

Jakob Meløy

Ei undersøking av Rasch-modellen si evne til å rangere kunnskap etter vanskegrad i emnet nervesystemet

Masteroppgåve i Fag- og yrkesdidaktikk og lærerprofesjon - studieretning naturfag

Veileder: Pål Kvello

Mai 2019

Jakob Meløy

Ei undersøking av Rasch-modellen si evne til å rangere kunnskap etter vanskegrad i emnet nervesystemet

Masteroppgåve i Fag- og yrkesdidaktikk og lærerprofesjon -
studieretning naturfag
Veileder: Pål Kvello
Mai 2019

Noregs teknisk-naturvitskaplege universitet
Institutt for lærerutdanning

Forord

Denne forskingsstudien er utarbeida som ein avsluttande del av masteroppgåva i naturfagsdidaktikk, ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) våren 2019.

Å skrive ei masteroppgåve har vore ein lærerik, utfordrande, frustrerande, energikrevjande, morosam og givande prosess. Bak det ferdige produktet ligg det mykje arbeid, og lange dagar. Prosessen har gitt fleire oppturar og nedturar som begge har vore med å gitt gode erfaringar, som eg kan ta med meg vidare i livet. Både i framtidig jobb som lærar, og på fritida.

Det hadde ikkje vore mogleg å gjennomføre denne studien utan den gode støtta, rettleiinga og motivasjonen eg har fått frå både rettleiar og medstudentane på NTNU. Det er derfor på sin plass å takke min kunnskapsrike rettleiar Pål Kvello for god hjelp og støtte gjennom heile prosessen. Takk også til Eivind Kaspersen og Thomas Utvær for god og viktig hjelp med analysen.

Eg vil og takke alle lærarane, klassane og skulane som var villige til å ta imot meg, slik at undersøkinga og studien kunne gjennomførast.

Til slutt vil eg takke medstudentane mine på NTNU, som har delt same lesesal. Dykk har bidrege til mykje glede og motivasjon i arbeidet med masteroppgåva. Mot slutten av oppgåva vil eg og takke mor og far, som har vore tilgjengeleg og tatt seg tid til å lese korrektur og gje tilbakemelding på oppgåva.

Trondheim, mai 2019

Jakob Meløy

Samandrag

Denne masteroppgåva gjer ei studie som rangerar omgrep om nervesystemet og nervenetttverk etter vanskegrad med bruk av Rasch-modellen. Bakgrunnen for studien er å gjere det enklare for lærarar å velje ut omgrep og nervenetttverk som er nødvendige og tilstrekkelege for å forstå korleis nervesystemet styrer prosessar i kroppen.

Problemstilling: *Korleis er Rasch-modellen eigna til å rangere kunnskap etter vanskegrad i emnet nervesystemet?*

Forskingsspørsmål:

1. Kva omgrep i emnet nervesystemet blir rangert som dei lettaste og vanskelegaste for elevar på ungdomskulen og på biologi på vidaregåande?
2. Kva nervenetttverk blir rangert som dei lettaste og vanskelegaste for elevar på ungdomskulen og på biologi på vidaregåande?
3. Kor godt fungerer Rasch-modellen til å gjere ei rangering av kunnskap i emnet nervesystemet?

Undersøkinga brukte eit spørjeskjema med fleirvalsoppgåver, og Rasch-modellen vart brukt som analyseverktøy. Dette er ein lite utprøvd modell i naturfaglege prosjekt, så dette prosjektet testar om Rasch-modellen passar i naturfaglege undersøkingar.

Resultata viser at elevane sleit med dei fleste omgrepa om nervesystemet og nervenetttverka. Omgrep og nettverk som elevar har blitt introduserte for tidleg i undervisinga, vart rangert som enklare. Nokre omgrep viste seg å vere sjølvforklarande, slik at fleire av elevane klarte å forstå kva det tyder, sjølv om dei ikkje har hatt om det i undervisinga. Desse vart og rangert som noko enklare enn dei som ikkje var forklarande. Dei mest komplekse nettverka med mange bestanddelar vart rangert som vanskelegaste, medan dei med få bestanddelar var enklare. Rangeringa av spørsmåla gav og eit bilete av kva omgrep som er nødvendig for å forstå dei ulike nervenetttverka.

Rasch-modellen viste seg å vere eit eigna analyseverktøy for naturfaglege prosjekt og. Men då til prosjekt som skal måle spørsmål og/eller personar. Dersom det er kvalitetar i spørsmåla ein er ute etter, kom det fram svakheiter med Rasch-modellen.

Abstract

This master thesis studies the ranking of neuroscientific principles and neural networks by difficulty, using the Rasch-model. The criteria of the study is to make it easier for the teachers to choose the neuroscientific principles and neural networks that are necessary and sufficient to understand how the nervous system controls processes in the body.

Main research question: *How suitable is the Rasch-model to rank knowledge by difficulty in neural science?*

Underlying research questions:

1. Which neuroscientific principles are ranked as the easiest and hardest for students on secondary school and biology students on high school?
2. Which neural networks are ranked as the easiest and hardest for students on secondary school and biology students on high school?
3. How does the Rasch-model work to rank knowledge in neural science?

The survey used multiple-choice questions, and the Rasch-model was used to analyse the data. This model isn't a well-known model in natural science projects, so this study also tests if the Rasch-model is a fitting model for projects in natural science.

The results showed that students struggled with most of the neuroscientific principles and networks. Principles and networks that they learn about early in the teaching process, were ranked as the easiest for them. Some principles proved to be self-explanatory. Some students understood the meaning of these principles, even though they never learned about them in school. These principles were ranked as easier than the principles which was not explanatory. The most complex neural networks were ranked as the most difficult, and the least complex ones were easier. The ranking of the questions showed which concepts that seems necessary to understand the different neural networks.

The Rasch-model proved to be at fitting model for natural science projects. But only to projects that measures questions and/or persons. If there were special qualities in the questions that the project examined, some weaknesses did emerge with the Rasch-model.

Innhald

1	Innleiing	1
1.1	Nervesystemet i skulen	2
2	Teori	5
2.1	Omgrep i naturfaget	5
2.2	Prosessar i naturfaget	8
2.3	Læreplanar og lærebøker	8
2.4	Misoppfatningar om nervesystemet	10
3	Metode	11
3.1	Val av metode	11
3.1.1	Item Response Theory	12
3.1.2	Rasch-modellen	12
3.2	Val av omgrep	15
3.3	Val av nettverk	18
3.3.1	Knerefleks utan inhibisjon	20
3.3.2	Knerefleks med inhibisjon	21
3.3.3	Vestibulo-ocular refleks	22
3.3.4	Nervenettverk for visuell deteksjon av retningsbestemt rørsle	23
3.3.5	Nervenettverk for lokalisering av lydkjelde	24
3.3.6	Nervenettverk for å sjå kontrastar betre	25
3.4	Spørjeundersøkinga	26
3.4.1	Utvalet	28
3.4.2	Etiske vurderingar	29
3.5	Målinga	29
3.5.1	Reliabilitet og validitet	29
3.5.2	Korrelasjon og signifikans	30
3.5.3	Dimensjonalitet	31

3.5.4	Misfit	32
3.5.5	SPSS	33
4	Resultat	35
4.1	Rangering av spørsmål om omgrep	35
4.2	Rangering av spørsmål om nervenetverk	40
4.3	Rangering av elevar	42
4.4	Reliabilitet og validitet	43
4.5	Dimensjonalitet	44
4.6	Misfit	44
4.6.1	Spørsmåla	44
4.6.2	Elevane	46
5	Drøfting	47
5.1	Rangering av spørsmål om omgrep	48
5.1.1	Nervecella sin funksjon og bestanddelar	48
5.1.2	Signalhemmande og inhibitorisk	48
5.1.3	Akson, synapse og dendritt	49
5.1.4	Spesifikke koplingar	50
5.1.5	Motorisk nervecelle, sensorisk nervecelle og internevron	50
5.1.6	Aksjonspotensial og terskelverdi	51
5.1.7	Nervesignal	52
5.1.8	Signalstimulerande og eksitatorisk	53
5.2	Bruk av omgrep i naturfaget	54
5.2.1	Misoppfatningar om nervesystemet	57
5.3	Rangeringa av spørsmål om nettverk	57
5.3.1	Knerefleks med og utan inhibisjon	59
5.3.2	Nervenetverk for visuell deteksjon av retningsbestemt rørsle	60
5.3.3	Vestibulo-ocular refleks	61

5.3.4	Nervenettverk for å sjå kontrastar betre	62
5.3.5	Nervenettverk for lokalisering av lyd kjelde	62
5.3.6	Spørsmåla	64
5.4	Målinga	65
5.4.1	Representativt utval	65
5.4.2	Fråfall	66
5.4.3	Feilkjelder	66
5.4.4	Reliabilitet og validitet	67
5.4.5	Dimensjonalitet	68
5.4.6	Misfit	68
5.5	Rasch modellen	69
5.5.1	Rasch-modellen og krava til måling	70
5.5.2	Sterke sider	71
5.5.3	Svakheiter	71
5.5.4	Eit bra verktøy i andre fag enn matematikk?	73
6	Avslutning	75
7	Litteraturliste	79
8	Vedlegg	83
8.1	Vedlegg 1: Rangeringstabell av spørsmåla og elevane	83
8.2	Vedlegg 2: Dimensjonalitet	84
8.3	Vedlegg 3: Spørsmål misfit	85
8.4	Vedlegg 4: Elev misfit	86
8.5	Vedlegg 5: Undersøkinga	87
8.6	Vedlegg 6: Data frå Rasch-analysen	98

Figurliste

Figur 3.3-a: Ein forenkla modell av nervernettverket som ligg til grunn for knerefleksen.	20
Figur 3.3-b: Viser nettverket som illustrerer knerefleksen. Det er ikkje eit biologisk rett nettverk, men illustrerer funksjonen til knerefleksen, og er modifisert på grunn av å enklare teste elevane si forståing av systemet.	21
Figur 3.3-c: Nettverket viser at dersom du snur hovudet eit veg, vil augene bevege seg i motsett retning.	22
Figur 3.3-d: Nettverket viser korleis ei fluge kan merke korleis retning lys kjem frå.	23
Figur 3.3-e: Nettverket viser korleis me kan høyre korleis retning ei lyd kjem frå.	24
Figur 3.3-f: Det siste nettverket i undersøkinga. Det viser kvifor ein ser kontrastar som sterkare enn det eigentleg er.	25
Figur 4.1-a: Viser spørsmåla om omgrep etter stigande vanskegrad. X-aksen viser dei ulike omgrepa, og y-aksen viser vanskegraden som vart gitt i Rasch-analysen. 66% av dei spurte klarte den enklaste oppgåva om nervecella sin funksjon. Dette har fått vanskegrad 32 av 100 frå Rasch-modellen. Berre 16% av elevane forstod det vanskelegaste omgrepet, eksitatorisk. Dette har fått vanskegrad 63 frå Rasch-modellen.	39
Figur 4.1-b: Viser spørsmåla om omgrepa og nervernettverka etter stigande vanskegrad. X-aksen viser dei ulike omgrepa og nervernettverka, og y-aksen viser vanskegraden som vart gitt i Rasch-analysen. Vanskegraden gitt frå Rasch-analysen står presentert over kvar stolpe. Dei blå stolpane representerer omgrepa, medan dei gule representerer nettverka av nerveceller. Omgrepa og nettverka er satt opp etter stigande vanskegrad.	39
Figur 4.2-a: Viser rangeringa av spørsmåla om nettverka av nerveceller frå Rasch-analysen. Den viser at nettverket med knerefleksen vart rangert som enklast med ein logit-verdi på 46 av 100. 40% av elevane klarte dette spørsmålet. Nettverket for lokalisering av lyd kjem frå vart rangert som vanskelegast og fekk ein logit-verdi på 73 av 100, og berre 8% av elevane klarte å svare rett på dette spørsmålet.	41
Figur 4.6-a: Viser outfit MNSQ-verdiane til alle spørsmåla. X-aksen viser spørsmåla og nervernettverka, og Y-aksen viser outfit MNSQ verdien som vart gitt i Rasch-analysen. Spørsmåla med høgast verdi og dei med lågast verdi har fått verdien i tal over stolpen. Spørsmålet om nettverket for lokalisering av lyd kjem frå har ein for høg outfit-verdi. Spørsmåla om nettverka for kontrastar og vestibulo-ocular refleks har også ein noko høg outfit-verdi. Diagrammet er laga ut frå tabellen som ligg i delkapittel 8.3 blant vedlegga.	45

Tabelliste

Tabell 3.2-a: *Presenterer kort alle dei 15 omgrepa som vart brukt i undersøkinga. Alle forklaringane av omgrepa er henta frå (Sand, Sjaastad, Haug & Toverud, 2014).* 15

Tabell 4.1-a: *Ei forenkla oversikt over kva spørsmål om omgrep og nettverk som var lettast og vanskelegast, samt kor godt elevane gjorde det. Elevar med tal 1 er 10. klassingar, 2 er biologi 1 elevar på vidaregåande, og 3 er biologi 2 elevar på vidaregåande. Tabellen er komprimert til halv avstand frå 10 til 30 og frå 70 til 90, sidan få elevar og spørsmål vart rangert innanfor desse verdiane. Den er laga ut frå tabellen som ligg vedlagt i delkapittel 8.1.* 38

1 Innleiing

I naturfaget skal elevar lære seg mykje nytt stoff, og den store mengda som dei får presentert, kan for mange verke uoverkommeleg (Cassels & Johnstone, 1985). Elevane blir blant anna introdusert for mange nye omgrep som kan verke både abstrakte og vanskelege (Wellington & Osborne, 2001). Men det å forstå fagomgrep og konsept er sentralt i alle faga, og særleg i naturfaget. Forståing av eit fag handlar faktisk mykje om forståing av omgrep, og om elevar og lærarar skal kunne kommunisere fag er dei avhengige av ei felles forståing av omgrep. Utfordringa er likevel at dersom elevane må lære seg for mange nye omgrep, vil dei få ei forståing av omgrepa som er meir prega av gjenkjenning, og ein overflatisk forståing av definisjonen. Dersom dei endar opp med ei slik forståing av omgrepa, vil dei ikkje kunne sjå det store bilde. Vidare blir det vanskeleg å nytte det i språket sitt, eller å ha ei forståing av kva dei tyder. Lærarar bør derfor redusere omfanget av omgrep ved å gjere eit utval av kva dei meiner elevane må lære seg, og kva dei eventuelt kan utelate, slik at informasjonsmengda blir overkommeleg.

For at lærarar skal kunne gjere slike utveljingar av omgrep, og samtidig sikre at elevane får informasjonen som er nødvendig og tilstrekkeleg for å nå læreplanmåla, er det viktig å kjenne til kunnskapsstrukturen i det aktuelle temaet. Til dømes i matematikk, er denne kunnskapen i stor grad hierarkisk bygd opp (Stengrundet & Valbekmo, 2018). Det vil seie at ein må lære noko fyrst, før ein kan lære det neste. Dette gjelder også i mange deler av naturfaget. Til dømes i emnet «nervesystemet» bør ein vite kva eit aksjonspotensial er, før ein forstår kva terskelverdien for et aksjonspotensialet er. Med ein slik rangering av kunnskap vil det være til stor hjelp dersom hierarkiet er kjent. Dette tyder at ein veit nøyaktig korleis omgrep og korleis nervetettverk som er plassert i dei ulike nivåa i hierarkiet. Då vil det vere tydeleg kva som må lærast fyrst og sist, og det vil bli lettare for lærarane å gjere et utval som samtidig sikrar at elevane får informasjonen som er både nødvendig og tilstrekkeleg for å nå læringsmålet.

Sidan ein hierarkisk kunnskapsstruktur inneber at kunnskap på høgt nivå bygger på kunnskap på lågare nivå, er det og gjerne slik at kunnskap på høgare nivå er vanskelegare enn kunnskap på lågare nivå. Det tyder at kunnskap som er hierarkisk strukturert også vil vere rangert etter vanskegrad. Visa versa kan ein seie at ved å rangere kunnskap etter vanskegrad vil ein kunne

nærme seg fagets hierarkiske kunnskapsstruktur. En matematisk modell som kan være eigna til å gjere ei slik rangering, er Rasch modellen. Dette er ein modell som rangerer spørsmål etter kor vanskelege dei er, og personar etter kor flinke dei er (Wright & Stone, 1979). Dette gjer den blant anna ved å vurdere kor mange som svarar rett på spørsmåla. Altså, indirekte kan den og rangere kunnskap. Ved å lage spørsmål knytt til emnet nervesystemet har me i denne oppgåva nytta Rasch modellen i eit forsøk på å rangere kunnskap om nervesystemet. I dette emnet er mykje av kunnskapen hierarkisk bygd opp, inkludert kunnskapen om omgrep og forståinga av ulike nervernettverk. Min problemstilling er derfor:

Korleis er Rasch-modellen eigna til å rangere kunnskap etter vanskegrad i emnet nervesystemet?

For å kunne rangere kunnskap etter vanskegrad og svare på problemstillinga vart det laga nokre forskingsspørsmål, eller delmål. Desse er med på å danne grunnlaget i diskusjonen, saman med relevant teori og forskingsfunna til prosjektet. Her vart det valt å ta med tre forskingsspørsmål:

1. Kva omgrep i emnet nervesystemet blir rangert som dei lettaste og vanskelegaste for elevar på ungdomskulen og på biologi på vidaregåande?
2. Kva nervernettverk blir rangert som dei lettaste og vanskelegaste for elevar på ungdomskulen og på biologi på vidaregåande?
3. Kor godt fungerer Rasch-modellen til å gjere ei rangering av kunnskap i emnet nervesystemet?

1.1 Nervesystemet i skulen

Nervesystemet er eit viktig emne i skulen, og er sentralt i både læreplanar og i lærebøker. I læreplanen frå 2006 står det at elevar etter 10. trinn skal kunne beskrive nervesystemet og hormonsystemet og forklare korleis dei styrar prosessar i kroppen. Etter biologi 1 på vidaregåande skal dei kunne samanlikne hormonsystemet og nervesystemet og forklare korleis desse systema blir påverka av ulike stoff (Utdanningsdirektoratet, 2006). Fagfornyinga som erstattar læreplanen i 2020 har kropp og helse som eit eige kjerneelement i skulen, og under dette kjem nervesystemet (Regjeringa, 2019).

Når ein søkjer på omgrepsforståing eller liknande knytt til nervesystemet blant forkingsartiklar og fagbøker, dukkar det så godt som ingen teori om dette opp. Dette er eit emne som blir gjennomgått på ungdomskular over heile landet, og som biologielevar på vidaregåande fordjupar seg godt i. Likevel er det mange som kan veldig lite om emnet, og misoppfatningar er utbreidd, både hjå elevar og lærarar (Macdonald, Germine, Anderson, Christodoulou & McGrath, 2017). Ein effektiv måte å fjerne slike misoppfatningar på er betre undervising og meir kunnskap om det (Papadatou-Pastou, Haliou & Vlachos, 2017). I emnet nervesystemet er det mange omgrep som skal lærast, og mange konsept som må forståast. Det å sjå på kva for omgrep og konsept som er nødvendige i dette emnet, kan gjere det lettare for lærarar å legge opp til gode undervisingsøtker om det. Samstundes som elevar kan få eit betre læringsutbytte når dei har om nervesystemet. Lærebøkene både frå ungdomskulen og på vidaregåande kan bli oppfatta som tunge å lese når det kjem til nervesystemet. Elvane blir introduserte for ei stor mengde omgrep, for mange vil det nok verke uoverkommeleg.

For å sjå samanhengen mellom omgrepa, vart elevane òg introduserte for nettverk av nerveceller. Denne introduksjonen skulle hjelpe dei til å få ei betre forståing av systemet og omgrepa. Dømer på slike nettverk er ein knerefleks og tilbaketrekingsrefleks. Gjennom å gjere ei rangering av utvalde omgrep knytt til nerveceller og nettverk av nerveceller etter vanskegrad, kan dei som underviser om nervesystemet, lettare få oversikt over den hierarkiske oppbygginga av omgrep og nettverk. Noko som kan hjelpe lærarar når dei planlegg undervisinga til emnet. Dei vil kunne sjå kva konsept, i dette tilfellet nettverk av nerveceller, som er forståelege, og kva for nokre som er vanskelegare. Samtidig gjer denne analysen ei oversikt over kva omgrep som blir rangert som vanskelegare og enklare enn dei ulike nettverka. Dette gjev eit bilete av kva omgrep som kan vere nødvendige å kunne, for å forstå funksjonen til eit nettverk, og kva omgrep som då ikkje er nødvendige for dette nettverket.

2 Teori

Det er ikkje mykje didaktisk teori om nervesystemet. Det er ein del prosjekt angående misoppfatningar om nervesystemet, men lite som handlar om skuleelevar. Det å rangere omgrep, prosessar eller konsept er det òg få prosjekt, som har gjort før. Det var derfor lite teori å hente ut, som kunne bli knytt direkte til oppgåva, men det indikerer gjerne at det er behov for pedagogisk forskning på dette feltet. Noko teori om omgrepsforståing og prosessar i naturfag blir også presentert i dette kapittelet. Det å forstå omgrep og prosessar kan samanliknast enkelt frå andre fagområder, og kan derfor styrke truverda til resultatata.

2.1 Omgrep i naturfaget

Det å forstå naturfaglege omgrep er heilt grunnleggjande for at elevar skal forstå naturfag (Sørvik, Haug, Mork & Ødegaard, 2016). Med den store mengda av fagomgrep elevar blir utsett for i mange ulike emne, er det vanskeleg for læraren å vite, eller klare å velje ut, kva omgrep dei skal konsentrere seg om for at elevar skal kunne forstå innhaldet. Ei større bevisstgjerjing av omgrep si tyding, forholda mellom omgrep og kva omgrep som har vore nytta i undervisinga av bestemte tema er viktig. Nøkkelomgrep er dei omgrepa som er absolutt nødvendige å kunne, for å ha god forståing i eit naturfagleg emne, eller god forståing av korleis ein jobbar utforskande (Sørvik et al., 2016). Nøkkelomgrepa kan delast inn i fagspesifikke omgrep og forskarspireomgrep. Fagspesifikke omgrep er omgrep som direkte kan knytast til eit emne eller eit hovudområde i naturfaget. Dei klart fleste omgrepa ein lærer seg i faget, hamnar i denne kategorien. Døme på slike ord frå hovudområdet kropp og helse kan vere magesekk, muskel og nervecelle. Forskarspireomgrep er knytt meir til utforskande arbeidsmetodar og er omgrep som brukast på tvers av alle emna i naturfaget. Mange av desse omgrepa blir brukt i samband med forskning som elevar kan gjere gjennom forsøk, og dømer på forskarspireomgrep er hypotese, observasjon og teori.

Utvikling av fagspråket og utvikling av den faglege forståinga er tett samanknytt. Tenking krev språk og språk krev tenking (Vygotskij, 2001). Gjennom at elevane lærer seg dei nødvendige nøkkelomgrepa, og klarar å bruke dei i språket, vil dei få ei betre forståing av naturfaglege prosessar og konsept. Dei vil enklare kunne forklare kva dei tenkjer òg vise ei betre forståing av emnet (Sørvik et al., 2016). Det er ynskjeleg at elevar forstår fagomgrep på

ein slik måte at dei kan nytte dei for å vise si eiga forståing av fenomen, eller emne. Og at dei kan bruke omgrepa meir generelt, på tvers av, og i nye situasjonar (Bravo, Cervetti, Hiebert & Pearson, 2008). Dersom elevane må lære seg for mange nye omgrep, vil dei få ei forståing av omgrepa som er meir prega av gjenkjenning, og ein overflatisk forståing av definisjonen. Dersom dei endar opp med ei slik forståing av omgrepa, vil dei ikkje kunne sjå det store bilde. Vidare blir det vanskeleg å nytte det i språket sitt, eller å ha ei forståing av kva dei tyder. Det å avgrense mengda omgrep og samtidig velje ut dei rette nøkkelomgrepa, er heilt avgjerande for at elevane skal få ei god forståing av dei ulike emna i naturfaget (Sørvik et al., 2016).

Språket i naturfag kan by på spesielle utfordringar. Mange elevar slit med å forstå språket og ordvalet i naturfaglege tekstar. Mykje av årsaka er at naturfaget har mange omgrep som er unike for faget (Wellington & Osborne, 2001). Det naturfaglege språket blir ofte forenkla for elevar på skulen, og dei har derfor lite erfaring med fagterminologi. Lærarar kan òg ha ei haldning til at dette kan vere vanskeleg for elevane. Men dersom elevar skal lære seg å bruke naturfaglege omgrep, er det viktig at læraren er merksam på at det naturfaglege språket har ei utstrekt bruk av fagterminologi (Munkebye & Munkebye, 2013). Det å kommunisere med naturfaglege omgrep er viktig for elevane og lærarane si forståing og bruk av naturfaget.

Eit mål i naturfaget er å gje elevane naturfagleg allmenndanning. Med dette meina ein naturfagleg kunnskap og ferdigheiter som ein treng for å kunne «delta på arenaer der naturfagleg kunnskap og problemløysing inngår» i eigen kvardag, eller i samfunnet (Maagerø & Skjelbred, 2010). Dette inneber blant anna at elevar skal kunne lese og forstå omgrep og diagram av ei naturfagleg art, som dei blir utsett for i offentlegheita. Å lære naturfag inneber å lære det naturfaglege språket, og omgrepa som blir realisert gjennom naturfaglege tekstar (Skovholt, 2014).

Naturfaglæraren er, blant anna, ein språklærar. Mange av omgrepa som blir nytta i naturfaget er ukjente for elevane, og lite brukt i andre samanhengar. Nokre av omgrepa dei møter vil dei ikkje møte noko anna stad. Men skal elevar få ei god forståing av dei ulike emna i naturfaget er ein avhengig av at dei òg lærer seg det naturfaglege språket, og omgrepa som følgjer med det. Lærarar må ha bevisste strategiar på korleis dei kan få elevar til å både forstå òg bruke det

naturfaglege språket. Dei må sjølv vere konsekvente på å bruke dette språket, samstundes som det ikkje må gjerst for komplisert for elevane. Det å klare å identifisere dei viktige omgrep som elevane kan forstå, er essensielt for å klare dette. Å finne ut kva omgrep elevane bør lære seg først, kva dei kan lære seinare og kva omgrep som kanskje ikkje er nødvendig for at dei skal forstå emnet, kan bidra til eit større læringsutbytte. I tillegg er det enklare for elevar å lære seg det naturfaglege språket, dersom dei lærer seg dei minst avanserte omgrepa fyrst, og deretter byggjer på med dei meir avanserte omgrepa seinare (Wellington & Osborne, 2001).

Wellington og Osborne (2001) meiner at det kan vere krevjande for elevar å lære seg dei abstrakte omgrepa i naturfaget. Dette er ord som er teoretiske konstruksjonar, som er namn på noko, eller skildrar noko ein ikkje kan sjå, slik som atom, elektron og nervesignal. For at elevar skal lære seg å nytte slike omgrep krev det mykje praktisering, elevane bør få «snakka» desse omgrepa inn i vokabularet sitt. Behovet for å nytte modellar og analogiar i undervisinga er avgjerande for om elevane lærer omgrepa.

Det er ikkje overraskande at det tekniske vokabularet i naturfag kan opplevast som problematisk for mange elevar. Mange slit med forståinga av omgrep, og sjølv om dei kjenner til eit omgrep, betyr det ikkje nødvendigvis at dei har forstått det. Forståinga er særst dårleg når det kjem til omgrep som er veldig abstrakte, eller som har fleire betydingar. Med omgrep som både kan bli knytt til noko kjent og kan vere meir forklarande, er forståinga betre (Mork & Erlien, 2010). Cassels og Johnstone (1985) seier og at mange elevar slit med det naturfaglege språket, og misforstår mange omgrep. Dei såg at det store talet omgrep elevane møter gjer det naturfaglege språket overveldande for mange. Det å nytte eit mindre tal med omgrep kan gjere at elevane sit att med ei betre forståing av faget og emne.

Det å strukturere omgrep etter hierarki er ei føresetnad for djupnelæring i matematikk (Stengrundet & Valbekmo, 2018). Altså det å starte med dei mest grunnleggjande omgrepa, og seinare byggje vidare på med meir avanserte omgrep bidrar til betre forståing for omgrepa og faget. Dei avanserte omgrepa byggjer ofte på dei mest grunnleggjande, noko som gjer at det er essensielt at elevar forstår desse for at dei skal forstå dei meir avanserte (Meyer & Land, 2005). Når elevar lærer seg dei mest grunnleggjande og enkle omgrepa fyrst, kjem dei

lettare over ein terskel. Dei klarar lettare å bringe element frå emnet det gjeld saman, noko som opnar for ei meir relasjonell forståing og vidare føre til djupnelæring.

2.2 Prosessar i naturfaget

Det å bruke omgrep i naturfaget er sentralt både for å gje mening til faget, og det er sentralt i læringa. Lærarar må kunne sjå samanhengen mellom samtale, det å gje ei mening til ein prosess, og læring i faget. Det å fokusere på omgreps- og prosesslæring er derfor sentralt for forståinga (Mortimer, Scott & Wertsch, 2003). Det å forstå ein prosess i naturfaget vil seie det å forstå korleis til dømes eit nettverk av nerveceller eller fotosyntesen fungerer. Altså ikkje berre vite at eit nettverk av nerveceller fungerer som det gjer, men og kvifor det gjer det. Det å lære omgrep er enklare om ein forstår prosessen. Bruk av naturfaglege omgrep og språk gjer læraren moglegheit til å hjelpe elevane å gje mening til faget og til emna. Dette gjev elevane moglegheit til å engasjere seg meir i meininga til faget, og gjer at dei enklare ser samanhengar og oppdagar ny kunnskap på eigenhand (Mortimer et al., 2003).

At elevar lærer seg å forstå prosessar i faget er noko av det som skil naturfaget frå andre fag. Det å ha kunnskap om omgrep og teoriar er òg sentralt i faget, men dette er ikkje særskilt for naturfag. Å lære om prosessar kan vere til hjelp som generelle reiskap for problemløysing, og kan gje ei djupare forståing av faget og emna (Sjøberg, 2009).

2.3 Læreplanar og lærebøker

I læreplanen frå 2006, også kalla LK06, innførte kunnskapsdepartementet fem grunnleggjande ferdigheiter som skulle vere sentrale i undervisinga i alle fag. Og lærarane i alle faga har ansvar for at elvane tileignar seg desse. Dei grunnleggjande ferdigheitene er å uttrykkje seg munnleg, å kunne uttrykkje seg skriftleg, å kunne lese, å kunne regne og å kunne bruke digitale verktøy (Utdanningsdirektoratet, 2006). Det er fleire kompetansemål i LK06 som direkte og indirekte involverer nervesystemet. Etter 10. klasse er målet for opplæringa som direkte involverer nervesystemet at eleven skal kunne:

beskrive nervesystemet og hormonsystemet og forklare korleis dei styrar prosessar i kroppen.

(Utdanningsdirektoratet, 2006)

Vidare er målet at elevar som tek biologi 1 på vidaregåande skal kunne:

samanlikne hormonsystemet og nervesystemet og forklare korleis desse systema blir påverka av ulike stoff.

(Utdanningsdirektoratet, 2006)

I naturfag skal elevar bruke naturfaglege omgrep til å skildre og forklare kva dei observerer (Traavik, Hallås & Ørving, 2009). For å kunne uttrykkje seg munnleg eller skriftleg i naturfag, må elevane kunne naturfaglege omgrep, og lære seg å bruke dei i språket. Fagfornyinga, den nye læreplanen, som skal takast i bruk frå skulestart i 2020, seier at elevar skal forstå og kunne bruke naturfaglege omgrep, symbol, figurar og argument (Regjeringa, 2019). Den vidarefører dei grunnleggjande ferdigheitene som LK06 hadde. Fagfornyinga ser på desse fem ferdigheitene som ein del av kompetansen i alle fag, og eit nødvendig reiskap for læring og utvikling.

Fagfornyinga kjem som nemnt inn i den norske skulen i 2020. Til denne nye læreplanen er det blitt valt ut 5 kjerneelement i kvart fag. I naturfaget er desse:

- Naturvitskaplege praksisar og tenkjemåtar
- Teknologi
- Energi og materiale
- Jorda og livet på jorda
- Kropp og helse

(Regjeringa, 2019)

Kropp og helse blir eit eige kjerneelement i skulen, og under dette kjem nervesystemet. Naturfaget skal og fokusere meir på heilheit og samanhengar. Altså elevar skal lære meir om prosessar og konsept. Det skal fokuserast meir på djupnelæring slik at dei lærar seg å sjå samanhengar i staden for ei meir overflatisk forståing. Det er og framheva at naturfaget skal bli meir utforskande og praktisk (Regjeringa, 2019). Det er viktig å merke at fagfornyinga

ikkje er vedteke endå. Det vil seie at det kan komme til å skje forandringar i den fram til den blir vedteke. Denne oppgåva tek likevel utgangspunkt i kjerneelementa som er laga, og fokuset fagfornyninga har våren 2019.

Skulebøkene som blir nytta av dei fleste lærarane, både på ungdomskulen og på vidaregåande, går gjennom mykje av det same stoffet om nervesystemet. Bøkene på ungdomstrinnet går gjennom nokre bestandelar på nerveceller, samt kort om nervesignal. I tillegg går alle gjennom sentralnervesystemet overflatisk, altså korleis det er bygd opp, og mot slutten kjem alle med eit eller to dømer på refleksar i form av ein smerterefleks og knerefleks. Dette gjeld Eureka! 9 av Hannisdal, Haugan og Munkvik (2007), Tellus 9 av Ekeland (2007), Nova 9 av Steineger og Wahl (2014) og Trigger 9 av Finstad, Jørgensen og Kolderup (2007).

Biologibøkene repeterte alt frå dei nemnte ungdomskulebøkene. I tillegg går dei mykje meir grundig inn på korleis nerveimpulsar blir sendt. I ungdomskulebøkene er det mellom 20 og 35 fagspesifikke omgrep knytt til nervesystemet som det blir forventa at elevane skal lære seg. I biologibøkene frå vidaregåande er det om lag 50. Dette er til dømes hjernestammen, parasymatiske nerveceller, akson, synapse og nervecelle. Biologibøkene for vidaregåande som er gjennomgått er Bi 1 av Grønlien, Erøy og Maizels (2013) og Bios 1 av Sletbakk, Norheim og Sundby (2018). Utvalet av omgrep er ikkje heilt like i dei ulike bøkene, men mykje det same går att. Ein forskjell mellom dei to biologibøkene er at Bi 1 forklarar kort omgrepa signalhemmande og signalstimulerande. Bios 1 nemner ikkje desse to.

2.4 Misoppfatningar om nervesystemet

Lærarar er generelt interesserte og entusiastiske når det kjem til nervesystemet, og vil gjerne lære meir (Papadatou-Pastou et al., 2017). Men dei har fleire misoppfatningar rundt dette, til dømes at me berre brukar 10% av hjernen, og at den beste måten å bli kvitt desse misoppfatningane på er meir generell kunnskap om temaet. Studien viser at lærarar kan få eit bra utbytte av vidare læring om hjernen og nervesystemet, og at det derfor bør vere ein del av utdanninga. Til og med hjå dei med lang utdanning er det mange misoppfatningar som er utbreidd, men ikkje i like stor grad som hos vanlege folk og lærarar. Misoppfatningane var og mindre utbreidd hjå lærarar enn hos vanlege folk. Dei same misoppfatningane var utbreidd hjå alle gruppene, men dei var mindre utbreidd hjå dei med høgare utdanning (Macdonald et al., 2017).

3 Metode

For å kunne rangere omgrep om nervesystemet og nervenetttverk etter vanskegrad valte eg å bruke ein modell som heiter Rasch-modellen. For å kunne bruke Rasch-modellen til dette laga eg ei spørjeundersøking. Spørjeundersøkinga vart gitt til 245 elevar. Om lag halvparten av desse var 10. klassingar, om lag ein fjerdedel var elevar på biologi 1 på vidaregåande og den siste fjerdedelen var elevar på biologi 2 på vidaregåande. Rasch-modellen er eit mykje nytta analyseverktøy i andre fagområder, spesielt i matematikk. Eit døme på dette er Klegseth (2018). Men det er eit lite utprøvd verktøy i naturfaget. Eg har ikkje lykkast med å finne nokon naturfaglege prosjekt som brukar denne modellen. Til å rangere spørsmål etter vanskegrad er Rasch-modellen eit godt eigna verktøy, og derfor vart dette analyseverktøyet nytta (Wright & Stone, 1979). I tillegg til å rangere omgrep om nervesystemet og nervenetttverk vart Rasch-modellen testa som analyseverktøy for naturfaglege oppgåver.

3.1 Val av metode

Til denne masteroppgåva vart det gjort eit val om å teste ut eit lite utprøvd analyseverktøy i naturfag. Denne metoden er nytta mest i matematikk tidlegare, men er òg utprøvd i ein del andre fag. Overordna er metoden som blir nytta ein statistisk analyse. Verktøyet for metoden er Item Response Theory, vidare kalla IRT, der ein modell som heiter Rasch-modellen vart brukt. Denne analysemetoden er som nemnt utprøvd i andre fag, spesielt i matematikk. Naturfagleg prosjekt med Rasch-modellen er vanskeleg å finne. Denne oppgåva blir derfor òg ein test av IRT og Rasch-modellen for naturfaglege prosjekt. Det er derfor seinare i oppgåva drøfta korleis det har fungert, kva som har vore styrkar og svakheiter med Rasch-modellen gjennom den, i tillegg til å rangere omgrepa og nettverka av nerveceller. Det denne oppgåva ynskjer å gjere er å rangere omgrepa og nettverka av nerveceller etter vanskegrad. For å gjere dette vart IRT og Rasch-modellen eit naturleg val av metode. Om den passar blir forklart i kapittel 3.1.2 og 5.5 om Rasch-modellen.

3.1.1 Item Response Theory

I denne undersøkinga vart som nemnt statistisk analyse nytta som metode. Sidan eit standardisert spørjeskjema av eit forholdsvis stort utval personar blei brukt, vart dette eit naturleg metodeval (Ringdal, 2013). For å analysere det som vart samla inn blei i hovudsak IRT brukt. Den går ut frå at det er ein samanheng mellom ein person sitt kompetansenivå og den same personen sin respons på ei oppgåve (Cohen, Manion & Morrison, 2011). Denne måten å måle på, rangerer ikkje berre elevane etter ferdigheiter, men og oppgåvene etter kor vanskelege dei er. Der klassisk testteori gjer ordinære mål på dei som deltek i undersøkinga og på spørsmåla (at person 1 er flinkare enn person 2, og at oppgåve 1 er lettare enn oppgåva 2), gjer IRT intervallmål (kor mykje flinkare elev 1 er enn elev 2, og kor mykje lettare oppgåve 1 er enn oppgåve 2). Testdeltakarane blir rangert etter kor flinke dei er, og spørsmåla etter kor vanskelege dei er (Mahmud, 2017). Cohen et al. (2011) skriv at IRT gjer målingar som er uavhengige av både spørsmål og studentane som tek den. Dette gjer at målingane blir meir nøyaktige, og at funna blir meir generaliserbare. For denne masteren vart måla av omgrepa og nettverka av nerveceller spesielt viktig.

3.1.2 Rasch-modellen

Det denne undersøkinga skal finne ut av er kva omgrep og nettverk som er vanskelegast og lettast. Rasch-analyse nyttar IRT, og er hovudsakeleg analysemetoden som har blitt brukt i dette prosjektet. For å hjelpe til å gjere analysen vart analyseprogrammet Winsteps brukt. Dette er eit analyseprogram som brukar Rasch-modellen. Så når svara til alle elevane blir analysert med Rasch-analyse blir alle elevane rangert etter kor godt dei svara på oppgåvene, samt oppgåvene rangert etter kor lette eller vanskelege dei var. Det kjem òg opp eit mål om kor mykje vanskelegare eit spørsmål er enn eit anna, og kor mykje flinkare eller svakare elevane er i forhold til kvarandre. Denne rangeringa, spesielt rangeringa av spørsmåla, er svært nyttig for å kunne svare på problemstillinga, og er ein av dei viktigaste grunnane til at Rasch-analyse vart valt til dette prosjektet.

Rasch-modellen seier at det er to parameter som bestemm kor godt ein person klarar å svare på ei oppgåve. Dei er personen sin kompetanse og vanskegrada til oppgåva (Boone & Noltemeyer, 2017). Rasch-modellen plasserer både personane og spørsmåla på ei og same linje. Det vil seie at den seier noko om korleis oppgåver det er forventa at ein person vil klare,

og kva han ikkje vil klare. Det vil sjølvsagt vere sterke elevar som innimellom svarar feil på ganske lette oppgåver, og fagleg svakare elevar som svara rett på vanskelege oppgåver. Dette gjeld spesielt ofte når undersøkinga er gjort med fleirvaloppgåver, sidan det opnar opp for at elevar enklare kan tippe, og vere heldige å svare rett. Rasch-modellen nyttar seg derfor av ein sannsynsmodell for den gitte responsen til dei ulike personane på kvar oppgåve. Denne sannsynsmodellen seier at dersom ein veldig fagleg sterk elev svarar på ei enkel oppgåve, vil det vere veldig stor sjanse for at eleven svarar rett på den oppgåva, og omvendt. Så i tabell 4.1-a som viser vanskegrada til oppgåvene og kompetansen til personane, seier modellen at det er 50% sjanse for at ein person klarar ei oppgåve som er plassert på same linje som han. Det vil då vere mindre enn 50% sannsyn for at personen klarar oppgåver som er plassert høgare i tabellen enn han, og over 50% sannsyn for at han klarar oppgåvene som er plassert under han i tabellen (Wright & Stone, 1979). Når ei undersøking nyttar fleirvalsoppgåve slik som det er gjort i dette prosjektet, vil det alltid vere ein viss sjanse for at sjølv dei fagleg svakaste elevane svarar rett på både lette og vanskelege oppgåver.

Både spørsmåla og personane blir rangert frå 0-100 i analysen som blei nytta i dette prosjektet. Der 0 er ei veldig lett oppgåve, eller ein veldig fagleg svak person, og 100 er ei veldig vanskeleg oppgåve, eller ein ekstremt dyktig person. Ein person som klarar alle oppgåvene, blir ikkje alltid rangert på 100 av Rasch-modellen. For å bli rangert heilt på toppen, er det nøydt til å vere ei spørsmål som òg er rangert opp mot det same nivået. Men dersom spørsmåla blir rangerte mellom 20 og 80, er det vanskeleg å måle elevar som er på nivå mellom 0 og 20, og 80 og 100. For å rangere personane og spørsmåla nyttar Rasch-modellen standardisert normalfordeling (Wright & Stone, 1979). Dersom spørsmåla er fordelt jamt utover frå 0-100 i vanskegrad, er det forventat at flest elevar hamnar rundt 50, medan nesten ingen hamnar på 0 eller 100. Om det er personane som skal målast etter kunnskap, er det ynskjeleg at spørsmåla er fordelt jamt utover etter vanskegrad. Medan dersom det er spørsmåla som skal målast, er ikkje dette like viktig. Då må ein heller fokusere på å ha eit godt utval personar frå den rette populasjonen, slik at måla av spørsmåla blir rette (Wright & Stone, 1979).

Det å kunne vere med å teste eit anna analyseverktøy enn dei aller vanlegaste i naturfag verka spanande. Og som nemnt i forklaringa av kva Rasch-modellen går ut på, så rangerer den spørsmåla etter kor vanskelege dei er. Tanken var at dette passar godt til problemstillinga til denne oppgåva, sidan kvart spørsmål spør om enten eit omgrep, eller eit nettverk av, nerveceller. Det er sjølvstøtt og mogeleg å få til ei rangering med andre analyseverktøy, men Rasch-modellen gjer eit mål på kor mykje vanskelegare eit spørsmål er enn eit anna. Modellen gjer i denne analysen kvart spørsmål og kvar person ein verdi mellom 0 og 100. Så dersom til dømes spørsmål 1 får verdien 40, spørsmål 2 får 50 og spørsmål 3 får 60. Då seier Rasch-modellen at det er eit like stort steg frå spørsmål 1 til spørsmål 2, som frå spørsmål 2 til spørsmål 3 (Wright & Stone, 1979). Dette vil vere med å styrke resultatane til oppgåva, og dette er mykje av grunnen til at Rasch-modellen vart valt.

Som nemnt måler Rasch-modellen kompetanse på elevane og vanskegraden på spørsmåla i den same tabellen, altså i same skala. Dette vil då seie at desse blir målt med den same måleininga. I Rasch-modellen kallast denne måleininga for logit. Dette ordet er ei samanslåing av orda «log, odds og unit». Elevane sine odds i undersøkinga er forholdet mellom eleven sine rette svar og eleven sine gale svar. Eleven sin kompetanse er i logit den naturlege logaritmen til denne oddsen. Mykje av det same blir og gjennomført når logit-verdien til spørsmåla skal målast. Oddsen er forholdet mellom elevane som har svara rett og galt på oppgåva (Bond & Fox, 2015). Logit-verdien kjem i målinga mellom -4 og 4, men i denne undersøkinga er den omgjort til verdiane mellom 0 og 100 under analysen. Så spørsmål som til vanleg ville fått logit-verdiane som -4, 0 eller 4, vil i staden få 0, 50 eller 100. Logit-verdien gjer enkelt forklart ein verdi på vanskegraden til spørsmålet.

Rasch-modellen er i utgangspunktet designa for å lage gode prøver. Rangeringa som den gjer kan vere eit verktøy for å sette opp prøver med stigande vanskegrad, slik at ein ikkje har for mange spørsmål som måler det same. Dersom ein nyttar ein test med råscore som mål, altså tal poeng, er det å ha spørsmål med ulike vanskegrad ynskjeleg. Dersom ein til dømes har 4% auke i vanskegraden mellom to spørsmål i ein prøve, og 14% auke i vanskegraden til det neste igjen, kan dette medføre at elevar som burde fått forskjellig poengsum, og kanskje ulike karakterar, kan ende opp på den same. Rasch-modellen kan vere eit nyttig verktøy til dette, men den er òg godt eigna til å gjere rangeringar (Wu & Adams, 2007). Det er dette Rasch-

modellen er nytta til i dette prosjektet. Det er viktig å merke seg at det er spørsmåla den rangerer, og dermed indirekte omgrepa om nervesystemet og nervenetverka.

3.2 Val av omgrep

I følgje læreplanen skal elevane etter 10. trinn forstå korleis nervesystemet styrar prosessar i kroppen. Dette handlar mykje om å forstå korleis nettverk av nerveceller fungerer. For å nå dette læreplanmålet er det nokre grunnleggjande omgrep som er heilt nødvendig å kjenne tydinga av. Dette er til dømes nervesignal, dendritt, akson og synapse. I tillegg er det nokre omgrep som bidreg til å auke nivået av forståinga, som til dømes terskelverdi, og omgrep som bidreg til forståing av fleire ulike typar nervenetverk, som til dømes inhibisjon. For sjølv om nervesystemet er eit stort samanhengande nettverk av nerveceller, er det likevel vanleg å betrakte det som mange små nettverk som har forskjellig oppbygning og funksjon (Shepherd & Grillner, 2010). Nokon nettverk er meir komplekse enn andre, og kompleksiteten avhenger av kor mange element dei består av. Dette tyder at lærarens val av nervenetverk som elevane skal forstå avgjer kor mange, og til en viss grad korleis omgrep som må lærast. I samtalar med rettleiar, lærarar, og fleire valte eg ut seks forskjellige nervenetverk, og for å forstå desse valte eg ut 15 omgrep som vist i tabell 3.2-a under.

Tabell 3.2-a: Presenterer kort alle dei 15 omgrepa som vart brukt i undersøkinga. Alle forklaringane av omgrepa er henta frå (Sand, Sjaastad, Haug & Toverud, 2014).

<i>Omgrep</i>	<i>Forklaring av omgrepet</i>
Nervecelle	Ei celle som mottar og overfører informasjon langs tynne utløparar frå cellekroppen.
Nervesignal	Ein impuls av elektrisk lada ion som går gjennom nerveceller som følgje av depolarisering.
Dendritt	Forgreina utløparar frå nerveceller. Dei mottar signal frå andre nerver som har synaptiske forbindelsar med nervecella. Nerveceller har stort sett mange dendrittar.
Akson	Ein utløpar frå nerveceller. Den leier aksjonspotensial raskt til nerveender som er i kontakt med målceller.

Synapse	Ein kontaktstad mellom ei nervecelle og ei anna nervecelle, ei muskelcelle eller ei kjertelcelle. I ein synapse kan eit nervesignal overførast frå ein aksonende til ei mottakarcelle gjennom synapsespalta.
Aksjonspotensial	Ei rask og midlertidig forandring i det elektriske potensialet. Det er ei midlertidig reversering av det elektriske potensialet over ein membran gjennom opning og lukking av ionekanalane. Eit aksjonspotensial oppstår når membranpotensialet blir utlikna.
Terskelverdi	Den verdien cellemembranen må depolariserast til for at den skal utløyse eit aksjonspotensial. Membranpotensialet blir i løpet av mindre enn 0,5ms forandra frå terskelverdien på om lag -60mV til ein verdi på mellom +20mV og +50mV (depolarisering). Og innan 1ms går membranpotensialet tilbake til sin normale kvileverdi (repolarisering).
Sensorisk nervecelle	Nerveceller som sender sanseinformasjon i form av aksjonspotensial til ryggmargen og hjernen.
Motorisk nervecelle	Nerveceller som sender signal som får muskulatur til å bevege seg. Dette kan vere bevisste rørsler der signalet blir sendt frå hjernen, eller ubevisste refleksar som blir sendt frå ryggmargen.
Internevron	Nerveceller som overfører informasjon mellom andre nerveceller.
Inhibitorisk/ signalhemmande	Signaloverføring der sjansen for at nervesignalet blir vidare sendt minkar. Straumen av ion i ein inhibitorisk synapse gjer cella si innsida meir negativ. Denne hyperpolariseringa av cellemembranen gjer det vanskelegare for motakarcella å nå terskelverdien for utløysinga av aksjonspotensialet.
Eksitatorisk/ signalstimulerande	I eksitatoriske synapsar fører frigjering av neurotransmitterar til depolarisering av motakarcella. Dette gjer at motakarcella får eit membranpotensial nærare terskelverdien for utløysing av eit aksjonspotensial.
Spesifikke koplingar	At nerveceller er kopla til spesifikke mottakarceller.

Dei fleste omgrepa vart berre spurt om ein gong i undersøkinga. Til nokre omgrep vart det likevel laga to spørsmål. Desse er nervesignal, eksitasjon og inhibisjon. Grunnen for at det vart gjort med nervesignal var for å sjå om dei vart rangert som like vanskelege, eller om rangeringa av det same omgrepet vil variere når spørsmålet er stilt på ein ulik måte. I spørsmåla om eksitasjon og inhibisjon vart signalstimulerande og signalhemmande brukt i det andre spørsmålet. Dette tyder det same, men signalstimulerande og signalhemmande er omgrepa som er nytta i pensumbøker i biologi 1. Døme på dette er Bi 1 skrive av Grønlien et al. (2013). Eksitasjon og inhibisjon er likevel meir fagleg rette omgrep, men dette er omgrep som ikkje er nemnt i pensumbøkene før på biologi 2, der i samband med enzym. Dette er gjort både i Bi 2 av Grønlien og Maizels (2014) og i Bios 2 av Sletbakk, Norheim og Muniz (2013). Dette er pensumbøkene som vart nytta av alle biologiklassane denne undersøkinga vart utført på. Så grunnen til at både eit meir fagleg omgrep og eit forenkla omgrep vart nytta i undersøkinga, var for å gjere ei analyse på om signalstimulerande og signalhemmande vart rangert som enklare eller vanskelegare omgrep for elevane enn eksitatorisk og inhibitorisk.

Det sentrale ein ynskjer å vite om nervesystemet er kva veg eit nervesignal tek gjennom eit nettverk av nevron. Det er vegen nervesignalet tek gjennom nervesystemet som gjer opphavet til alle sanseoppfatningane, følelsane og åtferda vår (Kandel, Schwartz, Jessel, Siegelbaum & Hudspeth, 2013). Ved å kartleggje desse vegane vil ein kunne forstå korleis nervesystemet gjev oss inntrykka våre. Alle dei nemnde omgrepa er viktige dersom ein skal ha ei god forståing av korleis nervesignal brer seg utover i eit nervenettverk. Det er og andre omgrep som er sentrale dersom ein skal forstå nerveceller og funksjonen deira, men det vart gjort ei utveljing, og omgrep som er sentrale i dei utvalde nettverka av nerveceller vart prioriterte. Der er ikkje omgrep som myelin veldig viktig, sjølv om dette er ganske godt forklart i lærebøkene. Medan omgrep som inhibitorisk og eksitatorisk er sentrale for nettverka, sjølv om desse er veldig lite prioriterte i skulebøkene. Og dermed er det få av elevane som har teke undersøkinga som har kjennskap til desse frå før.

3.3 Val av nettverk

Valet av nettverka som vart nytta i undersøkinga har liten forankring i lærebøker frå ungdomsskulen og vidaregåande. Dette er mykje på grunn av at det generelt er få dømer på nettverk frå desse bøkene. Det er berre to nettverk av nerveceller som går igjen i fleire av lærebøkene både frå ungdomsskulen og vidaregåande. Desse er nettverket for knerefleks, og ein tilbaketrekkingsrefleks der handa blir utsett for varme frå ein flamme. Derfor vart det valt ut nokre andre nettverk i tillegg. Her vart det valt ut nokre med inhibisjon og eit par utan. Ingen av lærebøkene frå ungdomsskulen har inhibisjon i nettverka dei viser. Tanken var då at det kunne vere interessant å teste om elevane likevel forstod nokre nettverk med inhibisjon og. Nokre av nettverka er ganske enkle og krev ikkje veldig god forståing av nerveceller og funksjonen deira. Medan andre setter større krav til ei betre forståing av fleire omgrep, samt systemforståing, altså evna til å sjå kva som høyrer saman med kva, i nettverket. Desse nettverka blir presentert vidare under i delkapittel 3.3.1 til 3.3.6. Erfaringar frå rundar der nettverka vart testa på personar før undersøkinga vart teken på elevane, er at dei som har god forståing av korleis systemet fungerer, men ikkje kan så mange omgrep knytt til nerveceller, likevel forstod fleire av nettverka. Dette er ein av grunnane til at det å teste ut forståinga av desse var interessant.

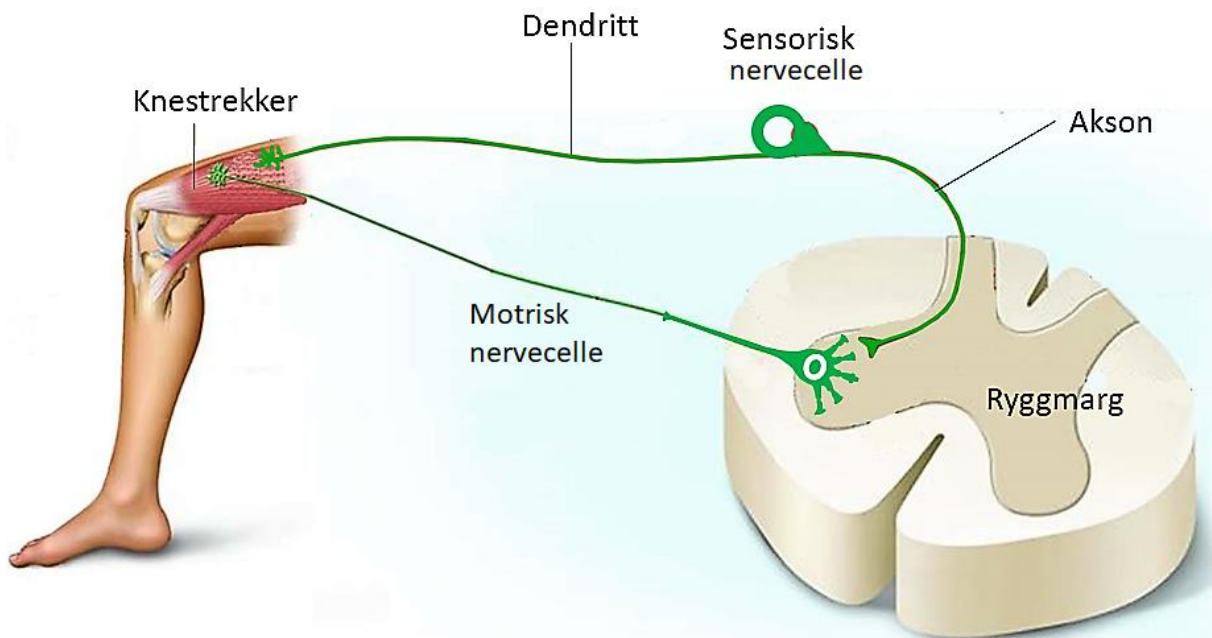
Nettverka har forskjellige funksjonar og er forsøkt framstilt på ein så forståeleg måte som mogeleg. Det å sjå nettverk som representerer eigenskapar elevane kan kjenne igjen og gjerne teste ut, var viktig. Kvifor ei fluge klarar å fly vekk når me prøver å ta den, og kvifor me høyrer kvar lyden kjem frå, er eigenskapar folk kan kjenne igjen. Desse kan derfor vere meir interessante å lære om, enn eigenskapar dei ikkje kjenne seg igjen i på den same måten. Det vart gjort ei slutning på å ta med eit nettverk av knerefleks med inhibisjon for sjå om det er mange som forstod det. Dette nettverket er vist med figur 3.3-b. Undersøkinga inkluderte òg eit nettverk med knerefleks utan inhibisjon, som vist med figur 3.3-a. Der blir kneleddet berre strekt ut. Sidan knerefleks er eit kjent nettverk for dei fleste, kan det tenkjast at fleire forstår dette nettverket på grunn av at dei kjenner det igjen frå tidlegare. Dei andre nettverka er meir komplekse, og krev at elevane har forståing av mange av omgrepa frå undersøkinga. Dei testar litt ulik grad av forståing der nettverket for strekking av kneleddet og for lokalisering av lydskjelde, vist med figur 3.3-a og figur 3.3-e, ikkje inneheld inhibisjon, medan dei andre gjer det.

Nettverka som er nytta i undersøkinga er plukka ut basert på fem kriterier, som er med på å sikre at dei er har eit passe nivå av vanskegrad:

1. Nevrona og forbindelsane mellom dei må vere identifisert. Altså nettverket er biologisk relevant.
2. Nettverket må generere ein konkret funksjon som er lett forståeleg for elevane, og enkelt å presentere.
3. Nettverket skal ikkje ha mange nevron, helst under 30.
4. Nokre av nettverka må inkludere både eksitatoriske og inhibitoriske synapsar/nevron.
5. Nettverket må eksemplifisere viktige omgrep knytt til funksjonen av nervesystemet. Til dømes; synapse, inhibisjon, eksitasjon, spesifikke koplingar, osv.

3.3.1 Knerefleks utan inhibisjon

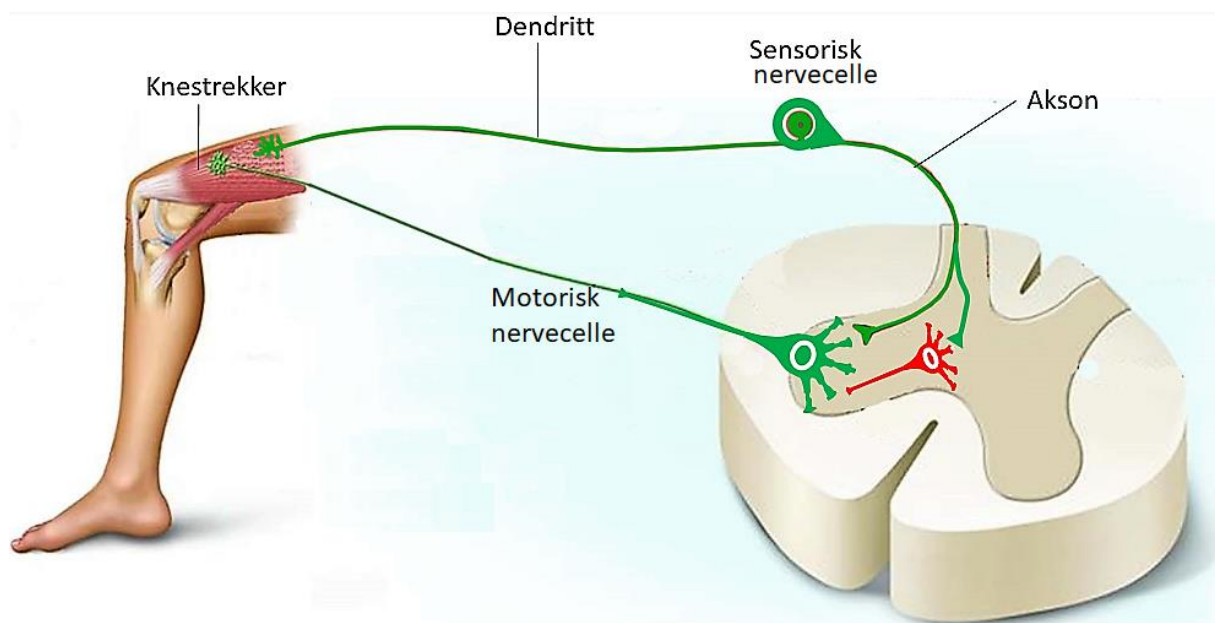
Det første nervernettverket som vart nytta i undersøkinga er ein knerefleks utan inhibisjon, vist med figur 3.3-a. Dette er eit nettverk som liknar på ein vanleg knerefleks, men det manglar inhibisjon. Nettverket er henta med inspirasjon frå Kandel et al. (2013, s. 211-213). Det er ikkje eit biologisk riktig døme på noko nettverk i menneskekroppen. Det er teke med for å teste om elevane forstår eit heilt grunnleggjande nettverk. Det er og eit ganske likt nettverk som dømene på knerefleks som er presentert i skulebøker, sidan desse også ofte kan mangle inhibisjon (Finstad et al., 2007, s. 287). Det inneheld så få komponentar som det er mogleg å ha i eit nettverk av nerveceller, og er det nettverket frå undersøkinga som krev at elevane kan færrast omgrep.



Figur 3.3-a: Ein forenkla modell av nervernettverket som ligg til grunn for knerefleksen. Figuren er laga av Pål Kvello.

3.3.2 Knerefleks med inhibisjon

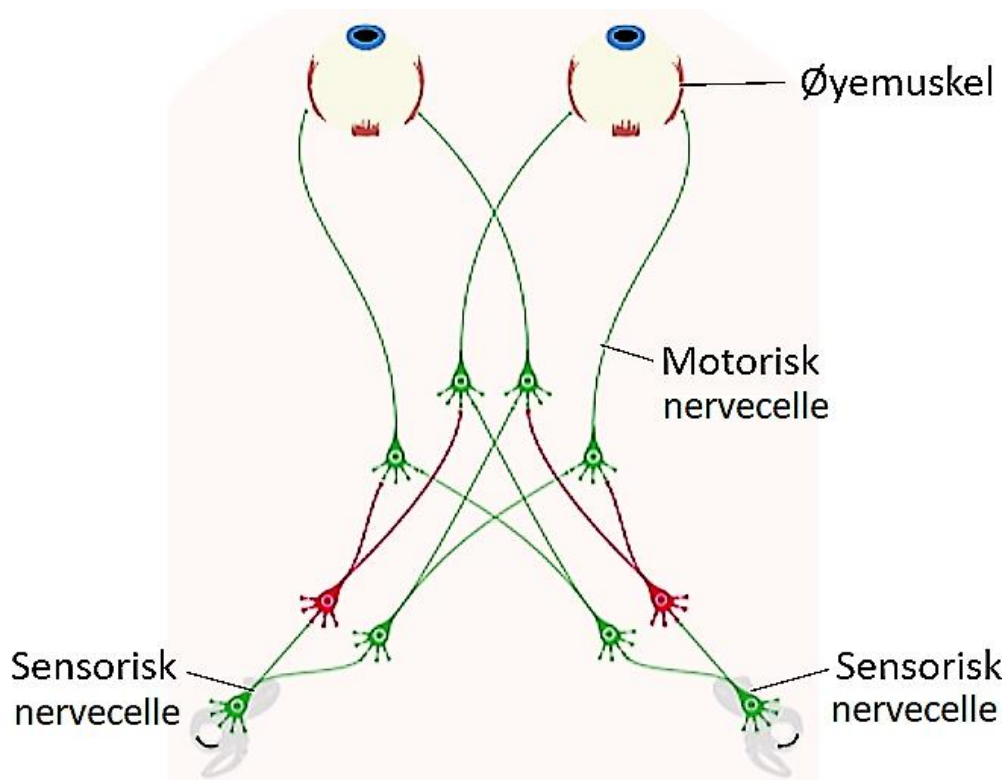
Det andre nettverket det vart spurt om i undersøkinga, er ein kunstig modifikasjon av ein knerefleks, vist med figur 3.3-b. Knerefleks er eit nettverk som er vanleg å nytte som døme i fagbøker i naturfag, både på ungdomsskulen og på vidaregåande. Trigger 9 (Finstad et al., 2007), Eureka! 9 (Hannisdal et al., 2007) og Nova 9 (Steiniger & Wahl, 2014) er dømer på vanlege lærebøker på ungdomstrinnet der knerefleks er nytta som eit døme. På vidaregåande finn ein det som eit døme i Bi 1 (Grønlien et al., 2013) og i Bios 1 (Sletbakk et al., 2018). Desse to er bøkene som vart nytta av alle klassane på vidaregåande som tok undersøkinga. Årsaka til at dette nettverket og vart modifisert på kostnad av det som er biologisk riktig, var å teste elevane si forståing av systemet. Altså om dei forstår korleis knerefleks fungerer. Nettverket er henta med inspirasjon frå Kandel et al. (2013, s. 211-213).



Figur 3.3-b: Viser nettverket som illustrerer knerefleksen. Det er ikkje eit biologisk rett nettverk, men illustrerer funksjonen til knerefleksen, og er modifisert på grunn av å enklare teste elevane si forståing av systemet. Figuren er laga av Pål Kvello.

3.3.3 Vestibulo-ocular refleks

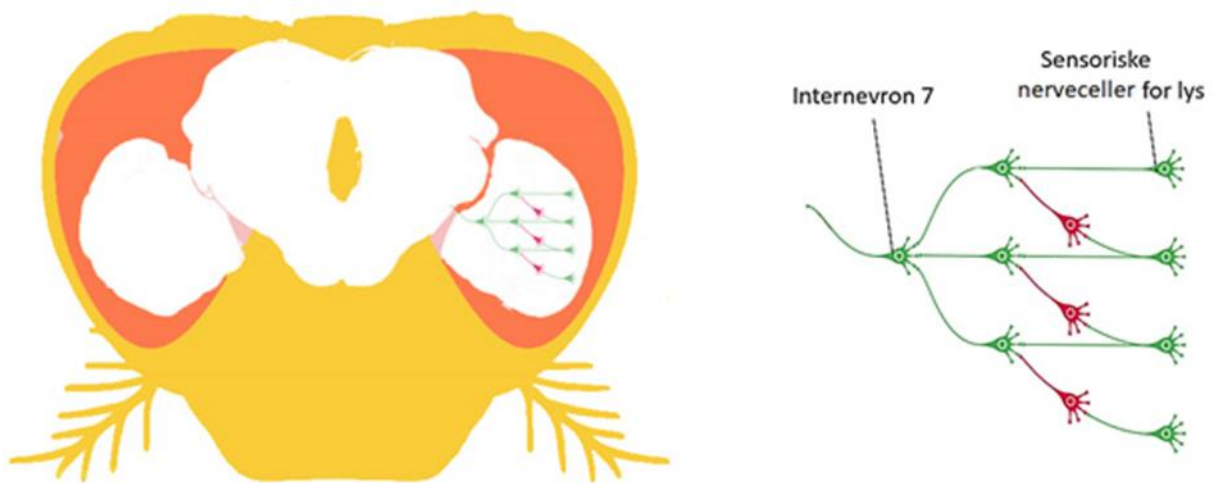
Det tredje nettverket i undersøkinga viser at dersom ein snur hovudet ein veg, vil augene vri seg i motsett retning. Denne refleksen blir kalla vestibulo-ocular refleks. Også dette, slik som alle andre nettverka som er med i undersøkinga, er modifisert frå det verkelege nettverket. Dette er for å gjere dei meir forståelege. Dei viktigaste komponentane som illustrerer funksjonen til nettverket er teke med, og er vist med figur 3.3-c. Inspirasjonen til dette nettverket er henta frå Kandel et al. (2013, s. 927). Det inneheld ganske få nerveceller, har både inhibisjon og eksitasjon, og var forventa å vere litt meir avansert enn dei to førre nettverka, vist med figur 3.3-a og figur 3.3-b.



Figur 3.3-c: Nettverket viser at dersom du snur hovudet eit veg, vil augene bevege seg i motsett retning. Figuren er laga av Pål Kvello.

3.3.4 Nervenettverk for visuell deteksjon av retningsbestemt rørsle

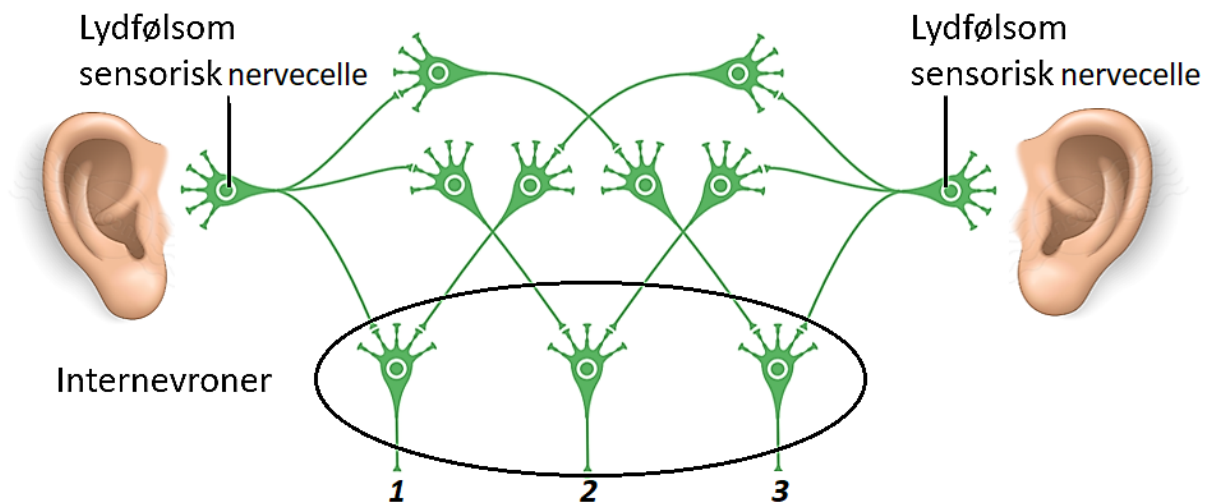
Figur 3.3-d viser eit nettverk i flugeauget, som viser korleis den kan detektere retningsbestemte rørsler. Det inneheld ganske få nerveceller, men krev at elevane forstår inhibisjon og eksitasjon. Det viser korleis ei fluge kan sjå kva retning eit objekt kjem ifrå, og dermed korleis dei registrerer at det kjem ei hand mot dei, når me prøver å slå dei vekk. Ein finn og liknande nettverk i auga hjå pattedyr, men me valde her å nytte ei fluge. Inspirasjonen til dette er henta frå Shepherd og Grillner (2010, s. 391-403).



Figur 3.3-d: Nettverket viser korleis ei fluge kan merke korleis retning lys kjem frå. Figuren er laga av Pål Kvello.

3.3.5 Nervenettverk for lokalisering av lydkjelde

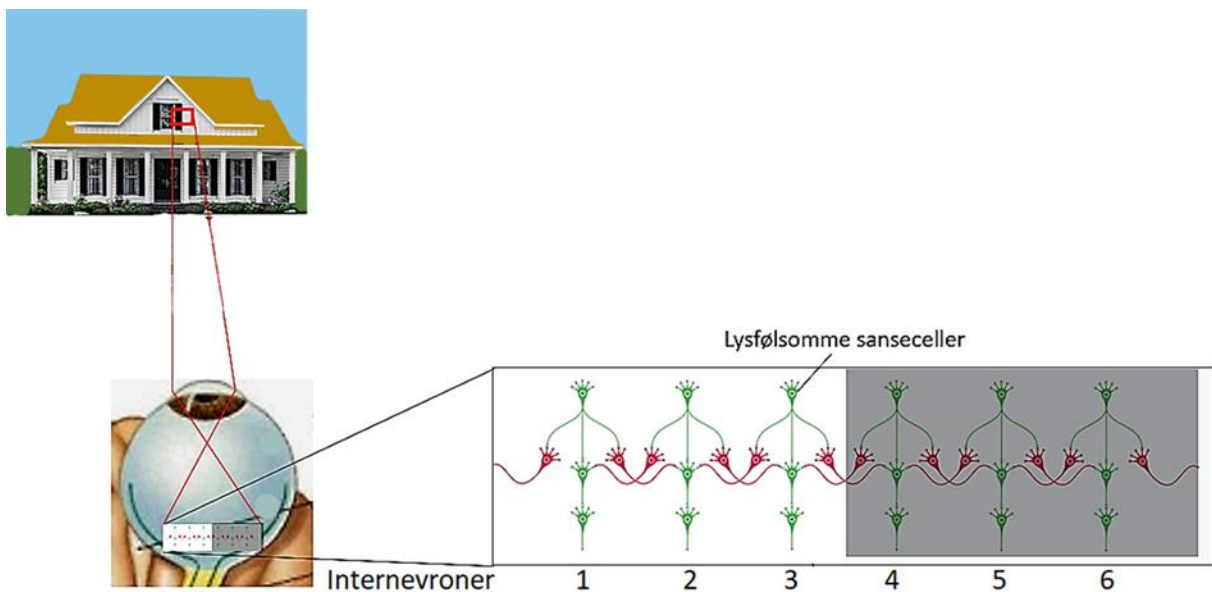
Figur 3.3-e viser korleis ein kan detektere kva retning ei lydkjelde kjem frå. Det inneheld berre eksitasjon, noko som kan gjere det enklare å forstå, men det krev at elevane forstår at tidspunktet eit nervesignal blir sendt har noko å seie. Med tanke på når den neste nervecella mottek og eventuelt vidare sender signalet. Dette nettverket er inspirert av Kandel et al. (2013, s. 690-697).



Figur 3.3-e: Nettverket viser korleis me kan høyre korleis retning ei lydkjelde kjem frå. Figuren er laga av Pål Kvello.

3.3.6 Nervenettverk for å sjå kontrastar betre

Figur 3.3-f viser det siste nettverket av nerveceller frå undersøkinga. Det viser kvifor me ser kontrastar som sterkare enn det dei egentleg er. Nettverket krev at elevane forstår både eksitasjon og inhibisjon, samt at nerveceller kan sende ut sterkare eller svakare signal dersom dei mottek mykje eller lite stimuli. Figuren av dette nettverket inneheld fleire nerveceller enn dei andre nettverka. Men det viser seks like samansetningar av nerveceller, noko som gjer at det ikkje er så avansert likevel. Inspirasjonen til dette er henta frå Kandel et al. (2013, s. 577-592).



Figur 3.3-f: Det siste nettverket i undersøkinga. Det viser kvifor ein ser kontrastar som sterkare enn det egentleg er. Figuren er laga av Pål Kvello.

3.4 Spørjeundersøkinga

Spørjeundersøkinga til dette prosjektet bestod av 23 fleirvalsoppgåver med 5 svaralternativ, og ei skriveoppgåve. Denne undersøkinga er presentert i vedlegga som vedlegg 5 i delkapittel 8.5, og alle spørsmåla i den er laga av meg. 17 av spørsmåla testa elevane sin kunnskap om omgrep knytt til nervesystemet, og seks av spørsmåla testa elevane si forståing av korleis nervenettverk fungerer. Dei viktigaste grunnane til å bruke fleirvalsoppgåver er at svara til alle elevane blir fri for mi tolking, og at det er meir effektivt å registrere data. Derfor er denne måten å innhente data på òg den mest vanlege når ein har kvantitative undersøkingar (Persson, 2017). Det gjer det enklare å dekke eit større pensum på kortare tid.

Det er og svake sider med fleirvalsoppgåver. Dei gjev elevane moglegheit til å tippe seg fram til rett svar. Det vart gjort eit forsøk på å motverke dette med å ha fire relevante alternativ, og eit femte der elevane kunne velje «veit ikkje». I undersøkingar der elevar ikkje blir vurdert, altså dei ikkje tener på å tippe, slik som i denne undersøkinga, vil elevane enklare nytte eit «veit ikkje» alternativ (Fowler, 2008). Men ein del elevar kan likevel få ufortent mange rette svar, noko som kan vere med på å påverke resultata. For at undersøkingar med fleirvalsoppgåver skal gjere ei god måling, må spørsmåla og alternativa vere likeverdige. Altså dersom to spørsmål som skal måle noko likt er spurt på ulike måtar, kan målinga av desse bli ulik (Haladyna, 2012). For å sikre kvaliteten til spørsmåla vart det gjennomført ein pretest på ein klasse lærarstudentar. Etter den vart spørsmåla som viste seg å vere dårlege, enten endra eller fjerna. I slike undersøkingar har eleven enten rett eller feil svar på spørsmåla, noko som og kan vere ein svakheit (Persson, 2017).

I spørsmåla om omgrepa vart det, med eit par unntak, spurt eit «kva» spørsmål. Altså starta spørsmåla med «kva er ein/ei/eit», «kva kjenneteiknar», «kva kallast», osv. Desse spørsmål spør ganske rett fram kva dei enkelte omgrepa tyder. Eit døme på dette er spørsmål 1 frå undersøkinga som spør:

Hva kalles den tynne utløperen som sender nervesignaler?

Alle spørsmåla om omgrepa er stilt på ein enkel måte slik som dømet over, og det er lite rom for feiltolking.

Spørsmåla om nettverka av nerveceller er stilt på to ulike måtar. Tre av dei er stilt på same måte som spørsmåla om omgrepa, altså; «kva skjer i dette nettverket». Dei tre andre er stilt på ein meir forklarande måte. Der blir det forklart kva som skjer i nettverket i spørsmålet, og elevane må velje alternativet som beskriv kvifor det skjer. Altså eit meir forklarande spørsmål. Mykje av grunnen til at dette vart gjort var for å teste ut om dei ulike måtane å spørje på ville påverke vanskegraden til spørsmålet. Dette blir diskutert vidare i drøftinga. Så forskjellen på desse er at i «kva skjer» spørsmåla må elevane sjølv forstå korleis nerveceller signalet går gjennom, og kor det stoppar, medan i dei forklarande spørsmåla blir det forklart kva som skjer i nettverket, og elevane må forklare kvifor.

Eit døme på eit nettverksspørsmål frå undersøkinga som vart stilt på same måte som spørsmåla om omgrepa er spørsmål 18:

Hva skjer med beinet hvis et nervesignal genereres i den sensoriske nervecellen i et slikt nervenettverk.

Eit døme på eit spørsmål som var forklarande blant nettverka er spørsmål 19 frå undersøkinga:

Dersom et nervesignal blir generert i den sensoriske nervecellen i dette nettverket vil kneleddet strekkes ut, men bare i kort tid. Hvorfor det?

Begge desse spørsmåla er vist med alternativ og bilete som spørsmål 18 og 19 i delkapittel 8.5 blant vedlegga. Dette er to ganske ulike måtar å stille spørsmål på, men begge krev at personen som svara på det forstår nettverket. Skilnaden er at i dømet for knerefleks med inhibisjon må elevane forklare kvifor, medan i dømet med knerefleks utan inhibisjon må elevane forklare kva som skjer. I det første dømet må elevane vise at dei forstår korleis nettverket fungera. Men dei får forklart funksjonen, og det gjer eit sterkt hint til korleis det skjer, i tillegg til at dei og her, som i dei andre oppgåvene, kan gjette. I det andre dømet får ikkje eleven noko hint om kva nettverket gjer. Dei må derfor sjølv finne ut av funksjonen til nettverket. Grunnen til at nokre få spørsmål vart stilt på ein meir open måte er at det ville vere interessant å sjå om oppgåvene med slike spørsmål passa inn i same analyse som dei andre, altså om det påverkar rangeringa. Og om desse nettverka blir rangert med like god reliabilitet.

Alle fleirvalsoppgåvene har som nemnt fem alternativ. Eit av fire alternativ som er rett, og eit femte «veit ikkje» alternativ. For nokre omgrep og nettverk var det relativt lett å lage fire ganske like alternativ, som dermed ikkje hjelpe eleven noko særleg. Dette gjer at dei aller fleste som har klart desse spørsmåla, veit kva omgrepet tyder, eller kva som skjer i nettverket. I nokre andre spørsmål, er det to og to alternativ ganske like. Dette kan vere med å hjelpe elevar, som eigentleg ikkje kan svaret på spørsmålet, til å svare rett likevel. Dersom dei klarar å eliminere to av alternativa, er sjansen for at dei tek rett blitt 50%, i staden for 25%.

Undersøkinga hadde i utgangspunktet 24 spørsmål. I analysen er det berre teke med 23. Det siste spørsmålet i undersøkinga var som nemnt ikkje ei fleirvaloppgåve, men ei skriveoppgåve. Det sa:

Forklar hvordan et nervesignal blir overført fra en nervecelle til en annen så presist du kan.

Elevane svarta på dette og. Mange svarta berre «veit ikkje», medan mange og forsøkte å forklare. Dette vart likevel ikkje teke med i analyse. Det var fleire grunnar til dette. For å måle dette på lik linje med dei andre var ein nøydt til å velje ut kven som svarta rett og feil på det, noko som er meir utfordrande på eit slikt spørsmål. Det er likevel vanskeleg å rangere det mot dei andre sidan det ikkje spør om eit spesifikt omgrep eller nettverk. Ein får likevel eit godt bilete på om elevar forstår prosessen med signaloverføring, noko som absolutt kunne vore ynskjeleg i dette prosjektet. Men det passa ikkje inn i Rasch-analysen saman med resten av spørsmåla, og det vart derfor gjort ei slutning om å utelate dette. I svarta på desse oppgåvene har mange elevar nemnt fleire omgrep, også omgrep som ikkje var med i undersøkinga, som til dømes myelin og transmitterstoff. Ein kunne ha gjort ei analyse på kva omgrep elevar har valt å fokusere på. Og det kunne ha blitt knytt til resten av prosjektet, men dette ville gjort oppgåva ein god del meir omfattande, og vart derfor ikkje gjennomført.

3.4.1 Utvalet

Dei 245 elevane som har teke undersøkinga er for det meste frå Trondheimsområdet, men og nokre frå Vestlandet. Alle ungdomsskuleelevane er frå 10. trinn på den same skulen, men i tre ulike klassar. Klassane frå vidaregåande er frå ulike skular i Trøndelag og Sogn. Om lag halvparten av dei går 2. året på vidaregåande og tek biologi 1, medan den andre halvparten

går 3. året og tek biologi 2. Dei som går biologi 1 har nyleg i det same semesteret vore gjennom undervisning om nervesystemet. Dei som tek biologi 2 har ikkje vore gjennom det dette året. Alle 10. klassingane har vore gjennom undervisning om nervesystemet i 9. klasse. Det er variasjonar i kor mykje dei forskjellige klassane har gått igjennom om nervesystemet, men alle klassane har som nemnt vore gjennom temaet.

3.4.2 Ethiske vurderingar

For å sikre at elevane som tok undersøkinga var anonyme, og at det ikkje er mogleg å spore dei opp på noko måte, vart undersøkinga gjort på papir. Elevane skreiv heller ikkje namn på undersøkinga, men fekk eit nummer mellom 1 og 245. Elevane måtte berre svare på faglege spørsmål, og måtte ikkje gje noko informasjon om seg sjølv. Den einaste informasjonen eg sitt med er korleis trinn elevane kjem frå, altså 10. klasse, biologi 1 eller biologi 2. Elevane sin anonymitet er derfor godt ivaretatt gjennom prosjektet. Det vart heller ikkje meldt til NSD, sidan elevane ikkje måtte gje noko informasjon om seg sjølv, og det ikkje er mogleg å spore opp nokon enkelteleva frå undersøkinga. Det var ikkje nødvendig med meir informasjon om elevane sidan rangeringa av omgrepa og nettverka er det viktigaste til denne oppgåva, ikkje bakgrunnen til elevane.

3.5 Målinga

3.5.1 Reliabilitet og validitet

Når det blir gjort ei undersøking på eit stort tal personar er reliabiliteten og validiteten viktige faktor å sjekke. Kor gode måleegenskapane til eit instrument kan seiast å vere, vurderast ut frå dokumentasjonen som er innhenta med omsyn til instrumentet sin reliabilitet og validitet (Wu & Adams, 2007). Reliabilitet går ut på om gjentekne målingar med det same måleinstrumentet vil gi det same resultatet. Validitet går ut på om ein faktisk måler det ein vil måle (Ringdal, 2013). Når det blir gjennomført ei undersøking der ei bestemt evne skal målast, er det to viktige kvalitetar som er ynskjeleg frå den. Målinga må vere så presis som mogleg, og så passande som mogleg til prosjektet. Omgrepet presis seier noko om at resultatata til undersøkinga er truverdige, altså den er reliabel. Om målinga er så passande som mogleg til prosjektet, fortel om ein kan nytte resultatata til å seie noko meningsfullt om det som ein har tenkt å måle, altså om målinga er valid (Wu & Adams, 2007).

Dersom målingane i undersøkinga er presise nok til å vere reliable, og dei målar den eigenskapen/evna som dei skal, er undersøkinga både reliabel og valid (Ringdal, 2013). Det er fleire forskjellige områder i undersøkinga som kan påverke validiteten og reliabiliteten. Det er heller ikkje mogleg for eit prosjekt å vere 100% reliabelt eller valid. Det er ynskjeleg å få ein verdi så tett opp mot 1 som mogeleg når ein ser på reliabiliteten. Analysen viser to reliabilitetsverdiar. Den eine er spørsmålsreliabiliteten. Altså kor truverdig målinga av spørsmåla er. Den andre er elevreliabiliteten. Denne viser kor truverdige svara til og målinga av elevane er. Validiteten til prosjektet blir kvalitetssikra i analysen gjennom å sjå på eventuelle underdimensjonar blant oppgåvene, og om det er gitt mykje uventa respons frå elevar på enkelte oppgåver. Det er ikkje eit spørsmål om prosjektet er reliabelt eller ikkje, men heller kor reliabelt det er. Ein prøver å oppnå så høg reliabilitet og validitet som mogleg (Wolfe & Smith, 2007).

For å sikre at reliabiliteten vart så god som mogleg er det inkludert eit forholdsvis stort tal med elevar i undersøkinga. I tillegg vart undersøkinga gjort både på biologi 1 og biologi 2 på vidaregåande og på ungdomsskuleelevar på 10. trinn. Elevane frå vidaregåande var og som nemnt frå ulike skular. Alt dette er med på å gjere rangeringa av både nettverka og omgrepa meir reliable (Ringdal, 2013). For å gjere validiteten på undersøkinga betre vart spørsmåla fyrst laga, testa ut, gitt tilbakemelding på, og så justert. Då vart dei gjort meir presise, og spørsmåla vart formulert slik at dei spurte konkret om det me var ute etter. Dette vart gjort gjennom fleire omgangar, for å sikre at spørsmåla vart valide til målinga (Ringdal, 2013).

3.5.2 Korrelasjon og signifikans

I ein korrelasjonsanalyse samanliknar ein variablar mot kvarandre og ser om det er noko samanheng mellom dei (Ringdal, 2013). Korrelasjon betyr statistisk samanheng mellom to variablar. Det er viktig å hugse på at sjølv om det kan vere korrelasjon mellom variablane treng det ikkje vere kausalitet. Dersom det berre er korrelasjon mellom variablane ser det ut som dei påverkar kvarandre, men i verkelegheita er det ingen påverking mellom dei. For å sjå om det er korrelasjon i ei Rasch-analyse er det dimensjonaliteten som gjer svaret på det. Dette blir vidare presentert i neste delkapittel, 3.5.3. Ei dataanalyse er nesten alltid basert på utvalsdata. Dette vil seie at datainnsamlinga er gjort på eit utval av befolkninga som skal testast. Då er det viktig at dette utvalet er representativt for befolkninga. Med utvalsdata vil

ein aldri treffe 100%, men avvika vil berre skyldast tilfeldigheter og er sjeldan stor (Ringdal, 2013).

3.5.3 Dimensjonalitet

Dimensjonalitet seier noko om ein må nytte fleire skalaer eller analyser, eller om alt kan målast i den same (Ringdal, 2013). Eit viktig krav til ei undersøking er at den skal måle det det me vil. I dette tilfellet er det ei rangering av omgrep og nettverk. Dersom alle spørsmåla i undersøkinga måler det same er undersøkinga ein-dimensjonal, dersom dei ikkje gjer det er den fleirdimensjonal. Når ein test er ein-dimensjonal kan me nytte den same analysen til å måle alle spørsmåla. Dersom spørsmåla i testen varierer i vanskegraden av andre årsaker enn kompetansenivået til dei som tek den, er testen ikkje ein-dimensjonal, og det må køyrast fleire ulike analysar (Bond & Fox, 2015). Til dømes vil ein prøve som er delt opp i fem spørsmål om algebra, og fem spørsmål om 2. verdskrig mest sannsynleg vere fleirdimensjonal. Medan det oftast er ynskjeleg at ein prøve som berre spør om algebra er ein-dimensjonal. Dersom ein test viser seg å vere fleirdimensjonal, må ein sjå på spørsmåla som hamnar i dei ulike dimensjonane, og sjå på om det er noko med spørsmåla som gjer dei annleis enn spørsmåla i dei andre dimensjonane, og lik dei i sin eigen. Dette kan til dømes vere at spørsmål som er stilt på ein måte hamnar i ein dimensjon i analysen, medan spørsmål som er vinkla på andre måtar hamnar i andre dimensjonar.

Ein test som er ein-dimensjonal vil ha ein uforklart varians-verdi på under 3 (Linacre, 2019). Dersom verdien overstig 3 er det sannsynleg at undersøkinga måler meir enn den eine variabelen den skal måle, den er fleir-dimensjonal, og resultata blir meir usikre. Varians er kvadratet av standardavviket, og dette er verdiar som ser på spreininga på dei som har teke testen (Ringdal, 2013). I denne undersøkinga er spørsmålet om både omgrepa og nettverka kan køyrast i den same analysen, og dermed rangerast opp mot kvarande. Eller om det er ulike kriterier for måling av omgrep og nettverk, og at det dermed må gjennomførast to uavhengige analysar. Det vil då medføre at ein ikkje kan gjere seg opp noko meining om kva av nettverka som er vanskelegare eller enklare enn omgrepa. Dette er derimot mogleg dersom analysen viser seg å vere ein-dimensjonal.

3.5.4 Misfit

Rasch-modellen går ut frå at elevane og spørsmåla passar til modellen. Ein kan teste om dette stemmer ved å undersøkje og sjekke ulike typar fit-verdiar. Den nyttar, som nemnt tidlegare i delkapittel 3.1.2, ein sannsynsformel som reknar ut den forventa responsen til ein person på ei oppgåve. Men det hender at nokre elevar gjev ein uventa respons på nokre av oppgåvene.

Dette kan vere at ein veldig flink elev ikkje klarar nokre av dei enklaste oppgåvene, eller at ein fagleg svakare elev får til nokre av dei vanskelegaste oppgåvene. Rasch-modellen sett opp eigne tabellar som ser på dei mest uventa responsane. Både frå elevar, men og kva oppgaver som fekk dei mest uventa svara. Om ein elev berre har svara rett på eit av dei vanskelegaste spørsmåla på undersøkinga, regnar Rasch-modellen med at eleven mest sannsynleg har vore heldig. Eleven vil bli rangert som litt betre, men ikkje mykje. Det same gjeld med flinke elevar som bommar på eit av dei antatt lettaste spørsmåla. Rasch-modellen vil då sjå på dette som ein uventa respons (Wright & Stone, 1979).

Dersom det er nokre oppgaver som får veldig mykje uventa respons, vil Rasch-modellen vise dette tydeleg. Dette gjeld dersom mange sterke elevar bommar på ei relativt lett oppgåve, eller om mange fagleg svake elevar treff på ei av dei vanskelegaste oppgåvene. Dersom nokre av spørsmåla får mykje uventa respons kan det tyde på at målingane av desse spørsmåla ikkje er like sikre. Grunnar til dette kan til dømes vere at delar av dei som tek undersøkinga har fokusert mykje på temaet til dette spørsmålet og derfor svarar betre på det, medan andre ikkje har blitt undervist om det. Då kan det vere at mange antatt svakare elevar svarar betre på spørsmålet, medan antatt sterkare elevar som ikkje har høyrd om dette før, vil svare feil. Ein anna årsak kan vere at oppgåva er skriva på ein uklår måte. At det er noko med formuleringa av den som gjer at elevar kan tolke den feil. Då kan fleire gode elevar bomme på denne sjølv om dei eigentleg kan svaret. Fleirvalsoppgaver, som er nytta i denne undersøkinga, gjev og litt rom for at elevar kan tippe rette svar. Noko uventa bra respons på vanskelege oppgaver frå fagleg svakare elevar er sannsynleg. Men dersom det er uvanleg mange uventa gode eller dårlege responsar på ei oppgåve er det lurt å sjekke om det er noko med den som gjer at dette skjer (Wright & Stone, 1979).

Når ein ser på Rasch-målingane er det to misfit-verdiar som er nytta. Det er infit og outfit mean squared (kalla infit/outfit MNSQ). Desse er det gjennomsnittlege kvadratavviket

mellom den forventede responsen på ei oppgåve, og dei faktiske responsane på oppgåva. Forskjellen på infit-verdien og outfit-verdien er at infit legg meir vekt på elevane som har eit mål som er nær oppgåva si vanskegrad, medan outfit vektlegg alle likt (Bond & Fox, 2015). Dersom til dømes mange antatt fagleg svake elevar klarar ei av dei vanskelege oppgåvene, vil outfit-verdien bli større enn infit. Ein perfekt infit og outfit-verdi er på 1, og det er ynskjeleg å komme så nær denne som mogleg. Litteraturen er ikkje konsekvent på kva som er godkjende grenseverdier på desse. Men grenseverdier mellom 0,7 og 1,3 blir sett på som godkjende til fleirvalsoppgåver (Bond & Fox, 2015). Linacre (2019) skriv derimot at i testar der det er under 500 deltakarar, er verdier på mellom 0,5 og 1,5 godkjend. Outfit-verdien kan i testar med fleirvalsoppgåver ofte bli litt høgare enn infit verdiane, så det vart gjort ei slutning på å akseptere 0,7 til 1,3 på infit MNSQ og 0,5 til 1,5 på outfit MNSQ.

3.5.5 SPSS

Ei Rasch-analyse rangerer spørsmåla og personane, men gjer ikkje noko enkel oversikt over kor mange personar som svarar rett og gale på dei ulike spørsmåla. Den gjer heller ikkje noko oversikt over kor mange prosent som har valt dei ulike alternativa. SPSS er eit vanleg analyseprogram, som er mykje brukt (Ringdal, 2013). Gjennom ei frekvensanalyse i SPSS får ein ei enkel oversikt over dette. Noko som gjer at det kan vere eit godt supplement til Rasch-modellen i dette prosjektet.

4 Resultat

4.1 Rangering av spørsmål om omgrep

Rangeringa av alle omgrepa er vist i tabell 4.1-a, figur 4.1-a og figur 4.1-b. Spørsmålet som vart rangert som nummer 17, altså det som blei vurdert som lettast av Rasch-modellen, var spørsmålet om funksjonen til ei nervecelle. Dette vart målt til ein logit-verdi på 32 av 100. Det vil seie at 66% av elevane kunne svare på dette spørsmålet. Dette er heilt grunnleggjande kunnskap om nerveceller, og noko av det fyrste lærebøkene fokuserer på i kapittelet om nervesystemet. Likevel var det ganske mange elevar som ikkje svara rett, spesielt elevar på ungdomskulen.

Spørsmålet som vart rangert som nummer 16, altså det nest enklaste, testa elevane si forståing av omgrepet signalhemmande. Dette vart målt til ein logit-verdi på 35 av 100. Det vil seie at 60% av elevane kunne svare på dette spørsmålet. Dette er eit spørsmål som elevar ikkje blir introduserte for før i biologiundervisinga på vidaregåande, og det er ikkje eit omgrep som blir fokusert noko særleg på i lærebøkene. Det er ikkje nemnt i lærebøkene for elevar på ungdomskulen.

Spørsmålet om nerveceller sine bestanddelar vart rangert som nummer 15. Dette blei målt til ein logit-verdi på 38 av 100. 54% av alle elevane svara rett på dette spørsmålet. Det inkluderer to omgrep som er spesifikke for nerveceller i alternativa. Desse er akson og dendritt. Cellekropp og cellekjerne, som er spesifikke omgrep for celler, vart og nemnt i alternativa. Alle desse omgrepa er grunnleggjande kunnskap om nerveceller, og er presentert for elevane tidleg i kapittelet og undervisinga om nervesystemet, både på ungdomskulen og på vidaregåande.

Spørsmålet om akson og spørsmålet om synapse vart rangert som nummer 13 av spørsmåla om omgrep. Desse vart målt til ein logit-verdi på 40 av 100. 51% av elevane svara rett på desse spørsmåla. Dette er omgrep som lærebøkene og undervisinga fokuserer på tidleg, og er heilt grunnleggjande for kunnskapen om nerveceller og koplingane mellom dei.

Spørsmålet om spesifikke koplingar vart av Rasch-modellen rangert som nummer 12. Det fekk ein logit-verdi på 41 av 100. 49% av alle elevane svara rett på dette spørsmålet. Spesifikke koplingar er ikkje eit omgrep det blir fokusert på i skulen, og ingen av lærebøkene brukar dette omgrepet.

Spørsmåla om dendritt og nervesignal (spørsmålet om nervesignal er nummer 5 i undersøkinga vist i vedlegga i delkapittel 8.5) vart rangert som nummer 10. Dei fekk ein logit-verdi på 44 av 100. 43% av elevane svara rett på desse. Begge desse er omgrep som blir presentert for elevane allereie tidleg i undervisinga på ungdomsskulen og på vidaregåande, og som er heilt grunnleggjande for å forstå nerveceller og signaloverføring.

Spørsmålet om motorisk nervecelle vart rangert som nummer 9. Dette fekk ein logit-verdi på 46 av 100. 41% av alle elevane svara rett på dette spørsmålet. Motoriske nerveceller er ikkje fokusert på i undervisinga eller i lærebøkene for ungdomskuleelevane. Det er nemnt i lærebøkene til biologi, men ikkje fokusert mykje på.

Rasch-modellen rangerte spørsmåla om terskelverdi og aksjonspotensial som nummer 7 av dei 17 spørsmåla. Dei fekk ein logit-verdi på 49 av 100. 35% av elevane svara rett på desse. Ingen av lærebøkene for ungdomsskulen nemner desse. I biologiundervisinga og bøkene blir dei forklart ganske nøye, og er sentrale omgrep.

Spørsmålet om nervesignal, der to variasjonar av polarisering var inkludert i alternativa, vart rangert som nummer 6 (spørsmål 12 frå undersøkinga vist i vedlegga i delkapittel 8.5). Dette fekk ein logit-verdi på 50 av 100. 34% av elevane svara rett på dette spørsmålet. Nervesignal blir som nemnt presentert for elevane både på ungdomsskulen og på vidaregåande.

Spørsmålet om sensoriske nerveceller vart rangert som nummer 5. Det fekk ein logit-verdi på 53 av 100. Berre 28% av elevane svara rett på dette spørsmålet. Det er ikkje fokusert på i undervisinga eller i lærebøkene for ungdomskuleelevane. Det er nemnt i lærebøkene til biologi, men ikkje fokusert mykje på.

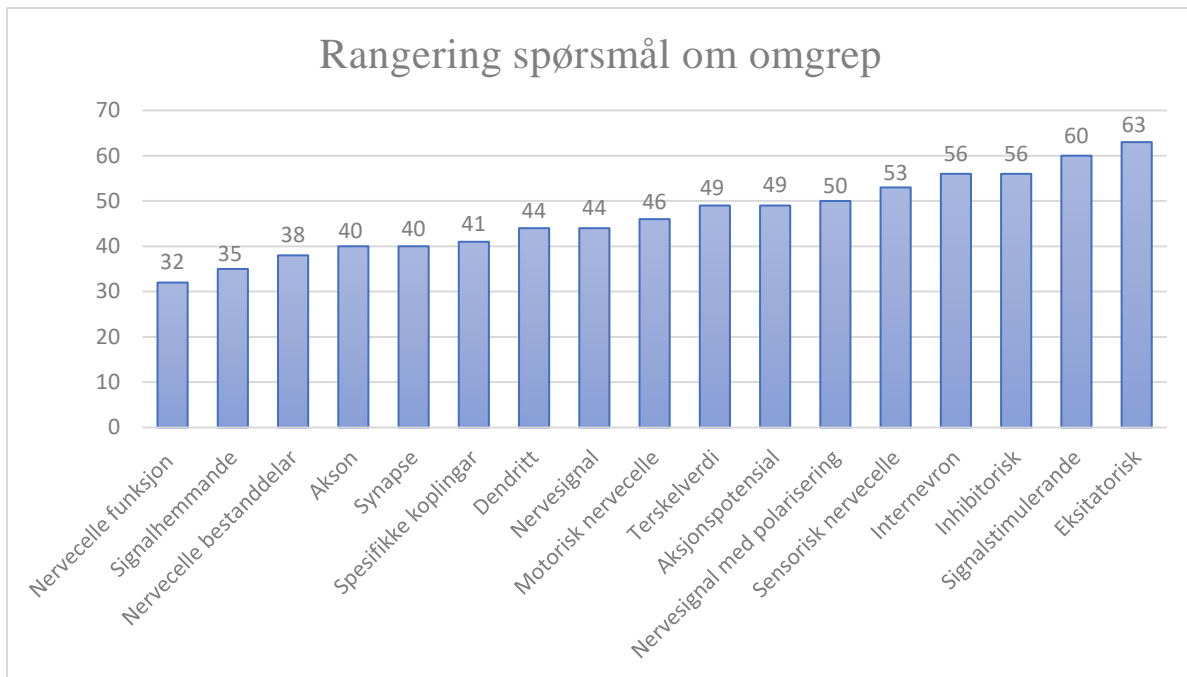
To spørsmål vart rangert som nummer 3 av Rasch-modellen. Desse var internevron og spørsmålet som testa konseptet inhibitorisk synapse. Dei fekk ein logit-verdi på 56 av 100. 23% av dei som tok undersøkinga svara rett på desse. Ingen av desse er nemnt i samband med undervising om nervesystemet på ungdomskulen eller på vidaregåande. Konseptet om inhibitorisk synapse tyder det same som signalhemmande, og her viser rangeringa kor stor rolle sjølve omgrepet eller spørsmålsstillinga kan ha for elevane si forståing.

Spørsmålet om signalstimlerande vart rangert som nummer 2, altså det nest vanskelegaste spørsmålet. Det fekk ein logit-verdi på 60 av 100. 19% av elevane svara rett på dette. Det blir nemnt i ei lærebok for vidaregåande, men ikkje fokusert noko særleg på, verken i den eller i undervisinga. Det er ikkje nemnt på ungdomsskulen.

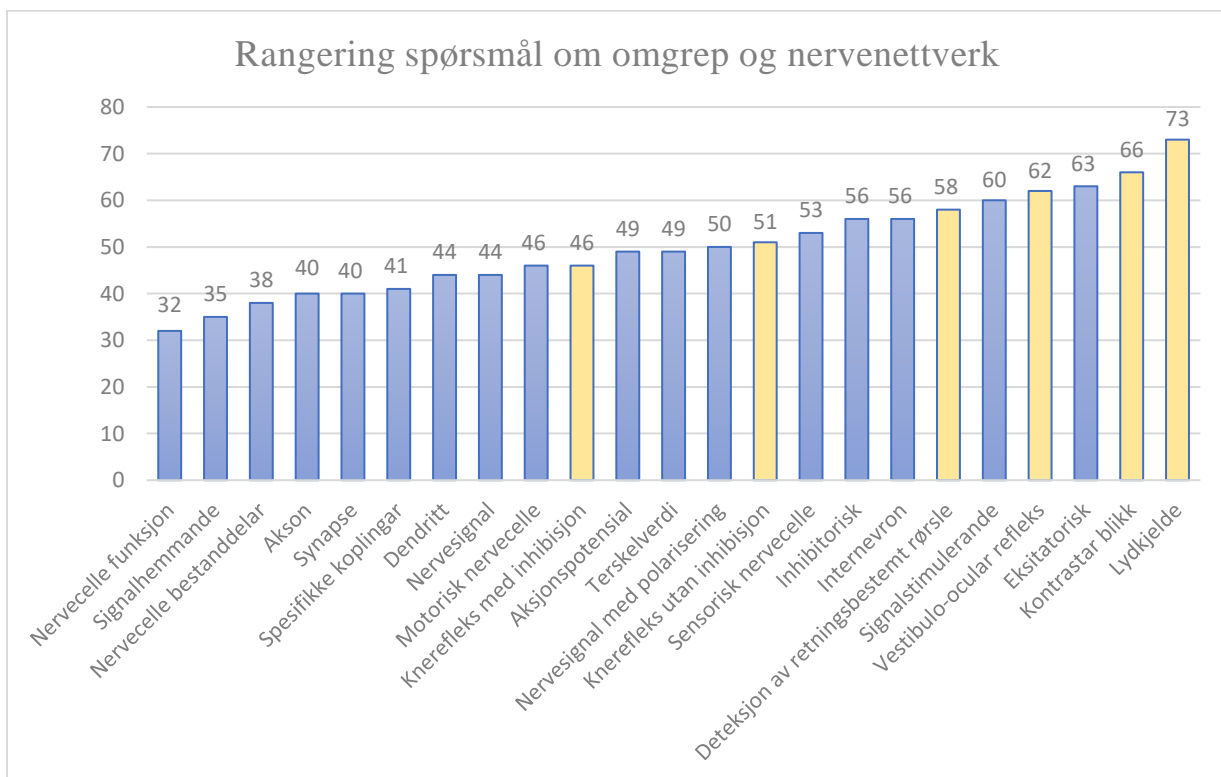
Spørsmålet som spør om konseptet eksitatorisk synapse vart rangert som nummer 1, altså det vanskelegaste spørsmålet. Det fekk ein logit-verdi på 63 av 100. 15% av elevane svara rett på dette. Konseptet om eksitatorisk synapse blir ikkje nemnt i undervising om nervesystemet på ungdomskulen eller på vidaregåande. Dette tyder det same som signalstimulerande, som vart rangert som det nest vanskelegaste omgrepet.

Tabell 4.1-a: Ei forenkla oversikt over kva spørsmål om omgrep og nettverk som var lettast og vanskelegast, samt kor godt elevane gjorde det. Elevar med tal 1 er 10. klassingar, 2 er biologi 1 elevar på vidaregåande, og 3 er biologi 2 elevar på vidaregåande. Tabellen er komprimert til halv avstand frå 10 til 30 og frå 70 til 90, sidan få elevar og spørsmål vart rangert innanfor desse verdiane. Den er laga ut frå tabellen som ligg vedlagt i delkapittel 8.1.

<i>Vanskegrad</i>	<i>Elev</i>	<i>Omgrep</i>	<i>Nettverk</i>
90			
	2		
80			
			Lydkjelde
70			
	2 2 2 3		
	2 3		Kontrastar blick
	3 3 3	Eksitatorisk	
	3		Vestibulo-ocular refleks
60	2 2 2 3	Signalstimulerande	
			Retningsbestemt rørsle
	2 2 2 2 2 3 3		
	2 2 2 2 3 3 3 3	Internevron og inhibitorisk	
	2 3		
	1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 3	Sensorisk nervecelle	
	1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 3 3 3		Knerefleks u/ inhibisjon
50	1	Nervesignal m/ polarisering	
	1 2 2 2 2 3 3 3 3 3 3	Terskelverdi og aksjonspotensial	
	1 1 2 2 3 3 3 3		
		Motorisk nervecelle	Knerefleks m/ inhibisjon
	1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 3 3 3 3	Dendritt og nervesignal	
	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 3 3 3 3 3 3		
	1 2	Spesifikke koplingar	
40	1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 3 3 3 3 3 3	Akson og synapse	
		Nervecelle bestanddelar	
	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 3 3		
	1	Signalhemmande	
	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 3 3 3		
	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 3 3	Nervecelle funksjon	
30			
	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		
	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		
20	1		
	1 1 1 1 1 2 3		
10	1 1 1 1 1 1 1 1 1 3		



Figur 4.1-a: Viser spørsmåla om omgrep etter stigande vanskegrad. X-aksen viser dei ulike omgrepa, og y-aksen viser vanskegraden som vart gitt i Rasch-analysen. 66% av dei spurte klarte den enklaste oppgåva om nervecella sin funksjon. Dette har fått vanskegrad 32 av 100 frå Rasch-modellen. Berre 16% av elevane forstod det vanskelegaste omgrepet, eksitatorisk. Dette har fått vanskegrad 63 frå Rasch-modellen.



Figur 4.1-b: Viser spørsmåla om omgrepa og nervernettverka etter stigande vanskegrad. X-aksen viser dei ulike omgrepa og nervernettverka, og y-aksen viser vanskegraden som vart gitt i Rasch-analysen. Vanskegraden gitt frå Rasch-analysen står presentert over kvar stolpe. Dei blå stolpane representerer omgrepa, medan dei gule representerer nettverka av nerveceller. Omgrepa og nettverka er satt opp etter stigande vanskegrad.

4.2 Rangering av spørsmål om nervenetttverk

Spørsmåla om nettverka av nerveceller vart jamt over rangert som litt vanskelegare enn omgrepa. Tabell 4.1-a, figur 4.1-b og figur 4.2-a viser kva for spørsmål om nervenetttverk som vart rangert som vanskelegast, og kva som vart rangert som enklast. Spørsmålet om knerefleks med inhibisjon vart rangert som nummer 6 av nervenetttverka, altså det nettverket som vart rangert som enklast av Rasch-modellen. Det fekk ein logit-verdi på 46 av 100. 41% av alle elevane svara rett på dette spørsmålet. Det vart rangert som like vanskeleg som spørsmålet om omgrepet motorisk nervecelle. Knerefleks med inhibisjon er ikkje nytta i lærebøkene på ungdomskulen eller på vidaregåande.

Spørsmålet om knerefleks utan inhibisjon vart rangert som nummer 5 av nettverka. Det fekk ein logit-verdi på 51 av 100. 31% av elevane svara rett på dette. Knerefleks utan inhibisjon er nytta som døme på nervenetttverk i undervising, og i lærebøker for både ungdomskulen og vidaregåande. Det er og eit så grunnleggjande nettverk av nerveceller som det er mogleg å lage.

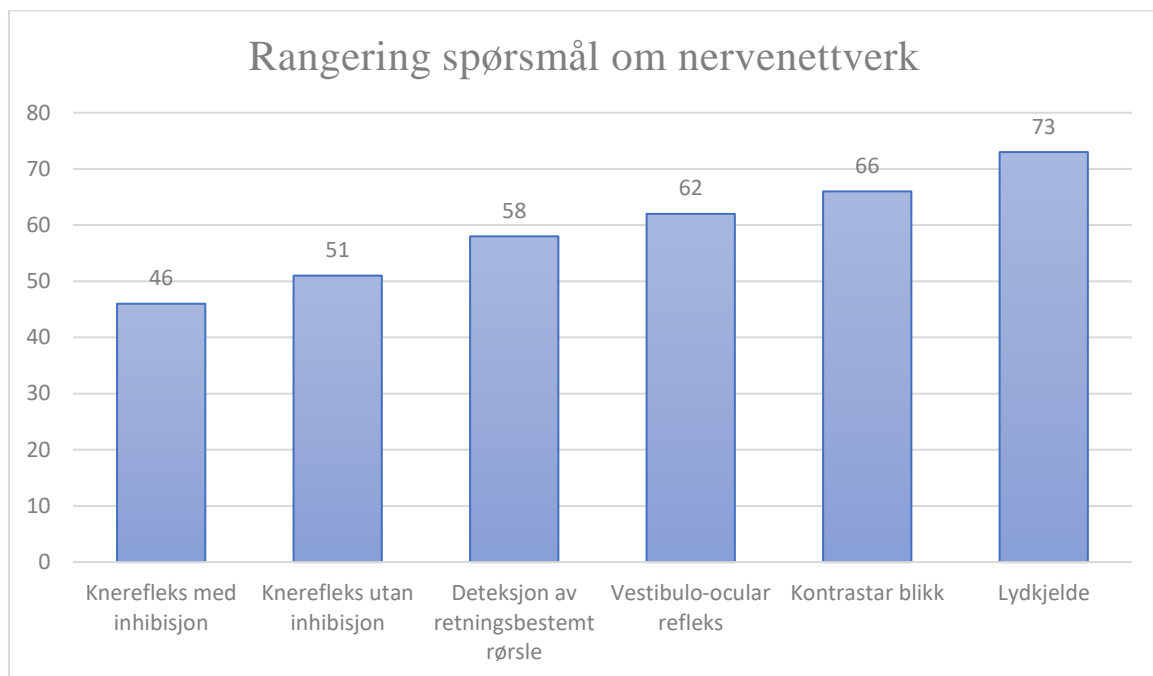
Rasch-modellen rangerte spørsmålet om nettverket for lokalisering av retningsbestemt rørsle som nummer 4. Det fekk ein logit-verdi på 58 av 100. 21% av elevane svara rett på dette spørsmålet. Ingen av elevane som tok undersøkinga har vore introdusert for dette nettverket i undervisinga på skulen eller frå lærebøkene før undersøkinga.

Spørsmålet om nettverket om ein vestibulo-ocular refleks vart rangert som nummer 3. Det fekk ein logit-verdi på 62 av 100. Berre 16% av elevane klarte å svara rett på dette spørsmålet. Dette var og eit ukjend nervenetttverk for elevane på ungdomskulen og vidaregåande, og som ikkje er nemnt i lærebøkene.

Spørsmålet om nettverket for å sjå kontrastar betre vart ranger som nummer 2 av Rasch-modellen. Det fekk ein logit-verdi på 66 av 100. 12% av dei 245 elevane som tok undersøkinga svara rett på spørsmålet. Det vart og rangert som vanskelegare enn alle

omgrepa. Ingen av lærebøkene for ungdomskulen eller vidaregåande introduserer elevane for dette nettverket.

Spørsmålet om nettverket for lokalisering av lydkjelde vart rangert som nummer 1, altså det vanskelegaste nervernettverket. Rasch-modellen ga det ein logit-verdi på 73 av 100. Det var berre 8% av elevane som klarde å svare rett på dette spørsmålet. Elevane som tok undersøkinga har heller ikkje blitt underviste om dette nettverket på skulen eller lest om det i lærebøkene før dei tok den.



Figur 4.2-a: Viser rangeringa av spørsmåla om nettverka av nerveceller frå Rasch-analysen. Den viser at nettverket med knerefleksen vart rangert som enklast med ein logit-verdi på 46 av 100. 40% av elevane klarte dette spørsmålet. Nettverket for lokalisering av lydkjelde vart rangert som vanskelegast og fekk ein logit-verdi på 73 av 100, og berre 8% av elevane klarte å svare rett på dette spørsmålet.

Figur 4.2-a gjer ei oversikt over kor vanskelege spørsmåla om nettverka er i stigande rekkefølge. Spørsmålet om knerefleks med inhibisjon er som nemnt det enklaste nettverket frå Rasch-analysen. Dette fekk ein vanskegrad på 46 av 100, og om lag 40% av alle elevane svara rett på dette nettverksspørsmålet. Figur 3.3-b viser bildet som elevane fekk sjå av nettverket og spørsmålet som dei måtte svare på er vist med spørsmål 19 i delkapittel 8.5 blant vedlegga.

Dette er eit av dei tre spørsmåla som er stilt på ein meir forklarande måte, der elevane må forklare kvifor noko skjer, og ikkje kva som skjer. Nettverket for lokalisering av lyd kjelde er stilt med eit «kva skjer» spørsmål. Dette fekk av Rasch-modellen ei vanskegrad på 73 av 100, og berre 8% av alle elevane svara rett på dette spørsmålet. Dersom dei som svara «veit ikkje» blir fjerna, er det likevel ikkje fleire enn 13% som klarte dette. Det er som nemnt rangert som det vanskelegaste nettverket, og er vanskelegare enn alle omgrepa. Nettverka stig ganske jamt i vanskegrad frå nettverket for knerefleks til nettverket for lokalisering av lyd kjelde. Biletet som vart nytta til spørsmålet om deteksjon av lyd kjelde er vist med figur 3.3-e.

4.3 Rangering av elevar

Elevane vart for det meste rangert som forventet i undersøkinga. Rangeringa av elevane har mykje å seie for rangeringa av omgrepa, og er derfor teke med i resultatane. Dei aller fleste 10. klasseelevane sleit med dei fleste omgrepa, og nettverka av nerveceller. Biologielevane på både biologi 1 og biologi 2 klarte og svare ein del betre på spørsmåla. Men også mange av dei sleit med å svare på mykje. Rangeringa av alle elevane er vist i tabell 4.1-a. Men sjølv om mange elevar syntest det var vanskeleg, klarte dei å svare godt nok på det, til at svara deira vart reliable. Dette blir vidare nemnt i delkapittel 4.4. Dette gjer at rangeringa av omgrepa blir meir reliable, og at funna i undersøkinga kan brukast. Rangeringa av elevane i denne undersøkinga viser at elevane hugsar forholdsvis lite frå nervesystemet. Men mange av dei klarte og å svare godt på mange av spørsmåla, og gjer at det blir mogeleg å sjå på kva som er dei vanskelegaste og enklaste omgrepa og nettverka. Fordelinga av elevar vart då ganske skeiv i forhold til ei standardisert normalfordelingskurve. Dette kan påverke rangeringa av omgrepa og nervenettverka noko. For at målinga av elevane skulle blitt endå sikrere, burde fordelinga vore meir normalfordelt. Men sidan det ikkje er det som er problemstillinga, er ikkje dette like viktig som i ein del andre Rasch-prosjekt. Det er uansett ein faktor som må takast omsyn til.

4.4 Reliabilitet og validitet

Noko av det viktigaste å sjekke i analysen min er reliabiliteten til spørsmåla mine. Altså kor truverdig rangeringa gjennom Rasch-analysen av omgrepa og nettverka mine er. Når alle elevane blir inkludert, altså 10. klassingane, biologi 1 elevane og biologi 2 elevane i ein felles analyse vart spørsmålsreliabiliteten på 0,97. Dette er veldig bra, sidan 1 er den høgste moglege verdien for reliabilitet, og viser at analysen av spørsmåla er veldig truverdige. Dersom ein eigen analyse med berre 10. klassingane skulle blitt gjennomført, som jamt over har tippa meir og gjort det svakare enn biologielevane, er spørsmålsreliabiliteten framleis god. Den ligg på 0,92. Når ein analyse med berre elevane på biologi 1 og 2 vart gjennomført, kom den på 0,96. Men i resultatane seinare, er det analysen med alle som har blitt nytta, og der er som nemnt spørsmålsreliabiliteten på 0,97. Reliabiliteten til 10. klassingane og biologielevane separert vart inkludert for å vise at begge gruppene er reliable, men at det er skilnad på gruppene.

Analysen viser ein elevreliabilitet på 0,76. Dette viser at pålitelegheita til elevane ikkje er så veldig bra, og at det er ein del tipping. Dersom 10. klassingane blir fjerna frå analysen er reliabiliteten 0,74, ganske lik som før. Men når ei analyse på berre 10. klassingane vart gjennomført, blei reliabiliteten 0,53. Dette er ganske lågt, og viser at dei har tippa meir enn biologielevane på biologi 1 og 2. Dette viser at undersøkinga var vanskeleg for ungdomskuleelevane, og at fleire av dei då har gjetta mykje gjennom undersøkinga. Grunnen til at reliabiliteten går opp når 10. klassingane blir lagt til i undersøkinga, er at talet som tek undersøkinga blir dobla. Så sjølv om svara til ungdomskuleelevane ikkje er så pålitelege som svara til elevane på vidaregåande, er det bra for undersøkinga å ha alle med. Dersom elevane frå 10. klasse, som er minst reliable, vart fjerna frå analysen, påverka ikkje dette den totale reliabiliteten noko, så alle elevane frå alle klassane er inkludert i resultatane. Som tidlegare nemnt er det ynskjeleg å få reliabiliteten så tett opp mot 1 som mogeleg, men for å svare på problemstillinga er det godt nok at elevreliabiliteten ligg på 0,76 sidan det ikkje er elevane sitt kunnskapsnivå som er det viktigaste, men kva omgrep og nettverk som er enklast og vanskelegast.

4.5 Dimensjonalitet

Som nemnt tidlegare er det ynskjeleg at undersøkinga er ein-dimensjonal. Altså at den same analysen kan nyttast til alle spørsmåla, og at undersøkinga måler det den skal måle. Testen til denne oppgåva var i hovudsak delt opp i to delar. Ein del frå spørsmål 1 til 17 der det blir spurt om dei ulike omgrepa knytt til nerveceller, og ein del frå spørsmål 18 til 23 der elevane blir testa i om dei forstår dei utvalde nevrane nettverka. Men ein analyse av dei ulike underdimensjonane i undersøkinga viste at undersøkinga er ein-dimensjonal. Analysen gav ein verdi på 2,0814, og så lenge denne er under 3 er det rekna som ein-dimensjonalt (Linacre, 2019). Dette gjer at alle spørsmåla kan nyttast i ein og same analyse og alle nettverka og omgrepa kan rangerast i den same tabellen. Dette gjer at ein enklare kan samanlikne kor vanskelege nettverka er i forhold til omgrepa. Analysen får då vist kva omgrep og kva nettverk som er vanskelegast og lettast, samt kor mykje vanskelegare omgrepa og nettverka er enn andre omgrep og nettverk. At undersøkinga er ein-dimensjonal tyder, som nemnt i delkapittel 3.5.2, òg på at det er korrelasjon mellom oppgåvene.

4.6 Misfit

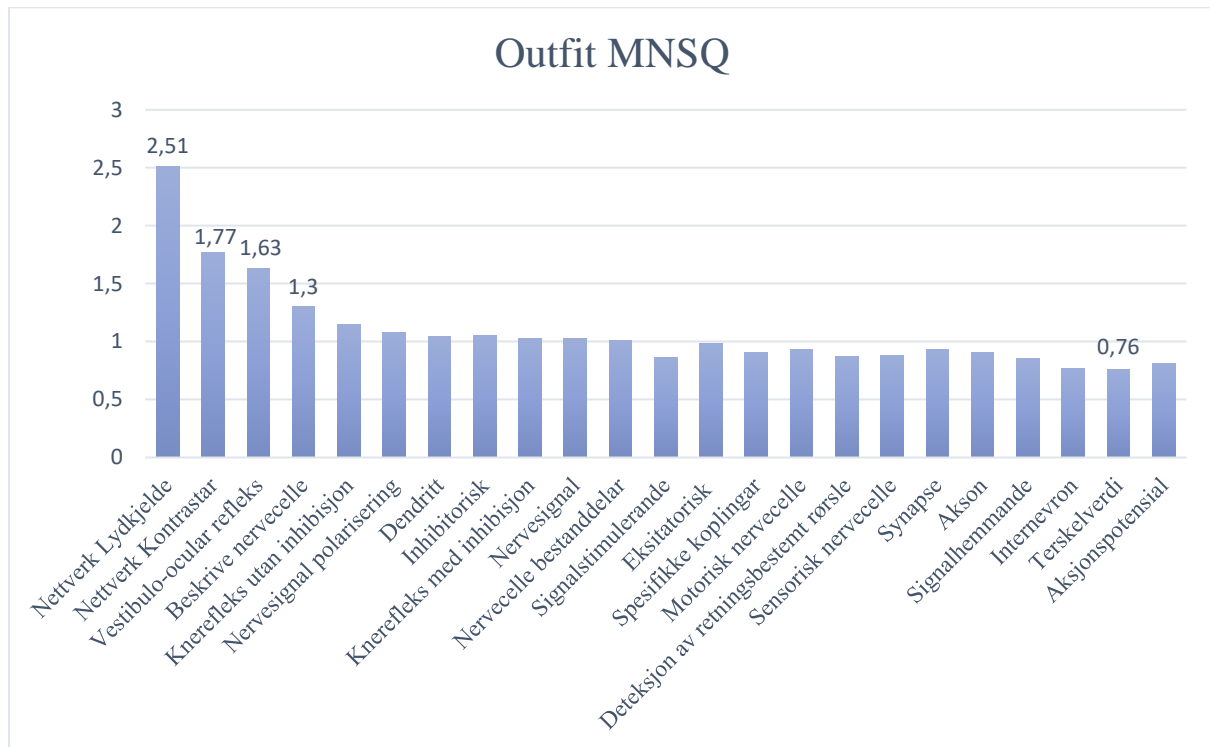
4.6.1 Spørsmåla

Infit MNSQ-verdiane på alle spørsmåla var gode. Dei låg mellom 0,81 og 1,19. Noko som er godt innanfor grenseverdiane på 0,7 og 1,3 (Bond & Fox, 2015). Som vist i figur 4.6-a så har spørsmål 22 har fått ein outfit MNSQ-verdi på 2,51. Dette er i følgje Linacre (2019) ein høg nok verdi til at ein bør sjekke ut om det kan vere noko spesielt med spørsmålet. Det betyr at det er forholdsvis mange fagleg svakare elevar som har klarte dette, enn dei som er fagleg sterkare. Det er fleire sterke elevar som har klarte det enn svake, men i forhold til dei andre oppgåvene, er ikkje forholdet det same. Denne verdien vil som Wright og Stone (1979) skriv seie at det ikkje nødvendigvis er noko særleg mønster i kva elevar som klarar dette spørsmålet eller ikkje. Spørsmål 22 spør:

For at internevron 1, 2 og 3 (de som er ringet rundt) skal sende nervesignalet vidare må de motta input fra to nerveceller samtidig. Hvilket av de tre internevronene sender nervesignalet vidare dersom en lyd kommer fra venstre (treffer venstre øre før det treffer høyre)?

Oppgåva viser og bilete av eit nettverk for lokalisering av lydkjelde, som er vist med figur 3.3-e. Det er veldig få som har fått til denne oppgåva, både av dei sterkaste og svakaste

elevane. Det kan vere fleire grunnar til at dette spørsmålet har fått ein litt høg verdi på outfit, men dette blir det skrivne meir om i delkapittel 5.3.5 og 5.4.6 i drøftinga.



Figur 4.6-a: Viser outfit MNSQ-verdiane til alle spørsmåla. X-aksen viser spørsmåla og nervernettverka, og Y-aksen viser outfit MNSQ verdien som vart gitt i Rasch-analysen. Spørsmåla med høgast verdi og dei med lågast verdi har fått verdien i tal over stolpen. Spørsmålet om nettverket for lokalisering av lydkjelde har ein for høg outfit-verdi. Spørsmåla om nettverka for kontrastar og vestibulo-ocular refleks har også ein noko høg outfit-verdi. Diagrammet er laga ut frå tabellen som ligg i delkapittel 8.3 blant vedlegga.

Figur 4.6-a viser at nesten alle dei andre spørsmåla har outfit-verdiar innanfor det som er forventa. Nettverksspørsmålet for kontrastar, vist med figur 3.3-f, fekk ein noko høg outfit MNSQ-verdi på 1,77. Det same fekk nettversspørsmålet for vestibulo-ocular refleks, vist med figur 3.3-c, med ein outfit MNSQ-verdi på 1,63. Dette kjem av same grunn som nettverket for lokalisering av lydkjelde. Altså at nokre av dei antatt svakaste elevane har svara rett på dei. Desse verdiane er noko over dei anbefalte grenseverdiane, men dei er såpass lågt over at dei likevel kan akseptarast. Noko misfit er det alltid når fleirvalsoppgåver blir nytta, sidan nokre elevar alltid vil kunne tippe rett svar på oppgåver dei eigentleg ikkje veit svaret på. Dei omgrepa og nettverka som er rangert som dei vanskelegaste i tabell 4.1-a, er òg dei som har mest misfit. Dette er som nemnt på grunn av at det er større sjanse for at dei fagleg svake elevane klarar å tippe rett på desse, enn at dei sterkaste elevane ikkje kan svare på dei enklaste

spørsmåla. Men desse verdiane er ikkje noko særleg utanfor det som er forventta, og det var derfor ikkje behov for å sjekke om det er noko kvalitativt feil med dei.

4.6.2 Elevane

Det var få elevar som kom veldig dårleg ut på misfit-tabellen. Denne tabellen er vist i delkapittel 8.4 blant vedlegga. Dei som har høgast misfit er nokre av dei svakaste elevane som berre har svara rett på eit eller to av dei aller vanskelegaste spørsmåla. Det at dei treff på eit slikt er ikkje unaturleg, dersom dei har prøvd å tippa rett svar. Då er det 25% sjanse for at dei treff, og ein del av dei vil då gjere det. Og når outfit MNSQ ikkje tek omsyn til at dei svakaste elevane kan klare å tippe rett på dei vanskelegaste spørsmåla, blir verdien høg. Den anbefalte outfit MNSQ verdien er som nemnt i delkapittel 3.5.4 om misfit mellom 0,5 og 1,5. 26 av dei 245 elevane som tok undersøkinga hamna utanfor dette. Det vil seie at målinga av desse elevane sin kunnskap er veldig usikker, og det er mykje som tyder på at dei har tippa. Eleven som har høgst outfit MNSQ har fått 6,19. Denne eleven har berre svar rett på spørsmålet som er rangert som vanskelegast. Medan over halvparten av desse 26 elevane berre har verdiar like over 1,5, noko som gjer målinga av dei noko betre. Infit MNSQ tek omsyn til om ein av dei lågast rangerte elevane svarar rett på eit av dei vanskelegaste spørsmåla, og det vart heller ingen utslag utanfor det som er anbefalt på denne. Dei aller fleste av elevane som har gjort dei mest uventa svara er ungdomsskuleelvar. Men tre av dei 26 elevane er frå biologi 1 og 2. Det som skil desse frå ungdomsskuleelevane er at dei har svara feil på relativt enkle spørsmål. Så blant desse er det elevar som har svara rett på dei aller fleste spørsmåla, utanom nokre av dei enklaste. Medan hjå alle ungdomsskuleelevane er det fagleg svakare elevar som har svara rett på eit par av dei vanskelegaste spørsmåla.

5 Drøfting

Målet med denne oppgåva var å sjå om Rasch-modellen kunne brukast til å rangere kunnskap om nervesystemet etter vanskegrad. Kunnskapen som skulle rangerast var knytt til forståing av omgrep og nervenetverk. Rasch-modellen er av andre blitt nytta som analyseverktøy i matematikk for å rangere spørsmål, og teste kor gode prøvar er (Klegseth, 2018). Forventinga var derfor at modellen også kunne rangere kunnskap som spørsmåla spør om etter vanskegrad. Eit av håpa med å rangere kunnskapen i emnet, var å gjere det enklare for lærarar å velje ut kva som er nødvendig og tilstrekkeleg kunnskap for å nå læreplanmåla som elevane skal nå etter 10. trinn og biologi 1.

Fyrst og fremst viser denne oppgåva at Rasch-modellen gjer ei rangering av spørsmåla om nervesystemet etter vanskegrad. Så vidt eg veit, er dette fyrste gong nokon har prøvd på dette i naturfag. Misfit-verdiane frå analysen viste at målinga av alle spørsmåla om omgrepa var valide, og det same gjeld spørsmåla om dei fleste nettverka. Men spørsmålet om nettverket for lokalisering av lyd kjelde fekk ikkje ei reliabel eller valid måling. Som nemnt er forståing av omgrep i matematikk hierarkisk bygd opp (Stengrundet & Valbekmo, 2018). Og det kan då tenkjast at den og er det i naturfaglege emne. Rangeringa Rasch-modellen gjorde tyder på dette. Til dømes må ein naturleg nok vite at ei nervecelle har ulike bestanddelar før ein veit kva eit akson er. Dette sidan akson er av dei spesifikke delane av ei nervecelle. Elevane bør og vite kva ein synapse er, før dei veit kva spesifikke koplingar er. Dette sidan synapsane er koplingane mellom nervecellene.

Dei valte omgrepa som vart brukt i undersøkinga ligg til grunn for nervenetverka som og vart spurt om. Ein må til dømes vite kva sensoriske og motoriske nerveceller er for å forstå alle nettverka. Sidan alle nervenetverka inneheld sensoriske og motoriske nerveceller. Dette gjeld og fleire av omgrepa som akson, dendritt, synapse, nervesignal, osv. Medan nokon av omgrepa berre er nødvendige for nokon av nettverka, men ikkje for andre. Eit døme på dette er konseptet inhibitorisk synapse som er grunnleggjande for å forstå fire av nettverka, medan det ikkje er nødvendig for å skjønne nettverket for knerefleks utan inhibisjon og nettverket for lokalisering av lyd kjelde.

5.1 Rangering av spørsmål om omgrep

Det første forskingsspørsmålet sa: Kva omgrep i emnet nervesystemet blir rangert som dei lettaste og vanskelegaste for elevar på ungdomskulen og på biologi på vidaregåande? I dette delkapittelet blir svaret på dette gitt, og drøfta.

5.1.1 Nervecella sin funksjon og bestanddelar

Alle testdeltakarane vart rangert etter kor flinke dei var, og spørsmåla etter kor vanskelege dei var, slik som er vanleg i prosjekt der Rasch-modellen er nytta (Mahmud, 2017). Spørsmålet som omhandla funksjonen til nerveceller vart som nemnt i delkapittel 4.1 rangert som det enklaste spørsmålet. Dette er vist med spørsmål 15 i undersøkinga som er vedlagt som delkapittel 8.5 blant vedlegga. Her er ingen unike omgrep for nerveceller teke med i verken alternativa eller spørsmålet. Så at dette vart rangert som det enklaste spørsmålet, kom ikkje som noko overrasking. Spørsmålet om kva ei nervecelle består av, som vart rangert som det tredje lettaste, inneheld litt fleire omgrep i alternativa. Dersom elevane veit at nervecellene har cellekjerne kan dei eliminere to av fire alternativ i dette spørsmålet. Noko som kan vere med å påverke at dette spørsmålet er rangert som enklare enn spørsmåla om både akson og dendritt, sjølv om begge desse omgrepa er brukt i alternativa. Dette er ein av svakheitene med fleirvalsoppgåver som Persson (2017) nemner. Så om dette spørsmålet kunne blitt rangert som vanskelegare om alternativa hadde vore annleis, er vanskeleg å seie utan å gjere nye liknande undersøkingar. Men både akson og dendritt er rangert som nokre av dei lettare omgrepa dei og, så det er ikkje sikkert denne rangeringa hadde blitt ulik.

5.1.2 Signalhemmande og inhibitorisk

Spørsmålet om kva signalhemmande betyr, vart rangert som det nest enklaste spørsmålet, mellom dei to meir generelle nervecelle-spørsmåla. Dette sjølv om elevane i 10. klasse mest sannsynleg aldri har vore borti dette omgrepet før. I biologipensumet er det kort nemnt i Bi 1 av Grønlien et al. (2013). Det er ganske sjølv sagt kvifor det havnar der det gjer, då hemmande er eit tildels forklarande omgrep. Dette er, som Mork og Erlie (2010) nemner, omgrep som elevar lettare forstår. Signalhemmande er eit forenkla omgrep, og dersom elevar skal fordjupe seg vidare i nervesystemet, er inhibitorisk eit biologisk rettare omgrep. Signalhemmande vart rangert som ein god del enklare enn inhibitorisk, som vist i figur 4.1-a, så fekk

signalhemmande ein logit-verdi på 35 av 100 og inhibitorisk på 56 av 100. Lærarar må gjere ei vurdering på om det er lurast å lære elevane signalhemmande som omgrep fyrst, eller om det å starte med inhibitorisk er det beste. Dei fleste elevane på ungdomsskulen vil ikkje fordjupe seg noko meir om nervesystemet, så det å holde omgrepa enkle her er ynskjeleg. Medan det er meir aktuelt å gå djupare inn i stoffet, og dermed bruke meir faglege omgrep for dei som tek biologi. Dette spørsmålet er eit godt døme på kor stor rolle valet av omgrep kan ha for elevar si forståing. Dersom elevane høyrer om signalhemmande, forstår mange av dei kva det tyder med ein gong, medan inhibitrosk er meir abstrakt og ukjend for dei.

5.1.3 Akson, synapse og dendritt

Akson, synapse og dendritt er omgrep alle bøkene på både ungdomskulen og vidaregåande forklarar og brukar. Dette er omgrep som er unike for nervesystemet og nerveceller, og samstundes heilt grunnleggjande for om ein skal skjønne korleis signaloverføring og nerveceller fungerer. Spørsmåla om akson og synapse har blitt rangert som like enkle, og 51% av alle dei spurte svara rett på dette. Spørsmålet om dendritt har blitt rangert som noko vanskelegare. Om lag 43% av alle elevane svara rett på dette. Kvifor færre klarar å svare rett på spørsmålet om dendritt kan eg ikkje seie sikkert Ei mogleg forklaring her kan vere måten spørsmåla og alternativa er stilt på. Spørsmålet om akson sa: *Hva kalles den tynne utløperen som sender nervesignaler?* Spørsmålet om dendritt sa: *Hva er en dendritt?* Begge oppgåvene er vist med alternativa som oppgåve 1 og 14 i delkapittel 8.5. Desse to spørsmåla er vinkla på ein noko ulik måte, så dette kan som sagt vere med å påverke at litt fleire har klart å svara rett på spørsmålet om akson. Spørsmålet om akson er i sum med alternativa ein god del mindre å lese og inneheld færre omgrep, medan spørsmålet om dendritt har alternativ med meir detaljar, og meir å lese. Om dette har noko utslag kan ein ikkje å seie utan å gjere fleire liknande prosjekt. Men Haladyna (2012) skriv at dersom to spørsmål skal måle det same, er det å lage likeverdige spørsmål viktig, når ein lagar testar med fleirvalsoppgåver. Truleg var ikkje spørsmålet om akson og dendritt i denne undersøkinga heilt likeverdige. Rasch-modellen rangerte spørsmålet om akson og synapse som likeverdige omgrep, og dendritt som litt vanskelegare. Det er likevel ikkje stor forskjell på desse, og det er også mogleg at akson og synapse er omgrep elevar hugsar noko betre enn dendritt.

5.1.4 Spesifikke koplingar

Spørsmålet om spesifikke koplingar vart rangert som litt vanskelegare enn spørsmåla om akson og synapse, men lettare enn spørsmålet om dendritt. Ca. 49% av alle elevane klarte dette. Spesifikke koplingar er eit omgrep som kan samanliknast med signalhemmande, begge to er forklarande. Dersom elevane veit kva spesifikkk tyder, og kva kopling tyder, treng det ikkje vere vanskeleg å forstå omgrepet. Det er ikkje nemnt i nokon av bøkene som har blitt sjekka til denne analysen, men forklarande omgrep som ikkje er unike for emnet, er ofte lettare for elevar å skjønne, enn omgrepa som er unike og ikkje forklarande (Mork & Erlie, 2010). Både spesifikke koplingar og signalhemmande er omgrep som elevar skjønner utan å ha blitt undervist noko særleg om det. Det å inkludere desse i undervisinga om nervesystemet kan vere med å gje elevar betre forståing av emnet, samtidig som det er tydeleg at omgrepa er ganske enkle for elevane å forstå.

5.1.5 Motorisk nervecelle, sensorisk nervecelle og internevron

To omgrep som òg fleire av elevane peika på som ukjente, men som likevel er mogleg å tenkje seg fram til, er motorisk nervecelle og sensorisk nervecelle. Elevar på ungdomskulen blir introduserte for sanseceller, blant anna når dei lærer om auget og smerterefleksen. På vidaregåande blir omgrepa kort nemnd i bøkene i kapitlet om nervesystemet. Også med desse omgrepa kan det at dei er forklarande omgrep spele ei rolle, slik som med spesifikke koplingar og signalhemmande. Dersom elevane veit kva ei nervecelle er, og kva motorisk og sensorisk tyder, har dei gode moglegheiter til å forstå desse omgrepa, sjølv om dei ikkje har kjennskap til dei frå før. I rangeringa vart spørsmålet om motorisk nervecelle rangert med ein logit-verdi på 46 av 100, og vart med det nummer 9 av 17. Spørsmålet om sensorisk nervecelle vart rangert som endå litt vanskelegare med ein logit-verdi på 53 av 100 som vist i figur 4.1-a, og vart det 5 vanskelegaste omgrepet i undersøkinga. Også her som med akson og dendritt var spørsmåla vinkla på ein ulik måte. Spørsmålet om motorisk var eit spørsmål med ein god del mindre å lese i alternativa enn spørsmålet om sensoriske nerveceller. Desse spørsmåla er vist som oppgåve 13 og 2 i delkapittel 8.5 blant vedlegga. Om dette påverkar rangeringa kan ikkje seiast sikkert. Men både akson og dendritt òg motorisk og sensorisk nervecelle er omgrep som kan bli knytt tett opp mot kvarandre. Så det kan tyde på at spørsmåla med meir å lese i alternativa er noko vanskelegare for elevane. Her kan det tenkjast at spørsmåla ikkje var likeverdige, og dermed ikkje vart målt med dei same premissa

(Haladyna, 2012). Uansett tyder rangeringa på at motorisk og sensorisk nervecelle er ganske ukjende omgrep for dei fleste elevane som tok undersøkinga, og at mange ikkje klarte å tenkje seg fram til kva desse tyder.

Både motoriske og sensoriske nerveceller er sentrale i nervenetverka. Men òg dei nervecellene som er mellom desse, internevron, er sentrale. Dette omgrepet er ikkje nemnd i nokon av bøkene frå ungdomskulen eller vidaregåande som vart sjekka, og spørsmålet om internevron blei rangert som vanskelegare enn både motorisk og sensorisk nervecelle. Denne rangeringa kan forklarast med at internevron ikkje vart fokusert noko på i biologibøkene, medan motorisk og sensorisk nervecelle vart nemnt noko. Det kan og hende at internevron i tillegg er eit mindre forklarande omgrep enn motorisk og sensorisk nervecelle er.

5.1.6 Aksjonspotensial og terskelverdi

Spørsmåla om aksjonspotensial og terskelverdi vart rangert som like vanskelege av Rasch-modellen og fekk ein vanskegrad på 49 av 100 som vist i figur 4.1-a. Om lag like mange elevar svara rett på desse, og det er to omgrep som er sterkt knytt til kvarandre når det kjem til nervesystemet. Ein elev som forstår terskelverdi, må forstå aksjonspotensial. Når cellemembranen blir depolarisert til terskelverdien, blir eit aksjonspotensial utløyst (Sand et al., 2014). Det var og gjennomgåande at dei som svara rett på terskelverdi òg svara rett på aksjonspotensial, med nokre få unntak. Desse unntaka var nesten berre elevar som var rangert med ein logit-verdi under 49, altså det var ikkje forventa at dei skulle klare nokon av desse oppgåvene. Dette kan tyde på at dei har tippa rett på den av oppgåvene dei klarte. Ingen av lærebøkene på ungdomskulen, som er sjekka i dette prosjektet hadde nokon av desse omgrepa, men dei er godt forklart i biologibøkene. Dette gjeld både Bi 1 av Grønlien et al. (2013) og Bios 1 av Sletbakk et al. (2018). Dette kjem tydeleg fram i resultatata og. Når om lag 62% av elevane på vidaregåande svara rett på spørsmålet om terskelverdi, og berre 9% av ungdomskuleelevane klarte dette. Og på spørsmålet om aksjonspotensial var det om lag 64% som svara rett av dei frå vidaregåande, og ikkje meir enn 8% av elevane frå ungdomskulen. Så er det tydeleg at dette er omgrep, som ikkje er prioritert på ungdomskular. Det er òg tydeleg at dette er omgrep mange elevar på vidaregåande forstår, og dei hugsar. Det at desse omgrepa vart rangert som likeverdige er treng ikkje vere uventa, sidan dei er så sterkt knytt til kvarandre.

5.1.7 Nervesignal

Nervesignal var tema i to av oppgåvene i undersøkinga. Desse spørsmåla vart ikkje rangert som like vanskelege. Eit av dei vart vurdert som like vanskeleg som dendritt med ein logit-verdi på 44 av 100, medan det andre spørsmålet fekk ein logit-verdi på 50 av 100, som vist i figur 4.1-a. Spørsmåla er like, men hadde ulike alternativ. Noko som kan påverke at dei vart rangert ulikt i tabellen. Begge spørsmåla om nervesignal sa: *Hva er et nervesignal?* Desse er vist med oppgåve 5 og 12 blant vedlegga i delkapittel 8.5. I alternativa til den fyrste oppgåva er det litt færre omgrep i alternativa, enn den siste. To av dei gale alternativa i den siste inneheld omgrep som impuls og polarisering, og hadde vore rett om depolarisering hadde vore nytta i staden. Dette gjer at elevane kan ha vorte forvirra av det. Det er og fleire av dei fagleg sterkaste elevane som har bomma på dette, og svara det første alternativet, noko som kan tyde på at alternativa kan ha forvirra elevane, og dei måtte lese dei nøye for å forstå kva som er rett. Spørsmålet om nervesignal som vart rangert som enklast hadde litt færre vanskelege omgrep i alternativa, og dette kan vere ein av dei viktigaste grunnane til at det vart rangert som noko enklare. Dette kan samanliknast med rangeringa av dendritt og akson òg motorisk og sensorisk nervecelle. Også der var det spørsmålet med flest vanskelege omgrep blant alternativa som vart rangert som vanskelegast. Det er eit klart mønster i rangeringa av spørsmåla, og at måten oppgåvene er skrive på er årsaka er sannsynleg. Så det at spørsmåla ikkje er likeverdige, men inneheld nokre ulike omgrep, er ei mogleg forklaring på mønsteret (Haladyna, 2012).

Begge spørsmåla testar i tillegg om elevane veit forskjellen på straumen som me brukar til mellom anna å få lys, og straumen som blir sendt mellom nerveceller. Om dette er avgjerande for forståinga til elevane om omgrepet nervesignal er usikkert. Men bøkene frå ungdomstrinnet og vidaregåande har alle med dette. Det er og noko av det første Sand et al. (2014) nemner når dei forklarar signaloverføring mellom nerveceller. Sidan alle desse har prioritert å ta med dette vart det gjort i denne studien og. Det kunne vore interessant å sett om elevar har forståing for at det er eit elektrisk signal, og ikkje prioritert om det er av ion eller elektron. For å forstå nettverka av nerveceller, er dette truleg ikkje absolutt nødvendig, så lenge eleven veit at det er eit signal som blir sendt. Dersom undersøkinga hadde hatt eit spørsmål som spør om nervesignal som eit elektrisk signal, eller berre eit signal, kunne det mest sannsynleg blitt rangert som noko lettare.

5.1.8 Signalstimulerande og eksitatorisk

Dei to spørsmåla om omgrepa som vart rangert som vanskelegast frå Rasch-analysen var signalstimulerande og eksitatorisk. Desse tyder som nemnt tidlegare i delkapittel 3.2 det same. Spørsmålet om signalstimulerande vart vurdert som noko lettare enn spørsmålet om konseptet om eksitatoriske synapsar, men skilnaden var ikkje særleg stor. Dette var spørsmål som dei aller fleste elevane ikkje forstod, berre 19% forstod signalstimulerande, og 16% klarde å svare rett på spørsmålet om eksitatoriske synapsar. Med spørsmåla om inhibisjon og signalhemmande var dei ein klar forskjell på talet elevar som fekk til oppgåvene, medan signalstimulerande og eksitatorisk vart vurdert forholdsvis likt. Det tyder på at signalstimulerande er eit langt mindre forklarande omgrep enn signalhemmande. Det tyder òg på at det er mange elevar som veit kva hemmande tyder, men ikkje stimulerande. Dersom signalstimulerande skal bli meir sentralt i undervisinga, er det ikkje sikkert det blir enklare for elevane, sjølv om dei nyttar det «forenkla» omgrepet. Samtidig vil det vere naturleg å nytte signalhemmande og signalstimulerande, eller eksitatorisk og inhibitorisk. Det vart vurdert å bruke signalfremmande i undersøkinga, i staden for signalstimulerande. Dette vart ikkje gjort, og er ikkje blitt testa, dette mykje på grunn av at fremmande ikkje er brukt av nokon av lærebøkene. Men fremmande er mest sannsynleg meir forklarande enn stimulerande. Kva som er det beste å bruke, er vanskeleg å seie, men spesielt for ungdomskuleelevane er det nok bra å halde omgrepa så enkle som mogleg. Grunnen til dette er at dei har såpass liten forståing av nervesystemet i utgangspunktet, at dersom nye nøkkelomgrep skal inn i undervisinga er det lurt å bruke så enkle omgrep som mogleg.

Når elevar blir underviste om nerveceller og koplingane mellom dei, er det nerveceller med eksitatoriske presynapsar, som er den typen nervecelle dei oftast lærar om. Når koplingane mellom nervecellene, og dei få nettverka som er teke med i lærebøkene blir forklart, er det som oftast berre med eksitatoriske synapsar. Så nettverka viser berre at det blir sendt eit signal frå ei nervecelle til den neste, som igjen vidare sender signalet. Dette kan gjere at elevane gjerne veit kva signalstimulerande og eksitatorisk eigentleg er, men utan å kjenne til omgrepa. Rangeringa viste uansett at forståinga av desse omgrepa er låg, men sidan nokre av nettverka som inneheld eksitasjon vart rangert som enklare enn omgrepet, kan det tyde på at elevane forstår eksitasjon, utan å forstå omgrepet.

5.2 *Bruk av omgrep i naturfaget*

Utvikling av fagspråket og utvikling av den faglege forståinga er tett forbunde (Vygotskij, 2001). Eit mål i naturfaget er å gje elevane naturfagleg allmenndanning. Med dette meiner ein naturfagleg kunnskap og ferdigheiter som ein treng for å kunne «delta på arenaer der naturfagleg kunnskap og problemløysing inngår» i eigen kvardag, eller i samfunnet (Maagerø & Skjelbred, 2010). Dette inneber blant anna at elevar skal kunne lese og forstå omgrep og diagram av ei naturfagleg art som dei blir utsett for i det offentlege. Å lære naturfag forutsett det å lære det naturfaglege språket og omgrep som blir realisert gjennom naturfaglege tekstar (Skovholt, 2014). Sørvik et al. (2016) skriv om nøkkelomgrep i naturfaget. Å forstå naturfaglege omgrep er heilt grunnleggjande for at elevar skal skjønne naturfag, dette gjeld då sjølvst og med nervesystemet. Men med den mengda av fagomgrep elevar blir utsett for i mange ulike emne, er det vanskeleg for læraren å vite eller klare å velje ut kva omgrep dei skal konsentrere seg om for at elevar skal kunne forstå innhaldet. Derfor er det veldig viktig at lærarar klarar å velje ut dei rette nøkkelomgrepa, slik at elevar får ei god forståing av emnet, og samtidig ikkje blir overvelda av mengda med nye omgrep dei må lære seg. Dette er mykje av bakgrunnen til kvifor slike studie er nødvendige.

I naturfag skal elevar bruke naturfaglege omgrep til å skildre og forklare kva dei observerer (Traavik et al., 2009). For å kunne uttrykkje seg munnleg eller skriftleg i naturfag, må elevane kunne naturfaglege omgrep, og lære seg å bruke dei i språket. Men dersom det blir for mange omgrep, vil mange bli overvelda og likevel lære seg færre. I tre av dei vanlegaste naturfagbøkene for ungdomskulen får elevane presentert ei stor mengde omgrep i kapittelet om nervesystemet. Nokre bøker er raskt gjennomgått til denne oppgåva. Desse er Eureka! 9 av Hannisdal et al. (2007), Tellus 9 av Ekeland (2007), Trigger 9 av Finstad et al. (2007) og Nova 9 av Steiniger og Wahl (2014). I desse bøkene er det via mellom 13 og 15 sider til nervesystemet, og det er mellom 20 og 30 fagomgrep som det er forventa at elevane skal lære seg. Dette er alt frå akson og dendritt til hypofysen. Fleire andre omgrep blir òg presentert i samband med dømer i bøkene, som spinalpunksjon, synssenter, osv.

Omgrepa som er blitt testa i denne rangeringa er det Sørvik et al. (2016) kallar fagspesifikke omgrep. Altså omgrep som direkte kan bli knytt til eit emne eller hovudområde i naturfaget, som i dette tilfellet er nervesystemet, eller endå meir overordna kropp og helse. Desse

omgrepa er for det meste unike for nervesystemet og kroppen, noko som gjer at ein brukar dei lite i daglegtalet. Det er derfor viktig at omfang omgrep blir avgrensa, og då er det nødvendig å identifisere kva som er nøkkelomgrep, og kva elevane kan klare seg utan. Det er viktig å starte med dei mest grunnleggjande omgrepa, og heller byggje på vidare med fleire omgrep etter kvart. Dei mest avanserte omgrepa byggjer ofte på dei mest grunnleggjande, og er dei elevar opplever som mest utfordrande (Meyer & Land, 2005). Så når elevane lærer dei mest grunnleggjande og enkle omgrepa fyrst, blir det enklare for dei å oppnå ei relasjonell forståing av emnet, og dette kan vidare føre til djupnelæring. Altså det å forsøke å ha ei hierarkisk oppbygging av omgrepa, kan vere med på å gje elevar betre forståing av omgrepa (Stengrundet & Valbekmo, 2018). For å knytte dette til studien er målet at rangeringa som er lagt fram i resultatata kan vere til hjelp for å byggje opp undervisinga på denne måten. At ein introduserer dei enklaste og mest grunnleggjande omgrepa fyrst, og seinare eventuelt tek med dei meir avanserte. Her er det er viktig å påpeike at det kan vere omgrep som er rangert som ganske vanskelege som likevel kan vere heilt grunnleggjande for å få ei god forståing av nervesystemet.

Eit grunnleggjande omgrep er eit omgrep som krevst for å forstå andre omgrep. Slik som at det er vanskeleg å forstå kva terskelverdien for aksjonspotensialet er, utan å vite kva eit aksjonspotensial er. Gjennom at elevane lærer seg dei nødvendige nøkkelomgrepa, og klarar å bruke dei i språket, vil dei få ei betre forståing av naturfaglege prosessar og konsept, som i dette tilfellet er nettverka av nerveceller (Sørvik et al., 2016). Det er ynskjelege at elevar forstår fagomgrepa på ein slik måte at dei kan nytte dei for å vise si eiga forståing av fenomenet, eller emnet, som utforskast. Og at dei kan bruke omgrepet meir generelt, på tvers av, og i nye situasjonar (Bravo et al., 2008). Ei slik forståing er lettare for elevar å få, dersom læraren har klart å velja ut dei nødvendige nøkkelomgrepa til emnet, slik at mengda omgrep blir avgrensa. Dersom elevane må lære seg for mange nye omgrep vil dei få ei forståing av omgrepa som er meir prega av gjenkjenning av dei, eller at dei klarar å få ei overflatisk forståing av definisjonen. Men dersom dei klarar å anvende omgrepa, og får ei forståing av fenomenet, vil dei enklare kunne forklare kva dei tenkjer, og vise ei betre forståing av emnet.

Forklarande omgrep er, som Mork og Erlie (2010) nemner, omgrep som elevar lettare forstår. Omgrep som blir meir nytta enn andre, og omgrep som er veldig forklarande vart

rangert som enklaste, medan dei som er lite brukt og mindre forklarande var vanskelegare. Dei fleste av dei enklaste omgrepa som elevane blir introduserte for på ungdomsskulen vart rangert som dei enklaste. Medan dei omgrepa som ikkje er nemnt eller er lite nemnt i naturfags- og biologibøkene vart rangert som dei vanskelegaste. Det er nokre unntak slik som med signalhemmande og spesifikke koplingar. Desse er lite nemnt i bøkene, men likevel ganske enkle. Dette ligg nok mykje i at omgrepet i seg sjølv er veldig skildrande for kva det betyr. Ingen av omgrepa vart rangert som spesielt enkle for elevane, og fleire ungdomsskuleelevar kunne ikkje svare på nokon av spørsmåla om omgrepa. Men sidan biologielevane klarde å svare litt betre, og såpass mange svara på undersøkinga var reilabilitet god nok til å gjere ei rangering av kva omgrep som er enklaste og vanskelegaste.

Det naturfaglege språket blir ofte forenkla for elevar på skulen, og dei har derfor lite erfaring med fagterminologi. Lærarar har også ofte ei haldning til at dette kan vere vanskeleg for dei. Men dersom elevar skal lære seg å bruke naturfaglege omgrep, er det viktig at læraren er merksam på at det naturfaglege språket har ei utstrekt bruk av fagterminologi (Munkebye & Munkebye, 2013). Det at nokre viktige omgrep blir nytta er fundamentalt for at elevane skal kunne forstå samanhengar og kunne formidle naturfaget, også om nervesystemet. Derfor er det viktig at lærarar kan velje ut kva omgrep som er nødvendige for at elevane får ei god forståing av emnet. Det kan vere ulikt kva omgrep klassane som har teke denne undersøkinga har vore igjennom. Dette kjem ann på kva læraren har valt å fokusere på.

Cassels og Johnstone (1985) seier at mange elevar slit med det naturfaglege språket, og misforstår mange omgrep. Dei såg at det store talet omgrep elevane ofte blir utsett for gjer det naturfaglege språket overveldande for mange. Det at lærarar då vel ut dei mest relevante omgrepa tidleg, og heller introduserer fleire omgrep undervegs, kan gje elevar ei meir tilfredsstillande forståing av prosessane til slutt, og kanskje eit større tal med faglege omgrep. Lærarane til klassane som har vore med i denne undersøkinga har fokusert på litt ulike omgrep og konsept når dei har undervist om nervesystemet. Nokre har fokusert på å nøye gå inn på korleis overføringa av nervesignal skjer og introdusert elevane for mange omgrep, medan andre har ikkje prioritert omgrepa og dette like mykje. Pensumet frå bøkene har likevel styrt mykje av kva dei har lært bort, så dei fleste ungdomsskuleelevene har vore gjennom så å seie det same. Dei aller fleste vidaregåandelevane har òg fått ei forholdsvis lik innføring om

nervesystemet. Ingen av lærarane hadde fokusert noko særleg på nevrale nettverk, så at dei jamt over vart rangert som vanskelegare enn omgrepa er ikkje så uventa.

5.2.1 Misoppfatningar om nervesystemet

Det er ein del omgrep som er viktige i nokre nettverk, men som ikkje er like sentrale i andre. I nettverka frå denne undersøkinga er det til dømes inhibitorisk, som er sentralt i blant anna nettverket med knerefleks med inhibisjon, vist med figur 3.3-b, men ikkje viktig i knerefleks utan inhibisjon, vist med figur 3.3-a. Det er nokre omgrep som er absolutt nødvendige i alle desse nettverka, og dermed er dei mest grunnleggande omgrepa. Dette er omgrep som spesifikke koplingar og nervesignal. Dette er omgrep som bør prioriterast i undervisinga, for å gje elevar moglegheit til å få ei god forståing av emnet. Dei av desse omgrepa som vart rangert om enklast i tabell 4.1-a etter Rasch-analysen kan då vere naturlege omgrep å lære vekk til elevane fyrst. Slik som Wellington og Osborne (2001) seier så er det viktig at elevar lærer seg dei minst avanserte omgrepa fyrst, og deretter byggjer på med dei meir avanserte omgrepa seinare. Mange misoppfatningar er utbreidd når det kjem til hjernen og nervesystemet. For å betre kunnskapen til folk flest og spesielt elevar om dette emnet, er utdanning om det med gode opplegg viktig (Macdonald et al., 2017). For å kunne gje elevar ei god forståing må dei kunne dei mest grunnleggjande omgrepa. Dersom ein elev skal kunne forklare kva som skjer i eit nettverk av nerveceller er det visse omgrep som er absolutt nødvendige for at dei skal kunne forklare det. Dette er nokre bestanddelar på nervecellene, og omgrep knytt til nervesignal.

5.3 Rangeringa av spørsmål om nettverk

Det andre forskingsspørsmålet sa: Kva nervenetttverk blir rangert som dei lettaste og vanskelegaste for elevar på ungdomskulen og på biologi på vidaregåande? I dette delkapittelet blir svaret på dette gitt, og drøfta. Å forstå korleis nervesystemet styrar prosessar i kroppen handlar om å forstå nervenetttverk. Nokre av desse er meir komplekse enn andre. Typen nervenetttverk ein lærar vel å undervise om, avhenger av korleis nivå av forståing han meiner elevane bør ha. Dei meir komplekse nervenetttverka krev at elevane har kunnskap om fleire omgrep enn dei enklare nettverka. Med å rangere spørsmåla om omgrepa og nervenetttverka kan ein få ei oversikt over kva omgrep som er nødvendig og tilstrekkeleg for å forstå ulike

nervenettverk. Dette kan derfor gjere det enklare for lærarar å velje ut kva omgrep og nervenettverk dei vil bruke i undervisinga si.

Spørsmåla om nettverka vart jamt over rangert som vanskelegare enn spørsmåla om dei fleste omgrepa. Dei vanskelegaste omgrepa vart rangert som noko vanskelegare enn dei enklaste nettverka, men dei tre vanskelegaste nettverka, vart rangert som vanskelegare enn alle omgrepa. Dei fleste elevane som har svara godt på spørsmåla om nettverka, har og svara godt på spørsmåla om omgrepa. Det er nokre få som er spesielt gode på nettverka, utan å ha klart noko særleg av omgrepa. Det kan vere at nokre av dei har vore heldige og tippa nokre av nettverka rett, som er noko av fara med fleirvalsoppgåver som innsamlingsmetode (Persson, 2017). Elevane kan og forstå konseptane bak omgrepa utan å vite kva omgrepa er. Då vil dei likevel kunne forstå systemet i nettverka, utan å vite til dømes kva ein synapse eller eit akson er. Dette gjeld berre eit fåtal av elevane, og ikkje nok til at Rasch-analysen gav noko stort utslag på det. Elevane som fekk mest misfit i analysen var likevel desse elevane, som klara nettverksspørsmål og ikkje omgrepsspørsmåla.

Det å kunne bruke omgrep er sentralt for å gje mening til faget, òg er sentralt i læringa. For å kunne gje mening til faget er forståing av prosessar noko av det viktigaste. Dersom elevane lærer seg å forstå prosessar, vil dei få ei djupare forståing av faget, og sjå samanhengar mellom ulike prosessar (Mortimer et al., 2003). Det å lære om prosessar kan vere til hjelp som generelle reiskap for problemløysing, og kan gje ei djupare forståing av faget og emna (Sjøberg, 2009). Elevane kan få meir djupnelæring, som er sentralt i den nye fagfornyinga (Regjeringa, 2019). Djupnelæring var ikkje like sentralt i kunnskapsløftet frå 2006, der var det meir fokus på å gjere greie for og å skildre (Utdanningsdirektoratet, 2006). Tanken bak å bruke nettverka av nerveceller, som vart rangert etter vanskegrad i denne undersøkinga, er å gje elevar større forståing av korleis nervecellene fungerer, og bidra til meir djupnelæring i faget. Meir djupnelæring vil føre til betre forståing, og gjennom betre forståing vil det vere lettare å bli kvitt misoppfatningane om nervesystemet (Papadatou-Pastou et al., 2017). For å kunne begynne å bruke desse nettverka i undervising må ein sjå kor forstålege dei er, og kva nøkkelomgrep elevane likevel bør kunne, for å forstå nettverka på ein god måte.

5.3.1 Knerefleks med og utan inhibisjon

Spørsmålet om knerefleks med inhibisjon vart som nemnt rangert som det enklaste nettverket i undersøkinga. Knerefleks er det einaste nettverket av dei som er teke med i undersøkinga, som er nytta som døme i skulebøkene, men då utan inhibisjon. Dette er til gjengjeld nytta som døme i dei aller fleste, og er saman med ein tilbaketrekkingsrefleks, det vanlegaste dømet i dei aktuelle bøkene. Ein av grunnane til at flest klarar nettverket med knerefleks er nok at det er eit kjent nettverk frå før. Det er som nemnt nytta som døme allereie i fleire av naturfagbøkene på ungdomstrinnet. I tillegg er spørsmålet stilt med eit forklarande spørsmål, noko som kan ha påverka resultatet. Figuren som vart nytta i undersøkinga er vist med figur 3.3-b. Det vart som vist i figur 4.2-a gitt ein logit-verdi på 46 av 100. Det var forventa at nettverket med knerefleks utan inhibisjon skulle bli rangert som lettare enn nettverket for knerefleks med inhibisjon, sidan det inneheld ein komponent mindre, og berre eksitatoriske synapsar. Som nemnt er dette spørsmålet stilt med eit forklarande spørsmål, noko som kan ha påverka målinga. I tillegg kan det vere at elevar som ikkje har særleg god forståing av eksitasjon og inhibisjon, kan ha vurdert begge desse nettverka som ein vanleg knerefleks.

Spørsmålet om knerefleks med inhibisjon vart vurdert som vanskelegare enn ein del av omgrepa. Det vil seie at dei fleste elevane som klarte å svare rett på spørsmålet om knerefleks med inhibisjon, også svarta rett på spørsmåla om omgrepa som vart rangert som enklare. Dette var mange av dei mest grunnleggjande omgrepa om nerveceller og nettverk, og som er sentrale når det kjem til forståing av nervesystemet. Desse er spørsmålet om funksjonen til nervecella, signalhemmande, bestanddelane på ei nervecelle som akson, dendritt og cellekropp, synapse, spesifikke koplingar og nervesignal. Mange av dei som forstod knerefleksnettverket med inhibisjon forstod òg motorisk nervecelle. Det kan derfor tyde på at elevar som kan desse omgrepa, har ei betre føresetnad til å forstå knerefleks med inhibisjon enn andre. Dette stemmer overeins med det Wright og Stone (1979) skreiv når dei snakkar om korleis det er forventa at elevar som blir vurdert til eit kunnskapsnivå, ofte klarar dei oppgåvene som er rangert lågare enn dei. Elevane som forstod knerefleks med inhibisjon, kan derfor i stor grad dei nemnde omgrepa.

Spørsmålet om nettverket for knerefleks utan inhibisjon vart av Rasch-modellen vurdert til ein logit-verdi på 51 av 100. Dette er vist i figur 4.2-a. Dei fleste elevane som fekk til dette

nettverket fekk med andre ord til dei same spørsmåla om omgrepa som ved knerefleks med inhibisjon. I tillegg kunne dei fleste av dei som klarte knerefleks utan inhibisjon også aksjonspotensial og terskelverdi. Dette stemmer med det Wright og Stone (1979) skriv, at elevane som er forventa å klare denne oppgåva i stor grad gjorde det. Dette nettverket blir eit slags testnettverk for å sjå om elevane faktisk forstår nettverket, eller om dei tenkjer på knerefleks med inhibisjon når dei ser eit nettverk i beinet. 27% av elevane har svara alternativet som snakkar om knerefleks med inhibisjon når dei svara på spørsmålet om knerefleks utan inhibisjon. Medan 31% har svara det rette alternativet. Det kan derfor tyde på at fleire av dei som har svara rett på spørsmålet om knerefleks med inhibisjon, har gjort dette fordi dei kjenner att nettverket, og ikkje fordi dei forstår det. Nettverket for knerefleks med inhibisjon inneheld som nemnt ein komponent meir enn knerefleks utan inhibisjon, og krev kunnskap om inhibisjon. Dette er då mest sannsynleg eit vanskelegare nettverk, sjølv om det ikkje vart rangert som det. Sidan 40% svara rett på nettverket om knerefleks med inhibisjon, og 31% svara rett på knerefleks utan inhibisjon, kan det tyde på at minst 9% av dei spurte berre kjende att nettverket for ein vanleg knerefleks, utan å forstå det. Elevane som hamna innanfor desse 9% har og i liten grad klart spørsmålet om inhibisjon. Dette er og eit teikn på at dei då ikkje forstår nettverka, men berre kjenner dei att. Dei resterande har meir sannsynleg forstått det. Mange av desse fekk og til spørsmålet om inhibisjon.

5.3.2 Nervenettverk for visuell deteksjon av retningsbestemt rørsle

Spørsmålet om nettverket for visuell deteksjon av retningsbestemt rørsle, blir som vist i figur 4.2-a gitt ein logit-verdi på 58 av 100. Altså ein god del vanskelegare enn nettverka for knerefleksane. Det er ikkje særleg overraskande, sidan det inneheld fleire komponentar enn dei to føregåande, og det mest sannsynleg er eit ukjend nettverk for elevane. Dette gjeld alle dei resterande nettverka. 21% av elevane klarde å svare rett på nettverket for visuell deteksjon av retningsbestemt rørsle. Dei som fekk til dette fekk i stor grad òg til omgrepa som er rangert som lettare enn nettverket. Alle som er rangert opp til og med internevron i figur 4.1-a. Dette er ynskjeleg i ei Rasch-analyse, slik som Wright og Stone (1979) forklarar. Det er ikkje gjennomgåande at desse elevane har forstått signalstimulerande og eksitatorisk. I utgangspunktet krev dette nettverket at eleven forstår konsept, altså innhaldet, som ligg i omgrepa inhibisjon og eksitasjon i praksis, samt at korleis nervecelle som fyrst sender signal, har betydning. Det krev òg at eleven forstår spesifikke koplingar. Dette stemmer ganske godt overeins med Rasch-analysen. Berre eksitasjon og signalstimulerande av desse omgrepa vart

rangert som vanskelegare enn nettverket. Men dette er omgrep som det kan tyde på at mange elevar kjenner til konseptane i, utan at dei kan relatere det til omgrepa. Dette kan tyde på at nervenetverka kan bidra med ein kontekst som kan hjelpe elevane med å forstå enkeltkomponentane i nettverka. Om dette stemmer er nervenetverk ein god måte å bidra til ei djupare forståing av nervesystemet, altså bidra til djupnelæring. Dette er eit viktig punkt i den nye fagfornyelsen (Regjeringa, 2019).

Spørsmålet til nettverket for visuell deteksjon av retningsbestemt rørsle er eit forklarande spørsmål. Elevane fekk vite kva som skjer i nettverket, og måtte velje alternativet som forklarte kvifor. Mork og Erlie (2010) snakka om at forklarande omgrep er enklare å forstå. Det er mogleg at dette og gjeld spørsmåla. Det skal mykje til at dette er ein stor faktor, men det kan sjølvstundt påverke resultatet til ei viss grad. For å få eit godt svar på dette burde ein hatt ei liknande undersøking der nettverka som kvart stilt med eit forklarande spørsmål vart stilt med eit «kva skjer» spørsmål, og omvendt.

5.3.3 Vestibulo-ocular refleks

Dette nettverket viser at auga snur seg motsett veg av hovudet når me vrir på det, og er noko elevar som lærar om det, kan teste ut. Det er slik som med nettverket for visuell deteksjon av retningsbestemt rørsle, eit nettverk, som ikkje er nytta som døme i lærebøkene. Spørsmålet om nettverket vart vurdert til ein logit-verdi på 62 av 100, som vist i figur 4.2-a. Det vil seie at det er berre eksikatorisk av omgrepa, som er vurdert som vanskelegare enn dette nettverket. Det krev ikkje noko meir kunnskap om omgrep og funksjonar enn nettverket for visuell deteksjon av retningsbestemt rørsle, men det inneheld fleire komponentar, noko som kan vere med å påverke at det vart vurdert som vanskelegare. Spørsmålet om nettverket for visuell deteksjon av retningsbestemt rørsle vart òg som nemnt vinkla på ein annan måte enn nettverket med vestibulo-ocular refleks, der svaret vart gitt i spørsmålet, og eleven måtte forklare kvifor. Spørsmålet om nettverket med vestibulo-ocular refleks vart stilt på ein meir tradisjonell måte, altså om kva som skjer, ikkje kvifor. Men elevar som har kjennskap til dei fleste omgrepa klarde å svare på dette, noko som tyder på at det er ein klar samanheng mellom elevar som kan omgrepa, og elevar som kan nettverket også her.

5.3.4 Nervenettverk for å sjå kontrastar betre

Spørsmålet om nettverket som illustrerer kvifor me ser kontrastar godt vart vurdert, som vist i figur 4.2-a, som det nest vanskelegaste nettverket. Det var og vanskelegare enn alle spørsmåla om omgrepa. Biletet som vart nytta til dette spørsmålet er vist med figur 3.3-f. Dette nettverket krev kunnskap om mange omgrep knytt til nerveceller, og inneheld mange komponentar. Spørsmålet om dette nettverket er som ved knerefleks med inhibisjon og nettverket for visuell deteksjon av retningsbestemt rørslle, eit forklarande spørsmål, der det blir spurt om kvifor det skjer. Men dette nettverket var vurdert til ein logit-verdi på 66 av 100, og det var berre 12% av dei spurte som klarte det. Så det er uansett få av elevane, både på ungdomsskulen og på vidaregåande, som forstod dette nettverket.

Også med dette nettverket er det gjennomgåande at dei få elevane som har svara rett på om lag alle spørsmåla om omgrepa, har klart dette. Det tyder på at dei elevane som har best omgrepsforståing, også lettare forstår korleis nettverka fungerer. Gjennom at elevane lærer seg dei nødvendige nøkkelomgrepa, og klarar å bruke dei i språket, vil dei få ei betre forståing av naturfaglege prosessar og konsept (Sørvik et al., 2016). Dette stemmer godt overeins med det resultatata frå undersøkinga viser. Om desse elevane forstår nettverka betre fordi dei har betre forståing av samanhengar og nettverk enn dei andre, eller om dei klarar å bruke kunnskapen dei har om konsepta frå før, til å forstå nettverka kan ein ikkje seie sikkert. Men det er ein tydeleg korrelasjon her, noko som tyder på at omgrepsforståinga og nettverksforståinga heng saman.

5.3.5 Nervenettverk for lokalisering av lydkjelde

Spørsmålet om nettverket for lokalisering av lydkjelde vart som vist i figur 4.2-a rangert som det vanskelegaste nettverket, og var naturlegvis vanskelegare enn alle spørsmåla om omgrepa. Nettverket er vist med figur 3.3-e. Det vart vurdert av Rasch-modellen til ein logit-verdi på 73 av 100, noko som er veldig høgt når det kjem til fleirvalsoppgåver. Berre 8% av alle elevane klarde å svare rett på dette. Spørsmålet om nettverket for lokalisering av lydkjelde er eit meir tradisjonelt spørsmål, der det er spurt om kva internevron som kjem til å sende signalet vidare dersom lyden treff venstre øyra før det høgre øyra. Nettverket inneheld ingen inhibitoriske synapsar, noko som burde gjere det noko lettare. Det som er spesielt med det er at elevane må skjønne at når nervesignalet blir sendt, og distansen det blir sendt har noko å seie for når det

kjem fram. Altså at når eit nervesignal fyrst blir sendt frå øyre til venstre, og litt etter blir sendt frå øyre til høgre, vil dei møtes nærare øyre til høgre. Her kjem forståing for tid, distanse og dermed hastigheita på nervesignal inn. Dette er ikkje fokusert på i lærebøkene, og då mest truleg heller ikkje i undervisinga.

Det at det var så få som svara rett på dette spørsmålet kan tyde på at det er spørsmålet, eller alternativa som har forvirra mange av elevane. Ein stor del av dei som har svara rett på dette har i følgje Rasch-analysen ikkje det nødvendige kunnskapsnivået til å klare det. Det kan derfor tyde på at dei har tippa, og svara rett av den grunnen. Dette kan sjåast i outfit MNSQ oversikta i figur 4.6-a, og som nemnt i delkapittel 3.5.4 om misfit, har dette spørsmålet fått noko høg misfit-verdi. Denne verdien vil som Wright og Stone (1979) skriv, vise at det ikkje nødvendigvis er noko særleg mønster i kva elevar som klarar dette spørsmålet og ikkje. Spørsmål 22 spør:

For at internevron 1, 2 og 3 (de som er ringet rundt) skal sende nervesignalet vidare må de motta input fra to nerveceller samtidig. Hvilket av de tre internevronene sender nervesignalet vidare dersom en lyd kommer fra venstre (treffer venstre øre før det treffer høyre)?

- Alle internevronene vil sende nervesignalet vidare
- Internevron nr. 1, altså det til venstre vil sende nervesignalet vidare
- Internevron nr. 2, altså det i midten vil sende nervesignalet vidare
- Internevron nr. 3, altså det til høyre vil sende nervesignalet vidare
- Vet ikke

Det kan vere fleire grunnar til at dette spørsmålet har fått ein litt høg verdi på outfit i tabellen. Det kan vere at fleire av dei antatt svakare har klart å tippa rett på spørsmålet, noko som elev-misfit tabellen viser klart. 9 av elevane som hamna i denne tabellen, som viser dei mest uventa responsane, har svara rett på dette, utan å ha svara rett på noko særleg anna. Det vil seie at det mest sannsynleg ikkje er meir enn 10 av 245 elevar som har forstått dette, sidan det berre var 19 elevar som i utgangspunktet klarde det.

Ei mogleg forklaring på kvifor det er så få som har fått til dette, kan vere at det ikkje er spesifisert i figuren kva som er høgre eller venstre øyre. Dette kan mistolkast sidan elevane kan sjå på det frå sin høgre og venstre, eller frå nettverket sin høgre og venstre. Dersom elevane har tolka det feil slik, er det alternativ 2 som er det riktige. Dette er det 22% av dei spurte som har valt. Dette er det alternativet utanom «veit ikkje» som er mest valt, og det kan tyde på at fleire har mistolka spørsmålet. Mange av dei elevane som har blitt rangert som sterkast har òg svara dette, noko som tyder på at spørsmålet, og biletet vist med figur 3.3-e, ikkje gav elevane eit konkret nok spørsmål. Eit enkelt tiltak her hadde vore å skrive på kva som er venstre og høgre øyre. Alternativa seier likevel noko om kva internevron som er til høgre og venstre. Så dersom ein lesar både spørsmålet og alternativa godt, er det mogleg å forstå kva som er rett. Om dette nettverket er så vanskeleg som Rasch-modellen viser, eller om målinga har blitt noko feil, kan eg ikkje seie sikkert. Mange elevar har òg svara at alle internevrona vil sende signalet vidare, eller at internevron 2 vil gjere det. Dette tyder på at mange ikkje forstår nettverket. Ei ny måling av dette, der kva som er høgre og venstre øyret er spesifisert, ville nok ha vore det ideelle, men det har ikkje vore mogleg å fått gjort i denne studien.

5.3.6 Spørsmåla

Tre av dei seks spørsmåla om nervenettverk vart stilt på ein meir forklarande måte. Dette var spørsmåla om knerefleks med inhibisjon, nettverket for visuell deteksjon av retningsbestemt rørsle og nettverket for å sjå kontrastar godt. Spørsmåla til desse er vist med oppgåve 19, 21 og 23 i delkapittel 8.5 blant vedlegga. I desse får elevane gitt funksjonen til nervenettverket, og må forklare kvifor det skjer. Spesielt nettverket for knerefleks med inhibisjon burde vere vanskelegare enn nettverket for knerefleks utan inhibisjon. Grunnen til dette er at det inneheld fleire komponentar. Dei to andre nettverka med forklarande spørsmåla, vart rangert som ganske vanskelege uansett. Men det kan likevel vere at dei vart rangert som litt enklare enn dei eigentleg er. Dette kan ikkje seiast sikkert sidan det ikkje er noko særleg å samanlikne med. Men det er naturleg å tenkje at desse spørsmåla ikkje er likeverdige, og derfor kan målinga av dei ha blitt påverka av dette (Haladyna, 2012). Uansett kan det vere at denne måten å stille spørsmålet på har påverka resultatet noko. Spesielt målinga av knerefleksane tyder på at dette hadde innverknad.

5.4 Målinga

Rasch-modellen gjer, som andre analyseverktøy, mange verdier som seier noko om undersøkinga. Til dette prosjektet vart dei mest sentrale for å kunne gjere ei god måling av omgrepa og nettverka av nerveceller valt ut. Nokre av desse er typiske for Rasch-modellen, dette er misfit og logit-verdien, som blei gitt i rangeringa av spørsmåla og elevane. Medan andre er fundamentale i all kvantitativ måling, som reliabilitet og validitet (Ringdal, 2013). Kva desse verdiane er, vart lagt fram i metoden, og sjølv verdiane vart presentert i resultatet. Rasch-modellen gjorde målingar av kor vanskelege spørsmåla, og kor flinke elevane var. Dette vil seie at den indirekte måler vanskegraden til omgrepa og nettverka. I denne delen blir verdiane drøfta litt djupare, og det blir fokusert ekstra på verdiane som var litt utanfor dei anbefalte rammene.

5.4.1 Representativt utval

Det at elevane frå vidaregåande er spreidd utover ulike skular, og i litt ulike områder styrkar sjansen for at utvalet er representativt. I lærebøkene som elevane som har teke denne undersøkinga nyttar, samt andre lærebøker som er brukt på andre skular rundt om i landet, blir dei introduserte for mange ulike omgrep knytt til nervesystemet. Om utvalet som er med på undersøkinga er representativt for Noreg er vanskeleg å seie. Det er ikkje mogeleg å vere 100% sikker på det med mindre alle elevane på 10. trinn og på biologi på vidaregåande hadde teke den. Om andre klassar i landet har nytta andre lærebøker vil det og kunne påverke kva omgrep dei tykkjer er vanskelege og lette. Så dersom ein annan skule der dei nyttar andre lærebøker hadde blitt testa, kunne dette ha påverka rangeringa. For å få eit betre utval kunne undersøkinga vore frå skular som nyttar alle dei ulike læreverka. Men dei vanlegaste lærebøkene i naturfag i på 9. trinn, Nova 9 av Steineger og Wahl (2014), Eureka! 9 av Hannisdal et al. (2007), Tellus 9 av Ekeland (2007), Trigger 9 av Finstad et al. (2007) og Nova 9 av Steineger og Wahl (2014), går alle gjennom mykje av det same når det kjem til nervesystemet. Det er berre små variasjonar på utvalet av omgrep og nettverk som dei presenterer. Problemstillinga spør ikkje om kor flinke elevane i Noreg er eller kva dei kan, men den vil gjere ei god rangering av omgrepa og nettverka av nerveceller. Utvalet til undersøkinga er ikkje optimalt, men talet elevar som har teke den er ganske høgt. Og det at alle læreverka går gjennom mykje av det same er og med på å styrka sjansen for at analysen er valid og reliabel.

5.4.2 Fråfall

For å sikre at elevane som tok undersøkinga kunne svare på spørsmåla var det nokre elevar i kvar klasse på 10. trinn som ikkje var med på den. Dette var elevar som av ein eller annan grunn ikkje har hatt undervisning om nervesystemet, eller som av læraren vart rekna som for fagleg svake til å kunne svare på undersøkinga. Alle elevane på vidaregåande som var til stades i timen undersøkinga vart teken, tok den. Desse elevane er elevar som har valt å jobbe med dette temaet, og som jamt over er fagleg sterkare enn 10. klassingane. Elevar som ikkje var til stades dagen undersøkinga vart teken, har ikkje teke den seinare heller. Dette gjeld både for 10. klassingane og biologielevane. Dette gjer at det er eit lite fråfall frå det potensielle talet som kunne fått til å ta undersøkinga. Her er det snakk om eit veldig lite tal med elevar, men det kan likevel ha påverking på resultatet. Ein av grunnane til at ikkje desse elevane fekk ta undersøkinga seinare er at det er tidkrevjande å reise rundt igjen for å gjere dette for så få elevar. Ein anna grunn er at det heller ikkje lett å få fleire timar frå lærarane til å gjennomføre ei undersøking, som gjer at dei mistar undervisningstid med klassane sine. Som nemnt er ikkje dette talet stort, så sannsynet for at det har noko særleg innverknad på resultatet er liten. Dette fordi det er tilfeldig fråfall, altså dei som er vekke frå skulen den dagen (Ringdal, 2013).

5.4.3 Feilkjelder

Når det blir gjort ei undersøking, både kvalitativt og kvantitativt er det mykje som kan vere med på å påverke resultatet (Ringdal, 2013). Denne undersøkinga vart teken på papir, og seinare vart resultata skrive inn på pc. Når dette blir gjort manuelt er det mogleg at det kan skje avlesingsfeil, eller at det har blitt skrive feil inn på dokumentet. Men resultata vart skrive inn på pc-en to gonger, og deretter vart desse resultata samanlikna. Dette er med på å minimere sjansen for at slike feil skjer. Det er uansett ein sjanse for at det kan ha skjedd nokre mindre feil, men sjansen for at det eventuelt påverkar resultatet noko nemneverdig er minimal. På spørsmål der det av ein eller anna grunn har vore vanskeleg å forstå korleis alternativ eleven har valt, er det lagt inn at eleven ikkje har svara på spørsmålet. Med desse tiltaka er det ein veldig liten sjanse for at målinga og avlesinga blir feil, og det styrkar truverdigeheita til prosjektet.

Ei anna potensiell feilkjelde kan vere at elevar ikkje har gjort sitt beste i undersøkinga. Alle elevane som tok den både dei på ungdomskulen, og på vidaregåande, viste at dei ikkje blei vurderte i denne undersøkinga, og at det var frivillig å ta den. Så om elevane gjorde det godt eller dårleg i den, vil ikkje ha noko betyding for dei. Nokre elevar kan ha svart dårlegare enn dei potensielt kan, eller gått lei i løpet av undersøkinga, og derfor blitt registrert som svakare. Det er ikkje noko mønster i resultatet som tilseier at spørsmål som kjem seint i undersøkinga er vanskelegare enn dei som vart spurt om tidleg. Om nokre elevar ikkje har gjort sitt beste er vanskeleg å vite, og dette kan påverke resultatet noko.

I fleire av spørsmåla er to og to alternativ ganske like. Dersom alternativa ikkje er like lette eller vanskelege kan vere med å hjelpe elevar, som eigentleg ikkje kan svaret på spørsmålet, til å svare rett likevel (Haladyna, 2012). Dersom dei klarar å eliminere to av alternativa, er sjansen for at dei tek rett blitt 50% i staden for 25%. Dette kan gjere at enkelte omgrep eller nettverk, der alternativa er delt opp på denne måten, kan ha blitt rangert som litt enklare enn dei eigentleg er. Det er vanskeleg å vite om dette har påverka resultatet noko, eller om det ikkje har hatt noko særleg å seie. For å finne ut av det må det gjerast fleire liknande undersøkingar. Uansett vil ikkje dette påverke resultatet veldig mykje, sidan elevane som klarar å eliminere slike alternativ, stort sett er fagleg sterke elevar som likevel kunne svara godt på dei.

5.4.4 Reliabilitet og validitet

For å heve både spørsmålsreliabilitet og elevreliabilitet ytterlegare måtte omgrepa og spørsmåla vore meir normalfordelt. Som nemnt i kapittel 3.1.2 om Rasch-modellen er dette noko som er ynskjeleg i ei Rasch-analyse (Wright & Stone, 1979). Dette er viktigast, dersom det er elevane som skal rangerast, og ikkje omgrepa og nettverka. Det var mange elevar, særleg 10. klassingar som ikkje fekk til noko særleg. Dette gjer at det ikkje er gjort noko mål på kva dei eigentleg kan, slik at det blir vanskeleg for analysen å rangere dei etter kunnskapsnivå. Men sidan dei nødvendige omgrepa ikkje berre kan endrast, og det å fjerne 10. klassingane vil gje eit litt lite tal med elevar, og dermed svekke reliabiliteten til analysen, vart ikkje dette gjort. Og med, som nemnt i delkapittel 4.4, ein spørsmålsreliabilitet på 0,97, er det ikkje nødvendig å heve denne noko særleg meir. Sidan den allereie er såpass sikker. Det å få undersøkinga til å bli 100% reliabel og valid er ikkje mogeleg, men verdiane den fekk var

tilfredsstillande nok (Wolfe & Smith, 2007). Elevreliabiliteten hadde nok blitt heva dersom alle elevane i undersøkinga var frå vidaregåande, i staden for ei forholdsvis jamn fordeling mellom ungdomstrinn og vidaregåandeskule. Sidan det denne oppgåva skal svare på er ei rangering av omgrepa og nettverka, er ikkje rangeringa av elevane så viktig. Dermed er det spørsmålsreliabiliteten som er klart viktigast, og det er då ikkje nødvendig å gjere undersøkinga på nytt sidan denne allereie er så god. Det at elevane kunne velje eit «veit ikkje» alternativ er og med å styrke reliabiliteten. Grunnen til dette er at elevane ikkje tener på å tippe når resultatet på undersøkinga ikkje har noko å seie for dei sjølv. Så mange vil då vere meir ærlege når dei ikkje veit kva svaret er, og dette gjer målinga meir reliabel (Fowler, 2008).

5.4.5 Dimensjonalitet

Analysen vart som nemnt i delkapittel 4.5 i resultatata rangert som ein-dimensjonal. Dette gjer at alle spørsmåla kan målast i den same analysen (Bond & Fox, 2015). Både nettverka og omgrepa kan målast på dei same premissane. Dette gjer at rangeringa som er vist i resultatata er mogleg. At undersøkinga er ein-dimensjonal tyder òg på at det er korrelasjon mellom oppgåvene (Ringdal, 2013). Altså denne målinga seier at det er statistisk samanheng mellom variablane som blir målt. Då blir det mogleg å sjå kva omgrep som er lettare og vanskelegare enn dei ulike nettverka, og samanlikne målinga av desse.

5.4.6 Misfit

Alle spørsmåla fekk infit MNSQ-verdiar som er godt innanfor krava. Desse låg på mellom 0,81 og 1,19, som nemnt i delkapittel 4.6.1. Dette er godt innanfor grenseverdiane på 0,7 og 1,3 noko som tyder på at målinga av oppgåvene er god (Bond & Fox, 2015). Outfit MNSQ-verdiane var stort sett godt innanfor krava til Linacre (2019) på mellom 0,5 og 1,5. Tre av nettverka skilte seg litt ut her, som vist i figur 4.6-a. Spesielt nettverket for lokalisering av lyd kjelde. Dette vart drøfta i delkapittel 5.3.5. Nettverket som viser kvifor me ser kontrastar godt og nettverket som viser vestibulo-ocular refleks, kom og litt over grenseverdien på outfit MNSQ. Grunnen er mykje den same som med nettverket for lokalisering av lyd kjelde, at nokre av dei svakaste har klart å tippe rett svar på dette. Derfor er infit verdien den viktigaste på desse oppgåvene, sidan Rasch-modellen klarar å ta omsyn til dette når den rangerar både elevar og spørsmål. Verdiane er likevel verdt å merke seg, sidan dei skaper litt usikkerheit

rundt målinga av desse nettverka. Usikkerheita på nettverket for lokalisering av lyd kjelde er såpass stor at målinga av den ikkje er særleg truverdig. Dei to andre nettverka er såpass lite over, at dei kan målast forhaldsvis trygt (Linacre, 2019).

26 av 245 elevar fekk som nemnt i delkapittel 4.6.2 ein outfit MNSQ verdi utanfor det anbefalte på 0,5 til 1,5 (Linacre, 2019). Alle elevane kom innanfor dei anbefalte verdiane på mellom 0,7 og 1,3 på infit MNSQ (Wright & Stone, 1979). Dette treng derfor ikkje drøftast vidare, sidan dette seier at målingane er sikre. Nokre av dei 26 elevane som hamna utanfor det anbefalte på outfit MNSQ var frå vidaregåande, og mange var frå ungdomskulen. 23 av desse er elevar som nesten ikkje har svara rett på nokon av spørsmåla, men som mest sannsynleg har klart å tippe rett på eit av dei vanskelegaste. Som til dømes eleven som har svara feil på alle oppgåvene, utanom nettverket for lokalisering av lyd kjelde. Ein kan ikkje med 100% sannsyn seie at dette er tipping, men det er likevel lite sannsynleg at eleven kan dette nettverket. Tre av elevane er sterke elevar frå biologi som har bomma på enkle spørsmål. To av dei har til dømes svara dendritt i spørsmålet som spør om akson. Slike feil kan ofte førekomme, og verdiane på dette er ikkje langt over det som kan akseptrast. Slik misfit, særleg med fagleg svake elevar som treff på vanskelege oppgåver, vil førekomme når det er fleirvalsoppgåver og ei noko større variasjonsbreidd kan akseptrast (Bond & Fox, 2015). Ei analyse der elevane som hamna utanfor dei anbefalte outfit MNSQ verdiane vart testa ut, men gav ikkje noko utslag på rangering av spørsmåla, og nesten ikkje noko utslag på reliabiliteten. Desse vart derfor inkludert i analysen.

5.5 Rasch modellen

Det tredje forskingsspørsmålet sa: Kor godt fungerer Rasch-modellen til å gjere ei rangering av kunnskap i emnet nervesystemet? Dette blir vidare diskutert i dette delkapittelet. Rasch-modellen har blitt nytta i mange andre prosjekt, men lite i naturfag. Døme på eit anna prosjekt med Rasch-analyse er Klegseth (2018). I denne delen av oppgåva blir derfor Rasch-modellen drøfta. Korleis den fungerte til dette prosjektet, om den fungerte bra eller dårleg. Kva dei sterke sidene med Rasch-modellen er i slike prosjekt, og om eventuelle svake sider.

Rasch-modellen er spesielt mykje nytta i matematikk, langt mindre utbreidd i andre fag. Den seier at det er to parameter som avgjer kor godt ein person klarar å svare på ei oppgåve. Dei to parametrane er personen sin kompetanse og vanskegrada til oppgåva (Boone & Noltemeyer, 2017). Rasch-modellen brukar IRT, som går ut frå at det er ein samanheng mellom ein person sitt kompetansenivå, og den same personen sin respons på ei oppgåve (Cohen et al., 2011). Denne måten å måle på, rangerer ikkje berre elevane etter ferdigheiter, men òg oppgåvene etter kor vanskelege dei er. Denne rangeringa treng ikkje berre å vere aktuell i matematikk, og det var derfor interessant å teste korleis den fungerte til å rangere naturfaglege omgrep og nettverk. Ei av årsakene til at den ikkje er like mykje brukt i andre fag kan vere at den verkar avansert. Det er mange formlar som forklarar modellen, og korleis den kjem fram til dei ulike verdiane, og desse formlane kan blir for avanserte til at ein del kan forstå dei. Dei fleste analyseprogram for kvantitative oppgåver nyttar avanserte matematiske modellar, som kan vere krevjande å sette seg inn i. Rasch-modellen forklarar godt kva dei ulike verdiane seier, så om ein ikkje klarar å sette seg heilt inn i korleis den kjem fram til verdien, er meininga bak den, godt forklart. Wright og Stone (1979) og Linacre (2019) gjer begge klare retningslinjer på korleis ein bør bruke verktøyet, og kva meininga er med alt ein får opp i resultata. Det å skulle sette seg inn i alle formlane er ikkje nødvendig.

5.5.1 Rasch-modellen og krava til måling

Ei kort oppsummering av analyseresultata, underbygg at målinga av omgrepa og nettverka vart gjort på ein god måte. Reliabilitetskoeffisienten på spørsmåla var på 0,97, som er veldig bra. Den var noko svakare for elevane med 0,76, men denne er likevel akseptabel. Kor gode måleegenskapane til eit instrument er, kan bli vurdert ut frå dokumentasjonen som er innhenta med omsyn til instrumentet sin reliabilitet og validitet (Wu & Adams, 2007). Målinga av resultata viste òg at undersøkinga var tilstrekkeleg ein-dimensjonal. Målinga viste 2,0814, som er godt innanfor kravet på under 3 (Linacre, 2019). Dette viser at det er korrelasjon mellom oppgåvene, og at alt kan målast i same tabell. Infit MNSQ på mellom 0,81 og 1,19 indikerer at målinga av oppgåvene er sikker. Outfit MNSQ verdiane på spørsmåla burde vere på mellom 0,5 og 1,5 (Linacre, 2019). Eit av nettverka falt godt utanfor dette med god margin, medan to andre falt litt utanfor. Utanom dei varierte resten frå 0,76 til 1,3. Dei to nettverka som falt litt utanfor gjorde dette på grunn av at nokre av dei lågast rangerte elevane fekk dei til, truleg med å tippe rett, og det vart ikkje oppdaga noko meir kvantitativt feil med desse. Verdiane vart derfor akseptert som brukbare nok, til at dei kan

inkluderast i rangeringa. Målinga av nettverket for lokalisering av lyd kjelde som hadde ein outfit MNSQ verdi på 2,51 er mykje meir usikker, som nemnt i delkapittel 5.4.6 om misfit.

5.5.2 Sterke sider

Rasch-modellen rangerer spørsmål etter vanskegrad og personar etter kor flinke dei er (Wright & Stone, 1979). Det får ein enkelt opp i ein tabell. Tabell 4.1-a er ein forenkla versjon av denne tabellen. Den originale tabellen ligg i delkapittel 8.1 blant vedlegga. Denne tabellen er den klart viktigaste, for å gje eit svar på oppgåva. Rasch-modellen gjer denne oversikta enkelt, noko som styrkar argumentet for å bruke den til dette prosjektet. Den viser kor stor forskjell det er i vanskegrad på dei ulike nettverka og omgrepa, og den klarar å måle dei i ein skala, noko som er ein stor fordel (Wright & Stone, 1979). Ein får ein indikasjon på kva som er dei viktige omgrepa for å forstå nettverka, når ein ser kva omgrep dei ulike elevane meistra. Her er det òg andre faktorar som spelar inn. Til å svare på prosjektet sin problemstilling vil er denne tabellen viktig, og den er med på å styrke truverdigheita i funna som er gjort.

Misfit-tabellane gjorde også analysen enklare. Dei gav eit klart og enkelt bilete på om det var nokre elevar som øydela for analysen, og om det var noko kvantitativt gale med nokre av spørsmåla. Dei gav eit godt svar på at det var noko gale med spørsmålet om nettverket for lokalisering av lyd kjelde, sidan verdien på outfit MNSQ verdien var godt over den anbefalte verdien til Linacre (2019). Med dette spørsmålet er det til dømes mogleg at elevane har misforstått kva som var høgre og venstre øyre i nettverket, og derfor svara feil. Dei andre verdiane som dimensjonaliteten og reliabiliteten var og enkel å hente ut, og gjorde at Rasch-modellen til ein god modell til å rangere spørsmål.

5.5.3 Svakheiter

Rasch-modellen målte vanskegrada til kvart enkelt spørsmål i undersøkinga. Det vil då seie at den indirekte målte vanskegrada til omgrepa og nettverka kvart enkelt spørsmål spurte om. Som nemnt i drøftinga om omgrepa i delkapittel 5.1 vart fleire av dei forventa «likeverdige» omgrepa rangert noko ulikt. Dette kan vere at elevar kjenner betre til det eine enn det andre, altså at fleire elevar veit kva eit akson enn ein dendritt er. Men det kan og vere at det er måten

spørsmåla er stilt på som påverkar denne målinga. Når spørsmåla er stilt ulikt måler Rasch-modellen spørsmålet, og vidare indirekte det spørsmålet spør om. Dette gjer at rangeringa av omgrepa blir meir usikker, sidan rangeringa tyder på at dette har vore ein faktor som påverka analysen. I tillegg kan rangeringa av omgrepa som vart enkle skyldast at dei er meir nemnde i lærebøkene enn dei som er rangert som vanskelegare. Då treng det ikkje å bety at det nødvendigvis er eit vanskelegare omgrep enn dei enkle, men at elevane berre ikkje har høyrd om det før. Ein kan og stille seg spørsmålet om det å gjere ei slik rangering etter vanskegrad viser kva omgrep som er nødvendige, og tilstrekkeleg, for å forstå eit gitt nettverk. Det gjer eit bilete av kva spørsmål som er vanskelegast og kva som er enklast. Samt kva spørsmål om omgrep som er enklare og vanskelegare enn spørsmåla om dei ulike nettverka. Resultata og tolkingane av resultata har basert seg på denne rangeringa, og desse nemnte momenta er med på å svekke truverdigheita til funna. Men dei er teke med i betraktning, og måleverdiane frå analysen var jamt over gode, noko som seier at funna er reliable.

Som nemnt verkar Rasch-modellen ganske avansert. Det er mange omgrep og formlar. Det kan verke avskrekkande i starten, og det tek tid å sette seg inn i den. Gjennom bruk av modellen har ein mange moglegheiter til å hente ut tabellar, figurar og variablar til analyse. Det å finne ut kva som er relevant for prosjekt er tidkrevjande og vanskeleg. Etterkvart som ein finn ut av dette, og veit kva ein skal gjere for å få henta ut dei viktigaste tabellane og verdiane, er Rasch-modellen meir oversiktleg og brukarvennleg.

Til analysen av datamaterialet til dette prosjektet vart det i tillegg gjort ein frekvensanalyse i SPSS. Grunnen til det, er at Rasch-analysen rangerer omgrepa på ein god og forståeleg måte, men gjer ikkje eit klart bilete av kor mange elevar som har svara rett og feil på dei ulike oppgåvene. Den største grunnen er likevel at den ikkje skil mellom kva gale alternativ elevane har valt. Altså om ein elev har valt alternativet «veit ikkje» eller om den har valt eit anna tek ikkje Rasch-analysen omsyn til. Så i Rasch-analysen svara ein elev anten rett eller feil. Det er mogeleg å sette opp ei analyse der alternativa òg blir teke omsyn til, men denne er meir avansert og gjer eit mindre klart svar på det prosjektet spør om (Wright & Stone, 1979). Det å få ei enkel og klar oversikt over kva elevane har valt er ein fordel. Dette gav eit grunnlag for meir grundige studiar av enkelte omgrep og nettverk, som gav klarare indikasjonar på kvifor elevane svara som dei gjorde på dei ulike spørsmåla. Det vart då enklare å reflektere over

kvifor elevar har svara feil, og om det var nokre misforståingar som gjekk att. Rasch-modellen gav ikkje noko godt bilete av dette, og ein enkel frekvensanalyse vart derfor gjort med SPSS.

5.5.4 Eit bra verktøy i andre fag enn matematikk?

Rasch modellen er mest nytta i matematikk. I naturfag er det ikkje mange prosjekt med Rasch-modellen. Eg har ikkje klart å finne nokon. Det betyr ikkje at den ikkje er egna til naturfaglege prosjekt. Det kjem ann på kva ein skal finne ut. Til å gjere ei rangering av spørsmål er det mykje som tilseier at den er godt egna i naturfaget òg. Når det er omgrep og nettverk, altså kvalitetar i spørsmåla som blir rangert, er det nokre usikre moment. Dette gjer at den ikkje nødvendigvis gav dei beste måla til denne studien. Det å dra slutningar i andre fagfelt kan vere vanskeleg, men til dette prosjektet passa IRT og Rasch-modellen ganske bra. Usikkerheita i rangeringa skyldast meir undersøkinga, enn sjølve Rasch-modellen. Men det var uansett svakheiter som kom fram med modellen i denne undersøkinga. Sidan Rasch-modellen kan rangere kunnskap, og målinga den gjer gjeld kunnskap som spørsmåla spør etter, er det viktig at spørsmåla blir formulert på same måte. Det vil fjerne spørsmålsformuleringa som variabel, og då vil kunnskapen, i dette tilfellet om omgrep og nervenettverk, vere den einaste avhengige variabelen som blir målt.

Ein av tankane bak Rasch-modellen er å lage gode testar, og her kan den vere godt egna i naturfag. Dette på grunn av rangeringa den gjer, som vist i tabell 4.1-a. Ein vil enklare kunne lage prøvar med spørsmål som er av ulik vanskegrad, sidan dei òg blir rangerte. Det at ein har mange spørsmål som måler den same vanskegraden, er oftast ikkje ynskjeleg. Grunnen til dette er at det kan gje enkelte elevar eit ufortent godt eller dårleg resultat på testen. Det kjem an på om dei er rangerte over eller under spørsmåla det gjeld. Her kan det å gjere ei Rasch-analyse på testar i ulike fag, vere godt mogleg. Men dette bør vere testar der eit svar er rett, slik som fleirvalsoppgåver, og ikkje tolkingsoppgåver. At den ikkje tok omsyn til kva elevane svara på dei ulike spørsmåla, men berre såg på om dei svara rett eller feil, er ein liten svakheit. Samt at det kan vere litt utfordrande å sette seg inn i modellen. Det vart nødvendig å nytte SPSS til ei enkel analyse i tillegg, men alle funna og svaret på problemstillinga kjem frå Rasch-analysen. Rasch-modellen er kort summert ein godt egna modell til å rangere spørsmål etter vanskegrad og elevar etter kunnskapsnivå, og er derfor eit egna verktøy til dette i fleire

fag enn matematikk. Men den har svakheiter når det er bestemte kvalitetar i spørsmåla som skal målast. Slik som i denne undersøkinga viste det seg at det at spørsmåla ikkje var stilt på den same måten kan ha vore med å påverka rangeringa. Dersom alle spørsmåla hadde vore stilt på ein meir lik måte meiner eg at Rasch-modellen ville vore ein godt eigna modell til å rangere kunnskapen i emnet nervesystemet.

6 Avslutning

Med gjennomføringa av denne studien har eg truleg bidrege med forskning som til no ikkje er gjort. Det å rangere spørsmål om omgrep og nettverk etter vanskegrad kan vere med på å gje lærarar retningslinjer på kva omgrep som er nødvendige, og kva dei eventuelt kan utelate, utan at det går utover forståinga til elevane. Cassels og Johnstone (1985) seier at mange elevar slit med det naturfaglege språket, og misforstår mange omgrep. Dei såg at det store talet omgrep elevane ofte blir utsett for gjer det naturfaglege språket overveldande for mange. Dersom ein klarar å nytte dei nødvendige omgrepa, og fokuserer undervisinga mot djupnelæring av prosessar, kan elevar få ei betre og meir heilskapleg forståing av emna. Dei vil òg lettare kunne trekke linjene mellom ulike emnene i naturfaget.

Problemstillinga til dette prosjektet var:

Korleis er Rasch-modellen eigna til å rangere kunnskap etter vanskegrad i emnet nervesystemet?

Etter å ha drøfta problemstillinga og forskningsspørsmåla i lys av resultat og teori, er det gjort følgande konklusjonar på forskningsspørsmåla:

1. Alle omgrepa i emnet nervesystemet vart rangert som ganske utfordrande for elevane på ungdomsskulen og vidaregåande. Det var likevel stor skilnad i vanskegraden på spørsmåla, og rangeringa av dei er enkelt vist etter stigande vanskegrad med figur 4.1-a. Rangeringa tyder på at måten spørsmåla er stilt på kan ha vore med på å påverka rangeringa.
2. Spørsmåla om nervenettverka vart rangert som endå meir utfordrande for elevane på ungdomsskulen og vidaregåande enn spørsmåla om omgrepa. Også her var det stor skilnad i vanskegraden. Rangeringa av desse er vist etter stigande vanskegrad med figur 4.2-a. Også her tyder rangeringa på at måten spørsmåla er stilt på kan ha vore med på å påverka rangeringa noko.
3. Rasch-modellen fungerer godt til å rangere spørsmål med fleirvalsoppgåver i dette naturfaglege emnet. Den gjer meir usikre målingar når det er spesielle eigenskapar i spørsmåla som skal målast. Rasch-modellen kan fungere godt til å rangere kunnskap i eit emne i naturfaget dersom spørsmåla er stilt på same måte.

Det er ikkje vanleg å rangere spørsmål om omgrep og nettverk. Bakgrunnen for å gjere dette er eit ynskje om å gjere det enklare for lærarar å velje ut omgrep og nervenettverk som er nødvendige og tilstrekkelege for å forstå korleis nervesystemet styrar prosessar i kroppen. Noko som kan gjere det enklare å oppnå læreplanmål frå LK06 (Utdanningsdirektoratet, 2006). Vidare kan det å få ei betre oversikt over korleis rangeringa av omgrepa er, gje eit klarare bilete av den hierarkiske inndelinga av omgrepa. Dette kan vidare bidra til djupnelæring (Stengrundet & Valbekmo, 2018). Dersom ein lykkast med det, kan dette prosjektet bidra til at elevane enklare oppnår målet om meir djupnelæring i faga. Dette er eit av hovudmåla til fagfornyninga, som kjem inn i den norske skulen i 2020 (Regjeringa, 2019).

Rangeringa av omgrepa og nettverka vart gjort i ei og same analyse, og dei vart vurdert med den same verdien som elevane. Rasch-modellen rangerte elevane, omgrepa og nettverka i ein tabell, illustrert med tabell 4.1-a. Me kunne enkelt sjå kva omgrep som var dei enklaste for elevane, og kva dei såg på som meir utfordrande. Gjennom å sjå på kva omgrep elevane hadde blitt introduserte for ifrå lærebøkene sine, gjekk det og an å sjå om det var noko samanheng mellom desse og kva omgrep som vart rangert som enklast. Nokre av omgrepa som elevane møter på både ungdomsskulen og på vidaregåande vart rangert som litt enklare, enn omgrepa som dei ikkje hadde vorte undervist like mykje i. Men nokre av omgrepa viste seg og å vere ganske forklarande. Altså at elevane kjenner til omgrepa frå andre områder, og klarar gjennom det å tolke seg fram til kva dei tyder. Dette er omgrep som spesifikke koplingar og signalhemmande. Medan andre som kunne tenkast å vere forklarande, ikkje var det. Døme på det er sensorisk nervecelle og signalstimulerande. Figur 4.1-a gjer ei god oversikt over rangeringa av omgrepa. I figur 4.2-a er den same oversikta presentert for nettverka. Desse to figurane er i figur 4.1-b slått saman til ein. Dette er ein enkel presentasjon av resultata av rangeringa.

Rasch-modellen vart nytta som analyseverktøy til dette prosjektet. Den er lite utprøvd i naturfaget, og dette prosjektet vart derfor og ein test på om dette kunne vere eit eigna verktøy i naturfaglege prosjekt. Rasch-analysen klarte å rangere omgrepa og nettverka, slik at ein enkelt ser kva elevane på ungdomsskulen og på vidaregåande kan, og kva dei sleit med. Men den eigentlege målinga vart av spørsmåla, og då indirekte av omgrepa og nettverka. Noko

som gjer at dei kunne blitt rangert annleis, dersom spørsmåla hadde blitt stilt på ein annan måte. Men omgrepa som vart rangert som vanskelegast kan uansett vurderast, om dei har ei sentral rolle i forståinga, og om korleis ein eventuelt kan hjelpe elevane å forstå dei betre. Det same gjeld nettverka. Eg er usikker på om Rasch-modellen var det best eigna analyseverktøyet til dette prosjektet, men den gav ei enkel og oversiktleg rangering. Det kom og fram fleire svakheiter med den. Slik som at den ikkje tok omsyn til kva alternativ elevane hadde valt, og at den kan virke uoversiktleg og avansert i starten. Rangeringa av spørsmåla gjorde Rasch-analysen på ein effektiv og ryddig måte, noko som gjer at det ver eit akseptabelt val av analyseverktøy. Omgrepa og nettverka vart rangert etter vanskegrad, og sjølv om måten spørsmåla vart stilt på kan ha påverka rangeringa noko, er det lite truleg at denne påverkinga er veldig stor. Dette viser at Rasch-modellen er eigna i fleire fag enn matematikk, men at prosjektet må passe modellen. Til dømes som vurdering av kor godt ein prøve med fleirvalsoppgåver vurderer elevane.

Dette prosjektet skulle rangere kunnskap om emnet nervesystemet med bruk av Rasch-modellen. For å gjere dette vart både spørsmål om omgrep og nervenettverk rangert. Kort summert ligg svaret på denne rangeringa mellom anna i figur 4.1-b og tabell 4.1-a. Rasch-modellen rangerte spørsmåla godt, og viste kva spørsmål om omgrep elevane som klarte spørsmåla om nettverka fekk til. Rangeringa gav eit bilete av kva rangeringa av kunnskapen i emnet er. Med ei sikrere måling av spørsmåla, ville denne rangeringa vore meir valid. Rasch-modellen fungerte på ein akseptabel måte som analyseverktøy for rangering av spørsmåla, men rangeringa har likevel nokre usikre moment. Dette grunna at måten spørsmåla vart stilt på kan ha påverka rangeringa. Så dersom Rasch-modellen skal brukast til å rangere kunnskap er det viktig at spørsmåla blir formulert likt. Dette vil fjerne spørsmålsformuleringa som variabel, og då er det berre omgrepet eller nettverket som blir den avhengige variabelen. Dersom alle spørsmåla hadde vore stilt på ein meir lik måte meiner eg at Rasch-modellen ville vore ein godt eigna modell til å rangere kunnskapen i emnet nervesystemet.

7 Litteraturliste

- Bond, T. G. & Fox, C. M. (2015). *Applying the Rasch model : fundamental measurement in the human sciences* (3. utg.). New York: Routledge
- Boone, W. J. & Noltemeyer, A. (2017). Rasch analysis: A primer for school psychology researchers and practitioners. *Cogent Education*, 4(1).
<https://doi.org/10.1080/2331186X.2017.1416898>
- Bravo, M. A., Cervetti, G. N., Hiebert, E. H. & Pearson, D. P. (2008). From Passive to Active Control of Science Vocabulary I *The 56th yearbook of the National Reading Conference* (s. 122-135). Chicago: National Reading Conference.
- Cassels, J. R. T. & Johnstone, A. H. (1985). Words that matter in science : a report of a research exercise. I A. H. Johnstone (Red.). London: Royal Society of Chemistry.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2011). *Research methods in education* (7. utg.). London: Routledge.
- Ekeland, P. R. (2007). *Tellus : naturfag for ungdomstrinnet : 9 (Grunnbok) Bokmål* (2. utg.). Oslo: Aschehoug.
- Finstad, H. S., Jørgensen, E. C. & Kolderup, J. (2007). *Trigger : Elevbok naturfag 9. trinn Bokmål*. Oslo: Damm.
- Fowler, F. J. (2008). *Survey research methods* (4. utg.). London: SAGE.
- Grønlien, H. K., Erøy, H. & Maizels, D. (2013). *Bi 1 : biologi 1 Bokmål* (2. utg.). Oslo: Gyldendal.
- Grønlien, H. K. & Maizels, D. (2014). *Bi 2 : biologi 2 Bokmål* (2. utg.). Oslo: Gyldendal undervisning.
- Haladyna, T. M. (2012). *Developing and validating multiple-choice test items* (3. utg.). New York: Routledge.
- Hannisdal, M., Haugan, J. & Munkvik, M. (2007). *Eureka! : naturfag for ungdomstrinnet : Grunnbok 9 Bokmål*. Oslo: Gyldendal.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessel, T. M., Siegelbaum, S. A. & Hudspeth, A. J. (2013). *Principles of neural science* (5. utg.). New York: McGraw-Hill Medical.
- Klegseth, M. R. (2018). *En vurdering av vurdering: Emneprøver som måleinstrument for matematisk kompetanse*. NTNU, Trondheim.
- Linacre, J. M. (2019). *Winsteps® Rasch measurement computer program User`s Guide*. Beaverton, Oregon: Winsteps.com.
- Maagerø, E. & Skjelbred, D. (2010). *De mangfoldige realfagstekstene : om lesing og skriving i matematikk og naturfag*. Bergen: Fagbokforl.

- Macdonald, K., Germine, L., Anderson, A., Christodoulou, J. & McGrath, L. M. (2017). Dispelling the Myth: Training in Education or Neuroscience Decreases but Does Not Eliminate Beliefs in Neuromyths. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01314>
- Mahmud, J. (2017). Item Response Theory: A Basic Concept. *Educational Research and Reviews*, 12(5), 258-266. <https://doi.org/10.5897/ERR2017.3147>
- Meyer, J. & Land, R. (2005). Threshold concepts and troublesome knowledge (2): Epistemological considerations and a conceptual framework for teaching and learning. *The International Journal of Higher Education and Educational Planning*, 49(3), 373-388. <https://doi.org/10.1007/s10734-004-6779-5>
- Mork, S. M. & Erlien, W. (2010). *Språk og digitale verktøy i naturfag*. Oslo: Universitetsforl.
- Mortimer, E., Scott, P. & Wertsch, J. V. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead: Open University Press.
- Munkebye, A. & Munkebye, E. (2013). Å lese på småskoletrinnet- med fokus på naturfaglige sjangere og språk. *Naturfag* 1/13, s. 50-54. Hentet fra https://www.naturfag.no/tidsskrift_nummer/vis.html?tid=1997818
- Papadatou-Pastou, M., Haliou, E. & Vlachos, F. (2017). Brain Knowledge and the Prevalence of Neuromyths among Prospective Teachers in Greece. *Frontiers in Psychology*, 8(MAY). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00804>
- Persson, J. R. (2017). Analys av flervalssuppgifter som examinationsform. *Uniped [elektronisk ressurser] : tidsskrift for universitets- og høyskolepedagogikk*, 40(3), 261-274.
- Regjeringen. (2019, 08.05.2019). Fornyer innholdet i skolen. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/forny-er-innholdet-i-skolen/id2606028/?expand=factbox2606066>
- Ringdal, K. (2013). *Enhet og mangfold : samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode* (3. utg.). Bergen: Fagbokforl.
- Sand, O., Sjaastad, Ø. V., Haug, E. & Toverud, K. C. (2014). *Menneskets fysiologi* (2. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Shepherd, M. D. D. G. & Grillner, M. D. S. (2010). *Handbook of Brain Microcircuits* (1. utg.)Oxford University Press.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse : en kritisk fagdidaktikk* (3. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Skovholt, K. (2014). *Innføring i grunnleggende ferdigheter : praktisk arbeid på fagenes premisser*. Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Sletbakk, M., Norheim, B. & Muniz, A. R. (2013). *Bios 2 : biologi 2 : studiespesialiserende utdanningsprogram vg3 Bokmål* (3. utg.). Oslo: Cappelen Damm.

- Sletbakk, M., Norheim, B. & Sundby, T. (2018). *Bios 1 : biologi 1 Bokmål* (4. utg.). Oslo: Cappelen Damm.
- Steineger, E. & Wahl, A. (2014). *Nova 8-10 : naturfag for ungdomstrinnet : [Elevbok] 9 Bokmål*. Oslo: Cappelen Damm.
- Stengrundet, S. & Valbekmo, I. (2018). *Begrepslæring i matematikk*. Trondheim: NTNU: Realfagsloyper.no.
- Sørvik, G. O., Haug, B. S., Mork, S. M. & Ødegaard, M. (2016). *På forskerføtter i naturfag*. Oslo: Universitetsforl.
- Traavik, H., Hallås, O. & Ørving, A. (2009). *Grunnleggende ferdigheter i alle fag*. Oslo: Universitetsforl.
- Utdanningsdirektoratet. (2006). *Læreplanverket for kunnskapsløftet*. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Vygotskij, L. S. (2001). *Tenkning og tale* (M. T. Roster & T.-J. Bielenberg, Overs.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Wellington, J. J. & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham: Open University Press.
- Wolfe, E. W. & Smith, E. V. (2007). Instrument development tools and activities for measure validation using Rasch models: part II--validation activities. *Journal of applied measurement*, 8(2), 204-234. Hentet fra <http://europepmc.org/abstract/MED/17440262>
- Wright, B. D. & Stone, M. H. (1979). *The measurement model. Best Test Design. Rasch Measurement*. Chicago, IL: Mesa Press.
- Wu, M. & Adams, R. (2007). *Applying the Rasch Model to Psycho-social Measurement: A Practical Approach*. Melbourne: Educational Measurement Solutions.

8 Vedlegg

8.1 Vedlegg 1: Rangeringstabell av spørsmåla og elevane

Dette er den originale tabellen frå Rasch-analysen som i teksten er representert med tabell 4.1-a, figur 4.1-a og figur 4.2-a.

TABLE 1.0 OMGREP OG NETTVERK ALLE ZOU168WS.TXT Feb 26 2019 16: 3
 INPUT: 245 ELEV 23 SPORSMAL REPORTED: 245 ELEV 23 SPORSMAL 2 CATS WINSTEPS 4.0.1

```

-----
MEASURE                                ELEV - MAP - SPORSMAL
                                     <more>|<rare>
  90                                     +
                                     |
                                     2
                                     |
  80                                     +
                                     |
                                     22
  70                                     +T
      2 2 2 3
                                     |
      2 3 T
                                     |
      3 3 3
      3
      20
  60      2 2 2 3 +S
      2 2 2 2 2 3 2 3
      2 3 3 3 2 2 2 3
      2 3 S
      1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 2 2
      1 2 2 2 2 2 2 3 3 3 3 2 2 2 3
  50      1
      1 2 2 2 3 3 3 2 3 +M
      9
      1 1 3 3 3 2 2
      13
      1 1 1 1 1 2 2 2 3 3 3 2 2
      1 3
      10
  40      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 3 3 3 3 3 3 2 2 2 +S M
      1
      8
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 3 3
      7
      1 1
      17
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 3 3 3
      15
  30      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 3 3 +S T
      S
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
      1
      20
      1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
      T
      1
      1
      1 1 1 1 2 3
      10
  10      1 1 1 1 1 1 1 1 1 3 +
      <less>|<freq>
  
```

8.2 Vedlegg 2: Dimensjonalitet

Tabellen som viser dimensjonaliteten til målinga av spørsmåla. Verdien er framheva med den raude boksen.

▲TABLE 23.1 OMGREP OG NETTVERK ALLE ZOU578WS.TXT Mar 7 2019 10:28
INPUT: 245 ELEV 23 SPORSMAL REPORTED: 245 ELEV 23 SPORSMAL 2 CATS WINSTEPS 4.0.1

Table of STANDARDIZED RESIDUAL variance in Eigenvalue units = SPORSMAL information units

	Eigenvalue	Observed	Expected	
Total raw variance in observations =	32.8753	100.0%	100.0%	
Raw variance explained by measures =	9.8753	30.0%	29.5%	
Raw variance explained by persons =	3.7171	11.3%	11.1%	
Raw Variance explained by items =	6.1582	18.7%	18.4%	
Raw unexplained variance (total) =	23.0000	70.0%	100.0%	70.5%
Unexplned variance in 1st contrast =	2.0814	6.3%	9.0%	

8.3 Vedlegg 3: Spørsmål misfit

Den originale misfit tabellen fra Rasch-analysen. Denne er representert med figur 4.6-a i teksten.

TABLE 10.1 OMGREP OG NETTVERK ALLE ZOU717WS.TXT Apr 2 2019 10:45
 INPUT: 245 ELEV 23 SPORSMAL REPORTED: 245 ELEV 23 SPORSMAL 2 CATS WINSTEPS 4.0.1

ELEV: REAL SEP.: 1.80 REL.: .76 ... SPORSMAL: REAL SEP.: 5.74 REL.: .97

SPORSMAL STATISTICS: MISFIT ORDER

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ	ZSTD	OUTFIT MNSQ	ZSTD	PTMEASUR-CORR.	AL-EXP.	EXACT OBS%	MATCH EXP%	SPORSMAL	
22	19	244	72.08	2.66	1.11	.6	2.51	2.9	A	.13	.28	92.3	92.2	22
23	29	243	66.33	2.24	1.14	1.0	1.77	2.2	B	.22	.33	87.1	88.1	23
20	39	243	62.13	2.00	1.19	1.6	1.63	2.4	C	.23	.36	81.1	84.3	20
15	162	243	30.60	1.65	1.13	1.7	1.30	2.0	D	.41	.50	70.5	74.5	15
18	75	244	51.17	1.64	1.14	2.0	1.15	1.2	E	.35	.44	68.4	73.9	18
12	82	243	49.25	1.61	1.01	.2	1.08	.7	F	.44	.45	73.4	72.7	12
14	104	244	44.27	1.55	1.07	1.2	1.04	.4	G	.43	.47	68.1	70.5	14
6	57	245	56.17	1.76	1.02	.2	1.05	.4	H	.39	.40	79.6	78.5	6
19	98	240	45.23	1.57	1.04	.7	1.03	.3	I	.44	.47	67.4	70.8	19
5	107	245	43.58	1.54	.99	-.2	1.03	.3	J	.48	.48	71.9	70.3	5
7	133	245	37.66	1.55	1.02	.4	1.01	.1	K	.48	.49	69.4	70.3	7
3	46	245	59.65	1.89	1.01	.1	.86	-.6	L	.39	.38	81.7	82.0	3
11	38	241	62.47	2.02	.96	-.3	.98	.0	k	.37	.35	85.3	84.6	11
10	119	244	40.80	1.54	.96	-.6	.91	-.9	j	.51	.49	70.1	69.7	10
13	102	243	44.63	1.55	.96	-.7	.93	-.7	i	.50	.47	73.1	70.7	13
21	50	243	58.31	1.83	.95	-.5	.87	-.7	h	.42	.39	82.5	80.6	21
2	68	245	53.07	1.68	.94	-.8	.88	-.8	g	.46	.42	77.4	75.4	2
8	126	244	39.18	1.55	.94	-1.1	.93	-.7	f	.53	.49	72.6	69.8	8
1	124	244	39.60	1.55	.93	-1.2	.91	-1.0	e	.53	.49	74.8	69.9	1
17	147	243	34.12	1.59	.93	-1.1	.85	-1.2	d	.55	.50	75.1	72.1	17
16	56	240	56.19	1.78	.92	-.9	.77	-1.4	c	.46	.40	78.7	78.4	16
4	84	243	48.79	1.60	.86	-2.2	.76	-2.2	b	.54	.45	76.0	72.5	4
9	88	244	47.88	1.59	.81	-3.2	.81	-1.8	a	.57	.46	82.9	72.2	9
MEAN	84.9	243.4	49.70	1.74	1.00	-.1	1.09	.0				76.5	75.8	
P.SD	38.6	1.4	10.48	.27	.09	1.2	.39	1.3				6.6	6.4	

8.4 Vedlegg 4: Elev misfit

Tabell over elevane som hadde høgare outfit MNSQ verdi enn dei anbefalte måla.

INPUT: 245 ELEV 23 SPORSMAL REPORTED: 245 ELEV 23 SPORSMAL 2 CATS WINSTEPS 4.0.1

```

MOST MISFITTING RESPONSE STRINGS
ELEV      OUTMNSQ | SPORSMAL
           |11  1 111  11  12 2122
           |57781054399428266130132
           high-----
20 0201    6.19 A| .....1.
16 0161    6.06 B| .....1.....11
47 0471    5.98 C| ....1.....1
120 1201   4.78 D| .....1...
86 0861    4.09 E| .....1.....1
45 0451    3.71 F| .....1...1...1
105 1051   3.28 G| .....1...1.1
109 1091   3.01 H| .....1.....1
121 1211   2.86 I| .....1.....1.1.
133 1332   2.75 J| 0.....0....0.....
89 0891    2.15 K| .....11.....1
123 1231   2.15 L| .....1.1...1..
78 0781    2.12 M| .....1....1
100 1001   2.08 N| .....11.1.1.1..
85 0851    2.04 O| ... ..1.1.1.1..
126 1261   1.84 P| .....1..1.. ..1...
71 0711    1.83 Q| .....1.....1..
96 0961    1.80 R| .....11.....1.
119 1191   1.77 S| .....1.....1.
67 0671    1.73 T| .....1...1..1.
116 1161   1.69 U| .....1.....1.....
91 0911    1.68 V| .....1.....1...1
217 2173   1.64 W| 0.....0.....
146 1462   1.62 X| .....0.....
80 0801    1.55 Y| .....11.1..
108 1081   1.54 Z| .....1..11...
           |-----low
           |11781151119411261232122
           |57  0 439  28  61 0132

```


8.5 Vedlegg 5: Undersøkinga

Spørsmål nerveceller

Kryss av i boksen for det svaret du mener er riktig

NB! I noen spørsmål er begrepet nevron brukt. Nevron er det samme som nervecelle

1. Hva kalles den tynne utløperen som sender nervesignaler?

- Cellekroppen
- Aksonet
- Dendritten
- Celleutløperen
- Vet ikke

2. Hva kjennetegner en sensorisk nervecelle?

- Det er en nervecelle som sender signaler inn til sentralnervesystemet
- Det er en nervecelle som sender signaler ut fra sentralnervesystemet
- Det er en nervecelle som er mellom motoriske nerveceller og internevroner og som viderefører signalet
- Det er en nervecelle som sender signaler inn til og ut fra sentralnervesystemet
- Vet ikke

3. Hva skjer når det blir sendt et signalstimulerende nervesignal fra en nervecelle til en annen?

- Sjansen for at nervesignalet blir sendt videre endrer seg ikke
- Sjansen for at nervesignalet blir sendt videre minker
- Sjansen for at nervesignalet blir sendt videre øker
- Sjansen for at nervesignalet blir sendt videre kan både øke og minke
- Vet ikke

4. En nervecelle har oppnådd terskelverdien for nerveimpulsen, hva skjer da?

- Den sender ikke nervesignalet videre
- Den sender nervesignalet videre
- Den har oppnådd sitt potensielle antall synapser
- Den mister alle synapsene sine
- Vet ikke

5. Hva er et nervesignal?

- En synapse
- Et elektrisk signal med elektrisk ladete elektroner, slik som i en strømledning
- En form for elektrisk signal med elektrisk ladete ioner, altså ikke som en strømledning
- Elektrisk signal i nerveceller og muskelceller som skyldes at nervecellen har stabilisert seg
- Vet ikke

6. Hva kjennetegner en inhibitorisk synapse?

- Den øker sjansen for at nervecellen som mottar signalet sender signalet videre
- Den minker sjansen for at nervecellen som mottar signalet sender signalet videre
- Det er en synapse med ekstra sterke koblinger
- Det er en synapse med ekstra svake koblinger
- Vet ikke

7. Hva består en nervecelle av?

- Mange dendritter, et akson og en cellekropp uten kjerne
- Mange aksoner, en dendritt og en cellekropp uten kjerne
- Mange dendritter, et akson og en cellekropp med kjerne
- Mange aksoner, en dendritt og en cellekropp med kjerne
- Vet ikke

8. Hva er en synapse?

- Et elektrisk signal av elektroner som blir overført fra en celle til en annen
- Et elektrisk signal av ioner som blir overført fra en celle til en annen
- Mellomrommet mellom en nervecelle og en annen celle som nervesignalet må gå igjennom
- Et mellomrom mellom en nervecelle og en annen celle som stopper nervesignalet, slik at signalet ikke blir sendt til for mange celler
- Vet ikke

9. Hva er et aksjonspotensial?

- Et fullt utviklet akson på en nervecelle
- Nervecelle som har koblet seg til alle cellene den skal
- Nervecelle som har oppnådd alle synapsene den skal
- En nerveimpuls som sendes langs aksonet
- Vet ikke

10. Hva vil det si at nerveceller er koblet sammen i spesifikke koblinger

- At nerveceller i nettverk er koblet sammen i spesifikke par, og ikke med andre nerveceller
- At nerveceller i nettverk er tilfeldig koblet sammen, men at alle nerveceller er koblet til hverandre
- At det ikke er tilfeldig hvilke nerveceller i et nettverk som er koblet sammen.
- At det er tilfeldig hvilke nerveceller i et nettverk som er koblet sammen
- Vet ikke

11. Hva kjennetegner en eksitatorisk synapse?

- Den øker sjansen for at nervecellen som mottar signalet sender signalet videre
- Den minker sjansen for at nervecellen som mottar signalet sender signalet videre
- Det er en synapse med ekstra sterke koblinger
- Det er en synapse med ekstra svake koblinger
- Vet ikke

12. Hva er et nervesignal?

- Impulser som går gjennom nervecellen som følge av polarisering
- Impulser som går gjennom nervecellen som følge av hyperpolarisering
- Et elektrisk signal som kommer fra en strøm av elektrisk ladede ioner
- Et elektrisk signal som kommer fra en strøm av elektrisk ladede elektroner
- Vet ikke

13. Et nervesignal blir sendt fra sentralnervesystemet til armen, hvilken type nervecelle sender signalet?

- Motorisk nervecelle
- Signalnevron
- Sensorisk nervecelle
- Internevron
- Vet ikke

14. Hva er en dendritt?

- En utløper på nervecellen som sender og mottar nervesignaler
- En utløper på nervecellen som mottar nervesignaler
- En utløper på nervecellen som stopper nervesignaler
- En utløper på nervecellen som sender nervesignaler
- Vet ikke

15. Hvilken av disse påstandene beskriver best en nervecelle?

- En celle som mottar informasjon langs tynne utløpere fra cellekroppen
- En celle som overfører informasjon langs tynne utløpere fra cellekroppen
- En celle som returnerer informasjon langs tynne utløpere fra cellekroppen
- En celle som mottar og overfører informasjon langs tynne utløpere fra cellekroppen
- Vet ikke

16. Hva kjennetegner et internevron?

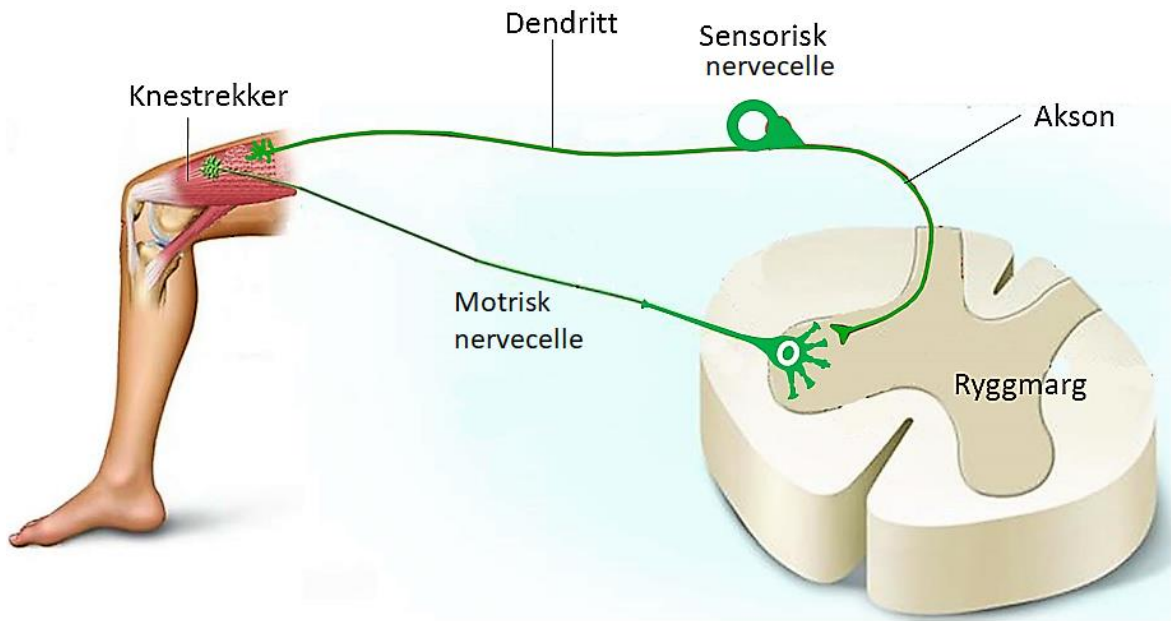
- Det er en nervecelle som sender signaler inn til sentralnervesystemet
- Det er en nervecelle som sender signaler ut fra sentralnervesystemet
- Det er en nervecelle som sender signaler inn til og ut fra sentralnervesystemet
- Det er en nervecelle som er mellom sensoriske og motoriske nerveceller, og som kan videreføre signalet
- Vet ikke

17. Hva skjer når det blir sendt et signalhemmende nervesignal fra en nervecelle til en annen?

- Sjansen for at nervesignalet blir sendt videre endrer seg ikke
- Sjansen for at nervesignalet blir sendt videre minker
- Sjansen for at nervesignalet blir sendt videre øker
- Sjansen for at nervesignalet blir sendt videre kan både øke og minke
- Vet ikke

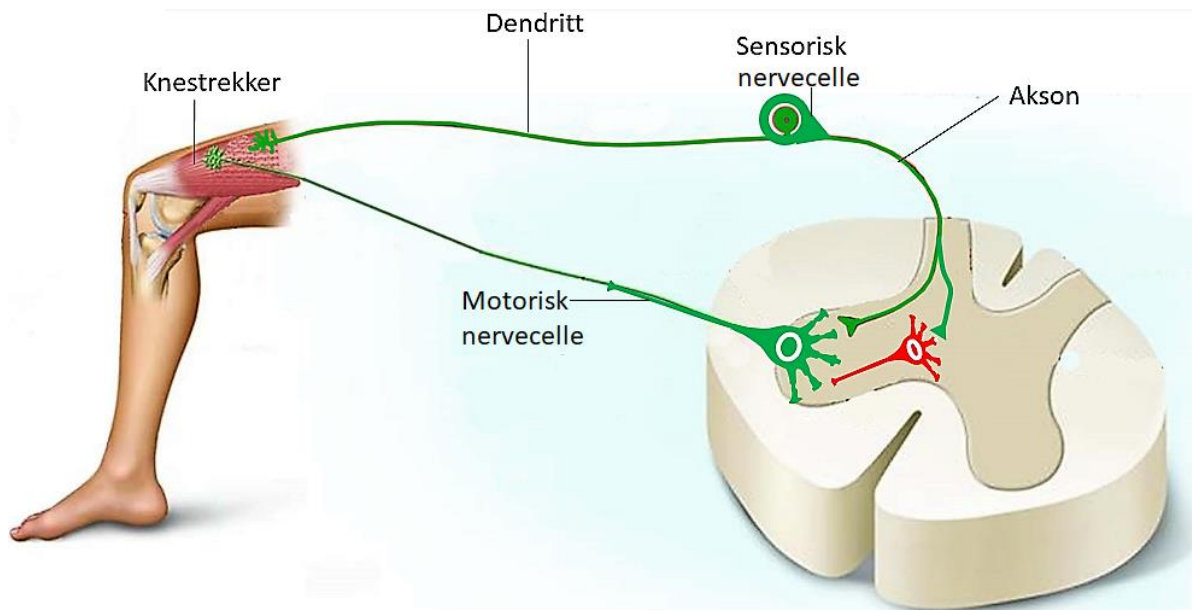
I de følgende figurene vil du få se noen nettverk av nerveceller/nevron. De grønne nervecellene sender signalstimulerende nervesignal, og de røde nervecellene sender signalhemmende nervesignal

18. Hva skjer med beinet hvis et nervesignal genereres i den sensoriske nervecellen i et slikt nervenettkverk.



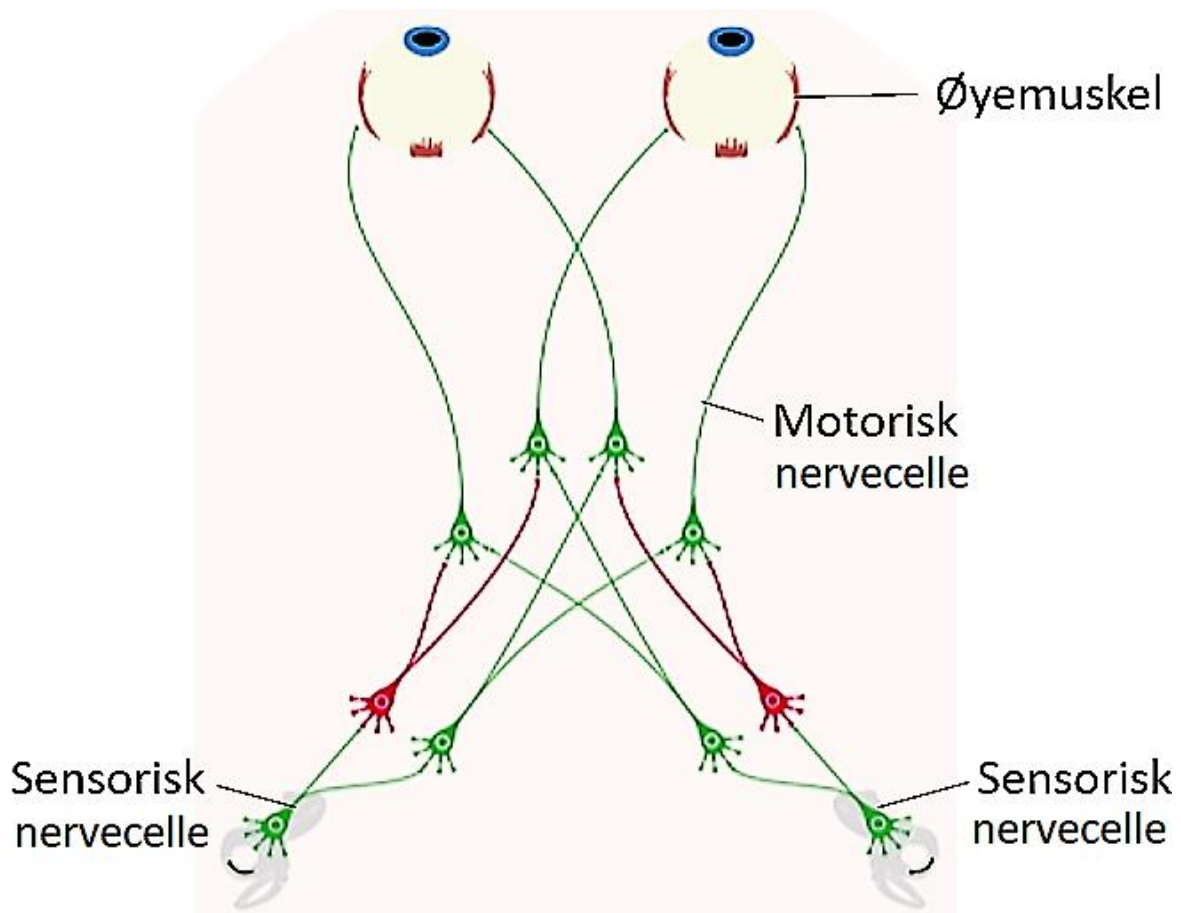
- Nervesignalet er stimulerende, og nervesignalet vil derfor ikke bli sendt videre. Kneleddet vil ikke strekkes
- Nervesignalet er hemmende, og nervesignalet vil derfor ikke bli sendt videre. Kneleddet vil ikke strekkes
- Nervesignalet vil bli sendt videre gjennom den motoriske nervecellen og kneleddet vil strekkes
- Nervesignalet vil bli sendt videre gjennom den motoriske nervecellen og kneleddet vil strekkes, men bare i kort tid før nervesignalet blir hemmet
- Vet ikke

19. Dersom et nervesignal blir generert i den sensoriske nervecellen i dette nettverket vil kneleddet strekkes ut, men bare i kort tid. Hvorfor det?



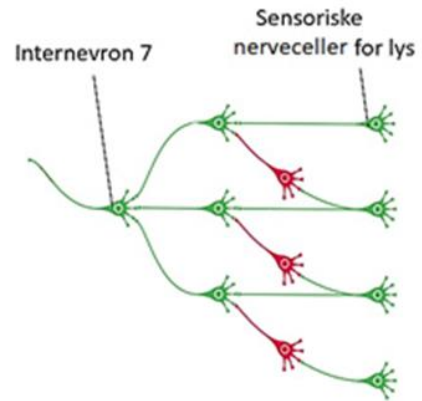
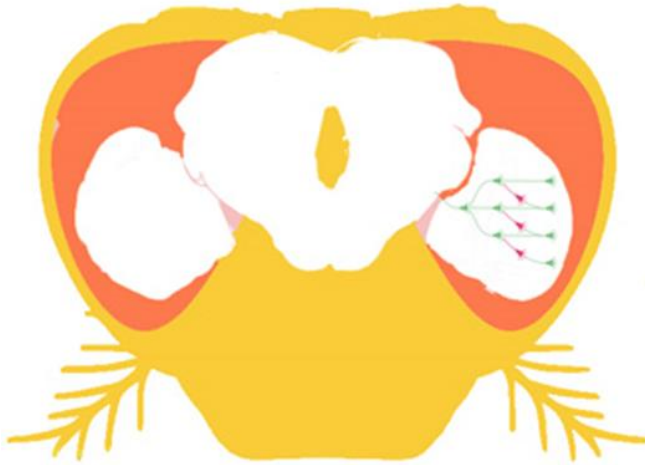
- Fordi den signalhemmende nervecellen vil stoppe signalet kort tid etter at det er sendt i den motoriske nervecellen
- Siden en motorisk nervecelle kun sender ut kortvarige nervesignaler
- Siden koblingene mellom de signalstimulerende nervecellene ikke er sterke nok til at signalet kan vare over lengre tid
- Siden den sensoriske nervecellen kun sender ut kortvarige nervesignaler
- Vet ikke

20. Du snur hodet til høyre og balanseorganet i øret merker bevegelsen. Den sensoriske nervecellen til høyre utløser et nervesignal, mens den sensoriske nervecellen til venstre ikke utløser noe nervesignal. Hva skjer med øynene?



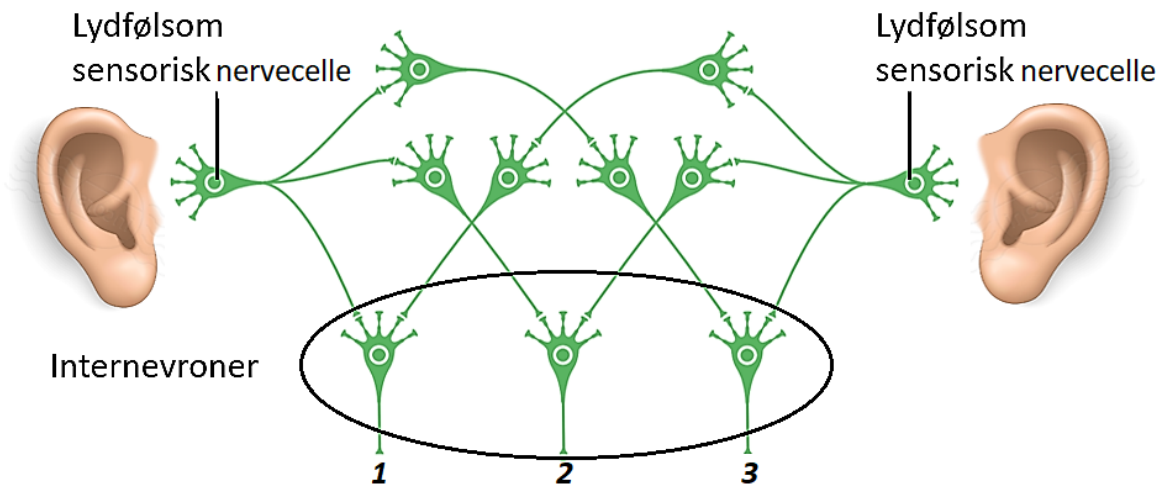
- Nervesignalet vil aktivere musklene på høyre side av øynene, musklene vil trekke seg sammen og øynene vil se mot høyre
- Nervesignalet er stimulerende, og nervesignalet vil derfor ikke bli sendt videre. Øynene vil ikke bevege seg
- Nervesignalet vil aktivere musklene på venstre side av øynene, musklene vil trekke seg sammen og øynene vil se mot venstre
- Nervesignalet er hemmende, og nervesignalet vil derfor ikke bli sendt videre. Øynene vil ikke bevege seg
- Vet ikke

21. Dette er et nervenetverk i flueøyet. De fire sensoriske nervecellene sanser lys. Internevron 7 mottar nok signal til å sende det videre kun dersom lyset beveger seg ovenfra og ned. Hvorfor?



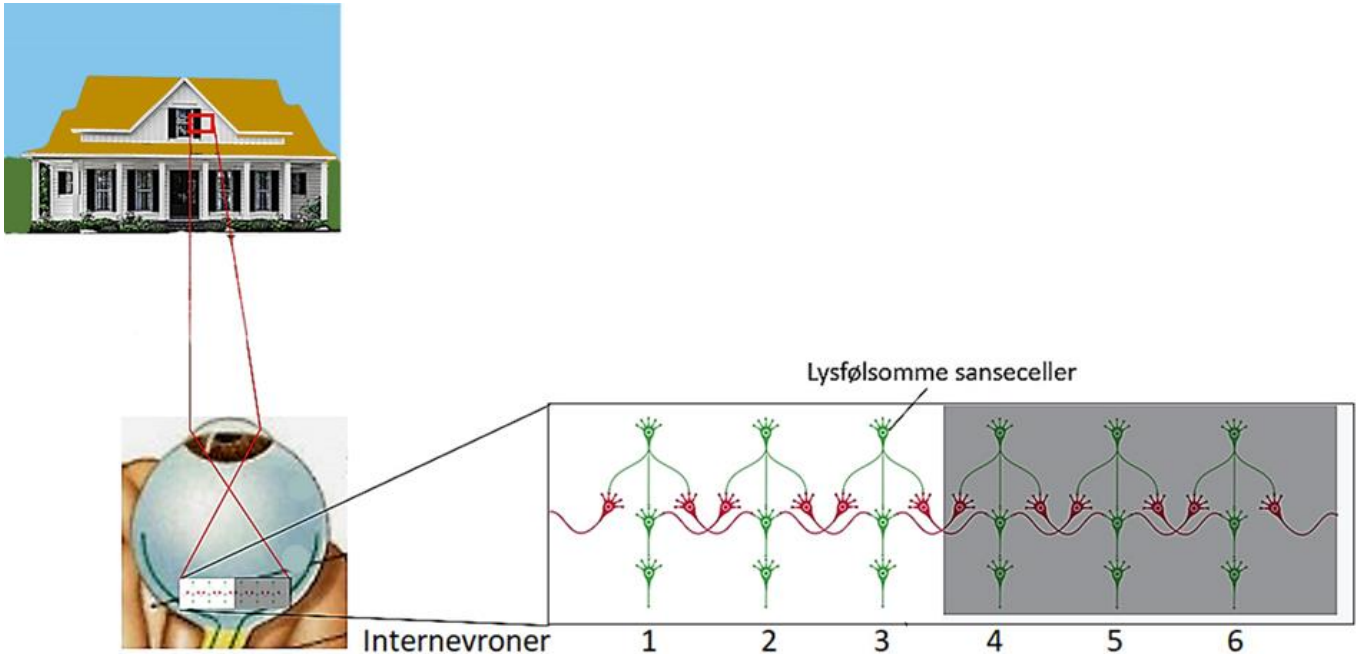
- Fordi de sensoriske nervecellene for lys kun reagerer på lys som kommer ovenfra
- Fordi de signalstimulerende synapsene vil stimulere signalet dersom det kommer fra en annen retning
- Fordi internevron 7 kun vil reagere dersom det får et nervesignal fra den øverste sensoriske nervecellen for lys
- Fordi de signalhemmende synapsene vil hemme signalet dersom det kommer fra en annen retning
- Vet ikke

22. For at interneuron 1, 2 og 3 (de som er ringet rundt) skal sende nervesignalet videre må de motta input fra to nerveceller samtidig. Hvilket av de tre interneuronene sender nervesignalet videre dersom en lyd kommer fra venstre (treffer venstre øre før det treffer høyre)?



- Alle interneuronene vil sende nervesignalet videre
- Interneuron nr. 1, altså det til venstre vil sende nervesignalet videre
- Interneuron nr. 2, altså det i midten vil sende nervesignalet videre
- Interneuron nr. 3, altså det til høyre vil sende nervesignalet videre
- Vet ikke

23. Sansecellene over internevron 1, 2 og 3 mottar mest lys, mens sansecellene over internevron 4, 5 og 6 mottar minst lys. Blant internevronene i dette nervenetverket vil internevron 3 få størst respons, mens internevron 4 vil få minst respons. Hvorfor?



- Siden mer lys treffer sansecellen over internevron 3 enn 4, og at sansecellene over internevron 1, 2, 5 og 6 ikke blir utsatt for lys
- Siden det sterkeste lyset treffer sansecellen over internevron 3 og det svakeste lyset treffer sansecellen over internevron 4
- Siden internevron 3 mottar sterkere stimulerende signaler enn internevron 1 og 2, mens internevron 4 mottar svakere stimulerende signaler enn internevron 5 og 6
- Siden internevron 3 mottar mindre hemmende signaler enn internevron 1 og 2, mens internevron 4 mottar mer hemmende signaler enn internevron 5 og 6
- Vet ikke

24. Forklar hvordan et nervesignal blir overført fra en nervecelle til en annen så presist du kan.

8.6 Vedlegg 6: Data frå Rasch-analysen

&INST

TITLE = "OMGREP OG NETTVERK ALLE"

PERSON = ELEV ; persons are ...

ITEM = SPORSMAL ; items are ...

ITEM1 = 5 ; column of response to first item in data record

NI = 23 ; number of items

NAME1 = 1 ; column of first character of person identifying label

NAMELEN = 4 ; length of person label

XWIDE = 1 ; number of columns per item response

CODES = 01 ; valid codes in data file

UIMEAN = 0 ; item mean for local origin

USCALE = 1 ; user scaling for logits

UDECIM = 2 ; reported decimal places for user scaling

@KLASSE = \$C4W1

DIF = @KLASSE

PSUBTOTAL = @KLASSE

PMAP = \$C4W1

UIMEAN=49.7019

USCALE=10.4383

&END

1

2

3

4

5

6

7

8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23

END LABELS

001101000011000000001000000
002100000010010001101000100
003111000000010000101011100
004100000110000001001000000
0051000000000000101000XX000
006100001001000010101000000
007110000011010010111000000
008100001010100010100000000
009100000010000011001010000
010101000001100000000000000
011111010100010110100001000

012110000000010001100000000
013110001001000101100000000
014111001111010111101010000
015110000010000010100110000
016100000000000000000100011
017110000010000111101001000
018100000000000000000000000
0191100010100001010101X0000
020100000000000000X00000001
021100000000110100111001000
022100000000000000000000000
023100000010000000000X0000
0241100010010001X1101010000
025100001000000000101000000
026100000011010000100000000
027100000000000000000000000
028100000000010000100000000
029110010010000000100000000
0301000000000000XXX00000000
031100000000000000000000000
032100001010000000100000000
033100000011010101001101001
034100000001000000100100000
035110000000000000001010000
036100110000110001000100000
037100000000000000000000000
038100000000000000000000XX0
039100000000000110100000000
040100000000000000000000000

0411000000000000000101010000
0421000000100000000000000000
043100000110010000100001000
0441000000100XXX110XX000000
04510000000000000001000100110
046100001001000010101010000
04711000000000000000000000010
048110001011010001100010000
049100000001010001101110100
050110100100110101111010001
051110000010000000001100000
052100001000010001100000000
053111001000000101000000000
054110001101111010100100000
055100100001010000101000000
056100100110010101011000000
057110000001010101100000000
0581000000000000000101000000
0591100000000000000101000000
060110000011000000000000000
061100001001000001101001000
062100001010000100101010000
06311000100101010111101000X
064100001000000110000000000
065100001001000000000000000
066100000010010110111000000
067101110100010000110100001
068110001011000110000000000
0691100000010000011X1000000

070100001011010000100000001
071100000000001000100010000
072100000000000000101000000
073100001011010100010100000
074100000000000000100000000
075110000000000011101010000
076100000000110000000000000
077100000010000000100000000
078100000010000000101010110
079110001001010111101110000
080100100000011000101100100
081110000000000010101000000
082100000000000000001010000
083100001000000000000000000
084100000000000011100010000
08510000010X011000000100100
086110000000100000000000010
087101010101000001001000000
088100001100011100101000000
089101000010000010100100010
090110001010010001100110100
091100000001000010101110110
0921100010110111111010X0001
093100000000000000000000000
094110101101X11101101000000
095100001000010100100000000
096101000001000100000110001
09710000000001X000101000000
098110010000010001101000000

099110000001111000100101000
100101100000001010010100000
101100000011000010100001000
102100000111000000101000000
103110000011010000001011000
104110110010000010101010000
105110000100001001000000010
106110001111000001100000000
107100000011010110101010000
108111100100000000100111000
109100000001000000100100010
1101100000000000001010010000
111110000011010001101000000
112110001011010000101000001
113110000011010001101000000
114110010010000001101000000
115110001100010100110101000
116100001100000000000000000
117100001000100001100010000
118100000010000000100010000
119100000010000101000010001
12010000000000000000000001000
1211000000000000000001101001
12210101100000X000100000X00
123100001100001000000100000
124100010011010000010000000
125101011001000010001110000
1261000000001100000X0101000
127100000000100000000110000

128210101011110001101011001
129210001111101111101010000
130211011111111110111111100
131211011011110011111010110
132210011011110010011110000
13321111111111101011010111
134201010010110110011110001
135200001011100100001010000
136211010111111011101010100
137211011011100111110000000
138210010011110000001000100
139211011011100100101110100
140211011011110111000001000
141210011011110011101010100
142210011010111011111111000
143211011010110011111100000
144210011010111111101011100
145211111011101001111000000
14621111111111011111111111; sterkaste elev
147211010011100101111010000
148201010011110010110000000
149200000011110011111010001
150200111011110010101011100
151210010011110000101000001
152200000000000000001000000
153210010011100010110010000
15421011111111110111000000
155201000000110010000000000
156211011111111111111110100

157210001011000010100010000
1582100X0011111110101101001
159211111011100101111000000
160210001001000111100100000
161211011110101110101011000
162201111011110111111110000
1632X0001010010000110001100
164211011001100101100011000
165210101011110001011011000
166211011011110111101010100
167211111010110111101110100
168211011110010001101100000
169311001011000010001110000
170311001010010000101000000
171310101111101110101000000
17231011011000X0011XX00000X
173310000010010011000100000
174311010010010001001010000
175300000001101010011110100
176301011011010110111111000
177310111011100011110000000
178311110011010000111000110
179300100011010011111100100
180300000111010001001011000
181300100001000011000100000
182300100011110111111110010
183301010010010010101000000
184310010101001010111010101
185301011111100111101010100

18631001100111111100110000
187310001001010111011110100
188310001111010000101100110
189300111101010100101100100
190300001101010000101000100
191301101000110001001010001
1923111111111011111110100
193310000100111110111110100
194310011001000011001111000
195301000100011010001X10000
196311110011110011110000000
197300100100000010001010000
198310010111000100101110000
199300000010000000100010100
2003000X0011000100100000000
201310011000010100101000000
202311011001101110011010100
203311011011100111111110000
204300011011000101101110000
205310000010000000101001000
20631111111110111101010100
207311010010000101101000000
208311010001100001001010000
2093011010011111101X1100100
210301010010100101001000000
21130000100011001110000X000
212300000001000000000000000
213300000000000000000000000; svakaste biologielev
214310010011000001100110001

2153111110111101101000X0000
216310011101100110101000000
217311011111111110001111100
218200011010110000101011000
219211111010110001001100100
22021111111111111111100000
221210111010110100111010000
222210011111101111101100000
22321111111110111101000000
224210010001100101100000000
225200011001110101101001001
226211100011110011101010001
227211101011010111101000011
228211001011110011101000001
229200010000000110101110000
230200000010000111101000100
231210011110110111111000000
232210010011010011001110000
233210111011110011001011100
234210000011000010101110010
235210011011100011101000000
236211011011100111001100000
237311101111110111111110000
238301101100010000001010100
239301010111110001101111101
240310100101110000111010100
241311110111110X10111110100
242310000111011000111111110
243311001111011011111110111

244300000110111010111001101

245300011101111010111111101

