

Julie Austbø Seth

Elevdialog ved bruk av modellnevroner

Masteroppgave i Lektorutdanning i realfag for trinn 8-13

Veileder: Pål Kvello

Medveileder: Øyvind Arne Høydal

Juni 2022

Julie Austbø Seth

Elevdialog ved bruk av modellnevroner

Masteroppgave i Lektorutdanning i realfag for trinn 8-13

Veileder: Pål Kvello

Medveileder: Øyvind Arne Høydal

Juni 2022

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



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Denne studien har som formål å utforske effekten av bruk av modellnevroner i undervisning av nervesystemet. Modellnevronene er utviklet av en forskningsgruppe på NTNU, og består av pluggbare elektroniske nevroner som kan kobles sammen i nettverk. I denne studien blir det sett på hvordan modellnevronene kan brukes i undervisning om nervesystemet, ved å se på hvordan det påvirker elevdialogen.

For å se på elevdialogen, ved bruk av modellnevronene, så er det brukt et teoretisk rammeverk som består av Mercer mfl. (1996; 1999; 2004; 2007) sin kategorisering av elevdialog i følgende kategorier: støttende dialog, konfronterende dialog og utforskende dialog. For å nyansere kategorien utforskende dialog, er det brukt Keefer mfl. (2000) sine kategorier: kritisk diskusjon og forklarende utforsking.

Denne studien er en kvalitativ case studie, som ser på dialogen til elever i Biologi 1 når de arbeider i grupper med oppgaver om nervenetverk. Datamaterialet er lyd- og videoopptak av to grupper som bruker modellnevroner når de arbeider med oppgavene, og en gruppe som ikke bruker modellnevroner. I analysen og resultatdelen er det en vekslende kvalitativ og kvantitativ tilnærming for å få muligheten til å gå i dybden på elevdialogen, samtidig som resultatene fremstilles på en oversiktlig og sammenlignbar måte.

Oppgaven bygges opp for å svare på følgende problemstilling:

Hva kjennetegner dialogen hos elever som bruker modellnevroner sammenlignet med elever som ikke bruker modellnevroner i undervisningen om nervesystemet?

I resultatene kommer det frem at gruppen som ikke brukte modellnevroner stort sett hadde støttende dialog når det foregikk faglig dialog, men over halvparten av tiden foregikk det ikke-faglig dialog. Hos gruppene som brukte modellnevroner foregikk det faglig dialog stort sett hele tiden, og denne var oftest av typen utforskende dialog. Det foregikk både kritisk diskusjon og forklarende utforsking, men aller mest av sistnevnte. Et interessant resultat var at også etter at elevene, som brukte modellnevronene, var ferdig med oppgavene, så foregikk det dialog av typen forklarende utforsking. Da testet elevene ut ting som de selv undret seg over.

Abstract

The aim of this study is to contribute to finding out how model neurons could have a positive effect on teaching about the nervous system. The model neurons are developed by a research group at NTNU and consists of electronic neurons which can be connected into larger networks. In this study we investigate how model neurons can be used in teaching of the nervous system by looking at how it effects the dialogue between students.

To analyze the dialogue between students, when they use the model neurons, this study uses a theoretical framework which consists of the categories described by Mercer et. al. (1996; 1999; 2004; 2007); cumulative talk, disputational talk and exploratory talk. To nuance the category exploratory talk, the following categories described by Keefer et. al. (2000) is used: critical discussion and explanatory inquiry.

This study is a qualitative case study, which addresses the dialogue among students in a biology class at upper secondary school when they work in groups on tasks about nerve networks. The data material is voice- and audio recordings of two groups using the model neurons when working on the tasks, and one group that do not use the model neurons. There is an alternating use of qualitative and quantitative approaches in the analysis and results. This is done to be able to go into the details of the dialogue and present it in a clear and comparable way at the same time.

The thesis is aimed at answering the following problem:

What characterizes the dialogue among students who use model neurons compared to students who do not use model neurons in teaching about the nervous system?

The results show that the group who did not use model neurons mainly had cumulative talk when there was an educational dialogue, but more than half of the time was used to have none-educational dialogue. The groups who used model neurons had an educational dialogue almost all the time, and this was mainly exploratory talk. They had both critical discussion and explanatory inquiry, but more of the latter. An interesting result was that after the students who used model neurons had finished the tasks, their dialogue was of the category explanatory inquiry, where the students tested out cases they found interesting.

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på fem år som lektorstudent i Trondheim. Det har vært fem lærerike, spennende og innholdsrike år, og nå gleder jeg meg til å ta fatt på lærerlivet.

Å skrive denne masteroppgaven har til tider vært tøft, men også veldig interessant og lærerikt. Det var veldig givende å få lov til å skrive om et tema som jeg synes er så spennende, og jeg har fått mange gode erfaringer som jeg tar med meg videre i lærerlivet. Jeg vil takke veilederne mine Pål Kvello og Øyvind Arne Høydal for gode og konstruktive tilbakemeldinger.

Tusen takk til jentene på lesesalen som har vært en stor støtte gjennom en, til tider, tøff skriveprosess. Oppmuntrende ord, mange gode forslag og lange lunsjpauser har vært gull verdt. Takk også til mamma som alltid stiller opp som korrekturleser.

Trondheim, mai 2022.

Julie Austbø Seth

Innholdsfortegnelse

Innholdsfortegnelse	xi
Figuroversikt	xiv
Dialogoversikt	xv
Tabelloversikt	xvi
1. Innledning	1
1.2 Formålet med studien og problemstilling	2
1.3 Struktureringen av oppgaven	3
2. Teori	4
2.1 Elevdialog	4
2.1.1 Elevgenererte spørsmål	5
2.1.2 Dialog i biologiundervisning	6
2.2 Undervisning om nervesystemet	7
2.2.1 Kunnskapsløftet 2020	7
2.2.2 Nervesystemet i lærebøker	7
2.2.3 Hva bør inkluderes i undervisning om nervesystemet	8
2.3 Bruk av modeller i undervisning	9
2.3.1 Ulike typer modeller	9
2.3.2 Modeller og dialog	10
2.3.3 Modeller i biologi	11
2.3.3.1 NeuroBytes	11
2.3.3.2 Modellnevroner	12
3. Teoretisk rammeverk	13
3.1 Mercers kategorisering av elevdialog	13
3.1.1 Konfronterende dialog (disputational talk)	13
3.1.2 Støttende dialog (cumulative talk)	14
3.1.1 Utforskende dialog (exploratory talk)	14
3.2 Keefers kategorisering av elevdialog	16
3.2.1 Konfronterende diskusjon (eristic discussion)	16
3.2.2 Støttende dialog (consensus dialogue)	16
3.2.3 Kritisk diskusjon (critical discussion)	16
3.2.4 Forklarende utforsking (explanatory inquiry)	16
3.3 Tilpassing av det teoretiske rammeverket	17

4. Metode.....	18
4.1 Forskningsdesign.....	18
4.2 Datainnsamling.....	19
4.3 Undervisningsopplegg.....	20
4.3.1 Modellnevroner	21
4.3.2 Gruppeoppgaver	23
4.4 Transkribering	25
4.5 Koding og analyse	26
4.6 Validitet og reliabilitet.....	30
4.6.1 Validitet	30
4.6.1.1 Pilotprosjektet.....	31
4.6.2 Reliabilitet	32
4.7 Forskningsetiske betraktninger.....	33
5. Resultat.....	34
5.1 Sammenlikning av gruppene med og uten modellnevroner	34
5.1.1 Ikke-faglig dialog	34
5.1.2 Sammenlikning av antall sekvenser	35
5.1.3 Sammenlikning av varighet.....	36
5.1.4 Sammenlikning av prosentvis fordeling av varighet	37
5.2 Dialogtyper hos gruppene som brukte modellnevroner	38
5.2.1 Støttende dialog.....	39
5.2.2 Utforskende dialog	40
5.2.2.1 Kritisk diskusjon.....	40
5.2.2.2 Forklarende utforsking	41
5.3 Dialogtyper hos gruppen som ikke brukte modellnevroner	45
5.3.1 Støttende dialog.....	46
5.3.2 Utforskende dialog	47
5.3.2.1 Kritisk diskusjon.....	47
6. Diskusjon.....	50
6.1 Konfronterende dialog.....	50
6.2 Støttende dialog.....	51
6.3 Utforskende dialog	52
6.3.1 Kritisk diskusjon.....	53
6.3.2 Forklarende utforsking	53
6.4 Ikke-faglig dialog	55
6.5 Studiens bidrag og videre forskning.....	56

7. Konklusjon	57
8. Litteraturliste	58
9. Vedlegg	63
Vedlegg A: Instruksjonsvideo om nervesystemet	63
Vedlegg B – Instruksjonsvideo om modellnevroner	63
Vedlegg C – Transkripsjonskoder	64
Vedlegg D – Samtykkeskjema	64
Vedlegg E – Vurdering fra NSD	67

Figuroversikt

Figur 1: NeuroBytes koblet sammen i nettverk.....	12
Figur 2: Modellnevronene koblet sammen i nettverk.....	12
Figur 3: En oversikt over innholdet og gangen i undervisningsøkten	20
Figur 4: Modellnevronene som ble brukt i studien	22
Figur 5: Modellnevronene koblet sammen i nettverk.....	22
Figur 6: Oppgave 1 av 3 som elevene arbeidet med i grupper	23
Figur 7: Oppgave 2 av 3 som elevene arbeidet med i grupper	24
Figur 8: Oppgave 3 av 3 som elevene arbeidet med i grupper	24
Figur 9: Antall sekvenser av de ulike dialogtypene	35
Figur 10: Den totale varigheten for de ulike dialogtypene	36
Figur 11: Den prosentvise fordelingen av varigheten av de ulike dialogtypene.	37
Figur 12: Antall sekvenser av de ulike dialogtypene for gruppene som brukte modellnevroner	38
Figur 13: Antall sekvenser av de ulike dialogtypene for gruppen som ikke brukte modellnevroner	45

Dialogoversikt

Dialog 1: Dialogsekvens som viser støttende dialog hos elever med modellnevrøner.	39
Dialog 2: Dialogsekvens som viser kritisk diskusjon hos elever med modellnevrøner.	40
Dialog 3: Dialogsekvens som viser forklarende utforsking hos elever med modellnevrøner.	42
Dialog 4: Dialogsekvens som viser forklarende utforsking hos elever med modellnevrøner.	44
Dialog 5: Dialogsekvens som viser støttende dialog hos elever uten modellnevrøner.	46
Dialog 6: Dialogsekvens som viser kritisk diskusjon hos elever uten modellnevrøner.	48

Tabelloversikt

Tabell 1: De ulike dialogtypene med tilhørende koder som er brukt i analysen	28
Tabell 2: Fremstilling av kodene slik de ble brukt under analysearbeidet.	30
Tabell 3: Varighet og prosentandel med ikke-faglig dialog	34

1. Innledning

Et sosiokulturelt læringssyn bygger på at læring og utvikling skjer i samspill med andre, og det er dette synet på læring som ligger til grunn for Dysthes beskrivelse av det dialogiske klasserommet (Dysthe, 1995; Vygotsky, 1978). Det dialogiske klasserommet vil være utgangspunktet i denne studien. I et dialogisk klasserom blir det oppfordret til dialog mellom elevene, og denne dialogen har til hensikt å fremme læring, og man har et ønske om at alle elevene skal komme med sine perspektiver, slik at de kan skape mening sammen (Dysthe, 1995). Dialogens plass i klasserommet i dag, kan sees gjennom den grunnleggende ferdigheten, muntlige ferdigheter som er presentert i overordnet del av læreplanen (Kunnskapsdepartementet, 2017). I biologi handler muntlige ferdigheter blant annet om å være en aktiv deltaker i samtaler om temaer som er sentrale i biologi (Utdanningsdirektoratet, 2021).

Det biologitemaet som det sees nærmere på i denne studien er nervesystemet, og i den nye læreplanen, LK20, er ikke undervisning om nervesystemet eksplisitt nevnt i Biologi 1 (Utdanningsdirektoratet, 2021). Det vil likevel være en naturlig del av følgende kompetansemål:

«utforske sammenhengar mellom anatomi og fysiologi og gjere greie for prinsippa for livsprosessane i organismar» (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 5).

Som vi ser, er læreplanen nokså generell når det gjelder hva det skal undervises i. Det ligger da naturligvis heller ingen føringer for hva undervisning om nervesystemet skal inneholde. Samtidig har kunnskapen om nervesystemet økt betraktelig de siste tiårene (Herculano-Houzel, 2002). Den store økningen i antall artikler som er publisert om nevrovitenskap er en indikasjon på dette (Yeung mfl., 2017). All denne nye kunnskapen, sammen med at både lærere og elever har en del misoppfatninger om nervesystemet, gjør det utfordrende for lærere å vite hvordan det kan undervises om nervesystemet, og hva denne undervisningen bør inneholde (Papadatou-Pastou et. al., 2017; Rosseau, 2021). Det vil være viktig å finne gode måter å undervise om nervesystemet på blant annet fordi nevrovitenskapelig kunnskap er ettertraktet i mange deler av samfunnet, som for eksempel innen informatikk og økonomi (Harris mfl., 2020; Leefmann & Hildt, 2017).

Nylig er det gjort en studie som ser på hva som bør undervises om nervesystemet (Kvello & Gericke, 2021). Derfor vil et naturlig neste steg være å undersøke hvordan man kan undervise om nervesystemet. Modellbasert undervisning er et alternativ som kan brukes for å vise etablerte ideer, og det gir muligheten for å redusere kompleksiteten slik at søkelyset kan rettes mot noen sentrale aspekter (Bierema mfl., 2017; Mathiassen, 2015). Det finnes lite forskning på modellbasert undervisning om nervesystemet, men en ting som har vært testet tidligere er NeuroBytes (Petto mfl., 2017). Dette er elektroniske nevroner som kan kobles sammen i nervenettverk (Burdo, 2018). Det har vært sett på læringsutbytte ved bruk av NeuroBytes (Petto mfl., 2017). Nå er det utviklet en ny modell med elektroniske nevroner som skal brukes i denne studien. Denne er mer virkelighetsnær, mer brukervennlig og skiller mellom inhibitoriske og eksitatoriske nevroner.

1.2 Formålet med studien og problemstilling

På bakgrunn av at læreplanen er generell på hva det bør undervises om, og at det kan være vanskelig å vite hvordan det kan undervises om nervesystemet, så ble formålet med studien å teste ut et nyutviklet læringsverktøy for undervisningen om nervesystemet. Dette er et byggesett med modellnevroner som er utviklet i forskningsprosjektet *Å bygge hjerner*, som er tilknyttet forskningsgruppen *Nevrovitenskap i utdanningen* på NTNU. Byggesettet består av pluggbare elektroniske nevroner som kan kobles sammen til små og store nervenettverk.

Med den nye læreplanen, LK20, sitt fokus på muntlige ferdigheter og læring i et fellesskap, og at det ikke tidligere har blitt sett på bruk av modellnevroner i sammenheng med dialog, så ble det interessant å se på hvordan dette byggesettet fungerer i undervisning, gjennom å se på elevdialogen når elevene arbeider i grupper. Gruppearbeid kan være en naturlig del av et dialogisk klasserom, men det garanterer ikke læring, og i seg selv sikrer det ikke dialog og flerstemmighet (Dysthe, 1995). Da kan det være nyttig å se nærmere på hvilken type dialog, og av hvilken kvalitet, som foregår mellom elever som jobber i grupper.

Med dette som bakgrunnen så ble det, etter flere runder med revidering, formulert følgende problemstilling:

Hva kjennetegner dialogen hos elever som bruker modellnevroner sammenlignet med elever som ikke bruker modellnevroner i undervisningen om nervesystemet?

Til nettopp dette så vil denne studien bruke Mercer mfl. (1996; 1999; 2004; 2007) sin kategorisering av elevdialog; støttende dialog, konfronterende dialog og utforskende dialog. På grunn av store forskjeller i elevdialogene som kunne kodes til utforskende dialog ble denne kategorien nyansert til underkategoriene «kritisk diskusjon» og «forklarende utforskning», basert på Keefer mfl. (2000) sin kategorisering av elevdialog.

1.3 Struktureringen av oppgaven

Oppgaven er strukturert gjennom sju deler. Første del var en innledning som introduserte og la bakgrunnen for oppgaven. Andre del presenterer relevant teori for studien. Her er det lagt vekt på elevdialog, undervisning om nervesystemet og bruk av modeller i undervisning. Deretter blir det teoretiske rammeverket presentert. Dette inneholder Mercer mfl. (1996; 1999; 2004; 2007) og Keefer mfl. (2000) sine kategoriseringer av elevdialog, og en tilpasning av disse. I metodekapittelet presenteres forskningsdesignet, datainnsamlingen, undervisningsopplegget, datainnsamlingen, transkribering, koding og analyse, reliabilitet, validering og forskningsetiske betraktninger. Resultatkapittelet starter med en sammenligning av elevdialogen ved bruk av modellnevroner og uten bruk av modellnevroner, og dermed nærmere inn på begge i egne kapitler. Diskusjonen er bygd opp med egne delkapittel for de ulike dialogtypene, etterfulgt av en konklusjon.

2. Teori

Dette kapittelet vil presentere teori som legger grunnlaget for valg som er gjort med tanke på undervisningsopplegget, og andre relevante studier på området. Delkapittel 2.1 inneholder relevant teori om elevdialog. Delkapittel 2.2 ser på hva undervisning om nervesystemet burde inneholde. Delkapittel 2.3 presenterer hvordan modeller kan brukes i undervisning.

2.1 Elevdialog

Den hverdagslige forståelsen av dialog er at den foregår muntlig mellom to personer, ansikt til ansikt. Dysthe (1995) har i sin forskning på det flerstemmige klasserommet utvidet hva begrepet dialog omfatter, til å inkludere følgende punkter (Dysthe, 1995, s. 61):

- «1. lærerens interaksjon med hele klassen eller gruppa
2. lærerens interaksjon med individuelle elever
3. muntlig interaksjon elevene imellom
4. interaksjon mellom en elevs tekst og en gruppe medelever
5. interaksjon mellom en rekke tekster i klassen, for eksempel læreboka, andre kilder og elevtekster
6. interaksjon med tekster utenfor klassen»

Dialogen som er sentral for denne oppgaven er Dysthes (1995) punkt 3, muntlig interaksjon elevene imellom.

Dysthe (1995) skiller mellom det monologiske og dialogiske klasserommet. Det monologiske klasserommet forbindes med tradisjonelle klasserom med mye enveiskommunikasjon.

Sentralt i et dialogisk klasserom er at samtale skal brukes til å fremme læring, og til interaksjon mellom elever og med læreren. Dysthe (1995) har basert sitt arbeid om det dialogiske klasserommet på den russiske filosofen Bakhtins teorier om dialog.

Basert på Bakhtin trekker Dysthe (1995) frem noen sentrale aspekter ved det dialogiske klasserommet. Et aspekt er at elevene finner mening sammen, og at dialogisk utveksling fører til læring. Et annet aspekt er at det er fokus på forskjellen mellom stemmene, og at det ikke er nok at det eksisterer forskjellige stemmer, det skal også være en interaksjon mellom disse. Alle som deltar kommer med sine egne verdier og perspektiver. Dysthes (1995) karakterisering av et dialogisk klasserom sammenfaller på mange punkter med trekkene til Mercers utforskende dialog, som det vil bli redegjort for i det teoretiske rammeverket.

Samarbeidslæring vil kunne være sentralt i et dialogisk klasserom. Dette bygger på at gjennom å samarbeide og diskutere, kan elevene oppnå en bedre forståelse enn de hadde gjort om de arbeidet alene (Erstad & Klevenberg, 2019). Gruppearbeid er viktig for at elevene skal kunne forbedre sine kognitive ferdigheter, og gir de muligheter til å generere forklaringer og bygge på ideene til hverandre (Coll mfl., 2005). Noe som kan observeres når elever skal arbeide sammen er at elevene arbeider i grupper, men ikke som grupper. Det er ikke uvanlig at elever sitter sammen i grupper, men arbeider individuelt (Mercer & Littleton, 2007).

Det å arbeide og lære sammen med andre er vanlig praksis i hverdagslivet utenfor skolen, men dette har ikke blitt omfavnet på lik linje i klasserommet. Tradisjonelt sett har samtale mellom elever i klasserommet blitt sett på som forstyrrende. Ved å i stedet oppfordre elevene til å være bevisst på hvordan de kan bruke dialog som et verktøy, så kan elevene utvikle vaner som kan hjelpe dem senere (Mercer & Littleton, 2007).

2.1.1 Elevgenererte spørsmål

Spørsmål har en viktig plass i dialogen som foregår i et klasserom. Tradisjonelt sett blir de aller fleste spørsmålene stilt av læreren i norske klasserom. En stor andel av disse er på et lavt kognitivt nivå. Det som derimot er vist å ha god effekt på både læring og motivasjon er elevgenererte spørsmål (Chin & Brown, 2002; Staberg mfl., 2020). Dette er spørsmålene som blir stilt av elevene selv.

Tilstedeværelsen av elevgenererte spørsmål kan indikere at elevene tenker på ideer som de prøver å forstå, utvide og sette i sammenheng med kunnskap de har med seg fra tidligere. Elevgenererte spørsmål trenger ikke bare ha en positiv effekt for elevene selv, men kan også hjelpe flere i gruppen med å komme videre i sine tankeprosesser. På denne måten kan gruppen konstruere kunnskap sammen og oppnå en felles forståelse. Eventuelle misoppfatninger som elevene måtte ha, kan bli synliggjort gjennom spørsmålene de stiller. Dette gir gruppen muligheten til å avkrefte eventuelle misoppfatninger i fellesskap (Chin & Brown, 2002).

2.1.2 Dialog i biologiundervisning

Muntlige ferdigheter i biologi er når elevene deltar i samtaler om tema og prosesser innen biologi (Utdanningsdirektoratet, 2021). Wellington & Osborne (2001) poengterer at en veldig stor del av det å lære naturvitenskap er å lære å snakke det naturvitenskapelige språket. Å anvende det naturvitenskapelige språket er noe elevene trenger å trene på, fordi mange opplever det som komplisert og utfordrende (Wellington & Osborne, 2001). Å tilrettelegge for muntlige aktiviteter i biologi og naturfag er viktig, fordi hvis elevene skal kunne få en konseptuell forståelse i naturvitenskap så må de kunne reflektere over og diskutere sin forståelse av konseptene (Coll mfl., 2005).

Det å lære å resonnerer i naturvitenskap handler om å lære å konstruere argument som setter bevis og empiriske data i sammenheng med ideer og teorier. Resonnering vil være en viktig del av praktisk arbeid, siden praktisk arbeid alene ikke er tilstrekkelig for å skape en bro mellom observasjoner og ideer i naturvitenskap. (Wellington & Osborne, 2001). Når elevene resonnerer og argumenterer i naturfag så forventes det at de begrunner sine påstander. Dette krever at materialet som elevene arbeider med er på en sån måte at bevisene for vitenskapelige teorier er synlige. Elevene får et faglig læringsutbytte når de tenker over om bevis støtter opp om deres personlige teorier om vitenskapelige konsept (Coll mfl., 2005).

2.2 Undervisning om nervesystemet

2.2.1 Kunnskapsløftet 2020

Som sagt er ikke nervesystemet eksplisitt nevnt i kompetansemålene, men læreplanen får en ny dimensjon gjennom *Kjerneelement* for hvert fag som er nytt for LK20. I Biologi er disse: praksiser og tenkemåter i biologi, biologiske system, biologiske prosesser og biologi i samfunnet. Undervisning om nervesystemet kan også være en sentral del av kjerneelementet *Biologiske system*, som sier at:

«Kjerneelementet biologiske system handlar om oppbygging av celler, vev og organ og samspelet mellom dei. Det handlar òg om samanhengen mellom anatomen og fysiologien til organismar. Vidare handlar kjerneelementet om økosystema og organismane som lever der, og korleis ytre faktorar påverkar dette samspelet. Biologiske system handlar dessutan om organiseringa av det biologiske mangfaldet» (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 2).

Her vil det være naturlig å komme inn på nervesystemet når det gjelder sammenhengen mellom anatomi og fysiologi. Dette skiller seg fra den forrige læreplanen, LK06, som ikke hadde kjerneelement, og der nervesystemet var eksplisitt nevnt:

«Samanlikne hormonsystemet og nervesystemet og forklare korleis desse systema blir påverka av ulike stoff» (Utdanningsdirektoratet, 2006, s. 5).

2.2.2 Nervesystemet i lærebøker

At nervesystemet fortsatt har en naturlig plass i undervisningen i Biologi 1 kan sees gjennom nye læreverker som er laget med utgangspunkt i den nye læreplanen. Et eksempel er Cappelens læreverker Bios 1. Deres utgave fra 2007 er laget med utgangspunkt i LK06, og utgaven fra 2021 er laget med utgangspunkt i LK20. Den generelle introduksjonen om nerveceller og hvordan nervecellen er bygd opp er like i de to utgavene. Videre gjør utgaven fra 2007 rede for nerveimpulser på ca. to sider. Dette temaet er det greid mer ut om i utgaven fra 2021, på ca. fem-seks sider. Transmittere er ikke tatt med i den første utgaven, og følgende konsepter er tatt med i begge, men gjort nøyere rede for i siste utgave: Membranpotensialet, hvilepotensialet, aksjonspotensialet, gliaceller og terskelverdi (Sletbakk mfl., 2007; Sletbakk mfl., 2021).

Den første utgaven går nøyere inn på rusmidler. Serotonin, dopamin og løsemiddel er tema som er med i den første utgaven, men ikke den siste. Et lite avsnitt ble brukt på å fortelle om refleksbuer i begge utgavene, det ble brukt et eksempel på refleks i en arm, og dette var det eneste nervenetverket i begge utgaver. Den nye utgaven har med mer informasjon om sentralnervesystemet, som går over ca. fire sider, sammenlignet med en side i den gamle utgaven. I den nye utgaven blir det greid ut om storhjernen, mellomhjernen, midthjernen, lillehjernen og den forlengede marg. En stor forskjell finner man om temaet, sansene. Dette er generelt gjort rede for på litt over en side i den nye utgaven, mens det er nøye greid ut om alle sansene over tolv sider i den første utgaven (Sletbakk mfl., 2007; Sletbakk mfl., 2021).

2.2.3 Hva bør inkluderes i undervisning om nervesystemet

Som vi har sett er læreplanen nokså generell når det gjelder hva det skal undervises om, og innad i temaet nervesystemet, så ligger det ingen føringer i læreplanen om hva undervisningen om nervesystemet skal ta for seg. Samtidig har kunnskapen om nervesystemet økt betraktelig de siste tiårene, som kan sees gjennom at det har vært 40% økning i antall artikler som er publisert om nevrovitenskap fra 2006 til 2015 (Herculano-Houzel, 2002; Yeung mfl., 2017). Dette kan være med på å gjøre det utfordrende for lærere å vite hva som bør inkluderes i undervisningen.

Nervesystemet har tradisjonelt sett blitt undervist om på samme måte som andre organsystem, der fokuset er på å beskrive anatomen og lære hvor det er plassert i kroppen. Nervenettverk har ikke hatt en sentral rolle i undervisning tidligere, og knerefleksen er ofte det eneste nervenetverket som har fått plass i lærebøker og i undervisningen. Bruk av nervenetverk i undervisningen kan gjøre det enklere for elever å forstå logikken med nervesystemet (Kvelling & Gericke, 2021). Refleksbuer var den første typen nervenetverk som ble nøye studert, og dermed var det den beste representasjonen for forståelsen av nervesystemet. I dag er det mange andre fremstillinger som har høyere relevans (Shepherd & Grillner, 2018). Derfor kan det være nyttig for undervisningen å ta inn nye eksempler enn det som har vært mest vanlig tradisjonelt sett.

For å finne ut hva som er det mest sentrale å ta med i undervisning om nervesystemet, utførte Kvello & Gericke (2021) en studie som baserte seg på fire lærebøker og responser fra 15 eksperter. Her kom de frem til seks områder med til sammen 26 prinsipper som det var stor enighet om at burde inkluderes i undervisning om nervesystemet. De seks områdene er: grov anatomi og funksjon, celletyper og funksjonelle enheter, nervesignal og kobling mellom nevroner, når nervesignal reiser gjennom nettverk av nevroner, og plastisitet i nervesystemet (Kvello & Gericke, 2021).

2.3 Bruk av modeller i undervisning

Det finnes mange ulike definisjoner av modell alt etter situasjonen det brukes i. I denne oppgaven vil denne, relativt vanlige, definisjonen bli brukt: «En forenkling av virkeligheten, utviklet for en bestemt funksjon» (Mathiassen, 2015, s. 212). En forenkling av virkeligheten oppnås ved å redusere kompleksiteten slik at man kan rette søkelyset mot noen sentrale deler av det som studeres. Dette er en viktig funksjon til modeller (Mathiassen, 2015). Det er viktig å være bevisst på modellen sin konstruksjon og fremstilling av virkeligheten. Elevene oppfatter virkeligheten gjennom modellen. Om elevene oppfatter modellen som en direkte fremstilling av virkeligheten, så kan dette føre til misoppfatninger (Sjøberg, 2009). Det er derfor viktig å ha et bevisst forhold til modellene man velger å bruke, og dens styrker og svakheter.

2.3.1 Ulike typer modeller

Det finnes flere måter å skille mellom ulike typer modeller på, og ulike typer modeller egner seg for ulike situasjoner med hver sine muligheter og utfordringer. Den vanligste måten er kanskje Black (1960) sitt klassifiseringssystem. Dette systemet skiller mellom skalamodeller, analoge modeller, matematiske modeller, teoretiske modeller og mønstermodeller (Mathiassen, 2015).

Byggesettet med modellnevroner vil kunne kalles en analog modell. Analoge modeller har mange likheter med det den representerer, for eksempel et objekt, system eller en prosess. Analoge modeller har mye til felles med skalamodeller, men den har ikke de samme kravene til likhet med originalen. Analoge modeller kan overdrive det som skal fremheves, og trenger ikke være tro til størrelsesforhold. Analoge modeller forsøker å skape assosiasjoner til virkeligheten, og det er da viktig å være oppmerksom på misoppfatningene som kan oppstå med tanke på egenskapene til modellen, som kan skille seg fra det den representerer (Mathiassen, 2015).

2.3.2 Modeller og dialog

I tillegg til at modeller er et godt verktøy for å redusere kompleksiteten i virkeligheten på, så er det også en god mulighet for å stimulere elever til å kommunisere. Ifølge Mathiassen (2015) er dette en mulighet som ikke blir godt nok utnyttet. Det som gjør at modeller kan stimulere elever til å kommunisere, er at de blir tvunget til å selvstendig uttrykke hva de observerer, noe som vil være positivt for deres språkutvikling (Mathiassen, 2015).

Tilstedeværelsen av en modell gir elevene et språk de kan bruke for å angripe problemstillingene de står overfor. Dette kan gjøre det enklere å endre forforståelser og å komme opp med nye ideer (Sjøberg, 2009).

MARS-prosjektet, *Model-based Analysis and Reasoning in Science*, var et undervisningsopplegg for elever i alderen 11-13 år i USA, som la vekt på bruk av modeller i naturfagundervisning. Dette ble laget for å fremme konseptuell forståelse, og for å fremme utviklingen av modellbaserte ferdigheter til å argumentere og resonnerer rundt naturvitenskapelige temaer. I denne studien ønsket de å finne ut hvordan elevene kan lære å bruke modellbasert resonnering slik som naturvitenskapelige forskere gjør. Visuelle, dynamiske og interaktive modeller ble brukt for å konkretisere abstrakte ideer, og for å gi elevene verktøy til å resonnerer, slik at de kan løse ulike utfordringer i flere kontekster. Modellene var mer enn bare instruerende illustrasjoner, de var også verktøy for å kunne resonnerer (Ragavan & Glaser, 1995).

Bierema mfl. (2017) gjennomførte en studie på bachelorstudenter i biologi ved to universiteter i USA, hvor de så på modellbasert undervisning. Der fant de at studentene arbeidet sammen for å forstå sentrale konsepter og redegjorde for ideene sine når de arbeidet modellbasert i grupper. Et resultat viste at studentene brukte mesteparten av tiden til å føre diskusjoner som bidro til å utvide sin forståelse og utvikle modellen videre. Det kom også frem at studentene jobbet med å forstå hvorfor visse deler av modellen var nødvendig, og hvordan disse jobbet sammen for å bidra til systemet i sin helhet. De stilte spørsmål ved ulike aspekter av modellen og fenomener som de ikke forstod. Studentene brukte under 10% av tiden til diskusjoner som ikke hadde noe med oppgaven og modellen å gjøre (Bierema mfl., 2017).

2.3.3 Modeller i biologi

Bruk av modeller er en sentral del av biologifaget. Dette kommer tydelig frem i den nye læreplanen, LK20, der modellers rolle i faget blir spesifisert flere ganger. For eksempel i kjerneelementet *praksiser og tenkemåter*:

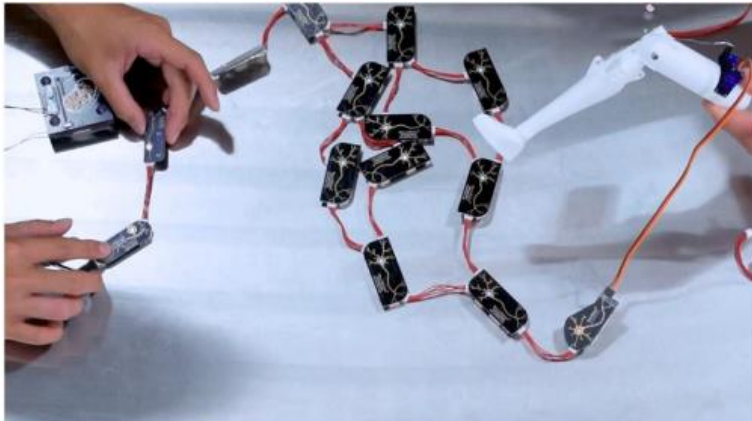
«Kjerneelementet praksiser og tenkemåter i biologi handler om *korleis naturvitenskaplege hypotesar, teoriar, metodar og modellar blir utvikla og nytta i faget*. Det handler òg om feltarbeid, arbeid med forsøk og utforskande aktivitetar i biologi, og om behandling av innsamla data. Vidare handler det om bruk av program, modellar og berekningar for å forstå biologiske prosessar og system. Representasjonsformene, symbola og termene i faget inngår òg i kjerneelementet» (Utdanningsdirektoratet, 2021, s. 2).

Gjennom modeller kan man forstå biologiske prosesser og fenomener (Staberg mfl., 2020). Ved at modeller legger til rette for både kommunikasjon og utforsking, så blir det et godt verktøy for å arbeide på en vitenskapelig måte. Harrison & Treagust (2000) poengterer at det å tenke modellbasert burde være en eksplisitt del av å lære naturvitenskap.

Å arbeide modellbasert kan brukes til å vise etablerte ideer, og elever kan bli bevisst på når deres forståelse kommer til kort for å forklare naturvitenskapelige fenomen (Bierema mfl., 2017). Naturfagundervisning som involverer modeller er mest effektive når elevene har mulighet til å konstruere og kritisere sine egne og eksisterende modeller (Coll mfl., 2005).

2.3.3.1 NeuroBytes

På universitetet i Wisconsin-Milwaukee testet de i 2016 ut en prototype til det de kaller NeuroBytes, som elevene brukte til å lære om nervesystemet mens de bygde egne nervenettnettverk (Petto mfl., 2017). Hvert enkelt nevron har lys som viser endringer i membranpotensiale ved et aksjonspotensiale. Kabler kobler aksonterminal til dendritt, og det skilles her mellom eksitatorisk og inhibitorisk. Det brukes tre kategorier av nevroner: sensoriske nevron, internevron og motornevron (Burdo, 2018). En illustrasjon av disse nevronmodellene kan sees i figur 1. Studentene som testet NeuroBytes i 2016 hadde på 4 av 12 nevrovitenskapelige konsept, signifikant større læringsutbytte sammenlignet med kontrollgruppen. Det konkluderes med at bruk av NeuroBytes gir et økt læringsutbytte på relevante temaer i nevrovitenskap, og det engasjerer studentene, som kan føre til at de ønsker å fortsette med en utdanning innen naturvitenskap (Petto mfl., 2017).



Figur 1: NeuroBytes koblet sammen i nettverk (Burdo, 2018).

2.3.3.2 Modellnevroner

På samme måte som NeuroBytes, kan modellnevronene kobles sammen til større nettverk, og de har begge lys som indikerer om det blir sendt og/eller mottatt et aksjonspotensiale. Noe som skiller modellnevronene som er brukt i denne studien fra NeuroBytes, er at modellnevronene har separate eksitatoriske og inhibitoriske nevroner. En kan også se fra figur 1 og figur 2 at modellnevronene har en større anatomisk likhet enn hva NeuroBytes har, både med tanke på utforming og materiale. Modellnevronene har også en større brukervennlighet på grunn av enklere sammenkoblinger.



Figur 2: Modellnevroner koblet sammen i nettverk.

Ved å sammenligne figur 1 og 2 ser man at modellnevronene har en mer virkelighetsnær og enklere fremstilling enn NeuroBytes. Disse egenskapene til modellnevronene samsvarer godt med den presenterte definisjonen av modeller: «En forenkling av virkeligheten, utviklet for en bestemt funksjon» (Mathiassen, 2015, s. 212). Modellnevronene forenkler fremstillingen av nervesystemet slik at det blir enklere å forstå hvordan nervesignal sendes gjennom nervenettverk. Nervesystemet er ikke synlig eller spesielt kjent for elevene, derfor vil modellnevronene kunne gjøre det synlig for elevene gjennom en modell de kan arbeide med, og bli kjent med. Dette er en sentral pedagogisk verdi for modeller (Sjøberg, 2009).

3. Teoretisk rammeverk

I dette kapitlet vil det blir gjort rede for det teoretiske rammeverket for oppgaven. Både Mercer mfl. (1996; 1999; 2004; 2007) og Keefer mfl. (2000) sine kategoriseringer av elevdialog blir benyttet. Disse presenteres i henholdsvis delkapittel 3.1 og 3.2. I delkapittel 3.3 gjøres det rede for hvorfor det ble valgt å bruke begge disse kategoriseringene av elevdialog, og hvordan disse sammen brukes for å analysere datamaterialet til denne oppgaven.

3.1 Mercers kategorisering av elevdialog

For å tolke resultatene i denne studien er det valgt å bruke Mercer mfl. (1996; 1999; 2004; 2007) sin forskning på elevdialog. Mercer har utviklet tre distinkte kategorier for å identifisere ulike typer av dialog hos elever. Disse er konfronterende dialog, støttende dialog og utforskende dialog. Kategoriseringen av dialogtypene kan betraktes på tre ulike nivå: språklig, psykologisk og kulturelt. Det språklige nivået ser på den muntlige uttrykte dialogen. Det psykologiske nivået ser på dialogen gjennom tanker og handlinger. Det kulturelle nivået ser på hvordan dialogen forholder seg til de prinsipper som blir verdsatt i formelle utdanningssituasjoner (Mercer, 1996).

3.1.1 Konfronterende dialog (disputational talk)

Konfronterende dialog kjennetegnes blant annet av uenighet blant elevene og individuelle avgjørelser. Dialogen består i stor grad av korte uttalelser frem og tilbake, og elevene kommer med innvendinger når de er uenige. Dette er den konfronterende dialogen på et språklig nivå. Elevene har sine individuelle oppfatninger, og det oppleves viktigere å stå på sitt enn å komme til en felles oppfattelse. Hensikten er ikke å komme til enighet, men heller å få frem sin individuelle mening og forsvare sin posisjon i gruppen. Dette er den konfronterende dialogen på et psykologisk nivå (Mercer, 1996; Mercer & Wegerif, 1999; Mercer, 2004; Mercer & Littleton, 2007).

3.1.2 Støttende dialog (cumulative talk)

Støttende dialog kjennetegnes på det psykologiske nivået blant annet av at elevene bygger ukritisk på det hverandre sier, og de oppnår på denne måten en felles forståelse. Støttende dialog har enighet som et mål. Forslag og påstander blir ikke utfordret, og det presenteres ikke flere alternativer. Dette gjelder for eksempel hypoteser, som kan forekomme i støttende dialog, men da er det enighet om en hypotese og det presenteres ikke alternativer. På det språklige nivået kjennetegnes støttende dialog ved akkumulasjon, repetisjon, bekreftelse, begrunnelse og utvidelser (Mercer, 1996; Mercer & Wegerif, 1999; Mercer, 2004; Mercer & Littleton, 2007).

3.1.1 Utforskende dialog (exploratory talk)

På et psykologisk nivå kjennetegnes utforskende dialog ved at den er kritisk og konstruktiv. Alle elevene deltar med forslag og tar initiativ for å komme videre i arbeidet, slik at det blir mulig å oppnå en felles forståelse. All kunnskap blir delt i fellesskap, og alle begrunnelser blir gjort synlige for alle som deltar i dialogen, og basert på dette er det stor takhøyde for å endre sin egen oppfatning. Det er en gjensidig respekt for alles meninger og ideer, og alle blir tatt på alvor. Enighet er ønskelig før avgjørelser blir tatt. På et språklig nivå preges den utforskende dialogen av alternative hypoteser, forklaringer og begrunnelser. På det kulturelle nivået har utforskende dialog en ekstra relevans for utdanning. Dette er på grunn av vektleggingen på at alt skal gjøres klart for alle deltakere, og fokuset på konstruktiv kritikk. Forslag som er godt begrunnet blir også tatt godt imot av gruppen. Dette er aspekter som blir sett på som svært sentrale i mange institusjoner (Mercer, 1996; Mercer & Wegerif, 1999; Mercer, 2004; Mercer & Littleton, 2007).

Mercer (2004) sin studie viste at elevene som forklarte og redegjorde for sine synspunkter hadde lengre uttalelser. Lengre uttalelser kan derfor være en av flere indikatorer på utforskende dialog. Mercer & Wegerif (1999) sin studie viste at utforskende dialog var med på å hjelpe elevene til å arbeide mer effektivt sammen på problemløsningsoppgaver. Uttrykkene «I think», «because» og «do you agree?» fant de at var uttrykk som var en av flere indikatorer på utforskende dialog.

Her følger en liste med grunnregler som er sentrale i utforskende dialog (Mercer, 1996; Mercer & Wegerif, 1999; Mercer, 2004):

- All relevant informasjon deles
- Gruppen søker enighet
- Gruppen tar ansvar for avgjørelser
- Begrunnelser er forventet
- Utfordringer/innvendinger er akseptert
- Alternativ blir diskutert før en avgjørelse blir tatt
- Alle i gruppen oppfordres til å snakke av de andre i gruppen

Utforskende dialog har vist seg å være mer effektiv i problemløsningsoppgaver enn støttende og konfronterende dialog (Mercer, 1996).

3.2 Keefers kategorisering av elevdialog

Keefer mfl. (2000) har i likhet med Mercer mfl. (1996; 1999; 2004; 2007) også utviklet kategorier for å vurdere formen og kvaliteten på dialog hos elever. Keefer mfl. (2000) skiller mellom konfronterende diskusjon, støttende dialog, kritisk diskusjon og forklarende utforsking.

3.2.1 Konfronterende diskusjon (eristic discussion)

En konfronterende diskusjon starter med en konflikt og motstand i gruppen. Dialogens mål er å komme til midlertidig enighet, og målet for deltakerne er å forsvare sin egen posisjon uten å vurdere andres synspunkter og argumenter. Diskusjonen preges av at deltakerne forsøker å komme med vanskelige argument (Keefer mfl., 2000). Konfronterende diskusjon samsvarer i stor grad med Mercer sin kategori, konfronterende dialog (Mercer & Littleton, 2007).

3.2.2 Støttende dialog (consensus dialogue)

Keefer mfl. (2000) sin kategorisering, støttende dialog, samsvarer i stor grad med Mercer sin kategori, støttende dialog (Mercer & Littleton, 2007). Det er full enighet om hva de mener. Elevene aksepterer det første forslaget som kommer, og bygger videre på dette (Keefer mfl., 2000).

3.2.3 Kritisk diskusjon (critical discussion)

En kritisk diskusjon starter med at deltakerne har ulike meninger som fører til et problem. Dialogens mål er å imøtekomme ulike synspunkter og forståelser. Deltakernes hovedaktivitet er å overtale andre og dele meninger. Likevel burde elevene være mer interessert i å sammen utvikle ideer og løse utfordringer, enn å forsvare sine egne posisjoner. For at man i en kritisk diskusjon skal kunne komme inn i en argumentasjonsfase, så må deltakerne bli enige om å diskutere noe der de har ulike meninger eller oppfatninger. (Keefer mfl., 2000).

3.2.4 Forklarende utforsking (explanatory inquiry)

En forklarende utforsking starter med mangel på kunnskap, og dette må gjelde for alle deltakerne. Dialogen har korrekt kunnskap som mål, og deltakernes hovedaktivitet er å lage hypoteser og estimere bevis. Målene nås gjennom kumulative steg (Keefer mfl., 2000).

3.3 Tilpassing av det teoretiske rammeverket

Det teoretiske rammeverket for denne oppgaven, Mercer mfl. (1996; 1999; 2004; 2007) og Keefer mfl. (2000), ble tilpasset for å best mulig kunne brukes på datamaterialet til denne oppgaven. Det opprinnelige utgangspunktet for det teoretiske rammeverket var kategoriene til Mercer mfl. (1996; 1999; 2004; 2007), men etter hvert som arbeidet startet ble det behov for å nyansere Mercer mfl. (1996; 1999; 2004; 2007) sin kategori; utforskende dialog. Det ble observert noe variasjon i dialogsekvensene som kunne kodes til Mercers utforskende dialog. Derfor ble denne kategorien videre delt inn i Keefer mfl. (2000) sine kategorier, kritisk diskusjon og forklarende utforskning. Kategoriene til Keefer mfl. (2000) var mer nyanserte og med tydeligere krav for hvilke forutsetninger som må være til stede.

Valget om å bruke Keefer mfl. (2000) sine kategorier, kritisk diskusjon og forklarende utforskning for å nyansere utforskende dialog, støttes av Mercer & Littleton (2007) som har sammenlignet de to ulike måtene å kategorisere elevdialog på. Der konkluderer de med at selv om Keefer mfl. (2000) sin kategorisering ikke samsvarer helt med Mercer mfl. (1996; 1999; 2004; 2007) sine kategorier, så har utforskende dialog overlappende karakteristikk med både kritisk diskusjon og forklarende utforskning.

Spørsmål er en viktig del av det naturfaglige språket, og derfor ble det valgt å inkludere spørsmålsstilling som en faktor når elevdialog kategoriseres i ulike typer dialog. I pilotprosjektet (Kapittel 3.7) ble det brukt Chin & Brown (2002) sin kategorisering av elevgenererte spørsmål til koding og analyse av datamaterialet. Dette videreføres også til denne studien. Chin & Brown (2002) deler elevgenererte spørsmål inn i grunnspørsmål og undrende spørsmål. Grunnspørsmål blir i stor grad svart på med korte responser og leder ikke til mer aktiv samtale. Grunnspørsmål kan typisk være spørsmål om prosedyren av oppgaven. I åpne problemløsningsoppgaver ble de fleste undrende spørsmålene stilt.

Chin & Brown (2002) sin kategori, undrende spørsmål, er følgende spørsmålstyper; spørsmål som søker forklaringer, prediksjonsspørsmål (kan inneholde en hypotese), kritiske spørsmål (kan vise til en kognitiv konflikt), spørsmål som viser anvendelse av kunnskap, og planleggingsspørsmål som prøver å stake ut kursen videre (Chin & Brown, 2002). Det Chin & Brown (2002) legger i undrende spørsmål stemmer godt overens med Mercer mfl. (1996; 1999; 2004; 2007) sitt innhold i utforskende dialog. Derfor ble undrende spørsmål inkludert som en kode som kan være med på å indikere utforskende dialog.

4. Metode

Dette kapittelet tar systematisk for seg gjennomføringen av studien. Det starter med forskningsdesign (4.1), etterfulgt av hvordan datainnsamlingen ble gjennomført (4.2). Deretter presenteres alt som la grunnlaget for datainnsamlingen; undervisningsopplegget, modellnevronene og oppgavene (4.3). Det gjøres rede for transkriberingsprosessen (4.4), før kodingen og analysen presenteres (4.5). Til slutt gjøres det rede for oppgavens validitet og reliabilitet, og de etiske betraktningene (4.6).

4.1 Forskningsdesign

Denne masteroppgaven er en kvalitativ studie som i stor grad oppfyller kriteriene for en case studie. I kvalitative studier er det forskningsdeltakerne sitt perspektiv som er sentralt (Nilssen, 2012; Robson & McCartan, 2016). Det er ønskelig å få frem deres tanker, opplevelser, handlinger og kunnskap (Nilssen, 2012). Kvalitative studier tar plass i en naturlig situasjon for forskningsdeltakerne, og konteksten for studien er sentral (Robson & McCartan, 2016). Å oppnå objektivitet er ikke mulig og heller ikke ønskelig i kvalitative studier. I stedet bør man som forsker anerkjenne sin subjektivitet og forforståelse (Nilssen, 2012).

For å avgrense oppgaver i kvalitativ forskning er det å bruke en case vanlig (Tjora, 2021). Den casen som blir studert i en case studie kan for eksempel være en spesifikk situasjon, en gruppe, eller en organisasjon. Case studie blir sett på som en strategi mer enn en metode. Sentralt i en case studie er at den er bygget på empiri (Robson & McCartan, 2016). I denne kvalitative studien er casen en spesifikk situasjon, gruppearbeid med modellnevroner, og ut fra kategoriseringen til Robson & McCartan (2016) kan den klassifiseres som en «social group studie». Dette fordi det er en liten gruppe med direkte kontakt, der forholdet i gruppen og aktivitetene blir beskrevet og analysert (Robson & McCartan, 2016).

I tillegg bærer analysen og resultatene preg av vekslende kvalitativ og kvantitativ tilnærming. En kvantitativ tilnærming har et større fokus på en tallbasert og oversiktlig fremstilling. Det representative og gjennomsnittlige blir ofte trukket frem i en kvantitativ tilnærming (Bjørndal, 2011). Grunnen til at det ble valgt å ha denne vekslende tilnærmingen var for å kunne gå i dybden på elevdialogen, samtidig som det var mulig å få en oversiktlig fremstilling av de ulike dialogtypene. Det skulle skilles mellom elevdialogen med og uten modellnevroner, og samtidig skille mellom flere ulike dialogtyper. Dette skapte et behov for en oversiktlig og noe kvantifisert fremstilling.

4.2 Datainnsamling

Deltakerne til studien var elever som har Biologi 1. Ingen av klassene hadde tidligere hatt undervisning om nervesystemet i Biologi 1. Derfor var deres felles bakgrunnskunnskap om nervesystemet fra 9. klasse, hvor nervesystemet er pensum. Da ble dette den første økten med undervisning om nervesystemet i Biologi 1, og dermed kunne man være sikrere på at elevene som deltok hadde et mer likt utgangspunkt enn om de hadde vært gjennom undervisning om nervesystemet. Undervisningen ble gjennomført i seks klasser på fire forskjellige videregående skoler. Undervisningsopplegget ble gjennomført for hele klassen uavhengig av deres valg om å delta i studien eller ikke. Gruppene ble satt sammen av faglærer for å få en best mulig gruppedynamikk, og det ble også tatt hensyn til elevenes samtykke om å delta i forskningen, slik at det var mulig å ta opptak av noen grupper og likevel la alle elever delta i undervisningen. Det var i hovedsak tre elever på hver gruppe, og fire om nødvendig, men alle gruppene det ble gjort opptak av bestod av tre elever.

Til sammen ble det samlet inn lyd- og videopptak av gruppearbeid fra sju grupper som brukte byggesett, og sju grupper som ikke brukte byggesett. Til denne studien ble to opptak av gruppearbeid med byggesettet benyttet, og ett opptak av gruppearbeid uten byggesett.

Undervisningsøkten ble gjennomført i samarbeid med masterstudenten Viktoria Wiik, som samlet inn data til en kvantitativ oppgave, derfor ble det samlet inn et større datamateriale enn det som blir brukt i denne oppgaven. Datamaterialet til den andre studien var basert på pre-test som elevene gjorde før gruppearbeidet med modellnevroner, en post-test i etterkant og deler av noen lydopptak, som ikke var de samme som de som ble brukt i denne studien. For å kunne ha en kvalitativ tilnærming og kunne gå nøyere inn i all elevdialog, så var det nødvendig med et mindre datamateriale å forholde seg til. Innholdet i opptakene ble ikke tatt i betraktning når opptakene ble valgt ut. Valgene ble gjort basert på hvor mye samtale det var. Det ble valgt tre opptak der det foregikk mye samtale, uten å ta hensyn til hva innholdet i denne samtalen var. Dette ble gjort for å få mest mulig dialog å analysere, uten å legge føringer på type dialog eller innholdet i dialogen. Det ble brukt både lydopptaker og videokamera for å sikre best mulig kvalitet på dataen som ble samlet inn.

4.3 Undervisningsopplegg

Undervisningsopplegget ble som sagt gjennomført i samarbeid med Viktoria Wiik, som også gjennomførte en studie som involverer bruk av modellnevroner. En oversikt over innholdet i undervisningsøkten kan sees i figur 3. Utviklingen av undervisningsopplegget ble gjort i fellesskap, og det var en videreutvikling og forbedring av undervisningsopplegget som ble brukt i pilotprosjektet. Pilotprosjekt vil bli gjort rede for i valideringen av studien.

Det var helt nødvendig med et samarbeid for å kunne ha muligheten til å dele klassen på to ulike rom, når den ene halvdel skulle bruke modellnevroner og den andre ikke. Å dele de på to ulike rom ble gjort for å få et mer pålitelig resultat. På ulike rom arbeidet elevene i grupper på tre, eventuelt fire, med tre oppgaver i en halvtime. Oppgavene var identiske for gruppene som brukte modellnevroner og gruppene som ikke brukte modellnevroner, og modellnevronene var ikke en nødvendighet for å løse oppgavene. Elevene fikk selv bestemme hvor mye tid de brukte på hver oppgave. De kunne skrive underveis om de ønsket, men det skulle ikke leveres inn noen skriftlig besvarelse.

- Gangen i undervisningsøkten:
- Pre-test
 - Video om nervesystemet
 - Klassen deles i to
 - Instruksjonsvideo for halve klassen
 - Gruppearbeid
 - Post-test
 - Oppsummering

Figur 3: En oversikt over innholdet og gangen i undervisningsøkten.

Som sagt så var dette den første økten elevene hadde om nervesystemet i Biologi 1, og derfor var det nødvendig med en introduksjon om nervesystemet før elevene begynte å arbeide i grupper. Denne ble gjennomført i form av en video laget på forhånd, slik at det ikke skulle bli noen forskjell i undervisningen som de ulike klassene mottok. Innholdet i videoen blir det redegjort for i vedlegg A. Av samme grunn ble det laget og vist en instruksjonsvideo til elevene som benyttet modellnevroner. Dette var en kort video som bare tok for seg de rent praktiske funksjonene til modellnevronene. Innholdet i denne videoen blir det redegjort for i vedlegg B.

4.3.1 Modellnevroner

Byggesettet med modellnevroner som ble brukt i undervisningen er utviklet i forskningsprosjektet *Å bygge hjerner*, som er tilknyttet forskningsgruppen *Nevrovitenskap i utdanningen* på NTNU. Byggesettet består av pluggbare elektroniske nevroner som kan kobles sammen til små og store nettverk.

Modellnevronene består av to ulike typer nevroner, eksitatoriske og inhibitoriske (Figur 4). Eksitatoriske nevron er signalfremmende og øker sjansen for at neste nevron utløser et aksjonspotensiale, mens inhibitoriske nevron er signalhemmende og reduserer sjansen for at neste nevron utløser et aksjonspotensiale. Midt på cellekroppen er det en knapp man kan trykke på som vil utløse et aksjonspotensiale som så sendes langs aksonet. To ulike lys, over og under knappen, indikerer om et aksjonspotensiale blir sendt, og om neste nevron blir positivt eller negativt ladet. Et hvitt lys nærmest aksonet viser at et aksjonspotensiale har blitt utløst. I neste nevron vil et grønt lys nærmest dendrittene vise at nevronet blir positivt ladet og nærmer seg terskelverdien for et aksjonspotensiale. Et rødt lys derimot, vil vise at nevronet blir negativt ladet og fjerner seg fra terskelverdien for et aksjonspotensiale. Ved å bruke de delte aksonendene, som vist på figur 5, var det mulig at et nevron sendte et nervesignal til flere nevroner.



Figur 4: Modellnevronene som ble brukt. De grønne er eksitatoriske, og de røde er inhibitoriske.

Noen av modellnevronene hadde blitt produsert av forskningsgruppen tidligere, og noen ble produsert til denne studien. For at undervisningsopplegget skulle bli så godt som mulig, og at elevene skulle få muligheten til å bygge noen litt større nervenetverk, ble det behov for å produsere flere eksitatoriske nevroner. Når selve nevronene var kommet fra fabrikken ble de programmert, og deretter brukte vi uken i forkant av datainnsamlingen til å støpe disse i silikon (Figur 4).



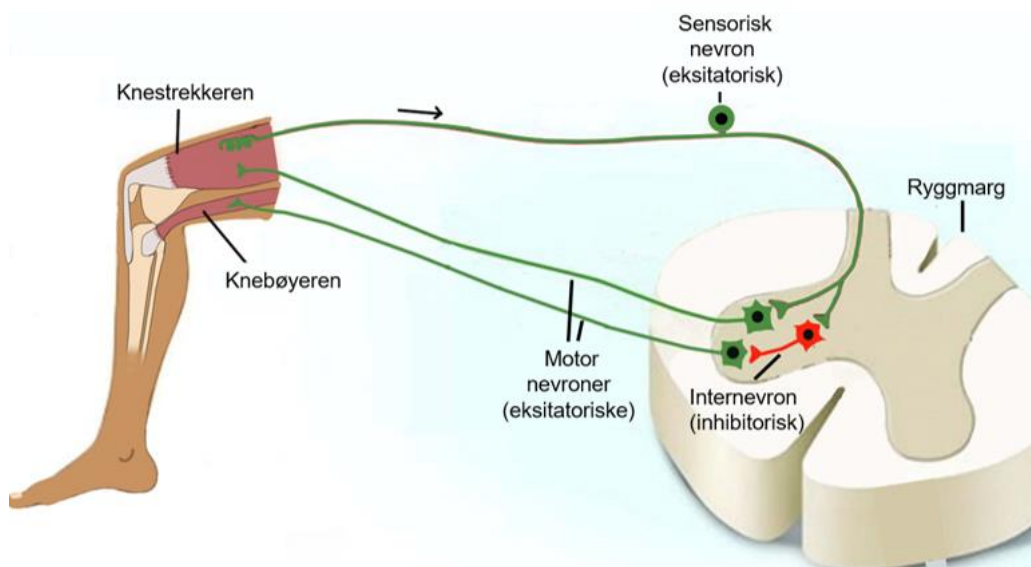
Figur 5: Viser hvordan modellnevronene kan kobles sammen i nettverk.

4.3.2 Gruppeoppgaver

Oppgavene valgt til gruppearbeidet er tre oppgaver med tre ulike nervenettker. En av grunnene til at nervenettker ble valgt er fordi det ble ansett som en oppgavetype som egnet seg godt til samarbeid, gruppediskusjon og bruk av modellnevroner. En annen viktig faktor for å velge nervenettker er at det ikke har vært vanlig i tidligere tradisjonell undervisning, selv om det påstås å være en av de beste måtene å synliggjøre logikken til nervesystemet på (Kvello & Gericke, 2021).

Oppgave 1

1. Hva skjer med kneleddet dersom et nervesignal utløses i sensorisk nevron i et slikt nervenettker?
2. Hva skjer hvis du fjerner det inhibitoriske interneuronet?



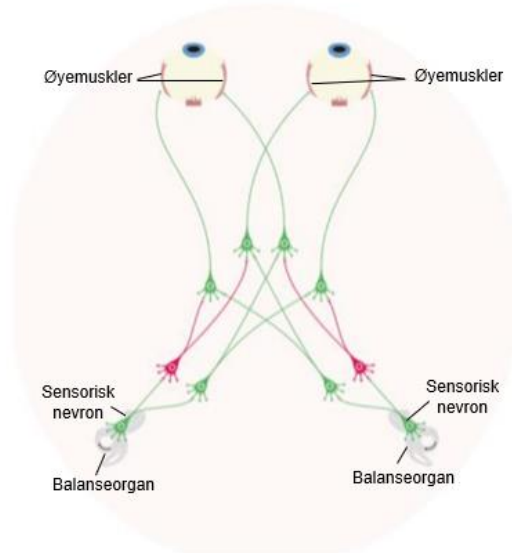
Figur 6: Oppgave 1 av 3 som elevene arbeidet med i grupper.

Oppgave 1 (Figur 6), er et nervenettker av den klassiske knerefleksen, men konseptet inhibisjon er inkludert. Knerefleksen er det nervenettkeret som blir hyppigst brukt i lærebøker, og er ofte også den eneste (Kvello & Gericke, 2021). Derfor ble dette valgt som den første oppgaven, slik at elevene skulle få starte med en oppgave som de i alle fall til en viss grad var kjent med fra før. Det ble valgt en utvidet versjon av knerefleksen som inkluderer inhibisjon, fordi dette gir en mer realistisk representasjon av knerefleksen (Kvello & Gericke, 2021).

Oppgave 2

Vestibulo-ocular nettverket er en refleks som er viktig for å kontrollere øyets bevegelser. Balanseorganet registrerer hodebevegelser, og når hodet roterer vil øynene bevege seg i motsatt retning. Dette sikrer at fokuset holdes på det du ser på selv om hode beveger seg.

1. Hvis hodet roteres mot høyre så vil de sensoriske nevronene i høyre balanseorgan bli aktivert, hva skjer da?
2. Hva vil skje dersom det ene balanseorganet inkludert det sensoriske nevronet skades (slutter å fungere)?

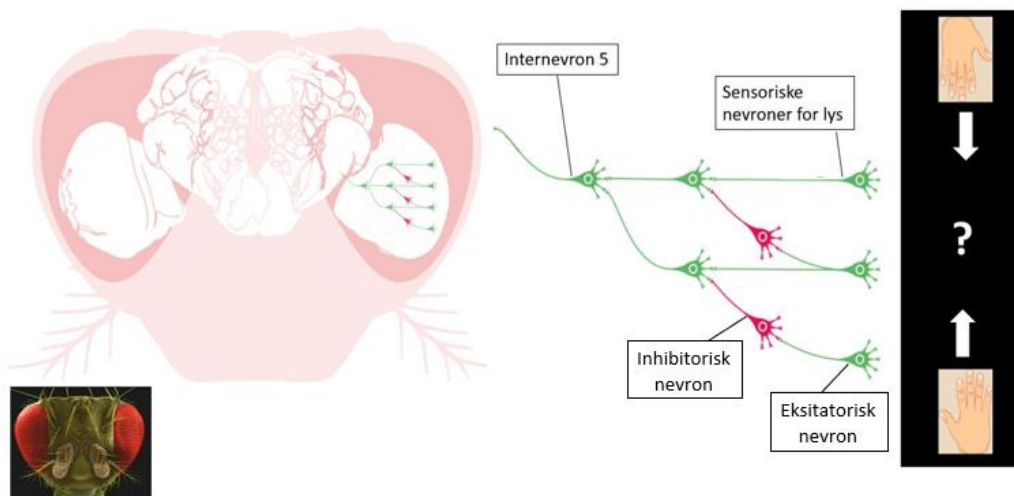


Figur 7: Oppgave 2 av 3 som elevene arbeidet med i grupper.

Oppgave 3

Øyet danner et bilde av omgivelsene ved at sensoriske nevrone registrerer lys.

1. I hvilken retning må hånden bevege seg for at interneuron 5 skal bli aktivert? Bruk nettverket til å forklare hvorfor.
2. Hva skjer med aktiviteten i interneuron 5 hvis vi fjerner de inhibitoriske nevronene?



Figur 8: Oppgave 3 av 3 som elevene arbeidet med i grupper.

Videre ble det valgt to oppgaver med nervenettnettverk som ikke omhandler enkle reflekser (Figur 7 og figur 8); dette ble gjort for å introdusere nye representasjoner som bedre reflekterer den økende forståelsen av nervesystemer (Shepherd & Grillner, 2018).

I Kvello & Gericke (2021) sin studie der de setter søkelys på hva det bør undervises om i undervisning om nervesystemet, så ender de opp med 26 viktige prinsipper som er arbeidet frem fra en litteraturstudie av fire internasjonalt anerkjente lærebøker og 929 responser fra 15 eksperter. Oppgavene i denne studien tar i stor grad sikte på å dekke flere av disse prinsippene. Blant annet er det i alle tre oppgavene vist illustrasjoner der et nevron er koblet til flere nevroner, som kanskje kan være med å avkrefte en misoppfatning som lett kan oppstå fra tidligere tradisjonell undervisning, der nevroner vises med mange dendritter og bare ett akson. Det er også inhibitoriske nevroner i alle nettverkene som er sentralt for å vise elevene at ulike nevron har ulik effekt på målcellen, altså at ikke alle nevroner har en eksitatorisk effekt som det lett kan ha blitt misforståelser om fra tidligere tradisjonell undervisning (Kvello & Gericke, 2021).

4.4 Transkribering

Transkripsjonen ble gjort selv for å bli godt kjent med datamaterialet, og for å få en god oversikt over innholdet. I tillegg til dette presenterer Nilssen (2012) flere andre grunner til at det er lurt å transkribere selv. Det er for eksempel en viktig del av analyseprosessen der du kan få gode innspill til eventuelle koder, og du får en oversikt over ord og utsagn som gjentar seg. I første runde med transkripsjon ble absolutt all dialog transkribert, også ikke-verbal kommunikasjon og praktisk aktivitet ble beskrevet. Transkripsjonen av datamaterialet fra grupper med modellnevroner startet med videopptaket. Dette var på grunn av at bruken av modellnevroner skapte mye støy på lydopptakeren, og fordi det ble observert mye nyttig ikke-verbal kommunikasjon i arbeidet med modellnevronene. Det ble deretter lyttet på lydopptaket for å supplere transkripsjonen der dialogen på videopptaket ble for utydelig. Transkripsjonen av datamaterialet fra grupper uten modellnevroner startet med lydopptaket, fordi dette hadde best kvalitet på lyden når det ikke var noe særlig bakgrunnsstøy. Deretter ble videopptaket gjennomgått, og all ikke-verbal kommunikasjon og praktisk aktivitet ble lagt til i transkripsjonen.

Det ble først brukt tall, 1, 2 og 3, for å indikere hvem som snakket på videopptaket. Den som satt lengst til venstre fikk tall 1, den i midten tall 2 og den lengst til høyre tall 3. Dette gjorde det enkelt å holde kontroll på hvem som var hvem av forskningsdeltakerne. I etterkant av transkripsjonen ble tallene erstattet med fiktive navn. Det ble notert ned tidspunkter i transkripsjonen med jevne mellomrom. Det ble forsøkt å notere disse på naturlige tidspunkt der gruppediskusjonen endret seg, som for eksempel at deltakerne startet på en ny oppgave. Det ble behov for å operere med noen koder underveis for å gjøre transkripsjonen effektiv og informativ. Transkripsjonskodene kan sees i vedlegg C.

4.5 Koding og analyse

I arbeidet med koding av datamaterialet ble det forsøkt og testet ut flere ulike fremgangsmåter og taktikker. Selv om mye ikke ble en del av det endelige resultatet, så var det en nyttig prosess som gav gode muligheter for å bli godt kjent med datamaterialet. Den endelige analysen hadde en deduktiv tilnærming. En deduktiv analyse benytter seg av et forhåndsdefinert rammeverk i arbeidet med datamaterialet. På denne måten bruker man det generelle i teorien til å gjøre rede for enkelthendelser (Nilssen, 2012; Tjora, 2021). Det teoretiske rammeverket la retningen for oppgaven (Postholm, 2010).

Det har likevel vært en kombinasjon av induktiv og deduktiv tilnærming i forskningsprosessen. I en induktiv tilnærming fører enkelthendelser til antagelser om generelle sammenhenger (Tjora, 2021). Arbeidet har vært induktivt i form av at det har vært åpent for at analysen kan få et annet fokus og en annen retning enn det som var tenkt i utgangspunktet. Dette bør også etterstrebnes i kvalitativ forskning (Postholm, 2010). Dette er også grunnen til at analysearbeidet tok mange ulike retninger før den endelige fremgangsmåten ble klar. Det er likevel viktig å være bevisst sin forforståelse og sitt teoretiske perspektiv som uansett blir tatt med inn i analysearbeidet (Nilssen, 2012; Postholm, 2010).

Med bakgrunn i det teoretiske rammeverket som er presentert tidligere i oppgaven, ble kodene til analysen av datamaterialet utviklet. Utgangspunktet var Mercer mfl. (1996; 1999; 2004; 2007) sin kategorisering av elevdialog; støttende dialog, konfronterende dialog og utforskende dialog. I den innledende fasen av analysearbeidet ble det erfart at det var store variasjoner blant dialogsekvensene som kunne kodes til Mercer mfl. (1996; 1999; 2004; 2007) sin kategori utforskende dialog. Derfor ble det valgt å nyansere kategorien utforskende dialog ved hjelp av Keefer mfl. (2000) sine kategorier kritisk diskusjon og forklarende utforskning.

Det ble erfart at dette ga mer inngående informasjon om hvordan elevdialogen var. Fra litteraturen til Mercer mfl. (1996; 1999; 2004; 2007) og Keefer mfl. (2000) ble kjennetegnene på de ulike dialogtypene trukket ut og gjort om til konkrete koder som ble brukt i analysen. Kjennetegnene på de ulike dialogtypene referer både til enkeltuttalelser fra elever, og mer generelle kjennetegn på dialogen sett under ett. Derfor ble det valgt å dele kodene inn i to ulike nivåer; ett som går på enkeltutsagn og ett som går på lengre sekvenser. Tabell 1 viser en oversiktlig presentasjon av kodene.

Tabell 1: De ulike dialogtypene med tilhørende koder som er brukt i analysen. Kodene er delt inn i enkeltutsagn og sekvenser.

Dialogtype	Enkeltutsagn/sekvenser	Koder
Støttende dialog	Enkeltutsagn	Bekreftelse Hypotese Repetisjon Utvidelse Begrunnelse
	Sekvenser	Bygger på hverandre Felles forståelse Enighet
Konfronterende dialog	Enkeltutsagn	Innvending Individuell avgjørelse Individuell oppfatning
	Sekvenser	Uenighet
Utforskende dialog	Enkeltutsagn	Undrende spørsmål Begrunnelse Initiativ Endre oppfatning
	Sekvenser	Felles forståelse Kritisk Konstruktivt Mange forslag Enighet
Kritisk diskusjon	Enkeltutsagn	Innvending
	Sekvenser	Ulike meninger Overtale andre/overbevise andre
Forklarende utforsking	Enkeltutsagn	Hypotese Alternativ hypotese
	Sekvenser	Estimere bevis Mangel på kunnskap
Ikke-faglig dialog		

Noen av kodene kan være overlappende mellom de ulike typene av dialog, som for eksempel «felles forståelse». Samsvarende med Mercer mfl. (1996; 1999; 2004; 2007) sin teori, så er dette et kjennetegn på både støttende dialog og utforskende dialog. Det er derfor det helhetlige bildet som vil kunne si noe om hvordan dialogen er. Enkeltkoder er ikke grunnlag nok for å trekke entydige slutninger om hvilken dialogtype elevdialogen har, men det kan bidra til å utelukke noen kategorier, og videre kan en helhetlig vurdering av sekvensen gi et nyansert bilde. Kjennetegnene på utforskende dialog vil kunne sees igjen i både kritisk diskusjon og forklarende utforskning. Da kan de spesifikke kjennetegnene til kritisk diskusjon og forklarende utforskning brukes for å komme et steg lengre i analyseprosessen, og skille mellom disse to. Det ble ikke naturlig å analysere dialog som var utenom-faglig, dette fikk derfor koden «ikke-faglig dialog» for å få en oversikt over det datamaterialet som ikke hadde et faglig innhold.

Tabell 2 viser kodeinndelingen slik den ble benyttet under analysearbeidet. Her er de bare delt inn i enkeltutsagn og sekvenser, ikke etter de forhåndsdefinerte dialogtypene. Dette ble gjort for å bli mindre påvirket av hvilke koder som passer til samme dialogtype, og heller bare fokusere på hvilken kode som passet til den aktuelle delen av dialogen i datamaterialet. Det var naturligvis hele veien bevissthet rundt at man alltid går inn med sin egen forforståelse og sitt teoretiske perspektiv.

Tabell 2: Fremstilling av kodene slik de ble brukt under analysearbeidet.

Enkeltutsagn	Bekreftelse Hypotese Repetisjon Utvidelse Begrunnelse Innvending Individuell avgjørelse Individuell oppfatning Utforskende spørsmål Initiativ Endre oppfatning Alternativ hypotese
Sekvenser	Bygger på hverandre Felles forståelse Uenighet Kritisk Konstruktiv Mange forslag Enighet Ulike meninger Overtale/overbevis andre Estimere bevis Mangel på kunnskap

4.6 Validitet og reliabilitet

4.6.1 Validitet

Validitet er en av indikatorene på en oppgaves kvalitet (Tjora, 2021). Validitet, eller gyldighet, handler om at oppgaven undersøker det den utgir seg for å undersøke (Postholm, 2010; Tjora, 2021). Oppgavens validitet ble økt gjennom å bruke både lyd- og videoopptak. På denne måten ble det enklere å sikre at oppgaven gir en valid representasjon av elevenes dialog. Det ble derfor også valgt å gjennomføre transkriberingen på dialekt for å sikre at ingenting gikk tapt. Det ble også valgt at vi som forskere, og som også ledet undervisningen, skulle holde oss i bakgrunnen når elevene diskuterte i grupper. Dersom vi deltok i dialogen så var dette på elevenes initiativ. Dette var for å øke validiteten på det elevene sa, og gjøre dialogen mer autentisk. Barnes & Todd (1977) sier at det er større sannsynlighet for at elever deltar åpent og argumenterer når de snakker med medelever utenfor den synlige kontrollen av en lærer. Denne type samtale gir de et mer aktivt og selvstendig eierskap til kunnskap.

Å øke mengden datamateriale kunne vært med på å øke validiteten til denne oppgaven. Med størrelsen på denne oppgaven er det ikke mulig å generalisere resultatene fra denne oppgaven til elever generelt. På grunn av tidsbegrensninger ble det ikke mulig å undersøke et større datamateriale, da det heller ble prioritert å gå grundig inn i elevdialogen i et mindre datamateriale. På denne måten kunne det heller legges vekt på å ha høy validitet på det datamaterialet som ble brukt, for å sikre at oppgaven presenterer det som faktisk var innholdet i elevenes dialog.

Noe som var med på å øke validiteten til oppgaven var gjennomføringen av et pilotprosjekt. Gjennomføringen ga gode erfaringer på hvordan undervisningsopplegget burde gjennomføres, hvordan best mulig gjennomføre lydopptak, og erfaringer som viste nødvendigheten av å inkludere videoopptak.

4.6.1.1 Pilotprosjektet

Høsten 2021 ble undervisningsopplegget gjennomført i en Biologi 1-klasse. Det ble vist en video om nervesystemet i oppstarten av økten, denne ble videreutviklet og forbedret i etterkant og brukt i denne studien. Klassen ble delt på to rom for å arbeide med tre oppgaver om nervenetverk. Dette var ikke de samme nervenetverkene som ble benyttet i denne studien, fordi det ble erfart at det var andre nervenetverk som kunne egnet seg bedre. Gjennomgangen av hvordan modellnevronene fungerer ble gjort fysisk og ikke i form av en video. Denne endringen ble gjort for å sikre at gjennomgangen alle klassene fikk skulle være lik. Elevene arbeidet i 45 minutter med de tre oppgavene. Det ble erfart at det var litt for lang tid, og det ble derfor justert til 30 minutter til denne studien. Når elevene arbeidet med oppgavene ble det tatt lydopptak av en gruppe som brukte modellnevroner og en gruppe som ikke gjorde det. Dette ble imidlertid problematisk når jeg skulle transkribere opptakene i etterkant fordi jeg ikke kunne se hva elevene gjorde, spesielt hos de som brukte modellnevroner. Derfor ble det også tatt videoopptak av gruppene til denne studien. Lydopptakerne ble fortsatt beholdt for å sikre best mulig lyd, dersom videokameraet ble stående for langt unna til å fange opp alt som ble sagt.

Å ta for seg all elevdialog under gruppearbeidet ble et litt for stort omfang for et pilotprosjekt. Analysen var derfor avgrenset til å se på Chin & Brown (2002) sin kategorisering av elevgenererte spørsmål, som ble delt inn i grunnspørsmål og undrende spørsmål. Resultatet fra pilotprosjektet viste at det ble stilt flere spørsmål, både grunnspørsmål og undrende spørsmål, av de elevene som brukte modellnevnerer. Derfor ble aspektet med elevgenererte spørsmål valgt å inkludere i analysen i dette masterprosjektet.

4.6.2 Reliabilitet

Reliabilitet handler om oppgavens pålitelighet (Postholm, 2010; Tjora, 2021). Et vanlig kriterium for reliabilitet er at det skal være mulig å gjenta de undersøkelsene som er gjort. Dette er ikke nødvendigvis hensiktsmessig i kvalitative studier, derfor kan det være mer gunstig å operere med pålitelighet. Det som vil være sentralt er at gjennomførelsen har vært konsekvent, og at denne ville vært den samme for andre forskere (Postholm, 2010).

Det som kunne økt reliabiliteten til denne oppgaven var om transkriberingen ble gjennomført av flere enn bare meg, noe som ikke var hensiktsmessig i en masteroppgave på grunn av tid og ressurser. Det var derfor ekstra viktig å være transparent på hvordan både transkriberingen og analysen ble gjennomført. Det var også en fordel at det ble samlet inn både lyd- og videoopptak. På denne måten kunne jeg arbeide meg gjennom datamaterialet flere ganger for å sikre en mest mulig riktig representasjon av elevenes dialog. Det ga også en mulighet for å registrere handlinger som skjedde parallelt, og om elevene snakket i munnen på hverandre. På denne måten gikk ikke noe dialog tapt i transkriberingen.

Noe som gir oppgaven en økt reliabilitet er samarbeidet i utviklingen av undervisningsopplegget. Dette ble utviklet i mange omganger sammen med den andre masterstudenten og i god dialog med veiledere. Dette gjorde opplegget godt bearbeidet og mange ulike synspunkter ble tatt i betraktning. En viktig del av denne prosessen var gjennomførelse av pilotprosjektet i forkant. Det ble gjort viktige erfaringer som spilte en stor rolle i utviklingen av undervisningsopplegget.

4.7 Forskningsetiske betraktninger

Det er viktig å gi elevene så mye informasjon som mulig før de blir bedt om å delta i forskningen. De må også få vite om det å delta vil føre til mye ekstra arbeid for dem. Det er også viktig at de er klare over sine rettigheter, og at ingen skal kunne kjenne dem igjen i datamaterialet som er tatt med i oppgaven (Postholm, 2010).

Prosjektet var godkjent av NSD før datainnsamlingen ble foretatt (Vedlegg E). I forkant av undervisningsøkten var vi innom klassene for å informere elevene om prosjektet, fortelle om planen for undervisningsøkten og samle inn samtykkeskjema (Vedlegg D) til deltakelse fra elevene. Dette gav oss muligheten til å forklare muntlig den informasjonen elevene fikk skriftlig, og ta imot eventuelle spørsmål elevene måtte ha. Å presentere informasjonen både skriftlig og muntlig gjorde den mer eksplisitt for elevene.

Ved å gi de denne informasjonen flere dager før studien skulle gjennomføres, så fikk elevene god betenkningstid på å bestemme seg for om de ønsket å delta. Elevene ble også forsikret om at de fikk delta i undervisningen uavhengig av om de ville delta i studien eller ikke. Dette ble løst på den måten at gruppene ble satt sammen etter om de hadde samtykket til deltakelse, og i tillegg så ble gruppene med lyd- og videopptak plassert så langt unna som mulig fra de gruppene som ikke hadde lyd- og videopptak. På denne måten var det ikke mulig å høre elever som ikke hadde samtykket til deltakelse i bakgrunnen på et annet opptak. Siden dette var en undervisningsøkt som alle i klassen deltok i, så medførte det ikke noe ekstra arbeid for de som deltok i studien.

5. Resultat

Resultatene vil presenteres i tre ulike deler. Kapittel 5.1 sammenligner resultatene fra gruppene med modellnevroner opp mot gruppen uten modellnevroner. Kapittel 5.2 gir en grundigere presentasjon av resultatene til gruppene med modellnevroner. Kapittel 5.3 gir en grundigere presentasjon av resultatene til gruppen uten modellnevroner. Siden det blir brukt datamaterialet fra to grupper med modellnevroner og en gruppe uten modellnevroner, så vil resultatene for gruppene med modellnevroner presenteres som et gjennomsnitt av de to gruppene.

5.1 Sammenligning av gruppene med og uten modellnevroner

Her vil resultatene fra gruppene med og uten modellnevroner, bli sammenlignet. Delkapittel 5.1.1 presenterer varighet og prosentandel for den ikke-faglige dialogen for elevene med og uten modellnevroner. Antall sekvenser ble ikke registrert for den ikke-faglige dialogen. Det oppfattes ikke som hensiktsmessig å prøve å dele ikke-faglig dialog inn i sekvenser.

Delkapittel 5.1.2 sammenligner antall sekvenser av de ulike dialogtypene. Delkapittel 5.1.3 sammenligner den totale varigheten for de ulike dialogtypene. Delkapittel 5.1.4 sammenligner den totale prosentandelen av de ulike dialogtypene.

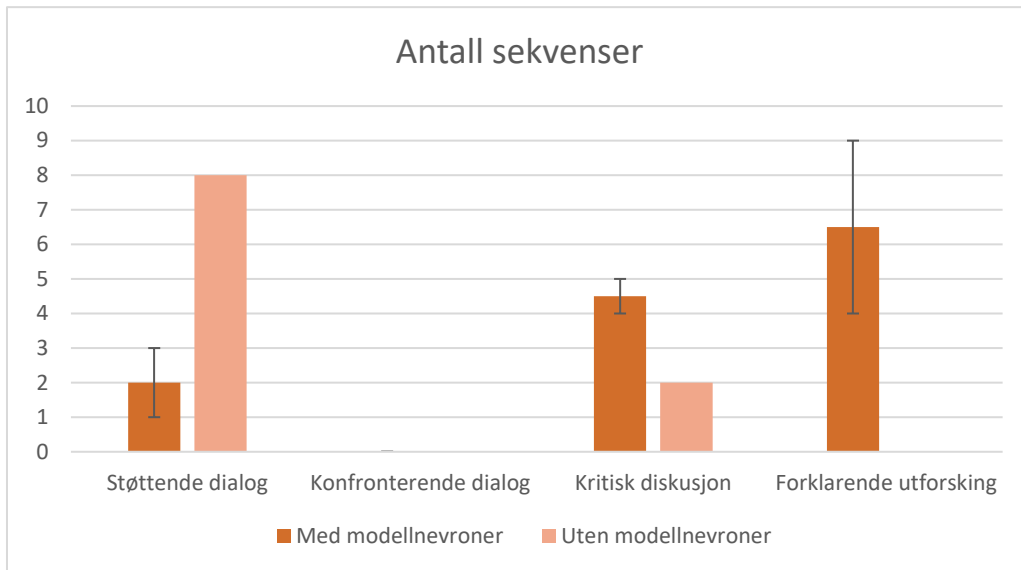
5.1.1 Ikke-faglig dialog

Resultatene viser at gruppen uten modellnevroner hadde langt mer ikke-faglig dialog enn gruppene med modellnevroner. Den gjennomsnittlige varigheten på den ikke-faglige dialogen hos gruppene som brukte modellnevroner var på under et minutt, noe som naturligvis utgjorde en veldig liten prosentandel av den totale dialogen. Varigheten på den ikke-faglige dialogen hos gruppen som ikke brukte modellnevroner var på ca. et kvarter, noe som utgjorde litt over halvparten av den totale dialogen (Tabell 3).

Tabell 3: Varighet og prosentandel med ikke-faglig dialog for elevene med og uten modellnevroner.

	Varighet	Prosentandel
Med modellnevroner	0.47 min	2 %
Uten modellnevroner	15.4 min	55 %

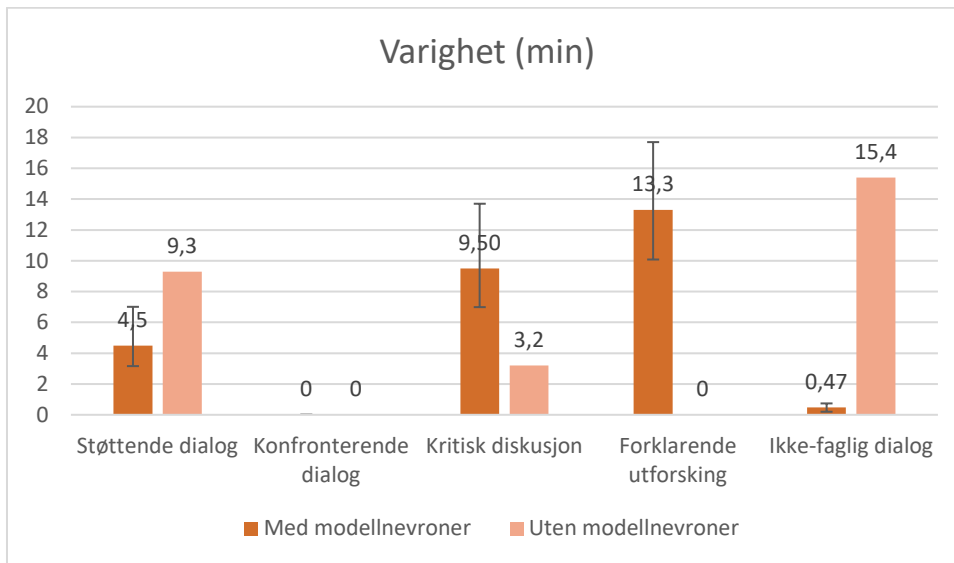
5.1.2 Sammenlikning av antall sekvenser



Figur 9: Antall sekvenser av de ulike dialogtypene for elevene med og uten modellnevroner. For gruppene med modellnevroner viser baren gjennomsnittet, og feilfeltet viser spennet mellom de to gruppene som brukte modellnevroner.

Resultatene viser at de uten modellnevroner hadde 6 sekvenser mer med støttende dialog. Ingen av gruppene hadde noen konfronterende dialog. De med modellnevroner hadde gjennomsnittlig 2,5 flere sekvenser med kritisk diskusjon enn gruppen uten. Gruppen uten modellnevroner hadde ingen sekvenser med forklarende utforsking, mens gruppene med modellnevroner hadde gjennomsnittlig 6,5 sekvenser. Dette fører til at dersom man ser på den utforskende dialogen samlet, så hadde gruppen uten modellnevroner 2 sekvenser, og gruppene med modellnevroner hadde et gjennomsnitt på 11 sekvenser (Figur 9).

5.1.3 Sammenlikning av varighet

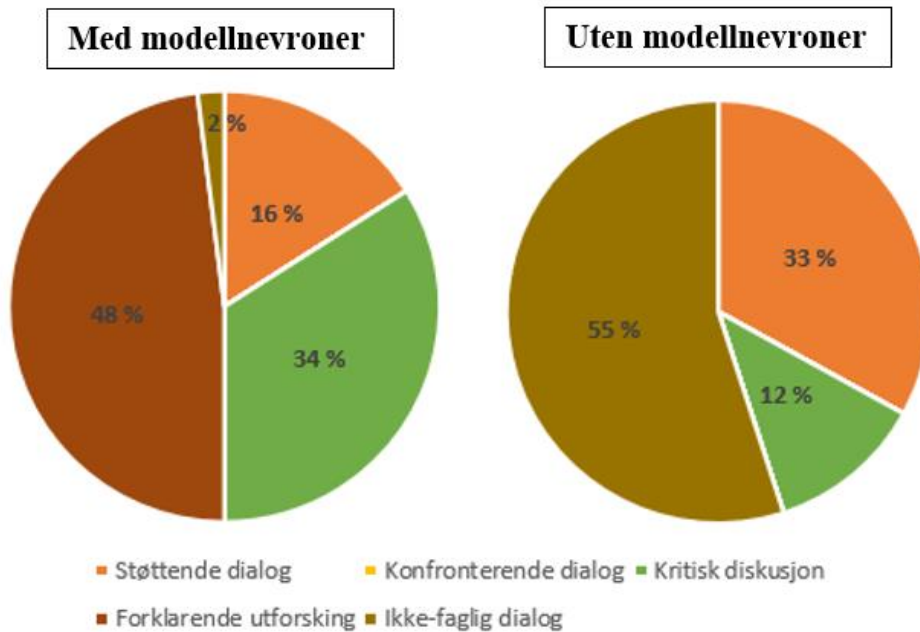


Figur 10: Den totale varigheten for de ulike dialogtypene, og ikke-faglig dialog, for de med og uten modellnevroner. For gruppene med modellnevroner viser baren gjennomsnittet, og feilfeltet viser spennet mellom de to gruppene som brukte modellnevroner.

Resultatene viser at gruppen uten modellnevroner hadde 4,8 minutter mer støttende dialog enn gruppene med modellnevroner. Gruppene med modellnevroner hadde gjennomsnittlig 6,3 minutter mer med kritisk diskusjon enn gruppen uten modellnevroner. Som presentert tidligere hadde gruppen uten modellnevroner ingen forklarende utforskning, mens gruppene med modellnevroner hadde gjennomsnittlig 13,3 minutter. Gruppen uten modellnevroner hadde 14,93 minutter mer med ikke-faglig dialog enn gruppene med modellnevroner (Figur 10).

Dersom man ser på den utforskende dialogen samlet, så har gruppene med modellnevroner gjennomsnittlig 19,6 minutter lengre varighet enn gruppen uten modellnevroner. Resultatene på varigheten av de ulike dialogtypene støtter opp om resultatene på antall sekvenser av de ulike dialogtypene. De samme forskjellene mellom gruppene med modellnevroner og gruppen uten modellnevroner kan observeres på både antall sekvenser og varighet (Figur 9 og figur 10).

5.1.4 Sammenlikning av prosentvis fordeling av varighet



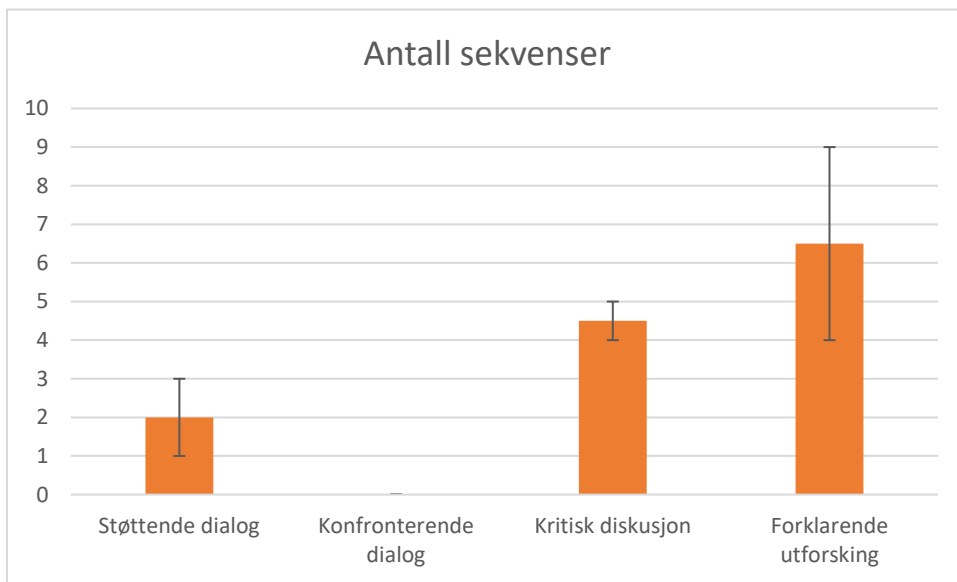
Figur 11: Den prosentvise fordelingen av varigheten av de ulike dialogtypene, og ikke-faglig dialog, for de med og uten modellnevroner.

Gruppen uten modellnevroner har 17% større andel av støttende dialog enn gruppene med modellnevroner. Gruppene med modellnevroner har 22% større andel av kritisk diskusjon enn gruppen uten modellnevroner. Gruppen uten modellnevroner har 53% større andel av ikke-faglig dialog enn gruppene med modellnevroner. Dersom man ser på den utforskende dialogen samlet, så har gruppene med modellnevroner 70% større andel av utforskende dialog enn gruppen uten modellnevroner (Figur 11).

5.2 Dialogtyper hos gruppene som brukte modellnevroner

I dette kapittelet vil resultatene fra gruppene med modellnevroner presenteres nærmere. Først en oversikt over hvilke dialogtyper som ble registrert og antall sekvenser av hver. Deretter presenteres hver dialogtype i egne delkapittel. Disse inneholder mer inngående informasjon om de ulike dialogtypene, deriblant representative eksempler.

Resultatene viser at den dominerende dialogtypen hos de to gruppene som brukte modellnevroner er av typen utforskende dialog (Figur 12). Innenfor den utforskende dialogen er det flest sekvenser av forklarende dialog, og et par færre av kritisk diskusjon. Det er også noen få sekvenser med støttende dialog, men ingen sekvenser med konfronterende dialog.



Figur 12: Gjennomsnittlig antall sekvenser av de ulike dialogtypene for gruppene som brukte modellnevroner. Baren viser gjennomsnittet og feilfeltet viser spennet mellom de to gruppene.

5.2.1 Støttende dialog

Resultatene viser at gruppene med modellnevroner hadde gjennomsnittlig 2 sekvenser med støttende dialog (Figur 12). Den støttende dialogen hadde en gjennomsnittlig varighet på 4,5 minutter. Dette utgjorde 16 % av den totale dialogen til gruppene med modellnevroner.

Dialog 1: Dialogsekvens som viser støttende dialog hos elever med modellnevroner.

	Transkripsjon	Enkeltutsagn	Sekvens
Kari	men e det her den siste?		
Marte	ja. toa da? ka skjer med aktivitet i 5 viss vi fjerne?		
Kari	ja da blir det-		
Sandra	da funke alle	Hypotese	Bygger på hverandre
Marte	ja det gir jo mening da	Bekreftelse	Enighet

Dialog 1 viser et representativt utdrag av en dialogsekvens som kodes til støttende dialog.

Marte repeterer oppgaveteksten ufullstendig. Oppgaveteksten er: «hva skjer med aktiviteten i interneuron 5 hvis vi fjerner de inhibitoriske nevronene?» (Figur 8). Elevene bygger på hverandre ved at Kari starter på et resonnement og Sandra fullfører. Sandra presenterer dialogens eneste hypotese. Dialogen avsluttes med at Marte bekrefter at hun er enig. De brukte ikke modellnevronene for å løse denne deloppgaven.

Samlet sett brukte gruppene modellnevronene aktivt på halvparten av sekvensene som var støttende dialog. I dialog 1 har elevene kommet frem til riktig svar på oppgaven, men det knyttet ikke til den praktiske funksjonen. Dette var gjennomgående for den støttende dialogen, stort sett riktig svar, men uten at disse sees på i en større og mer praktisk sammenheng.

5.2.2 Utforskende dialog

5.2.2.1 Kritisk diskusjon

Resultatene viser at gruppene med modellnevroner hadde gjennomsnittlig 4,5 sekvenser med kritisk diskusjon (Figur 12). Den kritiske diskusjonen hadde en gjennomsnittlig varighet på 9,5 minutter. Dette utgjorde 35% av den totale dialogen til gruppene med modellnevroner.

Dialog 2: Dialogsekvens som viser kritisk diskusjon hos elever med modellnevroner.

	Transkripsjon	Enkeltutsagn	Sekvens
Emma	(leser oppgaveteksten)		
Marie	okey det her e den første		
Else	det her e den første	Innvending	Ulike meninger
Marie	okey det der e den første, sure		
Emma	okey, men vi må fortsatt ha to		Overbevise andre
Else	(bygger)		
Emma	nei. okey. den starte her også går den sånn (peker fra dendritt til aksonende) de må kobles her for å gå videre		
Emma	men det står at halen, se på tegninga	Innvending	Ulike meninger
Else	ignorerer tegninga		Kritisk
Emma	koffor lyg tegninga?		
Else	ja, men er det den veien signalet går,		
Marie	eller går signalet herfra? (peker på sensorisk)		
Emma	jo den går innover, men uansett så må du koble den-		
Marie	men ska den festes den veien?	Innvending	
Marie	går signalet herfra og den veien? (peker riktig vei)		
Emma	vi har tre startera		
Marie	ja	Bekreftelse	
Else	jaja	Bekreftelse	Enighet
Else	det her e den andre		
Marie	ja for det e den siste		
Emma	ja okey men ikke sett den siste først da	Innvending	
Else	okey	Bekreftelse	

Dialog 2 viser et representativt eksempel fra dialogen til elevene som brukte modellnevroner, som ble kodet til kritisk diskusjon. Sekvensen starter med at Emma leser følgende oppgavetekst: «I hvilken retning må hånden bevege seg for at internevron 5 skal bli aktivert? Bruk nettverket til å forklare hvorfor» (Figur 7). De starter direkte med å bruke modellnevronene og diskuterer hvilket nevron de skal starte med. Alle deltar i diskusjonen med ulike meninger. Alle kommer med innvendinger når de ikke er enig, og de er samkjørte før de går videre i diskusjonen. Etter denne dialogsekvensen fortsetter gruppen å jobbe med modellnevronene for å besvare oppgaven de startet denne dialogsekvensen med.

I den kritiske diskusjonen ble modellnevronene brukt aktivt i nesten alle dialogsekvensene. Den kritiske diskusjonen ble registrert når de arbeidet med alle tre oppgavene. Den ble stort sett brukt midtveis i diskusjonene når de arbeidet med oppgavene, det ble altså sjeldent presentert et endelig svar på oppgavene. Elevene brukte den kritiske diskusjonen til å forstå oppgavene og høre hvilke meninger de ulike deltakerne i gruppen hadde.

5.2.2.2 Forklarende utforsking

Resultatene viser at gruppene med modellnevroner hadde gjennomsnittlig 6,5 sekvenser med forklarende utforsking (Figur 12). Den forklarende utforskingen hadde en gjennomsnittlig varighet på 13,3 minutter. Dette utgjorde 48% av den totale dialogen til gruppene med modellnevroner. Forklarende utforsking var den typen utforskende dialog det ble registrert mest av hos gruppene med modellnevroner. Det var også den dialogtypen det totalt sett ble registrert mest av hos gruppene med modellnevroner.

Dialog 3: Dialogsekvens som viser forklarende utforskning hos elever med modellnevroner.

	Transkripsjon	Enkeltutsagn	Sekvens
Marie	ka va spørsmålet?		
Else	(leser spørsmålet)		
Marie	åja for det her e visst hånda. nei.		
Emma	hånda må beveg sæ nedover	Hypotese	
Marie	ka-		
Emma	fordi- da går den hit, og da går den hit (følger første linje)	Begrunnelse	
Emma	hadde den gått her hadde den blitt stoppa	Begrunnelse	
Marie	ka e det her, æ skjønne ikke ka dissa e for no? (peker på sensoriske nevron)	Innvending	Mangel på kunnskap
Else	ett eller annet med- æ vet ikke		
Marie	ka e greia med øyet? også e det en hånd?	Undrende spørsmål	
Else	e det sånn viss du slår en flue liksom? e det det det e?	Undrende spørsmål	Forslag
Emma	koffor ska du slå den? (alle ler)		
Else	det e en hånd, fluer har ikke hender		
Emma	det e ka den må se, om den ser hånda di		
Else	åja, koffor e det en flue?		Kritisk
Else	åja for fluen har masse sanne små øya.		
Emma	ja den er litt annerledes		
Else	så det e sånn hvilket øyet må se hånda di		
Marie	okey så viss du skygge for den så kommer det ikke lys		
Emma	må komme nedover da	Repetisjon	
Else	ja	Bekreftelse	
Emma	for at den skal bli aktivert		
Else	lets try (trykker på første sensorisk nevron)	Initiativ	Estimere bevis
Emma	wow den ble aktivert		

Marie	kan vi prøv alle en gang, koss skru æ den av	Initiativ	
Else	hold inne i et sekund		Estimerer bevis
Else	(holder inne) funker det også		
Emma	den går fortsatt hit		
Else	det er bare den her som ikke funke		
Emma	men hånda må vel uansett bevege seg nedover?		
Marie	ja	Bekreftelse	Enighet

Dialog 3 viser et representativt eksempel på forklarende utforsking hos elevene som brukte modellnevroner. Dialogen starter med at Else repeterer oppgaven: «I hvilken retning må hånden bevege seg for at internevron 5 skal bli aktivert? Bruk nettverket til å forklare hvorfor» (Figur 7). Dette er altså samme oppgave som for dialog 2, men på et senere punkt i arbeidet. Dialogen starter med en hypotese, og selv om dette er dialogens eneste hypotese, så slår de seg ikke til ro med at dette er riktig, men bruker tid på å komme med både spørsmål, innvendinger og begrunnelser. Det blir stilt undrende spørsmål og det kommer flere initiativ til hva de kan teste ut. Slik estimerer de bevis og kommer til enighet.

Denne dialogsekvensen (Dialog 3) viser et representativt eksempel på forklarende utforsking hos elevene som brukte modellnevroner, når de arbeidet med oppgavene. Det ble også registrert en stor andel forklarende utforsking hos elevene med modellnevroner etter de hadde fullført oppgavene. Derfor blir det også presentert et representativt eksempel (Dialog 4) av forklarende utforsking uten at elevene arbeider med de gitte oppgavene.

Dialog 4: Dialogsekvens som viser forklarende utforskning hos elever med modellnevroner.

	Transkripsjon	Enkeltutsagn	Sekvens
Marie	ka skjer viss sann 5 forskjellige sende signal inn til samme?	Undrende spørsmål	Mangel på kunnskap
Emma	(ler)		
Marie	æ vil bare teste ting	Initiativ	
Emma	ja		
Else	den vitenskapelige metode		
Marie	ka e din hypotese?		
Emma	min hypotese er at den kjem til å klikk	Hypotese	
Else	ja (alle bygger)		Estimerer bevis
Emma	hypotesen min stemme		
Emma	se det her gir mening for det er 5 forskjellige som sende signal til den.	Begrunnelse	
Marie	ja	Bekreftelse	
Emma	da vil den få jævlig mange		
Marie	men klare den rød å stopp den når det er så mye signal? (alle bygger)	Undrende spørsmål	Estimerer bevis
Else	ja	Bekreftelse	
Emma	ja den stoppe	Bekreftelse	Felles forståelse

Dialog 4 viser et representativt eksempel på forklarende utforskning hos elevene som brukte modellnevroner etter da var ferdige med de gitte oppgavene. De starter med et undrende spørsmål, noe de ønsker å finne ut. Det blir stilt hypotese, og de benytter seg av modellnevronene for å estimere bevis og teste ut denne. Det de finner ut gjennom modellnevronene stemmer overens med deres oppfatning, og de begrunner dette.

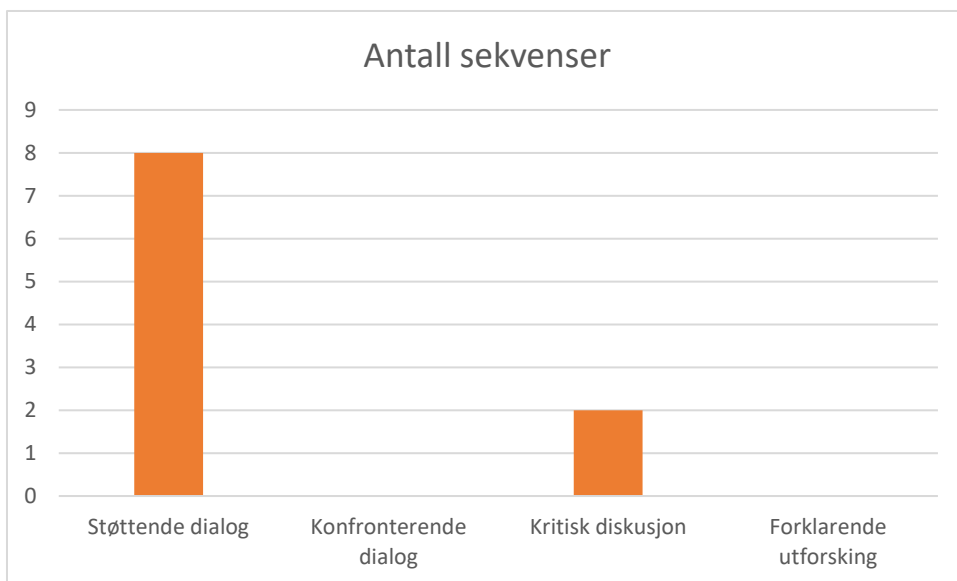
Før denne dialogsekvensen startet, så hadde elevene en lignende dialogsekvens med forklarende utforsking. De var også da ferdig med oppgavene og testet ut ting de undret seg over. Denne dialogsekvensen (Dialog 4) var det siste elevene gjorde før undervisningen var over.

I dialogene av typen forklarende utforsking, så brukte elevene modellnevronene aktivt hver gang. Dialoger slik som dialog 3 var typiske for forklarende utforsking på den måten at de etter lange diskusjoner der de bruker modellnevroner, avslutter med forklarende utforsking hvor de kommer frem til riktig svar.

5.3 Dialogtyper hos gruppen som ikke brukte modellnevroner

I dette kapitlet vil resultatene fra gruppen uten modellnevroner presenteres nærmere. Først en oversikt over hvilke dialogtyper som ble registrert og antall sekvenser av hver. Deretter presenteres hver dialogtype i egne delkapittel. Disse inneholder mer inngående informasjon om de ulike dialogtypene, deriblant representative eksempler.

Resultatene viser at den dominerende dialogtypen hos den gruppen som ikke brukte modellnevroner er støttende dialog (Figur 13). Samme som for gruppene med modellnevroner, så ble det heller ikke hos gruppen uten modellnevroner registrert noen sekvenser av konfronterende dialog. Innenfor den utforskende dialogen ble det registrert et par sekvenser med kritisk diskusjon, men ingen sekvenser med forklarende utforsking.



Figur 13: Antall sekvenser av de ulike dialogtypene for gruppen som ikke brukte modellnevroner.

5.3.1 Støttende dialog

Resultatene viser at gruppen uten modellnevroner hadde 8 sekvenser med støttende dialog (Figur 13). Den støttende dialogen hadde en varighet på 9,3 minutter. Dette utgjorde 33 % av den totale dialogen til gruppen uten modellnevroner.

Dialog 5: Dialogsekvens som viser støttende dialog hos elever uten modellnevroner.

	Transkripsjon	Enkeltutsagn	Sekvens
Sara	ka skjer med kneleddet dersom det utløses et nervesignal i et sensorisk nevron i et slikt nervenetverk?		
Ida	hmmm		
Sara	hmhhh		
Lisa	Det sende et signal te ehh som sir at		
Ida	den ska den ska trekke seg sammen og den ska slippes løs	Hypotese	Bygger på hverandre
Lisa	ja den skal slappe av	Utvidelse	Bygger på hverandre
Sara	åja		
Lisa	fordi det var sånn internevron der	Begrunnelse	
Ida	fordi den der gjør sann at dem slapp taket	Begrunnelse	
Lisa	mhm		
Ida	mhm		Felles forståelse
Ida	ehehe ja		Enighet

Dialog 5 starter med at Sara leser opp oppgaveteksten (Figur 6). Lisa starter på et resonnement som Ida fullfører. Dette er dialogens eneste hypotese. Denne bygger de videre på og begrunner. Alle er enige når dialogen avsluttes. Denne dialogsekvensen er den første i gruppearbeidet, og etter denne er fullført fortsetter de med neste deloppgave (Figur 6).

Dialog 5 er representativ for de andre sekvensene av støttende dialog ved at dialogen går på de konkrete detaljene i oppgaven uten å inkludere hva dette har å si for funksjonen. For eksempel i dialog 5 der de får med at den ene muskelen trekker seg sammen og den andre strekker seg, uten å si noe om hva som da skjer med kneleddet. Likevel vil dialog 5 være et eksempel der elevene har kommet frem til et riktig svar, selv om det kunne vært mer utfyllende. Dette var ikke tilfelle på flere av de andre sekvensene med støttende dialog.

5.3.2 Utforskende dialog

Det ble ikke registrert noen sekvenser med forklarende utforskning hos gruppen uten modellnevroner. Derfor er kritisk diskusjon den eneste kategorien innenfor utforskende dialog det vil bli sett mer på.

5.3.2.1 Kritisk diskusjon

Resultatene viser at gruppen uten modellnevroner hadde 2 sekvenser med kritisk diskusjon (Figur 13). Den kritiske diskusjonen hadde en varighet på 3,2 minutter. Dette utgjorde 12 % av den totale dialogen til gruppen uten modellnevroner.

Dialog 6: Dialogsekvens som viser kritisk diskusjon hos elever uten modellnevroner.

	Transkripsjon	Enkeltutsagn	Sekvens
Ida	og hva skjer dersom vi fjerner det inhibitoriske internevronet?		
Ida	så viss vi fjerner den der, da vil den bare-		
Lisa	mhm		
Sara	er det akkurat det der som er der?		
Ida	strekke sæ ut?	Hypotese	
Ida	trur det e den der ja		
Sara	ja okey		
Sara	hæ ka va det du sa?		
Ida	at den strekkes ut?	Repetisjon	
Lisa	viss den der muskelen aktiveres så bøyes den vel innover da?	Alternativ hypotese	Ulike meninger
Ida	ja innover mene æ	Endret oppfatning	Overtale andre
Lisa	mhm		Enighet
Lisa	men det gir mening		
Ida	men det va samme med den arma		
Sara	hæ det skjønnte ikke æ	Innvending	
Ida	på den videoen så snakka de litt om hvordan liksom når det sende signal. liksom viss du tar på et lys så strammes det mens andre deler slipper taket også viss det e motsatt så skjer motsatt	Begrunnelse	
Sara	åja ja stemme		
Ida	det va veldig dårlig forklart		
Sara	æ skjønt det		Felles forståelse
Sara	hmm ja		
Sara	skal vi gå til neste eller?		
Lisa	ja		
Ida	ja		Enighet

Dialog 6 viser en av de to sekvensene med kritisk diskusjon som ble registrert hos gruppen uten modellnevroner. Dette er den andre deloppgaven som de startet på etter dialog 5. Elevene har ulike meninger som fører til to alternativ til hypoteser, men de blir enige. Sara kommer med en innvending når hun ikke henger helt med. En grundig begrunnelse fører til at gruppen til slutt har en felles forståelse. Når dialogsekvensen er over så starter de på oppgave 2 (Figur 7).

I den andre dialogsekvensen lander ikke elevene på riktig svar. Her (Dialog 6) er elevene inne på det uten at det er helt presist. De konkluderer med at kneleddet vil bøyes innover når de fjerner det inhibitoriske nevronet. De har skjønt at funksjonen endres fra tidligere da det inhibitoriske nevronet var inkludert, men tar ikke hensyn til at det nå blir sendt et eksitatorisk nervesignal til både knestrekkeren og knebøyeren.

6. Diskusjon

I dette kapitlet vil resultatene bli diskutert opp mot den presenterte teorien. Diskusjonen deles inn etter de ulike dialogtypene, et delkapittel om den ikke-faglige dialogen og studiens bidrag og videre forskning til slutt.

6.1 Konfronterende dialog

Det ble ikke registrert noen sekvenser av konfronterende dialog hos de gruppene som brukte modellnevroner. Det ble det heller ikke hos den gruppen som ikke brukte modellnevroner. De gangene elevene hadde ulike meninger, så ble det heller satt i gang en kritisk diskusjon, som vil diskuteres nærmere senere.

Konfronterende dialog strider med et viktig punkt i et dialogisk klasserom, nemlig at det er ikke nok at det eksisterer ulike stemmer/meninger i klasserommet, men det skal være en interaksjon mellom disse (Dysthe, 1995). Siden det ikke ble registrert noen sekvenser med konfronterende dialog, uavhengig av modellnevronene, så må det være andre faktorer som har påvirket dette. Det kan for eksempel være at denne oppgavetypen la mer til rette for andre typer dialog. Det kan også være gruppesammensetningen som gjorde at det ikke forekom noe konfronterende dialog. Gruppene ble laget i samråd med faglærer for å få grupper som arbeidet godt sammen, og gode gruppesammensetninger kan ha vært grunnen til at konfronterende dialog ikke fant sted. En annen faktor som kan ha spilt inn er elevenes samarbeidsevner og deres tidligere erfaringer med gruppearbeid. Dersom gruppearbeid er noe elevene er komfortable med og gode på, og noe som det har vært fokus på i undervisningen tidligere, så kan det være grunnen til at det ikke ble registrert noe konfronterende dialog.

6.2 Støttende dialog

Hos gruppene som brukte modellnevroner var støttende dialog den mest sjeldne dialogtypen som ble registrert. Dette stemmer overens med varigheten og prosentandelen av den totale dialogen. Det motsatte ble registrert for gruppen som ikke brukte modellnevroner. Av de dialogtypene som ble registrert var det støttende dialog det ble registrert flest sekvenser av. Dette stemmer også overens med varigheten og prosentandelen av den totale dialogen. Et annet interessant funn var at når støttende dialog fant sted hos de gruppene med modellnevroner, så var det bare halvparten av gangene at de anvendte modellnevronene aktivt. Dette står i kontrast til kritisk diskusjon og forklarende utforskning hvor de brukte modellnevronene nesten hele tiden. Dette styrker resultatene som viser at støttende dialog stort sett fant sted når modellnevroner ikke ble brukt.

Dette kan være et eksempel på et av Dysthe (1995) sine poenger rundt et dialogisk klasserom og flerstemmighet. Nemlig at gruppearbeid kan være et godt verktøy og har en naturlig plass, men det i seg selv sikrer ikke flerstemmighet. Kjennetegn på støttende dialog, som at det ikke blir introdusert alternative forslag, hypoteser og forklaringer, og at det er full enighet om det ene forslaget, står i kontrast til flerstemmighet som forutsetter at alle som deltar kommer med sine egne verdier, perspektiver og innspill.

Noe som ofte kan være vanlig i støttende dialog, er at elevene er enige med den første som kommer med et forslag fordi de føler at de må være lojale og opprettholde god stemning i gruppen. Dette var ikke tilfellet for gruppene i denne studien når det foregikk støttende dialog. Det som heller var tilfellet, var at elevene ikke hadde noe grunnlag for å være uenig. De hadde selv ikke noen andre forslag å komme med, og dermed ikke noen grunn for å komme med innvendinger mot det forslaget som hadde blitt lagt frem.

De hadde ikke kunnskapen som trengtes for å komme med andre relevante innspill, og siden støttende dialog var mest fremtredende hos gruppen som ikke brukte modellnevroner, kan det tenkes at de heller ikke hadde hjelpemidlene de trengte for å finne ut av det som var uklart.

6.3 Utforskende dialog

Dersom man ser på den utforskende dialogen samlet, både kritisk diskusjon og forklarende utforskning, så er det stor forskjell mellom gruppene med modellnevroner og gruppen uten modellnevroner. 82% av all dialogen brukte gruppene med modellnevroner på utforskende dialog, mens 12% av all dialogen brukte gruppen uten modellnevroner på utforskende dialog. Dette stemmer overens med det som kom frem i MARS-prosjektet. Prosjektet viser at modeller ble brukt for å konkretisere abstrakte ideer og for å gi elevene verktøy til å resonnerer slik at de kan løse ulike utfordringer (Raghavan & Glaser, 1995).

I motsetning til støttende dialog, der elevene var enige med det ene forslaget som kom, så består utforskende dialog mye mer av flere meninger, innspill, ideer og innvendinger. At dette fant sted i større grad ved bruk av modellnevroner, kan støttes opp av det Sjøberg (2009) sier om modeller. Nemlig at modeller gir elevene et språk de kan bruke for å angripe problemstillinger, og dette kan gjøre det enklere å komme opp med nye ideer.

Det ble også registrert at de gruppene som brukte modellnevroner oftere kom frem til riktig svar enn gruppen som ikke brukte modellnevroner. NeuroBytes, som har blitt testet ut på studenter i Wisconsin, har mange fellestrekk med modellnevronene, og resultater derfra viser at det å bruke NeuroBytes gir økt læringsutbytte på relevante temaer innen nevrovitenskap (Petto mfl., 2017). Dette stemmer overens med resultatene fra denne oppgaven, hvor temaet for oppgavene til elevene var nervenetttverk.

Gruppene som brukte modellnevroner og gruppen som ikke brukte modellnevroner hadde nokså like utgangspunkt på den måten at de ofte startet med lignende hypoteser og meninger. Det som skilte de, og som gjorde at de gruppene som brukte modellnevroner oftere kom frem til riktig svar, var at gruppene som brukte modellnevroner hadde lengre dialoger der det etter hvert kom frem nye forslag og forklaringer. Det kan tenkes at dette var fordi når de ikke visste svaret så fikk de et verktøy til å finne det ut. På denne måten så fikk de noe å bygge forklaringene sine på. Dette stemmer overens med hvorfor gruppen uten modellnevroner stort sett hadde en støttende dialog.

6.3.1 Kritisk diskusjon

Kritisk diskusjon var ikke den dialogtypen det ble registrert mest av hos noen av gruppene. Det ble likevel registrert langt mer kritisk diskusjon hos gruppene med modellnevroner enn gruppen uten modellnevroner. Hos gruppene med modellnevroner utgjorde det 34% av den totale dialogen, mens det hos gruppen uten modellnevroner utgjorde 12% av den totale dialogen.

Resultatene fra Bierema mfl. (2017) sin studie på bachelorstudenter i biologi, som arbeidet modellbasert, viser at studentene arbeidet sammen for å forstå sentrale konsepter, og de redegjorde for ideene sine. De brukte mesteparten av tiden til å føre diskusjoner som bidro til å utvikle sin forståelse og utvikle modellen videre. Dette stemmer godt overens med den kritiske diskusjonen til gruppene som brukte modellnevroner. Den kritiske diskusjonen fant som regel sted midtveis i arbeidet med oppgavene, for å utvikle modelleringen av oppgavene videre og få frem alle de ulike meningene som elevene i gruppen hadde.

6.3.2 Forklarende utforsking

For dialogtypen forklarende utforsking, finner vi de største forskjellene mellom gruppene som brukt modellnevroner og gruppen som ikke brukte modellnevroner. Gruppen som ikke brukte modellnevroner hadde ingen forklarende utforsking, mens hos gruppene som brukte modellnevroner så utgjorde forklarende utforsking 48% av all dialogen.

For å kunne resonnerer i naturvitenskap må elevene lære å konstruere argument som setter bevis og empiriske data i sammenheng med ideer og teorier (Wellington & Osborne, 2001). Dette samsvarer i stor grad med kriteriene for forklarende utforsking, og det kan da tenkes at forklarende utforsking er den dialogtypen som er best egnet for å utvikle gode resonneringsevner i naturfagene. Det å bruke modeller for å lære å resonnerer gjennom, forklarende utforsking, vil være en god tilnærming basert på resultatene i denne studien som viser at bruk av modellnevroner førte til mer forklarende utforsking.

Det er kanskje spesielt ett kriterium for forklarende utforskning som er ekstra utslagsgivende for at det ikke ble registrert hos gruppen som ikke brukte modellnevroner, og det er å estimere bevis. Elevene som brukte modellnevroner, hadde et hjelpemiddel for å kunne estimere bevis og teste sine opprinnelige hypoteser, som gjorde at de kunne komme med nye alternativer og igjen teste disse. Dette kan også være med på å forklare hvorfor gruppene som brukte modellnevroner i større grad endte opp med riktig svar, selv om de hadde nokså like utgangspunkt når de startet med oppgavene.

Dette samsvarer med det Coll mfl. (2005) sier om argumentasjon i naturfag. For at elevene skal kunne begrunne sine påstander, så krever det at materialet elevene arbeider med er på en slik måte at bevisene for vitenskapelige teorier er synlige. Resultatene i denne studien tyder på at dette i større grad ble oppnådd når modellnevronene ble brukt. I tillegg får elevene et faglig læringsutbytte når de tenker over om bevis støtter opp om deres personlige teorier om vitenskapelige konsept (Coll mfl., 2005). Dette støtter opp om resultatene som viser bedre faglig kunnskap hos gruppene som brukte modellnevroner.

Et annet interessant resultat var at når gruppene med modellnevroner var ferdige med de gitte oppgavene, så fortsatte de med faglig dialog, av typen forklarende utforskning. At elevene ønsker å arbeide videre med temaet og modellnevronene etter de er ferdige med oppgavene, kan tyde på at der var en interesse for å finne ut av mer. En lignende effekt fant de ved bruk av NeuroBytes. Der registrerte de et økt engasjement hos de studentene som brukte NeuroBytes (Petto mfl., 2017).

Det som var gjennomgående for den forklarende utforskningen etter elevene var ferdig med oppgavene, var at dialogen startet med et undrende spørsmål, noe elevene selv lurte på, før de begynte å bruke modellnevronene for å prøve å finne svar. Dette kan være en indikasjon på at elevene tenker på ideer som de prøver å forstå, utvide og sette i sammenheng med tidligere kunnskap (Chin & Brown, 2002).

6.4 Ikke-faglig dialog

Den ikke-faglige dialogen går utenfor den øvrige kategoriseringen av de ulike dialogtypene, men er likevel veldig interessant å diskutere nærmere. Det ble registrert svært store forskjeller i mengde ikke-faglig dialog. Bare 2% av dialogen til de gruppene med modellnevroner var ikke-faglig, sammenlignet med 55% av dialogen til gruppen uten modellnevroner.

At det var så lite som 2% med ikke-faglig dialog hos de gruppene som brukte modellnevroner, stemmer godt overens med resultatene fra Bierema mfl. (2017), som så på modellbasert undervisning hos bachelorstudenter i biologi. Der ble det registrert at studentene brukte under 10% av tiden til diskusjoner som ikke hadde noe med oppgaven og modellen å gjøre.

De store forskjellene kommer av at gruppen uten modellnevroner ble mye tidligere ferdig med oppgavene enn gruppene med modellnevroner. Dette kan ha sammenheng med at de stort sett hadde støttende dialog, mens gruppene som brukte modellnevroner stort sett hadde utforskende dialog. I tillegg så kan de store forskjellene forklares ved at når de som brukte modellnevroner var ferdig med oppgavene, så fortsatte de med en faglig dialog, noe gruppen uten modellnevroner aldri gjorde. Denne forskjellen kan forklares ved en av egenskapene til modeller som trekkes frem av Mathiassen (2015), nemlig at modeller kan stimulere elever til å kommunisere ved at de blir tvunget til å uttrykke det de observerer.

6.5 Studiens bidrag og videre forskning

Denne studien er et bidrag til forskning på hvordan arbeide modellbasert med nervesystemet, noe det finnes lite forskning på fra før (Petto mfl., 2017). Dette vil spesielt gjelde for modellnevronene som er nyutviklet. En studie som har blitt gjort på modellbasert arbeid med nervesystemet er NeuroBytes, og sammenlignet med disse så har denne studien anvendt modellnevner som kan ha en bedre representasjonsevne siden de har en mer virkelighetsnær utforming. I tillegg har NeuroBytes blitt sett på opp mot læringsutbytte, og dermed kommer denne studien med et nytt perspektiv ved å se på elevdialog.

Den begrensede datamengden i denne studien gjør at det ikke kan generaliseres til å gjelde elever generelt. Den har likevel et spennende resultat som peker på positive effekter ved bruk av modellnevner. Derfor ville det vært veldig interessant om det ble gjennomført lignende studier, med samme fokus, som kunne økt datamengden og dermed generaliserbarheten.

Fokuset i denne studien er på elevdialog og dens kvalitet, men for å få et mer helhetlig inntrykk av hvordan modellnevronene kan bidra i undervisning av nervesystemet, så vil det være nyttig å se dette i sammenheng med læringsutbytte. Læringsutbytte er fokuset i oppgaven til Viktoria Wiik, som er masterstudenten som undervisningsopplegget til denne oppgaven ble gjennomført i samarbeid med. Derfor vil denne masteroppgaven og masteroppgaven, «Bruk av nervebyggesett i Biologi-1 – motivasjon og læring», til sammen gi et godt inntrykk av hvordan det å bruke modellnevner fungerte i det aktuelle undervisningsopplegget, og gi en god pekepinn på hva som kan være relevant å se på i senere studier.

Elevene fikk, i denne studien, bruke modellnevronene for første gang, og det var nødvendigvis heller ikke en oppgavetype som de var vant med fra før. Vi som forskere, og klasseledere, var også nye for elevene. Det var med andre ord en veldig ny og nokså ukjent situasjon for elevene. Derfor hadde det vært spennende å se hvilken effekt det ville hatt om modellnevronene var en naturlig del av undervisningen over lengre tid. Da kunne man sett på hvordan et slikt byggesett kunne hjulpet elevene med å utvikle gode resonneringsferdigheter, en interesse for temaet og oppnå et godt læringsutbytte, når byggesettet er en naturlig del av en helhetlig undervisning om nervesystemet over tid.

7. Konklusjon

Denne oppgaven har hele veien vært rettet mot å svare på oppgavens problemstilling:

Hva kjennetegner dialogen hos elever som bruker modellnevroner sammenlignet med elever som ikke bruker modellnevroner i undervisningen om nervesystemet?

Problemstillingen har vært rettesnoren i både resultatdelen og diskusjonen, som nå samles i en oppsummerende konklusjon.

Gruppen som ikke brukte modellnevroner, hadde stort sett støttende dialog når det foregikk faglig dialog. Det som preget den støttende dialogen, var at elevene ikke hadde noe grunnlag for å komme med innvendinger og andre alternativer, og valgte dermed heller å støtte opp om det forslaget som allerede hadde blitt presentert. Selv om støttende dialog var den dialogtypen som forekom oftest hos gruppen uten modellnevroner, så brukte de mesteparten av tiden på ikke-faglig dialog. Over halvparten av tiden gikk til ikke-faglig dialog. Det kan forklares ved at det stort sett var støttende dialog og ikke utforskende dialog, og at det ikke foregikk noe faglig dialog etter de var ferdige med oppgavene.

Hos gruppene som brukte modellnevroner var rundt en tredjedel av dialogen av typen kritisk diskusjon. Kritisk diskusjon ble brukt for å få frem alle de ulike meningene i gruppen, og for å komme videre i arbeidet med oppgavene. Det ble ikke registrert noe konfronterende dialog, som kan tyde på at elevene hadde en kritisk diskusjon de gangene de hadde ulike meninger. Dette gjaldt for alle grupper, selv om gruppen uten modellnevroner bare hadde et par sekvenser, som tyder på at det er elevene selv eller oppgavene de arbeidet med som la opp til kritisk diskusjon i større grad enn en konfronterende dialog.

Forklarende utforsking opptok nesten halvparten av tiden til gruppene med modellnevroner, og ble ikke registrert i det hele tatt hos gruppen uten modellnevroner. Spesielt det å estimere bevis ble observert som enklere for gruppene med modellnevroner. De fikk testet ut sine opprinnelige hypoteser og forslag, som de etter å ha arbeidet med modellnevronene kunne endre og justere. På denne måten endret de oftere oppfatning, og endte opp med mer presise svar og forklaringer. Et annet veldig interessant resultat var at det hos gruppene med modellnevroner foregikk forklarende utforsking etter de var ferdig med oppgavene. Elevene testet ut ting de selv undret seg over og ville finne ut av, noe som kan tyde på en økt interesse og et ønske om å lære mer om temaet.

8. Litteraturliste

Barnes, D. & Todd, F. (1977). *Communication and learning in small groups*. Routledge & Kegan Paul.

Bierema, A.M.K., Schwarz, C.V. & Stoltzfus, J.R. (2017). Engaging Undergraduate Biology Students in Scientific Modeling: Analysis of Group Interactions, Sense-Making, and Justification. *CBE-Life Sciences Education*, 68(16), 1-16. <https://doi.org/10.1187/cbe.17-01-0023>

Bjørndal, C.R.P. (2011). *Det vurderende øyet: observasjon, vurdering, og utvikling i undervisning og veiledning* (2. utg.). Gyldendal Akademisk.

Burdo, J. R. (2018). NeuroBytes Electronic Neuron Simulators and the 2017 FUN Summer Workshop. *The Journal of Undergraduate Neuroscience Education (JUNE)*, 16(3), 232-235. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6153020/>

Chin, C. & Brown, D.E. (2002). Student-generated questions: A meaningful aspect of learning in science. *International Journal of Science Education*, 24(5), 521-549. <https://doi.org/10.1080/09500690110095249>

Coll, R.K., France, B. & Taylor, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183-198. <https://doi.org/10.1080/0950069042000276712>

Dysthe, O. (1995). *Det flerstemmige klasserommet: skriving og samtale for å lære*. Gyldendal.

Erstad, O. & Klevenberg, B. (2019). Kunnskapsbygging, teknologi og utforskende arbeidsmåter. I E. Knain & S.D. Kolstø (Red.), *Elever som forskere i naturfag* (2. utg., s. 44-69). Universitetsforlaget.

Harris, C.A., Guerri, L., Mircic, S., Reining, Z., Amorim, M., Jovic, D., Wallace, W., DeBoer, J. & Gage, G.J. (2020). Neurorobotics Workshop for High School Students Promotes Competence and Confidence in Computational Neuroscience. *Frontiers in Neurorobotics*, 14(6). <https://doi.org/10.3389/fnbot.2020.00006>

Harrison, A.G. & Treagust D.F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026. <https://doi.org/10.1080/095006900416884>

Herculano-Houzel, S. (2002). Do you know your brain? A survey on public neuroscience literacy at the closing of the decade of the brain. *Neuroscientist*, 8(2), 98-110. <https://doi.org/10.1177/107385840200800206>

Keefer, M.W, Zeitz, C.M & Resnick, L.B. (2000). Judging the Quality of Peer-Led Student Dialogues. *Cognition and Instruction*, 18(1), 53-81. <http://www.jstor.org/stable/3233800>.

Kunnskapsdepartementet (2017). *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. Fastsatt som forskrift ved kongelig resolusjon. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/prinsipper-for-laring-utvikling-og-danning/grunnleggende-ferdigheter/>

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*, 16(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260752>

Leefmann, J. & Hildt, E. (Red.). (2017). *The Human Sciences after the Decade of the Brain*. Academic Press.

Mathiassen, K. (2015). Bruk av modeller i biologiundervisningen. I P. van Marion & A. Strømme (Red.), *Biologididaktikk* (2. utg., s. 209-235). Cappelen Damm.

Mercer, N. (1996). The quality of talk in children's collaborative activity in the classroom. *Learning and Instruction*, 6(4), 359-377. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(96\)00021-7](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(96)00021-7)

Mercer, N. & Wegerif, R. (1999). Children's Talk and the Development of Reasoning in the Classroom. *British Educational Research Journal*, 24(1), 95-111.
<http://www.jstor.org/stable/1501934>

Mercer, N. (2004). Reasoning as a scientist: ways of helping children to use language to learn science. *British Educational Research Journal*, 30(3), 359-377.
<https://doi.org/10.1080/01411920410001689689>

Mercer, N. & Littleton, K. (2007). *Dialogue and the Development of Children's Thinking: A sociocultural approach*. Routledge.

Mortimer, E.F. & Scott, P.H. (2003). *Meaning making in Secondary Science Classrooms*. Open University Press.

Nilssen, V. (2012). *Analyse i kvalitative studier: Den skrivende forskeren*. Universitetsforlaget.

Papadatou-Pastou, M., Haliou, E. & Vlachos, F. (2017). Brain Knowledge and the Prevalence of Neuromyths among Prospective Teachers in Greece. *Frontiers in Psychology*, 8(804).
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00804>

Petto, A., Fredin, Z. & Burdo, J. (2017). The Use of Modular, Electronic Neuron Simulators for Neural Circuit Construction Produces Learning Gains in an Undergraduate Anatomy and Physiology Course. *The Journal of Undergraduate Neuroscience Education (JUNE)*, 15(2), 151-156. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5480844/pdf/june-15-151.pdf>

Postholm, M.B. (2010). *Kvalitativ metode: En innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier* (2. utg.). Universitetsforlaget.

Raghavan, K. & Glaser, R. (1995). Model-Based Analysis and Reasoning in Science: The MARS Curriculum. *Science Education*, 79(1), 37-61. <https://doi.org/10.1002/sce.3730790104>

Robson, C. & McCartan, K. (2016). *Real World Research* (4. Utg.). John Wiley & Sons Ltd.

Rousseau, L. (2021). Interventions to Dispel Neuromyths in Educational Settings – A Review. *Frontiers in Psychology*, 12(719692). [10.3389/fpsyg.2021.719692](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.719692)

Shepherd, G.M. & Grillner, S. (2018). *Handbook of Brain Microcircuits* (2. utg.). Oxford University Press

Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse: en kritisk fagdidaktikk* (3. utg.). Gyldendal Akademisk.

Sletbakk, M., Gjærevoll, I., Håpnes, A., Hessen, D.O. & Heskestad, P.A. (2007). *BIOS Biologi 1*. Cappelen.

Sletbakk, M., Håpnes, A., Hessen, D.O., Marthinsen, K., Eskeland, R. & Spurkland, A. (2021). *BIOS Biologi 1*. Cappelen Damm.

Staberg, R.L., Tandberg, C. & Grindeland, J.M. (2020) *Biologididaktikk for lærere*.
Gyldendal

Tjora, A. (2021). *Kvalitative forskningsmetoder: i praksis* (4. utg.). Gyldendal.

Utdanningsdirektoratet. (2006). *Læreplan i Biologi (BIO01-01)*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2006. <https://www.udir.no/kl06/BIO1-01/Hele/Kompetansemaal/biologi-1#>

Utdanningsdirektoratet. (2021). *Læreplan i Biologi (BIO01-02)*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/bio01-02/kompetansemaal-og-vurdering/kv538>

Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Wellington, J. & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Open University Press.

Yeung, A.W., Goto T.K. & Leung W.K. (2017). The Changing Landscape of Neuroscience Research, 2006-2015: A Bibliometric Study. *Frontiers in Neuroscience*, 11(120). <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00120>

9. Vedlegg

Vedlegg A: Instruksjonsvideo om nervesystemet

- Hva består nervesystemet av og hvilke oppgaver har det.
- Inndeling i sentralnervesystemet og det perifere nervesystemet.
- Hva er et nevron og hvordan ser det ut.
- Hvordan blir et nervesignal sendt gjennom et nevron.
 - o Inkluderte begrep:
 - Nervesignal
 - Dynamisk polarisering
 - Synaptiske potensialer
 - Triggersone
 - Terskelverdi
 - Summering
 - Aksjonspotensiale
 - Synapse
 - Presynaptisk og postsynaptisk nevron
- Sensoriske nevron, interneuron og motorneuron.
- Spesifikk kobling.
- Eksitatoriske og inhibitoriske nevron.

Vedlegg B – Instruksjonsvideo om modellnevroner

- Oppbygningen av modellnevronet.
- De grønne er eksitatoriske, og de røde er inhibitoriske.
- Hvordan utløse et aksjonspotensiale.
- Sammenkobling av modellnevroner.
- Hva de ulike lysene betyr.
- Hold knappen inne for å sende signal fortløpende.
- Hvordan bruke forgreininger i sammenkoblingen av modellnevroner.

Vedlegg C – Transkripsjonskoder

[]	Tale som overlapper
-	Setningen blir ikke fullført
()	Egne kommentarer
{ }	Uklar tale

Vedlegg D – Samtykkeskjema

Vil du delta i forskningsprosjektet ”nervebyggesett i undervisningen”?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å optimalisere undervisning om nervesystemet. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelsen vil innebære for deg.

Formål

Vi er studenter på lektorprogrammet i realfag ved NTNU, og skal skrive masteroppgave om undervisning i nervesystemet. Formålet med dette prosjektet er å teste ut et byggesett av nerveceller som er utviklet av en forskningsgruppe på NTNU. Vi ønsker å se hvilken effekt et slikt byggesett har på elevs dialog, motivasjon og læring, og hvordan det optimalt kan brukes som en del av undervisningen i Biologi 1.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

NTNU er ansvarlig for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Vi skal gjennomføre et undervisningsopplegg i din klasse.

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du velger å delta i prosjektet vil vi samle inn skriftlige besvarelser fra deg som omhandler det faglige og dine tanker rundt undervisningen. I tillegg vil det bli tatt lyd- og videoopptak av enkelte grupper under en økt med gruppearbeid. Alt dette vil inngå som en naturlig del av undervisningsopplegget vi gjennomfører, og vil ikke kreve mer tid eller arbeid fra deg. De skriftlige besvarelsene vil være anonyme. Lyd- og video-opptakene vil bli skriftlig transkribert og anonymisert.

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 dine personopplysninger vil da bli slettet.

Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Hvis man eventuelt velger å ikke delta i forskningsprosjektet vil man delta i undervisningsopplegget vårt på lik linje med de andre, men vi vil ikke samle inn besvarelsene dine, eller ta lyd- og videoopptak av deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- Det vi samler inn vil dermed kun bli sett/hørt av oss og våre veiledere til masteroppgaven. I det som presenteres fra prosjektet vil dere som deltar være anonymiserte.
- Skriftlige besvarelser vil samles inn anonymt.
- Lyd og video-opptakene vil bli anonymisert ved å transkriberes.

Du som deltaker vil ikke kunne gjenkjennes i det som publiseres fra dette prosjektet.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Alt ikke-anonymisert materiale vil bli slettet når prosjektet avsluttes 15.juni 2022. Da vil alle spørreskjemaer makuleres og alle lyd- og videofiler slettes.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra NTNU har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS 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:

- Masterstudent Viktoria Wiik tlf. [...] >; e-post [...]
- Masterstudent Julie Austbø Seth tlf. [...]; e-post [...]
- Veileder ved NTNU er Pål Kvello tlf. [...]; e-post [...]
- NTNUs personvernombud er Thomas Helgesen: tlf. [...]; e-post [...]

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17

Med vennlig hilsen

Julie A. Seth

Julie Austbø Seth

Viktorija Wiik

Viktorija Wiik

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet nervebyggesett i undervisning, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta med skriftlige besvarelser
- å delta i lyd- og videoopptak

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg E – Vurdering fra NSD

[Meldeskjema](#) / [Masteroppgaver om nervebyggesett](#) / Vurdering

Vurdering

Referansenummer

636424

Prosjekttittel

Masteroppgaver om nervebyggesett

Behandlingsansvarlig institusjon

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

Prosjektperiode

10.01.2022 - 15.06.2022

[Meldeskjema](#) 

Dato

06.01.2022

Type

Standard

Kommentar

Det er vår vurdering at behandlingen av personopplysninger i prosjektet vil være i samsvar med personvernlovgivningen så fremt den gjennomføres i tråd med det som er dokumentert i meldeskjemaet med vedlegg den 06.01.2022. Behandlingen kan starte.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 15.06.2022.

LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra de registrerte til behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake.

Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være den registrertes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a.

PERSONVERNPRINSIPPER

Personverntjenester vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen om:

lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at de registrerte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke behandles til nye, uforenlige formål

dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet

lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

DE REGISTRERTES RETTIGHETER

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18), og dataportabilitet (art. 20).

Personverntjenester vurderer at informasjonen om behandlingen som de registrerte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13.

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

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).

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og/eller rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

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. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke typer endringer det er nødvendig å

Oppdatere meldeskjemaet når du melder inn en endring, oppretter et nytt uttrykk om mindre type endringer det er nødvendig å melde: <https://www.nsd.no/personverntjenester/fylle-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/melde-endringer-i-meldeskjema>

Du må vente på svar fra oss før endringen gjennomføres.

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

Personverntjenester vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Lykke til med prosjektet!

