UNIVERSITETET I AGDER

Elevenes bruk av GeoGebra i matematikkundervisningen

En undersøkelse om elevers interaksjon med brukergrensesnittet i dynamisk geometri.

Dan Emanuel Olsen Bartholomay

Veileder

Anne Berit Fuglestad

Masteroppgaven er gjennomført som ledd i utdanningen ved Universitetet i Agder og er godkjent som del av denne utdanningen. Denne godkjenningen innebærer ikke at universitetet innestår for de metoder som er anvendt og de konklusjoner som er trukket.

Universitetet i Agder, 2017

Fakultet for teknologi og realfag

Institutt for matematiske fag

Sammendrag

Denne masteroppgaven handler om elevers bruk av og interaksjon med brukergrensesnittet til GeoGebra i matematikkundervisningen. Jeg vil undersøke forskjellige løsningsveier og eventuelle feil og misforståelser blant elevene ved bruk av dette digitale hjelpemiddelet.

Forskningsspørsmålet er:

Hvordan kommuniserer elevene ved hjelp av brukergrensesnittet for å løse matematikkoppgaver i GeoGebra?

Dette impliserer følgende underspørsmål:

Hvilke funksjonaliteter, som f.eks. verktøy, symboler og menyvalg i programmet, velger elevene for å løse oppgavene?

Hvordan velger elevene et bestemt hjelpemiddel?

Hvordan bruker elevene et bestemt hjelpemiddel?

Hvilke problemer har elevene med bruken av programmet?

Hvordan kan eventuelt brukergrensesnittet, undervisningen eller oppgavene forandres for å tilrettelegge bruken bedre for elevene?

Jeg bruker teori og tidligere forskning om IKT-bruk i norske skoler og om matematisk forståelse, i tillegg til en oversikt over Human Computer Interaction (HCI) og da spesielt brukervennlighetstesting. I tillegg belyser jeg forskjellige læringsperspektiver og inquiry for å analysere elevers bruk av brukergrensesnittet i digitale hjelpemidler. Undersøkelsen er basert på en del av en klasse i en ungdomsskole på Sørlandet. Totalt deltok tolv elever fordelt på fire grupper. Datainnsamlingen foregikk ved at jeg tok opptak av skjermene til elevene, samt lyd og webkamera, og ved hjelp av disse opptakene analyserer jeg hvordan elevene løser forskjellige problemstillinger ved bruk av GeoGebra.

Blant resultatene kan det nevnes at det ble funnet mange ulike løsningsstrategier. Elevene opplevde noen vansker med bruken av GeoGebra og her spesielt med bruken av avanserte verktøy. Allikevel hadde elevene mindre problemer med å finne ut hvordan de kunne bruke programmet, enn det jeg forventet før undersøkelsen. Elevene viste en intuitiv bruk av GeoGebra og inquiry. For tilrettelegging av bruken av GeoGebra kommer jeg med noen anbefalinger og muligheter angående hvordan enn kan forandre brukergrensesnittet og oppgavene. I tillegg vurderer jeg hvilken introduksjon elevene burde få om programmet før undervisningen, og i hvilken grad læreren skal veilede elevene i løpet av undervisningen. Det virker åpenbart at elevene viser bedre forståelse for programmet når de bruker inquiry og dermed utforsker programmet på egen hånd.

Summary

This master thesis is about pupils' use of and interaction with the GeoGebra user interface in mathematics education. I want investigate different solution paths and any mistakes and misunderstandings among students using this digital device.

My research question is:

How do the pupils interact with the user interface to solve mathematical problems in GeoGebra?

That implies the following sub-questions:

Which functionalities like for example tools, symbols and menu choices in the program do the pupils choose to solve the problems?

How do the pupils choose a certain tool?

How do the pupils use a certain tool?

Which problems do the pupils have while using the program?

How can the user interface, lectures or the mathematical problems possibly be modified to facilitate better usage for the pupils?

I apply theory and previous research on ICT usage in Norwegian schools and on mathematical understanding, as well as an overview of Human Computer Interaction (HCI) and especially usability testing. In addition, I highlight different learning perspectives and inquiry to analyze students' use of the user interface in digital tools. The survey is based on part of a class in a junior high school in southern Norway. A total of twelve students divided into four groups participated. The data was collected by me recording the students´ screens, as well as audio and webcam, and with these recordings I analyze how the students solve different problems using GeoGebra.

Among the results, it can be mentioned that many different solution strategies were found. The students experienced some difficulties with the use of GeoGebra and especially with the use of advanced tools. Nevertheless, the students had less trouble figuring out how to use the program than I expected before the survey. The students showed an intuitive use of GeoGebra and inquiry. For the purpose of facilitating the use of GeoGebra, I present some recommendations and possibilities regarding how one can change the user interface and problems. In addition, I consider what introduction the students should receive about the program before the lecture and the extent to which the teacher will guide the students during the lecture. It seems obvious that the students show better understanding of the program when they use inquiry and thus explore the program on their own.

Innhold

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Grunnen til at jeg er spesielt interessert i digitale hjelpemidler, er at jeg selv synes det gir meg mye glede og nytte å bruke slike programmer innen matematikken. Dessuten bruker jeg disse programmene ofte i mitt private liv og i undervisningen når jeg jobbet som lærer.

I tillegg fikk jeg lov til å teste et digitalt hjelpemiddel som for tiden befinner seg i utviklingsfasen (Capira) og som handler om å gjøre læringsvideoer interaktive, slik at selv personer med lite kunnskap om programmering kan lage sine egne interaktive læringsvideoer. Siden programmet fremdeles er under utvikling og ikke er helt ferdig utformet, la jeg merke til mange feil og potensielle misforståelser i brukergrensesnittet og synes derfor det var interessant å analysere brukergrensesnittet i et aktuelt matematikkprogram.

Digital ferdigheter er en av fem grunnleggende ferdigheter som elevene skal lære om og kunne beherske i undervisningen (Utdanningsdirektoratet, 2013, 1.8.). Det betyr at læreren skal bruke digitale hjelpemidler og sørge for at elevene lærer hvordan de kan anvende disse. Siden det er for omfattende å skrive en masteroppgave generelt om IKT (informasjons- og kommunikasjonsteknologi), har jeg valgt å undersøke hvordan elevene kommuniserer med et dataprogram ved hjelp av brukergrensesnittet og hvordan de bruker dette i matematikkundervisningen. I min tidligere bruk av digitale hjelpemidler la jeg merke til at det noen ganger var vanskelig å finne frem i programmene og vite hvilke funksjoner (f.eks. verktøy, symboler og menyer) jeg skal bruke for å løse oppgavene. Dette gjelder flere forskjellige hjelpemidler, men også GeoGebra (GGB). Derfor vil jeg undersøke om elevene har samme vansken med brukergrensesnittet som jeg hadde og hvordan de løser dette. Dette kan i fremtiden hjelpe meg selv og mine kolleger med tilrettelegging av oppgaver og eventuelt også med selve introduksjonen av programmet.

I Monitor rapporten 2013 fra Senter for IKT i utdanningen beskrives flere punkter som må undersøkes mer på norske skoler som bruker IKT. Et punkt er:

«d) Det er behov for å vite mer om elevenes bruk av IKT og digitale kilder ved læring i skolefagene.» (Hatlevik, Egeberg, Guðmundsdóttir, Loftsgarden & Loi, 2013, s.24)

I denne casestudien analyserer jeg elevenes arbeid med brukergrensesnittet i et digitalt hjelpemiddel i matematikk. Med brukergrensesnitt menes den delen av programmet som vises for brukeren og som gjør det mulig å kommunisere med programmet, gjøre valg og få ut resultater og tilbakemeldinger. Senere skal jeg gå nærmere inn på hva brukergrensesnitt i GGB er og hva det innebærer.

Programmet jeg undersøker er GGB. Det er godt etablert i norske skoler (Hals, 2010, s.19) og tilbyr et stort utvalg av menyer og menyutvalg som innebærer blant annet verktøy og funksjonaliteter for mange forskjellige felt innen matematikken. GGB er en dynamisk programvare som innebærer at brukeren for eksempel kan flytte eller forandre figurer i programmet. Brukeren har mange muligheter og er ikke bundet til å følge en bestemt vei, slik det for eksempel kan kreves i andre undervisningsprogrammer som Capira. Jeg håper at en analyse av hvordan elevene utnytter brukergrensesnittet i GGB kan føre til en bedre forståelse av hvordan en kan tilrettelegge oppgaver for elever på en enklere måte. Dette kan for eksempel være menyvalget til elevene for å løse en oppgave eller bruken av verktøy og eventuelle vansker med dette. I neste delkapittel skal jeg går nærme inn på hva jeg nøyaktig ser på når jeg analyserer elevenes bruk av GGB.

1.2 Forskningsspørsmål

Elevenes bruk av og kommunikasjon med programmet GGB står i fokus i denne oppgaven. Jeg observerer flere elever som løser oppgaver i GGB og ser hvilke utfordringer eller problemer som oppstår i løpet av denne prosessen. Dette innebærer hensiktsmessig valg av verktøyene og riktig bruk av verktøyene. I enkelte tilfeller undersøker jeg også hvilke variasjoner som finnes innenfor løsningsveiene og om elevene kommer frem til forskjellige løsningsveier.

For å kunne analysere hvordan elevene kommuniserer med GGB og hvordan de bruker brukergrensesnittet, bestemte jeg meg for følgende forskningsspørsmål:

Hvordan kommuniserer elevene ved hjelp av brukergrensesnittet for å løse matematikkoppgaver i GGB?

For å presisere dette generelle spørsmålet definerer jeg følgende underspørsmål:

Hvilke funksjonaliteter, f.eks. verktøy, symboler og menyvalg, i programmet velger elevene for å løse oppgavene?

Hvordan velger elevene et bestemt hjelpemiddel?

Hvordan bruker elevene et bestemt hjelpemiddel?

Her skal jeg se hvilke hjelpemidler elevene velger, med tanke på at elevene ikke har brukt programmet tidligere og heller ikke har fått en introduksjon. Jeg skal analysere flere situasjoner der elevene bruker forskjellige hjelpemidler (f.eks. forskjellige verktøy eller vinduer i GGB) for å løse samme oppgaven eller lignende oppgaver og vil så sammenligne de forskjellige løsningsveiene. Der elevene ikke har store problemer med å finne og bruke verktøy, skal jeg se hvordan de fant verktøyet og hvordan de brukte det valgte verktøyet. Ellers forsøker jeg å finne ut om elevene først ser på teksten/beskrivelsen av hjelpemiddelet eller på utformingen/symbolet.

Der elevene har problemer med programmet prøver jeg å svare på følgende underspørsmål:

Hvilke problemer har elevene med bruken av programmet?

Hvordan kan eventuelt brukergrensesnittet, undervisningen eller oppgavene forandres for å tilrettelegge bruken bedre for elevene?

Dette skal jeg gå nærmere inn på etter å ha gitt en oversikt over brukergrensesnittet i GGB i kapittel 2.2.

Disse underspørsmålene skal jeg gå nærmere inn på, etter en forklaring av teorien og begrepene som blir brukt i de påfølgende kapitlene.

1.3 Metode- og teorigrunnlag

I metodedelen gir jeg en kort oversikt over hva kvalitativ forskning og en kasusstudie er og hvorfor jeg bestemte meg for å bruke disse typene studier i masteroppgaven min. I tillegg forklarer jeg hva rammefaktorene for undersøkelsen var og hvordan datainnsamlingen foregikk. Til slutt viser jeg hvordan jeg lagde oppgavene som elevene skulle gjennomføre i undersøkelsen og hvordan datamaterialet ble analysert med hensyn til forskningsspørsmålet.

I teoridelen skal jeg gå nærmere inn på det teoretiske rammeverket og den tidligere forskningen jeg bruker for denne oppgaven. Jeg skal belyse litteraturen som jeg synes er essensiell for oppgaven og forskningsresultater som jeg benytter i analysen og konklusjonen min.

1.4 Oppbygning av masteroppgaven

Oppgaven er bygget opp i åtte deler. Den første delen er innledningen, der jeg beskriver mine beveggrunner for denne oppgaven, definerer forskningsspørsmålet og forklarer viktige begreper som brukes i denne oppgaven. Deretter forklarer jeg det teoretiske rammeverket (Kapittel 3), tidligere forskning (Kapittel 4) og metoden (Kapittel 5) som jeg bruker i analysen. Kapittel 6 er en analyse av datamaterialet med et utvalg av relevante situasjoner for denne oppgaven og en diskusjon om disse situasjonene. I kapittel 7 kommer jeg frem til en konklusjon på grunnlag av analysen og diskusjonen i kapittel 6. Her kommer jeg med forslag om hvordan oppgavene, brukergrensesnittet og undervisningen ville kunne tilrettelegges bedre slik at undervisningen kan blir mer effektiv. Kapittel 8 er en oversikt over reliabilitet, validitet, studiens begrensninger og eventuelle feilkilder. Her ser jeg kritisk på funnet og gjennomføringen av denne masteroppgaven. I tillegg kommer jeg med forslag om videre forskning på dette området og hvordan en eventuelt ville kunne videreføre min forskning.

2. Viktige begreper og definisjoner

2.1 Viktige begreper i studien

Her vil jeg forklare de viktigste begrepene som brukes i denne studien. Begreper som forekommer i brukergrensesnittet i GGB forklarer jeg i kapittel 2.2.

Verktøy:

Begrepet «verktøy» blir ofte brukt i sammenheng med digitalt utstyr som datamaskiner, skannere, videokamera og lignende. I en artikkel fra Mackrell (2011) om utformingsbeslutninger kommer hun frem til at utformingen i programvarer fungerer som en dør for brukeren inn til funksjonalitetene til programmet. I tilfellet til GGB er dette hovedsakelig verktøy som hjelper brukeren med å lage ønskede objekter. Verktøy fungerer altså som et bindeledd i kommunikasjonen mellom programmet og brukeren. Siden GGB bruker begrepet «verktøy» for å beskrive hjelpemidler i programmet kommer jeg i denne studien til å bruke begrepet «verktøy» for funksjonaliteten i programmet som elevene bruker til å løse oppgavene. Mackrell (2011) kategoriserte forskjellige typer verktøy, som en kan finne i ulike interaktive geometriprogrammer. Kategorien som hovedsakelig blir brukt i min undersøkelse er konstruksjonsoperasjoner, som bruker allerede eksisterende objekter for å lage nye objekter eller lager nødvendige punkter for verktøyet i løpet av bruken. Dessuten innebærer konstruksjonsoperasjoner blant annet algebra, tabulering, transformasjon, beregninger, målinger og grafer. Terminologien i GGB bruker begrepet «verktøy» for alle funksjonaliteter som ligger i verktøylinjen (Figur 2.2). Dette forklares ytterligere i kapittel 2.2. Et verktøy som elevene skal bruke i undersøkelsen er «Nytt punkt» som lager et nytt punkt i koordinatsystemet. «Nytt punkt» befinner seg på verktøylinjen. Selv om GGB ikke bruker begrepet «verktøy» for andre funksjonaliteter som for eksempel kommandolinjen, kommer jeg til å bruke begrepet for alle funksjonaliteter som elevene kan bruke for å løse en oppgave. Grunnen til dette er at terminologien i hoveddelen av litteraturen om digitale hjelpemidler bruker «verktøy» for alle funksjonaliteter som et program tilbyr og dette kan eventuelt gjøre det enklere å overføre min studie til andre undersøkelser.

Kommando:

Kommando – IT (Rossen, 2009):

«Noen dataprogrammer, blant annet mange operativsystemer, lar seg styre av bestemte ord eller *kommandoer* som brukeren skriver på tastaturet, når skjermmarkøren står i et kommandofelt eller ved et klartegn»

Brukeren må ofte kunne kommandoene som programmet kjenner til for å kunne bruke disse. GGB tilbyr litt hjelp med å finne kommandoene ved å gi forslag til mulige kommandoer når brukeren begynner å skrive de første bokstavene til kommandoen.

I GGB brukes kommandolinjen helt nederst i brukergrensesnittet for å skrive inn kommandoer som er tilrettelagt for GGB. For eksempel kan en lage et punkt (1, 1) ved å skrive: «(1, 1)» eller for å lage en linje bruker man: «Linje[<Punkt>, <Punkt>]», som krever at to punkter allerede er definert med navn (for eksempel punkt «A») eller en må bruke kommandoen for å lage et punkt.

Løsningsvei:

Jeg bruker begrepet «løsningsvei» for å beskrive hvilken metode elevene bruker for å løse en oppgave. I matematikken og spesielt i oppgavesettet som elevene skal løse i denne undersøkelsen har elever ofte muligheten til å velge mellom forskjellige metoder og fremgangsmåter for å komme frem til et svar eller mål. Elevene kan for eksempel bruke forskjellige verktøy som GGB tilbyr for å komme frem til samme resultatet. Et eksempel her ville være at en av gruppene valgte å bruke kommandolinjen og kommandoen «(1, 1)» for å lage et punkt, mens en annen gruppe valgte verktøyet «Nytt punkt» i verktøylinjen og trykket på posisjonen til punkt (1, 1) i koordinatsystemet. Begge løsningsveiene førte til samme resultatet, men med forskjellige fremgangsmåter og egenskaper til figurene som ikke er synlige før en skal forandre på figurene.

Standardvalg:

«Standardvalgene» kaller jeg verktøy som er synlige i verktøylinjen uten å åpne undergruppene. Utviklerne til GGB bestemte seg for å gjøre kun noen verktøy direkte synlig og verktøy som ligger i samme undergruppen er ofte relatert og mer avansert enn standardvalgverktøyet. Dette er det samme som i andre lignende programmer, som Cabri og Geometer's sketchpad.

Aksjon:

Dette begrepet overtar jeg fra forskningen til Preiner (2008) og kan for eksempel være et klikk eller når brukeren skal bruke tastaturet. Her telles det kun minste antall aksjoner som må gjøres for å fullføre figuren etter at verktøyet ble valgt. Når en bruker «Nytt punkt»-verktøyet må brukeren først velge verktøyet og så klikke på ønsket posisjon i koordinatsystemet. Kun klikket for å definere posisjonen blir her telt som aksjon og dermed krever dette verktøyet kun en aksjon.

Verktøyprogram og undervisningsprogram:

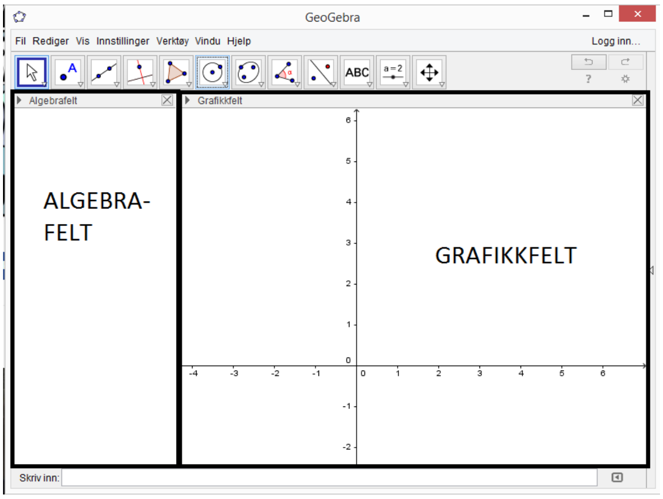
Det er mulig å dele matematiske programvarer inn i undervisningsprogrammer og verktøyprogrammer. Undervisningsprogrammer skal forklare områder eller begreper i matematikken og kan dermed også kalles for et pedagogisk program (Lingefjärd & Holmquist, 2003). Et eksempel på et undervisningsprogram er «Aplusix», som tilbyr et hjelpemiddel som heter «Tutor», som i forskjellig grad hjelper elevene med å løse oppgaver. Undervisningsprogrammer følger ofte en rett fremgangsmåte og tilbyr til vanlig mindre fleksibilitet i valget av løsningsveier enn verktøyprogrammer.

Verktøyprogrammer, som for eksempel GGB (dynamisk geometri), Microsoft Excel (regneark) og Microsoft Word (tekstbehandling), tilbyr verktøy som brukeren kan benytte for å komme frem til ønsket resultat. De krever av brukeren at man setter seg inn i hvilke funksjoner og verktøy programmet tilbyr. Dermed viser de ofte mer fleksibilitet og flere muligheter for brukeren enn undervisningsprogrammer for å finne forskjellige løsningsveier (Lingefjärd & Holmquist, 2003). Bruken av verktøyprogrammer krever ikke at oppgavene er laget på forhånd eller at programmet allerede tilbyr disse (noe som er vanlig for undervisningsprogrammer). Noe som kan bidra til en enklere utforskning selv når brukeren ikke har et bestemt mål.

2.2 Om GGB og viktige begreper i programmet

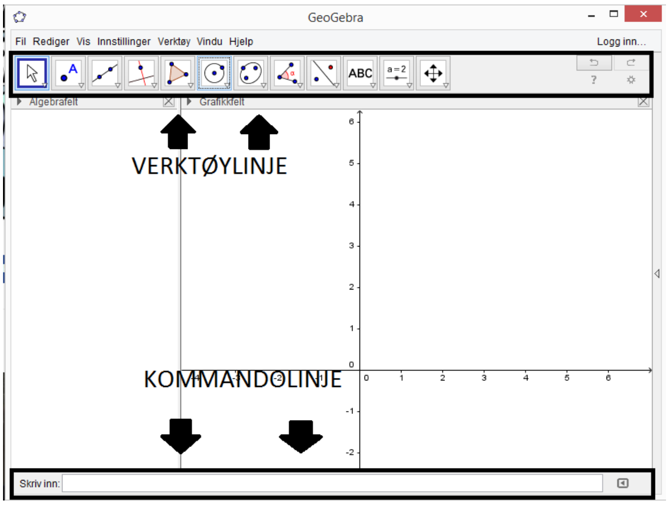
Brukergrensesnittet til programmet tilbyr flere forskjellige felter og verktøy. Jeg vil nå forklare de delene som blir brukt i denne oppgaven.

I midten av vinduet finnes det et felt (*Grafikkfelt*) der brukeren kan tegne inn forskjellige figurer ved hjelp av verktøy i verktøylinjen, som for eksempel punkter, linjer eller sirkler. I denne undersøkelsen brukte elevene dette grafikkfeltet med et koordinatsystem, som vist i figur 1.1. I tillegg til dette finnes det på venstre kant av programmet et felt som viser algebraisk det som er laget i grafikkfeltet (*Algebrafelt*). I algebrafeltet er forskjellige typer figurer delt inn i grupper. Det som er mest vanlig i denne masteroppgaven er «Punkt» og «Linjestykke». Punktene vises med navn X (stor bokstav) og så koordinatene til punktet. For eksempel A = (1, 2) Linjestykkene vises med navn x (liten bokstav) og så lengden til linjestykket. For eksempel a = 3.3



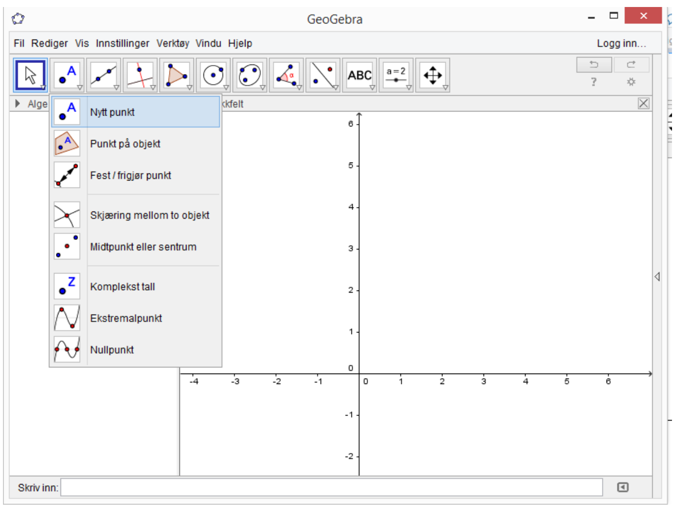
Figur 2.1 Algebrafelt og grafikkfelt i GGB

For å lage forskjellige figurer kan man enten bruke *verktøylinjen* på toppen av programmet eller *kommandolinjen* («Skriv inn») på bunnen. Verktøylinjen krever at brukeren velger et verktøy og så trykker på posisjonen der verktøyet skal brukes i koordinatsystemet.



Figur 2.2 Verktøylinje og kommandolinje i GGB

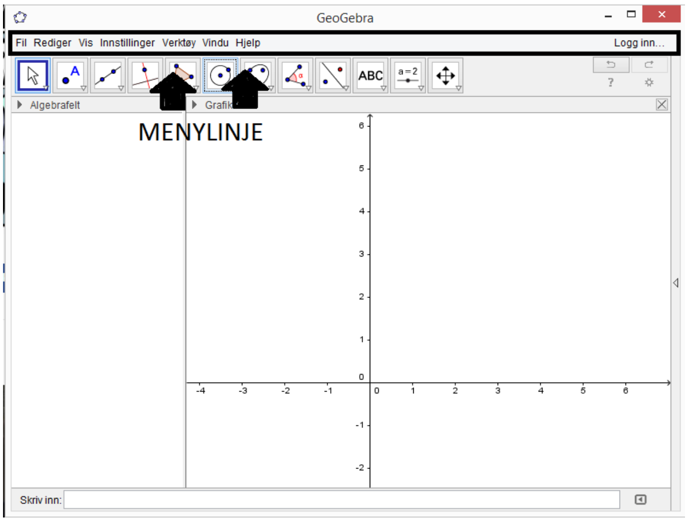
Hver knapp til et verktøy kan brukes til å åpne en undergruppe, der flere variasjoner eller beslektet verktøy er tilgjengelige. Disse undergruppene (Figur 2.3) kan åpnes ved å dobbeltklikke på verktøyet eller ved å trykke på trekanten i det nedre høyre hjørnet på symbolet til verktøyet. Et eksempel på dette er «Linje»-verktøyet, der undergruppen tilbyr blant annet verktøyene «Linjestykke mellom to punkt» og «Vektor». Dette skal føre til et mer oversiktlig brukergrensesnitt, siden ikke alle verktøyene er synlige. Men det skal fremdeles være enkelt å finne et verktøy som er relatert til ønsket verktøy og deretter åpne undergruppen for å få tilgang til ønsket verktøy.



Figur 2.3 Undergruppe for «Nytt punkt»-verktøyet i GGB

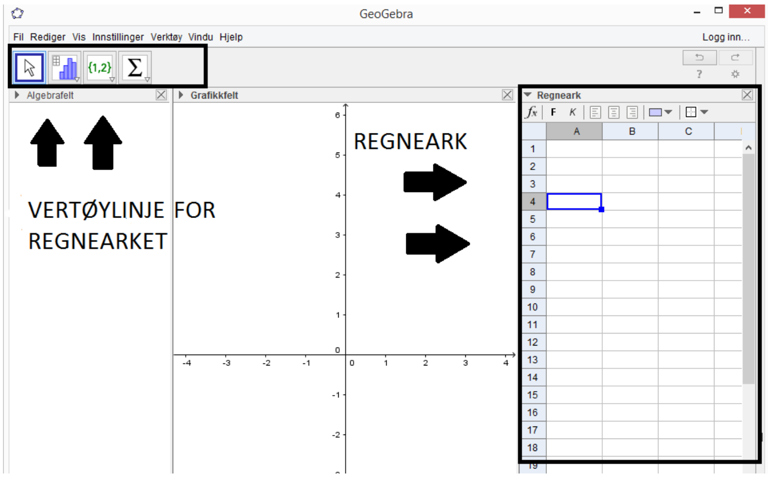
Kommandolinjen krever at brukeren behersker de nødvendige kommandoene til GGB, men gir brukeren i tillegg mer avanserte muligheter. Det er mulig å gjøre alt som verktøylinjen tilbyr. For eksempel kan en lage punktet P (1,1) ved å skrive P = (1, 1). En kan også få hjelp underveis ved bruken av kommandolinjen, der programmet gir forslag til kommandoer som begynner med de samme symbolene som brukeren skriver inn. Et eksempel på dette er når en vil bruke «Linje» kommandoen og skriver «lin» i kommandolinjen og GGB tilbyr et utvalg av kommandoer som begynner på «lin». En kan så klikke på kommandoen «Linje[<Punkt>, <Punkt>]» der en skal erstatte begge «<Punkt>»-feltene med allerede eksisterende punkter eller definere punkter som skal ligge på linjen.

Menylinjen (Figur 2.4) tilbyr grupper av verktøy som for eksempel «Fil» eller «Rediger». I denne undersøkelsen hadde elevene ofte ikke bruk for denne linjen, siden den hovedsakelig tilbyr avanserte innstillinger for programmet. Verktøy som elevene eventuelt bruker er verktøy som lagrer filer eller åpner tidligere lagrede filer og «Vis» feltet, der elevene kan åpne for eksempel «Regnearket» eller «Grafikkfelt 3D».



Figur 2.4 Menylinje i GGB

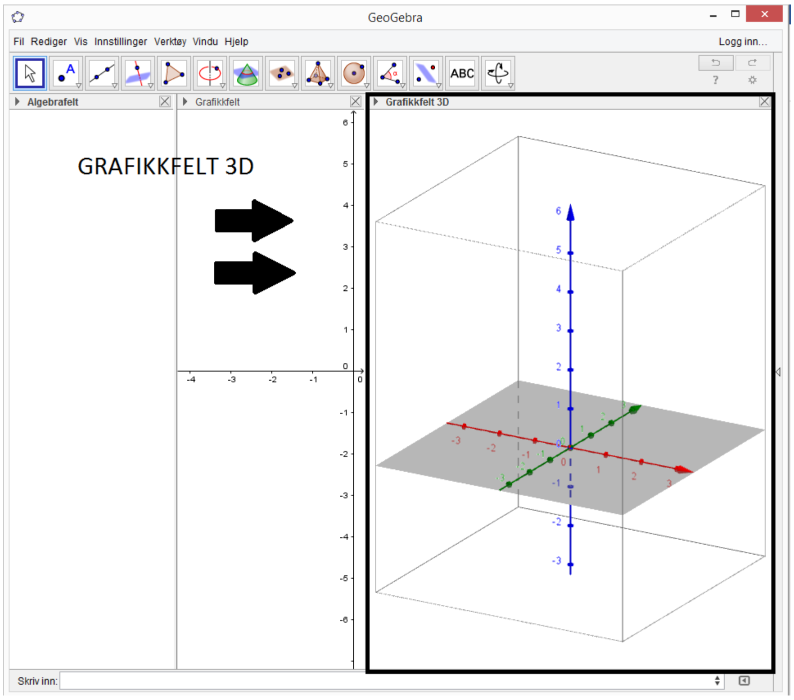
Et annet felt, som elevene brukte da jeg observerte dem, er *regnearket*. Dette feltet ligner i sitt utseende og sin bruk svært på programmet Excel til Microsoft. Regnearket er ikke synlig når en åpner GGB med standardinnstillinger, men først når en trykker på «Vis» og så på «Regneark» i menylinjen. Det kommer da frem et felt på høyre side og verktøylinjen forandres, slik at den ikke viser de vanlige verktøyene, men et utvalg av verktøy som kan brukes i regnearket (Figur 2.5). Når en trykker på noe i grafikkfeltet eller algebrafeltet, vises den vanlige verktøylinjen igjen.



Figur 2.5 Regneark i GGB med verktøylinjen for regnearket

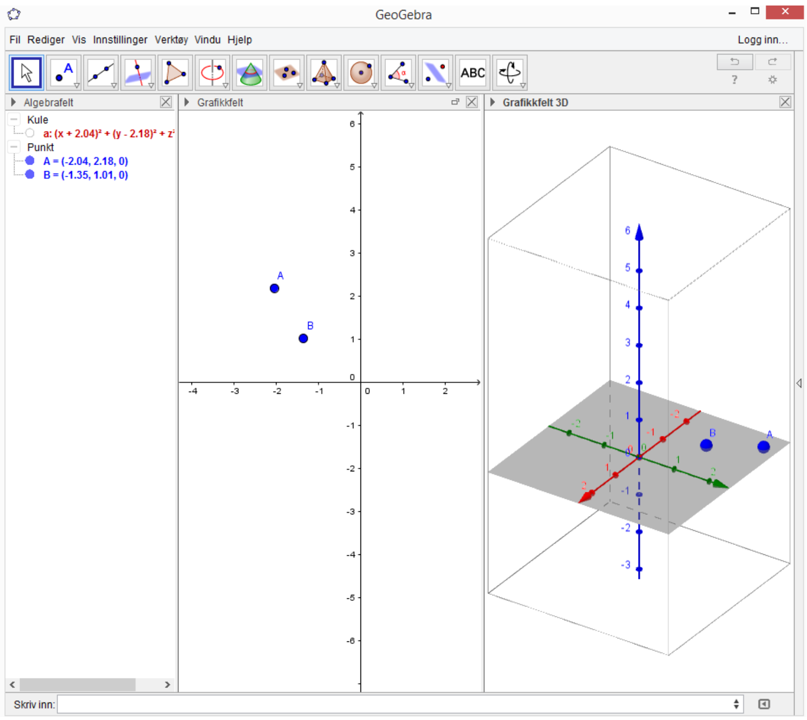
Regnearket tilbyr en tabell som er delt inn i kolonner A, B, C, osv. og rader 1, 2, 3, osv. På en lignende måte som i programmet Excel er det mulig å skrive inn kommandoer, men en kan også bruke objekter som er laget i grafikkfeltet eller algebrafeltet som en del av kommandoen. For eksempel regnet en gruppe elever i denne undersøkelsen ut arealet ved hjelp av regnearket ved å skrive kommandoen «A*B», som betyr at lengden til linjestykke a ganges med lengden av linjestykke b. I matematikkundervisningen kan regnearket også brukes til å lage en liste av tall og så brukes denne listen for eksempel til å lage en regresjonslinje i grafikkfeltet.

I en av situasjonene som beskrives i denne undersøkelsen brukte elevene *Grafikkfelt 3D*. I likhet med regnearket er dette et felt som ikke vises i standardformen til GGB og først må velges for å få den frem. Grafikkfelt 3D viser - som navnet sier - et koordinatsystem som i vanlige grafikkfelt, men i tredimensjonale rom (Figur 2.6). Ved siden av x- og y-aksen blir også z-aksen vist.



Figur 2.6 Grafikkfelt 3D i GGB

GGB tilbyr en verktøylinje for dette feltet med verktøy som for eksempel lager kuler eller viser skjæring mellom to overflater. Punkter og noen figurer som ligger i x, y-planet blir også vist i det vanlige grafikkfeltet.



Figur 2.7 Sammenhengen mellom grafikkfelt 3D og det vanlige grafikkfeltet i GGB

For å gi en bedre oversikt av det tredimensjonale rommet, er det mulig å rotere koordinatsystemet i alle retninger. Dette ble gjort i figur 2.7 og vises med at synspunktet ligger litt høyere og x- og y-aksene peker i andre retninger enn i figur 2.6. Til rotering bruker en «Flytt» eller «Roter 3D-plot»-verktøyet. Dette tilbyr også en funksjon der roteringen ikke stopper hvis en slipper musen i bevegelsen, slik at det oppstår en kontinuerlig rotasjon, som gjør det enklere å se dimensjonene i koordinatsystemet.

Dette 3D-grafikkfeltet går egentlig langt ut over kunnskapen som elevene skal ha på 9.trinn og ble derfor kun utforsket av en enkelt gruppe. På grunn av dette kommer jeg til å skrive begrepet «grafikkfelt» eller «vanlig grafikkfelt» når det er snakk om todimensjonale grafikkfelt og «grafikkfelt 3D» når det brukes et tredimensjonalt grafikkfelt.

Grunnen til at jeg bruker to forskjellige begreper for todimensjonale grafikkfelt og den entydige betegnelsen «grafikkfelt 3D» for tredimensjonale grafikkfelt er for å unngå misforståelser for leseren når det både er snakk om todimensjonale og tredimensjonale grafikkfelt.

GGB tilbyr også tilleggsinformasjoner for forskjellige objekter i programmet, som skal hjelpe brukeren. F.eks. når brukeren holder musen over et objekt i algebrafeltet eller et verktøy i verktøylinjen, vises det en kort forklaring av objektet eller verktøyet.

Ellers tilbyr GGB også muligheten til å tilpasse brukergrensesnittet ved å f.eks. forandre hvilke verktøy som blir vist i verktøylinjen eller hvilke vinduer som blir vist når en åpner programmet. Slike forandringer kan læreren eventuelt foreta for å forenkle bruken for elevene. Derfor valgte jeg også å ha et forskningsspørsmål der jeg betrakter denne muligheten.

Hvordan kan eventuelt brukergrensesnittet, undervisningen eller oppgavene forandres for å tilrettelegge bruken bedre for elevene?

I konklusjonen vil jeg komme med forslag om hvordan en kan tilrettelegge brukergrensesnittet og hvilke forandringer i brukergrensesnittet, undervisningen (f.eks. introduksjonen før bruken av programmet) og oppgaven (f.eks. oppgavestillingen) som kan være til nytte etter mine erfaringer i denne oppgaven.

3. Teoretisk bakgrunn og bruk av sentrale begreper

3.1 Human Computer Interaction (HCI)

Siden jeg skal analysere bruken av brukergrensesnittet vil jeg også gå nærmere inn på hvordan brukergrensesnitt og spesielt brukervennlighet kan analyseres. Etter min mening er det da også nødvendig å behandle begrepet Human computer interaction. Human computer interaction er et felt som oppsto for cirka 35 år siden. Siden datamaskiner ikke var vanlige før dette tidspunktet, er human computer interaction et svært ungt felt i forhold til andre forskningsområder og mye er fremdeles i utvikling når det gjelder definisjonen av og hovedfokuset for feltet. I 2004-2005 begynte fokuset til å bevege seg mot bruker generert materiale som for eksempel bilder og videoer. Siden målet i denne oppgaven er analysen av brukergrensesnittet kommer jeg hovedsakelig til å se på brukervennlighetstesting (Kap. 3.1.1), som er en undergruppe av human computer interaction (Lazar, Feng og Hochheiser, 2010).

I dette kapittelet vil jeg undersøke hvordan en kan teste brukervennligheten til et program. Jeg kommer til å fokusere på dynamiske programvarer siden GGB kan tilordnes dette feltet. Mye av litteraturen om brukervennlighetstesting handler om nettsider eller andre programvarer som ikke er relevante for denne masteroppgaven og blir derfor kun brukt hvis konklusjonene er overførbare til dynamiske programvarer.

3.1.1 Usability testing/brukervennlighets testing

Brukervennlighetstesting blir ofte brukt av industrien for å forbedre brukergrensesnitt som er i utvikling eller som allerede er i bruk. (Lazar et al., 2010). Siden jeg er ikke utvikleren til programvaren og derfor ikke har mulighet til å forandre grunnleggende egenskaper i programvaren, kommer jeg kun til å se på kriterier som blir brukt i brukervennlighetstesting og derfra prøve å tolke hva tanken bak utformingen og funksjonalitetene i GGB er. I konklusjonen vil jeg komme med forslag om forbedringer som kan gjøres. Lazar et al. (2010) presenterer flere forskjellige metoder for å teste brukervennligheten. Metoden jeg kommer til å bruke er «bruker-basert testing», der en brukergruppe blir observert når de bruker programvaren. Ofte blir dette gjort i utviklingsfasen av programvaren (Lazar et al., 2010), men jeg kommer til å gjøre dette etter at programmet ble lansert for offentligheten. For denne metoden skal en fokusere på følgende karakteristika som definerer *Usability* eller brukervennlighet og som ble utviklet av Keinonen (1998) som jeg siterer fra Nokelainen (2006):

1. Produktets designprosess.

2. Produktet i seg selv.

3. Bruken av produktet.

4. Brukererfaring med produktet.

5. Brukernes forventning.

Siden jeg ikke har informasjon om produktets utformingsprosess, velger jeg å ikke analysere første karakteristika. Jeg analyserer utformingen til brukergrensesnittet med tanke på brukervennlighet, siden jeg tror dette er noe jeg kan gi konkrete henvisninger til i undersøkelsen min. Dette vil jeg forklare nærmere i kapittel 3.1.3.

Karakteristika 2 er en oversikt over og vurdering av hele programmet og alle dets muligheter. Jeg kommer til å gi min egen vurdering om programmet på slutten av konklusjonen, der jeg tar mine egne funn og konklusjoner i betraktning.

Bruken av produktet (3) og brukererfaring (4) kommer til å utgjøre den største delen i denne undersøkelsen. Brukererfaringen går inn på hvordan en testperson synes bruken av programmet fungerer og hvilke problemer brukeren opplever. Bruken av programmet ser nærmere på hvordan en testperson bruker programmet i forhold til forventningene til utviklerne eller forskeren. Det kan for eksempel være funksjoner som blir brukt på en annen måte enn utvikleren hadde forventet. Etter min mening henger begge disse karakteristika nært sammen i min undersøkelse. Eventuelle feil i programmeringen kan også tas i betraktning her. En stor del av analysen i denne undersøkelsen dreier seg om hvordan elevene bruker programmet og hvilke problemer de opplever.

Når det gjelder elevenes forventninger til programmet (5), kan jeg bare gå ut fra antakelser når jeg betrakter bruken av forskjellige verktøy, da undersøkelsen kun bygger på opptak fra elevenes bruk av programmet og det ikke ble gjennomført en undersøkelse om elevenes forventninger før undersøkelsen. En mulighet til å anta hvilke forventinger elevene hadde er å gå ut ifra reaksjonen de viser når et resultat kommer frem eller når de får en tilbakemelding fra programmet.

Nokelainen (2006) legger også stor vekt på kriteriet *pedagogisk brukervennlighet.* Dette vil jeg gå nærmere inn på i neste delkapittel.

3.1.2 Pedagogisk brukervennlighet

Når elevene skal bruke et program mener jeg det skal være brukervennlig og dermed enkelt å forstå hvordan det brukes, slik at det blir mest mulig konsentrasjon om det faglige innholdet. I min undersøkelse analyserer jeg den pedagogiske brukervennligheten, siden programmet først og fremst skal formidle matematisk kunnskap til eller kreve matematisk kunnskap av elevene.

Nokelainen (2006) utvikler kriterier for pedagogisk brukervennlighet ut fra en analyse av flere forskjellige modeller. Følgende kriterier er et utvalg av disse kriteriene til Nokelainen, som jeg vil se på i undersøkelsen min:

- Elevenes kontroll
- Elevenes aktivitet
- Motivasjon
- Verdivurdering av tidligere kunnskaper
- Fleksibilitet
- Tilbakemelding

Disse kriteriene valgte jeg med tanke på hva som er relevant for undersøkelsen min og hva jeg har mulighet til å analysere med det foreliggende datamaterialet. Det følger en beskrivelse av kriteriene og hvordan jeg vil analysere dette.

Elevenes kontroll.

Det anbefales å dele læringsmaterialet opp i flere deler, slik at elevene ikke må behandle for mye informasjon samtidig. Jeg delte oppgavene og skrittene elevene skulle ta inn i små steg, slik at elevene etter hvert kunne finne ut hvordan programmet fungerer og ikke måtte bruke avanserte verktøy i begynnelsen, men heller begynte med grunnleggende verktøy og så økte utfordringene senere. I analysen skal jeg se om elevene hadde problemer med å forstå oppgaven og om de eventuelt måtte behandle for mye informasjon samtidig.

Elevenes aktivitet er avhengig av elevenes innsats, men også av materialet som læreren tilrettelegger. Det er mulig å analysere elevenes innsats, men det blir vanskelig å gi generelle forslag om hvordan denne kan forbedres. Det er enklere komme med forslag om hvordan læreren kan tilrettelegge materialet. Dette skal jeg analysere i min undersøkelse og kommer så med forslag om hvordan dette ville kunne forbedres i forhold til mine erfaringer i undersøkelsen.

Motivasjon er viktig for elevenes aktivitet, siden elevene må være motivert for å gi egen innsats og finne løsninger. Det er også et sentralt begrep i inquiry (som jeg går nærmere inn på i kapittel 3.2.1), fordi elevene trenger motivasjon til å utforske mulighetene til programmet. Jeg skal se nærmere på hvor motivert elevene er for å finne nye løsningsveier og utforske programmet i undersøkelsen og hvordan brukergrensesnittet påvirker motivasjonen. Jeg mener at når elevene er motivert til å gjøre noe, kommer de til å jobbe mer effektivt og har større potensial til å lære noe. Med tanke på hvordan brukergrensesnittet påvirker motivasjonen, skal jeg se spesielt på situasjoner der elevene tydelig viser at det de holder på med er moro og interessant eller der motivasjonen reduseres f.eks. på grunn av problemer med bruken av programmet.

Verdivurdering av tidligere kunnskaper skal hjelpe med å ta hensyn til kunnskaper som elevene har fra før, slik at de kan og eventuelt må bruke disse for å løse en oppgave. Det kan føre både til motivasjon og repetering av tidligere lærte kunnskaper. Jeg vil i undersøkelsen se hvilke kunnskaper elevene bruker og om programmet krever en bestemt kunnskap for å kunne bruke programmet.

*Fleksibilitet g*år hovedsakelig ut på at programmer kan tilpasse seg til elevenes kunnskaper, men kan også brukes til å vurdere hvor fleksible dynamiske programvarer for eksempel er ved laging av oppgaver og tilrettelegging av programmet for elever.

GGB er ikke et undervisningsprogram og kan dermed ikke tilpasse seg til elevenes individuelle kunnskaper, men siden GGB er en dynamisk programvare er utformingen veldig fleksibel og kan tilpasses enten av læreren eller elevene. Dette kan føre til at bruken blir enklere og raskere. Jeg vil finne ut hva som kan tilpasses i GGB for å oppnå denne effekten.

Tilbakemelding handler om hvordan programmet reagerer på forskjellige situasjoner og hvilke tilbakemeldinger elevene får fra programmet.

I analysen skal jeg også prøve å betrakte hvilke tilbakemeldinger elevene får av GGB. Noen eksempler på tilbakemeldinger kan være at elevene får ønsket resultat eller ikke ønsket resultat. Når elevene ikke får ønsket resultat kan en differensiere mellom situasjoner der elevene får en tilbakemelding der programmet sier hva som mangler. Dette kan for eksempel skje når en bruker en kommando på feil måte og der elevene får et annet resultat og da må finne ut selv hvorfor de ikke fikk ønsket resultat.

I tillegg til disse punktene skal jeg også betrakte *matematisk brukervennlighet*, som jeg definerer med hvordan brukeren forstår og bruker f.eks. det matematiske språket og matematiske symboler i programmet. Dette kan f.eks. være begreper som er uklare for elevene eller misforståelser ved bruk av verktøy. Et eksempel på dette kan være verktøyet «Normal linje», som elevene kan misforstå som en vanlig linje, hvis de ikke er klar over hva en normal på en linje betyr.

3.1.3 Design decisions / Utformingsbeslutninger

Med tanke på brukervennlighet er det også viktig å se på utformingen av brukergrensesnittet og tanken bak det. Jeg vil hovedsakelig vurdere oppbygningen til verktøylinjen i GGB og hvordan elevene bruker denne, men også se på hvordan elevene bruker andre verktøy som for eksempel kommandolinjen. Her vil jeg se på eventuelle misforståelser som oppstår og gi mulige forbedringsforslag i konklusjonen. Mackrell (2011, s. 375-379) gir en oversikt over hvilke aspekter en kan bruke for å vurdere utformingen til et program og hvordan prosessen om å velge passende verktøy foregår ved bruk av et program. De neste punktene viser for eksempel hvordan en elev går frem for å velge og bruke passende verktøy (konstruksjonsoperasjon):

1. Velge et passende verktøy:

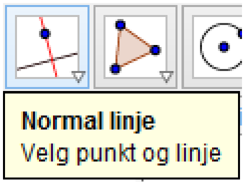
   Dette er en beslutning som brukeren tar for å vite hva han skal lete etter. Utviklerne må velge hvilke verktøy som er mest brukt og derfor skal være lett tilgjengelige. I tillegg til dette er også det matematiske språket en faktor i denne prosessen. Brukeren må ha kunnskaper om begrepet som blir brukt for å beskrive verktøyet. For eksempel bruker GGB beskrivelsen «normal linje», som kan føre til forvirring blant brukerne hvis den matematiske forståelsen for begrepet ikke er gitt enda. Brukeren kan eventuelt anta at det er en «vanlig linje».

2. Finne verktøyet:

   Et hovedproblem med å finne ønsket verktøy er programmets kompleksitet. Jo mer kompleks og avansert programmet er, desto vanskeligere blir det å finne riktig verktøy, fordi det finnes flere valgmuligheter. Kortenkamp og Dohrmann (2010, s.61) beskriver at et stort utvalg av verktøy fører til distrahering og overbelastning av studentene. Mackrell (2011, s. 376) mener at spesielt GGB byr på en mulighet til å unngå dette ved å tilpasse verktøylinjen til en ønsket utforming. Allikevel kommer Schimpf & Spannagel (2011) i en undersøkelse frem til at en redusering av valgmuligheter ikke nødvendigvis fører til reduksjon av tiden som brukeren trenger for å finne ønsket verktøy.

3. Bruke verktøyet:

   Flere verktøy, spesielt i GGB, krever at brukeren velger et eller flere eksisterende objekter i grafikkfeltet. Dette forutsetter at brukeren må ha forståelse for hvordan et verktøy fungerer og hvilke objekter som kreves for å kunne bruke det. Et steg i beslutningen om hvordan utformingen skal se ut, ville være hvordan en kan vise hva verktøyet gjør og hvilke krav som stilles for å kunne bruke det. GGB har for dette tilfellet valgt et symbolspråk (i verktøylinjen) og viser en forklaring av verktøyet når brukeren beveger musen over symbolet. Symbolene for noen verktøy viser hva verktøyet gjør ved å vise figuren med rød farge og hvilke objekter som trenges med svart eller blå farge.



Figur 3.1 Symbolet og forklaring for verktøyet «Normal linje» til venstre

   Som vist i figur 3.1 sier beskrivelsen til verktøyet «Normal linje» at brukeren må velge et punkt og en linje for å lage en normal linje på den utvalgte linjen og gjennom det utvalgte punktet. Punktet er vist med blå farge og linjen som skal velges med svart farge. Dette betyr at disse objektene kreves for å bruke verktøyet. Den normale linjen som skal lages er vist i rød farge for å illustrere at verktøyet produserer dette objektet.

4. Tolke resultatet:

   Etter eleven har brukt verktøyet må resultatet tolkes og vurderes. Her er det viktig at eleven er klar over hva som var forventet ved å bruke verktøyet og om denne forventningen ble oppnådd. Eventuelle feil i valget eller bruken av verktøyet kan her oppdages, hvis eleven har tilstrekkelig forståelse for resultatet. Hvis for eksempel eleven bruker et tilfeldig verktøy uten å være klar over hva det ønskede resultatet skal være, er det vanskelig å vurdere om resultatet er ønsket eller ikke.

I analysen vil jeg tolke hvordan elevene bruker disse aspektene og hvilke begrensninger og muligheter dette innebærer. Derfor valgte jeg underspørsmålene:

Hvordan velger elevene et bestemt hjelpemiddel?

Hvordan bruker elevene et bestemt hjelpemiddel?

Aspektene jeg nevnte fra undersøkelsen til Mackrell (2011) skal være til hjelp for å kunne svare på disse spørsmålene.

Kortenkamp og Dohrmann (2010, s.60) legger dessuten frem to forskjellige tilnærmingsmåter i dynamisk geometri programvarer (DGS).

a) Først velge et objekt og så velge aksjonen med dette objektet.

eller

b) Først velge aksjonen og så velge hvilket objekt det skal brukes på

GGB følger den andre måten (b), der brukeren til vanlig først velger et verktøy og så bestemmer hvor eller på hvilket objekt i grafikkfeltet det skal brukes. Et eksempel på et program som bruker første måten (a) er Geometer's Sketchpad. I konklusjonen skal jeg se nærmere på om det kunne være mulig å bruke den første måten (a) i GGB og om det kunne forenkle bruken.

3.2 Matematisk forståelse

For å analysere hvordan elever bruker et program kan det eventuelt være til hjelp å være klar over hvordan matematisk forståelse er oppfattet av ulike forskere og eventuelt prøve å finne ut hvilken matematisk forståelse elevene bruker for å løse en oppgave.

For å analysere matematisk forståelse kan det være til hjelp å ha en oppfatning eller et syn på hvordan elever lærer. Forskjellige typer læring kan føre til forskjellige typer kunnskap. Jeg skal derfor se litt nærmere på hvordan denne prosessen fungerer blant elevene og presentere noen forskjellige typer læring som ofte forekommer blant elever.

Hiebert et al. skriver i 1997 om begrepet forståelse innen læring av matematikk og bruker en definisjon på grunnlag av mange års forskning utført av et større antall forskere.

«This definition says that we understand something if we see how it is related or connected to other things we know (Brownell 1935; Hiebert and Carpenter 1992)» (Hiebert et al., 1997, s.4).

Det vil si at forståelse kun er gitt hvis en forstår relasjonen mellom ting en allerede kjenner og klarer å koble disse tingene sammen. Dette illustrerer de for eksempel med addisjonen av 35 og 47. Eleven må ha forstått hvordan tall fungerer og være klar over at 35 er 3 tiere og 5 enere, slik at en kan komme på svaret 82. Uten denne forståelsen av relasjonen mellom de to tallene kan eleven ikke løse oppgaven.

En ser i andre forskningsartikler at en ikke alltid trenger å ha fullstendig forståelse for hvordan ting er relatert til hverandre for å kunne løse en oppgave. Dette skal nå belyses nærmere ved å se på to typer kunnskap som kan oppstå ved læring. I følge Imsen (2005) som refererer til Piaget (1896-1980) er læring en akkommodasjonsprosess, der elevene forandrer sine tankeskjemaer for å tilpasse dem til nye inntrykk og erfaringer. Eleven utvikler i denne prosessen en kognitiv struktur og kan se sammenhengen med andre skjemaer. Utviklingen av denne kognitive strukturen kaller en for læring og inntrykk som fører til denne utviklingen kan også komme fra digitale programvarer. Denne utviklingen kan føre til to forskjellige typer kunnskap - figurativ eller operativ kunnskap (Solvang, 1992).

«At en elev har utviklet figurativ kunnskap, betyr at han har utviklet et skjema der bare kunnskapens ytre trekk er med.» (Solvang, 1992, s. 90)

Både Solvang og Mellin-Olsen (1987) skriver at den figurative kunnskapen eller den mekaniske kunnskapen som den også kalles, er veldig vanlig i matematikk. Elevene gjenkjenner ofte en oppgavetype og husker fra tidligere oppgaver hvilken løsningsmetode som skal brukes, men uten å forstå bakgrunnen til matematikken. Den operative kunnskapen er definert som en kunnskap der elevene har forståelse for matematikken og kan bruke denne forståelsen til å løse oppgaven. Skemp (1976) kaller dette relasjonsforståelse og forklarer det med at eleven skjønner hvorfor han/hun gjør det han/hun gjør og hvordan matematiske størrelser og begreper henger sammen. Elevene kan enten lære at de bruker en bestemt formel for å løse en bestemt type oppgaver, eller de skjønner hvorfor formelen blir brukt i akkurat denne bestemte oppgaven. De kan dermed tilpasse seg når oppgavestilen varierer og er mer fleksible når nye oppgaver oppstår. Fuglestad (2010, s.2) støtter også denne oppfatningen i en artikkel i magasinet Tangenten: «*Å forstå og å kunne matematikk er mer enn å lære en del regler og prosedyrer. Det innebærer å kunne oppdage mønstre og sammenhenger, systematisere og å finne måter å representere disse på med tabeller, grafer eller matematiske uttrykk og formler*.» (s.2) Hun snakker spesielt om inquiry, noe jeg skal gå nærmere inn på i kapittel 3.2.1. Hiebert et al (1997, s.6) skriver også at for å kunne lære en ferdighet på en slik måte at en er i stand til å huske den, kunne bruke den etter behov og tilpasse den til å løse nye problemer, er det nødvendig å lære med forståelse. Denne typen forståelse som er beskrevet her ville jeg sammenligne med relasjonell forståelse.

I denne undersøkelsen analyserer jeg elevenes bruk av GGB og her kan en også se på hvilken type forståelse elevene bruker i brukergrensesnittet til GGB. Når en ser på de fire aspektene til Mackrell (2011) som jeg nevnte i kapittel 3.1.3, kan en differensiere dette ytterligere. Det vil si hvilken matematisk forståelse bruker elevene for å velge *passende verktøy, finne verktøy, bruke verktøy og tolke resultatet*.

Angående valg av *passende verktøy* er det viktig å betrakte hvilke forventninger elevene har til ønskede verktøy og om de har nok forståelse til å forestille seg et passende verktøy til oppgaven de skal løse. Når elevene skal *finne verktøy* er det visuelle (symboler, menyer o.l.) og orienteringen i brukergrensesnittet avgjørende. Har elevene nok forståelse om hvordan brukergrensesnittet er bygd opp? For eksempel at relaterte verktøy i verktøylinja befinner seg i undergrupper og ikke er synlig i begynnelsen. Forstår elevene symbolene/ikonene og beskrivelsen til GGB? Grunnleggende forståelse av geometriske begreper og figurer som ligger bak er nødvendig i dette tilfellet. Forståelse for symboler/ikoner og beskrivelsen til GGB er også et viktig punkt i *bruken av verktøy*, siden dette kan fungere som en manual for elevene om hvordan verktøyet skal brukes. Til slutt skal elevene *tolke resultatet* og dermed også bruke forståelse for hva som ble laget. Hvis elevene f.eks. ikke er klar over hva objektet som ble laget innebærer, kan elevene ikke vurdere om objektet er ønsket eller riktig svar.

Matematisk forståelse for verktøyene er altså viktig for alle disse fire aspektene, siden manglende matematisk forståelse kan føre til at elevene ikke kan forestille seg, finne eller bruke et verktøy og tolke resultatet. Jeg skal belyse dette nærmere med eksempelet «linjestykke mellom to punkt»-verktøyet. Hvis elevene ikke er klar over at et linjestykke er en del av en linje som befinner seg mellom to punkter, kan det være vanskelig å forestille seg et passende verktøy. Det samme gjelder også for å finne verktøyet i undergruppen til «Linje»-verktøyet. Dessuten ville bruken av verktøyet eventuelt være vanskelig hvis elevene ikke vet at de må velge to punkter som linjestykket skal være mellom. En forventet feil av elevene i denne undersøkelsen er at de lager en linje og ikke et linjestykke. En slik feil kunne oppdages i tolkningen av resultatet, men hvis eleven ikke har forståelse for hva et linjestykke er, ville dette eventuelt ikke bli oppdaget. Denne bruken av matematisk forståelse i brukergrensesnittet til GGB gjelder ikke kun for verktøylinjen, men også for alle andre verktøy som f.eks. menyer som elevene kan bruke. En slik sammenkobling av tidligere lærte konsepter for å bruke matematisk forståelse i bruken av verktøy, kan være et tegn på relasjonell forståelse/operativ kunnskap.

Monitor skole rapporten 2016 fra Egeberg, Hultin og Berge refererer følgende: «*Larkin (2015) fastslår at IKT har potensial til å forbedre elevenes konseptuelle forståelse og bidra til utvikling av «higher order thinking» i matematikk, når det benyttes på en hensiktsmessig måte*.» (s.21). «Higher order thinking» blir beskrevet som en prosess der eleven bruker tidligere lærte kunnskaper for så å utvikle dette til nye og mer komplekse kunnskaper. Jeg vil se nærmere på dette senere i undersøkelsen min og komme med konklusjoner og forbedringsforslag om hvordan oppgavene kunne endres for en eventuell sterkere utvikling av relasjonell forståelse.

3.2.1 Inquiry

«Inquiry» er et engelsk begrep som kan oversettes med utforskning eller oppdagelse. I følge Wells (1999) indikerer inquiry: *«… en vilje til å undre seg, til å stille spørsmål og søke å forstå ved å samarbeide med andre i forsøket på å finne svar*.» (s. 121, sitert fra Fuglestad, 2010, s.2). I tillegg mener Fuglestad (2010, s.2) at: «*Inquiry er ikke en bestemt metode eller noen prosedyrer, men heller en tilnærming og holdning til arbeidet preget av undring og utforsking for å finne svar.*». Dette er svært interessant for undersøkelsen min, siden elevene jobbet i grupper, skulle arbeide sammen og utforske programmet på egen hånd.

Goos M. (2004, s.282-283) beskriver i en undersøkelse tre måter hvordan en lærer kan bidra til at elevene bruker matematisk inquiry i en gruppe og hva det kan føre til:

Stillasbygging (Scaffolding): En måte der læreren i begynnelsen hjelper elevene med å gi dem en ramme som er nødvendig for å bruke inquiry og så trekker seg mer og mer tilbake, slik at elevene jobber mer selvstendig. Dette kan føre til at elevene finner og bruker alternative løsningsveier og at elevene finner feil eller kommer med forslag om forbedring til sine medelever uten veiledning fra læreren.

Læreren og jeg ble før undersøkelsen enige om at vi ikke ville gi en introduksjon om programmet til elevene og heller la elevene finne ut selv hvordan GGB fungerer ved egen utforskning. Vi ville dermed også forhindre at elevene låser tankene sine på en type løsningsvei, som for eksempel kun bruken av verktøylinjen.

Samarbeid blant medelever (Peer collaboration): En måte der læreren motiverer elevene til å forklare sine tankeganger til medelevene eller spørre medelevene om hjelp før de spør læreren om råd.

I min undersøkelse prøvde jeg og læreren å hjelpe elevene så lite som mulig og ikke gi et direkte svar, men heller gi små hint til elevene, slik at de kunne finne svaret selv. Elevene fikk også beskjed om først å diskutere med sine medelever i gruppen før de spurte oss om hjelp. Dette skulle også motivere elevene til å samarbeide og kommunisere tankegangene sine med medelevene og eventuelt finne feil eller bekrefte sine teorier.

Sammenkobling av spontane og teoretiske konsepter (Interweaving spontaneous and theoretical concepts): En fremgangsmåte som skal utfordre elevene til å utvikle eller oppdage mer abstrakte konsepter og presis matematisk terminologi i tillegg til deres allerede eksisterende matematiske språk. Dette skal føre til en bedre forståelse av matematiske konsepter og en bedre kommunikasjon blant elevene og mellom elevene og læreren.

Siden undersøkelsen min kun varte i en undervisningstime var det ikke fokus på språket til elevene, men mer på selve bruken av programmet. I en større undersøkelse kunne det være interessant å motivere elevene til å bruke mer avansert terminologi og å se om forståelsen og bruken av programmet ville bli påvirket av det.

Alle disse faktorene kan føre til inquiry og jeg vil i analysen av datamaterialet se om og når elevene bruker inquiry og eventuelt finne ut hva som fører til at elevene bruker det eller ikke.

Kjennetegn som jeg hovedsakelig skal se på er:

- Det oppstår samarbeid blant elevene, slik at elevene forklarer ideer, løsningsveier eller konsepter til medelevene.
- Elevene utforsker programmet for å finne en løsningsvei eller uten bestemt mål, men kun prøver å finne ut hvilke muligheter GGB tilbyr.

3.2.2 Læringsperspektiver

Jeg skal nå gå nærmere inn på tre læringsperspektiver og forklare hvordan jeg skal bruke disse i min undersøkelse.

Sosiokulturelt læringsperspektiv er sterkt preget av forskningen som Lev S. Vygotsky gjennomførte på 1920- og 1930-tallet, og handler om betydningen av sosiale rammer i menneskenes handlingsaktiviteter for læring. Bruken av språk og interaksjon med andre mennesker står her i fokus.

To viktige begreper i sosiokulturelt læringsperspektiv er ifølge Vygotsky (1978) *interpersonale* og *intrapersonale prosesser*. *Interpersonale prosesser* handler om mellommenneskelige prosesser, som for eksempel når eleven forklarer eller formidler sine tankeganger til andre medelever eller læreren. *Intrapersonale prosesser* handler mer om elevens egne oppfatninger av strukturer i verden. I min undersøkelse skal jeg hovedsakelig se på interpersonale prosesser og gjøre et forsøk på å tolke tankegangene (*intrapersonale prosessene*) til elevene ut ifra kommunikasjonen mellom medelevene i gruppen og handlingene i brukergrensesnittet til GGB.

Andre læringsperspektiver er behaviorisme og kognitivisme. Behaviorismen ble første gang nevnt som begrep i forskningen til John B. Watson (1878-1958), og ble ytterligere preget av hans undersøkelser. Begrepet handler om hvordan individer forholder seg til forskjellige ytre stimuli med hensyn til oppførselen. Det vil si når et individ lærer sammenhengen mellom en årsak og en effekt og ser hva dette kan innebære i læringsperspektiver. Jeg skal ikke gå nærmere inn på dette, ettersom jeg synes det ville overstige studiens begrensninger og at det ikke spiller en så stor rolle som de to andre læringsperspektivene.

Kognitivismen derimot anser mennesker som selvstendige vesener som ikke kun reagerer på ytre stimuli (Dysthe 2001). Det kan grovt skilles mellom *kognitivt* og *sosialt orientert konstruktivisme.* Den første handler om tankegangen til et menneske og den andre om kommunikasjonen mellom mennesker og videreformidling av informasjon. Piaget (1896-1980) forsket delvis med teorier som kan plasseres innen kognitivismen og mener at elevene helst skal jobbe selvstendig uten hjelp fra læreren og finne løsninger på egen hånd, altså uten direkte stimuli fra læreren (Imsen, 2005, Säljö, 2001). Dette støtter også uttalelsen til Goos (2004) om *stillasbygging* som jeg skrev om i kapittel 3.2.1. Etter min mening kan digitale hjelpemidler bidra til at elevene arbeider selvstendig (uten hjelp fra læreren), siden digitale hjelpemidler kan komme med hjelpende informasjoner og eventuelt gi stimuli som for eksempel en bekreftelse på om svaret er riktig eller ikke. I tillegg får eleven ved bruk av digitale verktøy ofte en direkte respons fra programmet og dermed en mulighet til å sjekke om resultatet er ønsket eller ikke. Det finnes eventuelt programmer som er bedre egnet til dette enn GGB, men GGB gir for eksempel en direkte tilbakemelding når brukeren bruker et verktøy og tilbyr dermed muligheten til umiddelbart å rette en eventuell feil.

Siden min undersøkelse handler om bruken av brukergrensesnittet til elever som jobber selvstendig i grupper fokuserer jeg også på sosiokulturelt læringsperspektiv, som handler mer om læring som skjer i interaksjon med andre elever og miljøet omkring. GGB kan telles som en del av læringsmiljøet. I følge Imsen (2005) nevner Vygotsky også at elevene burde jobbe på et høyere nivå enn deres tidligere allerede eksisterende kunnskap og ikke kun trenger å bruke kunnskapen som elevene har allerede forstått. Dette skal føre til at elevene blir utfordret og oppnår et høyere kunnskapsnivå. I slike situasjoner mener Säljö (2001) at læreren burde fungere som en støtte og lede elevene i riktig retning. Dette har jeg allerede gått inn på i kapittel 3.2.1 når jeg beskrev måten for inquiry, *samarbeid blant medelever* fra Goos (2004) og hvordan jeg prøvde å oppnå dette i undersøkelsen min. I tillegg prøvde jeg å lage oppgavene slik at vanskelighetsgraden til verktøy som jeg gikk ut fra at elevene kom til å bruke, økte med hver oppgave. På denne måten prøvde jeg å lede elevene inn på en vei, der de først utforsket programmet med «enkle» verktøy og så senere brukte «mer avanserte» verktøy.

4. Tidligere forskning angående digitale hjelpemidler

4.1 IKT i skolen

Før en starter med analysen av elevenes bruk av brukergrensesnittet i digitale hjelpemidler kan det være hjelpsomt å integrere en oversikt over hvordan IKT brukes i norske skoler og hvorfor dette brukes så mye. I dette delkapittelet skal jeg derfor se på grunnene for bruk av IKT og hvordan dette brukes i norske skoler. I tillegg vil jeg vurdere hvordan min undersøkelse kan bidra til å støtte forskningen på dette området.

I følge Kunnskapsløftet skal digitale ferdigheter utvikles i alle fag på skolen. Det er definert slik at elevene skal «kunne bruke digitale verktøy» (Utdanningsdirektoratet, 2013, 1.8.). Dette er en av fem ferdigheter som blir beskrevet som grunnleggende ferdigheter i Kunnskapsløftet og som derfor skal fokuseres mye på i skolehverdagen. Når en skal undersøke digitale hjelpemidler kan det være hjelpsomt å være klar over hvorfor og hvordan IKT brukes i norske skoler.

I Meld ST. 22 av Kunnskapsdepartementet (Meld. St.22 (2010-2011), 2011, s.39) beskrives det at digitale hjelpemidler fører til økt opplevelse av motivasjon og mestring blant elevene i Norge. Det samme kommer rapporten Monitor skole fra Hatlevik et. al. (2013) frem til. Her skrives det at elevene selv mener at motivasjonen øker når de bruker digitale hjelpemidler i undervisningen. Men den kommer også frem til at en redusering av motivasjonen er synlig etter lengre bruk. Begge rapportene viser at IKT bruk i undervisningen fører til en økt motivasjon blant elevene, men at denne effekten ikke forblir like sterk over et lengre tidsrom. For å se på hvorfor man kan bruke IKT i undervisningen er det også til hjelp å se på en undersøkelse av Hals (2010, s.19). Denne studien viser at 75% av lærerne ikke har forandret oppgavestilen i undervisningen sin etter at de integrerte digitale verktøy. Ellers svarer lærerne i studien at de bruker GGB oftere i timene enn elevene, men at de ikke er helt sikre på hvor lenge programmet brukes i hver økt. Lærerne bruker oftest programmet til å vise elevene løsningsveien til bestemte oppgaver eller for å forklare et tema. Dette viser at IKT ikke forandrer fokuset i undervisningen i stor grad. 200 av lærerne i studien ville anbefale å bruke IKT i undervisningen, mens 49 argumenter mot.

Vanlige argumenter for bruk av matematisk programvare var ifølge studien til Hals (2010):

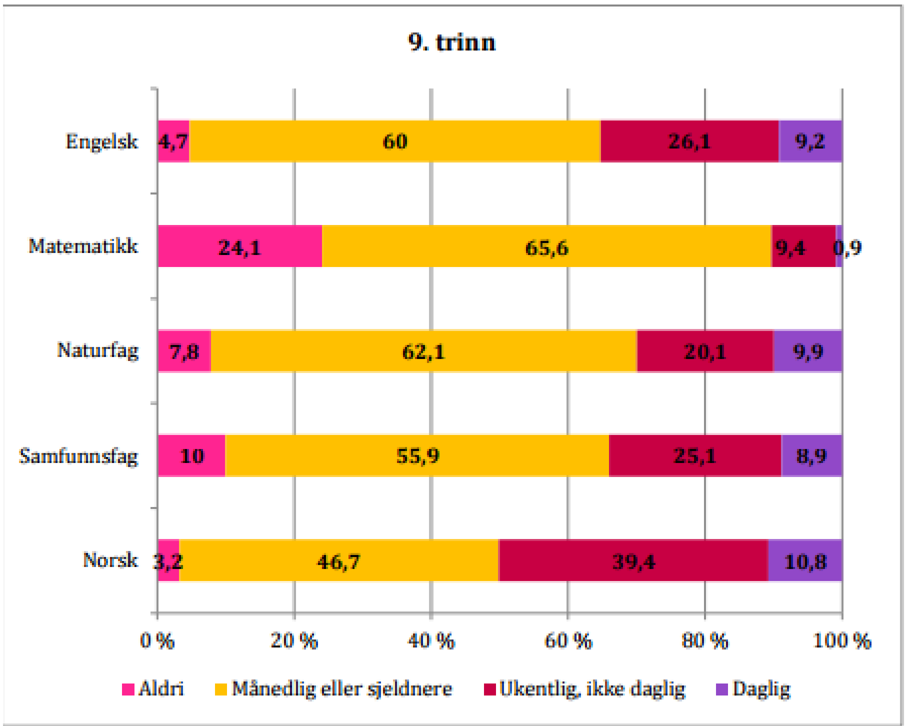
- *Det motiverer elevene.*
- *Læreplanen krever det.*
- *Det er godt egnet til visualisering, slik at elevene lettere ser sammenhenger.*
- *Det gir variasjon i undervisningen.*
- *Det øker forståelsen/læringsutbyttet.*
- *Det er nyttig/tidsbesparende på eksamen.* (Hals, 2010, s.128)

Vanlige argumenter mot bruk av matematiske programvare var ifølge studien til Hals (2010):

- *Det går med for mye tid i forhold til nytteverdien.*
- *Jeg er usikker på bruken av programmet/utstyret.*

- *Noen elever er på div. nettsteder i stedet for å jobbe med matematikk.*
- *Det har lite med matematikk å gjøre. Lite læringsutbytte.*
- *For få maskiner i klasserommet.* (Hals, 2010, s. 128)

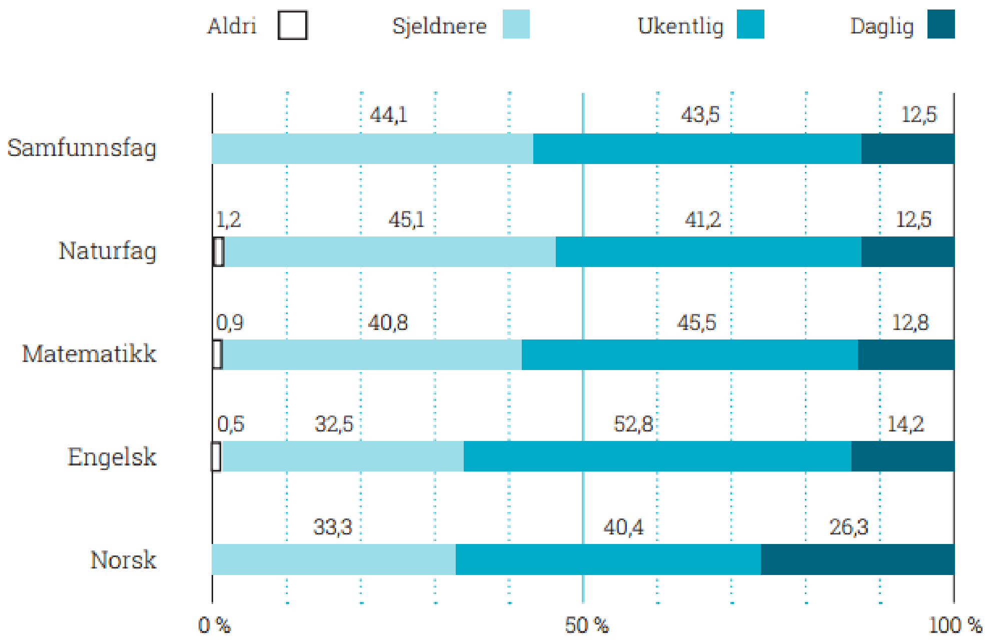
Monitor skole rapporten fra Hatlevik et. al. (2013), handler om IKT bruken i norske skoler i 2013. Rapporten viser at 43,5% av elevene på 9. trinn svarer at de bruker datamaskiner mellom en og tre timer per uke. På Vg2 trinnet er tallene enda høyere, siden 45% av elevene bruker datamaskiner mer enn ti timer i uka. Dette bekrefter funnet til Hals (2010, s.128) om at IKT har blitt et vanlig verktøy i norske skoler. I en mer detaljert statistikk for 9. trinn (Hatlevik et al, 2013) ble det vist at digitale hjelpemidler blir minst brukt i matematikkundervisningen sammenliknet med engelsk, naturfag, samfunnsfag og norsk. For matematikkundervisningen svarte 24,1 % av elevene at de aldri bruker datamaskiner i undervisningen og 65,6 % at de bruker datamaskiner månedlig eller sjeldnere. Dette viser at 89,7 % bruker datamaskiner mindre enn en gang i uken i matematikkundervisningen og tyder dermed på et skille fra de andre skolefagene som ble undersøkt.



Figur 5.5 Omtrent hvor ofte bruker du datamaskin i de følgende fagene på 9. trinn?

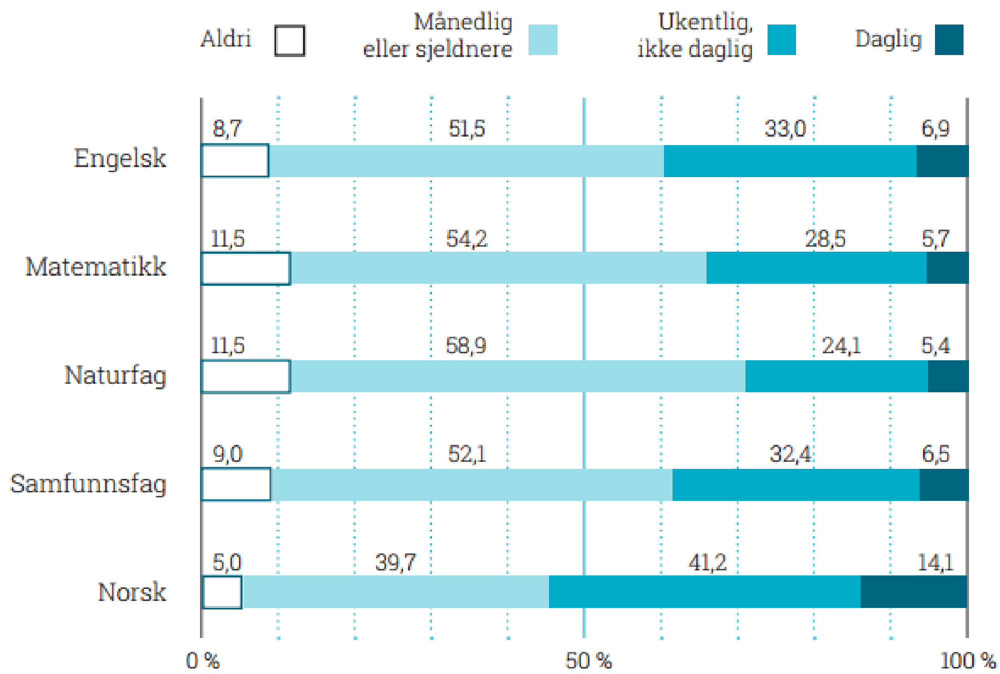
Figur 4.1 Statistikk fra Monitor skole 2013 (Svar fra elevene)

I en nyere Monitor skole rapport fra Egeberg et. al. (2016) vises det lignende statistikker, men ikke spesifisert for kun 9. trinn.



Figur 5.3: *Læreres bruk av datamaskin/nettbrett i fem fag. Tall i prosent.*

Figur 4.2 Statistikk fra Monitor skole 2016 – lærernes svar



Figur 3.3: *Hvor ofte datamaskin/nettbrett blir benyttet i ulike fag.*

Figur 4.3 Statistikk fra Monitor skole 2016 – elevenes svar

Svarene til elevene og lærerne i 2016 viser en tydelig forskjell i oppfatningen om hvor ofte digitale hjelpemidler blir brukt. En grunn til dette kan være at lærerne også bruker digitale hjelpemidler for å vise noe til hele klassen uten at elevene bruker sine egne digitale hjelpemidler og at elevene ikke tar dette med i betraktningen for sin egen bruk. Hatlevik et al. (2013) tilbyr dessverre ikke en oversikt over svarene til lærerne om bruken av IKT i forskjellige fag. Selv om figur 4.1 kun viser tilstanden i 9. trinn, kan dette sannsynligvis også overføres til andre trinn. Når en sammenligner svarene til elevene fra 2013 (Figur 4.1) og 2016 (Figur 4.3), ser en at bruken eventuelt har økt i matematikkundervisningen, men at matematikk fremdeles ligger på nest siste plass av de undersøkte fagene. Fremdeles svarer 65,7 % av elevene i 2016 at de bruker digitale hjelpemidler ikke ukentlig eller sjeldnere. «Monitor skole 2016 forsterker inntrykket av at digital teknologi brukes mindre i matematikk enn i mange andre skolefag» (Egeberg et. al., 2016, s.112). Det blir ikke sagt hvorfor datamaskiner/nettbrett brukes så lite spesielt i matematikkundervisningen, men det kan eventuelt begrunnes med at de mest vanlige programmene i matematikkundervisningen er GGB og Excel, som er verktøyprogrammer og ikke undervisningsprogrammer (Tuset, 2010). Disse programmene krever at læreren har mye kunnskap om programmet for å kunne utnytte hele potensialet til programmet. Og dette mangler ofte blant lærere i norske skoler (Hatlevik et al., 2013).

Hatlevik et. al. (2013) kommer frem til flere punkter som må undersøkes ved bruk av IKT og som også kan være grunner til å bruke IKT i undervisningen på norske skoler:

a) Det er behov for å drøfte hvordan digital kompetanse er beskrevet i læreplanen og å undersøke hva som kjennetegner elevenes digitale kompetanse jf. kompetansemålene i læreplanen.

b) Det er viktig å undersøke om det er skiller i elevenes digitale kompetanse.

c) Det er behov for å vite mer om hva som kjennetegner elevenes oppfatning av motivasjon, læringsmiljø og de rollene som IKT har i elevenes læringsmiljø. Det er også viktig å kartlegge om det er noen sammenheng med digital kompetanse.

d) Det er behov for å vite mer om elevenes bruk av IKT og digitale kilder ved læring i skolefagene.

e) Vi trenger mer kunnskap om elevenes bruk av IKT på fritiden og hvordan dette henger sammen med deres digitale kompetanse.

f) Vi må vite mer om hva som kjennetegner lærernes digitale kompetanse og deres kompetanseutvikling.

g) Vi trenger mer kunnskap om hva som kjennetegner skoleledernes vilje til å satse på teknologi. (Hatlevik et al., 2013)

Egeberg et. al. (2016) går ikke direkte inn på disse punktene og hvordan det har utviklet seg siden 2013. Det kommer frem at IKT bruken har forbedret seg, men at det fremdeles er mye å forske på og fremdeles mer potensial i IKT bruk på norske skoler.

Jeg går ut fra at min undersøkelse først og fremst kan bidra til å finne svar på punkt d), da jeg undersøker elevenes bruk av GGB og den digitale kompetansen til elevgruppen. De andre punktene sikter mot felt som for eksempel elevenes digitale kompetanse generelt eller kompetansen til andre grupper, som for eksempel lærere og skolens ledelse.

4.2 Matematiske programvarer

I kapittel 2.1 forklarte jeg begrepene verktøyprogram og undervisningsprogram og skal nå utdype hva potensialet til slike programmer er og hvordan en kan utnytte det. Ifølge Fuglestad (2007) kan matematiske programvarer være programmer som kan uttrykke matematikk og manipulere og vise sammenhenger mellom forskjellige størrelser. I tillegg er de åpne for utforskning og eksperimentering. Fuglestad skriver at en burde utnytte og utforske mulighetene som digitale verktøy tilbyr, for å kunne utnytte hele potensialet til programmene. Det kan innebære at man ikke bare gjør det samme hele tiden, men setter seg inn i hvilke muligheter programmet tilbyr. Noen lærere ser på digitale verktøy som noe som krever for lang tid med for lite utbytte. Fuglestad (2007) peker på at digitale verktøy kan utvide muligheten til å styrke undervisningen og bidra på nye måter med for eksempel stimulering eller eksperimentering. Hun mener også at man heller burde sette seg inn i hvordan man kan integrere dem i den vanlige undervisningen. Dette kan føre til at undervisningen blir mer effektiv. Hvis for eksempel læreren ikke behersker programmet kan potensialet ikke utnyttes og effektiviteten synker. Vanlige verktøyprogrammer som «Microsoft PowerPoint» eller «Microsoft Word» er ikke begrenset til et fag eller et område, men kan brukes innen nesten alle områder på skolen. Verktøyprogrammer som hovedsakelig blir brukt i matematikkundervisningen er «GGB» og «Microsoft Excel» (Fuglestad, 2007; Tuset, 2010). Siden dette er de to programmene som blir mest brukt i matematikkundervisningen kan dette tyde på at hovedsakelig verktøyprogrammer og i mindre grad undervisningsprogrammer brukes i matematikkundervisningen i Norge.

I denne undersøkelsen ser jeg konkret på GGB. GGB kan også kalles for en dynamisk programvare. Hals (2010, s.3) definerer dette på følgende måte:

«Dynamisk programvare blir her definert som matematisk programvare der forbindelsen mellom et algebraisk uttrykk [sic] og den tilhørende grafiske representasjonen fungerer begge veier. En forandring av den ene fører da til en umiddelbar oppjustering av den andre representasjonen» (Hals, 2010, s. 3).

Et dynamisk program har altså en sterk tilknytning mellom en grafisk og en algebraisk del. I GGB har en grafikkfeltet og algebrafeltet som henger sterkt sammen. Forandringer i et av feltene fører i nesten alle tilfeller til en forandring i det andre feltet. Det samme kan en også oppleve i programmet Microsoft Excel, der celler eller grafer som er koblet sammen kan tilpasse seg når en gjør en endring i en av cellene. I begge programmene finnes det også flere andre muligheter til å utnytte dynamiske elementer. Mackrell (2011) undersøkte hvilke typer verktøy en kan bruke i dynamiske programvarer og hvordan de kan brukes. I kapittel 2.2 gikk jeg nærmere inn på disse typer verktøy, men det kommer også frem i undersøkelsen til Mackrell (2011) at muligheten til å dra et objekt er et viktig aspekt for bruken av dynamiske programvarer. Spesielt denne muligheten undersøkte også Hölzl (1996). Både Hölzl (1996) og Mackrell (2011) kommer frem til at å kunne forandre figurer direkte, noe som er vanskeligere med konstruksjoner på papir eller tavle, kan føre til at elevene blir sterkere utfordret til å tolke og sjekke resultatene sine. En slik utfordring kan hjelpe elevene med å bekrefte eller motbevise sine antakelser og dermed føre til en bedre forståelse for resultatet. Til en lignende konklusjon kommer også Laborde & Laborde (1995), som mener at muligheten til å dra objekter fører til en mer sofistikert tilbakemelding for eleven. I tillegg kommer de frem til at det virker som om at den visuelle tilbakemeldingen som elevene får ved å bruke dynamiske programvarer (i dette tilfelle Cabri gèomètre), er viktig for utviklingen av elevens læring.

Andre dynamiske programvarer er blant annet Cabri Geometry og GEONExT, men siden GGB kom på norsk i 2006 har GGB oppnådd en sterk integrering på norske skoler. I en studie fra Hals (2010) blant 300 lærere svarte 82% som underviste i 10. trinn og 98% fra videregående skoler at de hadde hørt om GGB.

4.3 Problemer med brukergrensesnitt i dynamisk programvare

For å kunne svare på underspørsmålene:

Hvilke problemer har elevene med bruken av programmet?

Hvordan kan eventuelt brukergrensesnittet, undervisningen eller oppgavene forandres for å tilrettelegge bruken bedre for elevene?

kan det være til hjelp å belyse forskjellige undersøkelser og studier vedrørende problemer med brukergrensesnitt i dynamiske programvarer og hvordan en kan tilrettelegge brukergrensesnittet for en mer effektiv bruk av programmer.

Kortenkamp & Dohrmann (2010) siterer Kittel som skriver om hvordan et utvalg av flere verktøy i samme program, som alle kan brukes for å komme frem til samme resultat, kan føre til forvirring ved valget av verktøy. Et eksempel på dette kan være GGB-verktøyene «Linje», «Normal linje» og «Parallell linje». Selv om disse verktøyene har forskjellige egenskaper kan resultatet være det samme på skjermen og derfor eventuelt forvirre brukeren ved valg av egnet verktøy. Siden jeg også skal undersøke hvordan elever bruker og velger verktøy, er dette et viktig aspekt å belyse. Kortenkamp & Dohrmann (2010) skriver også at Kittel mener at et stort utvalg av forskjellige verktøy kan være overveldende både for elever og læreren. Jeg kommer til å analyse flere situasjoner der elevene velger et verktøy som kan brukes for å løse en oppgave og få ønsket resultat, men som er vanskeligere å bruke enn et annet verktøy for en bestemt oppgave.

Mariotti (2002) konstaterte også dette problemet og bestemte seg for å lage en undersøkelse der brukeren fikk en tom menylinje og først deretter ble det diskutert hva som burde legges til. Menylinjen ble testet og eventuelt forandret hvis det var behov for det.

Thus, at the beginning, an empty Cabri menu is presented and the choice of commands discussed, according to specific statements selected as axioms. In this way, a double process is started, concerning, on the one hand, the enlargement of the Cabri menu and on the other, the enlargement of the theoretical system. New constructions are achieved in the microworld and, in parallel, the corresponding theorems are added to the theory: new elements are introduced by theorems and definitions, new commands are introduced in the menu (Mariotti, 2002, s. 263)

Mariotti kom altså frem til konklusjonen at det kan ha en positiv effekt å tilpasse menylinjen. I tilfelle til GGB gjelder dette verktøylinjen. Men dette krever mye kunnskap og forarbeid fra lærerens side, når verktøylinjen må tilpasses til hver undervisningsøkt eller hvert oppgavesett. Derimot kommer en undersøkelse fra Schimpf & Spannagel (2011) med programmet Cinderella frem til at et redusert utvalg av verktøy ikke fører til en reduksjon av tiden som blir brukt for å finne verktøyet. De mener likevel også at det kan være nyttig å redusere utvalget i brukergrensesnittet for utvalgte oppgaver, men at et fullstendig brukergrensesnitt ikke irriterte brukeren i den graden som de forventet. Ved tilpasning av verktøyutvalget mener de at ikke kun antall verktøy, men også rekkefølgen, type verktøy og kompleksiteten til verktøyene påvirker effektiviteten. De antar at en forandring av brukergrensesnittet er mer til hjelp ved komplekse oppgaver.

Siden det er tidskrevende å tilpasse brukergrensesnittet til hver enkel situasjon mener Kortenkamp & Dohrmann (2010) i en undersøkelse av et lignende program at det kunne være enklere hvis programmet tilbyr forskjellige nivåer som for eksempel for 5.-9. trinn som brukeren kan velge. På disse nivåene ville forskjellige verktøy ikke være synlig, slik at brukeren ikke får en «ikon eksplosjon» (Kortenkamp & Dohrmann, 2010, s.61). Jeg synes at dette ville være en enkel og praktisk løsning for bruken i undervisningen, siden læreren ikke nødvendigvis trenger kunnskap om å tilpasse verktøylinjen og en sparer tid når en ikke trenger å tilpasse verktøylinjen før hver bruk i klassen. Et eksempel som jeg synes fungerer veldig bra i dette tilfellet er kalkulatoren på Windows datamaskiner (data tatt ut av Windows 10). Når en åpner kalkulatoren er først grunnleggende funksjoner synlig, som for eksempel addisjon, multiplikasjon og prosent. Hvis en ønsker å få flere funksjoner kan en velge mellom flere kategorier som for eksempel «Vitenskapelig», som i tillegg til grunnleggende funksjoner tilbyr blant annet sinus eller logaritme. Dette kan være til hjelp for brukere som kun trenger grunnleggende funksjoner, slik at oversikten ikke så lett går tapt, og for andre brukere som ønsker flere funksjoner er det likevel lett å få tilgang til disse.

5. Metode

5.1 Kvalitativ forskning

For å klargjøre hvordan jeg bygger opp min undersøkelse, vil jeg først definere hvilken type undersøkelse jeg vil gjennomføre. Ut fra mitt fokus definerer jeg min undersøkelse som kvalitativ forskning på grunnlag av følgende teorier:

Denzin og Lincoln (1994) og Creswell (2014) beskriver kvalitativ forskning som et verktøy til undersøkelse av sosiale eller menneskelige handlingsmåter i et naturlig miljø, som for eksempel et klasserom eller en undervisningssituasjon.

Postholm (2010) beskriver kvalitativ metode som en undersøkelse som fokuserer på detaljer og ikke mengde av data. En undersøkelse som krever en større datamengde, kalles en kvantitativ metode og går ikke like mye i dybden som en kvalitativ studie (Postholm, 2010).

Da jeg kun undersøkte 12 elever og i undersøkelsen prøver å analysere hver detalj i elevenes arbeid som kunne bidra til å svare på forskningsspørsmålet, definerer jeg min undersøkelse som kvalitativ forskning. I tillegg bestemte jeg meg for å undersøke elevers bruk av digitale hjelpemidler i en skolesituasjon – noe som kan defineres som et naturlig miljø (Creswell, 2014). Til dette formål observerte jeg elever mens de løste oppgaver ved hjelp av det digitale hjelpemiddelet «GGB».

5.2 Kasusstudie

I tillegg til at min undersøkelse er kvalitativ, definerer jeg den også som en kasusstudie.

I følge Cohen, Manion & Morrison (2007) er en kasusstudie definert som en undersøkelse som blir gjennomført med et avgrenset utvalg av testpersoner. Et slikt utvalg kan være «et barn, en gruppe, en klasse, en skole eller et felleskap» (Cohen et al., 2007, s. 253). Da jeg kun brukte elever fra en enkelt klasse og dermed hadde et svært lite utvalg av testpersoner, kunne jeg definere min undersøkelse som kasusstudie.

I tillegg til definisjonen til Cohen et al. (2007), deler Stake (1995) kasusstudier i *indre kasusstudie* (*instrinsic case study)* og *instrumentell kasusstudie (instrumental case study).*

Indre kasusstudie handler om å undersøke et spesielt kasus, en konkret lærer eller konkrete elever i en unik situasjon, der også det unike blir tatt i betraktning.

Instrumentell kasusstudie fokuserer på å få et svar på en problemstilling, utvikle teorier eller belyse et fenomen ved å studere et kasus. Ofte går man i dybden og belyser kasuset fra forskjellige sider for å få et svar på problemstillingen, analysere fenomenet eller utvikle teorien i bedre grad (Myklebust, 2002). I min undersøkelse var elevene ikke i en unik situasjon, siden elevene var vant til å bruke datamaskiner i undervisningen, men jeg ville finne svar på en bestemt problemstilling. Jeg gikk i dybden av hovedtemaet IKT ved å undersøke brukergrensesnitt og elevenes bruk av dette. I følge Stake (1995) kan jeg derfor definere min studie som «instrumental case study».

Et annet kjennetegn til kasusstudien er at forskeren har lite kontroll over hva som skjer i løpet av undersøkelsen og at funnet må sees i sammenheng med konteksten (Myklebust, 2002). I mitt tilfelle skulle elevene jobbe i grupper og hovedsakelig helt selvstendig, uten at jeg blandet meg inn i undervisningen. Jeg hadde dermed lite kontroll over hva som skjedde etter at undersøkelsen hadde begynt. Det eneste jeg kunne kontrollere var hvilke oppgaver elevene skulle gjøre og eventuelt svare på spørsmål hvis elevene ikke klarte å løse oppgaven. Hver elev er forskjellig og de ble ikke utvalgt etter kompetanse eller karakter. Alle elevene ble utvalgt uten bestemte tanker bak og i analysen måtte jeg derfor ta dette i betraktning. Grunnen til dette forklarer jeg i neste delkapittel. Siden klassen og situasjonen kommer til å utvikle og forandre seg i løpet av tiden, ville det være nesten umulig å gjenta nøyaktig samme situasjon for senere forskning eller å gjenta selve undersøkelsen. Dette er et negativt aspekt, men et kjennetegn for en kasusstudie (Myklebust, 2002).

Senere i analysen beskriver og tolker jeg elevenes bruk av grensesnittet. Dette medfører en vurdering av elevenes jobb. Dette er kravene for en kasusstudie ifølge Postholm (2010) som beskriver en kasusstudie slik:

«*kan være beskrivende, men også beskrivende og tolkende, og beskrivende, tolkende og vurderende på samme tid*». (s.51)

Jeg beskriver hvordan elevene bruker programmet og tolker og vurderer dette med hensyn til kommunikasjonen med programmet via brukergrensesnittet og den matematiske forståelsen.

5.3 Rammefaktorene for undersøkelsen

Undersøkelsen foregikk på en ungdomsskole i 9. trinn. Det var 12 elever som deltok og disse ble utvalgt uten bestemte tanker bak. Undersøkelsen gjelder elevenes bruk av digitale hjelpemidler og spesielt hvordan elever bruker og finner frem i brukergrensesnittet for å løse forskjellige oppgaver. Det var ikke nødvendig å planlegge ut fra elevenes matematiske kunnskaper, siden både feil og riktig bruk av programmet gir mulighet for analyse og diskusjon. Læreren og jeg bestemte oss derfor å ikke aktivt avgjøre hvem som skulle delta i undersøkelsen. Elevene meldte seg frivillig og alle med samtykke av foreldrene fikk lov til å delta. I tillegg var det også slik at ikke alle elevene var villige til å være med på undersøkelsen og dermed var utvalget av forskningspersoner begrenset. Elevenes karakterer i matematikk varierte i stor grad og var ikke et kriterium for valget av elevene. En elev hadde fysiske utfordringer, men ifølge læreren ville dette ikke påvirke undersøkelsen. Ellers var det ikke noen bemerkelsesverdige utfordringer i elevgruppen.

Undersøkelsen varte til sammen i 45 minutter, men med en pause på ti minutter etter ca. 30 minutter og deretter i ytterligere 15 minutter. Elevene ble delt opp i fire grupper med tre elever i hver gruppe. Matematikklæreren plasserte elevene i grupper slik at gruppedynamikken skulle være så bra som mulig. Dette var basert på lærerens personlige oppfatning og jeg var ikke involvert i denne utvalgsprosessen.

Versjonen av GGB som var installert på alle datamaskiner var GGB 5.0.231.0-3D. Tre av de fire datamaskinene som ble brukt hadde GGB installert på norsk og en datamaskin på engelsk (Gruppe 4). Det var ikke meningen å installere GGB på engelsk på den ene datamaskinen, men problemet ble først oppdaget under datainnsamlingen og elevene ville heller fortsette med oppgavene, enn å vente til problemet ble rettet opp.

Læreren informerte meg om at elevene hadde brukt GGB før, men alle elevene svarte at det var så lenge siden at de ikke lenger husket hvordan de kunne bruke programmet. På grunn av dette startet jeg med antakelsen at elevene ikke hadde noen kunnskap om programmet. Oppgavene handlet om bruk av koordinatsystem og elevene hadde hatt en undervisningstime om dette før undersøkelsen, men uten å bruke digitale hjelpemidler eller GGB. I denne timen lærte elevene hvordan man bruker et koordinatsystem og gjorde noen oppgaver som lignet på oppgave 1 i oppgavesettet i undersøkelsen.

Elevene fikk ingen introduksjon om GGB før undersøkelsen. De fikk beskjed om å finne løsningsveien selv eller spørre hvis de satt fast. Grunnen til dette belyste jeg nærmere i kapittel 3.2.1.

Matematikklæreren til elevene var ikke til stede under undersøkelsen, siden klassen ble delt opp og læreren gjorde de samme oppgavene med resten av klassen som ikke deltok i undersøkelsen i et separat rom.

5.4 Datainnsamling

Opptak av elevene:
For å kunne analysere elevenes bruk av brukergrensesnittet i GGB bestemte jeg meg for å ta videoopptak av skjermen og ansiktet til elevene. I tillegg ble lyden tatt opp, siden elevene jobbet i grupper og fikk beskjed om å snakke med hverandre om oppgavene under prosjektet. Det ble brukt fire datamaskiner som hadde et integrert webkamera og mikrofon slik at jeg kunne bruke programmet «FlashBack» for alle opptakene. Programmet er laget for skjermopptak, men gir også samtidig muligheten til opptak med webkamera og mikrofon.

Programmer som «FlashBack» er praktiske til bruk for datainnsamling, der skjermopptak er nyttig. Programmet er enkelt å bruke og trenger kun integrert webkamera og mikrofon for å gjøre datainnsamlingen så enkel som mulig. Det er også mulig å ta opp skjermen uten å bruke integrert webkamera eller mikrofon.
Senere er det mulig å redigere opptaket med det samme programmet. Det gir for eksempel muligheten til å flytte på posisjonen til opptaket av webkamera eller fjerne det helt hvis det ikke er nødvendig for undersøkelsen.

Under opptaket blir posisjonen til musen markert med en gul sirkel rundt musen, som forandrer seg når testpersonen trykker på noe. Dette gjør det enkelt å følge med i hva som skjer i løpet av opptaket, siden mange testpersoner beveger musen veldig fort og forskeren må bruke tid på å finne musens posisjon igjen. I tillegg viser programmet hvilke knapper som blir trykket på tastaturet. Dette, lydbølger og museklikk blir markert i «Key baren».
Ellers gir programmet også mulighet til å filtrere ut bakgrunnsstøy, noe som kan være veldig nyttig når opptaket skjer i et klasserom med flere andre elever.
Det ble brukt 4 forskjellige Windows datamaskiner uten tilgang til internett. Disse sto klare med GGB da elevene kom inn i klasserommet.

Under opptaket var læreren ikke til stede, men en vikarlærer som kjente elevene og meg. Vikarlæreren skulle kun hjelpe til med tekniske problemer og andre problemer som ikke er relevante for studien. Elevene kunne spørre meg om hjelp når de lurte på noe, men fikk aldri vist løsningsveien til en oppgave. Ofte var svaret på spørsmålene at elevene skulle prøve å finne et verktøy som kunne hjelpe dem med å løse oppgaven.

5.5 Etiske betraktninger

Før begynnelsen av undersøkelsen ga jeg en grundig forklaring om forskningsprosjektet til rektoren, læreren til klassen og hele klassen, der jeg også påpekte at jeg bruker videokamera, opptak av lyd og opptak av skjermen til elevene. Deretter delte jeg ut et samtykkeerklæringsskjema med informasjon om prosjektet (Vedlegg 3) som elevene skulle ta med til foreldrene eller foresatte. Hvis alle partene var villige til å la elevene delta i undersøkelsen, skulle foreldrene eller foresatte skrive under på dette skjemaet og levere det tilbake til meg eller læreren. I tillegg erklærte rektoren og læreren til klassen seg villig til å la meg utføre forskningsprosjektet mitt med elevene som skulle delta. Kun elever som leverte signert samtykkeerklæring før begynnelsen av undersøkelsen kunne delta og dermed ble tolv elever og ikke hele klassen med i undersøkelsen. Undersøkelsen skjedde i et lukket rom, der kun deltakerne befant seg under undersøkelsen. Dette skjedde på grunnlag av etiske retningslinjer som er gitt av den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora (NESH, 2016). I tillegg syns jeg det er nyttig å se på sammendraget til Nerdrum (1998) som definerer tre overordnede hensyn som må tas i en slik undersøkelse: Informantens rett til selvbestemmelse og autonomi, forskerens plikt til å respektere informantens privatliv og forskerens ansvar for å unngå skade.

Informantens (eleven) rett til selvbestemmelse og autonomi er gitt siden det tydelig ble formidlet til alle aktørene at undersøkelsen var frivillig og idet personopplysninger, informasjon om skolen og læreren ble anonymisert i oppgaven. Elevene fikk også beskjed om at de kan trekke seg fra undersøkelsen når som helst uten å oppgi en grunn til det.

Informantens rett ble respektert siden personopplysninger eller opptak kun ble sett av meg og veilederen min og ikke ble sendt videre. Ellers er opptakene og eventuelle koblingsnøkler lagret på en datamaskin som er sikret med passord og som ikke tilgjengelig for andre personer enn meg. For å holde oversikt over navnene laget jeg en adskilt navneliste (koblingsnøkkel), som kun jeg har tilgang til og som blir sammen med opptakene slettet ved oppgavens avslutning.

Forskerens ansvar for å unngå skade ble respektert og ingen informasjon som ikke ble anonymisert ble formidlet videre til tredjeparter. Elevene fikk lov å se på sine egne opptak direkte etter undersøkelsen, men ingen hadde tilgang til opptak av andre grupper enn sin egen.

Undersøkelsen min ble registrert og godkjent fra Personvernombudet for forskning (NSD) og alle retningslinjer ble oppfylt.

5.6 Oppgavene

Da jeg begynte å planlegge datainnsamlingen, hadde jeg først en plan om å følge opplegget til læreren og observere elevene mens de løste oppgavene i GGB. Men da jeg i løpet av et vikariat fikk muligheten til å undervise elevene selv noen uker før, bestemte læreren og jeg i fellesskap å lage oppgavesettet sammen, slik at jeg kunne tilpasse oppgavene til undersøkelsen min og også kunne bidra med min kunnskap om programmet.

Elevene holdt på dette tidspunktet på å lære om funksjoner og koordinatsystem, så jeg tenkte at GGB var et godt valg for elevene for å få en bedre forståelse for temaet. Elevene har muligheten til å tegne figurer i koordinatsystemet og får forhåpentligvis en bedre forståelse for koordinatsystemet og senere også for funksjonene. Elevene hadde nettopp begynt med kapittelet og hadde derfor ikke hatt undervisning om funksjonsuttrykk, men kun om koordinatsystemet.

Elevene fikk beskjed å gjøre oppgavene i den rekkefølgen som står på arket. Oppgavene (Vedlegg 1) gjaldt hovedsakelig å vise forståelse for hvordan et koordinatsystem skal brukes og å bli kjent med GGB. I tillegg laget jeg oppgavene slik at elevene hadde mulighet til å vise at de forsto sammenhengen mellom algebrafeltet og grafikkfeltet i programmet. Oppgavene der elevene skal lage punkter eller måler lengden var spesielt ment for denne sammenhengen. Siden GGB ikke viser koordinatene til punktet i grafikkfeltet (med mindre en forandrer innstillingene), er elevene nødt til å sjekke i algebrafeltet om punktet er på ønsket posisjon. Ellers skulle elevene bruke flere forskjellige verktøy og hjelpemidler i programmet og dermed vise forståelse for matematiske begrep og brukergrensesnittet. Hvordan jeg undersøker denne forståelsen gikk jeg nærmere inn på i kapittel 3.2. Flere hjelpemidler var ikke direkte synlige, men var en undergruppe for verktøyknappene. For eksempel skulle elevene lage et linjestykke mellom to punkter (oppgave 1b), men i GGB er standardvalget for gruppen av funksjoner og linjestykker en linje som går gjennom to punkter og har uendelig utstrekning. Elevene måtte derfor finne frem til riktig verktøy i undergruppen, for at figuren skulle bli riktig. Et eksempel på dette er situasjon 8 i kapittel 6.2.

Siden noen grupper klarte å fullføre oppgavene tidligere enn andre grupper fikk de en ny oppgave som ikke sto på oppgavearket. Denne oppgaven er oppgave 6 og skulle gi elevene muligheten til å vise hvordan de finner verktøy og om de kan bruke verktøyet for å komme frem til ønsket resultat. Hvis elevene fullførte alle oppgavene før tiden var over, fikk de beskjed om å utforske GGB på egen hånd og finne ut hva de kan bruke for tidligere lærte emner i matematikk.

5.7 Analyse av datamaterialet

I analysen prøvde jeg å finne situasjoner som kunne være til hjelp til å svare på forskningsspørsmålet. Siden opptakene til sammen var på tre timer og inneholdt lydopptak, skjermopptak og bildemateriale fra webkamera, bestemte jeg meg for kun å transkribere de situasjonene som etter min mening var relevante og interessante for forskningsspørsmålet. Dessuten tok jeg selvsagt ikke med situasjoner som for eksempel gjaldt tekniske problemer eller når elevene ble distrahert. Jeg synes at det ville overstige studiens ramme og redusere kvaliteten og dybden på analysen, hvis jeg analyserte hver situasjon som ble tatt opp.

Jeg kommer til å dele analysen i tre hovedgrupper. Disse tre gruppene er basert på hvordan elevene bruker programmet og har grunnlag i følgende generelle situasjoner:

- Elevene har få eller ingen problemer med å bruke programmet og løse oppgaven.
- Elevene har tydelige problemer med programmet og har vansker med å løse oppgaven.
- Elevene bruker inquiry for å utforske programmet eller bruker andre verktøy enn verktøylinjen.

Her kommer jeg også til å vurdere hvilke av kriteriene, som jeg nevnte i kapittel 3.1.3, elevene har vansker med.

De første to gruppene i analysen belyser situasjoner der elevene løser oppgavene som ble gitt i begynnelsen av undervisningen. For den første gruppen valgte jeg situasjoner med følgende koder i transkripsjonene:

- Elevene er allerede fra begynnelsen av klar over hvilket verktøy de vil bruke og finner passende verktøy uten problemer.
- Elevene klarer å bruke verktøyet med få eller ingen problemer. Her skal jeg bruke kategoriene til Preiner (2008) som viser hvor mange aksjoner man trenger for å bruke verktøyet, som jeg skal går nærmere inn på i kapittel 5.7.2. Når elevene bruker maksimalt dobbelt så mange aksjoner for å fullføre oppgaven som det Preiner beskriver, kategoriserer jeg dette som at elevene har få eller ingen problemer med verktøyet.

Den andre gruppen er hovedsakelig alle situasjoner der elevene skal løse oppgavene og minst en av kodene til den første gruppen ikke blir tilfredsstilt. I tillegg bruker jeg følgende koder for denne gruppen som tegn på vansker med bruken av programmet eller oppgaven:

- Elevene spør læreren etter hjelp. (Når elevene leser hjelpeteksten til GGB definerer jeg det ikke som å spørre etter hjelp. Derfor er dette ikke tatt med som kode).
- Elevene svarer feil på oppgaven.
- Elevene bruker verktøy som ikke kan føre til passende svar.
- Elevene mistolker resultatet.

I den siste gruppen belyser jeg situasjoner der elevene:

- utforsker programmet uten en bestemt oppgave gitt fra læreren.
- løser oppgaven med andre verktøy enn det som finnes i verktøylinjen (f.eks kommandolinjen eller regnearket).

Jeg kommer ikke til å vurdere tiden elevene bruker for å løse oppgaven, siden jeg synes det er vanskelig å definere et tidsrom som er akseptabelt for å løse en oppgave. Ellers la jeg også merke til at noen grupper brukte lengre tid enn andre fordi de først utforsket andre verktøy. Grunnen til det kan f.eks. være at elevene ikke oppfatter symbolene riktig eller prøver å finne en alternativ løsningsvei. Derfor synes jeg det ikke er lønnsomt for en kvalitativ studie å differensiere mellom så mange forskjellige situasjoner med tanke på tidsbruken.

Vedrørende vurderingen av hvordan elevene bruker et bestemt verktøy, kunne det også være interessant å finne ut hvilken matematisk forståelse elevene har eller bruker. Dessverre kan dette ofte være vanskelig å vurdere hvis det kun sees ut fra situasjonene som blir vist i min analyse av dataene. Uten videre oppfølging i form av spørsmål til elevene under eller etter undervisningen kan en sjelden gi en sikker uttalelse om dette. Derfor prøver jeg kun å gi en vurdering av dette der jeg får inntrykk av at elevene bruker en bestemt type matematisk forståelse basert på teorien som jeg beskrev tidligere i kapittel 3.2. Dette kan for eksempel være at elevene bruker kunnskap som ikke ble undervist i tidligere matematikktimer eller klarer å kombinere tidligere lærte kunnskaper for å kunne bruke verktøy eller menyer i GGB. Slike situasjoner kan tyde på at de bruker relasjonell forståelse.

I analysen prøver jeg å fokusere på elevgruppene og ikke på de enkelte elevene. Grunnen til dette er at det kan være utydelig og vanskelig å tolke tankegangen til en enkelt elev. Når en elev kommer på riktig svar og gruppen bestemmer seg for å avslutte en oppgave kommer jeg til å tolke dette som at hele gruppen kom på riktig svar. Det ville overskride studiens begrensninger å analysere hver enkelt elev i hver situasjon. Når jeg syns det er tydelig at en enkelt elev kom frem med en ide som de andre i gruppen ikke hadde, prøver jeg å påpeke dette. En slik situasjon kan f.eks. være når en elev forklarer sine tankeganger til resten av gruppen.

Den pedagogiske brukervennligheten kommer jeg delvis til å vurdere i enkelte situasjoner i analysen, men hovedsakelig i konklusjonen og dermed gi en mer generell vurdering basert på alle situasjoner jeg belyser.

5.7.1 Transkribering

Som jeg allerede nevnte i forrige kapittel, har jeg ikke transkribert hele datamaterialet. Grunnen til dette var at det ville kreve veldig lang tid å gjøre dette og at det i forhold ville gi svært lite konkret utbytte for denne masteroppgaven. Jeg har transkribert situasjoner som jeg vil analysere og som er relevante for forskningsspørsmålet. Dette betyr også at jeg ikke tar med uttalelser eller reaksjoner fra elevene som ikke er relevante for denne masteroppgaven. Slike situasjoner kan for eksempel være at elevene ble distrahert eller snakket om temaer som ikke var til hjelp til å svare på forskningsspørsmålene.

Jeg deler transkriberingen opp i fire deler. En del for hver gruppe. Uttalelsen fra elevene skriver jeg på følgende måte

1. Elev 1: (sitat fra eleven)

og handlinger som skjer på skjermen eller som er synlig på webkamera skriver jeg i kursiv.

For at transkriberingen blir oversiktlig, beskriver jeg ikke alt som skjer på skjermen, men kun det som er relevant for denne masteroppgaven. Hvis jeg hadde beskrevet hver bevegelse med musen som foregikk på skjermen, ville transkriberingen blitt veldig vanskelig å lese og viktige deler eventuelt ikke blitt sett. For å finne ut hvilke situasjoner som var relevante, brukte jeg kodene som jeg nevnte i kapittel 5.7.1 og markerte tidspunktet der koden fant sted. Etter dette transkriberte jeg alle disse situasjonene så langt som jeg syntes det var nødvendig for at en leser kan forstå hva som skjer i situasjonen.

Noen ganger var det vanskelig å vite hva elevene mente når de snakket om bokstaver som skulle beskrive et punkt eller et linjestykke. På skjermen og i skriftlig form ville et punkt skrives med stor bokstav og et linjestykke med liten bokstav, men siden elevene snakket muntlig med hverandre var det ikke alltid klart hva de snakket om. Jeg prøver å skrive liten eller stor bokstav, når dette er klart ut ifra konteksten.

Tidspunkter skriver jeg på måten MM:SS. For eksempel når jeg skriver «15:25» ville det stå for tidspunktet 15 minutter og 25 sekunder i opptaket til tilsvarende gruppen.

Henvisninger til deler av transkripsjonen kommer jeg til å skrive på følgende måte:

(Gruppe X; Y)

der X står for gruppenummeret og Y for linjen som jeg henviser til.

5.7.2 Kategorisering av verktøy i GGB

I analysen vil jeg tolke hvordan elevene bruker aspektene som er nevnt i kapittel 3.1.3 om utformingsbeslutninger og hvilke begrensninger og muligheter dette innebærer. For å analysere bruken av verktøy skal jeg også bruke inndelingen av Preiner (2008, s. 110–112) som gir en oversikt over noen verktøy i GGB og deler de inn i tre kategorier (Lett å bruke, middels vanskelig å bruke og vanskelig å bruke). Kriteriene hans er:

- Antall aksjoner som trenges for å bruke verktøyet
- Om rekkefølgen til aksjonene er relevant
- Hvor mange eksisterende objekter det trenges for å bruke verktøyet
- Om det er nødvendig å bruke tastaturet (f.eks. bestemme radius i verktøyet «sirkel ved definert sentrum og radius»)
- Om verktøyet er standardvalget i verktøylinjen eller om undermenyen må åpnes for å velge verktøyet

Dette synes jeg kan være til hjelp ved sammenligning av forskjellige situasjoner der elevene bruker ulike verktøy.

Jeg kommer til å gi en oversikt der jeg deler forskjellige verktøy inn i tre kategorier som er kategorisert av Preiner (2008) og se på hvor mange aksjoner det minimum trenges for å bruke verktøyet. Verktøyene jeg fremstiller er kun et utvalg av det Preiner fremstiller, men dekker de verktøyene som blir mest brukt i analysen min.

Verktøy:

Nytt punkt: Lett å bruke, trenger et klikk for å bestemme punktet. Kan også brukes mer avansert ved å lage punkter på objekter.

Linjestykke mellom to punkter: Lett å bruke, trenger to klikk for å lage to punkter eller for å bestemme hvilke punkter som skal brukes for linjen. Rekkefølgen er ikke relevant.

Linje: Middels vanskelig å bruke. Trenger to klikk. Rekkefølgen er ikke relevant. Verktøyet er standardvalget i linjegruppen i verktøylinjen.

Mangekant: Middels vanskelig å bruke, trenger minst tre klikk for å lage eller definere punktene som skal brukes. Til slutt blir det første punktet valgt igjen for å avslutte aksjonen. Rekkefølgen er relevant.

Areal: Middels vanskelig å bruke. Trenger et klikk for å definere objektet.

Skjæring mellom to objekt: Middels vanskelig å bruke. Trenger to klikk for å definere begge objektene som skjæres.

Sirkel ved definert ved definert sentrum og periferipunkt: Lett å bruke. Trenger to klikk, der det første klikket definerer sentrum og det andre periferipunktet. Det vil si at rekkefølgen er relevant.

Normal linje: Vanskelig å bruke. Trenger to aksjoner (klikk). Rekkefølgen er relevant og er standardvalget.

Stråle gjennom to punkt: Dette kategoriserer Preiner ikke, men når jeg bruker kriteriene hans kommer jeg frem til at det kan kategoriseres som «middels å bruke». Det kreves to aksjoner (klikk) som også kan lages «on the way», det vil si at punktene ikke nødvendigvis må være definert på forhånd, men at verktøyet kan lage punktene automatisk med et klikk. Ellers er rekkefølgen relevant.

Ved hjelp av denne kategoriseringen skal jeg også svare på underspørsmålet:

Hvilke funksjonaliteter f.eks. verktøy, symboler og menyvalg i programmet velger elevene for å løse oppgavene?

Her skal jeg også prøve å finne preferansen til elevene angående hvilken type eller kategori av verktøy elevene foretrekker og hva som kan være grunnen til dette.

6. Analyse av data

Innledende vil jeg først få presisere at alle gruppene jobbet veldig konsentrert og virket motivert i undersøkelsen. Dette kan bekrefte funnet som ble lagt frem fra Kunnskapsdepartementet (Meld St. 22, (2010-2011), 2011, s.39) om at elevene i begynnelsen er mer motivert med digitale hjelpemidler enn i den vanlige undervisningen. Både læreren og jeg, som har jobbet med elevene før undersøkelsen, kan bekrefte at det ble observert en synlig forskjell i forhold til den gjennomsnittlige motivasjonen til elevgruppen. For eksempel begynte elevene å jobbe med oppgavene med en gang og jobbet nesten hele timen uten distraheringer.

Jeg deler analysen inn i flere underkapitler for å belyse forskjellige typer situasjoner, som allerede beskrevet i kapittel 5.7. Disse underkapitlene er

- Elevene har få eller ingen problemer med å bruke programmet og løse oppgaven.
- Elevene har tydelige problemer med programmet og har vansker med å løse oppgaven.
- Elevene bruker inquiry for å utforske programmet eller bruker andre verktøy enn verktøylinjen.

6.1 Elevene har få eller ingen problemer med å bruke programmet og løse oppgaven

I dette delkapittelet presenterer jeg forskjellige situasjoner der elevene finner passende verktøy uten problemer og klarer å bruke dette med tilnærmende like mange aksjoner som Preiner (2008) oppgir.

Situasjon 1

Gruppe 2 behandler Oppgave 1:

a) Tegn punktene A (1, 1), B (4, 1), C (1, 4), D (4, 4) i koordinatsystemet

Gruppe 2, 1:10:

1. Thea: B (4, 1). Der ikke sant? *(Musen er ved (1, 4) i koordinatsystemet)*
2. Anders: Mh.
3. Thea: Dere er enig? *(Thea lager punkt B på (1, 4))*. C (4, 1). *(Hun lager punkt C (4, 1)*
4. Mads: Ble det ikke feil?
5. Anders og Thea: Hæ?
6. Thea: *(Hun beveger musen til algebrafeltet)* Å, det stemmer ikke.
7. Thea: C. 1 4. Der. *(Hun flytter punkt C til (0.84, 4.02))*

8. Mads: Det er ikke riktig
9. Thea: Nei. *(Hun flytter punkt C på (1, 4))*

Dette tyder på at elevene umiddelbart har forstått sammenhengen mellom grafikkfeltet og algebrafeltet. Når brukeren lager et punkt i koordinatsystemet blir punktets nøyaktige posisjon og navn vist i algebrafeltet. Siden Thea beveget musen til algebrafeltet (Gruppe 2; 6), sier «Å, det stemmer ikke» og det var synlig på opptaket at blikket hennes var på skjermen, kan en anta at Thea fulgte med på koordinatene som vises i algebrafeltet, mens de flyttet punktene i grafikkfeltet. Mads bekreftet det med sine innspill. Mads bemerket også feil i gjennomføringen og uttalte det (Gruppe 2; 4 og 8). En kan derfor også anta at de fulgte med på algebrafeltet.

Elevene viste dermed matematisk forståelse av hvordan koordinater for et punkt henger sammen med posisjonen i koordinatsystemet. Selv om gruppe 2 først gjorde feilen med å bytte på x og y koordinaten, viste Mads forståelse for problemet og ga beskjed til de andre i gruppen. Det er usikkert om Thea og Anders oppdaget feilen ved å sammenligne koordinatene i algebrafeltet med det som er skrevet i oppgaven eller ved å bruke matematisk forståelse om koordinater.

Gruppen brukte et passende verktøy (Nytt punkt) med en gang og hadde få problemer med å bruke det. Jeg synes feilen elevene gjorde kun gjaldt forståelsen om hva x- og y-koordinaten er og regner dette derfor ikke som feil bruk av programmet. Elevene brukte en aksjon (klikk), dette tilsvarer det Preiner oppgir for dette verktøyet (1 klikk).

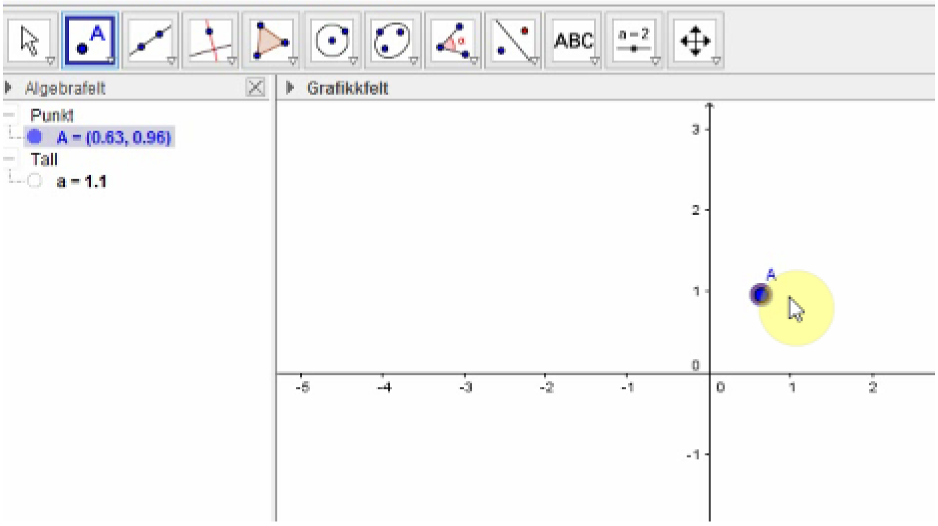
Situasjon 2

Gruppe 1 valgte å prøve kommandolinjen for å lage punkt (1, 1)

Gruppe 1, 1:14-2:00

Oppgave 1 a)

3. *(Hans velger «Nytt punkt»-verktøyet)*
4. Per: Punkt 1,1
5. *Hans skriver 1.1 i kommandofeltet og trykker Enter. a= 1.1 kommer i algebrafeltet undergruppen «Tall»*
6. Marie: Det er feil. Det blir jo der. (*Hun peker på posisjonen der A skal være)*
7. *(Hans setter A = (0.86 , 0.96) med punktverktøyet og flytter det på (1, 1)*). Hans: Der er 1,1, ikke sant?
8. Per og Marie: Ja



Figur 6.1 Gruppe 1, Tidspunkt 1:14

Gruppe 1 prøvde først å bruke kommandolinjen til å lage punkt A. De skrev «1.1» og fikk dermed ikke et punkt, men et tall som blir vist i undergruppen «Tall» i algebrafeltet. Elevene burde ha skrevet (1, 1) slik at punktet blir laget i grafikkfeltet. Dette kan betyr at elevene gjorde både feilen med å skrive punktum og ikke komma mellom koordinatene og at de glemte parentesen. Begge deler er standardiserte skriveformer for punkter i et koordinatsystem og elevene viste dermed at forståelsen for denne skrivemåten manglet. Her vises det at det å forstå hvordan man skriver punkter er viktig for bruken av GGB. Elevene kunne ha brukt kommandolinjen, men fikk ikke det ønskede resultatet, fordi de brukte kommandolinjen på feil måte.

Verktøyet «Nytt Punkt» ble brukt med en aksjon (klikk) og måtte kun rettes, fordi musen ikke befant seg på nøyaktig riktig posisjon i grafikkfeltet. Verktøyet «Kommandolinjen» klarte elevene ikke å bruke for et tilfredsstillende svar og dette kan tyde på at verktøyet er for vanskelig å bruke for elevene på dette tidspunktet.

Situasjon 3

Gruppe 3, 14:30

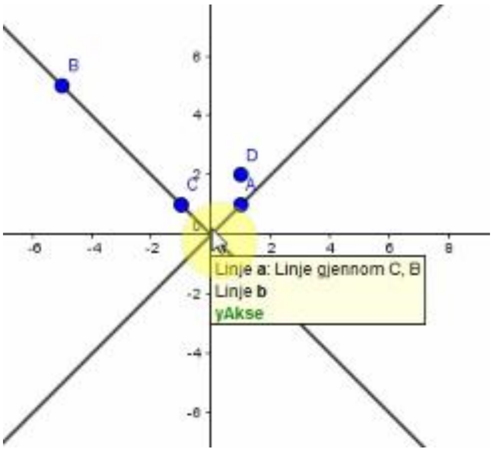
(Linjen y = x ble lagt i oppgave 3a)

Oppgave 3 c)

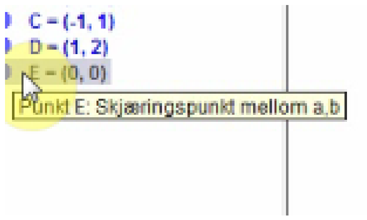
Tegn en linje som går gjennom punktene (-5, 5) og (-1 , 1). I hvilket punkt skjærer begge linjene seg? Sjekk svaret med hjelp av GGB.

1. Peder: Da går det gjennom dette punktet origo, ikke sant?
2. *(Marius leser oppgaven på nytt)*
3. Peder: Vi skal sjekke svaret med GGB
4. *(Tina lager et punkt E (0, 0) med «Nytt punkt»-verktøyet)*

5. Tina: Nå har vi et punkt midt i der. Skal jeg fjerne det? *(Hun peker med musen på punkt E i algebrafeltet)*
6. Tina: Det står skjæringspunkt mellom a,b.
7. Marius: Ja, da stemmer det.



Figur 6.2 Gruppe 3, Tidspunkt 15:00, Gruppen lager punktet som ligger i skjæringspunktet til linje a og b



Figur 6.3 Gruppe 3, Tidspunkt 15:07, Gruppen sjekker beskrivelsen til punkt E

Gruppe 3 laget et vanlig punkt i nærheten av skjæringspunktet og brukte dermed funksjonen til GGB som skal være til hjelp med å lage et punkt på en linje. Denne funksjonen fører til at linjen blir vist bredere når musen er i nærheten og betyr at punktet blir satt på linjen og ikke ved siden av (Figur 6.2). Gruppen beveget musen i posisjonen til skjæringspunktet og det førte til at begge linjene ble vist bredere og punktet ble laget på skjæringspunktet. Elevene bekreftet løsningen ved å bevege musen på punktet i algebrafeltet og viste den detaljerte beskrivelsen til GGB som sier «Punkt E: Skjæringspunkt mellom a,b» (Figur 6.3).

Elevene viste at de forstår hva begrepet «skjæringspunkt» er og at de kan bruke sin forståelse til å lage skjæringspunktet kun med «Nytt Punkt»-verktøyet. Siden det var første gang elevene brukte programmet og de ikke hadde gjort oppgaver om skjæringspunkt i undervisningen før undersøkelsen, vil jeg tolke dette som relasjonell forståelse. Elevene viste ikke kun hvordan de lager et skjæringspunkt, men også hvor det befinner seg. De kunne også bruke «Skjæring mellom to objekt»-verktøyet for å lage punktet, men dette ville ikke kreve forståelse for hvor punktet befinner seg før de bruker verktøyet. Bruken av det sistnevnte verktøyet ville jeg ikke tolke som relasjonell forståelse for skjæringspunkter, siden elevene ikke viser forståelse for hvor punktet befinner seg før det ble laget.

Måten elevene bekreftet svaret på viser også at de har forstått sammenhengen mellom algebrafeltet og grafikkfeltet og videre at GGB oppgir tilleggsinformasjoner om et objekt når musen befinner seg over objektet i grafikkfeltet eller algebrafeltet.

Verktøyet elevene brukte var «Nytt Punkt» og de hadde ingen problemer med dette.

Oppsummering

I alle disse tre situasjonene ser en at elevene bruker «Nytt punkt»-verktøyet og har lite problemer med å finne og bruke det. I situasjon to prøver elevene å bruke kommandolinjen, men får ikke et tilfredsstillende svar, så de bestemmer seg for å bruke «Nytt punkt» istedenfor. Selv om dette også er en situasjon der elevene har litt problemer med å komme videre med menyvalget sitt, tolker jeg det som en situasjon der det er synlig at elevene har lite problemer med å bruke et «lett å bruke»-verktøy. Det at elevene bruker «lett å bruke»-verktøy i alle viste situasjoner, kan være en forklaring på hvorfor elevene har lite problemer med å finne og bruke verktøyet. I tillegg ser en i situasjon tre at elevene også hadde lite problemer med å bruke tilleggsinformasjoner for å svare på oppgaven. Disse tilleggsinformasjonene går Preiner (2008) ikke nærmere inn på og det var heller ikke mulig for meg å finne tidligere forskning på dette området. Men på grunnlag av at det kreves veldig få aksjoner (bevege musen over objektet) og forklaringen til GGB i dette tilfellet er veldig nøye og lett å forstå, ville jeg kategoriserer denne aksjonen som «lett å bruke».

Elevene hadde ingen problemer med å finne og bruke grunnleggende verktøy som for eksempel «Nytt punkt»-verktøyet. Kun en gruppe valgte først å prøve å lage et punkt ved hjelp av kommandolinjen, men da de ikke klarte det, brukte de «Nytt punkt»-verktøyet som de andre gruppene (Situasjon 3). Alle de tre gruppene forsto uten problemer hvordan de lager et punkt med dette verktøyet.

6.2 Elevene har tydelige problemer med programmet og har vansker med å løse oppgaven

De følgende situasjonene viser eksempler på situasjoner der elevene hadde problemer og hvilke verktøy de brukte.

Situasjon 4

Et godt eksempel på hvordan elevene bruker og velger et verktøy er gruppe 3 som prøvde å løse følgende:

Oppgave 6:

«Lag en sirkel med sentrum (2, 2) og radius 3.»

Forventningen i denne oppgaven var at elevene brukte verktøyet «Sirkel ved definert sentrum og radius», der en må lage et punkt som så blir sentrumet til sirkelen og det deretter vises et vindu der en kan skrive inn verdien for radien. Dette verktøyet er ikke standardvalget for sirkelverktøyene. Standardvalget er verktøyet «Sirkel definert ved sentrum og periferipunkt» som krever at brukeren velger eller lager et punkt som er sentrum og så velger eller lager et punkt som ligger på sirkelen og dermed definerer hvor stor sirkelen skal være.

Gruppe 3, 21:00:

43. Tina: Sirkel i punkt 2, 2 og radius 3. Kanskje vi må sette punkt da.

44. Marius: Bruk den. *(Musen befinner seg på verktøyet «Sirkel definert ved sentrum og periferipunkt»)*

45. Peder: I 2,2. Var det det du sa?

46. Tina: Ja.

47. Peder lager sentrumet til sirkelen i punkt A = (2, 2) og forandrer radien til sirkelen ved å bevege musen

48. Marius: Og så må vi ha radius 3.

49. Peder: Sånn? (*Han beveger musen til punkt (0, 4) og øker dermed radien til sirkelen på cirka 3, men uten å klikke. Elevene har ikke mulighet til å se hva radien er, bortsett fra øyemål)*

50. Tina: Hvis radiusen skal være tre, hvorfor skal den være på fem da?

51. Peder: Det skal ikke være sånn da? (*Han minsker sirkelen til cirka radius 1)*

52. Marius: Nei, vi må se om det skal være 3 cm i radiusen eller i punktet.

53. Tina: Å ja.

54. Peder: Vent, vi lager bare en sirkel og så ser vi om vi kan se radiusen da. Sånn.

55. Tina definerer størrelsen til sirkelen ved å lage punkt B = (5.44, 1.06) som ligger på sirkelen. Det vises kjeglesnittet c: (x-2)^2 + (y-2)^2 = 12.72

56. Peder: Er det radiusen? *(Han peker med musen på 12.72)*

57. Marius: Nei, det er omkretsen.

Elevene fant fort frem til et verktøy som kunne brukes til å lage en sirkel. De valgte verktøyet «Sirkel definert ved sentrum og periferipunkt» uten å åpne undergruppen til sirkelverktøyene, noe som kan begrunnes med at dette er standardvalget til GGB. Det virker som at elevene kun så verktøyene som var synlige i verktøylinjen, og når verktøyet så lovende ut brukte de det uten å sjekke om det fantes bedre muligheter. Gruppen definerte sentrumet til sirkelen ved å lage punktet A =(2, 2) og møtte deretter problemet med å definere radien. De så at de kan forandre størrelsen på sirkelen ved å dra musen og diskuterte hvor stor sirkelen skal være, slik at de får radius tre. GGB viser ingen tilleggsinformasjoner om sirkelen før periferipunktet er definert. Dette førte til at elevene var usikre på hvor periferipunktet skulle være. Det virket som om Peder brukte øyemål og spurte gruppen om sirkelen skulle være sånn, når radien er cirka tre. Tina viste med uttalelsen «*Hvis radiusen skal være tre, hvorfor skal den være på fem da?*» (Gruppe 3; 50) at hun ikke hadde forstått tankegangen til Peder og antok at Peder prøvde å definere radien ved å bevege musen på et av tallene som ligger på y-aksen i grafikkfeltet. Tankegangen til Marius var uklar med uttalelsen «*Nei, vi må se om det skal være tre cm i radiusen eller i punktet*» (Gruppe 3; 52). En kan anta at han mente at de skulle se om radien er tre cm eller om periferipunktet skulle være i punkt (0, 3). Handlingene til elevene frem til dette tidspunktet viser at de var usikre på hvordan verktøyet skulle brukes for å få ønsket resultat. Dette er forståelig, siden elevene brukte et verktøy som var vanskeligere å bruke når en skal lage en sirkel med bestemt radius enn verktøyet «Sirkel ved definert sentrum og radius». Det er mulig å anta at Peder på grunn av dette foreslo at de skulle lage en sirkel og se hva GGB viste i algebrafeltet. Dette viser at Peder har skjønt at GGB oppgir tilleggsinformasjoner i algebrafeltet når figuren er ferdig lagd. Han forventet at det blir vist hva radien til sirkelen er når den er ferdig lagd. Dessverre oppgir GGB med dette verktøyet kun sirkelformelen i algebrafeltet, noe som førte til en diskusjon om hva tallet 12.72 betyr. Peder spurte gruppen om det er radien og Marius svarte at det er omkretsen. Dette viser at elevene ikke visste hvordan en sirkelligning skal leses og hva tallene i formelen betyr. Noe som heller ikke forventes av elever i 9. trinn. Etter et mer nøyaktig søk i verktøylinjen fant elevene senere verktøyet «Sirkel ved definert sentrum og radius» og fullførte oppgaven.

Dette eksempelet viser at valget av riktig verktøy kan spare mye tid og selv om verktøyet som elevene først valgte kan føre til samme resultat, krever det mer matematisk forståelse enn elevene har lært på dette tidspunktet. Allikevel kan bruken av et mindre avansert verktøy eventuelt føre til mer læring, siden elevene må bruke mer forståelse for verktøyet.

Det virker som om elevene hadde få problemer med å finne et verktøy de syntes var passende og også at den generelle bruken av verktøyet var enkel for elevene. De laget en sirkel med riktig sentrum, men hadde problemer med å avslutte operasjonen fordi de syntes at radien ikke stemte. En kan også tolke uttalelsen til Tina *«Hvis radiusen skal være tre, hvorfor skal den være på fem da?*» (Gruppe 3; 50) slik at hun ikke skjønte at det andre punktet som blir laget med verktøyet ligger på periferipunktet til sirkelen og at dette da tyder på at elevene hadde problemer med bruken av verktøyet. Ifølge kriteriene til Preiner (2008) brukte elevene minste antall aksjoner (to klikk) for å avslutte operasjonen, men siden elevene diskuterte og bevegde musen flere ganger mellom begge aksjonene synes jeg ikke at en kan definere dette som minste antall aksjoner. I tillegg laget elevene ikke riktig figur og var også klar over dette. Jeg synes at elevene hadde få problemer med å bruke selve verktøyet, men siden de valgte et verktøy som var vanskelig å bruke for denne oppgaven, måtte de ta flere skritt for å komme frem til et tilfredsstillende svar.

Situasjon 5

I de følgende to situasjonene behandler gruppene samme oppgaven på forskjellige måter. Først behandler gruppe 2 oppgaven (Situasjon 5) og så belyser jeg hvordan gruppe en prøver å løse oppgaven (Situasjon 6).

Gruppe 2, 11:40

Oppgave 3 c)

Tegn en linje som går gjennom punktene (-5, 5) og (-1, 1). I hvilket punkt skjærer begge linjene seg? Sjekk svaret med hjelp av GGB.

16. Thea: Hvilket punkt skjærer linjene seg? Det er Origo

17. Anders: Ja

18. Thea: Hvordan skal vi sjekke det? Dan, hvordan skal vi sjekke det?

19. Dan: Kanskje det finnes et verktøy som kan hjelpe dere?

20. (Anders leter i Menylinjen.)

21. Thea: Det kan jo ikke være der oppe. Kanskje på den a =2

22. (Anders begynner å lete i verktøylinjen og viser undergruppene til «Glider» funksjonen)

23. (Gruppen ser nøye gjennom alle undergruppene i verktøylinjen, men finner ikke noe som kan hjelpe dem)

24. (Thea overtar musen og leter i «Glider» gruppen)

Gruppe 2, 15:00

Oppgave 3 c)

27. Thea spør Dan: Hvordan sjekker vi svaret?

28. Dan: Det finnes et verktøy som kan hjelpe dere.

29. Thea: Ok… Den *(hun peker med musen på «normal linje» verktøy og åpner undergruppen*

30. Anders: Nei, det er ikke der.

31. Thea leter i undergruppene til andre verktøyene

32. Mads: Der, gå tilbake. Skjæring mellom to objekt.

33. (Thea velger verktøyet «Skjæring mellom to objekt» og punkt E (0, 0) blir laget med verktøyet. Tidspunkt 15:40)

Gruppe 2 prøvde å lete i undergruppene i verktøylinjen, men lette ikke i riktig undergruppe før de igjen spurte om hjelp av Dan. Han bekreftet at det finnes et verktøy som kunne hjelpe dem og bekreftet dermed at de var på riktig vei, men at de skulle lete mer i undergruppene. Det tok til sammen fire minutter til gruppen fant passende verktøy, selv om de begynte å lete i verktøylinjen og etter et minutt hadde funnet ut at de kan åpne undergrupper. Siden gruppen lette mest i «Glider» undergruppen, kan det se ut som at det var for mange verktøy tilgjengelig for elevene. Det virket som om elevene ikke brukte fakta om at de skulle lage et punkt og derfor kunne lete i undergruppen for «Nytt punkt»-verktøyet. Dette viser at elevene ikke hadde oppdaget hvordan verktøyene er sortert i verktøylinjen eller ikke hadde forståelse for sammenhengen mellom ønsket verktøy og «Nytt punkt»-verktøyet og derfor lette blant alle verktøyene.

Elevene hadde altså problemer med å finne passende verktøy, men lite problemer med å bruke valgte verktøyet. Når elevene fant et passende verktøy, brukte de to aksjoner (klikk) og dermed minste antall aksjoner for å bruke verktøyet.

Situasjon 6

Gruppe 1, 19:30

Oppgave 3 c)

78. Hans: Så i hvilket punkt skjærer begge linjene seg? Sjekk med GGB

79. Per: Sjekk med Youtube

80. Hans til Dan: Hvordan kan vi sjekke med GGB?

81. Dan: Det finnes kanskje noen funksjoner som kan gjøre dette for dere?

82. Gruppen leter i menylinjen

83. Per: Ikke rediger, men kanskje innstillinger.

84. Hans: Nei, her kan vi bare velge farge og sånn.

85. Gruppen fortsetter å lete i menylinjen

86. Dan: Finner dere ikke noen funksjon som viser skjæringspunktet?

87. Per: Nei.

88. Dan: Prøv noen av de knappene. Der har dere jo masse muligheter.

89. Gruppen fortsetter å lete i menylinjen

90. Hans: Jeg skjønner ikke hva vi skal sjekke.

91. Per: Nei, ikke jeg heller. Er det ikke bare x=y?

92. Marie: Mh.

93. Per: Det er i alle fall det beste jeg kommer på.

94. Gruppen bestemmer seg for at dette er det beste svaret de kan komme på og avslutter oppgaven

Gruppe 1 lette ikke i verktøylinjen, men kun i menylinjen. Selv etter beskjed fra Dan om at de skulle lete blant knappene, fortsatte gruppen å lete i menylinjen. Dette førte til at gruppen ikke fant verktøyet til å lage et skjæringspunkt og bestemte seg for at x=y er riktig svar. En grunn til det kan være at gruppen med dette svaret viste at de ikke var klar over hva et skjæringspunkt er. Forståelsen av det matematiske begrepet «skjæringspunkt» manglet og hindret dermed elevene i å finne riktig verktøy i programmet.

Dette er et godt eksempel på at det er viktig å kjenne matematiske definisjoner og uttrykk for bruk av grensesnittet i GGB. Når elevene ikke vet hva de egentlig skal gjøre, blir det vanskelig for gruppen å finne riktig verktøy eller at de, som i dette tilfellet, ikke klarer å løse oppgaven. Hvis gruppen hadde vært klar over at de skulle finne et verktøy som viser at skjæringspunktet er (0, 0), ville de eventuelt som gruppe 2 og 3 ha funnet et verktøy som viser dette.

En annen grunn kan også være selve utformingen av brukergrensesnittet som Nokelainen (2006) belyser i sine kriterier for brukervennlighetstesting. Spesielt kriteriet motivasjon er synlig i denne situasjonen, siden en også kan se at motivasjonen til elevene muligens minker når de finner ikke passende verktøy. Elevene finner ikke frem i brukergrensesnittet og de bestemmer seg da for å avslutte med et svar som Per og eventuelt resten av gruppen ikke er helt fornøyd med («Det er i alle fall det beste jeg kommer på», Gruppe 1; 93). Dette kan også bekrefte funnet til Kittel som blir sitert av Kortenkamp & Dohrmann (2010), som mener at et for stort utvalg av muligheter i dynamiske programvarer kan føre til forvirring og at brukeren ikke finner frem til passende verktøy.

Elevene bruker ingen verktøy i denne situasjonen og dermed kan en kun vurdere hvordan elevene finner frem i brukergrensesnittet og ikke hvordan de bruker et verktøy.

Situasjon 7

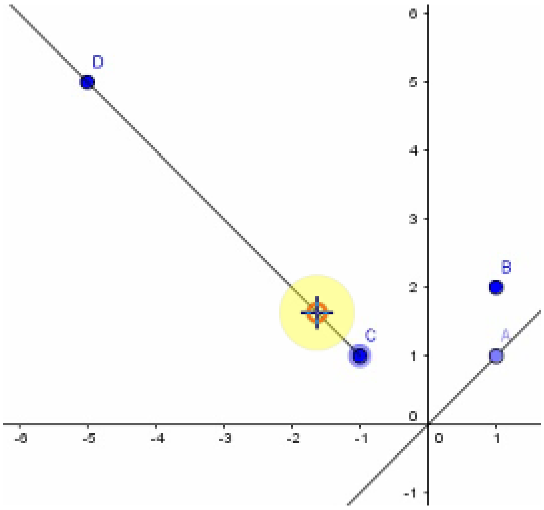
Like før den forrige situasjonen brukte den samme gruppen verktøyet «Stråle gjennom to punkt» for å lage en linje som går gjennom to punkter. Det var forventet i 3c at elevene ville bruke verktøyet «Linje» for å lage en linje gjennom to punkt C og D.

Gruppe 1, 19:00

Oppgave 3c:

69. *Marie åpner undergruppen for linjer*
70. Hans: Der. Stråle gjennom 2 punkt.
71. *Marie lager en stråle som begynner ved punkt C og går gjennom punkt D*
72. Hans: Nei, det må gjennom C.

Selv om Marie åpnet undergruppen og verktøyet «Linje» var synlig, bestemte gruppen seg for å bruke verktøyet «Stråle gjennom to punkt». Dette førte til at verktøyet ble brukt på feil måte og ikke kunne gi et tilfredsstillende resultat. Gruppen skulle begynne på punkt D, men begynte på punkt C og fikk dermed en stråle som begynte ved punkt C og gikk gjennom punkt D. Linjen stoppet ved punkt C og viste dermed ikke skjæringspunktet med linjen «y=x» som senere skal finnes i oppgave 3c (Figur 6.4). Det hadde vært bedre å bruke verktøyet «Linje» for å løse denne oppgaven.



Figur 6.4 Gruppe 1, Tidspunkt 19:20, Stråle gjennom to punkt som begynner ved punkt C

Dette viser at gruppen ikke har forstått hvilket verktøy som hadde vært best egnet å bruke og at gruppen ikke var enig om hvordan verktøyet «Stråle gjennom to punkt» fungerte. Det hadde vært mulig for gruppen å rette opp feilen og lage en stråle som begynte ved punkt D og som gikk gjennom punkt C, eller at de hadde valgt verktøyet «Linje». Da Per foreslo en annen løsningsvei, forble dette spørsmålet ubesvart. Pers løsningsvei skal jeg belyse nærmere i situasjon 11.

Elevene hadde få problemer med å finne et verktøy som de syntes var passende for oppgaven og valgte et verktøy som kunne føre til et tilfredsstillende svar. De brukte to aksjoner (klikk) for å velge allerede eksisterende objekter (Punkt C og D), men siden verktøyet krever at objektene blir valgt i en bestemt rekkefølge brukte elevene ikke dette på en hensiktsmessig måte og fikk dermed problemer med å fullføre oppgaven.

Situasjon 8

I oppgave 1 skulle elevene lage linjestykker mellom to punkter og det ble forventet at elevene brukte verktøyet «Linjestykke mellom to punkt». I oppgaveteksten sto det «Linje mellom to punkt» og ikke «Linjestykke». Dette kunne muligens føre til forvirring ved valget av verktøyet.

Gruppe 1, 2:15

Oppgave 1b:

11. Hans: Det er linje ikke sant? (*Peker med muset på «Linje» verktøy)*
12. Per: Ja
13. *(Hans lager linjen gjennom A og B med verktøyet «Linje»)*
14. Per: Nå er det BD

15. Hans: BD? (*Han lager linjen gjennom B og D, ved å trykke først på B og så justerer han linjen slik at den treffer D. Et nytt punkt E (4, 2.19) blir laget)* Nei. (*Han sletter linjen og prøver å lage en ny linje fra D men lager et nytt punkt E (4 ,3) igjen)*
16. Hans: Dan! Kan vi spør om hjelp?
17. Dan: Ja
18. Hans: Når vi skal lage punkt eller linje mellom. Vi får liksom et nytt punkt der.
19. Dan: Ja men dere skal jo lage en linje mellom og det dere lager nå er linje gjennom. Prøv å finn ut hvordan dere lager det.
20. Hans: Yes. Kan det være den da? (*Peker på verktøyet til normal linje)*
21. Marie: Mh
22. (*Verktøyet «normal linje» blir valgt og Hans prøver å lage en linje ved å trykke på A og så på B. Ingenting skjer)*

Gruppe 1 valgte først verktøyet «Linje» og fikk dermed en linje gjennom to punkter (Gruppe 1; 13). Etter at de fikk beskjed om at de skulle lage en linje gjennom to punkter, og ikke mellom to punkter, valgte gruppen «Normal linje»-verktøyet (Gruppe 1; 22). Dette kan tyde på at elevene ikke var klar over hva en «normal» linje er. Det er mulig at elevene valgte dette verktøyet siden navnet er misledende i denne sammenhengen, og det er vanlig å si normal på en linje. En normal linje står normalt på en annen linje, men elevene tolket dette eventuelt som at verktøyet lager en «vanlig» linje. Da begrepet «normal linje» er et fast begrep i det matematiske språket er det forståelig at GGB bruker dette uttrykket. Jeg ville foreslå å bruke beskrivelsen «Normal på linje» som eventuelt ikke er så misledende som «Normal linje».

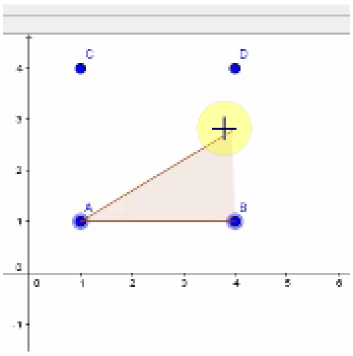
Verktøyet førte ikke til ønsket resultat og gruppen bestemte seg for å bruke «Mangekant»-verktøyet. «Mangekant»-verktøyet krever at brukeren velger punkt for punkt som skal være en del av mangekanten i ønsket rekkefølge og avslutter mangekanten ved å klikke på startpunktet igjen.

Gruppe 1, 5:20:

Oppgave 1b:

23. Hans: Da tar vi den. (*Peker på «Mangekant»-verktøyet)*
24. Per: Kanskje det er den. Jo, det er den.
25. Hans: La oss se hva som står på forklaringen. Klikk på hvert nytt hjørne. Deretter på startpunktet
26. Hans: Altså først på A og så B (*Hans velger «Mangekant»-verktøyet og trykker først på A og så på B)*

27. Hans: Så fra B til… (Her *klikker han på B igjen og beveger musen mot C. Linjen går fra A til musen)* Nei. (*Han klikker på B igjen. Linjen AB er laget og mangekanten fortsetter fra B til musen)*
28. Per: Nei. Prøv å ta den. (*Han peker på et punkt på skjermen)*
29. *Hans klikker på A igjen og fjerner dermed linjen AB. Mangekanten begynner nå ved punkt B og slutter ved musen)*
30. Per: Trykk på A. (*Hans klikker på A og lager linjen BA. Mangekanten forsetter fra A til musen)*
31. Marie: Hvis du går opp nå. (*Hans beveger musen mot D)*
32. Per: Nei, hvis du går der. Gå til C.
33. *Hans klikker på A igjen og fjerner dermed linje BA. Han klikker på B.*
34. Hans: Vi begynner på nytt på A. A til B og så opp til D. (*Han lager linjene AB, BC og DC)*
35. Per: Og så ned til A igjen.
36. *Hans klikker på A og fullfører mangekanten med det*



Figur 6.5 Gruppe 1, Tidspunkt 5:4, Gruppen lager en mangekant

Hans bestemte seg først for å lese beskrivelsen til verktøyet som vises når musen befinner seg over verktøyet i verktøylinjen, noe som er uvanlig når en sammenligner dette med andre grupper og situasjoner. I andre situasjoner pleier elevene å velge verktøy uten bevisst å lese beskrivelsen til verktøyet. Selv om hele gruppen leste beskrivelsen til verktøyet hadde gruppen vansker med å lage mangekanten. Hans valgte først punkt A og så punkt B. Nå skulle han ha fortsatt med å velge punkt C, men han valgte først punkt B igjen, noe som førte til at B ikke var valgt som en del av mangekanten lenger (Figur 6.5). Han skjønte feilen og valgte B igjen, slik at en linje AB ble vist i grafikkfeltet. Konstruksjonen til mangekanten gikk frem og tilbake, siden gruppen var uenig om hvordan verktøyet skulle brukes. Det virket som om Hans ikke hadde skjønt at han skulle velge punktene i riktig rekkefølge og kun klikke en gang på hvert punkt, men Per viste mer forståelse for hvordan verktøyet brukes. Dette viste seg også da Per sa at Hans skulle klikke på A igjen når linjene AB, BD og DC er lagd.

Denne situasjonen viser at bruken av verktøy kan føre til misforståelser og krever at elevene har erfaring med å bruke de forskjellige verktøyene for å kunne bruke GGB så effektivt som mulig. Men slike misforståelser er ikke nødvendigvis kun negative, for en ser f.eks. i denne situasjonen at elevene diskuterte og sjekket beskrivelsen av verktøyet for å finne ut hvordan de skal bruke verktøyet.

Det virket som at elevene hadde problemer med å finne et passende verktøy, siden de først valgte «Linje», men etter en kommentar fra Dan valgte «Normal linje». «Mangekant»-verktøyet ble funnet uten store problemer, men elevene virket ikke sikre på at dette førte til ønsket resultat, men prøvde seg frem og så om det passet.

Bruken av «Mangekant»-verktøyet virker også mer vanskelig enn andre verktøy for elevene. Preiner (2008) kategoriserer verktøyet som «middels vanskelig å bruke». Elevene trengte mer enn dobbelt så mange aksjoner for å fullføre operasjonen, men etter flere problemer med bruken, startet de hele operasjonen på nytt og fullførte den med minst antall aksjoner (fem klikk).

Situasjon 9

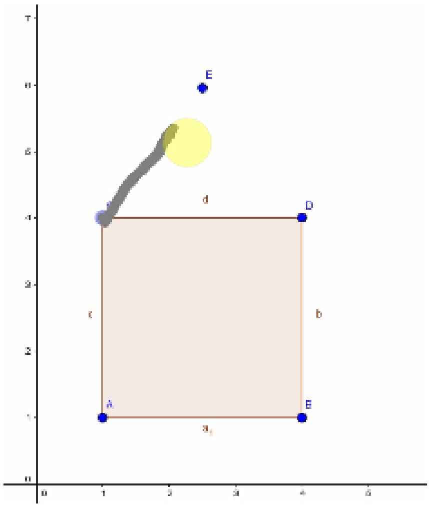
På et senere tidspunkt i den forrige situasjonen viste det seg et annet problem med bruken av brukergrensesnittet til GGB. Etter at elevene hadde laget mangekanten ABCD laget de punkt E og skulle deretter lage linjestykkene DE og CE.

Gruppe 1, 7:40

Oppgave 1c

40. Hans: Sånn, nå skal vi lage CE og DE.
41. *Hans holder musen inne og drar musen fra C mot E. Han bruker dermed frihåndsfunksjonen til verktøyet «Mangekant»*
42. Hans: Nei. (*Han prøver igjen og gjør samme feilen som før. GGB sletter linjen med en gang når han slipper museknappen.)*
43. Per: Mh.

Det virket som om Hans hadde glemt hvordan han brukte verktøyet «Mangekant» tidligere i denne oppgaven, siden han holdt museknappen inne og dermed tegnet ønsket linje på frihånd.



Figur 6.6 Gruppe 1, Tidspunkt 7:46, Frihåndsfunksjonen til «Mangekant»-verktøyet

Dette viser at gruppen ikke hadde forstått hvorfor dette problemet oppsto og derfor prøvde flere ganger, men alltid kom frem til samme resultat som før.

Det var ikke mulig for meg å finne ut hva denne funksjonen til «Mangekant»-verktøyet skal gjøre. Manualen til GGB gir ingen informasjon om dette og selvstudiet i programmet førte ikke til noe resultat. Når en holder museknappen inne blir en grå linje tegnet nøyaktig på veien der musen beveger seg, men linjen forsvinner med en gang når en slipper museknappen. Selv når linjen går tydelig fra et punkt til et annet, fører det ikke til noe annet resultat. Jeg prøvde også å tegne en hel mangekant, men alltid med samme resultat. Derfor antar jeg at dette er en feil i programmeringen (en såkalt «Bug») og at det ikke har en nyttig funksjon i programmet. I en senere versjon (GGB 5.0.232 3D) er denne muligheten ikke lenger tilgjengelig, men i versjonen «GGB 5.0.318.0-3D» er det mulig igjen. Dette kan bekrefte antakelsen om at det er en «Bug».

Siden gruppen ikke klarte å lage linjestykkene CE og DE, spurte de om hjelp og fikk beskjed om at de skulle finne et linjeverktøy som ga et bedre resultat. Gruppen skjønte ikke at de kun skulle klikke på ønsket punkt og så fortsette med neste punkt.

Dette er et godt eksempel på at forståelsen for hvordan et verktøy skal brukes er viktig for å for å kunne bruke GGB. Elevene kunne fullført oppgaven med «Mangekant»-verktøyet, men klarte det ikke og måtte bruke et annet verktøy istedenfor. Det hadde vært mulig å forklare elevene hvordan de skulle bruke verktøyet på riktig måte, men siden jeg ikke skjønte hva problemet var, foreslo jeg at de skulle bruke et annet verktøy.

Siden elevene spør om hjelp kan en tolke det slik at elevene mister motivasjonen til å finne ut hvordan de skal bruke verktøyet på riktig måte og dette kan dermed kategoriseres under kriteriet motivasjon i Nokelainens (2006) oversikt over brukervennlighetstesting.

Oppsummering

Elevene hadde ofte problemer med å finne riktig verktøy når det gjelder mer avanserte verktøy (middels vanskelig- og vanskelig å bruke verktøy). Utvalget av verktøy er veldig stort for en bruker som har lite erfaring med programmet. I de viste situasjonene lette elevene ofte i hele verktøylinjen og klarte ikke å finne et logisk system som viste hvor det ønskede verktøyet var.

> «*Anders leter i menylinjen*» (Gruppe 2; 20)
>
> *«Anders begynner å lete i verktøylinjen og viser undergruppene til «Glider» funksjonen»* (Gruppe 2; 22)

Det viser en forskjell når en sammenligner mer avanserte verktøy med «lett å bruke»-verktøy, der elevene ikke hadde problemer med å finne og bruke grunnleggende verktøy som for eksempel «Nytt punkt»-verktøyet.

Når en ser på aspektene som Mackrell (2011) presenterer om hvordan en kan vurdere utformingen til et program og hvordan prosessen med å velge verktøy foregår, kan en i de analyserte situasjonene se at elevene hadde problemer med alle stegene.

1. Velge et passende verktøy (Situasjon 5 og 6)

2. Finne verktøyet (Situasjon 5 og 6)

3. Bruke verktøyet (Situasjon 2, 8 og 9)

4. Tolke resultatet (Situasjon 4 og 6)

De fleste elevene hadde fort en forestilling om hvilket verktøy de trengte, men valgte i tre situasjoner (Situasjon 4, 7 og 8) et verktøy som eventuelt kunne gi et tilfredsstillende svar, men var mer vanskelig å bruke enn andre verktøy. Dette vises spesielt i situasjon 4, der elevene ikke kunne definere en bestemt radius og prøvde å tilpasse det manuelt, siden de valgte et verktøy som er mulig å bruke for denne oppgaven, men som etter min mening ikke er det beste. Samtidig kan valget av et verktøy som er ikke er helt optimalt for en oppgave føre til at elevene får mer forståelse om hvordan objektet (i dette tilfelle en sirkel) fungerer og eventuelt lære gradvis. I situasjon 4 har jeg inntrykk at elevene hadde for store problemer med å skjønne det algebraiske utrykket til sirkelen og dermed ikke kunne koble sammen tidligere lærte konsepter og heller ikke lærte noe av å bruke det valgte verktøyet. Dette kan forklare hvorfor elevene senere valgte et annet verktøy for å fullføre oppgaven.

To situasjoner (5 og 6) viser at elevene hadde problemer med å finne ønsket verktøy i brukergrensesnittet, mens fire situasjoner viser at elevene hadde problemer med å bruke det valgte verktøyet (Situasjon 2, 4, 8 og 9). Verktøyene som elevene hadde problemer å bruke var «Mangekant» og «Stråle gjennom to punkt». Kun «Mangekant»-verktøyet kategoriserer Preiner (2008) som «Middels vanskelig å bruke». Han tar ikke med «Stråle gjennom to punkt» i denne kategorien, men når en bruker hans kriterier for definisjon av verktøy kan en anta at det er «Middels vanskelig å bruke». Når en også betrakter situasjoner fra kapittel 6.1 kan en anta at elevene hadde mer problemer med «Middels vanskelig å bruke»-verktøy enn med «Lett å bruke»-verktøy. Dette bekrefter funnet til Preiner (2008). Kun med et verktøy som er «Middels vanskelig å bruke» («Sirkel med bestemt sentrum og periferipunkt») hadde elevene ingen grunnleggende problemer med selve bruken, men siden dette verktøyet likevel krever en mer avansert bruk for å løse akkurat denne oppgaven, klarte elevene ikke å komme frem til et tilfredsstillende svar.

6.3 Elevene bruker inquiry for å utforske programmet eller bruker andre verktøy enn verktøylinjen

I dette kapittelet belyser jeg situasjoner der elevene:

- utforsker programmet uten en bestemt oppgave gitt fra læreren
- løser oppgaven med andre verktøy enn det som finnes i verktøylinjen (f.eks. kommandolinjen eller regnearket).

Dette vil altså si situasjoner der elevene er ferdige med oppgavene og utforsker programmet på egen hånd eller når elevene bruker løsningsveier som ikke var forventet av meg.

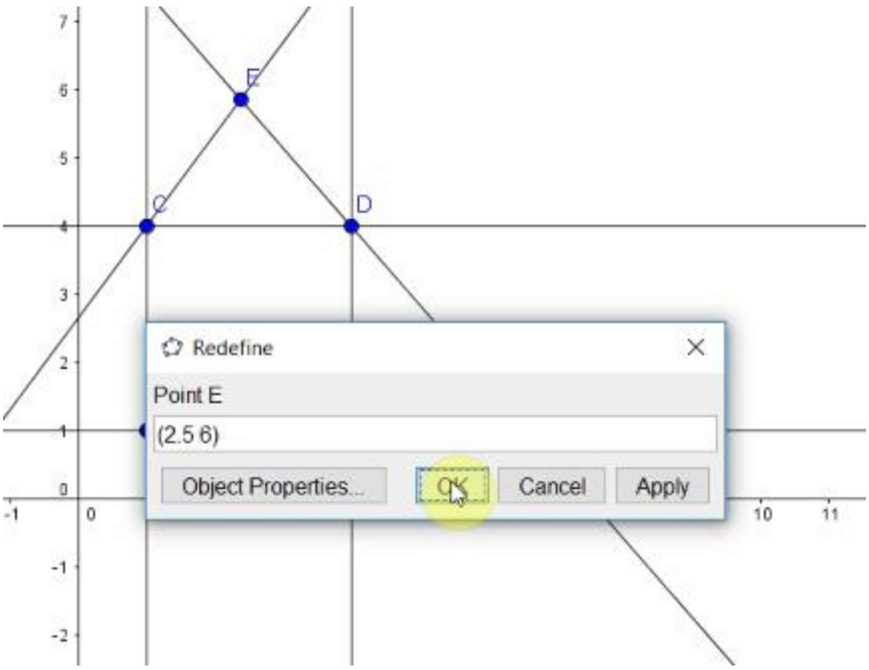
Situasjon 10

I gruppe 4 var Georg klar over at et punkt skal skrives i parentes.

Gruppe 4, 6:30

Oppgave 1 c)

8. Sandra: Å, det er på 2,2 og 5,96.
9. *(Georg flytter punkt E og dobbeltklikker på punktet. «Omdefiner» vinduet for punkter kommer opp)*
10. Sandra: Oh. Kan vi endre det sånn?
11. (*Georg sletter koordinatene i vinduet og skriver «(2.5 6)»)*
12. *(Etter en feilmelding som blir trykket bort av elevene med en gang, kommer Glider E i det høyre hjørnet av grafikkfeltet)*



Figur 6.7 Gruppe 4, Tidspunkt 6:33, Gruppen prøver å omdefinere koordinatene til punkt E

De prøvde å korrigere posisjonen til punkt E (Figur 6.7) ved å dobbeltklikke på punktet og definere punktet manuelt. Dessverre ble kommaet mellom koordinatene glemt og GGB registrerte kommandoen ikke som punkt, men som glider. Dette førte til at elevene ikke fortsatte med denne løsningsveien, men eventuelt viste de en større forståelse enn gruppe 1 med å skrive 1.1 i kommandolinjen, siden gruppe 1 skrev «1.1» i kommandolinjen (Gruppe 1; 5) og gruppe 4 kun prøvde å rette på koordinaten som vises når man dobbeltklikker på punktet (Gruppe 4; 9). Det er uklart om gruppe 4 brukte parenteser fordi den tidligere posisjonen til punkt E ble vist på denne måten i «Omdefiner» -vinduet, eller om gruppen var klar over at koordinater til punkter skal skrives i parentes.

Gruppen klarte altså ikke å bruke «omdefiner» på riktig måte og bestemte seg istedenfor å lage punktet på nytt. Det viser at elevene trenger mer erfaring og eventuelt mer opplæring i programmet for å kunne bruke en slik funksjon. Selv om det virker som at elevene tilfeldig kom inn på denne funksjonen i programmet (Gruppe 4; 10) synes jeg det er positivt at elevene prøvde å bruke/utforske en slik funksjon.

Siden GGB var installert på engelsk for denne gruppen kan det også være interessant å se om elevene hadde problemer med språket. I denne situasjonen ser vi at elevene ikke virker som om at de har problemer med språket og heller ikke tenker over at språket er på engelsk. Elevene skjønner med en gang hva vinduet «Redefine» kan gjøre.

Situasjon 11

Oppgave 3 c)

> Tegn en linje som går gjennom punktene (-5, 5) og (-1, 1). I hvilket punkt skjærer begge linjene seg? Sjekk svaret ved hjelp av GGB.

Det ble forventet at elevene laget punktene med «Nytt punkt»-verktøyet og så brukte «Linje»-verktøyet for å lage en linje som går gjennom begge punktene. Gruppe 1 laget linjen derimot ved å bruke kommandoen for funksjonen «-x = y» og fikk dermed ønsket linje.

Gruppe 1, 17:30

52. *Hans leser oppgave 3c høyt*
53. Hans: Ok. Da velger vi linje mellom to punkt, ikke sant? *(Hans velger «Linjestykkstykke mellom to punkt» og lager linjestykke CD)*
54. Hans: Sånn. Det er det, ikke sant?
55. Per: Mh
56. *Hans leser oppgaven igjen*: Tegn en linje som går gjennom punktene. Gjennom punktene. Det skal gå gjennom.
57. *Hans fjerner linjestykket CD.*
58. Per: Da kan du bare ta y=x eller x=y.

59. Hans: Nei, fordi det må gå fra den. (*Hans peker med musen på punkt D)*

60. Per: Ja x=y.

61. Hans: Men det er ikke sikkert at det går gjennom punktene.

62. Per: Vi kan prøve. Jeg tror det virker ikke, men…

63. Hans skriver «x=y» i kommandofeltet

64. Hans: Nei, da kommer den igjen.

65. Per: Hva med –x=y? Jo, det kan funke det. Der er noe med –x eller –y.

66. (Hans prøver å finne verktøyet) Hans: Hvor var det med en linje som går gjennom?

67. Marie tar kontrollen over musen og velger «Linje mellom to punkter»-verktøyet, men åpner ikke undergruppen

68. Hans: Hvis du får den ned sånn.

69. Marie åpner undergruppen for linjer

70. Hans: Der. Stråle gjennom 2 punkt.

71. Marie lager en stråle som begynner ved punkt C og går gjennom punkt D

72. Hans: Nei, det må gjennom C.

73. Per: Vet du hva. Jeg foreslår vi ta –x eller –y eller noe sånt.

74. Hans skriver «-x=y» i kommandolinjen

75. Hans: Yes

76. Per: Ja

Gruppen laget først punktene som forventet med verktøyet fra verktøylinjen og så valgte de verktøyet «Linjestykke mellom to punkt» for å lage linjen gjennom C og D. Dette verktøyet ble først vist i «Linje» verktøygruppen, siden gruppen brukte dette for en annen oppgave der de skulle lage et linjestykke. Da dette ikke ga ønsket resultat, fjernet gruppen linjen igjen og Per foreslo å bruke kommandolinjen. Denne tanken kom eventuelt frem fordi elevene skulle lage funksjonen «y=x» ved hjelp av kommandolinjen i oppgave 3a. Per foreslo å skrive inn «x=y», noe som kan vise kreativitet og eventuelt forståelse for funksjoner i matematikken. Det må her nevnes at elevene ikke hadde lært om funksjoner i undervisningen enda og at det ikke ble forventet at elevene skulle bruke forståelse om dette. Etter at Hans skrev inn kommandoen «x=y» i kommandofeltet skjønte han at det ble laget samme linje som i oppgave 3a, siden han mener at «da kommer den igjen» (Gruppe 1; 64). Det er uklart om Hans kobler det til løsningen av oppgaven, siden Per foreslo å bruke kommandoen «-x=y», men Hans valgte heller å lete etter et verktøy i verktøylinjen som kunne hjelpe dem. Marie valgte verktøyet «Stråle gjennom to punkt» og laget en stråle fra punkt C og gjennom punkt D. Hans skjønte at verktøyet ble brukt galt og at strålen skulle gå gjennom punkt C. Når Per igjen foreslo å bruke kommandoen «-x=y», prøvde Hans dette og fikk riktig resultat. Per viste dermed uten tidligere å ha lært om funksjoner og hvordan de fungerer, at han hadde skjønt hvorfor funksjonen «y=x» og «x=y» ga figuren som ble vist i koordinatsystemet. I tillegg klarte han å forandre funksjonsuttrykket slik at han fikk ønsket resultat. En kan anta at dette er relasjonsforståelse, siden Per ikke brukte en metode som han hadde lært i tidligere oppgaver, men brukte en variasjon av en tidligere brukt funksjon. Dette krever forståelse om hvordan og hvorfor «y=x» eller «–x=y» gir resultatet som ble vist i grafikkfeltet.

Elevene valgte først et verktøy som ikke ga ønsket resultat (Linjestykke mellom to punkt, Gruppe 1; 53), men skjønte umiddelbart det og prøvde å rette opp feilen. Selv om de åpnet undergruppen for linjer bestemte de seg for å velge «Stråle gjennom to punkt» og ikke det forventete «Linje»-verktøyet. Det virker som at elevene så på navnet til verktøyene og ikke på symbolet. Dette kan forklare hvorfor elevene valgte «Stråle gjennom to punkt», siden beskrivelsen sier «gjennom to punkt» og oppgaven krevde at de skulle lage en linje gjennom to punkter. Gruppen brukte minst antall aksjoner for å bruke «Stråle gjennom to punkt» (2 klikk), men i feil rekkfølge. Feilen hvorfor strålen går i feil retning ble oppdaget fort, men det er ikke mulig å vite om elevene hadde brukt «Linje»-verktøyet eller brukt «Stråle gjennom to punkt» med riktig rekkefølge etter det, siden Per kom med en annen riktig ide om å lage linjen ved hjelp av kommandolinjen. Gruppen avsluttet oppgaven, men det hadde vært interessant å se om elevene hadde klart å lage linjen med verktøy fra verktøylinjen eller om den hadde problemer med bruken av verktøyet.

Siden Per insisterte på å prøve en annen løsningsvei og uttalelsen hans «Yes» (Gruppe 1; 75) kan tyde på en høy grad av motivasjon til å prøve nye konsepter, selv om gruppen allerede nesten hadde en tilfredsstillende løsningsvei.

Situasjon 12

I oppgave 4 a) skulle elevene finne arealet til firkanten ABCD, som ble laget i oppgave 1a. Det var forventet at elevene brukte «Areal»-verktøyet eller laget en mangekant og så i algebrafeltet hva arealet til mangekanten var, siden jeg gikk ut fra at dette var løsningsveien elevene ville velge først.

Gruppe 2 brukte kommandolinjen og formelen for areal som de tidligere hadde lært i matematikkundervisningen.

Gruppe 2, 18:30:

Oppgave 4a

36. Thea: AB ganger BD.

*37. Mads skriver AB*BD i kommandolinjen og det kommer j=9 i algebrafeltet*

38. Thea: Ja.

39. Mads: j er lik 9. Er det riktig?

40. Thea: Det får være sånn.

De skrev AB*BD i kommandolinjen og fikk svaret i form av et tall som ble vist i algebrafeltet som «j=9» (Gruppe 2; 37). Når Mads spurte om det er riktig fikk han dessverre bare svaret at «Det får være sånn» (Gruppe 2; 40). Det hadde vært interessant å vite hvordan gruppen ville ha begrunnet at dette svaret var riktig og ikke bare godtok det.

Gruppen fant umiddelbart ut hvordan de kan finne svar ved hjelp av GGB og hadde ingen problemer med å bruke kommandolinjen. Det mangler eventuelt en begrunnelse av elevene om hvorfor løsningen er riktig, men en kan tolke det som om at de er sikre på at den er riktig, siden gruppen avslutter oppgaven og figuren er svært enkel.

Situasjon 13

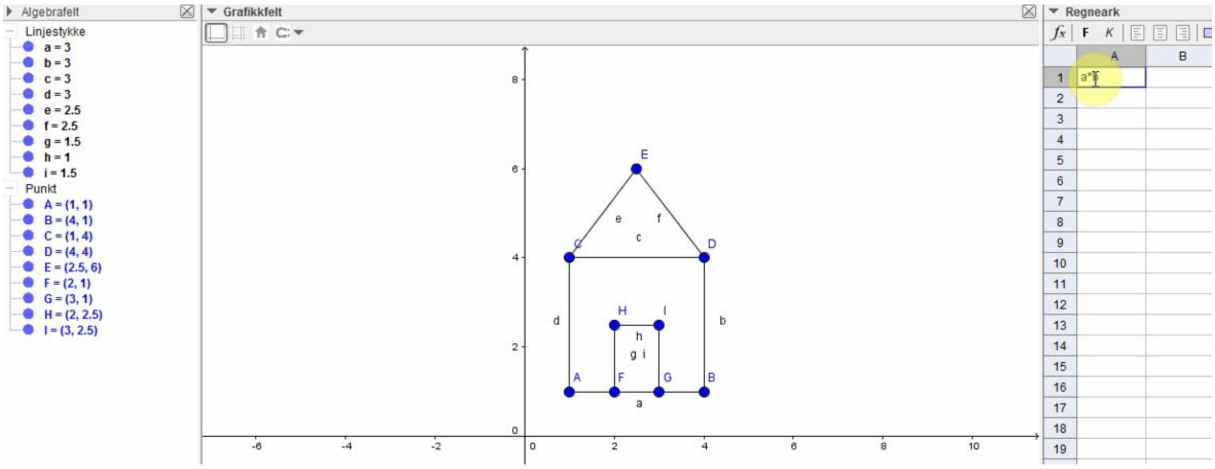
Gruppe 3 brukte også formelen til å finne arealet til firkanten, men regnet det ut ved hjelp av regnearket.

Gruppe 3, 15:30

Figur 6.8 viser navn på de forskjellige linjestykkene, som elevene har laget i oppgave 1.

Oppgave 4 a)

9. Marius: Nå må vi sikkert ha regneark.
10. Tina: Ja.
11. *Tina åpner regnearkvinduet*
12. Tina: Ja, den skal vi bruke for å bestemme lengden. Areal.
13. Peder: Hvor lenge er sidene?
14. Tina: Da blir det AB…. Ja… B ganger BD.
15. Peder: Nei, a ganger d. Tror jeg det var. Var det ikke bare å gange to punkter? Ehm, to sider?
16. Tina: Jo, det er lengde ganger bredde.
17. Peder: Da er det a ganger d eller a ganger b hvis du vil.
18. Marius: Da er det fire ganger fire.
19. Tina: Nei. *(Hun beveger musen til regnearket)*
20. Tina: Kan du ikke bare skrive det inn?
21. *Elevene diskuterer hvilket symbol de skal bruke for å gange to tall*
22. Peder: Jeg tror det er sånn. *(Han skriver a*b i feltet A1 i regnearket. Det blir gjort om automatisk til tallet 9)*
23. Tina og Peder: 9



*Figur 6.8 Gruppe 3, Tidspunkt 16:33, Gruppen holder på å skrive a*b i regnearket for å finne arealet til firkanten ABCD. I tillegg vises det navn på de forskjellige linjestykkene.*

På samme måte som gruppe 2, bestemte gruppe 3 seg for å bruke arealformelen «lengde ganger bredde» for å finne svaret på oppgave 4a. Det at gruppen først diskuterte hvordan formelen ser ut, viser at gruppen ikke var helt sikker på kunnskapen sin, men ble enig om at dette var riktig. Bruken av regnearket kan begrunnes med tidligere erfaring med programmet «Excel», som ved siden av GGB er den mest brukte programvaren i matematikkundervisningen i Norge (Hals, 2010). Elevene forsto at linjestykke AB fikk navnet a fra GGB. GGB benevner objekter kronologisk og avhengig av når objektet blir laget. For eksempel ble linjestykke AB laget først og fikk derfor navnet a, men linjestykke BD ble laget som neste og derfor fikk navnet b. Dette la kanskje ikke gruppe 2 merke til siden de skrev AB*BD (Gruppe 2; 37).

Siden begge gruppene brukte arealformelen for å finne svaret på oppgave 4 a), kan en anta at elevene viste prosedyreforståelse. Spesielt elevene i gruppe 3 viste forståelse for at arealet er «lengde ganger bredde» (Gruppe 3; 16) og at det blir samme svaret om de bruker «a ganger b eller a ganger d» (Gruppe 3; 17). Det vises ingen forklaring av elevene hvorfor det er riktig å bruke denne formelen, ved å f.eks. si at firkanten er et kvadrat og det kan derfor ikke tolkes som relasjonell forståelse.

Situasjonen begynte med at Marius mente at de skal bruke regneark, som kan vise at gruppen umiddelbart var klar over hva de kunne bruke for å løse oppgaven. Gruppen var kun usikker på hvilken benevning de skulle bruke i regnearket, men begge løsningene som ble diskutert hadde ført til samme resultat. Jeg antar derfor at elevene hadde lite problemer med å finne passende verktøy og å bruke det.

Situasjon 14

Senere i oppgave 4b brukte gruppe 2 kommandolinjen igjen for å finne lengden til ønskede linjestykker. Løsningsveien som jeg trodde at elevene ville velge, var at elevene så at lengden til alle linjestykkene i grafikkfeltet ble vist i algebrafeltet. For eksempel linjestykke «a = 3». I grafikkfeltet er også navnet til linjestykkene vist med små bokstaver og når elevene går med musen over linjestykket blir det vist «Linjestykke x: Linjestykke [X, Y]» som også kan hjelpe elevene med å forstå at linjestykker blir automatisk benevnt med små bokstaver av GGB.

Oppgave 4b:

«Hvor lange er linjene AB, CD, AC og CE? Sjekk svaret med hjelp av GGB.»

Gruppe 2, 19:10

41. *Mads leser oppgave 4b høyt*
42. Thea: Det er jo det her. *Hun beveger musen over linje CD og AC i grafikkfeltet*
43. Mads: Men vi må jo måle.
44. Thea: Jeg aner ikke hvordan jeg skal gjøre det på det her.
45. *Gruppen tenker uten å si noe i flere sekunder*
46. Thea: Puh. Sjekk svaret ved hjelp av GGB. Hvis vi gjør sånn her. O er lik AB pluss BD pluss CD pluss AC. (*Hun skriver «O=AB+BD+CD+AC» i kommandolinjen)*. Å, CE, nei, det her blir feil. Vi begynner på nytt. (*Hun sletter kommandoen i kommandolinjen)*. O er lik AB pluss CD pluss AC pluss CE. (*Hun skriver «O=AB+CD+AC+CE» i kommandofeltet)*.
47. Thea: Det finnes ikke noen omkrets her, så vi tar dette bort igjen (*Hun sletter «O=» men lar resten av ligningen stå*).
48. Mads: Og så lik. (*Mads setter til slutten av ligningen inn: «=7» og trykker Enter)*
49. Thea: Nei.
50. *Det kommer feilmeldingen: «Du satt inn noe ugyldig»*
51. *Thea prøver å rette kommandoen, men får frem «Celle» kommandoen*
52. Mads: Nei, det her blir noe dritt.
53. *Thea sletter «Celle» kommandoen i formelen og retter på det slik at det kun står: «AB+CD+AC+CE» i kommandolinjen og trykker Enter.*
54. *Det kommer tallet «k=11.5» i algebrafeltet*

I begynnelsen var gruppen usikker på hva som skulle brukes for å gi riktig løsning og hvilken løsningsvei de kunne bruke. Det kom ingen forslag om løsningsvei og elevene tenkte i noen sekunder uten å snakke med hverandre om tankegangene sine. Som i oppgave 3a prøvde gruppen å finne løsningen ved hjelp av kommandolinjen. Da Thea sa hva hun tenkte å gjøre til Mads og Anders, kom det frem at Thea hadde misforstått oppgaven og trodde at de skulle finne summen av lengden på alle 4 linjestykkene. Hun foreslo at de skriver «O er lik AB pluss CD pluss AC pluss CE» (Gruppe 2; 46) i kommandolinjen etter at hun skjønte at det første forslaget var feil og for eksempel ikke tok med linjestykke CE. Etter det slettet hun «=O» igjen med begrunnelsen at det ikke finnes en omkrets her. Thea viste dermed forståelse for at kommandolinjen kan hjelpe med å finne verdier i GGB og hvordan den skal brukes for å få ønsket resultat fra GGB. Mads derimot viste at han ikke helt hadde forstått hvordan han skulle bruke kommandolinjen, siden han forsøkte å skrive «=7» på slutten av kommandoen som

Thea laget. Dette resulterte i en feilmelding om at kommandoen ikke var gyldig. Da Thea klarte å rette kommandoen igjen, kom tallet «k=11.5» i algebrafeltet.

Resultatet elevene kom frem til var ikke ønsket resultat for oppgaven, men siden elevene misforsto oppgaven og trodde at de skulle finne summen av lengdene på linjestykkene og ikke den separate lengden på linjestykkene, kan dette muligens likevel betraktes som et riktig svar. Siden gruppen tolket oppgaven annerledes, kom det frem en misforståelse mellom Dan og gruppen da Dan spurte hvilket svar gruppen fikk på oppgave 3b. På dette tidspunktet hadde elevene fortsatt med oppgavene og slettet punkt E som førte til at tallet k ble automatisk fjernet i algebrafeltet. (Gruppe 2; 61(Vedlegg 2)). Etter hintet fra Dan om at svaret allerede står et sted på skjermen, fant gruppen ut at lengden på linjestykkene sto i algebrafeltet.

Gruppen kom etter noe diskusjon frem til at de skulle bruke kommandolinjen og det så ut som at de hadde lite problemer med å bruke den. Når en ser bort fra innslaget til Mads (Gruppe 2; 48) var gruppen hele tiden på riktig vei og feilen med å skrive «=O» ble rettet opp før kommandoen ble utført. Dette synes jeg kan tolkes som en vellykket bruk av kommandolinjen, siden gruppen kom frem til et tilfredsstillende svar, når en betenker at gruppen misforsto oppgaven.

Situasjon 15

Gruppe 3 ble veldig fort ferdig med oppgavene og ble derfor utfordret til å utforske GGB på egen hånd. Gruppen skulle prøve forskjellige verktøy og se hva de kunne gjøre med dem. Siden det ikke var mulig å forutse hva elevene kom til å gjøre hadde jeg kun generelle forventninger til dette. Mine forventninger var at elevene fant verktøy som de ikke tidligere hadde brukt i oppgavene og fant ut hva disse verktøyene gjør og hvordan de fungerer.

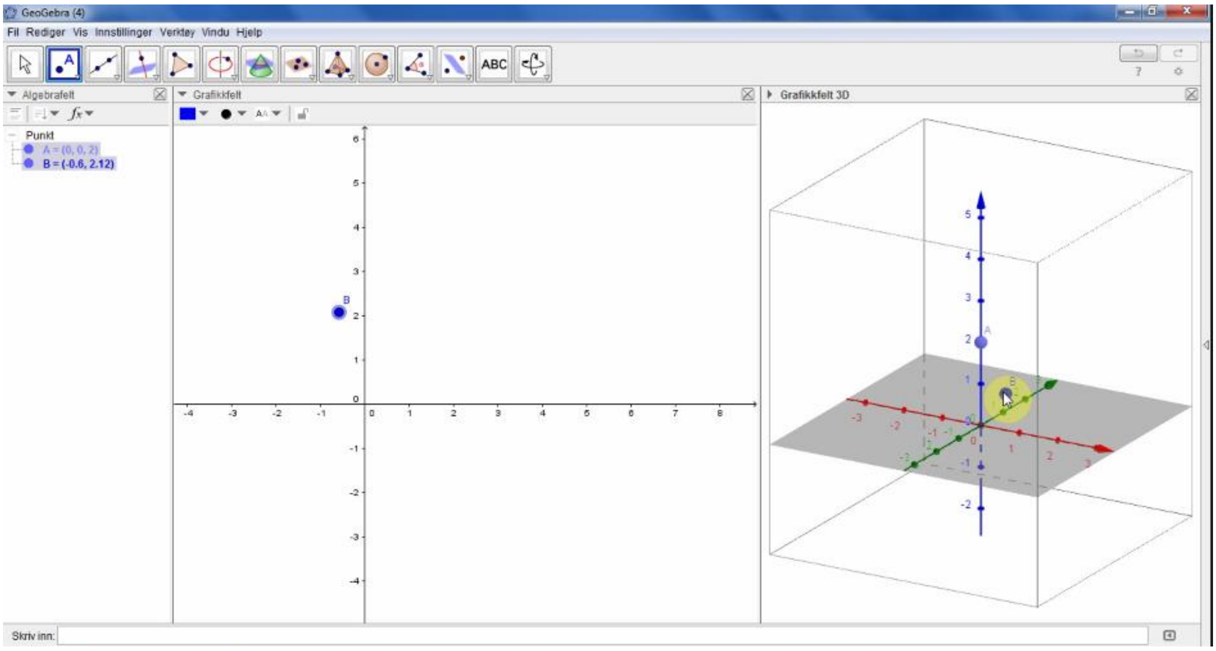
Gruppe 3 valgte å utforske grafikkfelt 3D.

Gruppe 3, 30:00

62. Tina: Prøv å gå på Vis.
63. *Peder åpner grafikkfelt 3D*
64. Tina: Oj.
65. Peder: Oj, sånn ja. Det har jeg prøvd før.
66. Tina: Så jævelig kult.
67. *Peder lager punktet A = (0, 0, 2) i grafikkfelt 3D. Punktet blir ikke vist i det vanlige grafikkfeltet*
68. Peder: Hva gjør jeg nå? (*Han lager et punkt B i det vanlige grafikkfeltet, som blir vist i grafikkfeltet 3D på x,y-planen. Han flytter punktet i grafikkfelt 3D og punktet beveger seg tilsvarende i det vanlige grafikkfeltet. Punktet er festet i x,y-planen)*
69. Tina: Å. Så det viser deg den nøyaktige posisjonen til punktet.
70. Peder: Ja, så når du gjør derifra så går det sånn. (*Han beveger punktet i grafikkfelt 3D for å vise det og beveger koordinatsystemet for å vise det fra en annen synsvinkel)*

71. Marius: Å, så den aksen her gjør det 3D.
72. *Peder dobbeltklikker på punkt B og forandrer koordinatene til B = (4, 65, 1)*
73. Peder: Jeg vet ikke hva det gjør (*etter han skrev 1 som z-koordinat).*
74. *Punktet B er ikke lenger synlig på det vanlige grafikkfeltet og ikke heller på grafikkfelt 3D, siden aksene viser kun til intervallet [-4, 4] på x- og y-aksen og intervallet [-6 , 6] på z-aksen*
75. Peder: Hæ?
76. Marius: Prøv å zoom ut.
77. *Peder zoomer ut i grafikkfelt 3D til punkt B blir synlig*
78. Gruppen: Der ja.
79. *Peder zoomer ut i vanlige grafikkfeltet til x-aksen går fra -2500 til 3000 og y-aksen fra -2000 til 3000*
80. Tina: Hvis du zoomer inn til 50 tallet.
81. Peder: Men der er det jo null. (*Han peker med musen på origo i vanlige grafikkfeltet)* Jeg satt han på en. Hvor er en tallet?
82. Marius: Å ja, han er den veien der. (*Han viser noe på skjermen men det er ikke mulig hva han viser på opptaket*)
83. Peder: Hvis vi går på egenskaper og setter han på null. (*Han åpner egenskapene til punkt B og forandrer koordinatene til B = (4, 65, 0))*
84. Peder: Da skal han komme her. (*Punkt B vises på vanlige grafikkfeltet)*

Gruppen begynte med å lage et punkt A = *(0, 0, 2)* i grafikkfelt 3D etter de åpnet selve feltet. De virket først litt forvirret, men samtidig også engasjert, som uttalelsen til Tina viser (Gruppe 3; 66). Elevene hadde ikke erfaring med dette feltet, bortsett fra Peder som mente at han hadde prøvd det før, men han virket like usikker på bruken som de andre to. Han viste først ikke forståelse for hva som skjedde på skjermen når han laget punktet A. Etter at de laget punkt B i grafikkfeltet 3D som ligger på x,y-planen begynte elevene å skjønne hvordan det tredimensjonale koordinatsystemet fungerer. De flyttet på punktet og så sammenhengen med det vanlige grafikkfeltet, siden punktet også vises der og flytter seg tilsvarende til flyttingen som blir gjort i 3D feltet. Marius oppfattet at z-aksen fører til at koordinatsystemet er tredimensjonalt (Gruppe 3; 71) Siden tredimensjonale rom ikke har vært vist på denne måten i matematikkundervisningen på 9. trinn, kan det tyde på at denne forståelsen kom fra utforskning som skjedde i dette øyeblikket.



Figur 6.9 Gruppe 3, Tidspunkt 30:26, Gruppen beveger punktet B i grafikkfelt 3D og viser at punktet B beveger seg også i det vanlige grafikkfeltet.

Peder forandret koordinatene til punkt B slik at punktet ikke lenger lå på x,y-planen, men at det også har 1 som z-koordinat B = (4, 65, 1). Hans egen uttalelse om at han ikke vet hva han gjør når han skriver 1 som z-koordinat, tyder på at forståelsen for tredimensjonale koordinater ikke er gitt enda, men at han utforsker ved å justere på koordinatene. Elevene fant punktet i det tredimensjonale grafikkfeltet igjen ved å zoome ut og dermed se et større område av koordinatsystemet. Det samme prøvde de i det vanlige grafikkfeltet, men uten suksess. En kan også anta at Peder ikke hadde forståelse for hva tallet 1 gjør som z-koordinat, siden han spurte hvor tallet 1 er og samtidig pekte på origo i det vanlige grafikkfeltet. Det er usikkert hva Marius viste på skjermen når han mente at «han er den veien der» (Gruppe 1; 82), men en kan anta at han mente at punktet er ikke synlig på det todimensjonale koordinatsystemet, fordi punktet ligger utenfor området som kan bli vist i det vanlige grafikkfeltet. Det kan hende at han pekte med fingeren på et punkt utenfor skjermen for å illustrere at punktet befinner seg foran skjermen når en går ut ifra det vanlige grafikkfeltet. Denne antakelsen støttes av handlingen til Peder rett etterpå. Han forandret koordinaten til B slik at z er lik null og forventet at punktet ville bli synlig på det vanlige grafikkfeltet igjen. Dessverre begynte elevene etter dette med å utforske andre verktøy for grafikkfeltet 3D, noe som ikke ga mer grunnlag for å finne ut om elevene hadde forstått tredimensjonale koordinater. Men siden Peder virket veldig sikker på at forandringen i z-koordinaten førte til ønsket resultat, er det rimelig å anta at Marius prøvde å forklare hvorfor punktet ikke er synlig i det todimensjonale koordinatsystemet. Dette kan tyde på at både Peder og Marius viste at de skjønte hvordan koordinater i et tredimensjonalt rom fungerer. Dette er et godt eksempel på at digitale hjelpemidler kan føre til læring som ellers er vanskelig å få frem uten tilsvarende hjelpemidler. Elevene viste fort forståelse for at punktet i grafikkfeltet 3D er det samme som punktet i det vanlige grafikkfeltet.

Uttalelsen til Tina («Så jævelig kult», Gruppe 3; 66) kan også tyde på en økning av motivasjon, som er en av kriteriene til Nokelainen (2006) om brukervennlighetstesting. En kan anta at brukergrensesnittet - altså utformingen og funksjonene som GGB tilbyr i dette tilfellet - førte til at elevene syntes det var kult og derfor fikk økt motivasjon.

Oppsummering

De siste fem situasjonene kan tyde på at elevene kunne bruke sin matematiske innsikt til å bruke andre hjelpemidler enn verktøylinjen eller kunne utforske programmet og dermed øke sin matematiske forståelse.

I situasjonene 11, 12 og 14 brukte elevene kommandolinjen og matematisk innsikt i emnet funksjoner og tidligere lærte emner for å løse oppgaven. Dette var ikke forventet og denne bruken kan eventuelt begrunnes med at elevene ikke fikk introduksjon om programmet og dermed utforsket programmet for å finne løsningen til en oppgave. I situasjon 11 brukte elevene kunnskap som ikke var undervist i klassen på dette tidspunktet og en kan anta at denne kunnskapen om funksjoner kom frem på grunn av relasjonell forståelse for den tidligere brukte formelen «y=x» i oppgave 3a. Grunnen til det er at elevene ikke kun godtok at formelen lager en linje, men også klarte å skjønne hvorfor nøyaktig denne linjen ble laget. Noe som krever en mer kompleks forståelse for matematikk og spesielt algebra. Det er også mulig å anta at elevene brukte relasjonell forståelse i situasjon 12, 13 og 14, siden de brukte kunnskap som man ifølge læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2013, 1.8) kan anta at de tidligere har gjennomgått i matematikkundervisningen for å lage nye konsepter og finne alternative løsningsveier.

Kunnskap som ikke allerede hadde vært en del av matematikkundervisningen kom også fram i situasjon 15. Elevene utforsket programmet på egen hånd og fikk dermed muligheten til å få ny forståelse for tredimensjonale rom og hvordan koordinater og koordinatsystemet fungerer i et slikt rom. Elevene hadde ikke et bestemt mål, men utforsket programmet, stilte spørsmål og prøvde forskjellige muligheter for å forstå hva som foregikk på skjermen. Slik praktiserte de inquiry.

En ser her også at inquiry i de analyserte situasjonene kan føre til en positiv effekt og dermed bekrefter uttalelsen til Fuglestad (2010). Elevene utforsket programmer enten for å finne en løsning på en oppgave eller uten et bestemt mål. Alle situasjonene tydet på at elevene brukte relasjonell forståelse og samtidig fikk en større relasjonell forståelse. I situasjon 15 så en at elevene ikke hadde kunnskap om det som ble vist i 3D-grafikkfeltet, men etter utforskning og kritiske spørsmål i gruppen kom de frem til en logisk forklaring på hva som skjedde på skjermen.

En ser i nesten alle situasjonene i kapittel 6.1-6.3 at elevene brukte *samarbeid blant medelever* (Goos, 2004) og at elevene diskuterte med hverandre før de spurte læreren om råd. Spesielle situasjoner der jeg syns samarbeid blant medelever er veldig synlig er situasjonene 1-4, 8, 11 og 13-15, der elevene spurte medelevene i gruppen om svaret er riktig og eventuelt oppdaget feil i løsningen eller tankegangen. Dessverre kunne jeg ikke i noen situasjoner dokumentere at elevene forklarte sine tankeganger nøyaktig til sine medelever, men heller at elevene foreslo en løsningsvei og så ble denne enten godkjent eller ikke av medelevene i gruppen. Dette kan også bety at elevene hadde en forståelse for hverandres tankeganger og ikke behøvde en mer nøyaktig forklaring.

Til slutt vil jeg også se på resultatene i et sosiokulturelt læringsperspektiv, og spesielt på uttalelsen til Vygotsky som Imsen (2005) skriver om, om at elevene burde jobbe med kunnskap som ligger litt over sitt kunnskapsnivå. Dette vil føre til at elevene får en utfordring.

Ut ifra mine analyserte situasjoner kan det tyde på at en slik fremgangsmåte kan ha positive effekter. Som jeg allerede har påpekt hadde elevene kun hatt en time om koordinatsystem og hadde liten eller ingen erfaring med GGB. Det kan altså antas at oppgavene som elevene behandlet lå over deres kunnskapsnivå, men spesielt i situasjonene i kapittel 6.1 og 6.3 ser en at elevene hadde få eller ingen problemer med å klare å løse oppgavene. Alle gruppene klarte å løse eller etter hvert delvis løse oppgavene, bortsett fra en gruppe som svarte feil på en oppgave. Elevene klarte også å bruke programmet og løse oppgavene ganske selvstendig. De klarte også når de spurte læreren om hjelp, å finne svaret uten direkte hjelp for løsningsveien. Dette påpeker også Goos (2004) og Vygotsky (1978) angående en bedre bruk av inquiry og sosiokulturell læring.

7. Konklusjon

Jeg skal nå svare på hvordan elevene bruker GGB og underveis kommentere hvordan denne bruken eventuelt kan forbedres i fremtiden, så langt dette er mulig, basert på de observasjonene jeg har gjort. Først skal jeg gi en oversikt over hvilke verktøy elevene brukte og hvor elevene hadde problemer med programmet eller oppgaven.

Hvilke funksjonaliteter, f.eks. verktøy, symboler og menyvalg, i programmet velger elevene for å løse oppgavene?

I situasjonene som er rapportert her brukte elevene følgende verktøy:

«Nytt Punkt»-verktøyet fire ganger (Situasjon 1, 2, 3 og 10)

«Skjæring mellom to objekt»-verktøyet en gang (Situasjon 5)

«Stråle gjennom to punkt»-verktøyet to ganger (Situasjon 7 og 11)

«Sirkel ved definert sentrum og periferipunkt»-verktøyet en gang (Situasjon 4)

«Linje»-verktøyet en gang (Situasjon 8)

«Normal linje»-verktøyet en gang (Situasjon 8)

«Mangekant»-verktøyet to ganger (Situasjon 8 og 9)

«Linjestykke mellom to punkter»-verktøyet en gang (Situasjon 11)

«Kommandolinjen» tre ganger (Situasjon 2, 11, 12 og 14)

«Regneark» to ganger (Situasjon 12 og 13)

«3D-grafikkfelt» en gang (Situasjon 15)

«Omdefiner»-verktøyet en gang (Situasjon 10)

Elevene brukte ikke noen verktøy som Preiner (2008) definerer som «vanskelig å bruke», men kommandolinjen, regneark og 3D-grafikkfelt blir ikke belyst av Preiner og kan muligens kategoriseres som «vanskelig å bruke». Verktøy som Preiner kategoriserer som «lett å bruke» blir brukt i fem situasjoner (Situasjon 1, 2, 3, 4, og 10), «middels vanskelig å bruke»-verktøy blir brukt tre ganger (Situasjon 5, 8 og 9) og vanskelig å bruke en gang (Situasjon 8). Etter min mening kan jeg ikke se en generell tydelig preferanse for hvilken type verktøy elevene bruker mest, siden elevene brukte tolv forskjellige verktøy i femten situasjoner. Det er klart at valget av verktøy også er avhengig av hvilken oppgave elevene holder på med, men en kan sammenligne bruken av verktøy som kan brukes for et lignende resultat. For eksempel «Stråle gjennom to punkt» og «Linje» verktøyene eller «Mangekant» og «Linje mellom to punkt» verktøyene, men siden disse verktøyene kun ble brukt i en eller to situasjoner, ser en ikke en tydelig preferanse til elevene for ett av disse verktøyene. «Skjæring mellom to objekt» og «Nytt punkt» kan også brukes for et lignende resultat, men siden «Skjæring mellom to objekt» krever to objekter og «Nytt punkt» også kan brukes i andre situasjoner, er det heller ikke mulig å sammenligne disse verktøyene for å se elevenes preferanse.

Siden jeg kun belyser utvalgte situasjoner og i noen tilfeller kun et segment av en situasjon, er det også viktig å nevne at elevene kan ha brukt andre verktøy i situasjoner som ikke ble vist i denne undersøkelsen. I dette kapittelet går jeg selvsagt kun inn på situasjonene som er fremstilt i kapittel 6 og prøver da å analysere hvordan elevene bruker forskjellige verktøy og hvor de eventuelt hadde problemer med bruken. Jeg har delt slike situasjoner inn etter de fire aspektene til Mackrell (2011).

Ut fra analysen og min egen tolkning oppsto det problemer med alle fire aspektene, men ikke i hver situasjon.

1. Velge et passende verktøy (Situasjon 5 og 6)

2. Finne verktøyet (Situasjon 5 og 6)

3. Bruke verktøyet (Situasjon 2, 8, 9 og 11)

4. Tolke resultatet (Situasjon 4 og 6)

Dette skal hjelpe meg med å svare på følgene underspørsmål:

Hvordan velger elevene et bestemt hjelpemiddel?

Hvordan bruker elevene et bestemt hjelpemiddel?

Hvilke problemer har elevene med bruken av programmet?

Kriteriene for at jeg mener at elevene hadde problemer med å løse oppgavene, beskrev jeg i kapittel 5.7:

- Elevene spør læreren etter hjelp (Når elevene leser hjelpeteksten til GGB definerer jeg det ikke som å spørre etter hjelp. Derfor er dette ikke tatt med som kode).
- Elevene svarer feil på oppgaven.
- Elevene bruker verktøy som ikke kan føre til passende svar.
- Elevene mistolker resultatet.

En ser at elevene hadde mer vansker med å bruke verktøyet (3) i forhold til de tre andre aspektene (1, 2 og 4), men her er det også viktig å belyse hvilke verktøy elevene brukte og hvilket aspekt elevene hadde problemer med. Jeg skal derfor gå inn på underforskningsspørsmålet «*Hvilke problemer har elevene med bruken av programmet?*» underveis når jeg diskuterer aspektene til Mackrell (2011). I tillegg er det viktig å nevne her at det var første gang elevene brukte GGB og at jeg ble overrasket over hvor fort elevene skjønte bruken av verktøyene. I nesten alle situasjonene klarte elevene etterhvert å lage eller gi et tilfredsstillende svar på oppgavene, noe som jeg og læreren ikke hadde forventet før undervisningen.

Hvordan velger elevene et bestemt hjelpemiddel?

Det var to situasjoner (5 og 6) der elevene hadde problemer med å velge passende verktøy. I de situasjonene der elevene var klar over hvilket verktøy de vil velge, bestemte elevene seg veldig fort hva de ønsker å ha som verktøy. I situasjon 1, 2 og 7 valgte eleven som har kontroll på musen verktøyet uten å høre med de andre hva som var ønsket og siden det ikke kom innspill fra medelevene, kan en tolke det som at de aksepterte valget. I situasjon 8, 11 og 13 ble det derimot først (om enn i liten grad) diskutert om et verktøy skal brukes eller ikke. Kun i situasjon 11 var elevene uenig om hvilket verktøy som skulle brukes, selv om det virket som at elevene var klar over at begge verktøyene kunne føre til et tilfredsstillende svar. Det er uklart om elevene i situasjon 7 var nøyaktig klar over hvilket verktøy de vil bruke. Siden elevene valgte «Stråle gjennom to punkt» og siden elevene ikke sa navnet til verktøyet høyt før undergruppen ble åpnet, går jeg ut fra at elevene hadde en antakelse om at et passende verktøy befinner seg i undergruppen til «Linje»-verktøyet. «Stråle gjennom to punkt»-verktøyet er ikke det best passende verktøy for denne oppgaven, siden det ikke lager en linje gjennom begge punktene (noe som var etterspurt i oppgaven 3c). En situasjon som tyder på at elevene ikke var nøyaktig klar over hvilket verktøy de vil bruke er situasjon 5, der elevene leter i forskjellige undergrupper og på forhånd viste tegn på at de ikke var klar over hva de skulle lete etter. I situasjonene 2, 3, 8, 11 og 13 var elevene umiddelbart klar over nøyaktig hvilket verktøy de vil bruke. Det viser at elevene i løpet av kort tid og ofte intuitivt valgte hvilket verktøy som var ønsket og så prøvde å bruke det. Selv om elevene noen ganger diskuterte med medelevene om hva som skal brukes, kunne det være til hjelp for elevene hvis læreren i begynnelsen av undervisningen ville gi beskjed om at elevene skal diskutere hva de planlegger å lete etter før de begynner å lete i brukergrensesnittet. Denne antakelsen støtter seg på meningen til Goos (2004) om *samarbeid blant medelever*, som skal føre til at elevene bruker inquiry. Dette skal også hjelpe elevene med å reflektere over hva de trenger og eventuelt få en bedre forståelse for programmet eller finner en alternativ løsning.

Det var kun to situasjoner (5 og 6) der elevene nølte litt med å *finne passende verktøy* og i kun en av disse situasjonene (6) klarte elevene ikke å finne verktøyet. I den andre situasjonen (5) klarte elevene å finne et passende verktøy etter hjelp av læreren. Disse situasjonene er de samme som der elevene hadde problemer med å velge et passende verktøy. Dette viser at når elevene ikke er klar over hva de vil lete etter, har de også problemer med å finne verktøyet, noe som er selvforklarende, siden det vanskeligere å finne noe når en ikke vet hva en leter etter. Siden det kun var to situasjoner der elevene hadde problemer med å finne passende verktøy kan en anta at elevene generelt hadde få problemer med å finne et verktøy når de visste hva de lette etter. Ut ifra uttalelsene og valget som elevene gjorde når de klarte å finne verktøy, kan en anta at elevene hovedsakelig leste navnet på verktøyet og ikke så på symbolet eller beskrivelsen som kommer opp når musen befinner seg over ikonet (f.eks. Situasjon 5, 8 og 11). Situasjon 8 viser at elevene leser navnet til verktøyet, men ikke er klar over hva utrykket «normal» betyr. Dette fører til at elevene ikke klarer å bruke programmet. Jeg teller dette som at elevene klarte å finne et passende verktøy, siden «Normal linje»-verktøyet kan føre til et tilfredsstillende svar. På grunn av mislykket gjennomføring teller jeg denne situasjoner som vansker med bruken av verktøy. I situasjon 6 klarte elevene ikke å finne verktøyet, men siden de ikke lette i verktøylinjen kan dette eventuelt forklares med at elevene ikke var klar over hva de lette etter og dermed ikke klarte å velge et passende verktøy. I tillegg kan det også hende at elevene ikke var klar over hva et skjæringspunkt er og derfor ikke visste hva de skal lete etter. Dette viser også at kjennskap til geometri og terminologien er viktig for bruken av GGB.

Bruken av «Omdefiner»-vinduet var klart ikke intensjonen til elevene på grunn av uttalelsen til Sandra «Oh. Kan vi endre det sånn?» (Gruppe 4; 10) og siden «Omdefiner» lett kan åpnes uten formål ved et dobbeltklikk på punktet. Allikevel skjønte elevene umiddelbart hva de kan bruke det til, selv om gjennomføringen ikke var vellykket.

I de fire situasjonene (2, 8, 9 og 11) der elevene hadde problemer med *bruken av verktøy*, brukte elevene to ganger et verktøy som Preiner (2008) kategoriserer som «middels vanskelig å bruke» (Situasjon 8 og 9), en gang et verktøy som er «vanskelig å bruke» (Situasjon 8) og to ganger kommandolinjen (Situasjon 2 og 11). Elevene hadde ingen problemer med et «lett å bruke»-verktøy, men viste også i flere situasjoner at de heller ikke hadde problemer med å bruke et «middels vanskelig»-verktøy. I to av fire situasjoner der elevene brukte kommandolinjen, hadde de problemer med å bruke denne. Kommandolinjen er etter min mening og ut ifra mine observasjoner et verktøy som krever mer erfaring og kjennskap på grunn av manglende forklaring fra GGB og et stort utvalg av forskjellige muligheter med dette verktøyet. Før undervisningen kan en gi elevene en kort forklaring om hvordan kommandolinjen fungerer, slik at det er klart hva som kreves når en bruker denne.

Hvordan bruker elevene et bestemt hjelpemiddel?

En grunn hvorfor elevene hadde problemer med å bruke verktøy, var at de valgte et verktøy og prøvde seg umiddelbart frem uten å se nøye på hva verktøyet gjør eller lese beskrivelsen som GGB tilbyr. Kun i en av de fremstilte situasjonene leste elevene forklaringen høyt (Situasjon 8), men hadde fremdeles problemer med å bruke «Mangekant»-verktøyet. I de situasjonene der elevene brukte «Regnearket» (Situasjon 12 og 13) diskuterte elevene hvordan de skal bruke det, men det virket som om de ikke hadde store problemer med å finne ut hvordan regnearket fungerte. Dette kan også forklares med at elevene hadde erfaring med programmet «Excel», som ligner på regnearket i GGB. Når en ser på bruken av verktøy fra verktøylinjen, trykket elevene ofte på verktøyet og prøvde så å bruke det i grafikkfeltet. I de fleste tilfellene virket bruken veldig intuitiv og elevene hadde ingen problemer generelt eller oppdaget umiddelbart feil og rettet på disse. En kan anta at en slik utforskning av bruken til verktøyene kan defineres som inquiry, siden elevene utforsket verktøyet ved å prøve om noe fungerer og - hvis dette ikke var tilfelle - prøvde en annen strategi (Fuglestad, 2010). Dette kan en tydelig se i situasjon 8, der elevene bruker «Mangekant»-verktøyet og har problemer i begynnelsen, men etter flere feilforsøk har de lært hvordan verktøyet fungerer. Når de startet hele prosessen på nytt, klarte de å bruke det uten problemer. Nøyaktig denne intuitive bruken av verktøyene kan selvfølgelig også føre til at elevene lærer mer om geometri, siden de ikke følger en fast vei om hvordan verktøyet skal brukes, men prøver å bruke tidligere lærte konsepter og diskusjon med medelevene, for å finne ut hvordan verktøyet fungerer. Dette er den samme fremgangsmåten som er ønsket i *stillasbygging*, som Goos (2004) beskrev som en metode til å frembringe bruken av inquiry.

Problemer som oppsto med *tolkningen av resultatene* var kun synlig i to situasjoner (4 og 6) og i en av disse situasjonene viste elevene allerede på forhånd at de ikke visste hva som skal gjøres for å løse oppgaven (Situasjon 6). De brukte heller ikke et verktøy, siden det allerede oppsto problemer med å velge og finne et passende verktøy. I situasjon 4 skjønte elevene at svaret er feil, men oppga feil begrunnelse for det. De mente at 12.72 i sirkelformelen i algebrafeltet oppga omkretsen og viste dermed ikke forståelse for hvordan sirkelformelen fungerer. En burde også nevne at en slik kunnskap er ikke forventet av elever i 9. trinn og at dette kan forklare hvorfor elevene ikke tolket svaret riktig. Ellers hadde elevene lite problemer med å bruke resultatene for å bekrefte (Situasjon 3) eller motbevise antakelsene sine og eventuelt finne feil. I situasjon 1, 2 og 7 ser en for eksempel at når elevene ser resultatet, oppdager de at de har gjort feil eller at dette resultatet ikke er ønsket og så retter de det opp. Noe som kan vise at den direkte tilbakemeldingen, som elevene får fra GGB, kan føre til en bedre forståelse for geometri og programmet, siden elevene må bruke forståelse for å tolke resultatet og eventuelt rette feil (Nokelainen, 2006).

Hvordan kan eventuelt brukergrensesnittet, undervisningen eller oppgavene forandres for å tilrettelegge bruken bedre for elevene?

En ser altså at elevene hadde problemer i alle fire aspektene som Mackrell (2011) belyser, men mest med å bruke verktøy. Dette kan begrunnes med at elevene ikke fikk en introduksjon om programmet på forhånd og heller ikke hadde tidligere erfaringer, men også at GGB tilbyr veldig mange verktøy og muligheter, noe som kan føre til at elevene mister oversikten over hva som er relevant for den foreliggende oppgaven. Allikevel var intensjonen til læreren og meg bevisst å ikke gi elevene en introduksjon av programmet på forhånd, slik at elevene var nødt til å utforske programmet selv og finne egne løsningsveier. Når en ser på resultatene til elevene ser en at nesten alle oppgavene ble løst etter hvert av alle gruppene. Hvis læreren ønsker å komme med en introduksjon om programmet, vil jeg anbefale at den er så kort som mulig og ikke viser den direkte løsningsveien, slik Goos (2004) snakker om. En kan spesielt i situasjonene 11-15 se at elevene kunne bruke sin matematiske forståelse til å løse oppgavene på andre måter enn forventet av meg og læreren. Denne utforskningen kan eventuelt forhindres ved å vise elevene for mye om hvordan programmet fungerer og inquiry-prosessen kan da dempes. Noe jeg ikke ville anbefale, da jeg synes det ligger mye læring i utforskning av ukjente områder. Ellers syns jeg det kunne vært til hjelp for samarbeidet blant elevene å gi tydelig beskjed til elevene før undervisningen, at de skal diskutere med hverandre om hva de skal gjøre og om resultatet er ønsket.

I tillegg til dette kan en også fjerne noen verktøy som ikke er relevante fra verktøylinjen. For eksempel kunne en for denne undersøkelsen fjerne verktøyene «Tekst» og «Glider» og alle verktøy som ligger i undergruppene til disse verktøyene. Dette kunne hjelpe elevene med finne fortere frem enn det som var tilfellet i undersøkelsen og dermed føre til at elevene ikke mister så mye tid og konsentrasjon på å finne riktig verktøy. Mariotti (2002) møtte samme problemet i en undersøkelse om bruken av programmet Cabri og bestemte seg for å ha en hel tom menylinje først og så utvikle hva menylinjen skal inneholde sammen med brukeren. Denne undersøkelsen viser at det er hjelpsomt å tilpasse menylinjen eller verktøylinjen i vårt tilfelle, men i artikkelen kommer det frem at dette krever mye forarbeid og tid, spesielt når en involverer brukeren i denne prosessen. Derimot viser undersøkelsen til Schimpf & Spannagel (2011) at den ønskede effekten ved å redusere utvalget ikke er garantert, men ikke heller skader. Siden Schimpf & Spannagel (2011) også påpeker at det er mange faktorer som spiller en rolle i effektivisering av bruken av dynamiske programvarer. Etter datainnsamlingen prøvde jeg selv å tilpasse verktøylinjen og oppdaget at det ofte er vanskelig å velge hva som er viktig å beholde og hva som kan fjernes. Derfor ville jeg heller foreslå løsningen til Kortenkamp & Dohrmann (2010, s.60), som jeg belyste i kapittel 4.3, om ulike «nivåer» som elevene kan velge. Det går raskere og er enklere å tilpasse verktøylinjen når brukeren kan velge forskjellige «nivåer». Læreren har i en slik situasjon ansvaret for å sjekke om alle verktøy som kreves og eventuelt kan brukes for oppgavene er tilgjengelig i «nivået» som elevene skal velge. Dette kunne være enklere å gjennomføre når verktøyene i «nivåene» for eksempel er valgt ut fra læreplanen og hva elevene forventes å ha forståelse for på dette tidspunktet.

En eventuell forandring som GGB kunne gjennomføre er å skifte navnet fra «Normal linje»-verktøyet, til «Normal på linje». Dette ville være en bedre matematisk uttrykksmåte og eventuelt ikke føre til så mye forvirring blant elever som tror at verktøyet lager en «vanlig» linje.

Med tanke på oppgavene elevene skal gjøre, kan det nevnes at jeg synes oppbygningen fungerte bra med tanke på tidsperspektivet og gjennomføringen av elevene. Oppgavene var laget slik at nivået til verktøyene elevene skulle bruke, økte med hver oppgave og dermed utfordret elevene til å bruke et høyere kunnskapsnivå. En slik fremgangsmåte beskriver også Imsen (2005). I tillegg var denne økningen delt opp i små steg slik Nokelainen (2006) anbefaler det for *elevens kontroll*. Jeg ville derfor anbefale å bygge oppgavene opp på samme måte. I tillegg synes jeg at tilleggsoppgaven om å utforske programmet uten et bestemt mål, fungerte veldig bra og derfor kan brukes som en «reserve» hvis noen elever er ferdig før timen er over. En slik «buffer» i undervisningen kan etter min mening også gi elevene muligheten til å utforske andre løsningsveier for oppgavene uten tidspress.

Jeg skal også ta opp et tema jeg nevnte på slutten av kapittel 3.1.3. Mange verktøy i GGB krever at brukeren først velger verktøyet (aksjonen) og så velger objektet som skal brukes med dette. Kortenkamp og Dohrmann (2010, s.60) nevner også muligheten at en kan gå motsatt vei, nemlig først å velge objektet og så verktøyet eller aksjonen, som i Geometers Sketchpad. Det kunne være et positivt aspekt i undervisningen, når brukeren for eksempel kan høyreklikke på objektet og så får en oversikt over hvilke verktøy som kan brukes med dette objektet. En slik funksjon ville kunne hjelpe elevene med problemet med å finne passende verktøy, siden utvalget av verktøy blir mindre når det gjelder kun et objekt. For eksempel blir utvalget mye mindre når en velger at en vil bruke et verktøy på en sirkel.

Videre er det også til hjelp å se på kriteriene til Nokelainen (2006) som går ut på *elevenes kontroll, elevenes aktivitet, motivasjon, verdivurdering av tidligere kunnskaper og fleksibilitet.*

Siden oppgavene var laget slik at elevene kun skulle gjøre enkle steg i hver deloppgave, var *elevenes kontroll* veldig oversiktlig. Elevene fant i nesten alle situasjonene etter hvert ut hvordan de skulle bruke programmet og kunne løse alle oppgavene. Kun en gruppe svarte feil på en oppgave (Situasjon 6) og resten klarte å løse alle oppgavene.

Dette kan også forklares med *elevenes aktivitet*, siden alle gruppene jobbet veldig effektivt og sjelden ble distrahert.

Motivasjonen var som forventet veldig høy og det kan begrunnes med at programmet var nytt for elevene og dermed spennende. Elevene ble sjelden distrahert og hadde nesten hele undervisningen konsentrasjonen på oppgavene og programmet. I følge læreren og mine egne tidligere erfaringer med klassen, var en så høy grad av motivasjon ikke normaltilfelle for elevene. Hatlevik et al (2013) snakker om fenomenet at elevene har et motivasjonsløft når de begynner å jobbe med IKT, men også at denne effekten blir mindre over lengre tid. Om elevene mistet motivasjonsløftet etter en viss tid, kan jeg ikke svare på, siden jeg ikke undersøkte elevene over lengre tid. En kan også se en høy grad av motivasjon til å utforske nye muligheter i situasjonene 11 og 15, siden elevene virker som at de har det moro ved utforskningen av programmet. Derimot ser en at motivasjonen til elevene synker når de ikke klarer å bruke eller finne et verktøy (Situasjon 6 og 9). Situasjon 9 var antakeligvis en «bug» i programmet som førte til at elevene ikke klarte å bruke verktøyet.

En legger også merke til at elevene hadde bruk for *tidligere kunnskaper* som en for eksempel så i situasjonene 12-14. Spesielt er dette synlig i situasjon 13:

Gruppe 3:

15. Peder: Nei, a ganger d. Tror jeg det var. Var det ikke bare å gange to punkter? Ehm, to sider?
16. Tina: Jo, det er lengde ganger bredde.

Dette viser at programmet kan hjelpe med å repetere tidligere lærte emner og motivere elevene til å bruke tidligere lærte kunnskaper. I tillegg kan dette øke elevens matematiske forståelse (Goos, 2004).

Når en ser på *fleksibiliteten* til programmet bestemte jeg meg for å dele konklusjonen opp i to deler. Først la jeg merke til at programmet ikke tilpasser seg til kunnskapen til elevene, som kan forklares med at GGB er et dynamisk program og ikke et undervisningsprogram. På den andre siden så jeg at programmet tilbyr flere muligheter til å tilpasse brukergrensesnittet til kunnskapen som kreves i undervisningen. Jeg har allerede tidligere nevnt hvilken virkning dette kan ha på bruken til elevene. At det er mulig å gjøre dette i programmet er et positivt aspekt med tanke på fleksibiliteten i programmet. Jeg snakket tidligere om at resultatet til elevene fungerte som en tilbakemelding fra GGB og hva dette innebærer. Noen andre tilbakemeldinger elevene fikk var feilmeldinger når elevene for eksempel brukte en feil kommando og programmet ikke kunne gjenkjenne denne. Det var tydelig at elevene i de fleste situasjonene skjønte at de gjorde noe feil, men tilbakemeldingen som kom fra GGB var ofte vanskelig å forstå (Gruppe 2; 50: *«Det kommer feilmeldingen: «Du satt inn noe ugyldig»)*. Elevene kunne derfor ikke finne ut hva de gjorde feil eller lære av sine feil. En forandring i programmet, slik at programmet gir bedre tilbakemeldinger, kunne eventuelt forhindre dette.

Når en ser på sammenhengen mellom den matematiske forståelsen til elevene og valget av verktøyet, kan en trekke noen konklusjoner. Elevene viste mer relasjonell matematisk forståelse når de valgte verktøy som ikke finnes i verktøylinjen (for eksempel situasjonene i kapittel 6.3) og elevene viste mer instrumentell forståelse når de brukte verktøylinjen. Dette kan begrunnes med at de fleste verktøyene som elevene brukte fra verktøylinjen, var «lett å bruke» eller «middels vanskelig å bruke» (Preiner, 2008), og bruken av for eksempel kommandolinjen og 3D-grafikkfeltet kan defineres som «vanskelig å bruke» og kan dermed kreve en mer kompleks matematisk forståelse. Dette kan også bekrefte funnet til Goos (2004) som mener at det er til hjelp for bruken av inquiry at læreren trekker seg mer og mer tilbake og lar elevene jobbe selvstendig og finne egne nye løsningsveier.

Ellers har jeg allerede nevnt at elevene i noen situasjoner diskuterte med hverandre om løsningsveien eller resultatet var riktig. Dette kan tolkes som samarbeid blant medelever (Goos, 2004) og vises spesielt tydelig i situasjonene 1-4, 8, 11 og 13-15. Jeg synes at elevene jobbet veldig bra med hverandre og at et slikt samarbeid førte til en bedre bruk av programmet og matematisk kunnskap enn når elevene jobber alene. Her kan en også betrakte meningen til Vygotsky (1978) som beskriver noe lignende som Goos i det sosiokulturelle læringsperspektivet om selvstendig arbeid til elevene, men også angående språkbruk som kan hjelpe utviklingen av læring. Faktumet at elevene ofte diskuterte med hverandre om løsningsveien var riktig eller hvilken løsningsvei de skulle bruke, er et positivt aspekt for prosjektet og dette førte eventuelt til en bedre forståelse for temaet blant elevene.

For å svare på hoved forskningsspørsmålet

Hvordan kommuniserer elevene ved hjelp av brukergrensesnittet for å løse matematikkoppgaver i GGB?

kan jeg altså si at elevene hovedsakelig viste en svært intuitiv bruk av programmet og i løpet av kort tid klarte å finne mange muligheter som GGB tilbyr. Det viser seg for eksempel ved at elevene hovedsakelig så på symbolene og navnet til verktøyene og ikke leste beskrivelsen før de brukte verktøyet. I kun en situasjon leste elevene beskrivelsen høyt (Situasjon 8). De fleste verktøy klarte elevene å bruke umiddelbart eller etter noe utforskning. Elevene klarte også i stor grad å forstå tilbakemeldingen til GGB i form av for eksempel objekter eller symboler og klarte å jobbe videre med det. Noen av oppgavene var laget for å se om elevene skjønner sammenhengen mellom algebrafeltet og grafikkfeltet. Noe som elevene hadde lite problemer med. Dette kan en tydelig se i situasjonene 1, 2, 3, 4 og 10, der elevene blant annet oppdager at punktene i grafikkfeltet ikke ligger på nøyaktig ønsket posisjon. Siden koordinatene til punktene ikke blir vist direkte i grafikkfeltet, er elevene nødt til å sjekke dette i algebrafeltet. Ellers klarte elevene å finne og bruke blant annet kommandolinjen, regnearket og 3D-grafikkfeltet og viste forståelse for at objektene i de forskjellige verktøyene ofte kan brukes med andre verktøy. Gode eksempler for dette er situasjonene 12 og 14, der elevene bruker objekter fra grafikkfeltet, i kommandolinjen og så tolker svaret som kommer i algebrafeltet. Ellers nevnte jeg tidligere at elevene hovedsakelig brukte verktøylinjen og hadde få problemer med å finne et passende verktøy i denne. Spesielt var det uklart før undersøkelsen om elevene ville forstå sorteringen av verktøy i undergrupper, men dette viste seg å være et mindre problem under undersøkelsen. En kan altså si at elevene i de fleste tilfellene klarte å skjønne oppbygningen, sammenhengene og funksjonaliteter i brukergrensesnittet til GGB og klarte å bruke disse informasjonene for å løse oppgavene.

Alt i alt kan en i denne undersøkelsen se at GGB gir gode muligheter til å løse blant annet geometriske problemer, utforske nye områder i matematikk og visualisering og kan derfor anbefales til bruk i matematikkundervisningen. Programmet oppfyller i stor grad kriteriene for pedagogisk brukervennlighet til Nokelainen (2006) og kan hjelpe med bruken av inquiry, siden elevene for eksempel kan jobbe svært selvstendig og utforske nye matematiske områder. Allikevel krever det mye kunnskap av læreren om mulighetene i programmet for å kunne utnytte hele potensialet og dermed kunne øke læringspotensialet for elevene.

8. Reliabilitet, validitet, studiens begrensninger og eventuelle feilkilder

Siden undersøkelsen kun omfatter tolv elever som var delt inn i fire grupper, er det ikke min intensjon og heller ikke mulig å gi en statistisk holdbar uttalelse om elevers kommunikasjon med digitale hjelpemidler. I tillegg varte undersøkelsen i kun en undervisningstime og elevene ble ikke fulgt opp over lengre tid. Dette er en kvalitativ kasusstudie som skal belyse situasjonen til noen få elever med hovedfokus på en grundig analyse av detaljer vedrørende bruken av programmet. Dette ville ha vært en stor utfordring hvis studien hadde hatt et større antall deltagere. I tillegg ble det kun vist et utvalg av situasjoner, siden en grundig analyse av alle situasjoner ville overstige studiens begrensinger. På grunn av dette er det mulig at en lignende studie fører til andre resultater enn det jeg gjorde, selv hvis mange faktorer som for eksempel antall elever, tid og oppgaver er det samme. En faktor som kan ha påvirket resultatet spesielt er at elevene meldte seg frivillig. Dette kan har ført til et flertall av elever var mer motivert og engasjert i undervisningen, enn hvis deltakelsen hadde vært obligatorisk og elevene kun ble valgt ut tilfeldig.

Allikevel kan studien gi et eksempel på hvordan GGB kan brukes i matematikkundervisningen og gi noen ideer om hvordan undervisningen eventuelt kan forbedres i henhold til mine observasjoner og andre tidligere forskninger. Studien kan eventuelt inspirere fremtidige studier og lærere som bruker digitale hjelpemidler. Jeg kommer kun med forslag om hva jeg mener kan forbedre bruken til GGB og må påpeke at denne studien ikke kan være av generell gyldighet. Dette ville kreve mer forskning.

Noen ideer for fremtidig forskning:

Som Vygotsky også påpekte i sine undersøkelser om læringsperspektiver, kunne det vært interessant å motivere elevene til å bruke mer matematisk språk og terminologi. Dette ble ikke gjort i min undersøkelse, men i en eventuelt senere undersøkelse ville en kunne ta med dette aspektet og analysere om elevenes bruk av programmet ville bli annerledes når elevene bruker mer matematiske begreper i diskusjoner i gruppen.

Min undersøkelse varte kun i en veldig kort tidsperiode og har dermed mange begrensninger. Det ville være interessant å undersøke hvordan elevene bruker programmet over lengre tid og også når elevene er blitt vant til programmet. Dette kunne gi mer informasjon om hvilke matematiske kunnskaper elevene bruker. I tillegg ville jeg anbefale å tilpasse brukergrensesnittet, for eksempel med å tilpasse verktøylinjen. Dette kunne være interessant for å se om elevene har færre problemer med å finne verktøy når utvalget av verktøy er begrenset og om dette har innvirkning av bruken av programmet.

Dessuten henviser jeg til mulige feilkilder i studien.

I noen situasjoner kan det vært vanskelig å vurdere om elevene hadde problemer med selve programmet eller om det oppsto problemer på grunn av manglende matematisk forståelse. Dette har jeg belyst nærmere i konklusjonen om *valget av verktøy* og *finne et verktøy*.

På datamaskinen til gruppe 4 var GGB installert med engelsk språk, slik at alle forklaringer og beskrivelser ble vist på engelsk. Gruppen ble spurt i begynnelsen av undersøkelsen om dette skulle forandres, men gruppen svarte at den følte seg trygg nok til å bruke programmet på engelsk.

Siden både punkter og linjestykker blir beskrevet med enkle bokstaver er det ofte vanskelig å vite hva elevene mener når de snakker om for eksempel «A». I skriftlig form blir et punkt skrevet med stor bokstav og et linjestykke med liten bokstav, men i muntlig form kan en kun anta om elevene mener punkt eller linjestykke. Dette kan føre til misoppfatninger av elevenes uttalelser og eventuelt deres forståelse i noen oppgaver.

Oppgave 6 fikk elevene muntlig og den sto ikke på oppgavearket som elevene fikk i undervisningen. Grunnen til dette var at elevene brukte mindre tid enn forventet og derfor trengte flere oppgaver når alle oppgavene var løst. Denne meddelelsen av oppgaven ble gitt muntlig til hver av gruppene etterhvert som de var ferdig med oppgavearket og kan ha ført til at elevene ikke nøyaktig husket hva de skulle gjøre. Dette skjedde på forskjellige tidspunkter for hver gruppe, siden gruppene brukte ulik lang tid for å bli ferdig med oppgavearket.

I oppgaveteksten (Oppgave 1b og 4b) ble det skrevet «linje mellom to punkt» og ikke «linjestykke», som ville være en bedre uttrykksmåte. Dette kan har ført til misforståelser blant elevene, siden læreboken også bruker begrepet «linjestykke». Feilen i teksten ble dessverre ikke oppdaget av meg eller læreren før datainnsamlingen var fullført. Ellers hadde den blitt rettet før datainnsamlingen eller det hadde blitt sagt til elevene at en «linje mellom to punkt» er et «linjestykke».

9. Litteraturliste

Capira programvare for å lage læringsvideoer interaktiv. http://capira-solutions.com

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education (6. utg).* London: Routledge.

Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Thousand Oaks: Sage publications.

Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (1994) *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks: Sage Publications.

Dysthe, O. (2001). Sosiokulturelle teoriperspektiv på kunnskap og læring. I: O. Dysthe (Red.), *Dialog, samspel og læring* (s. 33-72). Oslo: Abstrakt

Egeberg, G., Hultin, H., Berge, O. (2016) *Monitor skole 2016: Skolens digitale tilstand.* (Monitor skole 2016 3/2016). Hentet fra https://iktsenteret.no/ressurssamling/monitor-skole

Fuglestad, A. B. (2007). IKT som støtte for "Inquiry" i matematikkundervisningen. I B. Jaworski, R. Bjuland, T. Breiteig, A.B. Fuglestad, S. Goodchild & G. Grevholm (Red.), *Læringsfellesskap i matematikk* (s. 27–38). Bergen: Caspar Forlag

Fuglestad, A.B. (2010). Læringsfelleskap og inquiry. *Tangenten* (utg. 4), 2 og 6

Goos, M. (2004). Learning Mathematics in a Classroom Community of Inquiry. *Journal for research in mathematics education*, 35(4), 258-291. Hentet fra: http://bit.ly/2pCtx4A

Hals, S. (2010). *IKT i matematikkopplæringen – tidstjuv eller tryllemiddel? En studie av faktorer som kan påvirke bruken av IKT generelt og GeoGebra spesielt, hos lærere og elever på 10. og 11. årstrinn*. (Mastergradsavhandling, Universitetet i Agder). I. Erfjord, Z. Lavicza, Kristiansand.

Hatlevik, O. E., Egeberg, G., Guðmundsdóttir, G. B., Loftsgarden, M., & Loi, M. (2013). *Monitor skole 2013: Om digital kompetanse og erfaringer med bruk av IKT i skolen*. (Monitor Skole 2013 12/2013). Hentet fra https://iktsenteret.no/ressurssamling/monitor-skole

Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K. C., Wearne, D., Murray, H., Oliver, A. & Human, P. (1997). *Making sense: Teaching and learning mathematics with understanding* (s.1-11). Portsmouth: Heinemann,

Hölzl, R. (1996). How does 'dragging'affect the learning of geometry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, *1*(2), 169-187.

Imsen, G. (2005). *Elevens verden. Innføring i pedagogisk psykologi*. Oslo: Universitetsforlaget.

Kortenkamp, U., & Dohrmann, C. (2010). User Interface Design for Dynamic Geometry Software. *Acta Didactica Napocensia*, *3*(2), 59-66

Laborde, C., & Laborde, J. M. (1995). The case of Cabri-géomètre: learning geometry in a computer based environment. I D. Watson & D. Tinsley (Red.), *Integrating information technology into education* (s. 95-106). Dodrecht: Springer

Lazar, J., Feng, J. H., & Hochheiser, H. (2010). *Research Methods in Human-Computer Interaction*. Chichester: John Wiley & Sons.

Lingefjärd, T. & Holmquist, M. (2003). Datamaskinens rolle i utdanningen av matematikklærere, I B. Grevholm (Red.), *Matematikk for skolen* (s. 235–257). Bergen: Fagbokforlaget

Mackrell, K. (2011). Design Decisions in Interactive Geometry Software. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 43(3), 373-387

Mariotti, M. A. (2002). Justifying and proving in the Cabri environment. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, *6*(3), 257-281

Meld. St. 22 (2010-2011). (2011). *Motivasjon – mestring – muligheter Ungdomstrinnet*. Oslo: Kunnskapsdepartementet

Mellin-Olsen, S. (1987). *The politics of mathematics education*. Karlsruhe: Springer

Myklebust, J. O. (2002). Utveljing og generalisering i kasusstudiar. *Norsk Pedagogisk Tidsskrift* 86(5), 423-438.

Nerdrum, P. (1998). Mellom sannhet og velferd: Etiske dilemmaer i forskning belyst ved et eksempel. Notat - Høgskolen i Oslo.

NESH (2016, april). Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi. Hentet fra http://www.etikkom.no

Nokelainen, P. (2006). An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students. *Educational Technology & Society*, *9*(2), 178-197.

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

Preiner, J. (2008). *Introducing dynamic mathematics software to mathematics teachers: The case of GGB (Avhandling). Hentet fra https://archive.geogebra.org/static/publications/jpreiner-dissertation.pdf*

Rossen, E. (2009). kommando IT. *Store norske leksikon*. Hentet fra https://snl.no/kommando_-_IT

Schimpf, F., & Spannagel, C. (2011). Reducing the graphical user interface of a dynamic geometry system. *ZDM Mathematics Education*, *43*(3), 389-397.

Skemp, R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching*, *77(1)*, 20-26.

Solvang, R. (1992). *Matematikk-didaktikk*. Oslo: NKI-Forlaget.

Stake, R. E. (1995). *The Art of Case Study Research*. Thousand Oaks: Sage Publications

Säljö, R. (2001) *Læring i praksis. Et sosiokulturelt perspektiv.* Oslo: Cappelen akademisk

Tuset, G. A. (2010). *Skolefagsundersøkelsen 2009. Fagrapport i matematikk*. Hentet fra https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/152115/Rapport.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Utdanningsdirektoratet. (2013, 1.8). *Læreplanverket i matematikk fellesfag*. Hentet fra https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/finn-lareplan/lareplan/?kode=MAT1-04

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

10. Vedlegg

Vedlegg 1: Oppgavene til elevene

Oppgave 1:

a) Tegn punktene A(1 , 1), B(4 , 1), C(1 , 4), D(4 , 4) i koordinatsystemet
b) Lag linjene AB, BD, CD og AC (AB er linjen mellom punktene A og B)
c) Tegn punktet E(2.5 , 6) og lag linjene CE og DE
d) Tegn punktene F(2 , 1), G(3 , 1), H(2 , 2.5) og I(3 , 2.5) og lag linjene FH, HI og GI

Hvis du har lyst kan du skjule alle punktene og se figuren enda bedre.

Oppgave 2:

Blir figuren i oppgave 1 det samme hvis vi setter et minustegn foran alle tallene? For eksempel: Punkt A (1 , 1) blir A (-1 , -1)

Oppgave 3: (nytt ark)

a) Skriv «y=x» i «Skriv inn» feltet helt nederst
b) Hvilen av punktene (1 , 1), (1 , 2), (-1 , 1), (-5 , 5) ligger på linjen? Tegn punktene.
c) Tegn en linje som går gjennom punktene (-5, 5) og (-1 , 1). I hvilken punkt skjærer begge linjene seg? Sjekk svaret med hjelp av GGB.

Oppgave 4:

a) Finn arealet til firkanten ABCD med hjelp av GGB
b) Hvor langt er linjene AB, CD, AC og CE? Sjekk svaret med hjelp av GGB.

Oppgave 5:

a) Fjern punktet E og lag en bue mellom punktene C og D
b) Lag en bue mellom punktene H og I

Oppgave 6 (Sto ikke på arket elevene fikk utdelt i undervisningstimen):

Lag en sirkel med sentrum (2, 2) og radius 3

Vedlegg 2: Transkribering

Gruppe 1:

Oppgave 1:

1:10

1. *(Hans leser oppgave 1 høyt)*
2. Per: Det lærte vi ikke.
3. *(Hans velger «Nytt punkt»-verktøyet)*
4. Per: Punkt 1,1
5. *Hans skriver 1.1 i kommandofeltet og trykker enter. a= 1.1 kommer i algebrafeltet undergruppen «Tall»*
6. Marie: Det er feil. Det blir jo der. (*Hun peker på posisjonen der A skal være)*
7. *(Hans setter A = (0.86 , 0.96) med punktverktøyet og flytter det på (1, 1)*). Hans: Der er 1,1, ikke sant?
8. Per og Marie: Ja

1:30

9. Hans: Sånn nytt punkt. (Han s*etter punkt (4,1))* Det er (1,4).
10. Hans: Men vi ser ikke 4,1. *han zoomer ut og inn for å flytte koordinatsystemet og setter B = (4,1)*

2:15

11. Hans: Det er linje ikke sant? (*Peker med muset på «Linje» verktøy)*
12. Per: Ja
13. *(Hans lager linjen gjennom A og B med verktøyet «Linje»)*
14. Per: Nå er det BD
15. Hans: BD? (*Han lager linjen gjennom B od D, ved å trykke først på B og så justerer han linjen slik at den treffer D. Et nytt punkt E (4, 2.19) blir laget)* Nei. (*Han sletter linjen og prøver å lage en ny linje fra D men lager et nytt punkt E (4 ,3) igjen)*
16. Hans: Dan! Kan vi spør om hjelp?
17. Dan: Ja
18. Hans: Når vi skal lage punkt eller linje mellom. Vi får liksom et nytt punkt der.
19. Dan: Ja men dere skal jo lage en linje mellom og det dere lager nå er linje gjennom. Prøv å finn ut hvordan dere lager det.

20. Hans: Yes. Kan det være den da? (*Peker på verktøyet til normal linje)*
21. Marie: Mh
22. (*Verktøyet «normal linje» blir valgt og Hans prøver å lage en linje ved å trykke på A og så på B. Ingenting skjer)*
23. Hans: Da tar vi den. (*Peker på «Mangekant»-verktøyet)*
24. Per: Kanskje det er den. Jo, det er den.
25. Hans: La oss se hva som står på forklaringen. Klikk på hvert nytt hjørne. Deretter på startpunktet
26. Hans: Altså først på A og så B (*Hans velger «Mangekant»-verktøyet og trykker først på A og så på B)*
27. Hans: Så fra B til… (Her *klikker han på B igjen og beveger musen mot C. Linjen går fra A til musen)* Nei. (*Han klikker på B igjen. Linjen AB er laget og mangekanten fortsetter fra B til musen)*
28. Per: Nei. Prøv å ta den. (*Han peker på et punkt på skjermen)*
29. *Hans klikker på A igjen og fjerner dermed linjen AB. Mangekanten begynner nå ved punkt B og slutter ved musen)*
30. Per: Trykk på A. (*Hans klikker på A og lager linjen BA. Mangekanten forsetter fra A til musen)*
31. Marie: Hvis du går opp nå. (*Hans beveger musen mot D)*
32. Per: Nei, hvis du går der. Gå til C.
33. *Hans klikker på A igjen og fjerner dermed linje BA. Han klikker på B.*
34. Hans: Vi begynner på nytt på A. A til B og så opp til D. (*Han lager linjene AB, BC og DC)*
35. Per: Og så ned til A igjen.
36. *Hans klikker på A og fullfører mangekanten med det*
37. Hans: Da ja
38. *Gruppen virker fornøyd*
39. *Gruppen lager punkt E med noen vansker om å finne nøyaktig posisjon*

7:40

40. Hans: Sånn, nå skal vi lage CE og DE.
41. *Hans holder musen inne og drar musen fra C mot E. Han bruker dermed frihåndsfunksjonen til verktøyet «Mangekant»*
42. Hans: Nei. (*Han prøver igjen og gjør samme feilen som før. GGB sletter linjen med en gang når han slipper museknappen.)*
43. Per: Mh.

44. *Gruppen virker forvirrer.*
45. *Gruppen spør om hjelp og får beskjed at de skal finne ut om det finnes andre muligheter til å lage en linje. De finner «linjestykke mellom to punkt» og lager figuren på nytt.*

Oppgave 2:

12:00

46. Hans: «da må gjøre det på nytt da».
47. *Per leser oppgaven igjen*
48. Per: «men da ta vi alt speilvendt»
49. *Elevene prøver å finne en mulighet i GGB for å speile figuren og leter i verktøylinja. De får beskjed at de kan svare muntlig på denne oppgaven*
50. Per: «jo det blir jo akkurat det samme men bare vendt nedover»
51. elevene diskutere over hvor figuren ville ligge. Hans peker på (-x , y) delen og Per på (-x , -y) delen av koordinatsystemet. Marie er enig med Per. De blir enig om at det ligger i (-x, -y) delen og blir speilvendt og nedover

Oppgave 3

17:30

52. *Hans leser oppgave 3c høyt*
53. Hans: Ok. Da velger vi linje mellom to punkt, ikke sant? *(Hans velger «Linjestykkstykke mellom to punkt» og lager linjestykke CD)*
54. Hans: Sånn. Det er det, ikke sant?
55. Per: Mh
56. *Hans leser oppgaven igjen*: Tegn en linje som går gjennom punktene. Gjennom punktene. Det skal gå gjennom.
57. *Hans fjerner linjestykket CD.*
58. Per: Da kan du bare ta y=x eller x=y.
59. Hans: Nei, fordi det må gå fra den. (*Hans peker med musen på punkt D)*
60. Per: Ja x=y.
61. Hans: Men det er ikke sikkert at det går gjennom punktene.
62. Per: Vi kan prøve. Jeg tror det virker ikke, men…
63. *Hans skriver «x=y» i kommandofeltet*
64. Hans: Nei, da kommer den igjen.
65. Per: Hva med –x=y? Jo, det kan funke det. Der er noe med –x eller –y.

66. *(Hans prøver å finne verktøyet*) Hans: Hvor var det med en linje som går gjennom?
67. *Marie tar kontrollen over musen og velger «Linje mellom to punkt»-verktøyet, men åpner ikke undergruppen*
68. Hans: Hvis du får den ned sånn.
69. *Marie åpner undergruppen for linjer*
70. Hans: Der. Stråle gjennom 2 punkt.
71. *Marie lager en stråle som begynner ved punkt C og går gjennom punkt D*
72. Hans: Nei, det må gjennom C.
73. Per: Vet du hva. Jeg foreslår vi ta –x eller –y eller noe sånt.
74. *Hans skriver «-x=y» i kommandolinjen*
75. Hans: Yes
76. Per: Ja
77. *Gruppen virker fornøyd*
78. Hans: Så i hvilket punkt skjærer begge linjene seg? Sjekk med GGB
79. Per: Sjekk med Youtube
80. Hans til Dan: Hvordan kan vi sjekke med GGB?
81. Dan: Det finnes kanskje noe funksjoner som kan gjøre dette for dere?
82. *Gruppen leter i menylinjen*
83. Per: Ikke rediger, men kanskje innstillinger.
84. Hans: Nei, her kan vi bare velge farge og sånn.
85. *Gruppen fortsetter å lete i menylinjen*
86. Dan: Finner dere ikke noen funksjon som viser skjæringspunktet?
87. Per: Nei.
88. Dan: Prøv noen av de knappene. Der har dere jo masse muligheter.
89. *Gruppen fortsetter å lete i menylinjen*
90. Hans: Jeg skjønner ikke hva vi skal sjekke.
91. Per: Nei, ikke jeg heller. Er det ikke bare x=y?
92. Marie: Mh.
93. Per: Det er i alle fall det beste jeg kommer på.
94. *Gruppen bestemmer seg for at dette er det beste svaret de kan komme på og avslutter oppgaven*

Gruppe 2:

Oppgave 1:

1:10

1. Thea: B (4, 1). Der ikke sant? *(Musen er ved (1, 4) i koordinatsystemet)*

2. Anders: Mh.

3. Thea: Dere er enig? *(Thea lager punkt B på (1, 4)).* C (4, 1). *(Hun lager punkt C (4, 1)*

4. Mads: Ble det ikke feil?

5. Anders og Thea: Hæ?

6. Thea: *(Hun beveger musen til algebrafeltet)* Å, det stemmer ikke.

7. Thea: C. 1 4. Der. *(Hun flytter punkt C til (0.84, 4.02))*

8. Mads: Det er ikke riktig

9. Thea: Nei. *(Hun flytter punkt C på (1, 4))*

3:55

10. Thea: Punkt to frem seks.

11. Thea velger «Nytt punkt»-verktøyet

12. Thea: Hva var det?

13. Anders: To fem

14. Thea: To fem komma seks

15. Thea lager punktet E = (2.6, 6.02) og flytter punktet manuelt på (2.5, 6)

Oppgave 3:

11:40

16. Thea: Hvilket punkt skjærer linjene seg? Det er Origo

17. Anders: Ja

18. Thea: Hvordan skal vi sjekke det? Dan, hvordan skal vi sjekke det?

19. Dan: Kanskje det finnes et verktøy som kan hjelpe dere?

20. (Anders leter i Menylinjen.)

21. Thea: Det kan jo ikke være der oppe. Kanskje på den a =2

22. (Anders begynner å lete i verktøylinjen og viser undergruppene til «Glider» funksjonen)

23. *(Gruppen ser nøye gjennom alle undergruppene i verktøylinjen, men finner ikke noe som kan hjelpe dem)*

24. *(Thea overtar musen og leter i «Glider» gruppen)*

25. Anders: hvordan sjekker vi et svar? *(Han skriver i kommandolinja «Sjekk svar» og en Glider med navn «Sjekk svar» blir lager)*

26. Anders: Er Glider riktig? *(Han får svaret «nei» fra noen i klassen og sletter glideren igjen)*

27. *Thea spør Dan:* Hvordan sjekker vi svaret?

28. Dan: Det finnes et verktøy som kan hjelpe dere.

29. Thea: Ok… Den *(hun peker med musen på «normal linje» verktøy og åpner undergruppen*

30. Anders: Nei, det er ikke der.

31. *Thea leter i undergruppene til andre verktøyene*

32. Mads: Der, gå tilbake. Skjæring mellom to objekt.

33. *(Thea velger verktøyet «Skjæring mellom to objekt» og punkt E (0, 0) blir laget med verktøyet. Tidspunkt 15:40)*

Oppgave 4:

18:00

34. *Thea leser oppgave 4a høyt*

35. *Thea beveger muset på algebrafeltet og linjestykkene a og b som er vist med a=3 og b=3*

36. Thea: AB ganger BD.

37. *Mads skriver AB*BD i kommandolinjen og det kommer j=9 i algebrafeltet*

38. Thea: Ja.

39. Mads: j er lik 9. Er det riktig?

40. Thea: Det får være sånn.

41. *Mads leser oppgave 4b høyt*

42. Thea: Det er jo det her. *Hun beveger musen over linje CD og AC i grafikkfeltet*

43. Mads: Men vi må jo måle.

44. Thea: Jeg aner ikke hvordan jeg skal gjøre det på det her.

45. *Gruppen tenker uten å si noe i flere sekunder*

46. Thea: Puh. Sjekk svaret ved hjelp av GGB. Hvis vi gjør sånn her. O er lik AB pluss BD pluss CD pluss AC. (*Hun skriver «O=AB+BD+CD+AC» i kommandolinjen)*. Å, CE, nei, det her blir feil. Vi begynner på nytt. (*Hun sletter kommandoen i kommandolinjen)*. O er

lik AB pluss CD pluss AC pluss CE. (*Hun skriver «O=AB+CD+AC+CE» i kommandofeltet).*

47. Thea: Det finnes ikke noen omkrets her, så vi tar dette bort igjen (*Hun sletter «O=» men lar resten av ligningen stå*).

48. Mads: Og så lik. (*Mads setter til slutten av ligningen inn: «=7» og trykker enter)*

49. Thea: Nei.

50. Det kommer feilmeldingen: «Du satt inn noe ugyldig»

51. Thea prøver å rette kommandoen, men får frem «Celle» kommandoen

52. Mads: Nei, det her blir noe dritt.

53. Thea sletter «Celle» kommandoen i formelen og retter på det slik at det kun står: «AB+CD+AC+CE» i kommandolinjen og trykker enter.

54. Det kommer tallet «k=11.5» i algebrafeltet

55. Thea mumler noe om å dele det nå. Det er ikke mulig å høre hva hun nøyaktig sier

56. Gruppen avslutter oppgaven og fortsetter med neste oppgave

Oppgave 4b

24:30

57. Dan: Kom dere frem på noe svar?

58. Mads: Ja det er 9

59. Dan: Nei det skulle jo være 3.

60. Mads: Ser her. AB (*Han skriver AB i kommandolinja uten å trykke enter*)

61. Thea: Nei men nå har vi ikke E *(punkt E ble fjerne for å løse oppgave 5)*

62. Mads: Det er riktig

63. Dan: Men dere fikk jo svaret 9

64. Thea: Ja men det er omkretsen av ABCD

65. Dan: Hva hvis jeg sier at dere har svaret allerede stående der. Dere må bare finne ut hvor det er.

66. Mads: Da plusser vi de (*Han peker med muset på Punkt A og B i algebrafeltet)*

67. Dan: Dere trenger ikke å regne ut noe. Svaret står der

68. Mads: Hva faen er dette

69. Thea ler

70. Thea: Men det står ikke noe 9 et sted?

71. Mads: Der. Linjestykke a, b, c, d.

72. Thea: Ja men det står ikke 9 arealet av denne figuren. Det blir feil
73. Dan: Men vi snakker jo nå om linjestykkene og ikke arealet.
74. Mads: Linjestykke a er 3cm. b er 3. c er 3. d er 3. g er 1,5. h er 1 og i er 1,5
75. Dan: Hvor er a?
76. Mads: a er der. (*Han peker på punktet A med fingeren på skjermen)*
77. Dan: Det er punktet A, men linjestykke a? Med liten a
78. Mads: Ehm. Jeg skjønner det ikke
79. Thea: Vi tok jeg vekk det spisset taket der
80. Dan: Mh. Det linjestykke a betyr at det er linjen her. Mellom A og B (*Dan peker på linjestykke a)*
81. Thea: Ok
82. Dan: Og det er 3 enheter lang. Da kan dere prøver det med punkt E igjen og får svaret til alle linjene
83. Mads: Ok
84. *Gruppen fjerne buen CD og prøver å lage punktet E (2.5, 6) igjen*
85. *Gruppen lager først punktet E (2.31, 6.13)*
86. Anders: Kan vi ikke bare trykke der og skrive inn (*Han peker på algebrafeltet)*
87. Thea: Ja da gjør vi det da
88. *Mads dobbeltklikke på punkt E i algebrafeltet og skriver «2,5,6» som koordinater for punktet og trykker enter*
89. *Det kommer feilmeldingen «Ulovlig Boolsk operasjon. 5 Λ 6»*
90. Mads: ulovlig boolsk operasjon (*Han trykker OK og fjerner feilmeldingen med det)*
91. Thea: Men da driter vi i det
92. *Thea dra punktet E manuelt på posisjon (2.5, 6)*
93. *Gruppen har forandrer på figuren slik at det er samme figuren som de skal bruke i oppgave 4b. Transkriberingen begynner ved tidspunkt 30:30 igjen*
94. Thea: Ok da har vi det (*Hun beveger muset på linjestykke e)*. Da har vi e som er 2,5. a er 3. 2,5 pluss 3 pluss 3 pluss 3 er 11,5. Da hadde vi det jo egentlig riktig.
95. Mads og Anders: Mh
96. *Gruppen avslutter oppgaven*

Gruppe 3:

Oppgave 3:

10:00

1. Peder: Da går det gjennom dette punktet origo, ikke sant?
2. *(Marius leser oppgaven på nytt)*
3. Peder: Vi skal sjekke svaret med GGB
4. *(Tina lager et punkt E (0, 0) med «Nytt punkt»-verktøyet)*
5. Tina: Nå har vi et punkt midt i der. Skal jeg fjerne det? *(Hun peker med musen på punkt E i algebrafeltet)*
6. Tina: Det står skjæringspunkt mellom a,b.
7. Marius: Ja, da stemmer det.

Oppgave 4:

15:30

8. *Marius leser oppgaven 4 a) høyt*
9. Marius: Nå må vi sikkert ha regneark.
10. Tina: Ja.
11. *Tina åpner regnearkvinduet*
12. Tina: Ja, den skal vi bruke for å bestemme lengden. Areal.
13. Peder: Hvor lenge er sidene?
14. Tina: Da blir det AB…. Ja… B ganger BD.
15. Peder: Nei, a ganger d. Tror jeg det var. Var det ikke bare å gange to punkter? Ehm, to sider?
16. Tina: Jo, det er lengde ganger bredde.
17. Peder: Da er det a ganger d eller a ganger b hvis du vil.
18. Marius: Da er det fire ganger fire.
19. Tina: Nei. *(Hun beveger musen til regnearket)*
20. Tina: Kan du ikke bare skrive det inn?
21. *Elevene diskuterer hvilket symbol de skal bruke for å gange to tall*
22. Peder: Jeg tror det er sånn. *(Han skriver a*b i feltet A1 i regnearket. Det blir gjort om automatisk til tallet 9)*
23. Tina og Peder: 9
24. Marius: Er det svaret?
25. Peder: Ja er det ikke arealet til denne firkanten?

26. Tina: Hvis du bare ganger a b sammen?

27. Peder: Arealet er jo bare det. Lengde ganger bredde.

28. Tina: jeg tenkte jo at vi ganger det med det *(Hun peker på skjermen, men det er uklart hva hun peker på)*

29. Peder: Jo men det er jo akkurat det vi gjorde

30. Tina: Jaaa

31. Peder: Ok hvor langt er linjen AB? Kan vi bare skrive ab og ser hva som skjer? (*Han skriver «ab» i A2 feltet i regnearket. Det blir automatisk gjort om til tallet 9)*

32. Marius: Nei det er a ganger b

33. Marius: Hva med hvis vi bare skrive *(Det er ikke mulig å høre hva han sier pga støy i klasserommet)*. Det skulle jo være tre, siden tre ganger tre er ni.

34. Peder: Du er smart

35. Marius: Nei nei det er feil. Hvor langt er CE?

36. *Gruppen mumler forskjellige ting som ikke er mulig å forstår*

37. Marius: Her står det jo *(Han peker med muset på algebrafeltet*).

38. Peder: Det er 3

39. Marius: CE. Hvor lang er den?

40. Peder: Den er 2,5

41. Marius: Ja

42. *Gruppen avslutter oppgaven*

Oppgave 6:

18:10

43. Tina: Sirkel i punkt 2, 2 og radius 3. Kanskje vi må sette punkt da.

44. Marius: Bruk den. *(Musen befinner seg på verktøyet «Sirkel definert ved sentrum og periferipunkt»)*

45. Peder: I 2,2. Var det det du sa?

46. Tina: Ja.

47. *Peder lager sentrumet til sirkelen i punkt A = (2, 2) og forandrer radien til sirkelen ved å bevege musen*

48. Marius: Og så må vi ha radius 3.

49. Peder: Sånn? (*Han beveger musen til punkt (0, 4) og øker dermed radien til sirkelen på cirka 3, men uten å klikke. Elevene har ikke mulighet til å se hva radien er, bortsett fra øyemål)*

50. Tina: Hvis radiusen skal være tre, hvorfor skal den være på fem da?

51. Peder: Det skal ikke være sånn da? (*Han minsker sirkelen til cirka radius 1)*

52. Marius: Nei, vi må se om det skal være 3 cm i radiusen eller i punktet.

53. Tina: Å ja.

54. Peder: Vent, vi lager bare en sirkel og så ser vi om vi kan se radiusen da. Sånn.

55. *Tina definerer størrelsen til sirkelen ved å lage punkt B = (5.44, 1.06) som ligger på sirkelen. Det vises kjeglesnittet c: (x-2)^2 + (y-2)^2 = 12.72*

56. Peder: Er det radiusen? *(Han peker med musen på 12.72)*

57. Marius: Nei, det er omkretsen.

58. *Peder prøver å flytte på punkt B men har fremdeles valgt sirkel verktøyet og lager dermed en ny sirkel med sentrum i punkt B. Han prøver å fjerne det og sletter dermed alle sirklene i grafikkfeltet. Tina retter det opp ved å bruke «Angre» knappen.*

59. *Peder åpner undergruppen for sirkelverktøyene*

60. Peder: Sirkel ved definert sentrum og radius. Vi ta den istedenfor. *(Han sletter alle figurene i grafikkfeltet og lager en sirkel med radius 3 og sentrum i (2, 2) med verktøyet «Sirkel ved definert sentrum og radius»)*

61. *Gruppen avslutter oppgaven*

Elevene er ferdig med alle oppgavene og utforsker GGB uten faste instruksjoner fra læreren

26:30

62. Tina: Prøv å gå på vis.

63. *Peder åpner grafikkfelt 3D*

64. Tina: Oj.

65. Peder: Oj, sånn ja. Det har jeg prøvd før.

66. Tina: Så jævelig kult.

67. *Peder lager punktet A = (0, 0, 2) i grafikkfelt 3D. Punktet blir ikke vist i det vanlige grafikkfeltet*

68. Peder: Hva gjør jeg nå? (*Han lager et punkt B i det vanlige grafikkfeltet, som blir vist i grafikkfeltet 3D på x,y-planen. Han flytter punktet i grafikkfelt 3D og punktet beveger seg tilsvarende i det vanlige grafikkfeltet. Punktet er festet i x,y-planen)*

69. Tina: Å. Så det viser deg den nøyaktige posisjonen til punktet.

70. Peder: Ja, så når du gjør derifra så går det sånn. (*Han beveger punktet i grafikkfelt 3D for å vise det og beveger koordinatsystemet for å vise det fra en annen synsvinkel)*

71. Marius: Å, så den aksen her gjør det 3D.

72. *Peder dobbeltklikker på punkt B og forandrer koordinatene til B = (4, 65, 1)*

73. Peder: Jeg vet ikke hva det gjør (*etter han skrev 1 som z-koordinat).*

74. *Punktet B er ikke lenger synlig på det vanlige grafikkfeltet og ikke heller på grafikkfelt 3D, siden aksene viser kun til intervallet [-4 , 4]] på x- og y-aksen og intervallet [-6 , 6] på z-aksen*

75. Peder: Hæ?

76. Marius: Prøv å zoom ut.

77. *Peder zoomer ut i grafikkfelt 3D til punkt B blir synlig*

78. Gruppen: Der ja.

79. *Peder zoomer ut i vanlige grafikkfeltet til x-aksen går fra -2500 til 3000 og y-aksen fra -2000 til 3000*

80. Tina: Hvis du zoomer inn til 50 tallet.

81. Peder: Men der er det jo null. (*Han peker med musen på origo i vanlige grafikkfeltet)* Jeg satt han på en. Hvor er en tallet?

82. Marius: Å ja, han er den veien der. (*Han viser noe på skjermen men det er ikke mulig hva han viser på opptaket*)

83. Peder: Hvis vi går på egenskaper og setter han på null. (*Han åpner egenskapene til punkt B og forandrer koordinatene til B = (4, 65, 0))*

84. Peder: Da skal han komme her. (*Punkt B vises på vanlige grafikkfeltet)*

Gruppe 4:

Oppgave 1:

3:00

1. Georg: Mh cirka sånn. *(han setter punkt E på (2.2 , 5.96)*
2. *(Marte og Sandra ser enig ut)*
3. *(Gruppen fortsetter med å lage linjene)*

4:40

4. Dan: Hvilket punkt stemmer ikke?
5. Sandra: E. Det skulle være sånn i midten, men det er skeivt nå.
6. Dan: Hvor er det nå?
7. *Gruppen tenker i noen sekunder*
8. Sandra: Å, det er på 2,2 og 5,96.

9. *(Georg flytter punkt E og dobbeltklikker på punktet. «Omdefiner» vinduet for punkter kommer opp)*

10. Sandra: Oh. Kan vi endre det sånn?

11. (*Georg sletter koordinatene i vinduet og skriver «(2.5 6)»)*

12. *(Etter en feilmelding som blir trykket bort av elevene med en gang, kommer Glider E i det høyre hjørnet av grafikkfeltet)*

13. Georg: Skal vi begynne på nytt? *(Gruppen bestemmer seg for å slette alt og begynner på nytt)*

Oppgave 3

24:00

14. *Georg leter først i verktøylinjen men åpner ikke undergruppene og så i menylinjen. Han prøver forskjellige instrumenter i menylinjen uten suksess.)*

15. Georg: Er det det vi skal lete? *(Han peker på menylinjen)*

16. Dan: Nei dere trenger et verktøy.

17. Sandra: Men det er ingen verktøy med det der.

18. Georg: Er det den? (*Han velger «Speil objekt om linje»-verktøyet)*

19. Dan: Det finnes forskjellige muligheter for de verktøyene.

20. Marte: Oh kan en det?

21. Georg: Den der? *(Han velger «skjæring mellom to objekt»*-erktøyet

Vedlegg 3: Mal for samtykkeerklæring for elever og foresatte

Til elever og foresatte i klasse «navn» ved «navn» skole.

Forespørsel om tillatelse til undersøkelse og observasjon av elever og intervju av læreren i forbindelse med en masteroppgave.

Jeg er en masterstudent i matematikkdidaktikk ved Universitetet i Agder. Våren 2016 skal jeg fullføre dette studiet ved å skrive en masteroppgave. I denne sammenhengen ønsker jeg å samle inn datamateriale i klassen «navn».

Temaet er digitale hjelpemidler i matematikkundervisningen med fokus på brukergrensesnitt (user-interface). Jeg er interessert i å finne ut hvordan elevene bruker forskjellige funksjoner (Menyer, knapper, innstillinger, grafer, osv.) i programmet GGB.

For å få best mulig datamaterialet til analysen ønsker jeg å ta opp med video, ansiktet og lyden til 3-4 elevgrupper når de bruker programmet i 3-4 skoletimer. Opptak av ansiktet er viktig for å analysere hvor på skjermen elevene ser og hvordan potensialet til programmet blir brukt. I sammenheng med dette bil i noen tilfeller jeg spørre elevene hva de tenker og hvorfor de bestemte seg til å bruke deres løsningsvei. Dette skal skjer i vanlige matematikkundervisningen slik at elevene ikke må bruke ekstra tid eller går glipp av vanlig undervisningstimer. Alle elever i klassen skal gjøre de samme oppgavene, men de som delta på undersøkelse kommer til å være i et separat rom.

Det er frivillig å være med og eleven har mulighet til å trekke seg når som helst underveis, uten å måtte begrunne dette nærmere.

Elever som ikke ønsker å være på undersøkelsen, kan delta som vanlig på undervisningen og vil ikke blir påvirker av undersøkelsen min.

Alt datamateriale behandles konfidensielt, og ved prosjektslutt juni 2017 vil lyd- og bildeopptak slettes, og det øvrige datamaterialet anonymiseres. Studien er meldt til Personvernombudet for forskning, Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD).

Jeg minner på at dette er frivillig og deltakelsen har ikke noe å si for deres forhold til skolen, men jeg håper at dere finner dette interessant og ønsker å bli med på min forskning.

Hvis du godkjenner at barnet ditt blir med på dette, vennligst skriv under samtykkeerklæringen på neste side og lever den til læreren.

Dersom du har noen spørsmål kan du kontakte meg på telefon eller e-post. Min veileder, Anne Berit Fuglestad ved UiA, kan også kontaktes på anne.b.fuglestad@uia.no.

På forhånd takk!

Med vennlig hilsen

Dan Emanuel Olsen Bartholomay

Kaserneveien 18 101B

4630 Kristiansand

Mob: 913 57 694

E-post: dan.bartholomay@gmail.com

Svarslipp

Denne siden returneres til «Læreren» eller Dan Bartholomay

(Det er også mulig å svare på SMS eller epost med navn til eleven og teksten som står nedenfor.)

Samtykke

Jeg har lest og forstått informasjonen over og gir min samtykke til at mitt barn kan delta i dette forskningsprosjektet.

Dato Sted

____

Signatur foresatt

____

Vedlegg 4: Mal for samtykkeerklæring for skolens ledelse

Samtykkeerklæring til ledelsen

Til ledelsen ved «navn» skole.

Forespørsel om tillatelse til undersøkelse og observasjon av elever og intervju av læreren i forbindelse med en masteroppgave.

Jeg er en masterstudent i matematikkdidaktikk ved Universitetet i Agder. Våren 2016 skal jeg fullføre dette studiet ved å skrive en masteroppgave. I denne sammenhengen ønsker jeg å samle inn datamateriale i klassen «navn».

Temaet er digitale hjelpemidler i matematikkundervisningen med fokus på brukergrensesnitt (user-interface). Jeg er interessert i å finne ut hvordan elevene bruker forskjellige funksjoner (Menyer, knapper, innstillinger, grafer, osv.) i programmet GGB.

For å få best mulig datamateriale til analysen ønsker jeg å ta opp på video, ansiktet og lyden til 3-4 elevgrupper når de bruker programmet i 3-4 skoletimer. Opptak av ansiktet er viktig for å analysere hvor på skjermen elevene ser og hvordan potensialet til programmet blir brukt. I sammenheng med dette skal jeg i noen tilfeller spørre elevene hva de tenker og hvorfor de bestemte seg til å bruke deres løsningsvei. Dette skal skje i den vanlige matematikkundervisningen slik at elevene ikke må bruke ekstra tid eller går glipp av vanlig undervisningstimer. Alle elever i klassen skal gjøre de samme oppgavene, men de som delta på undersøkelse kommer til å være i et separat rom.

Det er frivillig å være med og eleven har mulighet til å trekke seg når som helst underveis, uten å måtte begrunne dette nærmere.

Elever som ikke ønsker å være på undersøkelsen, kan som vanlig delta på undervisningen og skal ikke blir påvirker av undersøkelsen min.

I tillegg ønsker jeg gjennomføre 2 intervjuer med læreren om elevens bruk med digitale hjelpemidler og som skal bli brukt til undersøkelsen.

Alt datamateriale behandles konfidensielt, og ved prosjektslutt juni 2017 vil lyd- og bildeopptak slettes, og det øvrige datamaterialet anonymiseres. Studien er meldt til Personvernombudet for forskning, Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD).

Jeg minner på at dette er frivillig og håper at dere finner dette interessant og ønsker å bli med på min forskning.

Hvis du godkjenner at skolen din blir med på dette, vennligst skriv under samtykkeerklæringen på neste side og lever den til meg. (Elever og lærere skal også gi deres tillatelse)

Dersom du har noen spørsmål kan du kontakte meg på telefon eller e-post. Min veileder, Anne Berit Fuglestad ved UiA, kan også kontaktes på anne.b.fuglestad@uia.no.

På forhånd takk!

Med vennlig hilsen

Dan Emanuel Olsen Bartholomay

Kaserneveien 18 101B

4630 Kristiansand

Mob: 913 57 694

E-post: dan.bartholomay@gmail.com

Svarslipp

Denne siden returneres til

(Det er også mulig å svare på SMS eller epost med navn til eleven og teksten som står nedenfor.)

Samtykke

Jeg har lest og forstått informasjonen over og gir min samtykke til at Dan Bartholomay samler inn datamaterial til dette forskningsprosjektet på «navn» skole.

Dato Sted

____

Signatur

____

Vedlegg 5: Mal for samtykkeerklæring for læreren

Samtykkeerklæring til læreren

Til læreren i klasse «navn» ved «Navn» skole.

Forespørsel om tillatelse til undersøkelse og observasjon av elever og intervju av læreren i forbindelse med en masteroppgave.

Jeg er en masterstudent i matematikkdidaktikk ved Universitetet i Agder. Våren 2016 skal jeg fullføre dette studiet ved å skrive en masteroppgave. I denne sammenhengen ønsker jeg å samle inn datamateriale i klassen «Navn».

Temaet er digitale hjelpemidler i matematikkundervisningen med fokus på brukergrensesnitt (user-interface). Jeg er interessert i å finne ut hvordan elevene bruker forskjellige funksjoner (Menyer, knapper, instillinger, grafer, osv.) i programmet GGB.

For å få best mulig datamaterialet til analysen ønsker jeg å ta opp på video, ansiktet og lyden til 3-4 elevgrupper når de bruker programmet i 3-4 skoletimer. Opptak av ansiktet er viktig for å analysere hvor på skjermen elevene ser og hvordan potensialet til programmet blir brukt. I sammenheng med dette vil jeg i noen tilfeller spørre elevene hva de tenker og hvorfor de bestemte seg til å bruke deres løsningsvei. Dette skal skje i den vanlige matematikkundervisningen slik at elevene ikke må bruke ekstra tid eller går glipp av vanlig undervisningstimer. Alle elever i klassen skal gjøre de samme oppgavene, men de som delta på undersøkelse kommer til å være i et separat rom.

Det er frivillig å være med og eleven har mulighet til å trekke seg når som helst underveis, uten å måtte begrunne dette nærmere.

Elever som ikke ønsker å være på undersøkelsen, kan som vanlig delta på undervisningen og skal ikke blir påvirker av undersøkelsen min.

I tillegg ønsker jeg å gjennomføre 2 intervjuer med læreren om elevens bruk med digitale hjelpemidler og som skal bli brukt til undersøkelsen. Jeg ønsker å ta lydopptak av intervjuene. Læreren skal ikke direkte observeres i undervisningen. Hovedfokuset ligger på elevens bruk av digitale hjelpemidler og intervjuene med læreren skal kun hjelpe meg å analysere dette.

Alt datamateriale behandles konfidensielt, og ved prosjektslutt juni 2017 vil lyd- og bildeopptak slettes, og det øvrige datamaterialet anonymiseres. Studien er meldt til Personvernombudet for forskning, Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD).

Jeg minner på at deltakelsen er frivillig. Hvis du godkjenner at du blir med på dette, vennligst skriv under samtykkeerklæringen på neste side og lever den til Dan.

Dersom du har noen spørsmål kan du kontakte meg på telefon eller e-post. Min veileder, Anne Berit Fuglestad ved UiA, kan også kontaktes på anne.b.fuglestad@uia.no.

På forhånd takk!

Med vennlig hilsen

Dan Emanuel Olsen Bartholomay

Kaserneveien 18 101B

4630 Kristiansand

Mob: 913 57 694

E-post: dan.bartholomay@gmail.com

Svarslipp

Denne siden returneres til Dan

(Det er også mulig å svare på SMS eller epost med navn til eleven og teksten som står nedenfor.)

Samtykke

Jeg har lest og forstått informasjonen over og gir min samtykke til jeg delta i dette forskningsprosjektet.

Dato Sted

____

Signatur

____