og så «nei». Ingen vil bli sur eller lei seg, og det vil ikke ha noe å si for skolen din.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Vi er ferdig med forskningsprosjektet 27.05.24.

Da vil jeg passe på at all informasjon om deg er slettet.

Vi behandler informasjon om deg bare hvis du sier at det er greit.

Med vennlig hilsen,

A handwritten signature in black ink that reads "Dorte Malen S. Bjerkeset".

Dorte Malen S. Bjerkeset

