

Kartlegging av synsstatus blant barn i 6 og 7-årsalderen i Bø og Seljord kommune.

Av Svein Andrup

En avhandling innlevert til Høgskolen i Buskerud og Vestfold for graden Master i optometri og synsvitenskap.

2015

Fakultet for helsevitenskap,  
Institutt for optometri og synsvitenskap,  
Kongsberg

© Copyright Svein Andrup 2015

**Erklæring**

Ingen del av arbeidet nevnt i denne avhandlingen er innlevert til støtte for en søknad om en annen grad, eller kvalifisering av denne, eller til en annen Høgskole, eller en annen institusjon for læring.

## Opphavsrett

- i. Forfatteren av denne avhandlingen (inkludert eventuelle vedlegg og/eller tidsplaner til denne avhandlingen) eier opphavsrett eller beslektede rettigheter i det han har gitt Høgskolen i Buskerud og Vestfold visse rettigheter til å bruke slik opphavsrett, herunder for administrative formål. Dette er regulert i inngått avtale om veiledning (Veiledningsavtale for masterstudenter ved Høgskolen i Buskerud).
- ii. Kopier av denne avhandlingen, fullstendige eller i utdrag, trykkede eller elektroniske, kan kun gjøres i henhold til lov 2 av 12. mai 1961 om opphavsrett i litterære, vitenskapelige og kunstneriske arbeider [Lov om opphavsrett til åndsverk mv (Åndsverkloven)] og forskrifter gitt under den eller, eventuelt, i samsvar med lisensavtaler som Høgskolen har fra tid til annen. Denne siden skal være en del av slike kopier.
- iii. Eierskap til opphavsrett, patenter, design, varemerker og andre åndsprodukter og alle reproduksjoner av opphavsrett beskyttede arbeider, for eksempel grafer og tabeller, som kan bli beskrevet i denne avhandlingen, og ikke eies av forfatteren og som kan være eid av tredjeparter må ikke gjøres tilgjengelig for bruk uten skriftlig tillatelse fra eieren(e) av relevante åndsprodukter og/eller reproduksjoner.

## Takk

- Først av alt, tusen takk til Høgskolen i Buskerud og Vestfold, Fakultetet for helsevitenskap, Institutt for optometri og synsvitenskap, for deres kontinuerlige arbeid for å fremme kunnskap blant studenter, nye som gamle.
- En spesiell takk til førsteamanuensis Trine Langaas for ditt engasjement som veileder.
- Så en stor takk til alle som har bidratt til at jeg har hatt mulighet til å gjennomføre graden Master i optometri og synsvitenskap:
  - kollegaer
  - øyelege Sigmund Blika
  - ansatte ved biblioteket ved Høgskolen i Buskerud og Vestfold, avdeling Kongsberg
  - Rodenstock Norge AS
  - elever og ansatte ved barneskolene i Seljord og Bø
  - og sist, men ikke minst, min tålmodige familie.

## **Sammendrag**

En avhandling innlevert til Høgskolen i Buskerud og Vestfold, for graden Master i optometri og synsvitenskap, ved Fakultet for helsevitenskap, Institutt for optometri og synsvitenskap.

Avhandlingens tittel:

**Kartlegging av synsstatus blant barn i 6 og 7-årsalderen i Bø og Seljord kommune.**

Innlevert av Svein Andrup  
30.10.2015.

### **Bakgrunn:**

Det mangler norske data på forekomsten av synsanomalier blant barn i tidlig skolealder i nyere tid.

### **Formål:**

Hovedformålet med studien er å kartlegge synsstatus blant barn i 6-7 årsalderen. En slik informasjon vil være viktig for å kunne vurdere om dagens rutiner for undersøkelser er tilfredsstillende, eller om det er behov for en bredere undersøkelse av barn i denne aldersgruppen. I tillegg er det ønskelig å avdekke hvor mange av 6 og 7-åringer som har symptomer i forbindelse med konsentrasjonskrevende arbeid på avstand og nært. Undersøkelsen har også som formål å kartlegge andelen av elever som både har symptomer og ulike former for synsavvik.

### **Metode:**

Et registreringsskjema for symptomer og øyehistorikk ble besvart av eleven sammen med foresatte/foreldre. Alle deltagerne fikk en grundig gjennomgang av synsstatus, deriblant registrering av ametropier og ukorrigert visus på avstand og nært, samt en bred undersøkelse av akkommodasjonsapparatet og vergensfunksjonen.

### **Resultat:**

Undersøkelse avdekket at andelen med moderat eller betydelig redusert ukorrigert visus på avstand eller nær var lav. Lavgradig hyperopi ( $SE \geq +1,00DS$  og  $< +2,00DS$ ) er den mest vanlige typen ametropi i vår studie. Deltestene for vergensfunksjonen viste heller ingen gjennomgående avvik. Men en betydelig andel av våre elever hadde redusert akkommodasjonsamplitude, akkommodasjonsfasilitet, AC/A forhold eller en forhøyet MEM verdi. I 1. og 2.klasse hadde henholdsvis 6,9% og 12,8%  $\geq 20$  poeng av totalt 80 mulige i økende grad av symptomer. Symptomer korrelerte sterkt med redusert binokulær- og monokulær akkommodasjonsamplitude, monokulær akkommodasjonsfasilitet og ukorrigert visus på både avstand og nært. Videre hadde 15 av 16 elever med betydelige symptomer enten avvik i akkommodasjonsapparatet eller vergensfunksjonen.

### **Konklusjon:**

Undersøkelsen blant våre deltagerne viser at andelen med betydelige synsanomalier er lav, men akkommodasjonsfunksjonen er dårligere enn forventet. Symptomer korrelerte med alle kategoriene av synsavvik, der redusert akkommodasjon og visus utpekte seg mest. Studien viser at synsscreening av elever i tidlig barneskole kan avdekke forhold som medfører unødvendig belastning for eleven. Derfor anbefales det at synsscreening gjennomføres i tidlig skolealder, og at akkommodative undersøkelser blir implementert i dette arbeidet.

**Nøkkelord:** ametropier, akkommodasjon, vergens, astenopi, visus, skolebarn.

## Innholdsfortegnelse

Erklæring .....	2
Opphavsrett .....	3
Takk .....	4
Sammendrag .....	5
Innholdsfortegnelse.....	6
Tabelloversikt.....	8
Figuroversikt .....	8
Bildeoversikt.....	9
Optometriske forkortelser.....	10
1. Introduksjon.....	12
1.1. Dagens rutiner for undersøkelse av synsstatus hos barn.....	12
1.2. Synsanomalier.....	13
1.2.1. Visus. ....	13
1.2.2. Ametropi.....	14
1.2.3. Akkommodasjon.....	15
1.2.4. Vergens.....	18
1.3. Tidligere studier.....	21
2. Formål og Problemstilling .....	23
3. Metoder .....	24
3.1. Design .....	24
3.2. Etikk .....	24
3.3. Utvalg .....	24
3.3.1. Rekruttering.....	24
3.3.2. Størrelse.....	26
3.3.3. Inklusjonskriterier .....	26
3.3.4. Eksklusjonskriterier .....	26
3.3.5. Samarbeidsevne: .....	27
3.4. Datainnsamling.....	27
3.4.1. Symptomskjema.....	27
3.4.2. Optometriske målinger .....	28
3.5. Analyse og statistikk.....	33
4. Resultater .....	34
4.1. Deltagelsesprosent.....	34
4.2. Symptomskjema.....	34
4.3. Optometriske målinger .....	35
5. Diskusjon.....	52

5.1. Introduksjon.....	52
5.2. Symptomer.....	52
5.3. Visus .....	52
5.4. Ametropi.....	54
5.5. Akkommodasjon.....	57
5.6. Vergens.....	61
5.7. Andel med symptomer og plager.....	66
5.8. Oppsummering av diskusjon .....	67
6. Konklusjon.....	69
7. Referanser.....	70
8. Appendiks A-H .....	73

**Antall ord: 18623**

## Tabelloversikt

Tabell 1-1, Visus konverteringstabell .....	14
Tabell 4-1, Symptomer med størst prevalens av de totalt 20 symptomspørsmålene. (N) omhandler spørsmål på nært, (A) for avstand og (A+N) for både avstand og nært. Sx Total viser totalskår fra alle 20 symptomspørsmålene.....	35
Tabell 4-2, Ukorrigert avstandvisus logMAR for 1.og 2.klasse med gjennomsnitt, standardavvik, maksimum- og minimumsverdier. Visus desimal i parentes. ....	36
Tabell 4-3, Retinoskopieresultater uten Cyclopentolat for høyre og venstre. Gjennomsnitt med standardavvik for sfæriskverdi (sph), astigmatisme (Cyl) og sfærisk ekvivalent, med tilhørende maksimums (Max.) og minimums (Min.) verdier. ....	39
Tabell 4-4, Gjennomsnittsverdier med standardavvik for negativ- og positiv relativ akkommodasjon, AC/A forhold, MEM verdi, og monokulær- og binokulær akkommodasjonsfasilitet. ....	45
Tabell 4-5, Fusjonsvergens, sett i forhold til anbefalte verdier beskrevet i Clinical Management of Binocular Vision(Scheiman & Wick, 2013). Statistisk analyse foretatt ved hjelp av One Sample T-test.....	47
Tabell 4-6, Korrelasjonsanalyse mellom symptomer og ulike deltester. VA= visual acuity (visus), Rx= ametropi, sph= sfærisk, akk ampli. = akkommodasjonsamplitude, Bino= binokulær, Mono= monokulær, #1= 1.gjennomføring .....	51

## Figuroversikt

Figur 4-1, Gruppeinndeling, ukorrigert avstandvisus desimal for 1.og 2. klasse for høyre, venstre og begge øyne. ....	37
Figur 4-2, Ukorrigert nærvissus logMAR for 1. og 2. klasse med gjennomsnittsverdier og standardavvik og maksimum og minimumsverdier. Visus desimal i parentes. ....	37
Figur 4-4, Ametropi med gruppeinndeling for høyre (OD) og venstre øye (OS) for 1. og 2. klasse.....	41
Figur 4-5, Box-plot av akkommodasjonsamplitude, monokulær og binokulær-verdier for 1.gjennomføring (#1) og 5.gjennomføring (#5). Delelinjen i den blå boksen representerer medianverdi, øvre og nedre del av boksen henholdsvis øvre og nedre kvartil, mens øvre og nedre strek viser henholdsvis maksimums- og minimumsverdier.....	43
Figur 4-6, Box-plot for heteroforimålinger for avstand og nær. Delelinjen i den blå boksen representerer medianverdi, øvre og nedre del av boksen henholdsvis øvre og nedre kvartil, mens øvre og nedre strek viser henholdsvis maksimums- og minimumsverdier.....	46
Figur 4-7, Konvergens nærpunkt, med verdier for break og recovery (rec.). Målt med RAF-ruler. Delelinjen i den blå boksen representerer medianverdi, øvre og nedre del av boksen henholdsvis øvre og nedre kvartil, mens øvre og nedre strek viser henholdsvis maksimums- og minimumsverdier. ....	48



Figur 4-8, Elever med betydelig grad av symptomer (Sx) i kombinasjon med andre betydelige avvik. Rx= ametropier, Akk.= akkommodasjon, Verg.= vergens, Min. VA A= dårligste ukorrigerte visus på avstand og Min. VA N= dårligste ukorrigerte visus på nært. Elevene kan inneha 1 eller flere av ovennevnte kategorier. .... 49

Figur 4-9, Antall avvik hos elever med symptomer (Sx). Avvik i en eller fler av følgende kategorier: Ametropi, akkommodasjon, vergens, ukorrigert visus på avstand og ukorrigert visus på nært. .... 50

Tabell 1-1, Visus konverteringstabell ..... 14

Tabell 4-1, Symptomer med størst prevalens ..... 35

Tabell 4-2, Ukorrigert avstandvisus logMAR, visus desimal i parentes ..... 36

Tabell 4-3, Retinoskopieresultater uten Cyclopentolat..... 39

Tabell 4-4, Resultater fra diverse akkommodative deltester ..... 45

Tabell 4-5, Fusjonsvergens, sett i forhold til anbefalte verdier beskrevet i Clinical Management of Binocular Vision(Scheiman & Wick, 2013) ..... 47

Tabell 4-6, Korrelasjonsanalyse mellom symptomer og ulike deltester. VA= visual acuity (visus), Rx= ametropi, sph= sfærisk, akk ampli. = akkommodasjonsamplitude, Bino= binokulær, Mono= monokulær, #1= 1.gjennomføring ..... 51

## Bildeoversikt

Bilde 3-1, Observatør og elev under utmåling av AC/A forhold ved hjelp av Maddox Wing test med og uten -1,00D i glassholderen..... 30

Bilde 3-2, Observatør og elev under utmåling av fusjonsvergens på nært ved hjelp av prismestav og Gulden fikseringspinne. .... 31

Bilde 3-3, Observatør og elev under utmåling av konvergens nærpunkt ved hjelp av RAF-ruler..... 32

Bilde 3-1, Observatør og elev under utmåling av AC/A forhold 30

Bilde 3-2, Observatør og elev under utmåling av fusjonsvergens på nært..... 31

Bilde 3-3, Observatør og elev under utmåling av konvergens nærpunkt ..... 32

## Optometriske forkortelser

Rx	Refraksjon
VA	Visual acuity
logMAR	Logarithm og the Minimum Angle of Resolution
OD	Oculus Dextra (høyre øye)
OS	Oculus Sinistra (venstre øye)
OU	Oculus Uterque (begge øyne)
D	Dioptri
DS	Dioptri sfærisk
DC	Dioptri cylinder
SE	Sfærisk ekvivalent
Bino	Binokulær
Mono	Monokulær
AC/A	Accommodative Convergence/Accommodation
AA	Akkommodasjonsamplitude
Akk.	Akkommodasjon
BAF	Binokulær akkommodasjonsfasilitet
MAF	Monokulær akkommodasjonsfasilitet
NRA	Negativ Relativ Akkommodasjon
PRA	Positiv Relativ Akkommodasjon
MEM	Monokulær Estimerings Metode
Verg.	Vergens
Verg fas	Vergens Fasilitet
CT	Cover Test
$\Delta$	Prisme/-dioptri
NFV	Negativ Relativ Vergens
PFV	Positiv Relativ vergens
KNP	Konvergens Nær Punkt
RAF (-ruler)	Royal Air Force
KI	Konvergens insuffisiens
BIN	Base Inn Nær
BUN	Base Ut Nær
BIA	Base Inn Avstand
BUA	Base Ut Avstand
CISS	Convergence Insufficiency Symptom Survey
Sx	Symptom

Sp.mål	Spørsmål
ADHD	Attention Deficit/Hyperactivity Disorder
REK	Regional Komiteer for Medisinsk og Helsefaglig forskningsetikk
S&W	Scheiman & Wick

## 1. Introduksjon

### 1.1. Dagens rutiner for undersøkelse av synsstatus hos barn.

Dagens rutiner for undersøkelse av synsstatus hos barn bygger på retningslinjer utarbeidet av Sosial- og Helsedirektoratet utgitt i 2006, og står beskrevet i "Retningslinjer for undersøkelse av syn, hørsel og språk hos barn". Dette er en kortfattet beskrivelse av hvordan synet utvikles og hvordan synet skal følges opp, fra fødsel og frem til skolestart. Målgruppen for retningslinjene er primær- og spesialhelsetjenesten. I dette heftet er hovedformålet definert som å oppdage tilstander som kan føre til synssvekkelse eller blindhet så tidlig som mulig, samt oppdage og forebygge amblyopi.

I retningslinjene anbefales det at det spørres om familiehistorie vedrørende synshemming og øyesykdom, og at barnet blir observert med tanke på synlig skjeling. Undersøkelse av rød refleks anbefales hos alle nyfødte og ved 6 ukers alder. Visus bør gjennomføres på 4-års kontrollen, og kravet her er tre riktige svar på linjen 3/ 4,8. Dersom dette ikke blir bestått anbefales ny utmåling om 1-2 måneder. Ved en eventuell ny test ved 4,5 års alderen er kravet tre riktige svar på linjen 3 /3,8. Målrettet undersøkelse skal gjennomføres dersom foreldre gir uttrykk for bekymring, og videre henvisning til øyelege, optiker eller ortoptist skal vurderes.

Screening med covertest og undersøkelse av korneal lysrefleks for å avdekke strabisme anbefales ikke. Det antas at undersøkelsesteknikkene er for krevende, og vil derfor ikke gi god nok sensitivitet og spesifisitet. Når det gjelder amblyopi antas det at dagens rutiner for visusundersøkelse vil avdekke dette på en tilfredsstillende måte. I retningslinjene refereres det til en artikkel fra 1998 utarbeidet av NHS Health Technology Assessment Programme. Her konkluderes det med at verdien av screening i skolealder er usikker, og at effekten av amblyopibehandling ikke var tilstrekkelig belyst. I tillegg var avdekning av refraktive feil og skjeling lite relevant dersom ikke hensikten var å kunne avverge amblyopi. I retningslinjene vises det til studier i Sverige der en ser at forekomsten av amblyopi har blitt sterkt redusert etter innføring av visusscreening. Derfor antas det at synsscreening har en positiv effekt i forhold til prevalensen av amblyopi. Videre har det vært vurdert ulike tidspunkt for gjennomføring av synsundersøkelse. Hovedargumentet mot å utsette undersøkelsen til 5 års alderen

var at en eventuell amblyopibehandling burde være ferdig i god tid før skolestart. Det ble også påpekt at barn som av ulike årsaker ikke hadde fått gjennomført obligatorisk synsundersøkelse i 4 års alder skal få denne ved skolestart. Til slutt anbefales det at mer alminnelige, mindre alvorlige tilstander som kan gi unødvendige belastninger i skolesammenheng skal undersøkes og behandles.

## **1.2. Synsanomalier**

### **1.2.1. Visus.**

Visus er et begrep for å beskrive synsskarpheten til øyet. Synsskarphet beskriver evnen til å registrere den minste synlige vinkelen mellom to punkter(Rabbetts, 2007). Synsskarphet utvikles i de tidlige barneår, der gjennomsnittlig visus blant 1722 barn uten signifikante refraktive feil eller okulær patologi ble målt til 0,00 logMAR (desimal 1,00)(Pan et al., 2009).

Redusert visus er den mest vanlige kroniske medisinske tilstand blant barn i industrialiserte land(Yawn, Lydick, Epstein, & Jacobsen, 1996). Og for at barnet skal kunne følge en normal utvikling av visus er man avhengig av et velfungerende synsapparat fra cornea til visuell cortex. Avvik i denne prosessen kan medføre amblyopi(Hoyt & Taylor, 2012).

Og amblyopi er i en artikkel beskrevet som en av de mest vanlige årsakene til synssvekkelse hos barn. Undersøkelse av visus vil avdekke amblyopi, og en tidlig oppstart av amblyopibehandling kan derfor avverge varig synssvekkelse hos barn(Käsmann-Kellner & Ruprecht, 2000). Av samme grunn har Sosial – og helsedirektoratet vektlagt hyppige kontroller av visus i sine retningslinjer for undersøkelse av syn hos barn. Og Verdens helseorganisasjon, WHO, har gjennom Vision 2020 lagt fram en strategi for å bekjempe amblyopi i denne gruppen(He et al., 2004).

Videre kan ukorrigert redusert visus påvirke barns akademiske utvikling på en negativ måte. Redusert visus vil også kunne være hemmende for sosial aktivitet og utvikling(Powell, Wedner, & Hatt, 2004). En tidligere undersøkelse av barn med lese- og skrivevansker avdekket at denne gruppen hadde en signifikant dårligere avstandsvisus enn kontrollgruppen uten lese- og skrivevansker(Dusek, Pierscionek, & McClelland, 2010). Utmåling av visus er derfor en av de viktigste deltestene i vår undersøkelse.

Visus konverteringstabell				
20 feet (Snellen)	6 meters (Snellen)	Desimal	4 meters	logMAR
20/200	6/60	0.1	4/40	+1.0
20/160	6/48	0.125	4/32	+0.9
20/125	6/38	0.16	4/25	+0.8
20/100	6/30	0.2	4/20	+0.7
20/80	6/24	0.25	4/16	+0.6
20/63	6/19	0.32	4/12.5	+0.5
20/50	6/15	0.4	4/10	+0.4
20/40	6/12	0.5	4/8	+0.3
20/32	6/9.5	0.63	4/6.3	+0.2
20/25	6/7.5	0.8	4/5	+0.1
20/20	6/6	1.0	4/4	+0.0
20/16	6/4.8	1.25	4/3.2	-0.1
20/12.5	6/3.8	1.6	4/2.5	-0.2
20/10	6/3	2.0	4/2	-0.3

Tabell 1-1, Visus konverteringstabell

### 1.2.2. Ametropi.

Ametropi, eller refraktive feil, kan beskrives som øyets manglende evne til å fokusere parallelle lysstråler på retina(Käsmann-Kellner & Ruprecht, 2000). Og studier viser at nyfødte har en betydelig grad av refraktive feil(Flitcroft, 2014). Dette skyldes i hovedsak av tre faktorer: hornhinnens krumning, øyets aksiale lengde og øyelinsens brytningsfeil. De refraktive feilene blir gradvis normalisert ved hjelp av både passiv og aktiv emmetropiseringsprosess(Troilo, 1992), og den største endringen har i stor grad avtatt og stabilisert seg rundt 2 års alderen(Flitcroft, 2014; Hoyt & Taylor, 2012). Artikkelen til Flitcroft et al., viser dog til flere studier der det er en overvekt av hyperopi blant barn i 6-7 års alderen, der gjennomsnittlig verdier varierer mellom +1,26D og + 1,41D (Flitcroft, 2014).

Kartlegging av ametropier vil avdekke refraktive avvik, og er vesentlig da ukorrigerte refraktive feil er største årsak til synssvekkelse blant barn i verden(Powell et al., 2004; Robaei et al., 2005). Dersom barnet ikke får en riktig oppfølging av synet, eller mangler symptomer, vil oppdagelsen av synsfeilen bli forsinket. Dette kan igjen medføre at behandlingen blir iverksatt for sent, og effekten av denne blir svekket(Yawn et al., 1996).

Ved å prioritere kartlegging av syn i tidlig barneår kan man på en effektiv måte begrense synshemninger på grunn av refraktive feil. Derfor har WHO gjennom Vision 2020 dette som en av sine prioriterte arbeidsoppgaver(Powell et al., 2004). Ukorrigerede ametropier har også andre aspekter. I en svensk undersøkelse ble det avdekket at manglende korreksjon for refraktive feil var en av hovedårsakene til astenopi blant barn(Abdi & Rydberg, 2005). Dette ble bekreftet noen år senere i en studie av 216 elever i alderen 6-7 år. Den viste at det var en statistisk sammenheng mellom myopi og astenopi(Abdi, Lennerstrand, Pansell, & Rydberg, 2008)

### **1.2.3. Akkommodasjon**

Øyets evne til å akkommodere ble beskrevet av Donders i 1864, og i 1922 lagde Duane en oppstilling av normative data basert på målinger av over 4000 personer i ulike aldersgrupper(Rabbetts, 2007). På bakgrunn av dette arbeidet utviklet Hofstetter en kalkulasjonsformel for akkommodasjon. Formelen fra 1950 blir fortsatt brukt, og er ofte retningsgivende i studier og litteratur(Scheiman & Wick, 2013; Sterner, Gellerstedt, & Sjöström, 2004).

Men akkommodasjonssystemet er avhengig av mer enn bare en normal akkommodasjonsamplitude for å kunne fungere effektivt. Dette systemet må i tillegg reagere raskt, være utholdende og nøyaktig for å unngå astenopi på nært hold(B Wick & Hall, 1987). Mange studier omhandler nettopp dette temaet, og en studie hadde som mål å kartlegge avvik i akkommodasjon og vergens blant elever i barneskolen med astenopi. Resultatet var at 71,9% av elevene med symptomer hadde avvik i akkommodasjon og/eller konvergens. I tillegg ble det funnet en korrelasjon mellom avvik i akkommodasjon og konvergens i forhold til akademiske ferdigheter(Shin, Park, & Park, 2009).

I en annen studie blir det referert til ulike undersøkelser der de beskriver at redusert akkommodasjon medfører symptomer som uklart syn på nært, manglende evne til å holde nærfokus over tid, diplopi og leseproblemer(Sterner et

al., 2004) Den samme studien beskriver at de fant en statistisk forskjell i både monokulær- og binokulær akkommodasjonsamplitude hos barn med astenopi i forhold til gruppen uten plager. Videre er det funnet en sammenheng mellom akkommodativ dysfunksjon og hodepine, redusert konsentrasjonsevne og unngåelse av arbeid på nært hold(Scheiman et al., 2011). Og i en studie blir det påpekt viktigheten av å oppdage akkommodasjons insuffisiens for å unngå unødvendig frustrasjon blant yngre individer(Sterner, Gellerstedt, & Sjöström, 2006).

Akkommodasjonsapparatet er som vi ser en vesentlig faktor for at barn skal kunne fungere optimalt i en læringsprosess. Derfor er det viktig at akkommodasjonen blir kartlagt, og under er den enkelte deltest belyst.

#### **1.2.3.1. Akkommodasjonsamplitude**

Akkommodasjonsamplituden viser øyets maksimale evne til å endre fokuspunkt. akkommodasjon.

En svensk studie kartla akkommodasjonsamplituden blant barn i 6-10 års alderen. Den hevdet at normerte verdier for akkommodasjonsamplitude baserer seg på gamle målinger, der en forventer at barn og unge skal ha en god og robust akkommodasjonsfunksjon. Deres erfaring fra klinisk praksis og kliniske undersøkelser viser at dette ikke alltid stemmer. Disse pasientene er ofte plaget med astenopi etter nærarbeid(Sterner et al., 2004). Videre var akkommodasjonsinsuffisiens, der akkommodasjonsamplituden er redusert(Scheiman & Wick, 2013), det mest vanlige ortoptiske funnet blant barn som var henvist fra helsesøster på grunn av astenopi(Abdi & Rydberg, 2005). Og en undersøkelse avdekket at barn med lese- og skrivevansker hadde en signifikant lavere akkommodasjonsamplitude enn kontrollgruppen uten lese- og skrivevansker(Dusek et al., 2010).

Akkommodasjonsamplituden er som vi ser vesentlig når synsapparatet skal vurderes. Derfor er det naturlig at kartlegging av denne funksjonen inngår i våre målinger.



### **1.2.3.2. Akkommodasjonsfasilitet**

Akkommodasjonsfasilitet beskriver øyets evne til raske omstillinger mellom stimulering og avslapning av ciliærmuskelen (Zellers, Alpert, & Rouse, 1984). En østerisk studie avdekket at de 826 elevene med lese- og skrivevansker hadde signifikant lavere akkommodasjonsfasilitet enn kontrollgruppen (Dusek et al., 2010). Videre viste en undersøkelse av 60 barn mellom 8-16 år at elevene med astenopi hadde en signifikant dårligere binokulær akkommodasjonsfasilitet (BAF) og monokulær akkommodasjonsfasilitet (MAF) i forhold til de uten symptomer (Hennessey, Iosue, & Rouse, 1984). Samme studie refererer videre til en undersøkelse av Griffin et al. der akkommodasjons infasilitet ofte var forbundet med lave akademiske prestasjoner.

To andre studier bekreftet sammenhengen mellom astenopi og redusert akkommodasjonsfasilitet. Den ene så det i forhold til MAF, og skillet gikk ved 11cpm (Levine, Ciuffreda, Selenow, & Flax, 1985). Mens den andre vurderte det i forhold til BAF. Konklusjonen her var at skillet gikk ved 10cpm (Bruce Wick, Gall, & Yothers, 2002).

Et år tidligere ble det publisert en artikkel som refererte til en studie der redusert akkommodasjons fasilitet var et vanlig problem blant ikke-presbyope, og at dette ofte medførte tåkesyn og hodepine (Zellers et al., 1984). Mens en annen undersøkelse blant 87 personer i alderen 18 til 31 år viste at det var en sammenheng mellom kumulativ nærarbeid, akkommodasjonsfasilitet og astenopi (Iribarren, Fornaciari, & Hung, 2001).

### **1.2.3.3. Akkommodativ respons**

Akkommodativ respons beskriver akkommodasjonsapparatets evne til å reagere på et akkommodasjons stimulus/behov. Akkommodasjons responsen er ofte mindre enn stimuleringen, og denne forskjellen blir kalt akkommodasjons lag (B Wick & Hall, 1987). En mye brukt metode for utmåling av akkommodasjons lag er monokulær estimerings metode (MEM). Denne metoden ble benyttet i en undersøkelse av 123 elever på en barneskole. Her ble det avdekket at 26% hadde MEM verdier utenfor det anbefalt område. Artikkel forfatterne konkluderte med at alle sider av akkommodasjonsevnen burde undersøkes, deriblant akkommodativ

respons. Dette gjaldt spesielt for barn som satt med mye nærarbeid(B Wick & Hall, 1987).

#### **1.2.3.4. Relativ akkommodasjon**

Relativ akkommodasjon er øyets evne til å endre akkommodasjon samtidig som vergensen opprettholdes på et fast punkt(B Wick & Hall, 1987). En svensk undersøkelse av 72 barn viste at det var en sammenheng mellom negativ relativ akkommodasjon (NRA) og symptomer knyttet til nærarbeid(Sterner et al., 2006).

#### **1.2.3.5. AC/A**

Akkommodasjon og vergens er funksjoner som påvirker hverandre, og AC/A forholdet beskriver endringen av vergens ved stimulering av akkommodasjon. I litteraturen er AC/A forholdet beskrevet som retningsgivende for hva slags behandling som skal prioriteres ved ulike binokulære avvik(Scheiman & Wick, 2013). Sammenhengen mellom AC/A forhold og lese- og skrivevansker blant barn ble beskrevet i en østerisk undersøkelse. Her ble det funnet at det var et statistisk signifikant lavere AC/A forhold blant barn med lese-og skrivevansker i forhold til kontrollgruppen(Dusek et al., 2010). Det er ønskelig å se om det finnes en sammenheng mellom AC/A forhold og symptomer i vår undersøkelse.

#### **1.2.4. Vergens**

##### **1.2.4.1. Heterofori og heterotropi**

Vergensmålinger er en vurdering av det binokulært synet, der både motorisk og sensorisk fusjon bidrar til å opprettholde et binokulært enkeltsyn(Hoyt & Taylor, 2012).

Ved heterofori vil dette systemet være under konstant belastning, og kan medføre astenopi og synsrelaterte plager. I en svensk studie ble det konkludert med at ukorrigert heterofori var en av de mest vanlige ortoptiske funnene blant barn med

astenopi(Abdi & Rydberg, 2005). 5 år senere viste en annet studie at det var en overvekt av exofori på nært blant barn med lese- og skrivevansker, i forhold til kontrollgruppen uten disse vanskene(Dusek et al., 2010). Tilsvarende resultater kom også en amerikansk undersøkelse frem til. Verdiene fra undersøkelsen avdekket at barna med konvergens insuffisiens hadde en signifikant større exofori på nært i forhold til kontrollgruppen(J. E. Borsting et al., 2003). Dette viser at kartlegging av heterofori er viktig for å kunne avdekke unødvendig belastning av synet, og ble gjennomført ved hjelp av covertest (CT) på avstand og nært.

#### **1.2.4.2. Fusjonsvergens (NFV/PFV)**

Fusjonsvergens beskriver i hvilken grad motorisk fusjon klarer å opprettholde et binokulært enkeltsyn ved hjelp av de ekstra okulære musklene(Hoyt & Taylor, 2012). Undersøkelse av negativ fusjonsvergens (NFV) og positiv fusjonsvergens (PFV) ble gjennomført i en spansk studie. Denne avdekket at elevene med leseproblemer, men uten dysleksi, hadde nær  $2\Delta$  lavere NFV på avstand i forhold til kontrollgruppen(Palomo-Álvarez & Puell, 2010). Mens en annen studie viste at elevene med konvergens insuffisiens hadde signifikant dårligere positiv fusjonsvergens på nært i forhold til kontrollgruppen med normalt binokulært syn(J. E. Borsting et al., 2003). Vår undersøkelse målte negativ- og positiv fusjonsvergens på avstand og nært ved hjelp av prismestav, såkalt step-vergens test(Scheiman & Wick, 2013)

#### **1.2.4.3. Vergens fasilitet**

Vergens fasilitet beskriver det binokulære synets, eller fusjons vergensens, evne til å kunne foreta raske endringer over tid(R. Gall, B. Wick, & H. Bedell, 1998a). Der negativ og positiv fusjonsvergens måler amplituden, beskriver vergensfasiliteten altså både fleksibiliteten og utholdenheten på vergenssystemet (Scheiman & Wick, 2013). På lik linje med de andre vergenstestene kan vergens fasilitet avdekke svakheter i det binokulære synet. Og i enkelte pasientundersøkelser kan redusert vergens fasilitet være den eneste ortoptiske forklaringen på pasientens astenopi.

Dette ble bekreftet i undersøkelsen til Gall & Wick. Her hadde 15 av 30 pasienter med symptomer kun redusert vergens fasilitet som ortoptisk funn. I tillegg avdekket denne undersøkelsen at det var en signifikant forskjell i vergens fasilitet i forhold til kontrollgruppen uten symptomer(Gall & Wick, 2003). En annen undersøkelse avdekket at det var statistisk signifikant forskjell på vergens fasilitet mellom elever med og uten lesevansker(Dusek et al., 2010).

#### **1.2.4.4. Konvergens nærpunkt (KNP)**

For å kunne ha et komfortabelt binokulært enkeltsyn på nært hold er vi avhengig av at øyeparet har en god evne til adduksjon. Ved utmåling av konvergens nærpunkt (KNP) blir maksimal adduksjon registrert(Rabbetts, 2007). Flere binokulære tilstander har nettopp et forhøyet KNP som et vesentlig kjennetegn(Scheiman & Wick, 2013). I en artikkel av Scheiman et al. refereres det til en gjennomgang av 58 studier. Her fant Daum at 36 % av alle studiene beskrev et forhøyet KNP som et viktig kriterium for diagnosen av konvergens insuffisiens(Scheiman et al., 2003). Og barn med konvergens insuffisiens (KI) har vist et signifikant høyere score på CISS (Convergence Insufficiency Symptom Survey) ifht barn uten KI(J. E. Borsting et al., 2003).

Samme artikkelforfatter gjennomførte en studie der de fant en signifikant forbedring av akademisk prestasjon blant elevene som hadde fått en vellykket behandling av konvergens insuffisiens(E. Borsting et al., 2012).

Det er også funnet en sammenheng mellom konvergens insuffisiens og redusert konsentrasjon. En undersøkelse fra 2005 avdekket at personer med ADHD hadde tre ganger større forekomst av konvergens insuffisiens enn resten av befolkningen. Og resultatene viste også at personer med konvergens insuffisiens hadde 3 ganger større forekomst av ADHD sammenliknet med øvrig befolkning i USA(Granet, Gomi, Ventura, & Miller-Scholte, 2005). Gjennomgang av tidligere studier bekrefter også andre ulemper i tilknytning til redusert konvergens nærpunkt En av studiene var fra 2010, og avdekket at det var en korrelasjon mellom konvergens nærpunkt og astenopi,  $r = -0,4$ ,  $p = 0,003$ (Cohen et al., 2010). Samme år ble det publisert en østerisk studie av barn med lese- og skrivevansker. Her ble det funnet at denne gruppen hadde en signifikant forhøyet KNP i forhold til

kontrollgruppen uten lese- og skrivevansker. Som vi ser er konvergens nærpunkt en viktig faktor for at vi skal kunne fungere optimalt på nært hold.

### 1.3. Tidligere studier

I 2006 ble det gjennomført et svensk studie av 143 barn i 4-15 års alderen (Grönlund, Andersson, Aring, Hård, & Hellström, 2006). Målet for undersøkelsen var å kartlegge synsstatus blant barn i denne aldersgruppen. Her ble visus, brillekorreksjon og binokulære synsforhold målt ut og registret etter alder. 2 år senere ble et liknende svensk studie gjennomført blant 216 deltagere i alderen 6 til 16 år (Abdi et al., 2008). Den første studien avdekket at 35% av deltagerne hadde oftalmologiske funn, der 14 av totalt 17 personer med visus på det beste øyet  $\leq 0,8$  (logMAR 0,1) var 6 år eller yngre. Studien to år senere viste at over 20 % av elevene i førsteklasse hadde ukorrigert avstandsvisus  $\leq 0,65$  (logMAR 0,22). Prosentandelen på tilsvarende måling utført på nært var over 30%. Blant elevene i klassetrinnet over var tendensen synkende både på avstand og nært med henholdsvis 15% og 25%.

I en undersøkelse fra 2005 ble det lagt vekt på å kartlegge oftalmologiske og ortoptiske funn hos 120 skoleelever i alderen 6 til 16 år med astenopi (Abdi & Rydberg, 2005). Her ble også ukorrigert visus registret på avstand og nært, men det ble ikke inndelt i aldersgrupper. Andelen av hyperopi, målt med cycloplegi, mellom +0,25D og +3,75D var 85,0%, og 21,7% hadde astigmatisme mellom -0,75DC og -2,75DC. En studie ett år senere viste at i aldersgruppen 4-6 år og 7-9 år var 14,3% respektive 9,5% av elevene hyperope  $\geq +2,00D$  SE, ingen hadde myopi  $\geq -0,50D$  SE, mens astigmatisme  $\geq 0,75DC$  ble registret hos 8,6 % respektive 26,2 %. av elevene (Grönlund et al., 2006).

I 1986 ble 200 barneskoleelever undersøkt i en skolescreening, der de ønsket å kartlegge ulike akkommodative funksjoner opp mot hverandre (B Wick & Hall, 1987). I denne studien ble alle som brukte briller, hadde brillekorreksjon utenfor 0,00D og +0,75D, astigmatisme større enn 0,50DC eller hadde ukorrigert visus  $< 6/9$  (logMAR 0,21) på enten høyre eller venstre øye, ekskludert fra videre analyse. Av de resterende 123 elevene i 1 til 6 klassetrinn hadde 53% akkommodasjonsfasilitet  $\leq 7$ cpm binokulært eller  $\leq 11$ cpm monokulært. 25% av elevene hadde binokulær amplitude dårligere enn kritisk verdi, beregnet ved hjelp av Hofstetters formel. I tillegg viste 26% at de hadde et akkommodasjonslag

utenfor det anbefalte område mellom 0,00D til +0,75D. Negativ- og positiv relativ akkommodasjon ble undersøkt blant 244 elever i alderen 7.9 til 15.9 år. Målingene avdekket en gjennomsnittlig NRA på  $+1,91D \pm 0,54$  og PRA på  $-2,14D \pm 1,38$  (Jackson & Goss, 1991).

I en studie av elever med lesevaner i aldersgruppen mellom 8 til 13 år ble den binokulære synsfunksjonen kartlagt. Her ble deriblant heterofori undersøkt. Og resultatene viste at kontrollgruppen uten lesevaner hadde en gjennomsnittlig avstandsheterofori på  $-0,00\Delta(\text{exofori}) \pm 1,6$  og  $-1,7\Delta(\text{exofori}) \pm 3,4$  på nært (Palomo-Álvarez & Puell, 2010). De optometriske målingene fra den svenske studien referert til tidligere i avsnittet viste at 3 av 60 elever i 1 klassetrinn på barneskolen hadde et konvergens nærpunkt mellom 6-9 cm. Ingen elever i denne aldersgruppen hadde konvergens nærpunkt dårligere enn dette (Abdi et al., 2008).

## **2. Formål og Problemstilling**

Det mangler norske kvantitative studier som omhandler synsstatus blant barn i tidlig skolealder i nyere tid. Derfor er tallmateriale på forekomst av synsanomalier i denne aldersgruppen mangelfullt.

Hovedformålet med studien er å kartlegge synsstatus blant barn i 6-7 årsalderen. En slik informasjon vil være viktig for å kunne vurdere om dagens rutiner for undersøkelser er tilfredsstillende, eller om det er behov for en bredere undersøkelse av barn i denne aldersgruppen.

I tillegg er det ønskelig å avdekke hvor mange av 6 og 7-åringer som har symptomer i forbindelse med konsentrasjonskrevende arbeid på avstand og nært. Undersøkelsen har også som formål å kartlegge andelen av elever som både har symptomer og ulike former for synsavvik.

Omfanget og fordelingen av ulike typer synsavvik kan brukes i arbeidet med hva slags undersøkelser som bør prioriteres i fremtiden, og som tallmateriale ved senere undersøkelser av barn i denne aldersgruppen.

### **3. Metoder**

#### **3.1. Design**

Prosjektet som ble gjennomført var et epidemiologisk studie. Metoden som ble brukt var en observerende tverrsnittundersøkelse.

#### **3.2. Etikk**

Studiet har i sin helhet lagt til grunn og etterkommet etiske prinsipper beskrevet i Helsinki deklarasjonen. Deklarasjonen omhandler medisinsk forskning som involverer mennesker (Association, 2001). Videre har REK (Regionale Komiteer for Medisinsk og Helsefaglig forskningsetikk) godkjent og funnet at studiet etterkommer de nasjonale og internasjonale etiske retningslinjer. Alle personer som har deltatt i det praktiske arbeidet med gjennomføring av datainnsamlingen og videre bearbeiding av tallmaterialet har taushetsplikt og har etterfulgt Etisk plakat fra Norges Optikerforbund.

Alle involverte parter i studiet er informert om hva studiet innebærer, frivillighet til å delta og muligheten til å trekke seg fra deltagelse uten å måtte oppgi en grunn.

Gjennom studien hadde den enkelte elev kun et identitetsnummer og ingen opplysninger som kunne identifisere den enkelte deltager ble lagret elektronisk. Videre ble all innsamlet datamateriale oppbevart i låsbare skap.

Studien tilbød alle deltagerne en grundig undersøkelse av synet. Ved behov for en videre henvisning til lege eller øyelege ble dette ordnet av den ansvarlige optikeren. Se appendiks for detaljert informasjon gitt til skole og foreldre/foresatte.

#### **3.3. Utvalg**

##### **3.3.1. Rekruttering**

##### **Planlegging**

Et hvert studie er avhengig av en god deltagelse blant alle de inviterte parter for å få et statistisk representativt utvalg. Dette har vært et høyt prioritert mål helt fra planlegging av studiet. For å en så høy deltagelse som mulig var vi avhengig at enhver involvert instans var informert på en slik måte at så mange som mulig opplevde et eierskap til resultatet helt fra kommuneadministrasjon, via skoleledelse til foreldre/foresatte. For å sikre dette ble et informasjonsskriv basert



på vår godkjente søknad til REK (Regionale Komiteer for Medisinsk og Helsefaglig Forskningsetikk) brukt som basis for vår introduksjon til studiet.

### **Kontakt med kommune-/skoleledelse**

I et informasjonsskriv til kommunalsjef i Bø og skolesjef i Seljord, ble det bedt om godkjenning til å ta kontakt med rektorer på kommunens barneskoler.

Godkjenning for å ta kontakt med rektorer på deres aktuelle barneskoler ble innvilget, og en anbefaling for å delta ble også sendt tjenestevei. På denne måten ble rektorene på Seljord Barneskule, Flatdal skule, Bø skule og Folkestad skule informert om at studiet var godkjent og anbefalt av administrasjonen i kommunen. Alle rektorene ble kort tid etter denne godkjenningen tatt kontakt med ved et personlig oppmøte på deres kontor. Her ble en kopi av informasjonsskrivet til kommunen, samt det fremtidige informasjonsskrivet med tilhørende samtykkeskjema fra foreldre/foresatte avlevert. En kort, muntlig presentasjon av formål og ønsket gjennomføring av undersøkelsen ble lagt frem. Her ble også presisert at det var viktig at det ikke ble utgitt noen informasjon som kunne oppleves som en markedsføring av arbeidssted til optiker ovenfor skole, foreldre/foresatte eller den enkelte deltager.

### **Kontakt med kontaktlærere og foreldre/foresatte**

På møte med kontaktlærerne ble det anbefalt at rektor skulle sende et kortfattet brev hjem til foreldrene/foresatte, der de så verdien av studien, og at det var viktig at så mange som mulig deltok for at studiet kunne gi et representativt bilde av synssituasjonen blant elevene. Dette brevet ble sendt i forkant av vår informasjon til hjemmet. I tillegg fikk "vekeplanen", ukens informasjonsskriv fra klassekontakten til hjemmet, et egent punkt som minnet på påmeldingsfristen for deltagelse i undersøkelsen.

### 3.3.2. Størrelse

For å bestemme behovet for antall deltagere i studien var vi avhengig av hvilket konfidensnivå som var ønskelig. Vanlig er å velge et konfidensnivå på 95%. Formelen for antall deltagere  $n$  for å finne ut av gjennomsnittet i befolkningen med et dette nivået er:

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 \cdot s^2}{d^2}, \text{ der } \alpha \text{ er konfidensnivået, } s \text{ er standardavviket i en liknende}$$

undersøkelse og  $d$  er graden av akseptert feil i estimatet (Binu, Mayya, & Dhar, 2014). Tallverdier som er lagt til grunn for den videre utregning er hentet fra en studie med 20000 deltagere (Flitcroft, 2014). Her var standardavviket for beregning av refraktive feil i aldersgruppen 6 år utregnet til  $s = 0,68788$ . Vår grad av akseptert feil i estimatet er  $d = 0,15D$ .

$$n = \frac{1,96^2 \cdot 0,68788^2}{0,15^2} = 80,79 \approx 81$$

Vi inviterte totalt 183 elever og antok at 55% ønsket å delta. Dersom vårt estimat skulle vise seg å være riktig ville vi få 101 deltagere i studien, det vil si 20 flere enn nødvendig for å tilfredsstille vårt konfidensnivå. På denne måten baserte vår invitasjon seg på et sikkerhetsnivå på 25%. Det viste seg at påmeldingsprosenten ble betydelig høyere enn antatt. Dette resulterte i at 158 elever var villig til å delta i vår undersøkelse og medførte en påmeldingsgrad på 86,3%.

### 3.3.3. Inklusjonskriterier

Kriteriet for å kunne delta i studien var skoleelever i 1. og 2. klasse i alderen 6 og 7 år av begge kjønn.

### 3.3.4. Eksklusjonskriterier

Ingen av deltagerne kunne ha okulære-eller systemiske sykdommer som ville ha en direkte innvirkning på synet. Dersom deltageren skulle ha okulære tilstander eller systemiske sykdommer som hadde indirekte innvirkning på akkommodasjonsevnen ble dette registrert. De elevene dette eventuelt skulle

gjelde ville ikke inngå i beregningsgrunnlaget for videre analyse av akkommodasjonsevnen.

Videre ble etnisitet registrert, da det er kjent at refraktiv status varierer med etnisk opprinnelse. En oversikt over etnisk opprinnelse kunne gi informasjon om omfanget av ulike grupper ville påvirke resultatene.

### **3.3.5. Samarbeidsevne:**

Hovedformålet med vår studie var å frembringe en så korrekt som mulig oversikt over elevenes synsstatus. Dette forutsatte at de som deltok både samarbeidet og avga det svaret som stemte med hva de opplevde på en best mulig måte. Avvik fra dette kunne påvirke sluttresultatet, ikke bare for den enkelte elev, men også for hele studien. Derfor ble både samarbeidsevne og evne til å avgi korrekt svar registrert. Ved manglende evne til samarbeid gjennom undersøkelsen fikk eleven registreringen "1". Samme prosedyre ble gjennomført med de som åpenbart ikke avga korrekt svar. Alle andre elever fikk registreringen "0".

## **3.4. Datainnsamling**

### **3.4.1. Symptomskjema**

Påmeldingskjema med symptomer og øyehistorikk ble sammen med foreldre/foresatte registrert og innlevert til kontaktlærer. Kopi av registreringsskjema for symptomer og øyehistorikk er vedlagt i appendiks.

På skjemaet for registrering av symptomer var det 20 ulike spørsmål. 2 var knyttet til ubehag på avstand, og 5 til en kombinasjon på avstand og nært. De resterende 13 spørsmålene omhandlet i hovedsak plager på nært

Svaralternativene på symptomskjemaet var rangert fra "aldri", "sjeldent", "av og til", "ofte" til "alltid". Førstnevnte ga 0 poeng, mens sistnevnte ga 4 poeng.

### **3.4.2. Optometriske målinger**

#### **Visus**

Utmåling av visus for avstand og nært ble foretatt på henholdsvis 3 meter og 30 centimeter. Det ble benyttet en Bailey-Lovie tavle med logMAR verdier. Dersom eleven ikke var sikker på alle bokstavene, ble en tilsvarende tavle med LEA symboler benyttet. Synsprøvetavlen ble veggmontert, og fikk lys fra klasserommets taklamper. Monokulær visus for høyre og venstre øye, og binokulær visus, ble fortløpende registret. Disse verdiene ble inndelt i 3 grupper, der gruppe 1 inkluderte øyne med visus desimal  $\leq 0,3$ . Gruppe 2 var de med visus desimal fra 0,4 til og med 0,63. Og til slutt gruppe 3, det var de som var registret med visus desimal 0,8 eller bedre.

#### **Ametropier**

Utmåling av refraktive feil ble gjennomført i flere trinn. Alle elevene ble først undersøkt med autorefraktometer av typen Nidek AR-1000. Deretter ble det foretatt en subjektiv refraksjonering i et manuelt foropter. Videre ble det foretatt en objektiv utmåling ved hjelp av retinoskopi uten bruk av Cyclopentolat.

Studien beskrev emmetropi som sfærisk ekvivalent (SE)  $\geq -0,25DS$  og  $\leq +0,75DS$ , samt astigmatisme  $< -0,75DC$ . Ametropiene ble så delt inn i 4 kategorier, der lavgradig hyperopi ble definert som SE  $\geq +1,00DS$  og  $< +2,00DS$ . Og hyperopi var elever med SE  $\geq +2,00DS$ , mens myopi var de med SE  $\geq -0,50DS$ . Til slutt ble de som falt utenfor kriteriene beskrevet over samlet i en fellesgruppe kalt "Sammensatt". Dette er de elevene som ville vært vurdert som emmetrope, dersom de ikke hadde en astigmatisme større eller lik  $-0,75DC$ .

#### **Akkommodasjonsamplitude**

Akkommodasjonsamplituden ble målt ut ved hjelp av RAF-ruler med 5 gjennomføringer, der uklart fikseringsobjekt indikerte amplitudens maksimalverdi. Først monokulært, så binokulært. Mellom hver måling ble fikseringsobjektet ført helt tilbake på sleidestaven, og verdiene ble så registret i hele dioptrier. Alle måleverdiene ble notert ned, men i analysedelen ble kun den første og femte gjennomføringen analysert. Kravet for å få godkjent monokulær akkommodasjonsamplitude ble satt til  $\geq 10D$ , mens tilsvarende krav for binokulær utmåling var  $\geq 11D$ .

### **Akkommodasjonsfasilitet**

Neste akkommodative deltest var registrering av akkommodasjonsfasilitet, målt på 40 cm. Her ble det benyttet en håndholdt flipper brille med  $\pm 2,00D$ , i kombinasjon med et Rock Card ark med single bokstaver i størrelsen 20/30. Antall sykler per minutt (cpm) ble fortløpende notert ned. Kravene til målingene var ulik i de to alderstrinnene. For 6-åringene var kriteriet satt til  $MAF \geq 3,0cpm$  og  $BAF \geq 0,5cpm$ , og tilsvarende for årskullet over var  $MAF \geq 4,5cpm$  og  $BAF \geq 1,0cpm$ .

### **Akkommodativ respons**

For kartlegging av akkommodativ respons ble monokulær estimerings metode (MEM) benyttet. ). Metoden er blitt evaluert i forhold til et foroakkommodometer. Resultatene fra denne undersøkelsen viste lik akkommodasjonsrespons dem imellom (M. W. Rouse, London, & Allen, 1982). Denne deltesten ble foretatt med foropter, med den objektive refraksjonen isatt. Eleven ble instruert til å se på enten enkle figurer eller korte ord på et MEM card fra Heine, merket med "Level 1". Arbeidsavstanden tilsvarte lengden fra elevens albue til den midterste knoken, såkalt "Harmons distance". Og nøytralisering av retinoskopirefleksjonen skjedde kun ved hjelp av korte sekvenser med håndholdte prøveglass. Styrken på dette prøveglasset ble registret som MEM-verdi. Og kravet for å bestå denne deltesten var  $+0,25D \leq MEM \leq +0,75D$ .

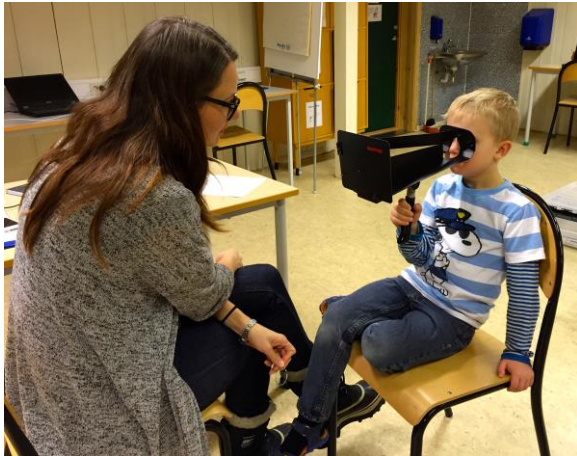
### **Relativ akkommodasjon**

Den nest siste deltesten i denne kategorien var utmåling av relativ akkommodasjon. Denne ble også foretatt i foropteret med den objektive refraksjonen isatt. Her skulle eleven fokusere på en bokstav i 20/50 størrelse på 40 cm avstand. Så ble styrken gradvis økt binokulært, med stepp på 0,25 dioptrier, inntil bokstaven ble utydelig. Denne verdien var et måltall for enten NRA eller PRA, avhengig av fortegnet til sfæren. Kriteriene for å bestå denne testen var  $NRA \geq +1,50D$ , og for  $PRA \geq -1,50D$ .

### **AC/A**

Den siste akkommodative deltesten var å kartlegge elevenes AC/A forhold. Til dette brukte vi Maddox Wing test. Den er både enkel i bruk og lett å forklare brukeren. Her ble den horisontale heteroforiverdien lest av før og etter innsetting av  $-1,00D$  binokulært i instrumentets glassholder. Differansen mellom disse to verdiene representerte elevens AC/A forhold. Denne måten å måle ut AC/A

forholdet på blir i litteraturen omtalt som graderingsmetoden (Scheiman & Wick, 2013). Og kravet for å bestå denne testen ble satt til  $AC/A \geq 2:1$  og  $AC/A \leq 6:1$ .



Bilde 3-1, Observatør og elev under utmåling av AC/A forhold ved hjelp av Maddox Wing test med og uten -1,00D i glassholderen.

### Heteroforier

For å evaluere elevenes binokulære status var det naturlig å inkludere en bred kartlegging av synets vergenssystem. Som ved de akkommodative deltestene var det ønskelig å undersøke vergens systemets mange sider. Første undersøkelse i denne kategorien var registrering av heterofori på avstand (3 meter) og nært (40 cm). Til dette ble covertest (CT) benyttet, og fikseringsobjektet på avstand var en svart "H" tilsvarende visus desimal 0,7 skrevet ut på et hvitt ark. Og på nært ble en detalj på Gulden fikseringspinne brukt. Ved større heteroforier ble størrelsen målt ut både med og uten prismestav. Horisontale og vertikale heteroforier ble fortløpende notert ned. Først på avstand, så på nært. Og et av kriteriene for å bestå denne deltesten var at det ikke skulle være noen manifest strabisme. Et tilleggskrav på avstand var esofori  $\leq 2\Delta$  dioptrier og exofori  $\leq 4\Delta$  dioptrier. Tilsvarende krav på nært var esofori  $\leq 0\Delta$  dioptrier og exofori  $\leq 6\Delta$  dioptrier.

### Fusjonsverges

Neste deltest i undersøkelsen var registrering av fusjonsverges. Her brukte observatøren samme fikseringsobjekt som ved utmåling av heteroforier, både på avstand og nært. Undersøkelsen startet ved å øke prismeverdien på prismestaven med ca.  $2\Delta$  per sekund. Dette ble gjort inntil eleven ikke klarte å opprettholde et binokulært enkeltsyn, eller at en eventuell suppresjonsreaksjon oppstod. Denne metoden ble brukt til å måle negativ fusjonsverges (NFV) og positiv

fusjonsvergens (PFV) på avstand. Etter notering av resultatene ble samme rekkefølge brukt på nært. Kravene til NFV på avstand og nært ble satt til henholdsvis  $\geq 4\Delta$  og  $\geq 7\Delta$ , og tilsvarende krav for PFV var  $\geq 4\Delta$  og  $\geq 15\Delta$ .



Bilde 3-2, Observatør og elev under utmåling av fusjonsvergens på nært ved hjelp av prismestav og Gulden fikseringspinne.

### **Vergensfasilitet**

Vergenssystemets tredje deltest besto i å måle ut elevens vergens fasilitet. Dette er en test som krever god forklaring av hva som skal skje under utmålingen. Her ble en prismeflipper med  $12\Delta$  base ut og  $3\Delta$  base inn brukt, der eleven skulle se på samme avstandsobjekt som benyttet i deltesten før. Antall sykler per minutt (cpm) ble registrert, før samme prosedyre ble gjennomført på nært. Og her ble bokstavene på Gulden fikseringspinne brukt som fikseringsobjekt. Kriteriet for å bestå deltesten var likt på avstand og nært, og var satt til  $\geq 12\text{cpm}$ .

### **Konvergens nærpunkt (KNP)**

Utmåling av konvergens nærpunkt var den siste av vergenssystemets deltester. Til dette ble en RAF-ruler benyttet, da dette er en effektiv og mye benyttet undersøkelsesmetode. Fokuseringsobjekt som ble brukt var et rundt objekt med en tilhørende vertikal strek. Øvelsen ble gjennomført 5 ganger med en jevn glidende bevegelse inntil eleven enten opplevde diplopi eller at observatøren registrerte en divergens av øyeparet. I våre målinger indikerer "break" KNP, og "recovery" når eleven først klarer å oppnå binokulært enkeltsyn igjen. Kravene satt

til KNP var "break"  $\leq 7,5\text{cm}$  og "recovery"  $\leq 10,5\text{cm}$ . I den videre analysen av målingene var det kun den første og femte gjennomføringen som ble vurdert.



Bilde 3-3, Observatør og elev under utmåling av konvergens nærpunkt ved hjelp av RAF-ruler.

### **Symptomer i kombinasjon med andre avvik.**

I denne studien er en av formålene å avdekke andelen elever med symptomer i kombinasjon med optometriske avvik. Det ble valgt å dele deltestene inn i fem hovedkategorier; ametropi (Rx), akkommodasjon (Akk.), vergens (Verg.), avstandsvisus (Min. VA A) og nærvisus (Min. VA N). I den første kategorien ble alle elever med standardavvik (SD)  $\geq \pm 1,5$  i sfærisk retinoskopieresultat, samt SD  $\geq 1,5$  i astigmatisme definert som betydelig refraktive avvik. Den neste kategorien inkluderte alle de akkommodative deltestene. Og alle elever med SD  $\geq -1,5$  i enten akkommodasjonsamplitude (AA), positiv- og negativ relativ akkommodasjon (PRA og NRA) eller monokulær-og binokulær akkommodasjonsfasilitet (MAF og BAF) fikk definisjonen akkommodativ avvik. Inkludert i denne gruppen ble også de med SD  $\geq \pm 1,5$  i MEM-verdier eller AC/A forhold. Videre besto den tredje kategorien av de som hadde avvik i en eller flere vergens deltestene. Alle med SD  $\geq 1,5$  i heterofori på avstand eller nært, samt SD  $\geq -1,50$  i NFV, PFV, vergens fasilitet på avstand og nært og KNP ble inkludert i gruppen med avvik i vergenssystemet. Til slutt kom de to siste kategoriene som omhandlet ukorrigert visus på avstand og nært. Her ble alle elevene med enten monokulær eller binokulær visus desimal  $\leq 0,5$  tatt med.



### **3.5. Analyse og statistikk**

Svarene fra spørreskjemaene og resultatene fra de optometriske undersøkelsene ble omkodet til numeriske verdier, beskrevet i en felles variabelforklaring for prosjektet. Den enkelte deltager fikk tildelt et identitetsnummer. Tallmaterialet ble videre registrert i Microsoft Excel 2011. Dette dannet grunnlaget for videre analyse i IBM SPSS Statistics 2,0. Analyseverktøyet ble brukt til sortering, gjenkjenning av outliers og utregning av gjennomsnitt med tilhørende standardavvik med mer. Videre ble programmet brukt til statistisk analyse ved hjelp av One-Sample t-test, Paired-Samples t-test og Independent-Samples t-test. Her ble konfidensnivået satt til 95%. Resultatene fra analysene er beskrevet i resultat kapittelet.

## **4. Resultater**

### **4.1. Deltagelsesprosent**

Totalt ble 158 elever i alderen 6 til 7 år i 1. og 2. klassetrinn på 4 ulike barneskoler påmeldt. I 1.klasse representerte jentene 41,7% av de 72 påmeldte, mens tilsvarende andel var 57,0% blant de 86 påmeldte elevene i klassetrinnet over. Gjennomsnittlig alder i 1. og 2. klasse var 78,3 måneder  $\pm 3,54$  og 91,2 måneder  $\pm 3,02$ . Dette tilsvarer 6,52 år i første klassetrinn og 7,60 år i andre klassetrinn. 12 elever var av ikke etnisk norsk opprinnelse, som tilsvarer 7,6%.

### **4.2. Symptomskjema**

#### **Svarandel**

Opptelling fra 1. og 2.klasse viser en svarandel på henholdsvis 95,6% og 98,9%.

#### **Resultater**

Tabellen under viser resultatene fra symptomspørsmålene (Sp.mål) som utmerket seg. Det var ingen av de 20 spørsmålene som utmerket seg blant 1. klassingene. Høyeste prosentandel var spørsmålet sp.mål 18 "Holder det en skal lese for nært (30-35cm)". Her var det 2,9% som ble registrert med 3 eller 4 poeng. Annerledes var det i årstrinnet over. Av de 3 som utmerket seg var følgende spørsmål: "Kort varighet av oppmerksomhet" (Sp.mål 19) med 8,3 %, "Uklart syn på nært (lesing, lekser, PC med mer)" (Sp.mål 2) med 7,0% og "Holder det en skal lese for nært (30-35cm)" (Sp.mål 18) med 6,0%.

Til slutt ble alle de 20 spørsmålene oppsummert, definert som "Sx totalt". 6,9% av alle 6 åringene ble registrert med 20 eller flere poeng. Av de som hadde 30 eller flere poeng var andelen i denne aldersgruppen sunket til 1,4%. Tilsvarende tall hos 7 åringene var 12,8% og 4,7%. Høyeste poengsum var en elev i 2. klasse med totalt 49 poeng.

#### **Sammenlikning 1.klasse vs. 2.klasse**

Independent-Samples t-test avdekket at det var statistisk forskjell mellom 1. og 2. klasse ved Sp.mål. 13,  $t(152) = -2,148$ ,  $p = 0,033$ . Analysen avdekket derfor at det var flere i 2. klasse i forhold til 1. klasse som svarte bekreftende på spørsmålet

”Unngår lesing og nærarbeid”. Ingen av de andre spørsmålene avdekket en slik statistisk forskjell mellom klassetrinnene.

Symptomer						
	1.klasse			2.klasse		
	N	Mean	SD	N	Mean	SD
Sp.mål 2 (N)	72	0,14	±0,387	86	0,35	±0,891
Sp.mål 13 (N)	69	0,12	±0,323	85	0,35	±0,869
Sp.mål 18 (N)	70	0,40	±0,730	83	0,43	±0,913
Sp.mål 19 (A+N)	71	0,89	±0,949	84	0,90	±1,048
<b>Sx Totalt</b>	<b>72</b>	<b>6,11</b>	<b>±7,185</b>	<b>86</b>	<b>8,14</b>	<b>±10,657</b>

Tabell 4-1, Symptomer med størst prevalens av de totalt 20 symptomspørsmålene. (N) omhandler spørsmål på nært, (A) for avstand og (A+N) for både avstand og nært. Sx Total viser totalskår fra alle 20 symptomspørsmålene.

#### 4.3. Optometriske målinger

I 1. og 2.klasse ble det registret at henholdsvis 23,6% og 12,8% av elevene viste noe varierende evne til å samarbeide ved en eller flere av de optometriske undersøkelsene, av disse var ca. 2/3 gutter. Det ble i tillegg registrert elevens evne til å avgi så korrekt svar som mulig. I 1.klasse var denne andelen minimal, mens 7,0% av 2.klassingene fikk anmerkningen for tendens til å avgi ukorrekt svar, og av disse var alle gutter.

##### Ukorrigert visus på avstand.

Samtlige 158 deltagere i begge klassetrinn gjennomførte ukorrigerte visusmålinger på avstand og nært. Tabellen under viser en statistisk oversikt med gjennomsnittlige verdier med standardavvik(SD), maksimum- og minimumsverdier. Det ble ikke funnet noe statistisk signifikant forskjell mellom ukorrigert visus på høyre og venstre øye hverken i blant elevene i 1. eller 2. klasse. Kalkulasjonen ble

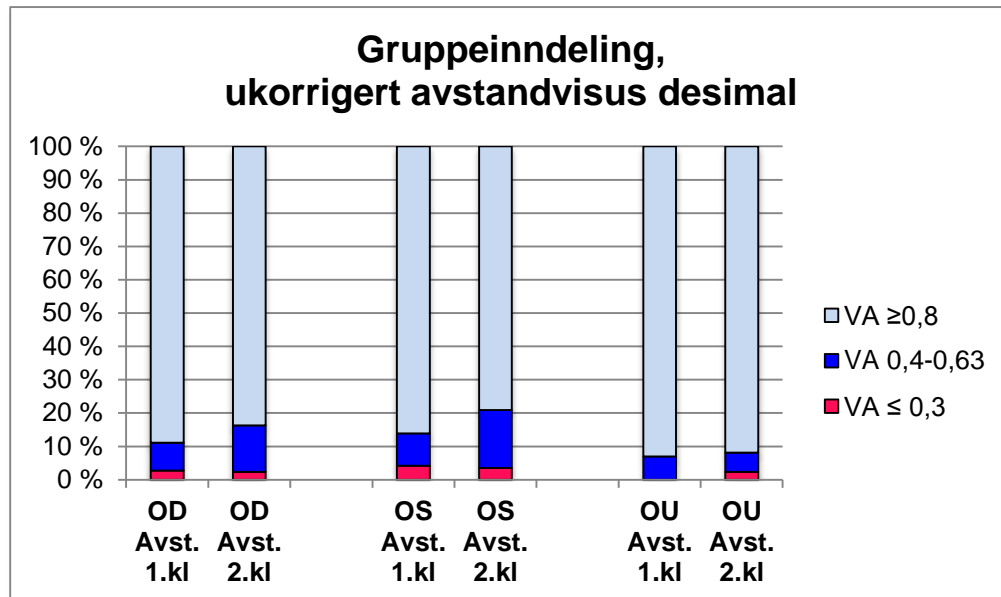
foretatt ved hjelp av en Paired-Samples t-test,  $t(71) = -1,967$ ,  $p = 0,053$  (1.klasse). I 2 klasse var  $t(85) = -1,369$ ,  $p = 0,175$ .

Videre avdekket avstandsmålingene at 16 av totalt 158 elever hadde ukorrigert visus (desimal) lavere enn 0,63 på det dårligste øyet. 6 av disse brukte ikke briller.

Ukorrigert avstandsvisus logMAR						
1.kl N = 72 2.kl N = 86	OD 1.kl	OD 2.kl	OS 1.kl	OS 2.kl	OU 1.kl	OU 2.kl
Gj.snitt	0,05 (0,89)	0,07 (0,85)	0,07 (0,85)	0,09 (0,81)	0,02 (0,95)	0,03 (0,93)
SD	±0,132	±0,144	±0,143	±0,163	±0,095	±0,125
Max. (Min.)	0,60 (0,25)	0,70 (0,20)	0,60 (0,25)	1,00 (0,10)	0,40 (0,40)	0,60 (0,25)
Min. (Max.)	-0,20 (1,60)	-0,10 (1,25)	-0,20 (1,60)	-0,10 (1,25)	-0,20 (1,60)	-0,20 (1,60)

Tabell 4-2, Ukorrigert avstandsvisus logMAR for 1.og 2.klasse med gjennomsnitt, standardavvik, maksimum- og minimumsverdier. Visus desimal i parentes.

Ukorrigert visusverdier på avstand ble delt inn i tre grupper. Gruppeinndelingen er beskrevet i figuren under. Resultatene viser at antall elever med ukorrigert visus desimal  $\leq 0,3$  var på et meste 4,2%, mens 17,4% tilhørte gruppen med VA desimal 0,4-0,63.



Figur 4-1, Gruppeinndeling, ukorrigert avstandsvisus desimal for 1.og 2. klasse for høyre, venstre og begge øyne.

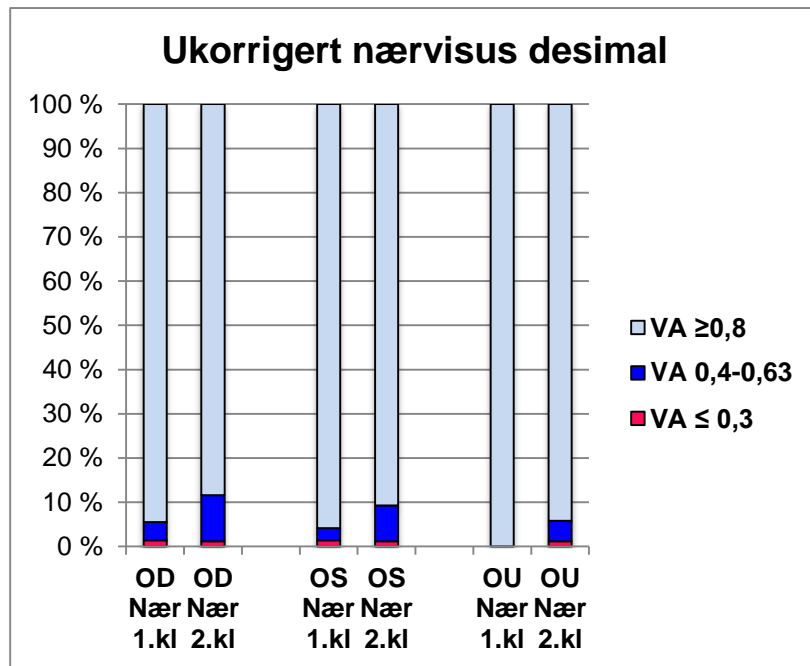
#### Ukorrigert visus på nært.

Ukorrigert visus på nært (30 cm) ble registrert på samme måte som for måling på avstand. Her viste det seg at av de 9 elevene som hadde visus desimal < 0,63 på nært, brukte kun 5 av disse briller. Resultatene er presentert i tabellen under.

Ukorrigert nærvisus logMAR						
1.kl N = 72	OD 1.kl	OD 2.kl	OS 1.kl	OS 2.kl	OU 1.kl	OU 2.kl
2.kl N = 86						
Gjennomsnitt	0,00 (1,00)	0,02 (0,95)	0,00 (1,00)	0,01 (0,98)	-0,04 (1,10)	-0,03 (1,07)
SD	±0,111	±0,153	±0,109	±0,149	±0,062	±0,145
Max. (Min.)	0,60 (0,25)	1,00 (0,10)	0,50 (0,32)	1,00 (0,10)	0,10 (0,80)	1,00 (0,10)
Min. (Max.)	-0,20 (1,60)	-0,30 (2,00)	-0,20 (1,60)	-0,30 (2,00)	-0,20 (1,60)	-0,30 (2,00)

Figur 4-2, Ukorrigert nærvisus logMAR for 1. og 2. klasse med gjennomsnittsverdier og standardavvik og maksimum og minimumsverdier. Visus desimal i parentes.

Gruppeinndeling av visus desimal var lik som inndelingen på avstand, også her er inndelingen beskrevet i figuren under. Resultatet etter gruppeinndelingen viste at på det meste tilhørte 1,9% gruppen med lavest fri visus, mens tilsvarende tall for den midterste gruppen var 10,5%.



Figur 4-3, Ukorrigert nærvisus desimal for 1. og 2.klasse , der visus er inndelt i 3 ulike grupper.

Forskjell i visus på høyre og venstre øye ble også registrert. Resultatet var at 11,1% og 8,1% i henholdsvis 1. og 2.klasse var i gruppen som hadde forskjell i fri visus på 2 linjer eller mer.

## Ametropi

Samtlige 72 deltagere i 1. klasse ble retinoskopiert, mens antallet i 2. klasse var 83 av totalt 86 elever. Årsaken til at de ikke fikk gjennomført denne testen var manglende samarbeid. Samtlige av de det gjaldt var gutter. Retinoskopi ble gjennomført uten bruk av Cyclopentolat, og resultatene er presentert i tabellen under.

Retinoskopi uten Cyclopentolat						
1. klasse N = 72	Sph OD	Cyl OD	SE OD	Sph OS	Cyl OS	SE OS
Gjennomsnitt	1,19D	-0,34DC	1,02D	1,11D	-0,39DC	0,91D
SD	□1,22	□0,37	□1,14	□1,04	□0,47	□0,94
Max.	7,25D	0,00DC	6,88D	6,75D	0,00DC	6,00D
Min.	0,00D	-2,00DC	-0,25D	0,00D	-2,75DC	-0,25D
2. klasse N = 83	Sph OD	Cyl OD	SE OD	Sph OS	Cyl OS	SE OS
Gjennomsnitt	0,94D	-0,33DC	0,77D	0,85D	-0,27DC	0,72D
SD	□0,93	□0,35	□0,87	□1,08	□0,33	□1,09
Max.	5,75D	0,00DC	5,50D	6,00D	0,50DC	5,75D
Min.	-1,00D	-2,00DC	-1,13D	-4,75D	-1,00DC	-5,25D

Tabell 4-3, Retinoskopieresultater uten Cyclopentolat for høyre og venstre. Gjennomsnitt med standardavvik for sfæriskverdi (sph), astigmatisme (Cyl) og sfærisk ekvivalent, med tilhørende maksimums (Max.) og minimums (Min.) verdier.

## Gruppeinndeling av ametropier

Det ble valgt å dele ametropiene inn i 4 ulike grupper, der emmetropi inngikk som egen gruppe. Derfor innbefatter denne inndelingen totalt 5 ulike grupper. Alle gruppene ble delt inn i forhold til størrelsen på sfærisk ekvivalent (SE), og inndelingen er beskrevet i metodekapittelet. Resultatene fra utmålingen er presentert i figuren under.

Gruppen definert som emmetropi var i klart flertall med ca. 55% andel i begge klassetrinnene. Den nest største gruppen var lavgradig hyperopi, og resultatene viste at 37,5% av 1.klassingene var i denne gruppen, enten på høyre eller venstre øye. De tre resterende gruppene var i klart mindretall, og gruppen med hyperopi hadde sin største forekomst i 2.klasse med en prevalens på 6,0%. Og helt til sist kom gruppen for myopi. Den viste at ingen i 1.klasse var myope, og kun 3,6% var i denne gruppen på ett av øynene i 2.klasse.

## **Emmetropi**

I 1. klasse var det i denne gruppen 38 (52,8%) elever, både målt på høyre og venstre øyet. I klassetrinnet over var denne andelen noe større. 49 (57,0%) elever viste emmetropi på høyre øye mot 47 (54,7%) på venstre øye.

## **Lavgradig hyperopi**

Den største andelen av ametropier var de med lavgradig hyperopi.

Det var 37,5% og 33,3% som hadde dette på henholdsvis høyre og venstre øye i 1.klasse, mot 26,7% og 24,4% i klassetrinnet over.

## **Myopi**

I motsetning til lavgradig hyperopi, var myopi den minste gruppen. Og resultatet viste at kun 3,4% var myope i 2. klasse, mens ingen var dette i klassen under.

## **Hyperopi**

Den nest minste gruppen var de med hyperopi. I den yngste aldersklassen ble det avdekket 5,6% høyre- og 4,2% venstre øyne med hyperopi. Tallene i klassen over var henholdsvis 3,5% og 5,8%.

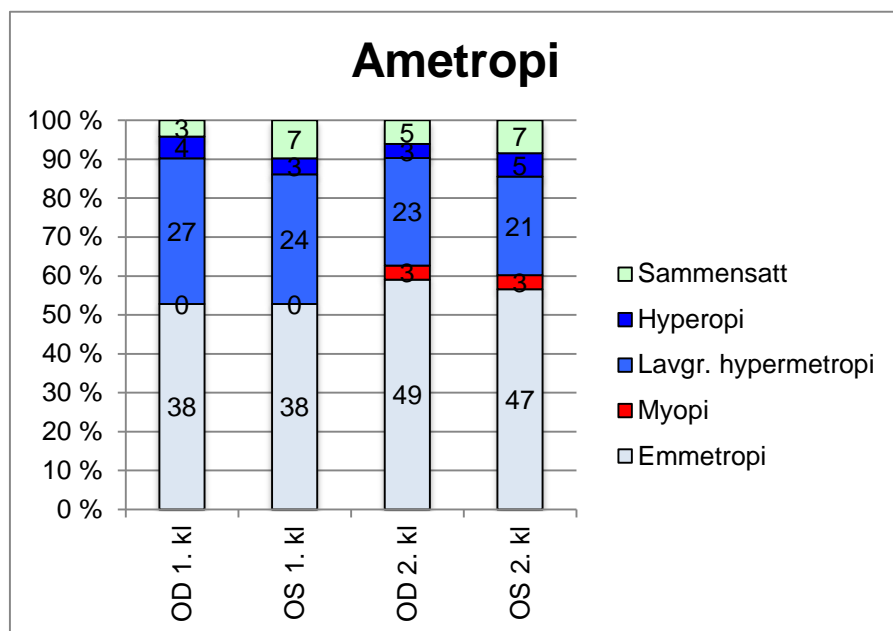
## **Sammensatt**

Til slutt ble de som falt utenfor kriteriene, som beskrevet i metode kapitlet, samlet i en fellesgruppe kalt "Sammensatt". Dette er de elevene som ville vært vurdert som emmetrope, dersom de ikke hadde en astigmatisme større eller lik -0,75DC. Andelen av denne gruppen, enten på høyre eller venstre øye, i 1. og 2.klasse var henholdsvis 9,7% og 8,1%.

## **Astigmatisme**

Oppsummeringen viste at 9 (12,5%) høyre og 14 (19,4%) venstre øyne var i denne gruppen blant 1. klassingene. Tilsvarende tall for 2.klasse var 12(14,5%) 12 (14,5%).





Figur 4-4, Ametropi med gruppeinndeling for høyre (OD) og venstre øye (OS) for 1. og 2. klasse.

### Akkommodasjonsamplitude

Totalt var det 71 elever i 1.klasse og 82. elever i 2.klasse som fikk målt monokulær- og binokulær akkommodasjonsamplitude (AA).

### Monokulær akkommodasjon

Under er det presentert et box-plot av resultatene for høyre øye.

Gjennomsnittet for første gjennomføring var  $17,4D \pm 3,98$  blant 1. klassingene, mens tilsvarende verdier for årstrinnet over var  $14,8D \pm 4,34$ . Etter 5 gjennomføring var resultatet endret. Da var gjennomsnittet i 1.klasse sunket til  $15,9D \pm 4,26$ , og resultatet fra 2.klasse var nå nede i  $13,3D \pm 4,13$ . Videre viser resultatet at ser en kun på gjennomsnittet var begge klassetrinnene innenfor kriteriene. I 1.klasse var det 2,8% som ikke klarte kravet ved første gjennomføring, mens tallet var 4,2% ved femte gjennomføring. Tilsvarende tall i årskullet over viste at 8,5% feilet kravet ved første gjennomføring. Ved siste gjennomføring var denne andelen steget til 17,1%.

En Paired-Samples t-test i SPSS ble benytte for å se om akkommodasjonsamplituden var endret fra 1. til 5. gjennomføring. Resultatet viste at det var en signifikant forskjell mellom 1. og 5.gjennomføring blant 1. klassingene,  $t(70) = 3,334$ ,  $p = 0,01$ . Tilsvarende kalkulasjon ble benytte hos

årstrinnet over. Også her var det en signifikant forskjell på de to gjennomføringene,  $t(81) = 4,577$ ,  $p < 0,00010$ .

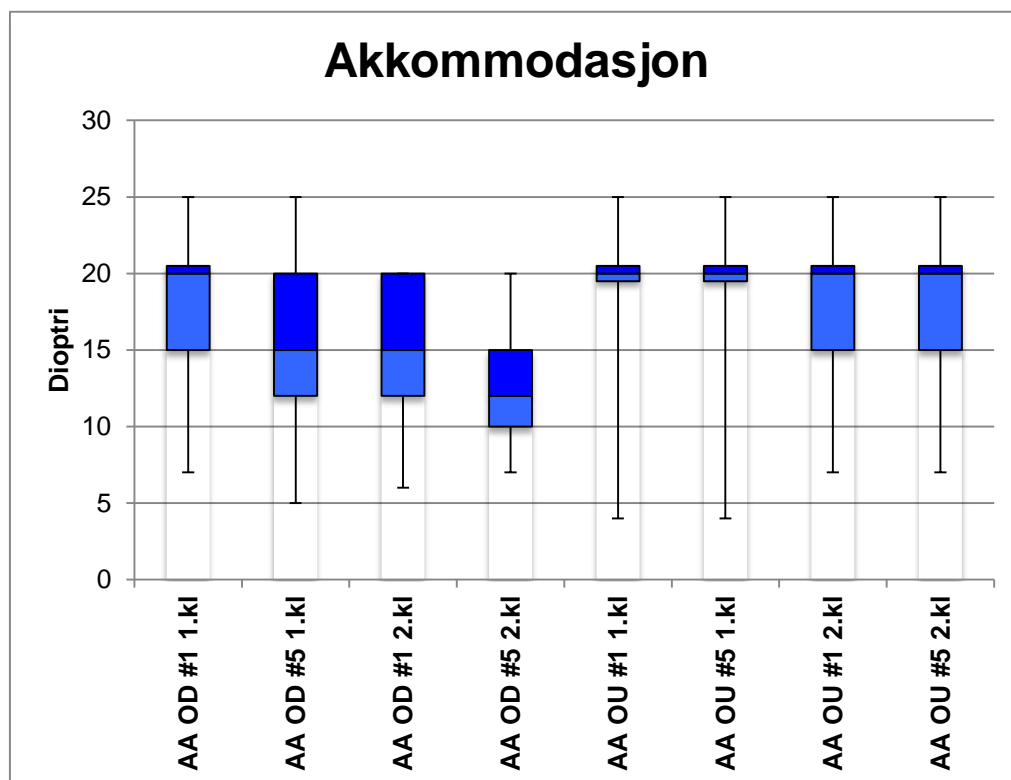
### **Binokulær akkommodasjon**

Utmåling av binokulær akkommodasjonsamplitude ble også gjennomført 5 ganger, og er presentert i tabellen under. Resultatene fra 1. klasse avdekket en gjennomsnittlig binokulær akkommodasjonsamplitude på  $19,6D \pm 3,35$  ved 1.gjennomføring, mens resultatet var sunket til  $18,9D \pm 4,15$  ved siste måling. Tilsvarende tall fra 2.klasse var henholdsvis  $18,1D \pm 3,56$  og  $17,5D \pm 3,91$ .

Som ved de monokulære testene ble antall elever som feilet registrert, og kravet var at binokulær akkommodasjonsamplitude skulle være  $\geq 11D$ . I den yngste gruppen var det 2,8% som feilet under første gjennomføring, og 5,6% ved siste gjennomføring. Tilsvarende tall i den eldste gruppen var 4,9% og 9,8%. Som ved den monokulære utmålingen var gjennomsnittsverdiene for binokulær akkommodasjonsamplitude innenfor de kriteriene som ble satt.

En Paired-Samples t-test ble brukt for å se om binokulær akkommodasjonsamplitude var endret fra 1. til 5. gjennomføring. I første klassetrinn ble det avdekket at det var en signifikant forskjell mellom de to gjennomføringene,  $t(70) = 2,769$ ,  $p = 0,007$ . En tilsvarende analyse i 2. klasse viste også her at det var en signifikant forskjell,  $t(81) = 2,697$ ,  $p = 0,009$ .

Oppsummert ser vi at det er en signifikant forskjell mellom 1. og 5. gjennomføring av akkommodasjonsamplituden både monokulært og binokulært i begge årskullene. I tillegg ser vi en gjennomgående trend at antallet som feiler kravene både for monokulær- og binokulær akkommodasjonsamplitude dobler seg fra første til femte gjennomføring.



Figur 4-5, Box-plot av akkommodasjonsamplitude, monokulær og binokulær-verdier for 1.gjennomføring (#1) og 5.gjennomføring (#5). Delelinjen i den blå boksen representerer medianverdi, øvre og nedre del av boksen henholdsvis øvre og nedre kvartil, mens øvre og nedre strek viser henholdsvis maksimums- og minimumsverdier.

### Relativ akkommodasjon (NRA og PRA)

Studiet har, som beskrevet tidligere, flere akkommodative deltester. Resultatene fra både negativ- og positiv relativ akkommodasjon er registrert i tabellen under. Målingene blant 1.klassingene viste at 11,3 % hadde dårligere NRA enn kravet på  $\geq +1,50D$ , mens 4,2% feilet PRA kravet som var satt til  $\geq -1,50D$ . Tilsvarende tall for 2.klasse var 6,2% for NRA og 3,7% for PRA.

### AC/A

Gjennomsnittet for AC/A verdiene er presentert i sammen med de andre akkommodative deltestene. Her ser vi at gjennomsnittet er lavere enn hva anbefalte verdier er satt til. Dette vil nødvendigvis tilsi at en stor del feiler kriteriet for denne deltesten. Resultatet endte opp med at 59,2% av 1.klasse hadde et lavere AC/A forhold enn 2:1. Tallene for 2.klasse var dog noe bedre med sin andel på 48,2%. Videre viste det seg at under 1,5% hadde AC/A forhold over 6:1.

### **Akkommodasjonsrespons (MEM)**

Utmåling akkommodasjonsrespons ble foretatt ved hjelp av monokulær estimeringsmetode (MEM). Resultatet avdekket at 23,9% av 1.klassingene hadde en høyere MEM-verdi enn det som ble anbefalt. Også blant 2.klassingene var denne andelen stor, da 22,0% tilhørte denne gruppen.

En videre gjennomgang av resultatene fra NRA, PRA, AC/A og MEM, avdekket at det ikke var signifikant forskjell mellom de to første yngste årskullene i barneskolen i disse deltestene.

### **Akkommodasjonsfasilitet (MAF og BAF)**

I tabellen under er resultatene fra målingene av både monokulær akkommodasjonsfasilitet (MAF) og binokulær akkommodasjonsfasilitet (BAF) presentert. I 1.klasse feilet 2,9% kravet til MAF, mens 1,4% feilet kravene som var satt til BAF. Resultatene fra 2.klasse avdekket at 1,2% feilet ved utmåling av MAF og at alle klarte kravene til BAF i denne aldersgruppen.

Ved hjelp av Paired-Samples t-test ble det konstatert en statistisk forskjell i MAF mellom 1.klasse ( $9,90\text{cpm} \pm 2,279$ ) og 2.klasse ( $10,94\text{cpm} \pm 3,426$ ),  $t(147) = (-2,136)$ ,  $p = 0,034$ . Tilsvarende analyse for BAF mellom 1.klasse ( $9,58\text{cpm} \pm 2,788$ ) og 2.klasse ( $11,60\text{cpm} \pm 3,708$ ) avdekket en statistisk forskjell,  $t(147) = -3,692$ ,  $p < 0,00010$ .

Akkommodasjon div.		
NRA	N=71 1. kl	Gj.snitt og SD + 2,21D ± 0,653
	N=81 2. kl	+ 2,24D ± 0,638
PRA	N=71 1. kl	- 3,77D ± 1,537
	N=81 2. kl	- 3,46D ± 1,348
AC/A	N=71 1. kl	1,54:1 ± 2,751
	N=83 2. kl	1,76:1 ± 1,916
MEM	N=71 1. kl	+ 0,58D ± 0,385
	N=83 2. kl	+ 0,60D ± 0,400
MAF	N=67 1. kl	9,90cpm ± 2,279
	N=82 2. kl	10,94cpm ± 3,426
BAF	N=67 1. kl	9,58cpm ± 2,788
	N=82 2. kl	11,60cpm ± 3,708

Tabell 4-4, Gjennomsnittsverdier med standardavvik for negativ- og positiv relativ akkommodasjon, AC/A forhold, MEM verdi, og monokulær- og binokulær akkommodasjonsfasilitet.

### Heterofori avstand

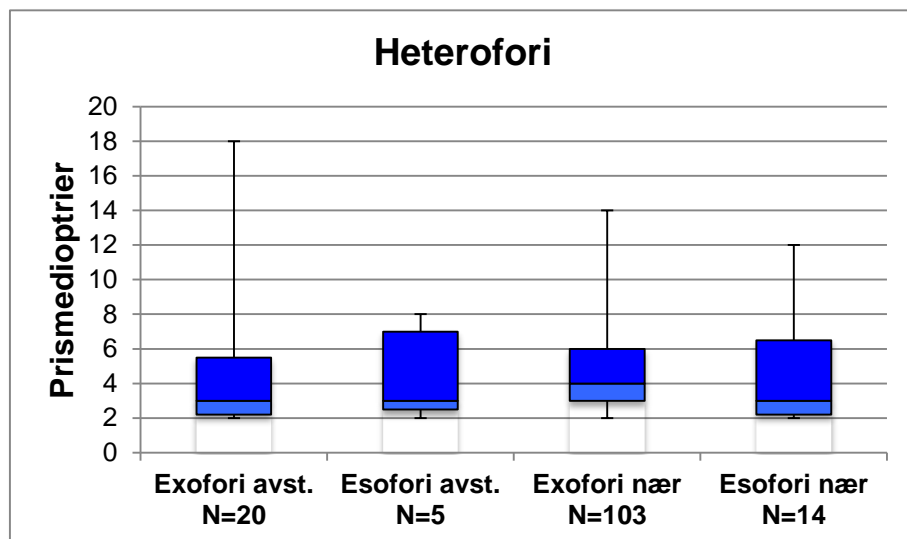
Heteroforimålinger ble gjennomført på avstand og nært. I denne deltesten er begge klassetrinnene samlet, og box-plottet under viser fordelingen av heteroforiene. Undersøkelsen avdekket at få elever hadde esofori på avstand. Derimot var det flere som hadde exofori på avstand. Andelen var 12,7% med et gjennomsnitt på  $4,6\Delta \pm 4,15$ , med en maksimumsverdi på 18 exofori. Det var 2 elever som hadde heterotropi, begge med exotropi tilstand på henholdsvis 10 og 14 prismedioptrier.

Denne deltesten avdekket videre at 3,2% hadde exofori og 3,2 % hadde esofori over kravet, og begge brukte briller.

### Heterofori nær

Heteroforimålingene på nært viste at flere hadde avvik fra oppsatte kriterier i forhold til målingene på avstand. 8,7% av elevene viste en esoforitilstand med et gjennomsnitt på  $4,8\Delta \pm 3,58$ . Og andelen med exoforitilstand var betydelig større. Totalt hadde 65,2% elever en exoforitilstand, og de viste et gjennomsnitt på

$5,0\Delta \pm 2,46$ . Ellers avdekket målingene at de samme 2 elever som hadde exotropi på avstand hadde exotropi på nært. Oppsummert viste undersøkelsen at 11,5% hadde exofori og 9,0% hadde esofori større enn kriteriene for å bestå testen på nært. Videre avdekket resultatene fra denne deltesten at 9,5% hadde en exofori  $\geq 8\Delta$  på nært. Og en gjennomgang av svarskjemaene fra foreldrene/foresatte viste at ingen av disse brukte briller.



Figur 4-6, Box-plot for heteroforimålinger for avstand og nær. Delelinjen i den blå boksen representerer medianverdi, øvre og nedre del av boksen henholdsvis øvre og nedre kvartil, mens øvre og nedre strek viser henholdsvis maksimums- og minimumsverdier.

### Vergensfasilitet

Undersøkelsen av 68 elever i 1.klasse avdekket at gjennomsnittsverdier for vergensfasilitet var  $8,26\text{cpm} \pm 2,753$ , mens tilsvarende verdier for de 82 elevene i klassen over var  $9,09\text{cpm} \pm 3,338$ . Disse verdiene var godt under kravet for denne deltesten. Dette gjenspeiles i andelen som ikke tilfredsstilte kriteriet for vergensfasilitet. Og resultatet viste at 85,3% og 73,4% i henholdsvis 1. og 2.klasse ikke klarte kravet.

### Fusjonsvergens (NFV og PFV)

Resultatene fra målingene av negativ fusjonsvergens (NFV) og positiv fusjonsvergens, som presentert under, viser at gjennomsnittverdiene er godt innenfor kriteriene både på avstand og nært. Videre analyse av

avstandsmålingene viste at av alle elever i undersøkelsen var det kun en person som feilet kravene. Og på nært var det totalt 4,4% som ikke tilfredsstilte de oppsatte kravene. Samtlige av disse feilet kravet for base ut (PFV). Derimot avdekker våre verdier en stor forskjell fra normative data brukt i faglitteraturen (Scheiman & Wick, 2013). Tabellen under viser resultatene fra One-Sample T-test, der det er en statistisk signifikant forskjell mellom alle våre målinger av NFV og PFV på nært i forhold til Scheiman og Wick sine normative verdier for fusjonsvergens på nært.

Fusjonsvergens, våre målinger vs. Scheiman & Wick								
	N	Våre Mean	Våre SD	S&W Mean	S&W SD	t	df	p
BUN break 6 år	72	35,0Δ	±10,14	23Δ	±8	10,06	71	<0,00010
BUN recovery 6 år	72	30,1Δ	±11,95	16Δ	±6	10,01	71	<0,00010
BIN break 6 år	72	23,4Δ	±7,67	12Δ	±5	12,62	71	<0,00010
BIN recovery 6 år	72	17,7Δ	±6,78	7Δ	±4	13,38	71	<0,00010
BUN break 7 år	82	32,5Δ	±11,97	23Δ	±8	7,47	81	<0,00010
BUN recovery 7 år	82	28,5Δ	±7,58	16Δ	±6	9,43	81	<0,00010
BIN break 7 år	82	20,8Δ	±6,94	12Δ	±5	11,50	81	<0,00010
BIN recovery 7 år	82	16,2Δ	±5,16	7Δ	±4	16,11	81	<0,00010

Tabell 4-5, Fusjonsvergens, sett i forhold til anbefalte verdier beskrevet i Clinical Management of Binocular Vision (Scheiman & Wick, 2013). Statistisk analyse foretatt ved hjelp av One Sample T-test.

### Konvergens nærpunkt (KNP)

Registrering av konvergens nærpunkt ble gjort ved hjelp av RAF-ruler. Skalaen her er nedad begrenset til ca. 4,5 centimeter. Dette medførte at 50 elever i første, og 43 elever i andreklasse, fikk et tildelt KNP på 4,0 centimeter.

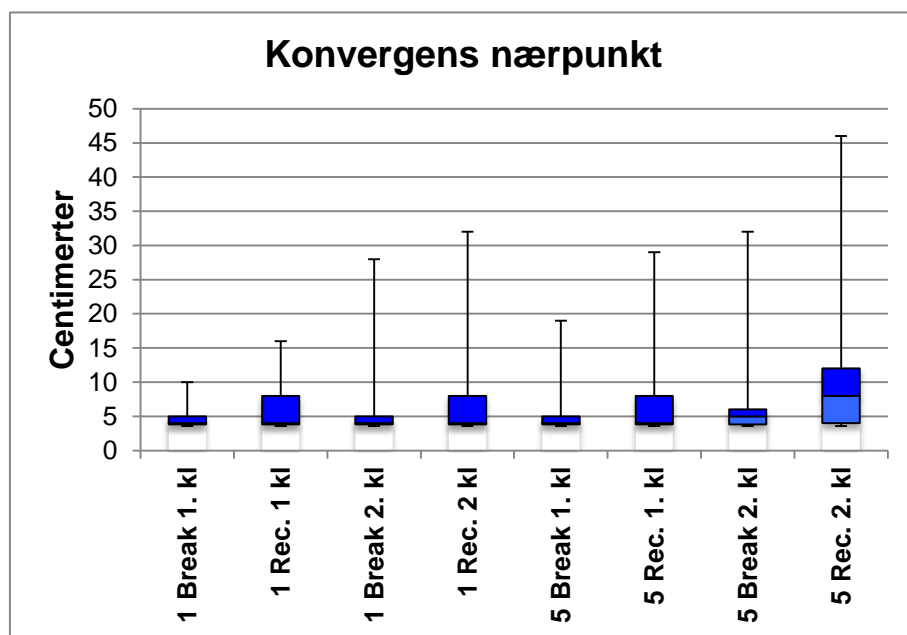
Gjennomsnittsmålingene vil nødvendigvis være påvirket av dette, og er presentert i box-plottet under.

Videre viser resultatene at andelen av elever som feilet kravet på "break" og "recovery" mer enn doblet seg fra 1. til 5. gjennomføring. Dette gjaldt i begge klassetrinnene. Og i tillegg så vi også en dobling i feilprosenten fra 1. til 2.klasse.

Oppsummert viser resultatet fra siste gjennomføring i 1.klasse at 4,3% feilet kravet til "break", mens 14,3% feilet kravene til "recovery". Og i 2.klasse ser vi altså en dobling av disse verdiene med henholdsvis 11,9% og 28,6%.

Selv om feilprosenten synes stor fra 1. til 5.gjennomføring viste endringen i 1.klasse kun en trend, men i 2.klasse var det annerledes. En Paired Samples T-test avdekket en statistisk signifikant forskjell mellom 1.gjennomføring ( $5,32\text{cm} \pm 3,283$ ) og 5.gjennomføring ( $6,05\text{cm} \pm 4,493$ ),  $t(83) = -2,240$ ,  $p = 0,028$ .

Videre ble forskjellen mellom "break" i 1. og 2.klasse analysert. Ved å benytte Independent Samples T-test ble det bekreftet at det var en statistisk signifikant forskjell mellom første gjennomføring i 1.klasse ( $4,43\text{cm} \pm 0,910$ ) og 2.klasse ( $5,32\text{cm} \pm 3,283$ ),  $t(152) = -2,205$ ,  $p = 0,029$ . Samme kalkulasjon ble benyttet ved femte gjennomføring. Også her var det en statistisk signifikant forskjell mellom 1.klasse ( $4,73\text{cm} \pm 2,139$ ) og 2.klasse ( $6,05\text{cm} \pm 4,493$ ),  $t(152) = -2,252$ ,  $p = 0,026$ .

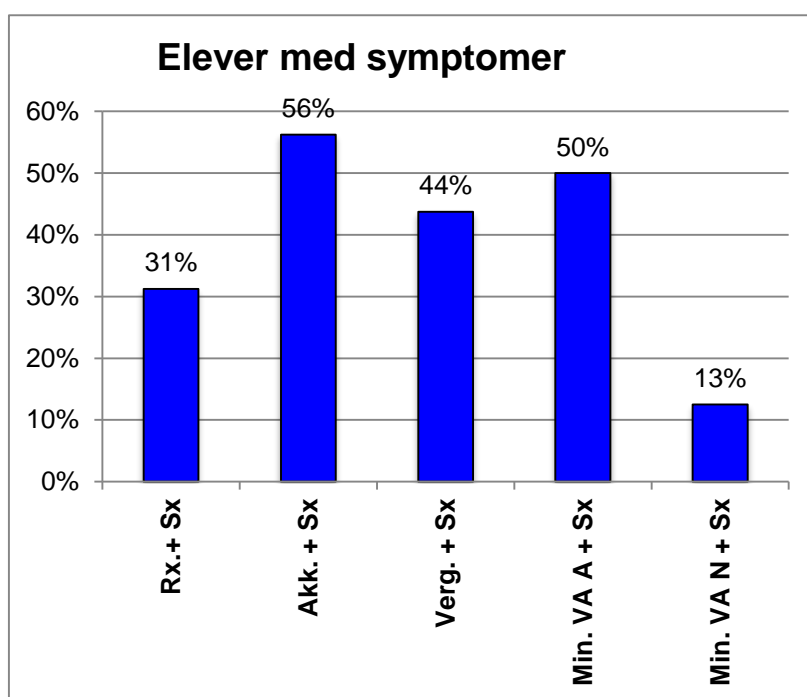


Figur 4-7, Konvergens nærpunkt, med verdier for break og recovery (rec.). Målt med RAF-ruler. Delelinjen i den blå boksen representerer medianverdi, øvre og nedre del av boksen henholdsvis øvre og nedre kvartil, mens øvre og nedre strek viser henholdsvis maksimums- og minimumsverdier.



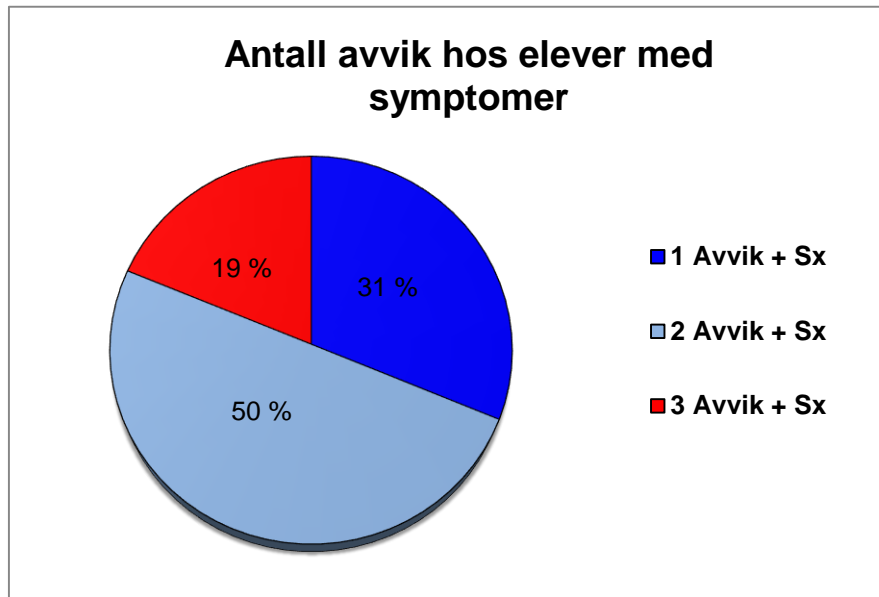
### Symptomer i kombinasjon med andre avvik

Symptomskjema avdekket at av totalt 158 elever var det 16 som hadde en betydelig grad av symptomer. Dette tilsvarer 10,1%. Av disse 16 elevene var det kun 1 person som ikke hadde avvik på enten ametropi-, vergens- eller akkommodasjonstester. Den ene personen hadde til gjengjeld redusert visus på avstand. Diagrammet under viser forekomst av de ulike avvikene blant elever med betydelig grad av symptomer.



Figur 4-8, Elever med betydelig grad av symptomer (Sx) i kombinasjon med andre betydelige avvik. Rx= ametropier, Akk.= akkommodasjon, Verg.= vergens, Min. VA A= dårligste ukorrigerende visus på avstand og Min. VA N= dårligste ukorrigerende visus på nært. Elevene kan inneha 1 eller flere av ovennevnte kategorier.

Resultatene fra undersøkelsen avdekket at 5 av de 16 personene med betydelig grad av symptomer hadde avvik i kun 1 av de 5 ulike kategoriene. Av de som hadde avvik i 2 kategorier var det 8 elever, mens i gruppen med avvik i 3 kategorier var det totalt 3 elever. Og ingen hadde avvik i flere enn 3 kategorier totalt.



Figur 4-9, Antall avvik hos elever med symptomer (Sx). Avvik i en eller fler av følgende kategorier: Ametropi, akkommodasjon, vergens, ukorrigert visus på avstand og ukorrigert visus på nært.

For å avdekke om det var en sammenheng mellom symptomer og de ulike kategoriene ble det foretatt en korrelasjonsanalyse. Tabellen under viser kun de testene som avdekket en signifikant korrelasjon med symptomer.

Symptomer med korrelasjoner			
	r =	n =	p =
Ukorrigert VA avstand	0,435	158	<0,001
Ukorrigert VA nær	0,377	158	<0,001
Rx sph. ekvivalent	0,245	155	0,002
Rx cylinder	-0,265	155	0,001
Akk ampl. Bino	-0,266	153	0,001
Akk ampl. Mono	-0,250	153	0,002
MAF	-0,219	148	0,007
PRA	0,162	152	0,046
CT nær	0,190	149	0,020
CT avstand	-0,171	158	0,032
KNP #1 Break	0,247	147	0,003
BIN Break	-0,164	154	0,042

Tabell 4-6, Korrelasjonsanalyse mellom symptomer og ulike deltester. VA= visual acuity (visus), Rx= ametropi, sph= sfærisk, akk ampl. = akkommodasjonsamplitude, Bino= binokulær, Mono= monokulær, #1= 1.gjennomføring

Vi ser av tabellen at alle 5 kategoriene korrelerer med symptomer, men fri visus på avstand og nær utpeker seg med sine klare verdier.

## **5. Diskusjon**

### **5.1. Introduksjon**

Hovedformålet med undersøkelsen var å kartlegge synsstatus blant 6- og 7 åringene i skolen. Det ble valgt å dele resultatene inn i 5 hovedgrupper. I tillegg var det ønskelig å avdekke hvor mange i denne aldergruppen som hadde symptomer i forbindelse med konsentrasjonskrevende arbeid på avstand og nært, og andelen av disse som hadde ulike former for synsavvik.

### **5.2. Symptomer**

I en undersøkelse av 72 elever i barneskole trinnet ble det avdekket at 34,7% hadde en eller annen form for symptomer i forbindelse med nærarbeid (Stern et al., 2006).

Våre undersøkelser viste at samtlige med betydelig grad av symptomer hadde enten ortoptiske funn eller redusert visus. Dette samsvarer med hva en tidligere studie blant 216 skolebarn kom frem til, som konkluderer med at skolebarn med normale ortoptiske funn sjeldent har astenopi (Abdi et al., 2008).

### **5.3. Visus**

I en svensk undersøkelse fra 2008 ble visus kartlagt blant 216 skoleelever.

Resultatene fra denne studien var at 83% hadde ukorrigert visus  $> 0,65$  på det dårligste øyet på avstand. På nært var andelen 75% (Abdi et al., 2008).

Tilsvarende tall fra vår studie viser at 86 % blant 6 åringene og 79% blant 7 åringene var i denne gruppen på avstand. Det vil si en tilnærmet lik prosentandel mellom disse to studiene, når man sammenlikner avstandsmålingene.

Våre resultater må også sees i lys av at dette var en skolescreening, foretatt med andre lysforhold enn ved undersøkelser i klinikk. I en studie med 3885 6-åringene hadde 74,5 % av de som feilet skolescreeningen ukorrigert avstandsvisus  $\leq 0,65$ . Da denne gruppen ble retestet i klinikk viste det seg at halvparten av denne gruppen hadde ukorrigert VA  $\geq 0,8$ . Totalt ble resultatet at 3,14% hadde ukorrigert visus dårligere enn 0,8 på det dårligste øyet (Hård, 2007). At lysforholdene kan spille en vesentlig rolle i resultatet viser også en annen undersøkelse der det ble

brukt bakgrunnsbelyst visustavle. Blant 328 barn i alderen 6 til 14 år var medianen til ukorrigert avstandsvisus på 1,2 (Dusek et al., 2010). Hos oss var tilsvarende tall 1,0 både i første og andre klasse. Og forskjellen ble større ved å se på øvre og nedre kvartil. Undersøkelsen som brukte bakgrunnsbelyst tavle hadde øvre kvartil ukorrigert VA= 1.5 og nedre kvartil VA=1,2. Til sammenlikning viste våre målinger svakere verdier med henholdsvis ukorrigert VA= 1,0 og VA=0,8.

I en større rapport om skolescreening blir det referert til ulike studier. Alderssammensetningen her var mellom 5 til 15 år (Powell et al., 2004). Andelen av de som hadde ukorrigert  $VA \leq 0,5$  (desimal) på minst ett øye varierte mellom 1,4% (Sør Afrika N=5599) til 22,3% (Kina, Guangzhou N=5053). Tilsvarende tall i vår studie var 8,1% (6 åringer) og 8,3% (7 åringer). Dersom vår undersøkelse hadde innebefattet eldre skolebarn kan resultatet blitt annerledes. Etnisitet og mengde av statisk nærarbeid kan også være en av delfaktorene i de store variasjonene som det ovennevnte studie avdekket.

Et studie gjennomført i Tyskland viste at 30,8% av 5756 skolebarn hadde ukorrigert  $VA < 0,7$ . Nær 70% av disse hadde  $VA \geq 0,6$ . Dette tilsvarer at ca. 21,6% hadde visus mellom 0.6-0.7. Artikkelen beskriver ikke om det var under binokulære eller monokulære forhold (Käsmann-Kellner & Ruprecht, 2000). Til sammenlikning viste vår undersøkelse at 6,9 % av elevene i 1.klasse hadde ukorrigert  $VA < 0,63$  på ett eller begge øynene. Andelen i klassetrinnet over var 12,8%.

Ved å analysere ukorrigert nærvisus blant våre elever så vi at 93,9% (1.klasse) og 88,6 % (2.klasse) hadde bedre visus enn 0,63 på nært. Disse tallene var i tråd med undersøkelser fra vårt naboland Sverige. Den ene avdekket dog en noe høyere prosentats. Av totalt 120 elever hadde 116 av dem ukorrigert nærvisus mellom 0,65 og 1,0 (Abdi & Rydberg, 2005). Tre år senere viste tall fra samme land at i underkant av 70% av elevene hadde ukorrigert nærvisus  $> 0,65$  på det dårligste øyet (Abdi et al., 2008).

#### **5.4. Ametropi**

Kartlegging av refraktive status blant skoleelevene var en av hovedmålene for undersøkelsen. Ukorrigerte refraktive feil kan gi eleven unødvendige belastninger. Derfor var det av stor interesse for studien å se på andelen av ulike refraktive feil blant våre deltagere. Det var selvfølgelig ønskelig å kunne sammenlikne våre resultater med tidligere studier. Utfordringen var at det ofte ble brukt ulike definisjoner i de ulike studiene. I vår undersøkelse ble det valgt å dele ametropiene inn i 5 ulike grupper.

##### **Emmetropi**

Kriteriet for emmetropi var myopi  $\leq -0,25D$  og hyperopi  $< +1,00D$ , samt astigmatisme  $< -0,75DC$ . Andelen av denne gruppen var 52,8% i 1. klasse både i høyre og venstre øye. I klassetrinnet over var andelen tilnærmet lik med 57,0% (OD) og 54,7% (OS). Disse verdiene stemmer godt overens med hva en studie fra 2009 beskriver. Her var 65,6% emmetrope av de 32 elevene som ble undersøkt (Palomo-Álvarez & Puell, 2010).

##### **Lavgradig hyperopi**

Etter emmetropi, som var den største gruppen, kom lavgradig hyperopi ( $+1,00D \leq SE \leq +2,00D$ ). I en undersøkelse fra 2008 ble kriteriet for moderat hyperopi satt fra og med  $+1,25D$  SE til  $+3,00D$  SE. Her var 23% av elevene i 1. klassetrinn i denne kategorien (Abdi et al., 2008). Vår studie viste en noe større andel, med 38% i tilsvarende klassetrinn, mens i årstrinnet over hadde andelen sunket til 27%.

##### **Hyperopi**

Når det gjelder hyperopi av større størrelse er det flere som har brukt samme definisjon som ved vår undersøkelse. To tidligere studier har definert gruppen med hyperopi som  $\geq +2,00D$  SE. En svensk undersøkelse fant ut at 9% var i denne kategorien (Grönlund et al., 2006), mens en stor kartlegging av synsfeil blant kinesiske skolebarn viste at en større andel var i denne gruppen. Andelen her var 16,7% blant 5-åringene (He et al., 2004). I den sistnevnte undersøkelsen var denne andelen nær 3 ganger større enn hva vår studie avdekket. Våre resultater viste 5,8% og 5,6% i henholdsvis 1. og 2. klasse var hyperope.

I en annen svensk undersøkelse var definisjonen satt til hyperopi fra  $+1,50D$  SE til  $+3,75D$  SE. Selv med dette kriteriet var ikke denne gruppen (7,5%) ulik

resultatene over (Abdi & Rydberg, 2005). Dette viser at andelen hyperopi over en viss størrelse holder seg forholdsvis lav både i de to svenske og i vår undersøkelse.

## **Myopi**

Sammenlikning av tallmateriale fra ulike studier viser at gruppen med myopi ofte er begrenset. Våre resultater viste at ingen i 1. klasse hadde myopi større enn  $-0,25D$  SE, men i klassetrinnet over var det 3 elever i denne gruppen. Dette tilsvarer 3,5%. For å sammenlikne våre tall med andre studier hadde det vært ønskelig at aldersgruppen var så lik som mulig. Derfor er undersøkelsen til Abdi et al. interessant. Tallmaterialet i denne var hentet fra 1. klassetrinn i en svensk skole, og viste at 8,3% hadde en eller annen grad av myopi  $\geq -0,25D$  SE (Abdi et al., 2008). I en annen svensk undersøkelse var definisjonen av myopi  $\geq -0,75D$  SE, og alderssammensetningen var fra 4-16 år. Her var 6% myope (Grönlund et al., 2006). Tilsvarende verdier viste også den kinesiske studien. 3,3% av alle 5-åringer var i denne gruppen, men kriteriet for myopi var satt til  $\geq -0,50D$  SE (He et al., 2004). Samme kriterium var lagt til grunn for myopi i en svensk undersøkelse fra 2005 blant 6 til 16 åringer. Her var resultatet økt til 14,2% (Abdi & Rydberg, 2005). Noe av forklaringen på at andelen myope var så mye større i forhold til våre målinger ligger nok i at gruppen inkluderte eldre elever. Oppsummert viser dette at vår andel myopi er normal når en sammenlikner seg med andre studier.

## **Astigmatisme**

Kartlegging av astigmatisme viste at 19% i 1. klasse og 15% i 2. klasse var innenfor kriteriet, som var satt til  $\geq -0,75DC$ . Våre resultater samsvarer godt med to svenske studier, begge med samme kriterium som vår studie. Den ene hadde en andel på 15% i 1. klassetrinn (Abdi et al., 2008), og det andre 22% (Grönlund et al., 2006). Denne prosentandelen avviker en del fra en tidligere studie publisert i Journal of American Optometric Association. Dog er definisjonen noe strengere og inkluderer kun astigmatisme  $> -0,75DC$ . Andelen er her sunket til 2,9% (Jackson & Goss, 1991).

Ved å sammenlikne gjennomsnittet av all astigmatisme ligger våre resultater noe over en østerisk undersøkelse blant kontrollgruppen på 328 skoleelever i alderen 6 til 14 år (Dusek et al., 2010). Her var gjennomsnittet  $-0,18DC \pm 0,56$ .

Til sammenlikning viste våre tall  $-0,34\text{DC} \pm 0,37$  (høyre øye) og  $-0,39\text{DC} \pm 0,47$  (venstre øye) i 1. klasse, og tilsvarende tall for 2. klasse var  $-0,33\text{DC} \pm 0,35$  og  $-0,27\text{DC} \pm 0,33$ .

### **Astigmatisme i kombinasjon med annen ametropi**

Andelen elever i vår undersøkelse som hadde astigmatisme  $\geq -0,75\text{DC}$  i kombinasjon med annen ametropi var 9,7% i 1.klasse. Resultatet var noe mindre blant årskullet over med 8,1%. Sammenlikner vi våre verdier med resultatet fra vårt naboland, er ikke forskjellen så stor. Her hadde 13 av 120 elever (10,8%) en sfærisk styrke i kombinasjon med astigmatisme mellom  $-0,75\text{DC}$  og  $-1,75\text{DC}$  (Abdi & Rydberg, 2005). Manglende tallmateriale for denne gruppen i andre undersøkelser gjør det noe vanskelig å vurdere om våre resultater holder seg innenfor normale verdier.

### **Gjennomsnittsverdier med standardverdier**

I forskningssammenheng er data om gjennomsnitt og standardavvik viktig. Våre tall kan således gi oss nødvendig informasjon om refraktiv status i forhold til tidligere studier. Verdien av tallmateriale bør brukes med forsiktighet da det kan skjule mindre grupper blant de undersøkte som ikke blir tatt hånd om. I en svensk undersøkelse fra 2003 var gjennomsnittlig refraktiv status  $+0,00\text{D SE}$  på høyre og  $+0,25\text{D SE}$  på venstre øye. Øvre og nedre kvartil var  $+0,00\text{D SE}$  og  $+0,50\text{D SE}$  på begge øynene. Tallmaterialet var fra 76 elever i 6 til 10 års alderen (Sternér et al., 2004). Resultatet fra en østerisk undersøkelse blant 328 elever i alderen 6-14 år var  $-0,18\text{D SE} \pm 0,56$  (Dusek et al., 2010). Tilsvarende tall fra et spansk studie publisert samme år var  $-0,20\text{D SE} \pm 0,8$  og  $-0,14\text{D SE} \pm 0,8$ , men her var alderssammensetningen 8-13 år (Palomo-Álvarez & Puell, 2010). Våre verdier derimot var ikke uventet, på grunn av en yngre alderssammensetning, i en mer hyperop retning. I 1.klasse var gjennomsnittet  $+1,02\text{D SE} \pm 1,14$  og  $+0,91\text{D SE} \pm 0,94$ . Klassen over var som forventet noe mindre hyperop med  $+0,77\text{D SE} \pm 0,87$  på høyre og  $+0,72\text{D SE} \pm 1,09$  på venstre øye. Resultatene fra en kinesisk undersøkelse viser den samme trenden at det er en betydelig emmetropisering som gjør seg gjeldene i denne aldersgruppen (He et al., 2004). Derfor er det vesentlig at alderssammensetningen bør være tilsvarende lik ved sammenlikning av resultater.



## 5.5. Akkommodasjon

Barn og unge bruker mobiltelefon, nettbrett og PC i større grad enn før. Med denne utviklingen stilles det et ikke ubetydelig krav til synets nærfunksjon, deriblant akkommodasjon. Akkommodasjon er således en viktig faktor for at eleven skal kunne yte optimalt på kort hold. Statisk nærarbeid over lengre tid uten at fokus veksler mellom ulike avstander vil potensielt kunne påvirke akkommodasjonen i en uheldig retning. Derfor er det interessant å kartlegge ikke bare akkommodasjons amplitude, men også fasilitet, relativ akkommodasjon og AC/A forhold.

### Akkommodasjonsamplitude

Normative data for akkommodasjon tar utgangspunkt i Duanes undersøkelser fra 1912(Duane, 1912). Dataene viser at akkommodasjonsamplituden reduseres ganske betydelig allerede fra tidlig barneår. Å sammenlikne akkommodasjonsamplituden fra andre studier, der alderssammensetningen er ulik vår, kan derfor gi et feilaktig inntrykk. En svensk undersøkelsen har satt de samme kriteriene for alle elevene fra 6 til 16 år. De rapporterte at 37,5% hadde mild (10-15cm), 22,5% moderat (16-20cm) og 1,7% hadde betydelig akkommodasjon insuffisiens (21-25cm)(Abdi & Rydberg, 2005). Undersøkelsen fra vårt naboland ville vært av enda større sammenlikningsverdi for oss dersom aldersinndelingen hadde vært mer detaljert. Eldre alderssammensetningen kan også være årsak til at vår gjennomsnittlig akkommodasjonsamplitude var høyere enn i en østerisk studie. Den inkluderte 308 elever mellom 6-14 år, og resultatet var en gjennomsnittlig akkommodasjonsamplitude på  $13,29D \pm 2,05$ (Dusek et al., 2010). Våre verdier etter 1. og 5. gjennomføring viste at akkommodasjonsamplituden var  $17,38D \pm 3,98$  (1.måling) og  $15,87D \pm 4,25$  (5.måling) i 1. klasse og  $14,80D \pm 4,34$  (1.måling) og  $13,33D \pm 4,13$  (5.måling) i 2. klasse. Gjennomsnittsverdiene i første gjennomføring passet godt med Duanes normative data, både i forhold til størrelse og aldersmessig reduksjon av verdier. Det som i midlertidig skjedde i 5. måling var at flere feilet minimumskravet. I 2. klasse hadde antallet som feilet doblet seg, og økt til over 17%.

Dersom Hofstetters likning blir lagt til grunn kan det se ut som om flere feiler disse kriteriene/anbefalinger. En studie viste at 26% feilet Hofstetters minstemål(B Wick

& Hall, 1987), men et annet at det var spesielt de monokulære målingene som var svake (Stern et al., 2004).

Det var også tilfelle i vår undersøkelse. Dersom Hofstetters likning for kritisk amplitude ble benyttet, kunne man observere at en betydelig andel feilet disse minimumskravene. I 1. klasse ville andelen som feilet være 16,9% ved 1. gjennomføring og øke til 25,4% ved 5. gjennomføring. Tilsvarende tall for årstrinnet over var 40,2% og 56,1%. I en artikkel blir det referert til en undersøkelse av barn i 3 til 11 års alderen. Den avdekket at amplituden var svakere i den yngste gruppen, før den økte gradvis og viste en topp i 10-12 års alderen (Stern et al., 2004).

Resultatene viser at det er en gjennomgående trend i begge klassetrinn at både akkommodasjonsamplituden blir lavere når utmålingene gjentas. Dette ser vi er tilfelle i både de monokulære og binokulære utmålingene. Som et resultat av dette ser vi at antall elever som feiler oppsatte kriterier for akkommodasjonsamplitude dobler seg etter fem gjennomføringer. Dette gjelder i både 1. og 2. klasse. Redusert akkommodasjonsamplitude kan medføre astenopi, redusert konsentrasjon og unngåelse av nærarbeid.

### **Akkommodasjonsfasilitet**

Akkommodasjonsfasilitet beskriver øyets evne til å foreta raske endringer mellom stimulering og avslapning av cilierlegemet. Dette er en av flere akkommodative funksjoner som ble undersøkt i vår studie. I en artikkel blir det referert til en undersøkelse av Scheiman et al., der gjennomsnittsverdier for BAF var 3,0cpm  $\pm$  2,5 for 45 6-åringer og 3,5cpm  $\pm$  2,5 for 71 7-åringer (Jackson & Goss, 1991). Våre målinger derimot viste et annet bilde. Resultatet fra 1. klasse var et gjennomsnitt på 9,90cpm  $\pm$  2,279 (MAF) og 9,58cpm  $\pm$  2,788 (BAF). Tilsvarende tall for 2. klasse var 9,90cpm  $\pm$  2,279 og 9,58cpm  $\pm$  2,788. Samme artikkel som nevnt over viser videre til egne målinger. Disse er mer i tråd med våre verdier. Scheiman et al. antar at de lave verdiene kan være relatert til tiden det tar for å kjenne igjen og navngi nummeret som skal sees klart for denne aldersgruppen. En annen forklaring på forskjellene mellom studiene kan være ulik oppfatning mellom når en bokstav eller tall oppleves klart nok til å kunne leses.

I vår studie var andelen som feilet kravene til dels små. Den største feilprosenten var 2,9%. Andre studier viser en betydelig større feilprosent. I en feilet 25% av de 123 som ble testet (B Wick & Hall, 1987), mens i et annet feilet 19% (Scheiman et

al., 2011). Forklaringen på de ulike resultatene ligger sannsynligvis i en ikke ubetydelig forskjell i kriteriet for øvelsen. I studiet til Wick & Hall var kriteriet for  $MAF \geq 11\text{-}12\text{cpm}$  og  $BAF \geq 7\text{cpm}$ , mens for studiet fra 2011 var kravet satt til  $MAF \geq 6\text{cpm}$ . Tilsvarende kriterier i vår studie var  $MAF \geq 3,0\text{cpm}$  (1.klasse)/  $\geq 4,5\text{cpm}$  (2.klasse) og  $BAF \geq 0,5\text{cpm}$  (1.klasse)/  $\geq 1,0\text{cpm}$  (2.klasse). Det kan i ettertid tenkes at våre kriterier er satt noe lavt.

Det er en studie som viser at skjæringspunktet for BAF mellom asymtomatiske og symptomatiske studenter var 3 cpm. I tillegg var det sannsynlig at BAF opp til 8cpm var tilknyttet symptomer(Hennessey et al., 1984). En annen undersøkelse viste at tilsvarende skjæringspunkt for MAF var 10,5cpm(Levine et al., 1985). Undersøkelsene ble i midlertidig foretatt i en eldre aldersgruppe enn hva vår undersøkelse gjorde. Derfor vil et fornuftig screeningkriterium ligge mellom vårt og hva denne studien avdekket.

### **Relativ akkommodasjon (NRA/PRA)**

Den tredje akkommodative deltesten var utmåling av relativ akkommodasjon. Resultatene avdekket at NRA og PRA var henholdsvis  $+2,21D \pm 0,653$  og  $-3,77D \pm 1,537$  i 1. klasse ,og ikke ulikt i klassetrinnet over med  $+2,24D \pm 0,638$  og PRA på  $-3,46D \pm 1,348$ . Største feilandel i forhold til oppsatt kriterium var NRA blant 6-åringene med 11,3%, ellers var feilprosenten lav. De gjennomsnittlige verdiene var noe bedre enn en tidligere studie der tilsvarende verdier viste NRA:  $+1,91D \pm 0,54$  og PRA:  $-2,14D \pm 1,38$ (Jackson & Goss, 1991). Uansett avviker ikke dette nevneverdig fra Morgans undersøkelse av 800 personer tilbake i 1944. Resultatet var NRA:  $+2,00D \pm 0,50$  og PRA:  $-2,37D \pm 1,12$ , og har blitt brukt som normative data i senere litteratur(Scheiman & Wick, 2013).

### **Akkommodasjonsrespons (MEM)**

Akkommodasjonsrespons ble målt ut ved hjelp av monokulær estimerings metode (MEM).

I en tidligere studie ble det funnet at forskjellen mellom akkommodasjonsstimuli og –respons, såkalt akkommodasjons lag, var  $+0,23D \pm 0,29$ (Jackson & Goss, 1991). Verdiene her var ikke ulike en undersøkelse fra 1984, der resultatet fra 74 elever i første årstrinn viste et gjennomsnitt på  $+0,21D \pm 0,39$ (M. Rouse, Hutter, & Shiftlett,

1984). Disse verdiene er betydelig lavere enn hva vår undersøkelse kom frem til. I 1. klasse viste resultatet et gjennomsnitt på  $+0,58D \pm 0,39$ , tett etterfulgt av 2.klasse med  $+0,60D \pm 0,40$ . Og ser en på antall som hadde større verdier enn  $+0,75D$  var andelen 23,9%, dog noe mindre i 2. klassetrinn. Andelen var høy, men ikke ulik resultatet fra en amerikansk undersøkelse. Denne viste at av 200 elever i barneskolen feilet 26% kriteriet ( $+0,00D \leq MEM \leq +0,75D$ ) (B Wick & Hall, 1987).

Resultatene viser at nær 1 av 4 elever har høyere MEM verdi enn anbefalt. Dette kan tyde på at akkommodasjonsapparatet ikke reagerer tilstrekkelig i forhold til behov når eleven ser på nært hold. Dette kan igjen medføre til astenopi etter nærarbeid.

Men årsaken til den høye andelen som feiler oppsatt kriterium kan være sammensatt. En av forklaringene kan være elevens manglende evne, motivasjon og/eller forståelse for å fokusere på nærobjektet under utmålingen. En annen mulighet er for liten oppfordring/motivasjon fra observatøren til å fokusere på nærobjektet, eller at testavstanden var kortere enn såkalt Harmons avstand. I tillegg kan pasienter med esofori velge å understimulere akkommodasjonen for å redusere graden av esofori på nært (Scheiman & Wick, 2013). Økt bruk av nettbrett og mobiltelefon i denne aldersgruppen kan også være en av forklaringene på vårt resultat der vi finner høyere MEM-verdier enn forventet.

### **AC/A forhold**

Kartlegging av AC/A forhold var den siste av de akkommodative deltestene. Tidligere undersøkelser har vist at det er en sammenheng mellom lave AC/A forhold og konvergens insuffisiens (Von Noorden, Brown, & Parks, 1973), samt lave AC/A forhold og lese-og skrivevansker (Dusek et al., 2010). Samtidig er det en studie som konkluderer med at det ikke er en sammenheng i sistnevnte gruppe (Palomo-Álvarez & Puell, 2010). Samme undersøkelse avdekket en gjennomsnittlig verdi for AC/A på  $2,8:1 \pm 1,7$  i en kontrollgruppe på 32 elever i alderen 8 til 13 år. Beregning av AC/A forholdet ble gjennomført ved hjelp av gradient metoden. Til sammenlikning ble forholdet nesten det dobbelte i en annet studie da kalkulasjonsmetoden ble benyttet (Iribarren et al., 2001). Clinical Management of Binocular Vision bekrefter at det er en trend at AC/A forholdet blir høyere ved bruk av kalkulasjonsmetoden i forhold til gradientmetoden (Scheiman & Wick, 2013). Våre resultater viste at AC/A forholdet var  $1,54:1 \pm 2,751$  i 1.klasse og  $1,76:1 \pm 1,916$  i 2.klasse. Selv om vi må ta hensyn til at vi benyttet

gradientmetoden var gjennomsnittet lavere enn ønsket. Nær 60% og 50% i henholdsvis 1. og 2. klasse hadde et lavere AC/A forhold enn minimumskravet på  $AC/A \geq 2:1$ .

Utmåling av de fleste akkommodasjonsrelaterte tester vil være påvirket av motivasjon fra både den undersøkte og den som undersøker. Observatøren kan påvirke eleven til å yte enda mer ved å være veldig entusiastisk under utmålingen. På samme måte som ved å overstimulere, kan understimulering gi feilaktig måleresultat. I tillegg kan lysforhold, oppsett av stasjonen for undersøkelsen, og ikke minst tid på dagen være utslagsgivende for resultatet. Dette er faktorer som er til dels vanskelig å standardisere og kontrollere. Derfor må våre resultater sees i lys av disse forhold.

Dersom ikke resultatene er påvirket av ovennevnte faktorer vil AC/A forholdet blant våre deltagere tilsi at en betydelig andel har unødvendige synsmessige belastninger som kan knyttes til konvergens insuffisiens og lese- og skrivevansker.

## **5.6. Vergens**

Et robust binokulært syn er sammen med akkommodasjon en vesentlig faktor for at eleven skal kunne tilegne seg kunnskap uten unødvendig belastning av synet. Derfor var utmåling av heterofori og vergens viktige parametere i denne undersøkelsen. Ved en ukompensert heterofori, uansett størrelse, vil kartlegging av fusjonsreserver, vergensfasilitet og konvergens nærpunkt gi essensiell informasjon for videre behandling av symptomer og plager (Scheiman & Wick, 2013). Derfor er disse med i kartleggingen vår.

### **Heterofori**

I våre heteroforimålinger er begge klassetrinn slått sammen. Oppsummeringen viste at 3,2% av elevene hadde større exofori på avstand enn kravet på  $\leq 4\Delta$ . Kravet til esofori på avstand var satt til  $\leq 2\Delta$ . Her var det også 3,2% som hadde verdier over dette. På nært var kravet satt til exofori  $\leq 6\Delta$  og esofori  $\leq 0\Delta$ . Det var 11,5% som hadde exofori og 9,0% som hadde esofori større enn disse grenseverdiene. Resultatene fra avstandsmålingene var tilnærmet lik tidligere undersøkelser fra Sverige (Abdi et al., 2008) og Østerrike (Dusek et al., 2010). På

nært hadde vi samme grenseverdi for exofori som den svenske undersøkelsen. Også her var våre målinger tilnærmet like. Antall som feilet kriteriet for esofori på nært var dog større hos oss enn denne undersøkelsen viste. Hovedårsaken til forskjellen antas at grenseverdien var ulik vår, og var satt til esofori  $\leq 4\Delta$ . Gjennomsnittet for våre exo-og esoforimålinger på avstand er henholdsvis  $4,55\Delta \pm 4,148$  og  $4,40\Delta \pm 2,510$ . Disse verdiene avviker en del fra resultatene fra den østeriske undersøkelsen referert til over. Her var tilsvarende verdier for exofori  $0,89\Delta \pm 2,1$  og esofori  $0,69\Delta \pm 1,7$ . Våre gjennomsnittsmålinger inkluderer kun de elevene som hadde foriverdier fra og med  $2\Delta$ . Dersom den store andelen som hadde foriverdier lavere enn  $2\Delta$  hadde vært inkludert ville dette naturligvis redusert gjennomsnittsverdiene betraktelig.

Videre viser resultatene fra vår undersøkelse at exofori på nært er den heteroforien som er mest vanlig. 65,2% fikk denne betegnelsen og gjennomsnittsverdiene var  $4,97\Delta \pm 2,455$ . En undersøkelse fra 2006 viste at deres tilsvarende verdier var 66,5% andel nærexofori med et gjennomsnitt på  $3,53\Delta \pm 3,27$  (Dusek et al., 2010). Rapporten beskrev dog ingen kriterier for heterofori. Det ble det heller ikke gjort i en svensk undersøkelse noen år før, men her var andelen noe lavere med 45,8% (Abdi & Rydberg, 2005). Om ikke tallene er identiske viser det en trend blant yngre skolebarn at exofori er en vanlig tilstand på nært. Størrelsen på nærexoforien kan variere noe fra de ulike undersøkelsene, og de som viste de laveste gjennomsnittsverdiene brukte foropter ved utmålingen av heteroforien (Jackson & Goss, 1991; Palomo-Álvarez & Puell, 2010).

Som beskrevet i resultatkapittelet hadde bortimot 1 av 10 elever exofori større eller lik  $8\Delta$  dioptrier på nært, og ingen av disse brukte briller. Studier referert til i innledningskapittelet og våre korrelasjonsanalyser viser at det er en sannsynlig at disse elevene har en unødvendig belastning av synet.

### **Vergens fasilitet**

Vergensfasilitet beskriver øyeparets evne til å gjenoppta fusjon ved raske omstillinger av vergens over tid (R. Gall, B. Wick, & H. Bedell, 1998b). På lik linje med akkommodasjonen er det viktig at fusjonssystemet takler både dynamisk og statisk belastning. Det er tilsynelatende lite informasjon om vergensfasilitet blant

nordiske skolebarn. Studiene, som det er tidligere referert til i dette kapitlet, har i liten grad omhandlet denne delen av vergensfunksjonen.

Våre målinger viste at gjennomsnittet blant 1. klassingene var  $8,26\text{cpm} \pm 2,753$ . I klassetrinnet over var resultatet  $9,09\text{cpm} \pm 3,388$ . Dette var lavere enn forventet sett i forhold til andre studier. I forbindelse med å kartlegge det optimale fikseringsobjekt ved utmåling av vergensfasilitet ble tilsvarende verdier funnet til  $9,5\text{cpm} \pm 5,6$ . Her var aldersgruppen mellom 16 til 19 år (Ronald Gall, Bruce Wick, & Harold Bedell, 1998). De samme artikkelforfatterne gjennomførte en tilsvarende studie, men her var målet å avdekke den optimale prismekominasjon i flipperbrillen. Gjennomsnittet på nært ble målt til  $16,0\text{cpm} \pm 2,6$  i gruppen, som varierte mellom 18 til 35 år (R. Gall et al., 1998b). Det har vært utfordrende å finne studier av vergensfasilitet i vår aldersgruppe. Den mest sammenlignbare, aldersmessig sett, var en undersøkelse blant 278 elever i alderen 6 til 14 år. Også den viste et høyere gjennomsnitt med  $10,68\text{cpm} \pm 3,42$  (Dusek et al., 2010).

Videre ble kriteriet for å bestå deltesten satt til 12cpm. Resultatet var at 85,3% og 73,4% feilet kravet i henholdsvis 1. og 2. klasse. One-Sample t-test viste statistisk forskjell mellom våre gjennomsnittsverdier ( $8,26\text{cpm} \pm 2,75$ ) i 1.klasse og tilsvarende verdier funnet av R. Gall et al. ( $16,0\text{cpm} \pm 2,6$ ),  $t(67) = -23,193$ ,  $p < 0,00010$ . Verdiene for 2.klasse ( $9,09\text{cpm} \pm 3,34$ ) viser også at det er en statistisk forskjell,  $t(81) = -18,759$ ,  $p < 0,00010$ .

Redusert vergens fasilitet, kan som tidligere beskrevet, sees i sammenheng med barn med lese og skrivevansker. I tillegg kan lave målinger på denne deltesten være det eneste ortoptiske funnet blant barn med astenopi. Uansett bør målingene tas hensyn til dersom eleven har utfordringer i forhold til symptomer og plager knyttet til nærarbeid. Men forklaringen på våre lave gjennomsnittsmålinger kan også være påvirket av vår alderssammensetning, som var lavere enn studiene referert til over. Andre faktorer kan være knyttet til motivasjon under utmålingen, både fra observatørens og elevens side.

### **Fusjonsvergens (NFV/PFV)**

Positiv og negativ fusjonsvergens ble målt ut på avstand og nært ved hjelp av prismestav. Som ved vergensfasilitet er det få sammenliknbare studier gjennomført i denne aldersgruppen i nyere tid. En spansk studie blant 32 elever i alder 8 til 13 år viste et gjennomsnitt for BIN break på  $17,6\Delta \pm 5,7$  og BUN på

25,1 $\Delta$   $\pm$  7,2 (Palomo-Álvarez & Puell, 2010). Våre målinger avdekket at BIN blant 6-åringene var 23,4 $\Delta$   $\pm$  7,7 og BUN var 35,0 $\Delta$   $\pm$  10,1. Tilsvarende tallverdiene for årskullet over var 20,8 $\Delta$   $\pm$  6,9 (BIN) og 32,5 $\Delta$   $\pm$  11,5 (BUN). I boken Clinical Management of Binocular Vision beskrives anbefalte verdier for både BIN og BUN i vår aldersgruppe (Scheiman & Wick, 2013). One-Sample t-test viste at våre resultater for BIN og BUN, i både 1. og 2. klasse, var statistisk forskjellige fra hva som beskrives her som normative verdier for denne aldersgruppen. Se verdier under resultat kapittelet. Videre refereres det til 2 studier der verdier for fusjonsvergens er ulike for barn og voksne. Dersom Scheiman & Wick sine normative data inkluderer barn i en høyere alder en vår gruppe har, kan dette være en av årsakene til forskjellene vi her ser. Andre forklaringer på våre verdier kan, som med alle prestasjonsrelaterte målinger, være farget av observatørens motivering ved utmåling. Og sist, men ikke minst, vår suppresjonskontroll, i tillegg til elevens tilbakemeldinger, kan gi rom for feilmålinger og feilmeldinger. På en side, skulle verdiene blant våre deltagere være så gode som tallene viser, vil den negative effekten av større heteroforier bli noe redusert (Scheiman & Wick, 2013).

### **Konvergens nærpunkt (KNP)**

Avdekking av konvergens nærpunkt (KNP) med tilhørende recovery ble målt ut 5 ganger per elev. Som beskrevet i resultat kapittelet ble elevene som hadde et KNP lavere enn minstemål på RAF-ruleren tildelt en break- og recovery verdi. Dette gjaldt 93 av 158 elever, og da dette representerer nesten 60% av alle som ble undersøkt vil det tildelte KNP påvirke gjennomsnittet i en betydelig grad.

Et for høyt tildelt KNP ville innebære at gjennomsnittet for denne målingen ble feilaktig for høy, og motsatt dersom den tildelte KNP verdien var for lav. En gjennomgang av tidligere studier viser at ulike metoder for utmåling er benyttet. To svenske studier brukte RAF-ruler (Abdi et al., 2008; Abdi & Rydberg, 2005), andre pennelykt med linjal (Palomo-Álvarez & Puell, 2010), pennelykt uten beskrivelse av utmåling (Dusek et al., 2010) og noen et akkommodativt objekt med påfølgende oppmåling med linjal (Chen, O' Leary, & Howell, 2000; Cohen et al., 2010).

Fordelen med å bruke RAF-ruler er at den er enkel i bruk. I klinisk sammenheng vil også minste måleverdi (4,5cm) indikere et tilfredsstillende KNP, uansett om verdien skulle vært enda lavere. Ved utmåling i en større gruppe derimot vil ikke en RAF-ruler fange opp personene med de minste målene, og dette vil igjen påvirke gjennomsnittet som beskrevet over. Så i ettertid vil nok pennelykt eller



akkommodativt objekt med tilhørende linjal være mest hensiktsmessig for å oppnå et så korrekt gjennomsnitt av KNP som mulig.

Derimot avdekket undersøkelsen at antallet som feilet kriteriet for break ( $\leq 7,5$  cm) og recovery ( $\leq 10,5$  cm) økte med fra 1. til 5. gjennomføring. Tallene fra 1. klasse viste en økning fra 1,4% til 4,3% (break) og 7,1% til 14,3% (recovery). Tilsvarende tall for 2. klasse var 6,0% til 11,9% (break) og 13,1% til 28,6% (recovery).

Paired Samples T-test viste at det var statistisk forskjell mellom første og femte gjennomføring blant 7-åringene. For årstrinnet under var resultatet at det kun var en trend, men ikke en statistisk forskjell mellom disse to målingene. Tilsvarende test for recovery viste at det var en statistisk forskjell mellom første måling ( $5,73\text{ cm} \pm 3,11$ ) og femte måling ( $6,67\text{ cm} \pm 5,30$ ) i 1. klasse,  $t(69) = -2,359$ ,  $p = 0,021$ .

Resultatet fra 2. klasse viste også at det her var en statistisk forskjell mellom første ( $7,23\text{ cm} \pm 4,88$ ) og femte gjennomføring ( $9,35\text{ cm} \pm 7,32$ ),  $t(83) = -3,808$ ,  $p < 0,00010$ . Resultatene fra vår undersøkelse viser at gjentatte målinger av KNP kan avdekke avvik fra anbefalte verdier, og at de kan bli synlige først etter gjentatte gjennomføringer. Tidligere studier viser at det er lite konsensus blant forskere for gjennomføring av KNP. Et studie fra Sverige har registrert KNP, men mangler informasjon om det er en eller flere gjennomføringer (Abdi et al., 2008), et annet fra Australia, har 2 gjennomføringer (Chen et al., 2000), mens andre undersøkelser benytter 3 gjennomføringer (Abdi & Rydberg, 2005). En spansk studie gjennomførte 3 målinger av break og recovery, i tillegg var det lagt inn 10 sekunders pause mellom hver gjennomføring. Deres resultater avdekket et gjennomsnitt for break på  $4,3\text{ cm} \pm 2,3$  og recovery på  $7,9\text{ cm} \pm 3,2$  (Palomo-Álvarez & Puell, 2010). Ser en bort fra våre tilpasninger nevnt over, harmonerer disse verdiene overens med våre breakverdier på  $4,43\text{ cm} \pm 0,911$  i 1. klasse og  $5,32\text{ cm} \pm 3,283$  i 2. klasse. Tilsvarende tall for recovery hos oss var  $5,73\text{ cm} \pm 3,111$  i 1. klasse og i årskullet over  $7,23\text{ cm} \pm 4,883$ .

Våre målinger viser at det er en økning av de som feiler etter gjentatte gjennomføringer, men at andelen som feiler er dog ikke betydelig. Men de elevene dette gjelder vil ikke nødvendigvis bli fanget opp dersom KNP måles kun 1 gang. Som beskrevet i introduksjonskapittelet kan et forhøyet KNP være knyttet til konvergens insuffisiens, med de belastningene dette kan medføre i form av økt grad av astenopi, lav konsentrasjonsevne og redusert akademiske prestasjoner.

## 5.7. Andel med symptomer og plager

Gjennomgang av resultatene avdekket at andelen med 20 eller flere poeng på symptomskår skjema knyttet til arbeid på avstand og nært var 6,9% og 12,8% i henholdsvis 1. og 2.klasse. Videre var det 3 ganger flere elever i 2. klasse i forhold til 1. klasse som hadde 30 eller flere poeng på samme skjema.

Våre undersøkelser viste også at samtlige med betydelig grad av symptomer hadde enten ortoptiske funn, redusert visus eller ametropi. Og 15 av de totalt 16 med betydelig grad av symptomer hadde ortoptiske funn. Med andre ord hadde 93,8% av elevene med betydelig grad av symptomer avvik i en eller flere av de ortoptiske deltestene. Dette samsvarer med hva en tidligere studie blant 216 skolebarn kom frem til (Abdi et al., 2008). Samme studie konkluderte med at skolebarn med normale ortoptiske funn sjeldent hadde astenopi (Abdi et al., 2008).

Videre viste våre resultater en sterk korrelasjon mellom symptomer og ukorrigert visus. Dette gjaldt både for målinger foretatt på avstand og nært. Studien nevnt over kom også frem til samme konklusjon, og de fant en signifikant korrelasjon mellom astenopi og ukorrigert visus  $\leq 0,65$  (Abdi et al., 2008).

Ulike ametropier er også knyttet til astenopi. Resultatene blant våre elever avdekket her en positiv korrelasjon med sfærisk ekvivalent og negativ korrelasjon med astigmatisme og symptomer. Den svenske undersøkelsen kom også frem til en sammenheng med ametropier, men her var det en negativ korrelasjon mellom myopi ( $SE \leq -0,50D$  SE) og astenopi. Forklaringen på at vi fant en positiv korrelasjon, mens Abdi et al. fant en negativ korrelasjon, antar jeg skyldes at deres studie inkluderte en bredere og eldre alderssammensetning (Abdi et al., 2008). At ukorrigerte refraktive feil kan være årsak til astenopi er nok ikke et ukjent fenomen. Dette ble også konklusjonen i en svensk studie. Her ble elever med signifikante refraktive feil, i kombinasjon med heterofori mellom 5 og 12 prismedioptrier, gitt briller kun for ametropi. Resultatet var at samtlige ble symptomfrie (Abdi & Rydberg, 2005). Dette viser at sammenhengen mellom astenopi og ametropi er vesentlig.

I en artikkel fra 1987 blir det påpekt at mange som har ortoptiske funn kan være symptomfri (B Wick & Hall, 1987). Men erfaring fra egen klinisk hverdag ser en at ortoptiske avvik ofte er forbundet med astenopi. Våre resultater bekrefter dette. Både CT nær og avstand og BIN viser en signifikant sammenheng med

symptomer, men KNP er vergenstesten som viser størst korrelasjon med symptomer. Samme resultat kom også en israelsk studie frem til. Her ble det funnet en signifikant korrelasjon mellom astenopi og konvergens nærpunkt(Cohen et al., 2010). Samtidig bør man se viktigheten av en bred kartlegging av vergens funksjonen ved astenopi. En artikkel beskriver at det ble funnet en signifikant korrelasjon mellom symptomer og redusert vergens fasilitet, selv om samtlige av deltagerne i studien hadde normale foriverdier på både avstand og nært(Gall & Wick, 2003)

En annen forklaring på synsrelaterte symptomer kan også være knyttet til akkommodasjonsapparatet. I en svensk undersøkelse ble det funnet en signifikant sammenheng mellom både binokulær og monokulær akkommodasjonsamplitude og symptomer(Sterner et al., 2006). En annen undersøkelse kunne bekrefte at dette også gjaldt binokulær- og monokulær akkommodasjonsfasilitet(Hennessey et al., 1984). Resultatene fra våre akkommodative deltester viste også en sterk korrelasjon mellom akkommodasjonsamplitude og symptomer. Det samme gjaldt også monokulær akkommodasjons fasilitet og symptomer. Og to tidligere studier viste at skillet mellom de med og uten symptomer var henholdsvis 10,5cpm(Levine et al., 1985) og 10cpm(Bruce Wick et al., 2002). Siden andelen med akkommodative avvik blant våre elever var høy, var det ikke unaturlig at andelen med symptomer også var stor.

## **5.8. Oppsummering av diskusjon**

En oppsummering av resultatene fra undersøkelsen viser følgende:  
Undersøkelse avdekker at andelen med moderat eller betydelig redusert ukorrigert visus på avstand er lav. Det samme gjelder for ukorrigert visus på nært.  
Deltestene for vergensfunksjonen viser heller ingen gjennomgående avvik.  
Men en betydelig andel av våre elever hadde avvik i en eller flere av de akkommodative deltestene. Utmåling av akkommodasjonsamplitude ble signifikant endret fra 1. til 5. utmåling. Som et resultat av dette doblet andelen som feilet oppsatte kriterier for denne deltesten seg fra første til siste gjennomføring. Videre avdekket målingene et lavere AC/A forhold og høyere MEM-verdier i forhold til oppsatte kriterier. Ovennevnte funn kan, som tidligere beskrevet, medvirke til at

enkelte av våre deltagere har unødvendige synsrelaterte belastninger. Dette kan gi astenopi og påvirke til at eleven ikke presterer optimalt akademisk sett.

Vi fant en sterk korrelasjon mellom symptomer og monokulær- og binokulær akkommodasjonsamplitude, samt monokulær akkommodasjonsfasilitet. Det samme gjaldt for symptomer i forhold til ukorrigert visus på avstand og nært. Videre avdekket undersøkelsen en dobling av antall elever med symptomer i 2.klasse i forhold til klassetrinnet under. Andelen av de som hadde en betydelig grad av symptomer tredoblet seg fra 1. til 2. klassetrinn.

En av forklaringene på den store andelen med akkommodative avvik i vår studie kan være at anbefalte akkommodasjonsverdier er satt for høyt i forhold til denne aldersgruppen. En annen plausibel forklaring kan være at våre deltagere ikke ble tilstrekkelig stimulert og motivert under utmålingene.

Videre kan økning av symptomer fra 1. til 2. klasse være relatert til progresjon av konsentrasjonskrevende nærarbeid i økende klassetrinn i barneskolen.

## **6. Konklusjon**

Undersøkelsen viser at ukorrigert visus på avstand og nært er tilfredsstillende, og vergensmålingene, sett under ett, avdekker ingen klare tegn til dysfunksjon.

Videre ser vi at lavgradig hyperopi er den mest vanlige typen ametropi i vår studie.

Det kan se ut som om akkommodasjonsfunksjonen blant våre elever er dårligere enn det en kunne forvente i forhold til oppsatte kriterier. Andelen med betydelige symptomer er moderat i 1.klasse. I 2.klasse har verdiene nær doblet seg. Vi så også en sterk korrelasjon mellom symptomer og redusert binokulær- og monokulær akkommodasjonsamplitude, samt monokulær akkommodasjonsfasilitet. I tillegg viste resultatene en sterk sammenheng mellom symptomer og ukorrigert visus på både avstand og nært.

Studien viser at synsscreening av elever i tidlig barneskole kan avdekke forhold som medfører unødvendig belastning for eleven. Derfor anbefales det at synsscreening gjennomføres i tidlig skolealder og at akkommodative undersøkelser blir implementert i dette arbeidet.

## 7. Referanser

- Abdi, S., Lennerstrand, G., Pansell, T., & Rydberg, A. (2008). Orthoptic Findings and Asthenopia in a Population of Swedish Schoolchildren Aged 6 to 16 Years. *Strabismus*, 2008, Vol.16(2), p.47-55, 16(2), 47-55. doi: 10.1080/09273970802020243
- Abdi, S., & Rydberg, A. (2005). Asthenopia in Schoolchildren, Orthoptic and Ophthalmological Findings and Treatment. *The Journal of Clinical Electrophysiology and Vision - The Official Journal of the International Society for Clinical Electrophysiology and Vision*, 111(2), 65-72. doi: 10.1007/s10633-005-4722-4
- Association, W. M. (2001). World Medical Association Declaration of Helsinki. Ethical principles for medical research involving human subjects. *Bulletin of the World Health Organization*, 79(4), 373.
- Binu, V., Mayya, S. S., & Dhar, M. (2014). Some basic aspects of statistical methods and sample size determination in health science research. *Ayu*, 35(2), 119.
- Borsting, E., Mitchell, G. L., Kulp, M. T., Scheiman, M., Amster, D. M., Cotter, S., . . . Yamada, T. (2012). Improvement in academic behaviors after successful treatment of convergence insufficiency. *Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry*, 89(1), 12. doi: 10.1097/OPX.0b013e318238ffc3
- Borsting, J. E., Rouse, W. M., Mitchell, L. G., Scheiman, A. M., Cotter, T. S., Cooper, T. J., . . . London, T. R. (2003). Validity and Reliability of the Revised Convergence Insufficiency Symptom Survey in Children Aged 9 to 18 Years. *Optometry and Vision Science*, 80(12), 832-838.
- Chen, A. H., O' Leary, D. J., & Howell, E. R. (2000). Near visual function in young children. Part I: near point of convergence. Part II: amplitude of accommodation. Part III: near heterophoria. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 20(3), 185-198. doi: 10.1046/j.1475-1313.2000.00498.x
- Cohen, Y., Segal, O., Barkana, Y., Lederman, R., Zadok, D., Pras, E., & Morad, Y. (2010). Correlation between asthenopic symptoms and different measurements of convergence and reading comprehension and saccadic fixation eye movements. *Optometry - Journal of the American Optometric Association*, 81(1), 28-34. doi: 10.1016/j.optm.2008.10.019
- Duane, A. (1912). Normal values of the accommodation at all ages. *Journal of the American Medical Association*, 59(12), 1010-1013.
- Dusek, W., Pierscionek, B. K., & McClelland, J. F. (2010). A survey of visual function in an Austrian population of school-age children with reading and writing difficulties. *BMC Ophthalmology*, 10, 16. doi: <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2415-10-16>
- Flitcroft, D. I. (2014). Emmetropisation and the aetiology of refractive errors. *Eye*, 28(2), 169. doi: 10.1038/eye.2013.276
- Gall, R., & Wick, B. (2003). The symptomatic patient with normal phorias at distance and near: what tests detect a binocular vision problem? *Optometry (St. Louis, Mo.)*, 74(5), 309-322.
- Gall, R., Wick, B., & Bedell, H. (1998a). Vergence facility and target type. *Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry*, 75(10), 727.
- Gall, R., Wick, B., & Bedell, H. (1998). Vergence facility and target type. *Optometry & Vision Science*, 75(10), 727-730.

- Gall, R., Wick, B., & Bedell, H. (1998b). Vergence facility: establishing clinical utility. *Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry*, 75(10), 731.
- Granet, D. B., Gomi, C. F., Ventura, R., & Miller-Scholte, A. (2005). The Relationship between Convergence Insufficiency and ADHD. *Strabismus*, 2005, Vol.13(4), p.163-168, 13(4), 163-168. doi: 10.1080/09273970500455436
- Grönlund, M. A., Andersson, S., Aring, E., Hård, A.-L., & Hellström, A. (2006). Ophthalmological findings in a sample of Swedish children aged 4-15 years. *Acta Ophthalmol Scand*, 84(2), 169-176.
- He, M., Zeng, J., Liu, Y., Xu, J., Pokharel, G. P., & Ellwein, L. B. (2004). Refractive error and visual impairment in urban children in southern china. *Investigative ophthalmology & visual science*, 45(3), 793.
- Hennessey, D., Iosue, R., & Rouse, M. (1984). Relation of symptoms to accommodative infacility of school-aged children. *American journal of optometry and physiological optics*, 61(3), 177-183.
- Hoyt, C. S., & Taylor, D. (2012). *Pediatric Ophthalmology and Strabismus, Expert Consult-Online and Print, 4: Pediatric Ophthalmology and Strabismus*: Elsevier Health Sciences.
- Hård, A.-L. (2007). Results of vision screening of 6-year-olds at school: a population-based study with emphasis on screening limits. *Acta Ophthalmol Scand*, 85(4), 415-418. doi: 10.1111/j.1600-0420.2006.00865.x
- Iribarren, R., Fornaciari, A., & Hung, G. K. (2001). Effect of cumulative nearwork on accommodative facility and asthenopia. *International ophthalmology*, 24(4), 205-212.
- Jackson, T., & Goss, D. (1991). Variation and correlation of clinical tests of accommodative function in a sample of school-age children. *Journal of the American Optometric Association*, 62(11), 857-866.
- Käsmann-Kellner, B. W., & Ruprecht, K. W. (2000). Vision screening survey of all children starting primary school in 1998 in the Federal State of Saarland, Germany. *Strabismus*, 8(3), 201.
- Levine, S., Ciuffreda, K., Selenow, A., & Flax, N. (1985). Clinical assessment of accommodative facility in symptomatic and asymptomatic individuals. *Journal of the American Optometric Association*, 56(4), 286-290.
- Palomo-Álvarez, C., & Puell, M. (2010). Binocular function in school children with reading difficulties. *Incorporating German Journal of Ophthalmology*, 248(6), 885-892. doi: 10.1007/s00417-009-1251-y
- Pan, Y., Tarczy-Hornoch, K., Cotter, S. A., Wen, G., Borchert, M. S., Azen, S. P., & Varma, R. (2009). Visual acuity norms in pre-school children: the Multi-Ethnic Pediatric Eye Disease Study. *Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry*, 86(6), 607. doi: 10.1097/OPX.0b013e3181a76e55
- Powell, C., Wedner, S., & Hatt, S. R. (2004). Vision screening for correctable visual acuity deficits in school - age children and adolescents. *The Cochrane Library*.
- Rabbetts, R. B. (2007). *Bennett & Rabbetts' clinical visual optics*: Elsevier/Butterworth Heinemann.
- Robaei, D., Rose, K., Ojaimi, E., Kifley, A., Huynh, S., & Mitchell, P. (2005). Visual Acuity and the Causes of Visual Loss in a Population-Based Sample of 6-Year-Old Australian Children. *Ophthalmology*, 112(7), 1275-1282. doi: 10.1016/j.ophtha.2005.01.052
- Rouse, M., Hutter, R., & Shiftlett, R. (1984). A normative study of the accommodative lag in elementary school children. *American journal of optometry and physiological optics*, 61(11), 693-697.

- Rouse, M. W., London, R., & Allen, D. (1982). An evaluation of the monocular estimate method of dynamic retinoscopy. *American journal of optometry and physiological optics*(59), 234-239.
- Scheiman, M., Cotter, S., Kulp, M. T., Mitchell, G. L., Cooper, J., Gallaway, M., . . . Chung, I. (2011). Treatment of accommodative dysfunction in children: results from a randomized clinical trial. *Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry*, 88(11), 1343. doi: 10.1097/OPX.0b013e31822f4d7c
- Scheiman, M., Gallaway, M., Frantz, K. A., Peters, R. J., Hatch, S., Cuff, M., & Mitchell, G. L. (2003). Nearpoint of convergence: test procedure, target selection, and normative data. *Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry*, 80(3), 214.
- Scheiman, M., & Wick, B. (2013). *Clinical management of binocular vision : heterophoric, accommodative, and eye movement disorders* (4th ed. ed.). Philadelphia: Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins.
- Shin, H. S., Park, S. C., & Park, C. M. (2009). Relationship between accommodative and vergence dysfunctions and academic achievement for primary school children. *Ophthalmic & physiological optics : the journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)*, 29(6), 615. doi: 10.1111/j.1475-1313.2009.00684.x
- Sterner, B., Gellerstedt, M., & Sjöström, A. (2004). The amplitude of accommodation in 6-10 - year - old children-not as good as expected! *Ophthalmic and Physiological Optics*, 24(3), 246-251.
- Sterner, B., Gellerstedt, M., & Sjöström, A. (2006). Accommodation and the relationship to subjective symptoms with near work for young school children. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 26(2), 148-155. doi: 10.1111/j.1475-1313.2006.00364.x
- Troilo, D. (1992). Neonatal eye growth and emmetropisation—a literature review. *Eye*, 6(Pt 2), 154-160.
- Von Noorden, G. K., Brown, D. J., & Parks, M. (1973). Associated convergence and accommodative insufficiency. *Documenta Ophthalmologica*, 34(1), 393-403.
- Wick, B., Gall, R., & Yothers, T. (2002). Clinical testing of accommodative facility: part III. Masked assessment of the relation between visual symptoms and binocular test results in school children and adults. *Optometry (St. Louis, Mo.)*, 73(3), 173-181.
- Wick, B., & Hall, P. (1987). Relation among accommodative facility, lag, and amplitude in elementary school children. *American journal of optometry and physiological optics*, 64(8), 593-598.
- Yawn, B. P., Lydick, E. G., Epstein, R., & Jacobsen, S. J. (1996). Is school vision screening effective? *Journal of School Health*, 66(5), 171.
- Zellers, J., Alpert, T., & Rouse, M. (1984). A review of the literature and a normative study of accommodative facility. *Journal of the American Optometric Association*, 55(1), 31-37.



## **8. Appendiks A-H**

Appendiks A:	Prosjektprotokoll
Appendiks B:	Brev til foreldre/foresatte med forespørsel om deltagning i forskningsprosjekt
Appendiks C:	Forespørsel om datainnsamling i barneskolene i Bø kommune.
Appendiks D:	Informasjonsbrev fra rektor til foresatte i 1. og 2. klasse
Appendiks E:	Tilbakemelding til foreldre/foresatte der elever avviker fra oppsatte kriterier.
Appendiks F:	Tilbakemelding til skolen etter gjennomføring av optometriske målinger.
Appendiks G:	Registreringsskjema for de optometriske målingene.
Appendiks H:	Spørreskjema til foreldre/foresatte