

Et introduksjonskurs til GeoGebra

En designstudie av introduksjonskurset
med fokus på å lære å bruke
i 1T i videregående skole

Hege Aamdal Rislåa

Veileder

Pauline Vos

*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.*

Forord

Arbeidet med denne masteroppgaven har vært en spennende og lærerik prosess. Jeg har aldri tidligere skrevet en oppgave av tilsvarende størrelse, og jeg kan ikke legge skjul på at det også til tider har vært krevende. Jeg har lært mye om forskningsbasert arbeid, det har vært interessant å se på hva annen forskning sier om ulike aspekter ved læring og undervisning. Spesielt spennende synes jeg det har vært å få anledning til å sette meg inn i et tema som har opptatt både meg selv og mine kolleger stadig mer de senere årene.

Jeg har ikke klart dette helt alene, det er flere som fortjener en takk for god innsats.

Først vil jeg rette en stor takk til min veileder, professor Pauline Vos. Hun har vært en stor inspirasjon og hun har hele veien motivert meg og kommet med konstruktive tilbakemeldinger.

Jeg må takke min arbeidsgiver, Vest Agder Fylkeskommune, for støtte og tilrettelegging slik at jeg fikk anledning til å gjennomføre denne etterutdanningen.

Jeg må også takke alle mine gode kolleger som har kommet med innspill til studien. Takk til dere som deltok i prosjektet ved å gjennomføre introduksjonskurset og spørreundersøkelsen i sine klasser, for konstruktive tilbakemeldinger i utviklingsfasen og underveis i gjennomføringen. Takk til dere som var villig til å stille opp i intervju.

Alle elevene som har vært villige til å delta, både i pilotprosjekt og i hovedprosjekt, ved å bli observert med lydopptak, stille til intervju og delta i spørreundersøkelse fortjener også en stor takk. Uten dere hadde denne studien ikke vært mulig å gjennomføre.

Til slutt må jeg også takke familien min, som har støttet meg og vist stor tålmodighet gjennom disse to årene. Spesielt takk til jentene mine som også deltok i det første pilotforsøket.

Sammendrag

I løpet av tiden jeg har jobbet som lærer har jeg observert en endring i fokus på bruk av hjelpemidler i matematikkundervisningen. Fra og med våren 2015 stilles det nye krav til bruk av digitale hjelpemidler til eksamen i matematikk i videregående skole. Dette medfører at vi som lærere må være enda mer bevisst på hvordan vi best kan hjelpe elevene våre til å mestre hjelpemidlene samtidig som de utvikler forståelse for matematikken.

Målet med mitt studie var å finne en god måte å introdusere og bruke GeoGebra (en programvare med muligheter for dynamisk geometri, plotting av funksjoner og CAS), for elever på 11. trinn. Introduksjonen skulle være slik at den kunne hjelpe elevene til å ta *eierskap* til GeoGebra som verktøy. For å analysere hvordan elevene kan lære å bruke verktøyet effektivt, har jeg valgt *instrumental genesis* som teoretisk ramme for mitt studie. Man må *lære å bruke* (instrumentering) før man kan *bruke for å lære* (instrumentalisering). Jeg har derfor utviklet og gjennomført et introduksjonskurs til GeoGebra med fokus på *å lære å bruke* verktøyet, for at elevene skulle bli trygge på å bruke verktøyet.

Mine forskningsspørsmål var følgende:

- 1) Hvordan opplever elevene nytten av et introduksjonskurs I GeoGebra som har fokus på *å lære å bruke*?
- 2) Hvilken effekt har et kurs som har fokus på *å lære å bruke* på elevenes
 - a. Tekniske ferdigheter
 - b. Personlige aspekter
- 3) Hvordan kan et introduksjonskurs I GeoGebra med fokus på *å lære å bruke* hjelpe elevene til å ta eierskap I GeoGebra som verktøy?

Jeg har gjennomført en designstudie, hvor jeg har utviklet et introduksjonskurs til GeoGebra med fokus på *å lære å bruke* verktøyet. Introduksjonskurset består av fire leksjoner. Utviklingsprosessen var syklisk med tre runder: en første prototype hvor jeg fikk tilbakemeldinger fra mine egne barn; en andre prototype gjennomført på skolen hvor jeg jobber med en pilotgruppe. Tredje versjon av introduksjonskurset ble brukt i hovedstudien. Hovedstudien ble gjennomført med omtrent 200 elever fordelt på 9 klasser ved en videregående skole i Kristiansand, fra september til oktober 2015. Den ene av klassene var min egen.

For å øke resultatenes troverdighet, har jeg benyttet ulike kvalitative metoder for å samle data i forbindelse med de fire leksjonene.

- Feltnotater, en observasjonsrapport og lydopptak fra min egen klasse (27 elever).
- Elevenes innleverte oppgaver (27 elever).
- Spørreundersøkelse på elevenes evaluering av kurset (ca.160 elever).
- Et fokusgruppeintervju med 5 elever.
- Et fokusgruppeintervju med 4 lærere som gjennomførte kurset med sin klasse.

Data ble analysert med hensyn på brukbarhet, tekniske ferdigheter, personlige aspekter og eierskap. Resultatene viser at elevene likte denne måten å introdusere GeoGebra på og de viste motivasjon til å utforske programmet. De ble godt kjent med brukergrensesnittet i GeoGebra og mange viktige verktøyknapper og funksjoner. Elevene viste tegn til at de begynner å bli trygge på å ta i bruk verktøyet, og de har fått et godt utgangspunkt for prosessen med å ta eierskap i GeoGebra som verktøy. Selv om elevene gav uttrykk for at de var litt usikre på nytteverdien med tanke på faget IT, uttrykte lærerne klart at introduksjonskurset var nyttig, og skapte et grunnlag for at GeoGebra senere kan bli et verktøy til å bruke for å lære matematikk.

Summary

As a teacher, I have observed over the past years a change in focus on the use of tools in the teaching of mathematics. Starting in spring 2015 the use of digital tools by students will be a requirement in the examinations in mathematics at high school level. This means that teachers must be even more aware of how we can best help our students to master the use of such tools while refining their understanding of mathematics.

The aim of my study was to find a way to introduce *GeoGebra* (a mathematical tool with options for dynamic geometry, for plotting functions, and for CAS) to students in grade 11. The introduction should be such that the students would take *ownership* of GeoGebra as a tool. To analyze how students can learn to use a tool effectively, I have chosen *instrumental genesis* as a theoretical framework for my study. Instrumental genesis is the process that makes available technology a powerful and effective tool. One must *learn to use* (instrumentation) before one can *use to learn* (instrumentalisation). Therefore, I developed and studied an introductory course on GeoGebra focusing on *learning how to use* the tool, in such a way that the students would become confident in using the tool.

My research questions were the following:

- 1) How do the students experience the usefulness of an introductory course on GeoGebra with a focus on *learn to use*?
- 2) What effect does a course that focuses on *learn to use* have on the students' technical skills and on personal aspects?
- 3) How can an introductory course on GeoGebra with a focus on *learn to use* assist students in taking ownership over GeoGebra as a tool?

I have completed a Design Research, in which I developed an introductory course in GeoGebra focusing on *learning how to use* the tool, consisting of four lessons. The design approach was cyclic with three iterations: a first prototype received feedback from my own children; a second prototype was tested at my school with a pilot group. The third version of the material for the introductory course was used in the main study. The main study was carried out with approximately 200 grade 11 students (9 classes) at a secondary school in Kristiansand between September and October 2015. One class was my own.

To increase the credibility of the results I have used a variety of qualitative methods to collect data during and after the four lessons:

- Field notes, an observation report and audio recordings from my own class (27 students).
- Students' hand-in work on assignments (27 students).
- A survey on students' evaluation of the course (approximately 160 students).
- A focus group interview with 5 students .
- A focus group interview with 4 teachers who implemented the course with their class.

All data were analyzed on usefulness, technical skills, personal aspects and ownership.

The results show that pupils appreciated the introduction with an emphasis on *learn to use* GeoGebra. Many of the students showed motivation to explore the tool. They became familiar with the user interface and many important features and buttons. There was evidence that the students started to become confident to adopt the tool, and they started the process of taking ownership over GeoGebra as a tool. Although the students said that they were uncertain of the usefulness, their teachers expressed clearly that the introduction course was useful, creating a basis so that GeoGebra can later become a tool to use for learning mathematics.

Innhold

1	Innledning	1
1.1	Bakgrunn for studiet	1
1.2	Eksamenskrav i matematikk i videregående skole	2
1.3	Mål, problemstilling og forskningsspørsmål	4
1.4	Avgrensing av oppgaven	5
1.5	Oppbygging av oppgaven	6
2	GeoGebra	7
2.1	Kompetansemålene.....	7
2.2	Brukergrensesnittet i GeoGebra	8
2.3	Evaluerings av eksisterende introduksjon til GeoGebra	11
3	Teoretisk perspektiv	17
3.1	Sosiokulturell læringsteori.....	17
3.2	Instrumental genesis	17
3.2.1	Integrering av IKT i matematikkundervisningen	18
3.2.2	Instrumental genesis	19
3.3	Motivasjon og nytteverdi.....	20
3.4	Bedre matematikkforståelse og oversikt i faget	22
3.4.1	Representasjoner	22
3.4.2	Forståelse av sammenhenger i matematikkfaget.....	23
3.5	GeoGebra /CAS som fasit	24
3.6	Forskningsspørsmål	25
4	Metode	27
4.1	Designstudie	27
4.2	Introduksjonskurset	29
4.2.1	Forarbeid	29
4.2.2	Leksjon 1: Lag et fyrverkeri med GeoGebra.	29
4.2.3	Leksjon 2: <i>Halloween</i> med GeoGebra	31
4.2.4	Leksjon 3: Utforske, bli kjent med GeoGebra	32
4.2.1	Leksjon 4: GeoGebra og CAS i matematikkundervisningen – og veien videre	35
4.3	Gjennomføring og resultat av pilotstudier	36
4.3.1	Første runde.....	36

4.3.2	Andre runde - pilotprosjekt	36
4.4	Deltakere hovedprosjekt	38
4.5	Metoder for datainnsamling	39
4.5.1	Observasjoner og lydopptak	39
4.5.2	Innsamling av elevenes arbeider og rapporter	39
4.5.3	Spørreundersøkelse	40
4.5.4	Intervju – fokusgruppe	40
4.5.5	Intervju – fokusgruppe med lærere	41
4.5.6	Oversikt over metoder	41
4.5.7	Mine roller	42
5	Resultater	43
5.1	Rapport fra leksjonene	43
5.1.1	Første leksjon	43
5.1.2	Andre leksjon	44
5.1.3	Tredje leksjon	48
5.1.4	Fjerde leksjon	51
5.1.5	Konklusjoner fra observasjoner og lydopptak i leksjonene	52
5.2	Innsamlede arbeider og rapporter	52
5.2.1	Leksjon 1 – Fyrverkeri	53
5.2.2	Leksjon 2 – Halloween	53
5.2.3	Leksjon 3 – Utforsking	54
5.2.4	Liste over kommandoer	56
5.2.5	Konklusjoner fra innsamlede arbeider og rapporter	57
5.3	Spørreundersøkelse	58
5.3.1	Resultater av graderingsspørsmålene	58
5.3.2	Resultater av graderingsspørsmålene	60
5.3.3	Konklusjoner fra spørreundersøkelsen	61
5.4	Intervju fokusgruppe – elever	62
5.4.1	Resultater fra intervju med elever	62
5.4.2	Konklusjon fra intervju med elever	66
5.5	Intervju fokusgruppe – lærere	67
5.5.1	Resultat av intervju med lærerne	67
5.5.2	Konklusjon av intervju med kollegaer	69
6	Diskusjon og konklusjon	71

6.1	Hvordan opplever elevene nytten av introduksjonskurset?	71
6.1.1	Viktighetsverdi	71
6.1.2	Egenverdi	72
6.1.3	Brukbarhetsverdi	72
6.1.4	Konklusjon – nytteverdi	72
6.2	Introduksjonskursets effekt på elevenes utvikling i bruk av GeoGebra og CAS	73
6.2.1	Tekniske ferdigheter, (punkt 1)	73
6.2.2	Personlige aspekter, (punkt 4)	73
6.2.3	Konklusjon – elevenes utvikling i bruk av GeoGebra og CAS	74
6.3	Har introduksjonskurset hjulpet elevene å ta eierskap i GeoGebra som verktøy?	74
6.3.1	Programsyntaks	74
6.3.2	Forstå sammenhenger	75
6.3.3	Problemløsning	75
6.3.4	Selvevaluering	75
6.3.5	Konklusjon – eierskap	75
6.4	Tilleggsresultater	76
6.4.1	Samarbeid	76
6.4.2	Tilbakemeldinger	76
6.4.3	Bedre matematikkforståelse	76
7	Kritiske vurderinger, implikasjoner, anbefalinger og personlige betraktninger	79
7.1	Kritiske vurderinger	79
7.2	Pedagogiske implikasjoner	80
7.3	Videre forskning / anbefalinger	81
7.4	Personlige betraktninger	81
8	Referanser	83
9	Vedlegg	85
9.1	Vedlegg A: Godkjenning fra NSD	85
9.2	Vedlegg B: Informasjonsskriv til elever	90
9.3	Vedlegg C: Introduksjonskurset	92
9.4	Vedlegg D: Spørreundersøkelse	107
9.5	Vedlegg E: Resultat av spørreundersøkelse	109
9.6	Vedlegg F: Transkripsjonsnøkkel	110
9.7	Vedlegg G: Feltnotat – leksjon 1	111

9.8	Vedlegg H: Rapport fra veileder – leksjon 1	112
9.9	Vedlegg I: Feltnotat og transkripsjon av lydopptak – leksjon 2.....	114
9.10	Vedlegg J: Feltnotat og transkripsjon av lydopptak – leksjon 3.....	122
9.11	Vedlegg K: Feltnotat – leksjon 4.....	133
9.12	Vedlegg L: Intervjuguide for fokusgruppe med elever	134
9.13	Vedlegg M: Intervju – fokusgruppe med elever.....	135
9.14	Vedlegg N: Intervjuguide for fokusgruppe med lærere.....	143
9.15	Vedlegg O: Intervju – fokusgruppe med lærere	144
9.16	Vedlegg P: Liste over kommandoer elevene har jobbet med.....	150
9.17	Vedlegg Q: Feltnotat – pilotprosjekt	153
9.18	Vedlegg R: Spørreundersøkelse – pilotprosjekt	154
9.19	Vedlegg S: Fokusgruppe – pilotprosjekt	156

1 Innledning

1.1 Bakgrunn for studiet

Jeg har jobbet som matematikklærer i over 20 år, de siste 17 i videregående skole. I løpet av denne tiden har matematikkfaget endret seg både i innhold og arbeidsmåter. Den justeringen som kanskje har fått størst konsekvenser er fokus på hjelpemidler. Spesielt har bruken av digitale hjelpemidler endret seg de siste 5 til 6 årene (Gjone, 2010).

Da jeg startet som matematikklærer for 20 år siden var det mest vanlig at elevene bare hadde en enkel kalkulator. Hjelpen var da begrenset til ren kalkulasjon, slik at elevene kunne klare å utføre noe vanskeligere beregninger. Senere ble det vanlig at man anbefalte elever å bruke grafisk kalkulator. Elevene kunne da bruke kalkulatoren til blant annet å tegne grafer og gjøre avlesinger. I besvarelser på prøver og eksamen måtte da elevene overføre grafen til papir ved for eksempel å bruke tabellfunksjonen på kalkulatoren for å finne punkter for så å tegne i koordinatsystem på papir. Dette var tidkrevende og resultatet ble ofte veldig varierende i nøyaktighet. Disse kalkulatorene var heller ikke spesielt brukervennlige. Elevene var avhengig av å kjenne til ofte komplisert syntaks for å få fram det de ønsket. De senere årene har det vært stor satsing på at alle elever i videregående skole skal disponere hver sin datamaskin. Det har da blitt aktuelt å benytte PC med programvare utviklet for bruk i matematikk i stedet for kalkulator. Programmene fikk stadig mer brukervennlig grensesnitt og det ble lettere å tolke resultater. Flere av disse programmene hadde også symbolregner (CAS). Med digital graftegner, CAS og tilgang til skriver kunne dette bli til stor hjelp og elevene kunne spare mye tid.

Det var imidlertid stor forskjell på hvor stort fokus bruk av digitale hjelpemidler fikk i undervisningen. Ifølge Drijvers, Doorman, Boon, Reed og Gravemeijer (2010) har det sammenheng med lærerens digitale kompetanse og holdninger til bruk av digitale hjelpemidler i matematikkundervisningen. Innføringen av digitale hjelpemidler skapte mye diskusjon i matematikkmiljøene både innad på skolene og mellom skoleslag. Lærere som var negative til dette kjørte gjerne en veldig instrumentell innføring, en minimumsvariant, andre hadde en mer aktiv bruk. Dette var veldig læreravhengig. Ulik praksis medførte at elevenes forutsetninger for å få et godt resultat til eksamen ble avhengig av om de var vant med å bruke digitale hjelpemidler.

Bakgrunnen for min interesse i dette emnet er spesielt knyttet til nye krav til bruk av digitale hjelpemidler til eksamen i matematikk i videregående skole fra våren 2015. Tidligere har elevene hatt mulighet til å bruke digitale hjelpemidler, men dette var ikke noe krav. Når det nå stilles krav til bruk av graftegner og CAS til eksamen, vil forskjellen bli enda større. Elever som ikke bruker digitale hjelpemidler vil i tillegg til at de bruker lengre tid og får et mer unøyaktig resultat, også få mindre uttelling for sin løsning (Utdanningsdirektoratet, 2015a).

Dette medfører at vi som lærere må være bevisst på hvordan vi best kan hjelpe elevene våre til å mestre hjelpemidlene samtidig som de utvikler forståelse for matematikken.

Det jeg mener har vært problemet med måten man tidligere har introdusert bruken av digitale hjelpemidler (i vårt tilfelle GeoGebra) er at elevene må lære å bruke verktøyet samtidig som de skal lære nye vanskelige emner i matematikk. De må *lære å bruke* samtidig som de skal *bruke for å lære*. De må altså klare å holde orden både på hvordan de bruker artefakten (GeoGebra) rent teknisk samtidig som de skal knytte det til ny kunnskap i matematikk. Dette er krevende, og min erfaring er at mange elever velger å la være å bruke GeoGebra hvis ikke de må. Det medfører at de ikke får nok mengdetrening til virkelig å bli kjent med verktøyet.

Vi må komme videre i integreringen av digitale verktøy i matematikkundervisningen slik at det ikke bare blir en minimumsvariant, men noe som aktivt brukes av elevene. Elevene må få en opplæring som gjør at de klarer å nyttiggjøre seg verktøyet i større grad enn i dag. Jeg ønsker å utarbeide et opplegg som introduserer GeoGebra og CAS på en måte som gjør at elevene blir mer selvstendige og kreative i bruken av hjelpemidlet i matematikkundervisningen.

1.2 Eksamenskrav i matematikk i videregående skole

Fra og med våren 2015 er det nye kriterier for bruk av digitale hjelpemidler til eksamen i matematikk i videregående skole. Dette kommer tydelig fram i eksamensveiledningen (Utdanningsdirektoratet, 2015a). Det er viktig at både lærere og elever setter seg godt inn i hva som kreves for at undervisningen og læringsarbeidet kan bli så bra som mulig og for at elevene skal få et godt resultat. Eksamen er organisert ulikt for de forskjellige fagkodene. Felles for alle fagkodene er at den er delt inn i en del uten hjelpemidler og en del med hjelpemidler. Det stilles ulike krav til bruk av digitale hjelpemidler, dette står i forhold til hva som er relevant i henhold til kompetansemålene i faget. For fagkoder med teoretisk matematikk og matematikk programfag er eksamen organisert som *figur 1.1* viser.

Eksamenskode	Krav til digitale verktøy på datamaskin i Del 2	Del 1 Uten hjelpemidler	Del 2 Alle hjelpemidler
MAT1013 Matematikk 1T MAT1017 Matematikk 2T MAT1010 Matematikk 2T-Y	1) CAS*	3 timer	2 timer
REA3022 Matematikk R1 REA3024 Matematikk R2 REA3026 Matematikk S1 REA3028 Matematikk S2	2) Graftegner		

*CAS: Computer Algebra Systems

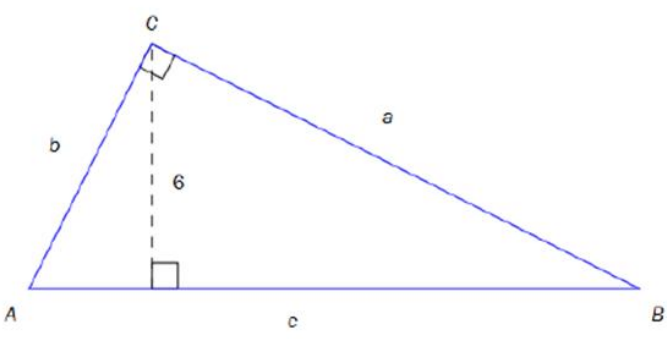
Figur 1.1: Organisering av eksamen i videregående opplæring (teoretisk matematikk og matematikk programfag. Elever og privatister) (Utdanningsdirektoratet, 2015a)

I del 1 har elevene ingen andre hjelpemidler tilgjengelig enn vanlige skrivesaker og linjal. Her prøves elevenes grunnleggende regneferdigheter. Oppgavene er ofte korte, av ulik vanskelighetsgrad, og med tema spredt ut over kompetansemålene i læreplanen. Det kan i tillegg være noen mer sammenhengende oppgaver. Denne delen har etter 2015 fått størst vekt (3/5) og må dermed ha størst fokus i undervisningen.

I del 2 har elevene lov til å bruke alle hjelpemidler som ikke er kommuniserbare. Det vil si at de kan bruke oppslagsverk, lærebøker, notater og digitale hjelpemidler som ikke har mulighet for kommunikasjon. Del 2 inneholder oppgaver av ulik vanskelighetsgrad. Oppgavene prøver elevenes matematiske kompetanse med ulik kompleksitet. Det kan her forekomme temaer som ikke alle elever har forhåndskunnskaper om, men problemstillingene og formuleringene i de enkelte oppgavene vil da enten være uavhengige av forhåndskunnskap om temaet, eller de vil bli fulgt av en forklaring som kan knytte oppgaven til temaet. Det er gjerne i disse oppgavene elevene kan dra nytte av digitale verktøy. I noen av oppgavene stilles det nå krav til at elevene løser oppgavene ved hjelp av angitte digitale verktøy som CAS eller graftegner. I andre oppgaver står eleven fritt til å velge metode og hjelpemiddel selv (Utdanningsdirektoratet, 2015a).

Hvis vi ser på en eksempeloppgave for eksamen våren 2015, ser vi hvordan det nå vil stilles krav til bruk av CAS:

Oppgave 1 (4 poeng)



Gitt $\triangle ABC$ ovenfor. Vi setter sidene i trekanten lik a , b og c .
Trekanten har omkrets 30. Høyden fra C på AB er 6.

a) Forklar hvorfor vi kan sette opp følgende likningssystem for å bestemme a , b og c .

$$\begin{cases} a+b+c=30 \\ a^2+b^2=c^2 \\ ab=6c \end{cases}$$

b) Bruk CAS til å bestemme a , b og c .

Figur 1.2: Eksempeloppgave for eksamen våren 2015 (Utdanningsdirektoratet, 2014)

Her vil elevene ikke få full uttelling hvis de løser likningssettet på papir. I faget 1T er det heller ikke pensum å løse likningssett med tre ukjente uten hjelpemidler. Her ser vi et eksempel på at elevene må bruke et hjelpemiddel i en ny sammenheng. Innføringen av digitale hjelpemidler har introdusert oppgaver som vil være veldig tidkrevende eller vanskelige uten CAS. Med CAS kan elevene nå løse oppgaver som de enda ikke har fått kjennskap til andre metoder for å løse. Dette krever at de er godt kjent med bruken av CAS.

CAS	
1	$a+b+c=30$ → $a + b + c = 30$
2	$a^2+b^2=c^2$ → $a^2 + b^2 = c^2$
3	$a*b=6c$ → $a b = 6 c$
4	{\$1, \$2, \$3}
<input type="radio"/>	NLøs: { $a = 10, b = 7.5, c = 12.5$ }

Figur 1.3: Løsning av oppgaven i CAS

Hvis eleven har kjennskap til hvordan man bruker CAS er oppgaven ganske enkel. Det er da bare å skrive likningene rett inn, markere dem og trykke på en av verktøyknappene *Løs* eller *Løs numerisk*. Eleven unngår også regnefeil og sparer tid.

1.3 Mål, problemstilling og forskningsspørsmål

Hovedmålet med studiet er å utarbeide og prøve ut et opplegg som introduserer GeoGebra for elevene. Jeg ønsker dette kan hjelpe elevene til å bli trygge i bruken av verktøyet. Dette handler om å beherske hvordan verktøyet fungerer rent teknisk og at de har kjennskap til naturlige bruksområder. Det vil si at de bygger opp en selvtillit i forhold til verktøyet, slik at de ikke vegrer seg for å ta i bruk GeoGebra men ser på det som en mulighet for større faglig oversikt og trygghet på egne resultater. Mitt ønske er at dette vil kunne hjelpe elevene til en bedre matematikkforståelse, og dermed også bedre resultat til eksamen.

Jeg har et mål om å utvikle et introduksjonskurs som har til hensikt at elevene i 1T skal bli trygge på hvordan menyer, knapper og funksjoner i GeoGebra fungerer. Jeg synes det er viktig at introduksjonskurset skal være basert på motiverende oppgaver i praktisk bruk av GeoGebra. Det er viktig at oppgavene er av en slik art at elevene får lyst til å jobbe og utforske knapper og kommandoer.

Jeg ønsker også at det etter denne introduksjonen skal bli lettere å integrere GeoGebra og CAS i matematikkundervisningen.

Jeg skal gjennomføre en *designstudie* hvor jeg skal utvikle og teste et introduksjonskurs i GeoGebra med CAS for mine 1T elever. Jeg er interessert i å finne ut en god måte å introdusere og bruke GeoGebra på for at elevene kan føle at det er nyttig, og at de kan bli trygg på bruken av verktøyet. Med bakgrunn i dette har jeg kommet fram til mitt foreløpige spørsmål:

- Hvordan er det mulig å introdusere GeoGebra på en måte slik at elevene i 1T kan *lære å bruke* verktøyet og bli mer fortrolig med det før de skal *bruke det for å lære* matematikk?

Hva jeg mener med å *lære å bruke* har sammenheng med teorien om *instrumental genesis* som handler om hvordan en *artefakt* blir et *instrument* som kan brukes for å gjøre et arbeid (Drijvers, Godino, Font, & Trouche, 2013). Jeg kommer tilbake til dette i kapittel 3. Der vil jeg også formulere mer formelle forskningsspørsmål.

1.4 Avgrensing av oppgaven

Mitt fokus i denne studien er bare rettet mot en *introduksjon* til programmet GeoGebra. Instrumentering er en langvarig prosess som krever jevnt arbeid over tid. I et masterstudie har jeg ikke anledning til å gjennomføre et *longitudinal* studie. Det blir derfor ikke mulig for meg å se endelig resultat av hvor godt elevene behersker GeoGebra i faget 1T til eksamen.

Det finnes flere program for digital graftegning og CAS tilgjengelig. I denne studien tar jeg bare for meg introduksjon til programmet GeoGebra, selv om det godt kan være mulig å lage tilsvarende form for introduksjon til andre program.

I denne studien har jeg bare fokusert på hvordan denne formen for introduksjon fungerer i matematikkurset 1T for elever i en videregående skole i Kristiansand. Denne skolen hadde i 2015 et høyt inntaksnivå på elevene, i tillegg er elever som velger 1T i utgangspunktet ofte flinke og motiverte elever. Jeg gjennomfører et kvalitativt studie og kan ikke si noe om resultatene vil være representative for andre elever på andre skoler.

1.5 Oppbygging av oppgaven

Jeg starter i kapittel 2 med å se på hva kompetansemålene i læreplanen i faget 1T sier om bruk av digitale hjelpemidler. Videre kommer jeg inn på hvordan GeoGebra er bygget opp med ulike arbeidsfelt, menysystemer og kommandoknapper. Deretter ser jeg på hva slags introduksjon til GeoGebra som allerede finnes og hvorfor jeg mener vi trenger en ny måte å gjøre dette på i faget 1T.

I kapittel 3 kommer jeg inn på teori som jeg mener er sentral for min studie. Jeg formulerer også de endelige forskningsspørsmålene mine i slutten av kapitlet.

I kapittel 4 starter jeg med å se på hva et designstudie er og fortsetter med å beskrive hvordan jeg har utviklet mitt undervisningsopplegg – introduksjon til GeoGebra. Jeg beskriver gjennomføring og resultater av pilotstudier. Videre fortsetter jeg med å komme nærmere inn på å beskrive hovedprosjektet med deltakere og metoder for datainnsamling.

I kapittel 5 går jeg gjennom min analyse av innsamlede data.

Kapittel 6 tar for seg diskusjon av resultater knyttet til forskningsspørsmålene og mine konklusjoner basert på denne diskusjonen.

I kapittel 7 kommer jeg med kritiske refleksjoner, pedagogiske implikasjoner og betraktninger om hva jeg kunne gjort annerledes. Jeg kommer også med noen anbefalinger om videre forskning. Til slutt ser jeg tilbake på mine erfaringer fra arbeidet med denne studien,

2 GeoGebra

I dette kapitlet vil jeg beskrive GeoGebra. Jeg viser først hva kompetansemålene i IT sier om bruk av digitale verktøy og hvorfor GeoGebra er et bra valg av verktøy i matematikkopplæringen. Videre sier jeg noe generelt om hvordan brukergrensesnittet til GeoGebra ser ut. Til slutt sier jeg hvorfor jeg mener det er nødvendig med en ny form for introduksjon til GeoGebra.

2.1 Kompetansemålene

Læreplanens kompetansemål er styrende for all undervisning i skolen. Det kommer tydelig fram i læreplanens kompetansemål for faget IT at elevene skal kunne bruke digitale hjelpemidler i mange ulike deler av pensum.

Algebra:

- omforme uttrykk og løyse likningar, ulikskapar og likningssystem av første og andre grad og enkle likningar med eksponential- og logaritmefunksjonar, både ved rekning og **med digitale verktøy**
- omforme ei praktisk problemstilling til ei likning, ein ulikskap eller eit likningssystem, løyse det matematiske problemet både **med og utan digitale verktøy**, presentere og grunngje løysinga og vurdere gyldigheitsområde og avgrensingar

Geometri:

- lage og bruke skisser og teikningar til å formulere problemstillingar, i oppgåveløysing og til å presentere og grunngje løysingane, **med og utan bruk av digitale verktøy**

Funksjonar:

- lage, tolke og gjere greie for funksjonar som beskriv praktiske problemstillingar, analysere empiriske funksjonar og finne uttrykk for tilnærma lineære samanhengar, **med og utan bruk av digitale verktøy**
- **bruke digitale verktøy til** å framstille og analysere kombinasjonar av polynomfunksjonar, rotfunksjonar, rasjonale funksjonar, eksponentialfunksjonar og potensfunksjonar (Utdanningsdirektoratet, 2015b).

Det er opp til den enkelte lærer eller skole å avgjøre hvilke digitale hjelpemidler de vil bruke i sin undervisning. De videregående skoler jeg kjenner til har i de senere årene begynt å bruke GeoGebra som sitt verktøy. Dette kan ha sammenheng med at GeoGebra har fått en del oppmerksomhet på ulike matematikkonferanser, artikler i Tangenten, workshops via Matematikksenteret og mer. Søker vi for eksempel med søkeord *GeoGebra* på matematikksenterets hjemmeside får vi 179 treff (05.04.16).

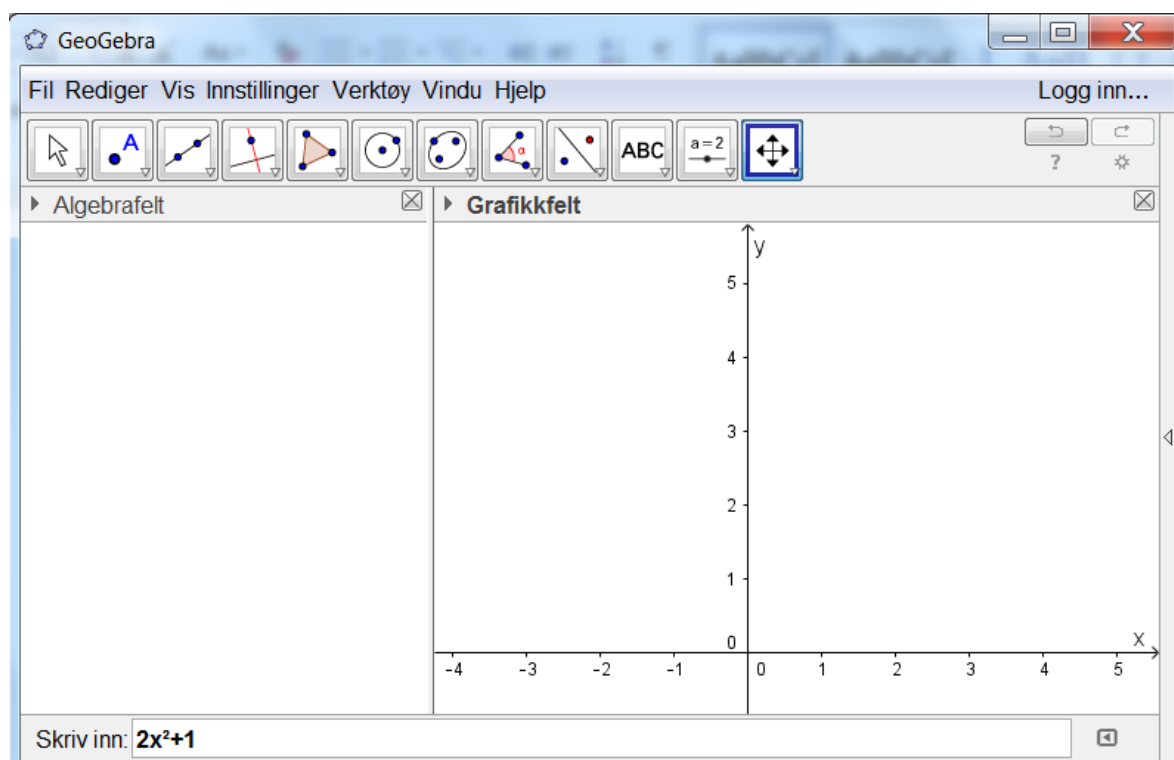
Jeg kan også nevne flere fordeler med å velge GeoGebra som digitalt verktøy. En stor fordel i skolesammenheng er at GeoGebra er gratis for alle å laste ned og det har et forholdsvis enkelt brukergrensesnitt. Fra et pedagogisk perspektiv er GeoGebra et bra alternativ siden det har muligheter som dekker de fleste behov innen de ulike emnene i matematikk, som funksjoner, geometri, regneark, statistikk, sannsynlighet og algebra med CAS. En mulig ulempe kan være

at GeoGebra er et rent skoleverktøy. Det er ikke et program som brukes i arbeidslivet utenfor skolen eller i sammenheng med høyere utdanning i særlig grad. Det kan likevel ha overføringsverdi med tanke på å lære nye program/systemer senere. Har noen først lært å bruke ett system er det ofte lettere å se sammenhenger når man senere skal lære seg å bruke andre liknende systemer.

2.2 Brukergrensesnittet i GeoGebra

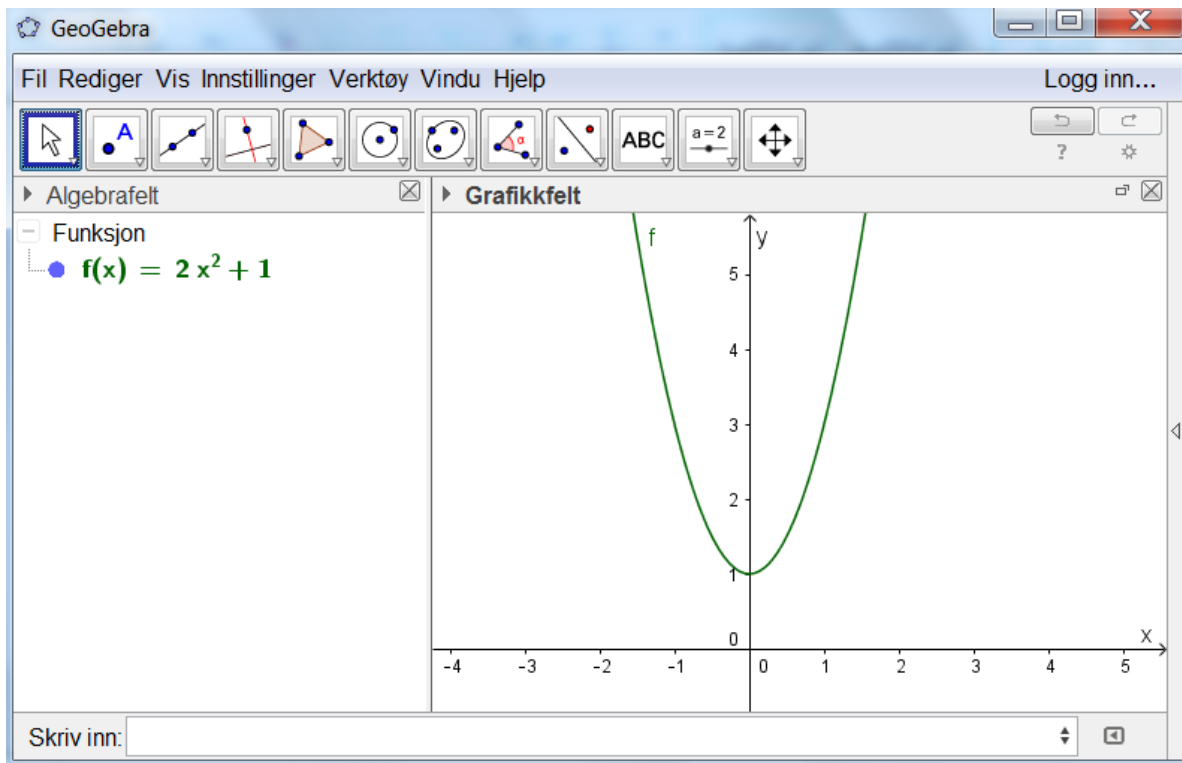
Jeg skal her se på hvordan GeoGebra er bygd opp med de ulike arbeidsfeltene, menyer og verktøyknapper.

Figur 2.1 viser en skjermdump av det første vinduet vi ser når vi åpner GeoGebra. Øverst ser vi en rekke med verktøyknapper. En liten pil (trekant) i nedre høyre hjørne på knappen viser at det fins flere valgmuligheter under disse. Ikonet på verktøyknappene gir en god indikasjon på hvilke funksjoner dette verktøyet har. Nederst ligger *inntastingsfeltet* (Skriv inn), det bruker vi til å skrive inn funksjonsuttrykk og ulike kommandoer. I *algebrafeltet* får vi opp resultatet av alle inntastinger og kommandoer som er brukt, og i *grafikkfeltet* vises den grafiske representasjonen av objektene. Ved å høyreklikke i grafikkfeltet får man opp nedtrekks-menyer som gir oss enda flere muligheter. Man kan for eksempel gjøre endringer som blant annet å tilpasse visningsvinduet, vise/skjule rutenett, endre aksetitler, endre farger og så videre.



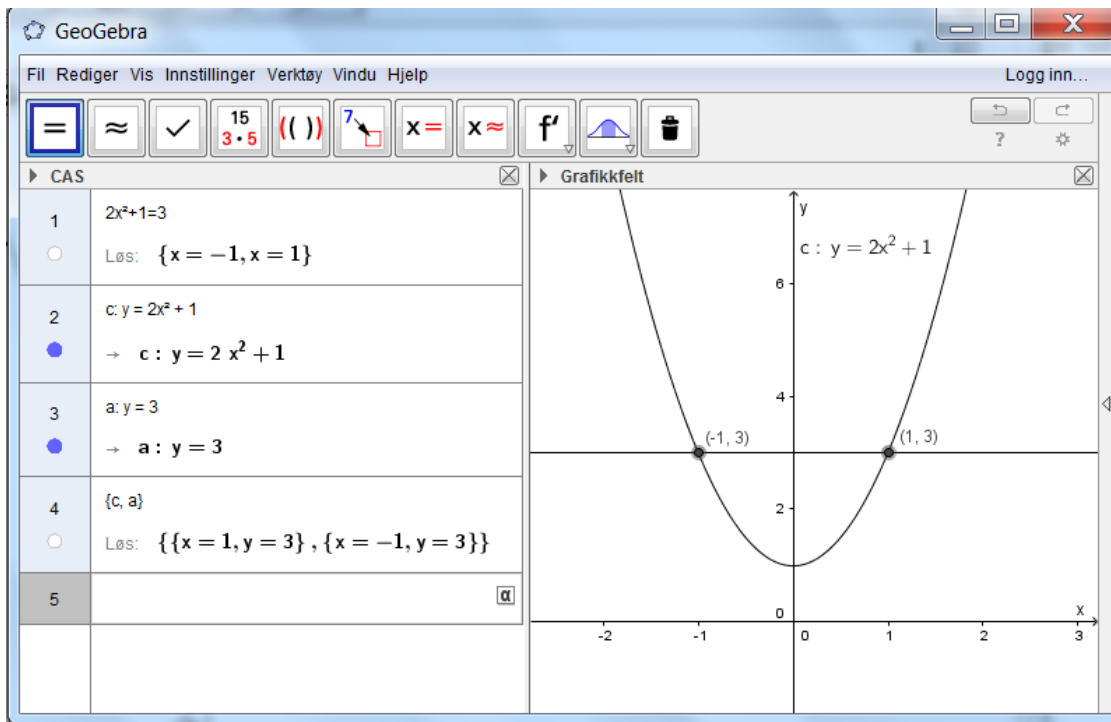
Figur 2.1: GeoGebra med ulike arbeidsfelt

Her har jeg skrevet inn funksjonen $y = 2x^2 + 1$. Hvis vi nå trykker *enter* vil den algebraiske representasjonen av funksjonen vises i *algebrafeltet* og den grafiske representasjonen vises i *grafikkfeltet* (se figur 2.2).




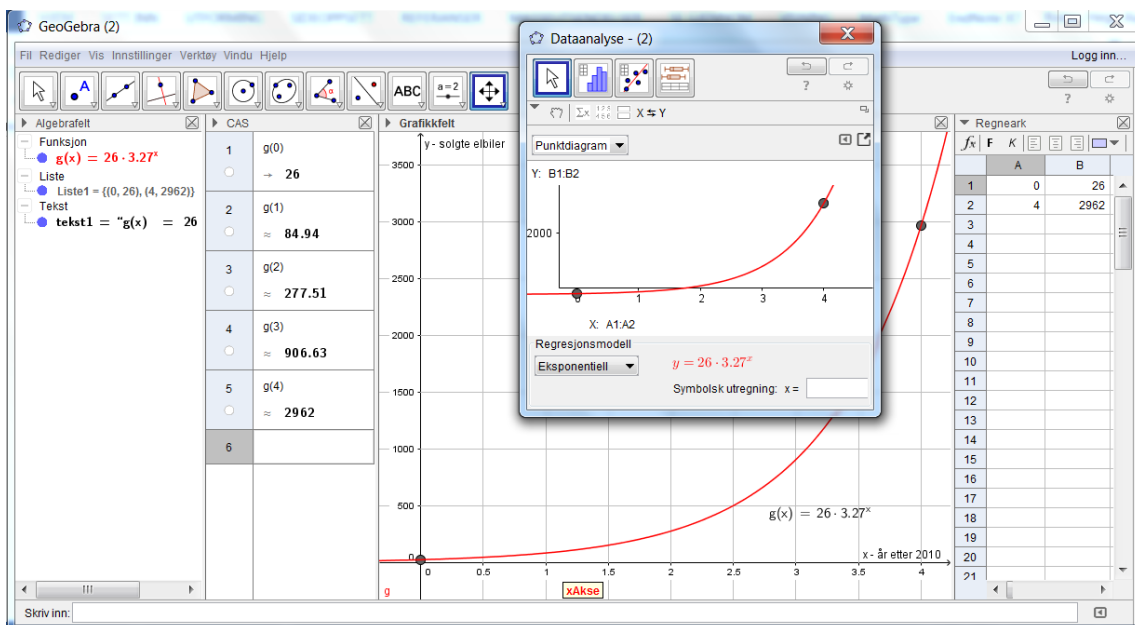
Figur 2.2: Algebraisk og grafisk representasjon med GeoGebra

Hovedmenyen helt øverst, *Fil*, *Rediger*, *Vis* ... fungerer som i de fleste Windows program, og under *Vis* kan du få fram flere muligheter sånn som *CAS-verktøyet* og *regnearket* i GeoGebra. I figur 2.3 har jeg vist hvordan man kan løse likningen $2x^2 + 1 = 3$, både som en likning og som et likningssett med CAS og samtidig vise den grafiske løsningen i grafikkfeltet.



Figur 2.3: Likning/likningssett løst med CAS og grafisk med GeoGebra

Ser vi øverst i figur 2.3 kan vi se at det er egne kommandoknapper for CAS-feltet. For eksempel er det knapper for å regne ut eksakte verdier eller tilnæringsverdier av uttrykk eller funksjoner, løse likninger, likningssett og ulikheter, faktorisere uttrykk og så videre. Her finner vi også en egen knapp for å aktivisere sannsynlighetskalkulatoren  i GeoGebra.



Figur 2.4: Skjermdump av GeoGebra med flere ulike arbeidsfelt og et analyseverktøy.


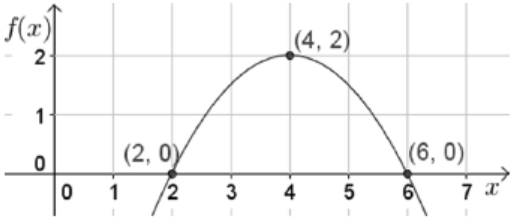

Figur 2.4 viser en skjermdump fra GeoGebra med de ulike arbeidsfeltene vi bruker mye i faget matematikk 1T. I dette eksempelet har jeg brukt *regnearket* til å legge inn x - og y -verdier som er grunnlag for en regresjon. *Analyseverktøyet* er brukt for å gjennomføre en eksponentiell regresjon på punktene fra regnearket. Funksjonen som er resultatet av regresjonen er overført til *grafikkfeltet*. I *algebrafeltet* vises i dette tilfellet funksjonsuttrykket og liste med punktene for regresjonen. *CAS feltet* er her brukt til å gjøre beregninger for å finne funksjonsverdier for ulike x -verdier til funksjonen.

Brukergrensesnittet i GeoGebra er dynamisk. Det vil si at hvis man gjør en endring i for eksempel et funksjonsuttrykk i algebrafeltet, vil denne endringen også automatisk vises i grafen i grafikkfeltet.

2.3 Evaluering av eksisterende introduksjon til GeoGebra


Det finnes flere introduksjonskurs / hefter med instruksjoner for å komme i gang med å bruke GeoGebra.

Jeg har tidligere brukt et hefte fra Lokus (2015) som er tilpasset pensum i faget 1T med mine elever. Heftet består av korte forklaringer til hvordan du bruker GeoGebra eller CAS til å løse konkrete oppgaver, en GeoGebra manual med oversikt over de viktigste kommandoene for kurset 1T. I figur 2.5 og 2.6 viser jeg eksempler.

<p>Skjæringspunkter</p>	 <p>Verktøyknappen brukes til å finne skjæringspunkter mellom kurver. Klikk på verktøyknappen og deretter en gang på hver kurve, eller klikk i nærheten av skjæringspunktet.</p>	
<p>Å vise koordinatene til et punkt</p>	<p>For å sette verdier på et punkt i grafikkfeltet høyreklikker du på punktet, klikker deretter på Egenskaper og velger Verdi i rullemenyen til høyre for Vis navn.</p> <p>Hvis det er flere punkter du vil vise koordinatene til, kan du først markere det området punktene ligger i.</p>	
<p>Linje gjennom to punkter</p>	<p>Velg Linje og klikk to steder i grafikkfeltet. Linja gjennom punktene blir tegnet. I algebrafeltet ser du likningen for linja.</p>	 <p>Algebrafelt</p> <p>Linje</p> <p>$a: y = 0.5x + 0.5$</p>

Figur 2.5: Utklipp fra Lokus veiledningshefte til GeoGebra i 1T (Lokus, 2015)

CAS (algebra)

Kvadratrot	<p>Du kan finne $\sqrt{15}$ ved å skrive <code>sqrt(15)</code> og deretter klikke på .</p> <p>Du kan også bruke hurtigtasten Alt + r.</p>	<table border="1"><tr><td colspan="2">▶ CAS</td></tr><tr><td>1</td><td><code>sqrt(15)</code></td></tr><tr><td><input type="radio"/></td><td>≈ 3.87</td></tr><tr><td colspan="2"><hr/></td></tr><tr><td>2</td><td>$\sqrt{15}$</td></tr><tr><td><input type="radio"/></td><td>≈ 3.87</td></tr></table>	▶ CAS		1	<code>sqrt(15)</code>	<input type="radio"/>	≈ 3.87	<hr/>		2	$\sqrt{15}$	<input type="radio"/>	≈ 3.87
▶ CAS														
1	<code>sqrt(15)</code>													
<input type="radio"/>	≈ 3.87													
<hr/>														
2	$\sqrt{15}$													
<input type="radio"/>	≈ 3.87													

Figur 2.6: Utklipp fra Lokus veiledningshefte til CAS i 1T (Lokus, 2015)

Dette heftet kan elevene bruke når de jobber med matematikken i timene eller hjemme. De kan også bruke det som oppslagsverk på prøver i tilfelle de har glemt hvordan en funksjon eller kommando fungerer eller må skrives inn. Som lærer kan jeg ikke bruke dette heftet alene for å introdusere GeoGebra. Heftet er bare et oppslagsverk eller en manual, det mangler oppgaver og aktiviteter for elevene.


Et annet hefte fra Matematikksenteret (Kristensen, 2015) starter med en mer generell introduksjon til GeoGebra og fortsetter med forklaring til bruk tilpasset ulike matematikkurs i videregående skole. Det er et hefte på ca. 160 sider som forklarer greit hvordan menyer og arbeidsfelt er bygget opp. Det gir enkle forklaringer på hvordan kommandoknapper virker, for eksempel hvordan du tegner et punkt i grafikkfeltet. De veksler mellom eksempler og oppgaver. De viser også hvordan resultatet skal se ut slik at du kan se om du har gjort riktig. Jeg viser i figur 2.7 og 2.8 et par eksempler:

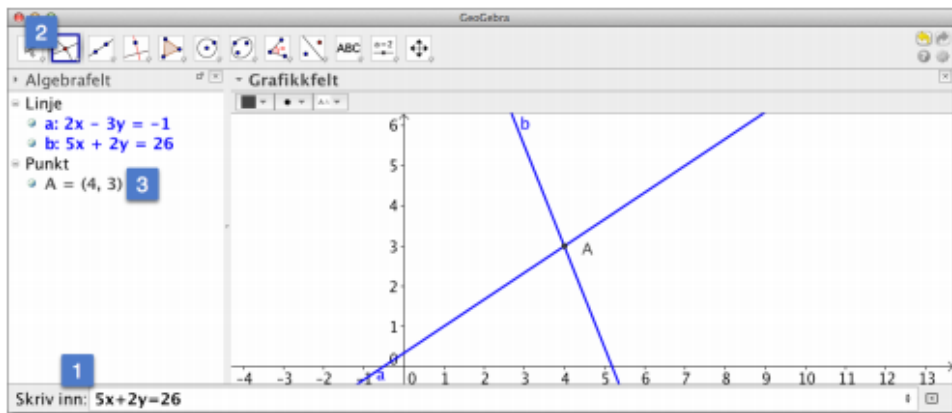
2.2 Skjæringspunkt mellom to objekt

■ Eksempel 2.7 Løs likningssystemet

$$2x - 3y = -1$$

$$5x + 2y = 26$$

Vi skriver inn likningene en etter en i inntastingsfeltet. Se (1) på figur 2.4. Når vi trykker enter vil linjene som likningene representerer bli tegnet i koordinatsystemet i grafikkfeltet. Vi kan nå velge *Skjæring mellom to objekt*  (2) på verktøylinja, klikke først på den ene linja, så den andre, og få markert skjæringspunktet $A = (4, 3)$ (3). Det vil si at $x = 4$ og $y = 3$. Det fins også en egen kommando for skjæring mellom to kurver, nemlig *Skjæring*: Skriv inn: `Skjæring[a, b]`. Men husk at dersom du skal bruke denne på grafer til andre objekt enn polynomer, så må du i tillegg skrive inn et punkt i nærheten av et søkt skjæringspunkt.




Figur 2.7: Grafisk løsning av likningssett. Utklipp fra opplæringshefte (Kristensen, 2015)

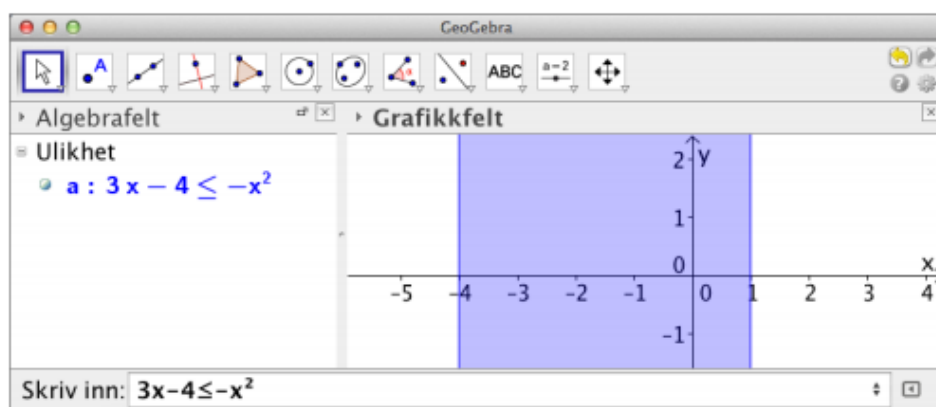
2.3 Ulikheter

GeoGebra kan være til stor hjelp når vi skal løse ulikheter. Som vanlig tar vi utgangspunkt i noen eksempler.

■ **Eksempel 2.9** Løs ulikheten $3x - 4 \leq -x^2$.

Løsning:

Skriv inn ulikheten i inntastingsfeltet. For å få \leq kan du enten skrive «<=» eller inn symbolet ved å klikke på den lille «alpha»-en til høyre i inntastingsfeltet . Trykk enter og du vil kunne lese av løsningsmengden som det blå området i grafikkfeltet på figur 4.14. Vi ser at



Figur 2.6: Du kan løse ulikheter i GeoGebra ved å skrive dem inn i inntastingsfeltet

løsningsmengden er gitt ved $-4 \leq x \leq 1$.

Vi kan også løse slike ulikheter i GeoGebra CAS. Dette kan du lese om på side 101.

Figur 2.8: Forklaring av ulikheter løst med GeoGebra. Utklipp fra opplæringshefte (Kristensen, 2015)

Dette er en grei og detaljert forklaring og dermed enkelt for de fleste å følge. Likevel vil nok elevene oppleve det som litt kjedelig. Heftet mangler ikke aktiviteter, men det er veldig mye å lese. Elever er ofte utålmodige, de orker ikke å lese et langt dokument for å finne ut hvordan de kan bruke et hjelpemiddel. Dokumentet er på over 160 sider og bare deler av det er relevant med tanke på pensum i 1T. Elever blir fort lei hvis de ikke er motivert på en eller annen måte.

Det finnes mange flere tilsvarende veiledningshefter og manualer tilpasset ulike matematikkurs og ulike brukergrupper. Det som kjennetegner de jeg har sett på er at de går direkte på hvordan du skal bruke GeoGebra for å løse oppgaver i matematikk. Det går altså på det jeg kaller å *bruke for å lære*. Slike hefter kan være bra for elever å ha som et oppslagsverk som de kan bruke når de jobber med matematikken. På prøver og til eksamen kan de også være fine å slå opp i hvis det er enkelte kommandoer eller funksjoner elevene kjenner til men har glemt hvordan de virker.

Problemet med denne måten å introdusere GeoGebra og CAS på er at elevene må lære å løse oppgavene på to måter samtidig, – med penn/papir og med GeoGebra/CAS. GeoGebra/CAS kan da lett oppfattes som en byrde for elevene i stedet for at de ser at det kan bli et kraftig hjelpemiddel som de kan ha nytte av både til å løse vanskelige oppgaver, få bedre oversikt og utforske ny og ukjent matematikk. Vi trenger derfor måte å introdusere GeoGebra på der elevene får en første introduksjon til verktøyet som er mer rettet mot å *lære å bruke*, der fokuset ligger bare på å lære *verktøyet*.

Jeg vil undersøke en måte å introdusere GeoGebra på som må være karakterisert ved at:

- Elevene lærer om GeoGebra, oppbygging og brukergrensesnitt.
- Det er basert på oppgaver som ikke krever kompetanse i matematikk som er ukjent for elevene.
- Oppgavene er slik at elevene blir motivert til å bruke GeoGebra.
- Elevene føler at det er nyttig med tanke på videre matematikklæring.

3 Teoretisk perspektiv

Jeg skal i dette kapitlet se nærmere på ulike teoretiske perspektiv som er relevant for min studie. Vi trenger å vite mer om hvordan elever lærer generelt og hvordan de lærer matematikk spesielt. Vi må vite noe om læring med digitale verktøy og hvilken betydning elevenes motivasjon og tanke om nytteverdi har.

3.1 Sosiokulturell læringsteori

Samarbeid, utforskning og diskusjon i grupper er en viktig del av arbeidsmetodene i min daglige undervisning. Dette blir også ramme for organisering av elevenes arbeid med introduksjonskurset. Det er derfor viktig for meg å se på hvilken betydning språk og samarbeid har for læring. Jeg har også behov for å se nærmere på språkets betydning for meg i forskningsprosessen. Min forskning baserer seg i hovedsak på kvalitative metoder som medfører tolkning av transkripsjoner og data som kommer fram i spørreundersøkelsen.

Sosiokulturell læringsteori blir derfor en naturlig ramme fordi språket har en viktig rolle i det sosiokulturelle perspektiv. Når vi diskuterer et emne med andre, vil vi også bli mer bevisst på vår egen forståelse av emnet. Språket fungerer som et medierende redskap i læringsprosessen. *Mediering* handler om formidlingsprosessen mellom mennesker i en gruppe eller innad i et menneskes tanke når vi skal utføre en handling eller tolke våre omgivelser. Det som kjennetegner menneskelige handlinger er at vi tar i bruk hjelpemidler, eller verktøy. Det kan være fysiske hjelpemidler, *artefakter*, eller psykologiske hjelpemidler som tegn og språket.

Vygotsky snakker om viktigheten av ulike former for tegn; “language, various systems for counting, mnemonic techniques, algebraic symbol systems, works of art, writing, schemes, diagrams, maps and mechanical drawings, all sorts of conventional signs” (Daniels, Cole, & Wertsch, 2007, p. 178). Dette kan ses på som medierende redskaper. Redskaper som medierer virkeligheten slik at vi kan forstå og se sammenhenger. Säljö snakker også om språkets kraft som medierende redskap og som ressurs for å skape kunnskap om verden. Språklige uttrykk refererer ikke bare til et fenomen eller et objekt, de signaliserer også betydning og innhold. (Säljö, 2001, p. 83).

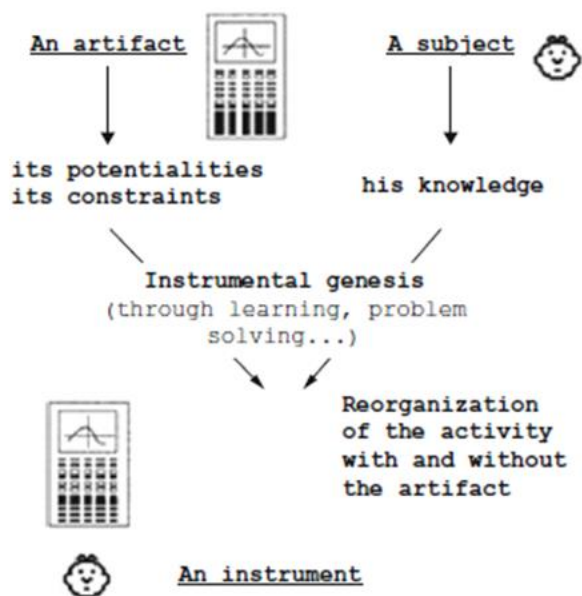
3.2 Instrumental genesis

I mitt studie er jeg opptatt av hvordan elevene kan bli kjent med GeoGebra og CAS på en god måte slik at det kan bli noe mer enn en annen måte å løse de samme matematikkoppgavene på. Jeg er opptatt av at elevene ikke skal oppleve bruk av GeoGebra og CAS som en *byrde*, men en mulighet for å få bedre oversikt i matematikkfaget. Det er derfor nyttig å se på teori som sier noe om hvordan en gjenstand/*artefakt* kan utvikle seg til å bli et hjelpemiddel.

Teorien om *instrumental genesis* handler om hvordan en *artefakt* blir et *instrument* som kan brukes for å gjøre et arbeid (Drijvers et al., 2013). En artefakt er et (som regel fysisk, men ikke alltid) objekt som kan brukes til å gjennomføre en oppgave. Den er et produkt av menneskelig aktivitet og er avhengig av både kulturell og sosial erfaring. For at du skal kunne utnytte artefaktens muligheter er du avhengig av å kjenne til disse mulighetene og hvordan

den virker. Det er først når du har utviklet slike brukerferdigheter at artefakten blir et instrument. Vi snakker altså om et instrument hvis det eksisterer en meningsfull sammenheng mellom artefakten og brukerens kjennskap til mulige bruksområder.

Hva som er en artefakt i en gitt situasjon er ikke alltid klart. Hvis vi for eksempel ser på en dynamisk programvare som GeoGebra, så kan vi se på programvaren i sin helhet som en enkelt artefakt, eller vi kan se på det som en samling av artefakter slik som konstruksjonsartefakten, funksjonsartefakten, animasjonsartefakten og så videre. (Drijvers et al., 2013)



Figur 3.1: En skjematisk framstilling av Instrumentell genesis (Trouche, 2014)

3.2.1 Integrering av IKT i matematikkundervisningen

Instrumental approach of didactics of mathematics (Guin et al. 2005 i Trouche, 2014) er en teoretisk tilnærming for å analysere effekten av å integrere bruk av IKT i matematikkundervisningen. Denne tilnærmingen er utviklet av flere franske forskere og har flere fordeler:

- Den peker på effekter av artefakter ikke bare som en *byrde* som man må forholde seg til, men som vesentlige komponenter i læringsprosessen, som må integreres av læreren.
- Den leder til analysen av instrumentering som en langtidsprosess, gjennom begrepet *genesis* (utvikling).
- Begrepet genesis leder til å se på instrumenter som noe levende, noe som endrer seg etter som den matematiske forståelsen utvikles.

Med bakgrunn i dette mener jeg at det er viktig at vi organiserer undervisningen på en måte så elevene kan ta eierskap til GeoGebra som verktøy. Med *eierskap* mener jeg at GeoGebra har blitt et *instrument* for eleven. Det vil si:

- At eleven har blitt godt kjent med programsyntaks, ulike bruksområder og muligheter.
- At GeoGebra har blitt et instrument som kan brukes for å forstå sammenhenger i matematikk, ved for eksempel å kombinere algebraisk og geometrisk representasjon, løse vanskelige oppgaver ved for eksempel å bruke glidere for å kunne endre parametere dynamisk.
- At GeoGebra har blitt et hjelpemiddel i problemløsning ved å kunne prøve ut og utforske ulike muligheter uten å bruke urimelig lang tid på beregninger.
- At eleven kan bruke GeoGebra som et middel for selv-evaluering ved for eksempel å bruke GeoGebra som fasit.

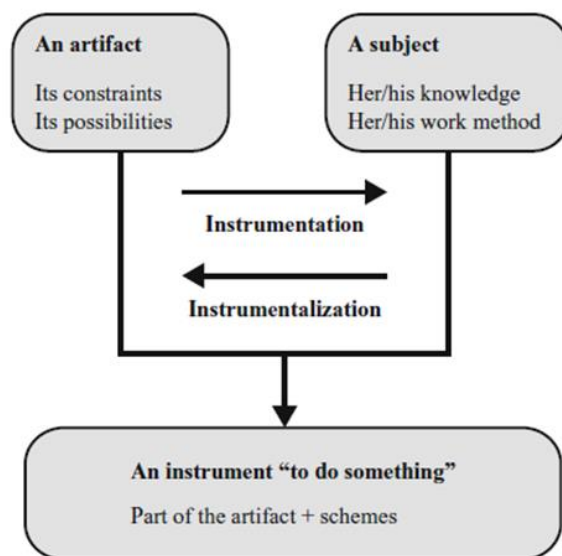
Et instrument eksisterer ikke i seg selv, men blir et instrument når en person har appropriert det for seg selv (blitt kjent med det og gjort det til sitt) og integrert det i sine handlinger. Et instrument kan altså bli sett på som sammensatt av to komponenter: en artefakt-komponent (selve gjenstanden som brukes i en aktivitet) og en kognitiv komponent (hva personen har lært ved å bruke gjenstanden i denne sammenhengen). Trouche presenterer et omfattende syn på instrumentering, der han ikke bare ser det som en handling hvor noen tilegner seg et instrument, men også hvordan denne handlingen påvirker personens aktivitet og kunnskap. Denne utviklingen av et instrument er en krevende og kompleks prosess som tar tid, og er påvirket av artefaktens muligheter og begrensninger og personens bakgrunn i emnet/aktiviteten det skal brukes til (Trouche, 2014).

3.2.2 Instrumental genesis

Instrumental genesis er sammensatt av to beslektede prosesser

- En *instrumenteringsprosess*, rettet mot subjektet. Subjektet/personen skaffer seg kunnskap om artefakten på bakgrunn av sin tidligere erfaring og kunnskap. Dette kaller jeg å *lære å bruke*.

- En *instrumentaliseringsprosess*, rettet mot artefakten. Oppdagelse og utvelgelse av relevante funksjoner, eller en transformering av artefakten slik at den passer til behovet. Dette kaller jeg *bruke for å lære*.



Figur 3.2: Instrumentering og instrumentalisering sett som to sentrale komponenter av Instrumental genesis (Trouche, 2014)

Denne forskjellen blir veldig viktig for meg. Den er årsaken at jeg i introduksjonen til GeoGebra vil legge større vekt på instrumenteringsprosessen. Jeg ønsker at elevene skal ha fokus på å *lære å bruke* verktøyet GeoGebra slik at de kan bli kjent med noen av mulighetene i programmet og starte prosessen med å få eierskap til GeoGebra før de skal *bruke det for å lære* og forstå matematikken bedre.

3.3 Motivasjon og nytteverdi

Jeg har valgt å introdusere GeoGebra med oppgaver som har vekt på å *lære å bruke*. Min tanke med dette var at jeg tror at elevene vil bli motivert av denne type fokus. Jeg vil derfor se nærmere på teori som sier noe om hvilke forhold som påvirker motivasjon.

Forventninger og nytteverdi antas å være påvirket av tanker om vanskelighetsgrad, egne evner og mål. Man antar også at elevens forventninger og tanker om nytteverdi direkte påvirker elevens ytelse, innsats, og utholdenhet. Elevens tro på at han eller hun skal klare å løse en oppgave er et resultat av den oppfatningen han eller hun har av egne evner basert på tidligere erfaringer (Wigfield & Eccles, 2000). Tro på egne evner spiller også en viktig rolle i ulike teorier om motivasjon. Weiner (1985) påstod at individer så på evner som en relativt stabil karakteristikk som man har liten kontroll over. Han sier i sin teori om *attributes* (tilbakemeldinger) at positive tilbakemeldinger på suksess har en motiverende effekt, men negative tilbakemeldinger på manglende suksess har negativ effekt på motivasjonen. Jeg

tenker derfor at det er viktig at GeoGebra presenteres for elevene på en måte slik at de forstår og opplever at det er nyttig for dem. De må få innblikk i hvorfor vi gjør de ulike oppgavene, – hva som er målet med økten, hva de skal lære og hvorfor de skal lære det. I tillegg til hvordan selve oppgaven er formulert er dette avhengig av hvordan læreren presenterer og gjennomfører timene. Det er viktig at oppgavene er av en slik art at elevene opplever å lykkes og at de får tro på at de kan, og at de føler at de mestrer å bruke verktøyet i denne sammenhengen.

Wigfield & Eccles (2000) skriver om ulike aspekter ved nytteverdi. De skriver om ulike komponenter av prestasjonsverdier; *viktighetsverdi* handler om hvor viktig det er å gjøre det bra på en gitt oppgave, *egenverdi* handler om glede man oppnår ved å gjøre oppgaven og *brukbarhetsverdi* sier noe om hvordan oppgaven passer i forhold til individets framtidsplaner (matematikkurs, utdanningsplaner og så videre).

I innledningen til introduksjonskurset (og i lærerens presentasjon) er det viktig å fokusere på alle disse aspektene ved nytteverdi. Det er viktig at elevene får inntrykk av at å *lære å bruke* GeoGebra har nytteverdi på alle disse måtene. Det er nyttig med tanke på *viktighetsverdi* – det er gøy å vise fram et bra produkt som de har laget, *egenverdi* – hvis elevene opplever at det er gøy å jobbe med GeoGebra vil eleven få en bedre holdning og innstilling til å bruke programmet senere, og *brukbarhetsverdi* – elevene opplever at det er nyttig med tanke på bruk i matematikken senere (*bruke for å lære*).

Motivasjon og nytteverdi er også knyttet til elevens *beliefs*. Elevenes læringsutbytte har sterk sammenheng med deres *beliefs* om matematikk (Kislenko, Breiteig, & Grevholm, 2005). *Beliefs* handler om hva slags tanker og holdninger eleven har til spørsmål som *hva er matematikk, hva vil det si å gjøre matematikk, hvordan lærer man matematikk*. Det kan også handle om hva de føler om matematikk, for eksempel *matematikk er vanskelig, matematikk er kjedelig* og *matematikk er viktig*. The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), skiller mellom *productive* og *unproductive* beliefs, (Bell, 2014). Det som kjennetegner unproduktive beliefs er at de ser det som viktig å memorere definisjoner og formler og det å jobbe med matematikk handler om å regne mange standardiserte oppgaver. Productive beliefs kjennetegnes ved at man tenker at det å lære matematikk handler om å utvikle forståelse av begreper og å kunne resonnerer over sammenhenger. Det er da viktig med problemløsningsoppgaver i stedet for rutineoppgaver. Elevenes beliefs vil påvirke deres oppfattelse av hvilken nytte digitale verktøy har i matematikkfaget og hvilken nytte de har av introduksjonskurset.

Ved å bruke teknologi effektivt som et verktøy for læring forbedres elevenes matematiske kompetanse, men hvilken rolle teknologi får i undervisningen er avhengig av lærerens *beliefs* om bruk av teknologi i matematikkundervisningen (Lin, 2008). Elevenes motivasjon og oppfattelse av hvilken nytte de har av introduksjonskurset vil dermed også være påvirket av lærerens beliefs.

3.4 Bedre matematikkforståelse og oversikt i faget

Det er vel anerkjent at bruk av instrumenter i matematisk aktivitet er viktig. Utviklingen av matematikk har alltid vært avhengig av hvilke materielle gjenstander og symbolske verktøy for matematiske beregninger som er tilgjengelig (Artigue i Trouche, 2014).

3.4.1 Representasjoner

Når elevene jobber med de ulike arbeidsfeltene i GeoGebra, jobber de med ulike representasjoner av de matematiske objektene. I *figur 2.2* (side 9) ser vi et eksempel på hvordan de kan jobbe med algebraisk og grafisk representasjon, og i *figur 2.3* (side 10) ser vi eksempel på symbolsk – sammen med grafisk representasjon. For å lære noe om hvordan dette påvirker elevenes læring, må jeg se nærmere på teori som sier noe om hvilke muligheter og vanskeligheter multiple representasjoner kan medføre.

Man kan ikke bearbeide matematisk informasjon eller matematiske uttrykk uten å bruke et system av representasjoner fordi matematisk bearbeiding alltid involverer å erstatte en semiotisk representasjon med en annen. Den eneste måten å ha tilgang til et matematisk begrep eller objekt på er ved å bruke tegn eller representasjoner. Matematikk er det området hvor vi finner den største bredden av representasjonssystemer alt fra hverdagspråk til de som er spesifikke for matematikk, sånn som grafiske framstillinger og algebraiske uttrykk. Noe som understreker det avgjørende problemet med matematisk forståelse for elever (Duval, 2006).

Det å kombinere ulike representasjoner i ett grensesnitt kan ha flere fordeler (Van der Meij & de Jong, 2006). Ulike typer av representasjoner kan være å foretrekke fremfor andre i ulike sammenhenger. Tekst og bilder kan for eksempel være bra for å representere konteksten til et problem. Diagrammer er bra for å presentere kvalitativ informasjon, og grafer og algebraisk representasjon kan brukes for å vise kvantitativ informasjon. Det forventes at elevene får utbytte av egenskapene for hver representasjon og at dette vil føre til en dypere forståelse.

For at elevene skal få dette forventede utbyttet er det flere elementer som eleven må beherske. For det første må de forstå syntaksen for hver av representasjonene. For eksempel må de kjenne til hva de ulike kommandoknappene i CAS gjør med uttrykket de taster inn, eller hvordan de kan finne et skjæringspunkt mellom to linjer i grafikkfeltet. Elevene må også kunne relatere de ulike representasjonene til hverandre hvis de representerer den samme informasjonen. For eksempel må de kunne knytte en algebraisk representasjon av en funksjon i algebrafeltet til den tilsvarende grafiske representasjonen i grafikkfeltet. De må også kunne oversette mellom de ulike representasjonene. Alt dette er svært komplisert og vanskelig for elevene å få oversikt over og elevens bevissthet om hver av de ulike representasjonene er essensielt for at de skal lykkes (Van der Meij & de Jong, 2006). Det er derfor viktig ikke å fokusere på for mange representasjoner av gangen i starten, men konsentrere seg om å bli kjent med hver enkelt representasjon før elevene skal jobbe med å linke dem sammen. Hvis elever for eksempel blir presentert for skjermbildet i *figur 2.4* (side 10) første gang de skal

lære å bruke GeoGebra vil de bli overlesset av informasjon og det vil være vanskelig for dem å få noe informasjon i det hele tatt ut av situasjonen.

Multiple representasjoner av funksjoner er et sentralt emne i pensum i matematikk i videregående skole, men mange elever har mangelfull forståelse av sammenhengen mellom disse representasjonene. Med en økning i bruk av datamaskiner er det spesielt viktig å fokusere på hvordan elever utvikler en sammenhengende forståelse av tabeller, grafer og algebraiske uttrykk (Knuth, 2000). Ved at vi integrerer GeoGebra og CAS i matematikkundervisningen på en måte slik at elevene blir vant til å se både algebrafelt og grafikkfelt i sammenheng og vi gir elevene tid og oppgaver som legger til rette for å bli kjent med de ulike representasjonene kan vi kanskje komme nærmere en slik sammenhengende forståelse hos elevene.

3.4.2 Forståelse av sammenhenger i matematikkfaget

Hvordan lærer vi matematikk, og hva vil det si å lære og huske matematikk? For å forklare noe om dette kan vi se på kognitive læringsteorier. Vi kan tenke oss at vi har et sted i hjernen, et såkalt arbeidsminne, hvor vi mottar informasjon fra omverdenen og denne informasjonen blir bearbeidet og omgjort til kunnskap. Denne kunnskapen blir så lagret i et langtidsminne slik at vi senere kan hente fram kunnskapen i situasjoner hvor vi trenger den. Arbeidsminnet har begrenset kapasitet og kan bare operere med 7 ± 2 biter med informasjon av gangen. Langtidsminnet har relativt sett større kapasitet til å lagre *kunnskap* som er representert ved noder i hjernen som er koblet sammen i nettverk. Siden arbeidsminnet har begrenset lagringskapasitet, kan vi benytte kognitive verktøy for å støtte opp om de kognitive aktivitetene og å overvinne hjernens begrensninger. En slik støtte kan for eksempel være å redusere den kognitive belastningen ved å reorganisere oppgaver. Ulike representasjoner kan føre til nye måter å tenke på slik at vi lettere ser sammenhenger (Karadag & McDougall, 2011). GeoGebra med CAS er et eksempel på et slikt kognitivt verktøy.

Det er en stadig interaksjon mellom *en fysisk verden* og *en mental verden* (Kaput, 1992 i Karadag & McDougall, 2011). Her kan vi tenke oss datamaskinen som et eksempel på den fysiske verden mens hjernen er den mentale. Når elevene jobber med GeoGebra blir det et verktøy for samspill mellom disse to verdenene. Med GeoGebra sine muligheter for å kombinere både algebraisk og visuell representasjon i samme skjermbilde, vil eleven kunne få en styrket forbindelse i nettverksnodene i hjernen som dermed kan føre til bedre læring. Ved å jobbe i et CAS miljø som gir tilgang til symbolsk manipulasjon, grafer og tabeller ved et tastetrykk, vil elevene kunne utføre mange matematiske eksempler korrekt på kort tid og elevenes oppmerksomhet kan være rettet mot å analysere mønster og å lage koplinger i stedet for å bare ha fokus på å klare å regne riktig. Fokuset kan flyttes fra å lære prosedyrer til å forstå begreper (Pierce & Stacey, 2001).

I dagens informasjonssamfunn møter elevene en stadig mer krevende og kunnskapsbasert arbeidssituasjon der de må forholde seg til kompleks dynamisk informasjon og mestre teknologiske verktøy. Det er et behov for å utvikle elevenes kunnskap til å bruke teknologiske

verktøy for å klare de komplekse problemløsningsoppgavene utenfor skolen (Mousoulides, 2011).

3.5 GeoGebra /CAS som fasit

Computer Algebra Systems (CAS) har potensiale for å bli et kraftig hjelpemiddel for elevene. Men tilgang til CAS alene vil ikke nødvendigvis fremme bedre læring og undervisning. Verdien av CAS er avhengig av hvor effektivt det blir brukt. Pierce og Stacey, (2002) sier at denne effektiviteten er avhengig av både tekniske ferdigheter som om eleven kan operere programmet med et minimum av vanskelighet, og personlige aspekter som deres holdninger og *beliefs* til bruken av CAS, og hvordan de opplever nytten av hjelpemidlet (Pierce & Stacey, 2002).

Pierce og Stacey, (2002) presenterer et rammeverk av som vi kan bruke som en guide for å vurdere elevenes utvikling i bruk av GeoGebra/CAS. Det består i tre hovedmomenter som går på tekniske ferdigheter og to på personlige aspekter.

Tekniske ferdigheter:

- 1) Flytende bruk av programsyntaks – klarer eleven å bruke korrekt syntaks, viser han eller hun kyndig bruk av kommandoer og menyer?
- 2) Evne til systematisk å veksle mellom representasjoner – klarer eleven å plote en graf fra en formel og omvendt, plote en graf fra en tabell og omvendt, lage en tabell fra en formel og omvendt?
- 3) Evne til å tolke CAS output – klarer eleven å finne det etterspurte resultatet, tolke symbolene i CAS som tradisjonell matematikk?

Personlige aspekter:

- 4) Positiv holdning – ser eleven verdien av å ha CAS tilgjengelig for å gjøre matematikk, - for å lære matematikk?
- 5) Fornuftig bruk av CAS – Bruker eleven CAS på en strategisk måte, klarer han eller hun å se når det er funksjonelt å bruke CAS, klarer han eller hun å bruke CAS pedagogisk – for å øke sin egen forståelse?
(Pierce & Stacey, 2002, p. 3, min oversettelse)

De bruker her en utvidet definisjon av CAS som inneholder både algebraisk og grafisk manipulasjon, noe som tilsvarer mulighetene i GeoGebra.

Dette er et rammeverk som er nyttig å bruke gjennom hele skoleåret for å følge opp elevene i arbeidet mot å ta eierskap i GeoGebra. I introduksjonskurset kommer vi innom noen av disse punktene. Vi jobber med å lære programsyntaks og å bli kjent med kommandoer, knapper og menyer (punkt 1), og vi har fokus på å få et godt forhold og en positiv holdning til programmet (punkt 4). For at eleven skal få gode ferdigheter som er nevnt i punkt 2,3 og 5 er

det ikke nok med et kort introduksjonskurs. Det tar lang tid og krever jevn og god jobbing. Dette blir da et viktig punkt å følge opp etter at den første introduksjonen er ferdig.

I sitt studie fant Pierce og Stacey at for å oppnå et høyt nivå på effektiv bruk av CAS, må studentene lære å operere programmet korrekt. Det er ikke nok at de har en positiv holdning til å bruke verktøyet. Å overkomme tekniske vanskeligheter er fremdeles et viktig tema å ta hensyn til når man underviser med CAS sier de. I sitt studie så de også at de aller fleste elevene likte å prøve å løse oppgavene for hånd først, for så å bruke CAS for å sjekke svarene. Jeg tror denne måten å jobbe på er en bra måte for elevene å skaffe seg mengdetrening i bruk av GeoGebra samtidig som de vil utvikle større oversikt over sammenhenger i matematikken.

3.6 Forsknings spørsmål

Med bakgrunnen i mine mål for studien og den teoretiske rammen som jeg har presentert har jeg kommet fram til mine endelige forsknings spørsmål

- 1) Hvordan opplever elevene nytten av et introduksjonskurs i GeoGebra som har fokus på å lære å bruke? (Se s 21)
- 2) Hvilken effekt har et kurs som har fokus på å lære å bruke på elevenes
 - a. Tekniske ferdigheter (Se s 24)
 - b. Personlige aspekter (Se s 24)
- 3) Hvordan kan et introduksjonskurs i GeoGebra hjelpe elevene til å ta eierskap i GeoGebra som verktøy? (Se s 19)

Jeg vil altså se på om elevene viser tegn til at de lærer å bruke GeoGebra slik at det blir lettere for dem å bruke GeoGebra for å lære matematikk i sin videre undervisning og læring.

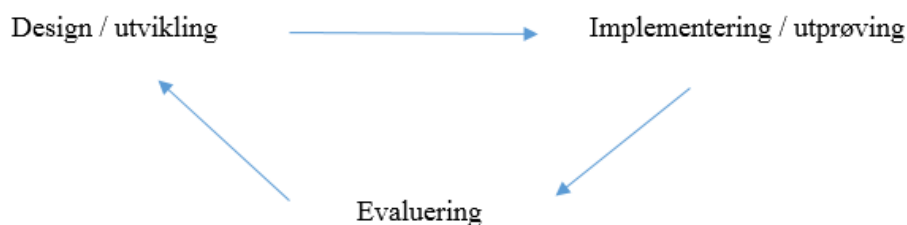
4 Metode

I dette kapitlet vil jeg starte med å se på hva et design studie er og hvordan det knyttes til min oppgave. Videre sier jeg mer i detalj hva mitt introduksjonskurs går ut på og jeg beskriver prosjektet med tanke på deltakere og forskningsmetoder generelt.

4.1 Designstudie

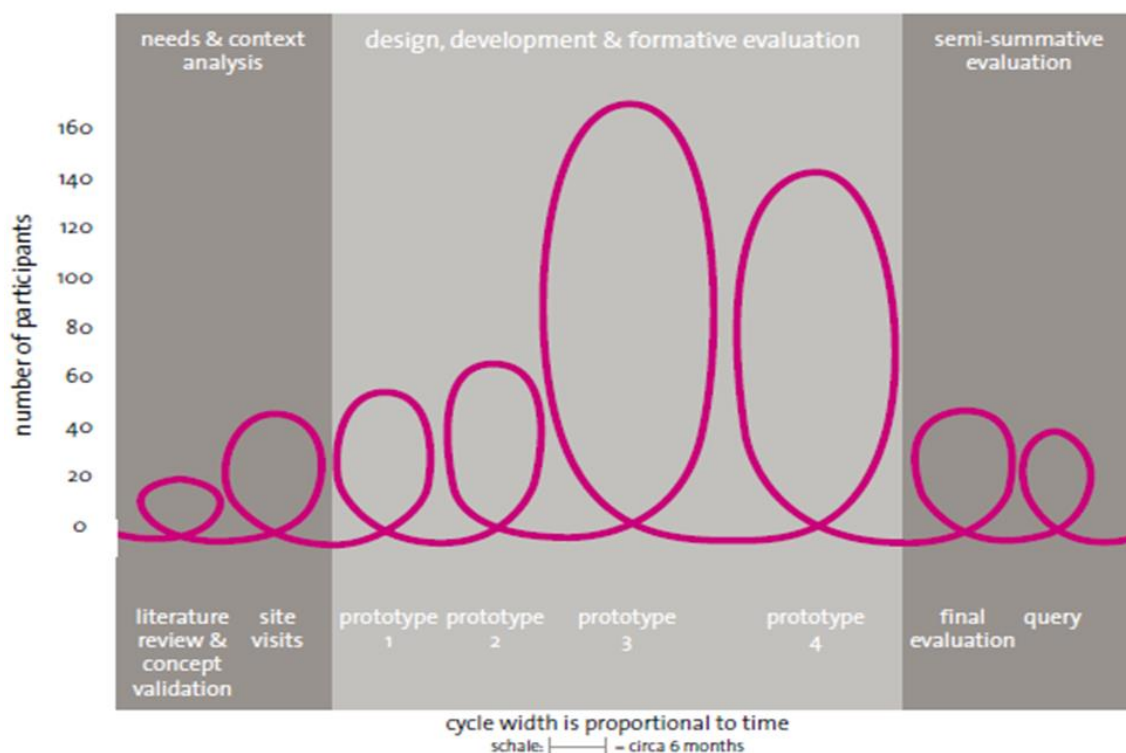
Designstudie, på engelsk *Design Research*, er ifølge Akker, Bannan, Kelly, Nieveen og Plomp (2009), et systematisk studie som består i å designe, utvikle og evaluere et undervisningsopplegg. Målet er å utvikle forskningsbaserte løsninger på sammensatte problemer i undervisningssammenheng. I mitt tilfelle er målet å utvikle et undervisningsopplegg som har til hensikt å gi en bedre introduksjon til GeoGebra med fokus på å *lære å bruke* verktøyet før de skal *bruke det for å lære* matematikk.

Forskningsprosessen i design research er av en syklisk karakter. Man starter med en analyse av situasjonen. Her stiller man spørsmål som *hvordan er tilstanden, hva ønsker vi å oppnå og hva kan vi gjøre for å forbedre dagens situasjon?* Videre fortsetter vi med designfasen, utvikling av en metode, et program eller et undervisningsopplegg med formål å forbedre dagens metode. Når man har utviklet et produkt, starter fasen hvor man tester, evaluerer og justerer til man har oppnådd et tilfredsstillende resultat i forhold til det som var målet (Akker et al., 2009).



Figur 4.1: Skjematisk framstilling av den sykliske prosessen i design research

Designstudie er en syklisk prosess av teoretiske refleksjoner, begrepsanalyse, pensum-utvikling i liten skala og klasseroms-forskning av undervisnings- og læringsprosessen. Evalueringen er gjennomført gjennom observasjoner i klasserommet, intervju med deltakerne (elever, lærere) og så videre. Utbyttet av forskningen vil være at man ender opp med en didaktisk struktur for undervisningen i det aktuelle emnet (Akker et al., 2009).



Figur 4.2: Framstilling av syklusene i et tidsperspektiv (Akker et al., 2009)

De innledende rundene (de to første sløyfene) består i mitt tilfelle av tanker jeg har gjort meg gjennom min erfaring i forbindelse med bruk av GeoGebra i min undervisning de siste årene og gjennomgang av litteratur for å underbygge min opplevelse av situasjonen.

Jeg har tre runder i mitt prosjekt. Første runde (prototype 1) er å teste en av oppgavene (*Halloween*) på to medlemmer av familien min. En av disse kjenner ikke GeoGebra fra før, og målet med gjennomføringen er å se om oppskriften er forståelig. På bakgrunn av observasjon og tilbakemeldinger gjør jeg eventuelle justeringer av oppgaven.

Andre runde (prototype 2) er et pilotprosjekt hvor jeg tester tre leksjoner på egne 1T elever våren 2015. Målet er nå å se hvordan oppgavene fungerer i en klasseromssituasjon. Om elevene ser ut til å forstå og klare å følge oppskriftene, om de synes oppgavene er motiverende og om de har tro på denne måten å introdusere GeoGebra på. Nå vil jeg basere informasjonen på observasjon, uformell samtale med elevene i undervisningssituasjonen og spørreundersøkelse i etterkant. På bakgrunn av dette vil jeg eventuelt justere opplegget.

Tredje runde er hovedprosjektet mitt og består i å gjennomføre introduksjonskurset med egne elever og eventuelt andre 1T – grupper på skolen høsten 2015. Dette vil tilsvare den første store syklusen (prototype 3).

Med bakgrunn i mine refleksjoner rundt de teoretiske aspektene som jeg har presentert har jeg kommet fram til noen *designprinsipper* som ligger til grunn for gjennomføringen av introduksjonskurset. Jeg ønsker å legge til rette for at elevene mine kan *lære å bruke* (GeoGebra) ved å ha fokus på ulike aspekter av *nytteverdi*.

4.2 Introduksjonskurset

I min introduksjon til GeoGebra har jeg lagt vekt på at oppgavene skal ha fokus på å *lære å bruke*. Målet er her at elevene skal bli kjent med programmet GeoGebra uten at vi i første omgang knytter det til matematikk, (det er selvfølgelig mye matematikk gjemt inn i oppgavene, vi snakker om linjestykker, vinkler, punkt og så videre, men det er ikke det som er hovedfokus i oppgavene). Jeg ønsker at elevene skal *lære å bruke* programmet før de kan *bruke for å lære* ny matematikk. Hovedfokuset er altså på *instrumentering* framfor *instrumentalisering* (Trouche, 2014).

Introduksjonskurset (vedlegg C), består av fire leksjoner, hvor de tre første dreier seg mest om å bli kjent med brukergrensesnittet i GeoGebra. Det vil si at elevene skal bli kjent med menyer, arbeidsfelt, verktøyknapper og nedtrekksmenyer. De skal i første omgang bli kjent med grafikkfeltet og algebrafeltet og hvordan dette henger sammen. De skal bli trygge på hvordan de kan vise/skjule, flytte objekter, zoome, endre farger og egenskaper. I den fjerde leksjonen skal elevene bli kjent med CAS funksjonen i GeoGebra. Her skal elevene trekke inn matematikken som de har jobbet med tidligere i skoleåret som for eksempel trigonometriske problemer, likninger, likningssett og mer. Det som er viktig her er å bli kjent med syntaksen – helt nøyaktig hvordan de må skrive inn for eksempel en likning og hvilken kommandoknapp som brukes for å løse den.


4.2.1 Forarbeid


Det hele startet med en idé jeg fikk om å gjøre noe annet med GeoGebra enn det som er vanlig i matematikkundervisningen, noe som har fokus på å *lære å bruke*. Jeg fikk tips om en nettside hvor jeg fant en oppskrift på å lage et *Halloween* – ansikt med GeoGebra (Geogebra Wiki, 2015). Denne oppskriften har jeg oversatt til norsk og tilpasset til min elevgruppe og aktuell versjon av GeoGebra. Dette ble utgangspunkt for første versjon av introduksjonskurset. Videre fant jeg inspirasjon til de andre introduksjonsoppgavene, *Fyrverkeri*, *Kran*, *Bilde* og *Tegning*, fra tilsvarende nettsider (Diaz, 2015; Geogebra, 2014; Jesus4F, 2011; Mentrard, 2008).


4.2.2 Leksjon 1: Lag et fyrverkeri med GeoGebra.



Her skal elevene bruke kommandoer innen geometri og funksjoner i grafikkfeltet for å lage et fyrverkeri bestående av kuler (punkter) som beveger seg på linjestykker. Elevene starter med å følge instruksjonen i en oppskrift trinn for trinn til første ring av kuler i fyrverkeriet er ferdig. Instruksjonen er ganske detaljert, slik at elevene kan klare å komme fram til et resultat hvis de gjør nøyaktig som det står i oppskriften.

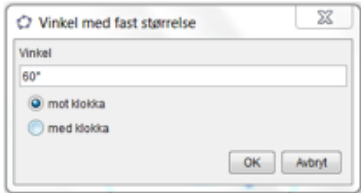
Når de er ferdig med første ring, kan de utvide sitt fyrverkeriet med flere kuler og skudd. De står fritt til å lage sitt fyrverkeri slik som de ønsker med mange ulike farger og fasonger. Dette gir mulighet for individuell tilpasning og det utfordrer elevenes kreativitet. De skal da prøve å gjøre dette uten oppskrift og bygge på det de har lært når de jobbet med den første ringen. Elevene skal jobbe sammen to og to og utveksle kunnskap og erfaringer, men alle skal lage sitt eget fyrverkeri. Underveis kan elevene se på hverandre og på den måten inspirere hverandre og dele ideer. Når de har laget et produkt kan de vise for hverandre, og forklare hva de har gjort og lært. Hvilke knapper og funksjoner de har brukt. Dette er et viktig ledd i læringsprosessen (Säljö, 2001).

a. Tegn en sirkel med verktøyet  Sirkel definert ved sentrum og periferipunkt slik:

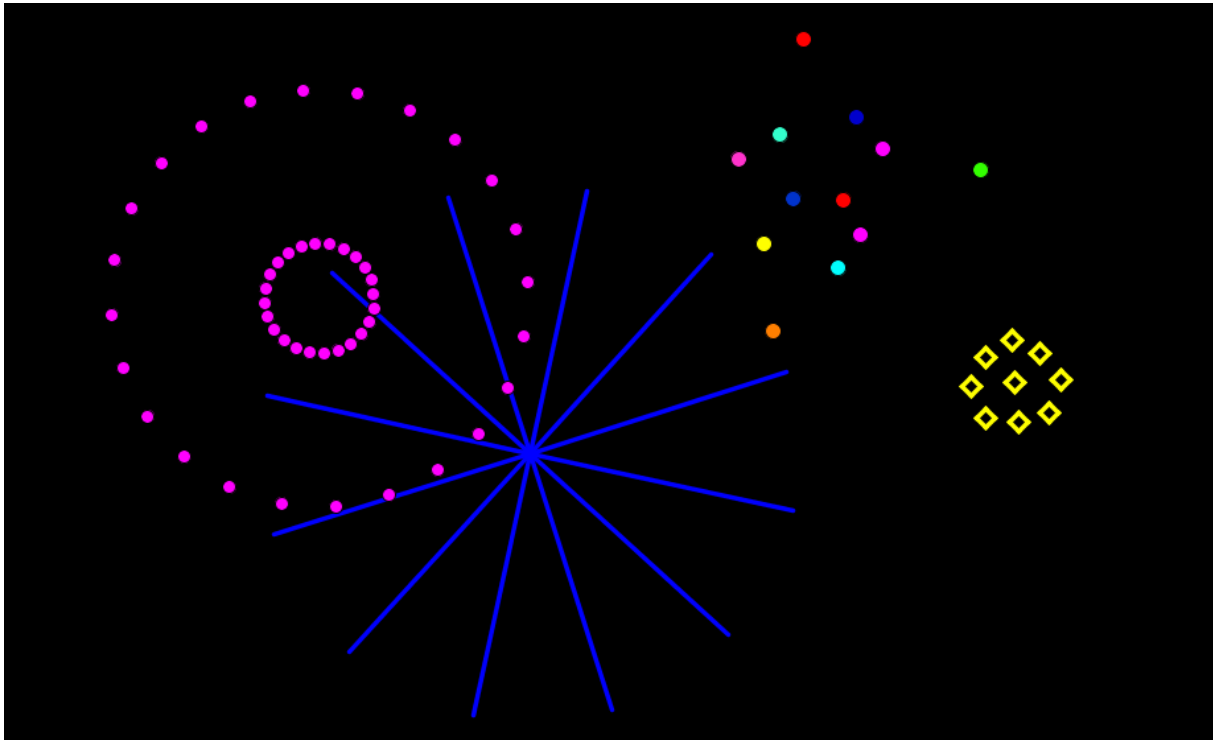
- Klikk på 
- Klikk hvor som helst på grafikkfeltet (du får da punkt A)
- Flytt musen og klikk igjen (punkt B)

b. Bruk verktøyet  Vinkel med fast størrelse for å sette inn en vinkel av størrelse som går opp i 360° (for eksempel 60°, jo mindre vinkel du velger jo flere punkter får du)

- Klikk på ned-pilen på  Vinkel verktøyet, og klikk på  Vinkel med fast størrelse
- Klikk på punkt B (på sirkelen) og deretter på punkt A (senter av sirkelen).
- I dialogboksen, slett 45° og skriv inn vinkelen du har valgt (her 60°).



Figur 4.3: Eksempel på hvordan instruksjonen kan se ut



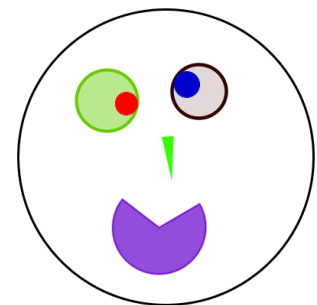
Figur 4.4: Eksempel på hvordan et ferdig fyrverkeri kan se ut. «Kulene» og «linjene» er animert slik at de beveger seg fra senter og utover.

I denne første leksjonen jobber elevene med sirkler, vinkler, rette linjer og linjestykker. De lager punkter som låses til linjestykkene, slik at de kan animeres og de beveger seg utover langs linjen. De jobber også med å se på egenskapene til objektene slik at de for eksempel kan vise/skjule hjelpelinjer, punkt og navn på objektene. Å endre farger, størrelser og egenskaper for animasjon er også noe de jobber med i denne økten.

Leksjonen går over en skoletime. Det tar ofte litt tid før man kommer inn i oppskriften og finner ut av hvordan ting fungerer, det er derfor meningen at elevene skal jobbe videre hjemme. De skal da jobbe individuelt i minst 1 time. Resultatet skal de levere digitalt, slik at jeg kan vise fram for klassen senere.

4.2.3 Leksjon 2: Halloween med GeoGebra

Målet med denne andre økten er at elevene skal bli enda bedre kjent med brukergrensesnittet i GeoGebra. Igjen starter elevene med å følge en oppskrift trinn for trinn til hele *Halloween*-ansiktet er ferdig. Hvis de får tid kan de prøve seg fram, hente inspirasjon og lage egne figurer. Også her får elevene utfordret egen kreativitet ved å bruke ulike farger, størrelser og posisjoner. Elevene skal fortsatt jobbe sammen to og to og utveksle kunnskap og erfaringer, men begge skal lage sin egen figur. Når de har laget et produkt kan de vise for hverandre, og forklare hva de har gjort og lært. De får også denne gangen en lekse som består i å bruke en



Figur 4.5: Halloween-ansikt laget med GeoGebra

time hjemme til å utforske videre og lage ferdig figuren sin. Produktet skal leveres inn digitalt sammen med en liste over funksjoner og kommandoer de har jobbet med og forklaring på hvordan de virker (sin egen brukermanual).

I denne økten er instruksjonene i oppgaven enda mer komplisert enn i fyrverkeriet. De starter med å lage nesen som er en roterende trekant. Pupillen skal rotere inne i øyet. Munnen pulserer i størrelse på en måte samtidig som den åpner/lukker seg. For å få til for eksempel øyet, må de lage en glider for vinkelen som bestemmer hvor senter i pupillen er i forhold til kanten av øyet. Denne glideren kan animeres slik at pupillen beveger seg rundt av seg selv. Det er nå ekstra viktig at elevene leser oppskriften nøye og bruker samme navn på objektene som er brukt i oppskriften. Her er det fort at elevene gjør en liten *feil* slik at ting oppfører seg litt annerledes enn i originalen. Da er det viktig å presisere for eleven at det ikke nødvendigvis er *feil*, men annerledes, og utnytte anledningen til å få eleven til å reflektere over hvorfor det ble annerledes og hva som eventuelt kan endres for å få det som de ønsker.

4.2.4 Leksjon 3: Utforske, bli kjent med GeoGebra

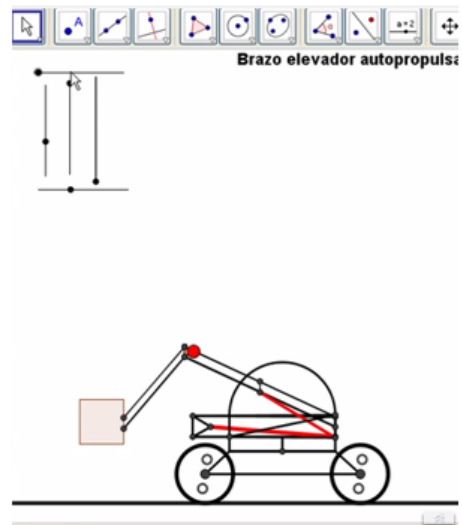
Elevene skal nå videreutvikle ferdighetene fra forrige økt, utforske og bli enda mer trygg på GeoGebra-grensesnittet. Det blir nå mulighet til å tilpasse oppgaven mer til hver enkelt elev ved at de selv velger hva de vil jobbe med. Det er altså god mulighet for differensiering. Målet for økten er at elevene skal

- Bli kjent og trygg i GeoGebra.
- Utfordre fantasien.
- Ha det gøy med GeoGebra.
- Inspirere ingeniørspirer?

De får tips til 3 ulike oppgaver, men de kan også velge å finne andre ting de vil lage inspirert av egen fantasi (eller finne inspirasjon på internett).

Oppgave 1:

Bygg en kranbil, bruk glidere til å løfte, kjøre og vippe.



<https://www.youtube.com/watch?v=8OBa-Rw26T4>

(Jesus4F, 2011)

Her får de også noen tips til hvordan de kan bruke parallelle linjer, sirkler, mangekanter og glidere for å bygge kranen, men ingen oppskrift.

Denne oppgaven kan være ganske krevende og forutsetter at eleven har skjønnet det meste av det vi har jobbet med i leksjon 1 og 2.

Oppgave 2:

Lag et kunstverk – et bilde med masse farger



Tips:

Lag en ramme og fyll denne med mangekanter, sirkler eller andre figurer som du gir ulike farger

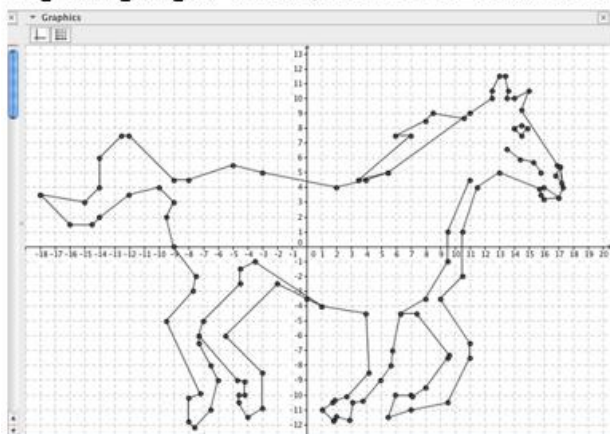
<http://forum.geogebra.org/viewtopic.php?f=2&t=23195>

(Mentrard, 2008)

Denne oppgaven er ikke fullt så krevende som oppgave 1. Elevene jobber med ulike geometriske verktøyknapper som de har fått kjennskap til i leksjon 1 og 2. Her er også mye av fokuset å bli kjent med egenskapsmenyene.

Oppgave 3:

Lag en tegning av en hest, eller noe annet du liker.



Tips:

Lag en skisse på rutepapir, og overfør til punkter i GeoGebra. Tegn linjestykker mellom punktene.

<http://jasmindiaz.weebly.com/mathematical-model-of-me.html>

(Diaz, 2015)

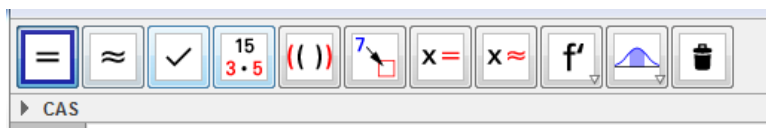
Denne oppgaven er ikke så krevende. Her spiller vi litt på elevens kreativitet og fantasi. Hensikten er at eleven blir kjent med grafikkfeltet og enkelte verktøyknapper som punkt og linjestykke.

4.2.1 Leksjon 4: GeoGebra og CAS i matematikkundervisningen – og veien videre

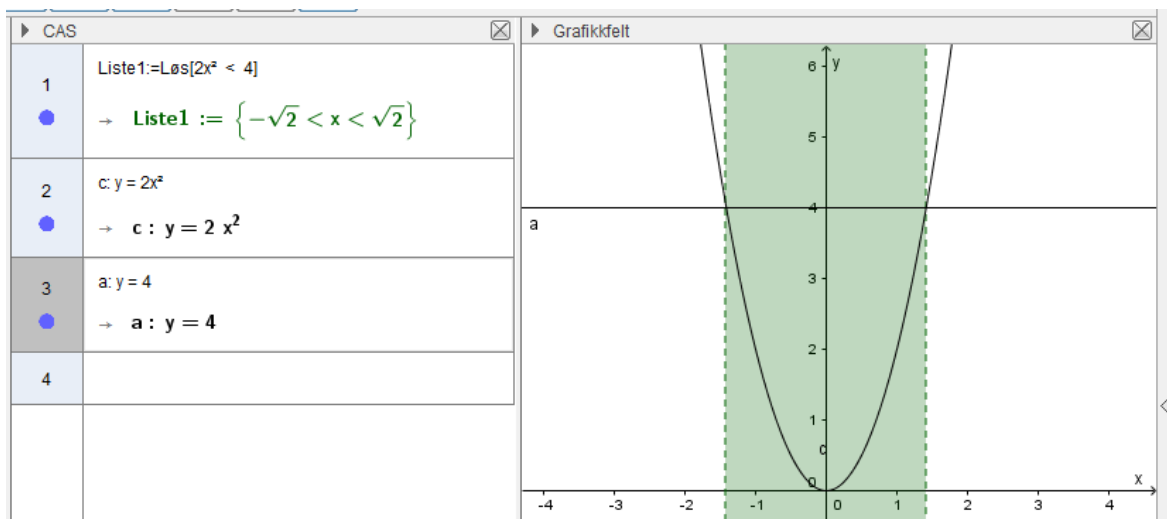
Målet med denne undervisningsøkten er at elevene skal bli kjent med CAS verktøyet i GeoGebra. Jeg håper også at elevene vil bli motivert og inspirert til å bruke GeoGebra aktivt i matematikkopplæringen. Til å utforske matematiske sammenhenger, som en hjelp til å løse vanskelige og sammensatte oppgaver og som en fasit i leksearbeidet hjemme.

Nå skal elevene bruke CAS til å løse trigonometriske problemer, likninger, ulikheter og likningssett. Jeg bruker her oppgaver hentet fra læreboka vi bruker i den vanlige undervisningen. Dette er et hefte utarbeidet av flere lærere ved skolen hvor jeg jobber. Elevene får utdelt et oppskriftshefte fra Lokus (2015) som de kan bruke som oppslagsverk når de jobber med oppgavene. I tillegg til at jeg vil vise litt på prosjektor.

Her handler det om å bli kjent med hvordan uttrykk skrives, når man bruker punktum, hvor man må bruke parenteser og så videre. De skal bli kjent med når de skal bruke de ulike kommandoknappene og hvilke muligheter det er for å kombinere CAS vinduet og grafikkfeltet for å få en bedre forståelse av ulike representasjoner.



Figur 4.6: kommandoknappene i CAS



Figur 4.7: Eksempel på sammenheng mellom algebraisk og grafisk representasjon av en ulikhet i GeoGebra

Elevene jobber her med matematikk som de allerede har blitt kjent med i den vanlige matematikkundervisningen. Hovedfokus for økten er å lære å bruke CAS verktøyet, *instrumentering*. Samtidig ønsker jeg at elevene nå skal fokusere på å se sammenhenger i matematikken ved å studere de ulike representasjonene i CAS feltet og grafikkfeltet. På denne

måten integrerer vi i denne økten det å *bruke for å lære*. Elevene jobber både med *instrumentering* og *instrumentalisering*. De jobber med å utvikle de tekniske ferdighetene, punkt 1, 2 og 3 (Pierce & Stacey, 2002).

4.3 Gjennomføring og resultat av pilotstudier

4.3.1 Første runde

I utviklingsprosessen av undervisningsøkten ville jeg teste hvor vanskelig/lett det var å følge oppskriftene og om det var noe jeg måtte endre på for at det skulle bli lettere å forstå. Jeg valgte i første omgang (prototype 1) å teste ut *Halloween* med to av mine egne barn.

Min yngste datter var 12 år og hadde ingen erfaring med GeoGebra fra før men hun hadde god kjennskap til generell bruk av PC og I Pad. For henne var det vanskelig å følge oppskriften samtidig som hun skulle gjøre det i GeoGebra. Det endte med at jeg leste for henne mens hun gjennomførte instruksjonene. Min andre datter var 17, og hadde brukt GeoGebra litt i undervisningssammenheng i fagene 1T og S1. Hun hadde brukt det mest i forbindelse med faget S1, da til tegning av funksjoner, regresjon, mm. Hun kjente til en del av knappene, og hun var kjent med hvordan man flytter og zoomer i grafikkfeltet.

Metode for datainnsamling var observasjon og uhytidelig samtale.

Etter gjennomføringen med mine barn følte jeg at jeg hadde fått en test på at oppskriften var mulig å følge og jeg fikk litt innblikk i hvor mye tid jeg trenger til gjennomføring i klasse. Resultatet ble at jeg gjorde noen små endringer i oppskriften slik at den skulle bli lettere å følge.

4.3.2 Andre runde - pilotprosjekt

Andre runde (prototype 2) ble gjennomført som et miniforsøk hvor hovedmålet var å teste ut hvordan materialet mitt, de første leksjonene, fungerte i klasserommet.

De som deltok var da 23 1T elever våren 2015. Disse elevene hadde jobbet en del med GeoGebra gjennom skoleåret. Noen av dem var blitt ganske flinke og virket trygge på å bruke verktøyet, andre var fremdeles litt utrygge og hadde en tendens til å unngå å bruke GeoGebra hvis de ikke måtte. Timene ble gjennomført helt på slutten av skoleåret, etter eksamen, og elevene var litt umotiverte for undervisning.

Jeg gjennomførte tre leksjoner, *Halloween*, *Fyrverkeri* og *Utforskning*. På dette tidspunktet hadde jeg bare oppskrift til *Halloween* som da var min første økt. Den andre økten startet timen med at jeg viste mitt *Fyrverkeri* laget i GeoGebra, og gav en kort forklaring på hvilke kommandoer som er sentrale for å lage fyrverkeriet. Siste økt viste jeg *Kran*, *Bilde* og *Tegning* og gav noen korte tips om hva som kunne være lurt å fokusere på, men ellers skulle elevene prøve å jobbe på egenhånd og bruke noe av det de hadde lært. De kunne samarbeide og selv velge hva de ville jobbe med. Mange fortsatte med fyrverkeriet fra dagen før, noen

laget ansikt, og noen laget bilde. Det var ingen som ville prøve seg på kranbilten, kanskje noen hadde prøvd seg hvis jeg hadde gitt litt mer konkrete tips?

Metode for datainnsamling: I alle leksjonene var jeg både observatør og lærer. Jeg skrev korte feltnotat. I slutten av siste økt gjennomførte jeg et kort og uformelt gruppeintervju av typen fokusgruppe med 6 elever. Her tok jeg lydopptak som ble transkribert (vedlegg S). Jeg samlet inn noen av elevenes ferdige produkter, og jeg gjennomførte en anonym spørreundersøkelse etter siste økt. 18 elever svarte på spørreundersøkelsen (vedlegg R).

Resultat observasjoner:

Ut fra mine observasjoner og feltnotatene (vedlegg Q), fant jeg at det var noe vanskelig å følge en oppskrift samtidig som man skal utføre kommandoene. Jeg konkluderte ut fra dette at jeg må presisere enda mer for elevene at det er lurt å sammenlikne og diskutere hva de gjør.

Resultat av spørreundersøkelsen:

I spørreundersøkelsen var jeg interessert i å finne ut om elevene likte denne måten å introdusere GeoGebra på, og om de opplevde det som nyttig med tanke på matematikkundervisning.

Spørsmål	I veldig liten grad	I liten grad	I noen grad	I stor grad	I veldig stor grad
I hvilken grad likte du denne formen for introduksjon til GeoGebra?			12	2	4
I hvilken grad tror du at du ville hatt nytte av å ha denne introduksjonen i starten av skoleåret?		5	6	6	1
I hvilken grad tror du at du vil ha nytte av denne introduksjonen i ditt neste år med matematikkundervisning?		5	9	3	1

Tabell 4.1: Resultat av spørreundersøkelsen i pilotprosjektet

Alle elevene likte denne formen for introduksjon i noen grad eller bedre. Når det kommer til om elevene mener det var nyttig med tanke på matematikkundervisningen er det litt flere som er usikker på det.

I tillegg til graderingsspørsmålene fikk elevene mulighet til å skrive kommentarer på hva de likte mest/minst og hva som var lett/vanskelig. Hva de likte best gikk stort sett på kreativitet og noen sa at det var gøy å bruke GeoGebra på nye måter og at de lærte mer om GeoGebra. Hva de likte minst gikk på at det var tidkrevende, at det var vanskelig uten oppskrift og noen mener at det hadde lite med pensum i 1T å gjøre. Det elevene syntes var vanskelig gikk på å få objekter til å bevege seg i forhold til hverandre og det å lage ting selv uten oppskrift.

Resultat av fokus-gruppen:

Det som kommer fram i fokus-gruppen er mye fokusert på at det bør være nyttig med tanke på pensum i 1T. Mange var opptatt av at vi burde lære mer om CAS.

Det var tydelig at elevene er opptatt av å *lære å bruke* verktøyet slik at de kan *bruke for å lære* matematikk. Likevel ser det ikke ut som de helt klarer å se sammenhengen mellom det vi gjør i introduksjonen og det å *lære å bruke* verktøyet GeoGebra.

På bakgrunn av denne gjennomføringen har jeg gjort noen endringer i det opprinnelige introduksjonskurset. Jeg laget en oppskrift til *Fyrverkeri* og gjorde dette til første leksjon. Oppskriften til *Fyrverkeri* er mye enklere enn *Halloween* og det ble da en litt enklere inngang slik at elevene lettere kan klare å lage et produkt. Dette vil kanskje også virke positivt på motivasjonen. Jeg gjorde små tilpasninger i oppskriften til *Halloween* for å gjøre den lettere å følge. Leksjon 3, *Utforskning*, delte jeg inn i tre oppgaver av ulik vanskelighetsgrad og med korte tips til å komme i gang. Jeg laget også Leksjon 4, som er en introduksjon i CAS og er mer direkte knyttet til pensum i 1T.

På bakgrunn av observasjoner og tilbakemeldinger i intervju og spørreundersøkelsen har jeg sett at det er viktig å presisere at elevene må lese oppskriften nøye og at de må samarbeide og diskutere hverandres løsninger. Da vil de bedre kunne reflektere over det de har jobbet med og lært (Daniels et al., 2007; Säljö, 2001).

Konklusjon av pilotprosjekt: Denne gjennomføringen gav et godt grunnlag for et nytt studie i større skala til hovedprosjektet.

4.4 Deltakere hovedprosjekt

I hovedprosjektet (prototype 3) deltok ca. 200 1T elever fra 9 klasser, deriblant 27 fra min gruppe. Det var 8 lærere inkludert meg selv som deltok i prosjektet. En del av elevene har jobbet litt med GeoGebra på ungdomsskolen, men det er veldig forskjellig hvor mye. De fleste klassene gjennomførte hele undervisningsopplegget, noen bare leksjon 1 og 2. Leksjon 4 med CAS var det noen av lærerne som ønsket å splitte, slik at de kunne ta det når det naturlig passet inn i pensum. Det er bare elevene i min gruppe som ble observert og intervjuet, men de fleste elevene deltok i spørreundersøkelsen.

Alle elever og lærere har fått informasjon om at de er med i et forskningsprosjekt. Jeg hadde et eget møte med lærerne hvor de også fikk informasjon om de ulike oppgavene. Elevene i min gruppe har fått skriftlig informasjon der jeg innhenter tillatelse til observasjon og lydopptak, (vedlegg B). I de andre gruppene har elevene fått muntlig informasjon av sin lærer. De har også fått informasjon om at alle data jeg samler inn blir anonymisert. Jeg har fått tillatelse fra NSD til å gjennomføre forskningsprosjektet, (vedlegg A).

4.5 Metoder for datainnsamling

Mitt forskningsdesign passer til hva Bryman kaller et mikroetnografisk case studie. Det vil si at man følger en gruppe i deres miljø over en kortere periode hvor man fokuserer på et bestemt emne (Bryman, 2012, p. 433). Jeg følger klassen min gjennom hele skoleåret og er godt kjent med det sosiale og faglige miljøet i gruppen, men fokus for denne studien, introduksjon av GeoGebra, går over 4 – 5 uker i september – oktober 2015. Metoder for datainnsamling i et etnografisk case studie kan være både kvalitative og kvantitative metoder. I mitt studie har jeg hovedvekt på kvalitative metoder. Datamaterialet er samlet inn delvis ved hjelp av observasjon med lydopptak i klasserommet, intervju av fokusgruppe, innsamling av elevenes arbeider og spørreundersøkelse.

4.5.1 Observasjoner og lydopptak

I alle fire leksjonene gjorde jeg observasjoner og skrev korte feltnotater, (vedlegg G, I, J og K). Siden jeg hadde rolle som både lærer og forsker, var det vanskelig å ha fullt fokus på observasjon. Rollen som lærer medførte at jeg hele tiden måtte hjelpe og veilede elever. Det ble derfor viktig for meg å dokumentere elevenes arbeid og læring på flere måter. Jeg hadde en rolle som delvis deltakende observatør (Bryman, 2012). I den første økten hadde jeg besøk av min veileder, Pauline Vos. Hun observerte økten og skrev en rapport over observasjonene sine, (vedlegg H). Denne rapporten er også grunnlag for min analyse. Jeg hadde også en uhytidelig samtale med noen av mine kolleger etter første økten. Det kom fram interessante emner som jeg noterte i et kort feltnotat etter samtalen. I to av øktene tok jeg lydopptak av to ulike par av elever. Den første i arbeidet med *Halloween* den andre i leksjon 3 hvor elevene kunne velge oppgaver, de aktuelle elevene jobbet med *Kran*. Lydopptakene ble transkribert og er grunnlag for senere analyser, (vedlegg I og J).

4.5.2 Innsamling av elevenes arbeider og rapporter

I tillegg til observasjon og lydopptak ønsket jeg å samle inn elevenes arbeider for på den måten å kunne se hva de hadde fått til. Jeg samlet inn arbeidene ved at elevene skulle laste opp sitt produkt på vår læringsplattform, It's learning, etter at de hadde jobbet videre med det hjemme. En svakhet med denne måten å gjøre det på er at det ble vanskelig å få inn arbeidene fra alle elevene. Etter første leksjon, *Fyrverkeri*, leverte alle som hadde deltatt men når jeg ser på alle leksjonene til sammen var det ca. 80 prosent av elevene i gjennomsnitt som leverte. Noen hadde problemer med å få lagret i et format som ble leselig etter opplasting, og andre hadde rett og slett ikke "gjort lekse si". Jeg følte likevel at jeg fikk inn nok besvarelser til at jeg sammen med det jeg hadde observert i timen fikk et inntrykk av hva elevene hadde lært – eller i det minste jobbet med.

Etter andre leksjon, *Halloween*, gav jeg elevene i oppgave å skrive ned hvilke kommandoer og funksjoner de hadde jobbet med. Dette var for å prøve å skape en bevissthet hos eleven på hva han/hun faktisk har jobbet med og lært noe om. Litt over 70 prosent av elevene leverte denne listen, (vedlegg P).

4.5.3 Spørreundersøkelse

Spørreundersøkelsen ble gjennomført i 7 av 9 grupper, 165 elever deltok. Den ble ikke gjennomført på samme tid i alle gruppene, hver lærer måtte ta hensyn til når det passet i forhold til annen undervisning. For alle gruppene ble den gjennomført i relativ nærhet til gjennomføring av siste leksjon. Spørreundersøkelsen bestod i fire graderingsspørsmål gradert fra 1 – *i veldig liten grad* til 5 – *i veldig stor grad*. Med en skala fra 1 til 5 er det mulig å plassere seg på midten, det tolket jeg som at eleven stiller seg nøytral – hverken positiv eller negativ selv om teksten på midten var *i noen grad* og dermed kanskje kan tolkes som at det heller mot positiv. Spørsmålene gikk på hvor kjent eleven følte han/hun var blitt med ulike deler av brukergrensesnittet i GeoGebra.

- Hvor godt har du blitt kjent med arbeidsfeltene i GeoGebra?
- Hvor godt har du blitt kjent med følgende kommandoknapper i GeoGebra?
- Hvor godt har du blitt kjent med hvordan man kan gjøre endringer i objektene i GeoGebra?
- Litt om ditt inntrykk av denne måten å introdusere GeoGebra på - og videre bruk av GeoGebra.

I tillegg til graderingsspørsmålene hadde elevene anledning til å komme med frie kommentarer.

Undersøkelsen ble introdusert av faglærer i gruppene og gjennomført anonymt på papir, (vedlegg D). Resultatet av undersøkelsen har jeg registrert i et regneark hvor jeg kunne gjøre beregning av gjennomsnitt og standardavvik for de ulike spørsmålene (vedlegg E). I regnearket laget jeg også en oppsummering av de frie kommentarene.

4.5.4 Intervju – fokusgruppe

Jeg har valgt å gjøre intervju etter modellen *fokusgruppe*. I følge Bryman (2012) er det en metode for intervju hvor man involverer mer enn ett intervjuobjekt. Den som utfører intervjuet er interessert i å finne ut noe om hvordan individene diskuterer et spesielt tema som medlem av gruppen og ikke bare hva individet selv mener. I denne konteksten vil ofte individene diskutere med hverandre og utfordre hverandres syn. Forskeren kan ut fra denne interaksjonen danne seg et inntrykk av intervjuobjektene syn på det aktuelle temaet (Bryman, 2012).

Til min fokusgruppe valgte jeg 5 elever, to jenter og tre gutter, som hadde sagt seg villig til å la seg intervju. Elevene ble valgt ut fra ulike grupper, det vil si de har ikke samarbeidet under gjennomføringen av introduksjonskurset. Min hensikt med det var at jeg ønsket å få et bredt bilde av elevenes synspunkter. I intervjuet tok jeg lydopptak som er transkribert, (vedlegg M).

Rammen for intervjuet var semistrukturert, det vil si at jeg hadde en liste over temaer jeg ønsket at elevene i fokusgruppen skulle diskutere, en intervjuguide, men ikke konkrete spørsmål, (vedlegg L). Hensikten med dette var at jeg da kunne ta tak i ting som kommer fram i diskusjonen for å få elevene til å reflektere og bygge videre på det. Det blir også en

lettere og mere uhøytidelig stemning som kanskje kan få elevene til å diskutere friere og komme innom flere aspekter ved temaene.

4.5.5 Intervju – fokusgruppe med lærere

For å få et inntrykk av hvordan det hadde gått i de andre gruppene gjorde jeg et intervju med mine kolleger som har gjennomført opplegget med sine grupper. Også her valgte jeg å bruke modellen fokusgruppe som ramme for mitt intervju. Det viste seg å være vanskelig å finne et tidspunkt hvor alle hadde anledning til å delta. Av 7 kolleger som var med på prosjektet var det 4 av dem som hadde anledning til å delta i fokusgruppen. Jeg tok også her lydopptak som er transkribert, (vedlegg O). Intervjuguide, (vedlegg N).

Det var også viktig for meg å få et bilde av hva andre lærere tenker om denne måten å introdusere GeoGebra på. Spesielt med tanke på å styrke studiens troverdighet er det viktig å få fram hvordan andre (lærere) oppfatter det som skjer (Bryman, 2012).

4.5.6 Oversikt over metoder

For å få bedre oversikt over metoder jeg har valgt for å få informasjon som belyser mine forskningsspørsmål har jeg laget tabellen under.

Metode/ Forsknings- spørsmål	Observa- sjoner	Lydopptak	Innsamlede arbeider	Spørre- undersøkelse	Fokus- gruppe elever	Fokus- gruppe lærere
1 - nytte		✓	✓	✓	✓	✓
2a - tekniske ferdigheter	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2b - personlige aspekter	✓	✓		✓	✓	✓
3 - eierskap	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabell 4.2: Oversikt over metoder for datainnsamling knyttet til forskningsspørsmål

4.5.7 Mine roller

I denne studien har jeg flere roller. Rollene griper inn i hverandre og kan påvirke hvordan jeg fungerer i de ulike rollene og dermed også resultatene.

På en side har jeg rolle som forfatter og utvikler av undervisningsopplegget. Det gjør at jeg kjenner undervisningsmaterialet veldig godt. Jeg kjenner til hvordan jeg har tenkt gjennomføring i alle detaljer. Når jeg så på en annen side har rolle som lærer, har jeg en fordel med at jeg er godt forberedt i forhold til andre lærere som gjennomfører opplegget. Jeg vet mer om hva jeg kan forvente av problemer og jeg har en ide om hvordan jeg kan veilede elevene.

Samtidig har jeg rolle som observatør. Jeg er den som skal observere hva som skjer og jeg er den som skal samle inn datamaterialet og transkribere lydopptak. Når jeg er observatør kan min rolle som lærer være forstyrrende, siden jeg i tillegg til å observere også må ha fokus på å organisere undervisningen og veilede elevene i deres arbeid med oppgavene. Det kan føre til at jeg mister oversikt over hva som skjer. Når jeg tar lydopptak av elevene i arbeid med oppgaver eller i intervju, kan min rolle som lærer påvirke hvordan elevene jobber, og hva de sier kan være påvirket av hva de tror jeg som deres lærer ønsker at de skal si. Det kan være at elevene i min gruppe er spesielt positive eller negative fordi jeg er læreren deres. Vil deres holdning til meg påvirke deres svar og tilbakemeldinger i spørreundersøkelsen og i fokusgruppen?

Mange av kollegaene mine som deltar i undersøkelsen anser jeg også som mine venner. Vil det ha betydning for deres rolle i undervisningssituasjonen og påvirke deres tilbakemeldinger i fokusgruppen?

Jeg har også en rolle hvor jeg skal analysere og tolke observasjoner og funn. Dette er en farlig kombinasjon med tanke på validitet. Vil mine analyser og konklusjoner være preget av hva jeg ønsker å finne?

Dette er forhold jeg ikke kan komme utenom i denne studien, men jeg har forsøkt å minimere betydningen av dette ved at jeg bruker flere metoder for datainnsamling. Det at jeg også får data fra grupper hvor jeg ikke har deltatt direkte i spørreundersøkelsen (i de andre 1T – gruppene), og at jeg får tilbakemeldinger fra kollegaene mine i fokusgruppen kan være med på å nøytralisere uheldig effekt av de ulike rollene.

5 Resultater

For å få en forståelse av hvordan elevene opplever denne måten å introdusere GeoGebra og CAS på har jeg gjennomført en kvalitativ analyse av elevenes arbeid med introduksjonskurset. Jeg vil i dette kapitlet gå gjennom min analyse av observasjoner, lydopptak, elevenes arbeider, spørreundersøkelsen og intervjuer.

5.1 Rapport fra leksjonene

5.1.1 Første leksjon

Rapporteringen er basert på feltnotater fra egne observasjoner i undervisningsøkten og i samtale med kolleger etter timen. Jeg baserer meg også på veileders rapport fra observasjoner hun gjorde i timen og hennes refleksjoner rundt det hun så (vedlegg H).

Første leksjon baserer seg på oppgaven *Fyrverkeri*. Mitt *Fyrverkeri* ble vist på prosjektor når elevene kom inn i klasserommet. Jeg merket at elevene virket interesserte og nysgjerrige. Jeg startet timen med litt informasjon om prosjektet og hvorfor vi skulle ha denne introduksjonen til GeoGebra. Elevene kom raskt i gang med å følge oppskriften og jobbe med sitt eget fyrverkeri. De jobbet individuelt men viste for hverandre to og to eller i grupper på 4 hvor de diskuterte hvordan de kunne løse oppgaven. Elevene brukte ord som "algebrafelt" for å beskrive arbeidet deres, noe som indikerer at de allerede mestret deler av fagspråket knyttet til arbeid med GeoGebra. Etter bare ti minutter har nesten alle elevene laget en sirkel. Noen av elevene har allerede fått til en animasjon, det skaper engasjement hos andre elever. Noen elever legger mye arbeid i å lage fine farger og tykkere linjer. Etter 20 minutter høres uttrykk av overraskelse/iver over "kuler" som i ulike farger som "skytes ut". Elevene gav uttrykk for å være stolte over å vise for hverandre det de hadde laget.

Reflection:

- the lesson went according to plan. The goal of the lesson (to start making a firework) was well achieved with all students (maybe with the exception of the Second Language Learner in the far corner near the door). The worksheet was well used and gave the students sufficient information to get started. They also felt free to go their own path.
- within 10 minutes the first animations were there – this is rewarding for those who created them, and it is encouraging for those who are not yet there.
- it does not look as if the task is "too easy". All students engaged and were triggered by the task. I did not see boredom. Not one student had a fully completed firework at the end of the lesson.

Figur 5.1: Veileders refleksjoner etter første økt (vedlegg H)

Mitt inntrykk er at økten gikk som planlagt, elevene gav uttrykk for at de likte denne måten å jobbe med GeoGebra på, og det så ut som de fleste fikk til å følge oppskriften og gjenta det i en friere form etter hvert som de skulle utvide fyrverkeriet sitt.

Etter timen hadde jeg en uhøytidelig samtale med noen av kollegaene mine som hadde gjennomført *Fyrverkeri* med sin klasse. Jeg benyttet anledningen til å spørre litt om hvordan det gikk. Det var litt ulike tilbakemeldinger. To av kollegene sa at det gikk veldig bra, elevene viste tegn til at de var motiverte og kom godt i gang med sitt fyrverkeri. En påpekte at det var noen utfordringer med ulike versjoner av GeoGebra som medførte at ting ble noe annerledes, og at dette kunne gjøre elevene usikre. En fjerde kollega sa at han også hadde noe av samme opplevelse, men at det likevel gikk bra, det med ulike versjoner er noe både vi og elevene må lære å forholde oss til.

Oppsummering etter første leksjon:

Alle elevene kom raskt i gang med å lage sitt fyrverkeri, og de viste tegn til motivasjon for oppgaven.

5.1.2 Andre leksjon

Rapportering av andre leksjon er basert på observasjoner og lydopptak. Jeg hadde ingen mulighet til rapport fra veileder eller kolleger denne gangen.

Andre leksjon baserer seg på oppgaven Halloween. Økten ble gjennomført som andre time av en dobbelttime og jeg fikk litt mindre tid til rådighet enn jeg hadde planlagt. Det var sent på dagen, elevene var trettede og det virket som de strevde mer med oppskriften denne gangen. Jeg fikk inntrykk av at elevene jobbet litt saktere enn med *Fyrverkeri*. Alle kom i gang med sitt ansikt og de fleste fikk ferdig den roterende nesen, men mange strevde med å få til pupillen som skulle rotere inne i øyet.

Elevene fikk i lekse å jobbe videre med oppgaven hjemme. De skulle levere resultatet på vår læringsplattform, *It's learning*, sammen med en liste over kommandoer og verktøyknapper de hadde blitt litt kjent med.

Jeg gjorde lydopptak av to elever i arbeid med oppgaven. Elevene som samarbeider her kaller jeg Tor, T og Erik, E. Ved to anledninger er det en elev fra en annen gruppe som henvender seg til Tor og Erik, eleven kaller jeg A, selv om jeg er litt usikker på om det er samme elev begge gangene. Lydopptakene er transkribert og deltakerne er anonymisert, (vedlegg I).

De bruker litt tid i starten på å lese fra oppskriften, Tor leser, markert med lys blå tekst. Samtalen er hele tiden preget av lange pauser mens de jobber på PC-en, markert med to eller tre prikker.

E: Men vent, Tor, fikk du sånn?

T: Nei <utydelig> .. glider, ikke sant? .. klikk, ja hvis jeg trykker bruk, så blir det sånn selvfølgelig

E: Okey.. og så klikker hvor som helst i grafikkfeltet

T: Da får du den, ikke sant? ... [Klikk på punktet foran vinkel R, der altså. Klikk på glider-etiketten og endre bredde til 180](#) ... ja, der, den er 180 ja [Klikk på animasjon-etiketten og endre animasjonsfart og gjenta](#) ... sånn greit

E: Vent, .. animasjonsfart og gjenta .. hvilken skal jeg ta på den?

T: Jeg tok økende, da går den utover i stedet for innover liksom

E: Økende

Man kan fra transkripsjonen tydelig se at elevene samarbeider og diskuterer hvordan de skal gjøre det og hva de har fått til. Man ser i fjerde linje i utsnittet over hvordan de veksler på å lese, snakke for seg selv og snakke med hverandre. Vi ser også i nest nederste linje hvordan Tor reflekterer over hvilken betydning innstillingen han har gjort får for animasjonen hans.

Når elevene følger oppskriften er det fort at de mister oversikten over hva som skjer og hvorfor det skjer.

E: [Klikk på punkt B på sirkelen](#)

T: [I dialogboksen slett 45 grader og klikk på a til høyre](#) ... okey, se du skal fjerne den der og

E: Du har klikka på <utydelig>

T: Jeg har to vinkler ... se nå har du og to vinkler

E: Hvor er mine to vinkler

T: Jeg vet ikke, men..

E: Er det en vinkel den der?

T: Ja det er tydeligvis en vinkel fordi den styrer vinkelen til den minste, se hvis du øker den så øker vinkelen og tror jeg.

I klippet over ser vi hvordan Tor og Erik ikke bare følger oppskriften slavisk, men prøver å tolke sammenhenger med det de lager og hva som skjer. De er i en læringsprosess hvor de prøver ut ting, analyserer hva som skjer og prøver å trekke konklusjoner.

Litt senere kjører Tor og Erik seg litt fast, men med litt veiledning kommer de seg videre.

T: Ja .. animasjon på

E: Oh yea ... sånn her?

T: Whow whow whow ... ha

E: Okey, vi må videre

E: Eh hvordan stopper du den?

T: Du stopper den der inne

E: Hvordan fjerner jeg den? ... Her nede?

T: Se, [høyreklikk på glideren a og klikk på animasjon på .. her ... okey. Klikk på knappen spill av og pause til venstre](#). Ja, men det vet vi jo

E: Det har vi jo allerede gjort

Det er tydelig at de blir begeistret når de har fått ferdig *nesen* som snurrer rundt. Vi ser også her at de begynner å gjøre ting til og med *før* de har kommet til det i oppskriften – de har lært noe og jobber litt friere.

Vi ser på hvordan samtalen utvikler seg videre:

T: Hæ? Sånn, ikke sant, nå har vi bytta farge

E: Å fy søren, sånn vil jeg ha den

T: Sånn der er den

E: Hvordan fikk du mønster? .. er det avansert?

T: Eee du må trykke kun på trekanten ...

E: Ja, men hvordan fikk du ruter?

T: Se hva som skjedde da ...

E: Står det her?

T: Gå på stil, Erik

E: Å sånn ja. Jeg lager honning jeg

I utklippet over ser vi hvordan det er tydelig at de inspirerer hverandre og lærer ved å dele erfaring. Her forklarer Tor hvordan Erik kan endre mønster. Vi ser også hvordan de bruker fantasi og kreativitet.

I neste klipp kan vi se hvordan noen av elevene har blitt kjent med deler av menysystemet.

A (Elev fra en annen gruppe): Hvordan zoomer jeg liksom?
E: Du tar bare den helt oppe til høyre
T: Jo altså
E: Og så forstørrer du
T: Eller sånn
E: Ja, men det er jo sånn at den derre pila til alle sider og så forstørr ..
A:<utydelig>
E: Nei, på den menyen
A: Jeg har ikke peiling
E: Der .. nei, til høyre .. nei, på menyen
A: Okey
E: På den derre der
A: På den, å ja .. flott

Her forklarer Erik en elev på en annen gruppe hvordan man kan zoome.

I en annen sekvens kan man se hvordan de ved hjelp av å samarbeide klarer å finne ut av problemer i forhold til ulike versjoner av GeoGebra.

T: ..ca 45, den står på 45 så det går fint. [Bruk verktøyet ...](#) Har dere sånn pausegreier? Pause .. å ja den ligger der, .. men jeg har ikke det
E: Den er vekke
T: Jeg tror bare det er der, du kan ikke se den men den er der.
A: Bare trykk der nede, den var der før.
E: Nei du må, jeg tror du må ha på «flytt», eller så må du ha på den der, nei kanskje ikke..

I klippet over ser vi hvordan Tor henvender seg til en elev i en annen gruppe for å finne ut av en pauseknapp som tilsynelatende er borte. Ved å se på hverandre og prøve seg fram klarer de å finne ut av det selv om det som skjer er litt ulikt det som står i oppskriften.

Oppsummering etter 2. leksjon:

Leksjon 2, *Halloween*, er preget av at elevene jobber med oppskriften. Man kan da tenke at elevene bare leser og gjør som oppskriften sier, og kanskje ikke alltid tenker så mye over hvorfor de gjør det de gjør. Jeg ser at det ikke er tilfelle her. Jeg finner mange tegn til at elevene både reflekterer over hva som skjer og hvorfor det skjer. Det er også tydelig at samarbeid er en viktig faktor for å få et godt resultat.

5.1.3 Tredje leksjon

Rapportering av tredje leksjon er basert på observasjoner og lydopptak (vedlegg J). Jeg hadde heller ikke denne gangen mulighet til rapport fra veileder eller kolleger.

Jeg startet timen med å vise noen av fyrverkeriene elevene hadde laget. Elevene likte dette, og de viste stolthet over det de hadde laget. Det så ut som de ble inspirert til å jobbe videre med GeoGebra. Videre viste jeg eksempler på *Bilde*, *Tegning* og *Kran* for å inspirere elevene til sitt arbeid med oppgaven *Utforskning*. Her var ideen at elevene kunne velge oppgave ut fra vanskelighetsgrad, kreativitet og egne interesser. Noen av eksemplene hadde jeg laget selv og noen var resultat av elevens arbeid i pilotprosjektet.

Alle kom relativt raskt i gang. Det var stor spredning i valg av oppgave. Noen få ønsket å jobbe videre med *Halloween*, andre med *Fyrverkeri*. De fleste valgte å lage *Bilde* eller *Tegning* og 6 elever (gutter) prøvde seg på *Kran*.

I leksjon 3 har jeg lydopptak av to elever som jobber med å lage kranbilen, J – Jens og V – Vegard. I tillegg snakker de med noen elever på nabogruppen, A – ukjent annen elev og S – Signe. I starten bruker de litt tid på å finne ut hva de skal lage. De søker på Youtube for å få inspirasjon, og Jens snakker om at han vil prøve å finne en oppskrift. Når de ikke finner det, bestemmer de seg for å prøve uten.

Vegard har laget to sirkler som han skal forbinde med linjestykker, vi ser i klippet under at Jens har lært forskjell på kommandoknappene *linje* og *linjestykke*.

- V I have two weels, then I vill make <utydelig>
- J Oi .. nei du må ha .. ikke linje, du må ha linjestykke
- V Linjestøkke
- J Linjestøkke

Litt lenger ute i arbeidet ser vi hvordan Vegard har en ide om at han skal lage en glider for å få noe til å bevege seg, men han er litt usikker på hvordan han gjør det.

- V Nei, men jeg har, se her ... jeg vet ikke hvordan jeg på noen måte må koble til en sånn glider og så lage ..
- J Jo, jo jo kanskje .. nei ...

Jeg forklarer i korte trekk hvordan de kan koble glideren til et punkt slik at det flytter seg når de beveger på glideren. Jeg merker at de får ny inspirasjon.

- V Det var litt kult da
- J Oey ... okey jeg skal begynne å gli nå, gliii glide glide
- V Okey, da skjønte jeg hvordan vi skal koble til de gliderne
- J Ja
- V Det er litt morsomt. Det visste ikke du heller, Jens?
- J Glider, jo
- V Ja men du visste ikke hvordan du egentlig skulle bruke det.
- J Jo
- V Du bare fulgte bruksanvisningen, ikke sant
- J ja ..
- V Det gjorde jeg også
- J Jeg har jo nesten ikke brukt Geogebra .. da må vi bare finne ut hvordan de skal bevege seg
- V Okey eehm, vent litt jeg skal prøve ...
- J Okey nå skal jeg, nå må jeg prøve..
- V Sånn .. egenskaper ... Nei! Den vokser. Det er ikke det den skal
- J Jeg tror jeg vet hvorfor

De har jobbet med glider i leksjon 2 ved å følge oppskrift, nå prøver de seg på egenhånd men innser at de ikke helt har skjønt det. Når de så får et lite tips ser jeg hvordan de viser glede over å ha sett sammenhengen. Elevene viser også at de reflekterer over hva de egentlig kan. I nest nederste linje ser vi at resultatet ikke ble som planlagt, men Jens har en ide om hvordan det kan endres.

Det er flere steder jeg kan se at elevene reflekterer over hva som skjer, hvordan ting henger sammen og hvordan de kan få det slik som de ønsker, som i klippet under.

- V Men en halvsirkel – hvordan lager man det? .. halvsirkel gjennom to punkter okey .. det stod..
- J Aa så åsom
- V Åå så kult, dette her er kult altså ... Jeg må lagre denne her altså. ... kran.. kranbil .. Sjekk den her, se ... men min var så hakkete.. å ja jeg vet hvorfor den var hakkete ... Animasjonstrinn ja, der har vi den .. null komma null .. null en oi den smatt he he ... animasjonsfart ..

De viser at de har lært noe om hvordan kommandoene, funksjonene, menyene og så videre virker. De begynner å bli kjent med sammenhengene og hvordan ting virker i GeoGebra.

Flere ganger uttrykker elevene glede og stolthet over å få ting til og de viser motivasjon for å jobbe videre med GeoGebra.

V Jeens ..

J Bare vent litt, jeg holder på .. se her

V Jens, se Jens, ser du det? Hele hjulet går.. ikke bare <utydelig>

J Hvordan gjorde du det?

V Se nå ...

....

A Det er helt Harry

V Ja, det er Harry. Men jeg må lage sånn animasjon-shit .. Animasjon på .. Ååååååå åå dette her er bare helt .. altfor kult .. se her

J Nå må du lage krana nå .. den tror jeg er det vanskeligste

V Okey, så nå må jeg bare få ting til å henge på

....

J Gjett hva jeg skal gjøre når jeg kommer hjem?

A Gjøre lekser

V Sove

J Nei, jeg skal gjøre dette. Øve meg på <utydelig>

I klippet under ser vi at de viser tydelig stolthet og eierskap til produktet sitt

<Snakker med noen andre elever>

V Jeg må se .. Har dere sett på bilen min

A Jeg må se

V Se her <lager bil lyder>

A Å den ble veldig bra

Vi ser også flere steder at de bruker fantasi og kreativitet.

J Hva lager dere

<utydelig>

J Du, er vi ferdige? Vi greide det. Jess. Hæ, å ja, du lagde den.

V Hæ .. ? Å ja du har lagd masse rare former ..

J Det er Aquarama klatrevegg ...

....

V Ja du skal lage Continental dekk og så ..

J Ja ja .. masse pigger og ..

Oppsummering etter tredje leksjon:

Jeg ser at elevene viser tegn på at de jobber friere og de har begynt å bli kjent med menysystemer og enkelte kommandoknapper. Elevene viser begeistring og stolthet når de viser fram det de har fått til for andre elever. Elevene viser at de bruker kreativitet og fantasi i oppgaveløsningen.

5.1.4 Fjerde leksjon

Rapport fra fjerde leksjon er basert på egne observasjoner, (vedlegg K). Denne gangen hadde jeg ingen lydopptak eller andre rapporter å basere analysen på.

Målet med denne leksjonen var å bli kjent med CAS-verktøyet i GeoGebra, og knytte til det de hadde lært i matematikktimene tidligere. Elevene fikk heftet fra Lokus (2015) til å bruke som oppslagsverk når de skulle finne fram til de aktuelle kommandoene og verktøyknappene de måtte bruke for å løse oppgavene. Oppgavene var kjent for elevene fra tidligere matematikktimer, nå var fokus på å løse oppgavene med CAS.

Elevene kom raskt i gang med oppgavene, de jobbet nå for det meste i grupper på 4 eller 3 siden det er det de er vant til i de vanlige matematikktimene. De samarbeidet tydelig med å finne fram til riktige kommandoer. Mange brukte heftet fra Lokus, andre prøvde seg fram og baserte seg på å utveksle erfaringer. Jeg hørte blant annet noen diskuterte forskjellen på kommandoene *løs* og *løs numerisk* når de skulle løse likninger. Mange gjorde som elever ofte bruker - de spurte læreren (meg) om hvilken knapp de skulle trykke på eller hvilke funksjoner og kommandoer de kunne bruke til de ulike oppgavene. Uansett metode var mitt inntrykk at de fleste elevene virket motiverte, de fikk jobbet med mange ulike kommandoer og funksjoner i CAS, og de fikk et lite innblikk i hvilke muligheter verktøyet kan gi.

Også denne gangen fikk vi noe mindre tid til rådighet enn de to timene jeg hadde planlagt på grunn av uforutsette ting vi måtte se på i starten av timen. Det tok også lengre tid for elevene å utforske løsningsmetoder enn hva jeg hadde forutsett. Jeg hadde kanskje feilberegnet

mengden med oppgaver. Elevene rakk ikke å jobbe med *Oppgave 2* som var å se den grafiske løsningen i sammenheng med løsningen i CAS.

Jeg valgte likevel å avslutte *Innføringskurset* men vil selvsagt fortsette å bruke CAS og å fokusere på sammenheng mellom grafisk løsning og CAS i videre matematikkundervisning.

Oppsummering etter fjerde leksjon.

Disse oppgavene hadde ikke samme grad av motiverende effekter som oppgavene rettet mot å lære å bruke grafikkfeltet (*Fyrverkeri, Halloween og Utforskning*), elevene jobbet likevel godt og de fikk et innblikk i hvilke muligheter CAS kan gi. Det kan virke som elevene her klarte å se nytteverdi mer knyttet mot det de skal bruke det til i matematikksammenheng.

5.1.5 Konklusjoner fra observasjoner og lydopptak i leksjonene

Etter at elevene har jobbet 5 skoletimer og tre timer hjemme med denne formen for introduksjon til GeoGebra og CAS er dette et sammendrag over hva jeg har observert.

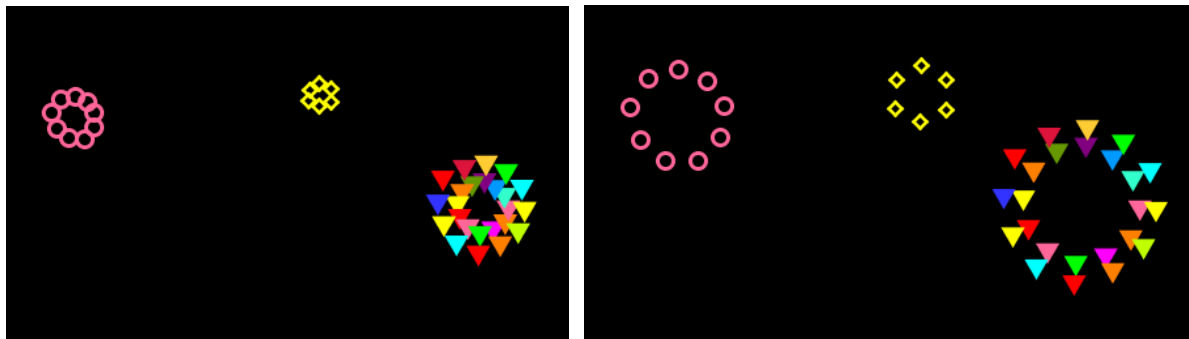
- Elevene kommer raskt i gang med et selvstendig arbeid med oppskriftene.
- Elevene viser at de reflekterer over hva som skjer og tolker sammenhenger når de arbeider med oppskriftene.
- Elevene inspirerer hverandre ved å se på hverandre og dele erfaringer.
- Elevene viser tegn til at de begynner å bli kjent med de ulike menysystemene og kommandoknappene i GeoGebra.
- Elevene viser stolthet over egne produkter og de viser tegn til motivasjon for å jobbe med GeoGebra.
- Elevene viser at de har fått et innblikk i hvilke muligheter CAS kan gi og de viser interesse for å bli bedre kjent med CAS.

5.2 Innsamlede arbeider og rapporter

Det kan være vanskelig å se hvordan det egentlig har gått bare ut fra lydopptak av to par med elever som har jobbet med oppgavene. For å få et bedre innblikk i hvordan det har gått også med resten av elevene i klassen samlet jeg inn resultatet av hva de hadde arbeidet med etter at de hadde jobbet ferdig hjemme. Det var litt ulikt resultat. Noen hadde tydelig lagt mye arbeid i å gjøre det fint og få et ferdig produkt, mens andre ser ut til å bare ha levert det de hadde gjort i timen. Jeg viser her et lite utdrag av arbeidene. Til sist viser jeg et utdrag av elevenes tilbakemeldinger i form av innlevert rapport/liste over kommandoer de hadde jobbet med i leksjon2.

5.2.1 Leksjon 1 – Fyrverkeri

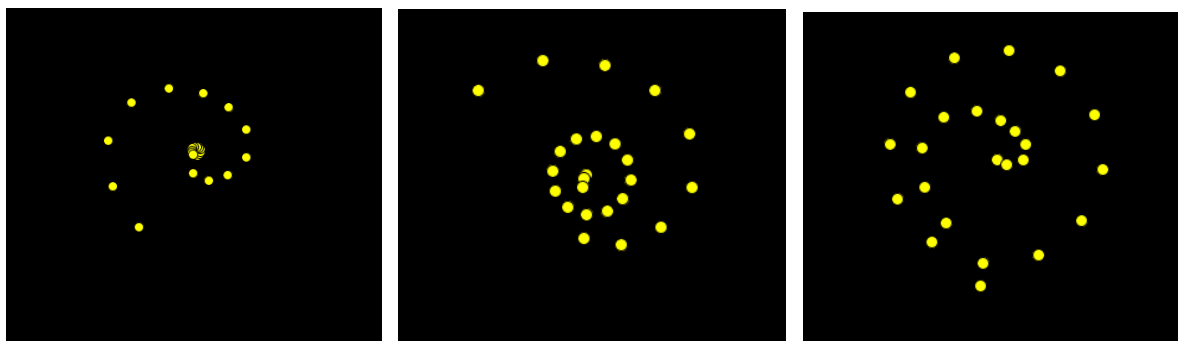
En fremmedspråklig elev som strevde med å komme i gang med fyrverkeriet sitt i timen har tydelig jobbet mye hjemme med å få et bra produkt.



Figur 5.2: Endelig fyrverkeri til fremmedspråklig elev

I tillegg til at hun har fått taket på hvordan hun kan få punktene til å bevege seg utover fra sentrum ser vi at hun har jobbet med å endre egenskaper som *farge* og *stil*. I det ferdige produktet som vises i *figur 5.2*, ser vi hvordan hun har lagt mye arbeid i å få det fint. Vi kan ikke se på stillbilder at hun har fått animasjonene til å virke, men det viser jeg her med to bilder av samme fyrverkeri.

I *figur 5.3* ser vi hvordan en annen elev har fått punktene til å bevege seg i en spiral.

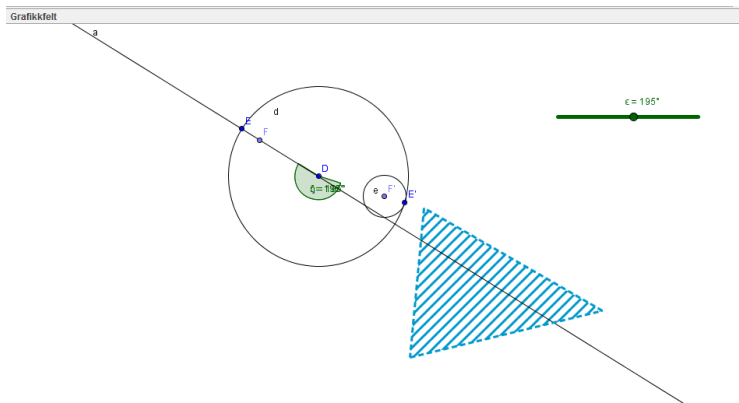


Figur 5.3: Fyrverkeri med spiralbevegelse

Eleven må da ha jobbet med å plassere punktene med ulik avstand fra sentrum før han starter animasjonen.

5.2.2 Leksjon 2 – Halloween

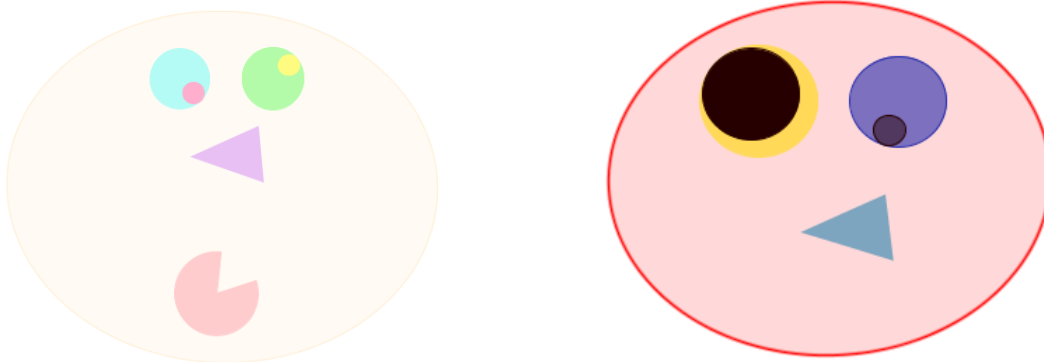
Etter økten med Halloween var jeg spent på hvordan resultatet ble. Mange hadde strevd veldig med å få til pupillen som skulle rotere inne i øyet, og jeg ser på produktene som ble levert at ikke alle hadde brukt tid på å få det helt ferdig, men de fleste fikk til deler av ansiktet.



Figur 5.4: Erik sitt Halloween-fjes

I figur 5.4 ser vi ansiktet som Erik (som jeg observerte i leksjon 2) leverte inn. Ansiktet er ikke ferdig, men han har klart å få pupillen til å gå rundt. Han har ikke hatt tålmodighet til å gjøre det ferdig ved å skjule hjelpelinjer og navn på objektet og liknende. Men vi ser at han har laget en glider som han har knyttet til animasjonene og han har jobbet med å endre farge og mønster på *nesen*.

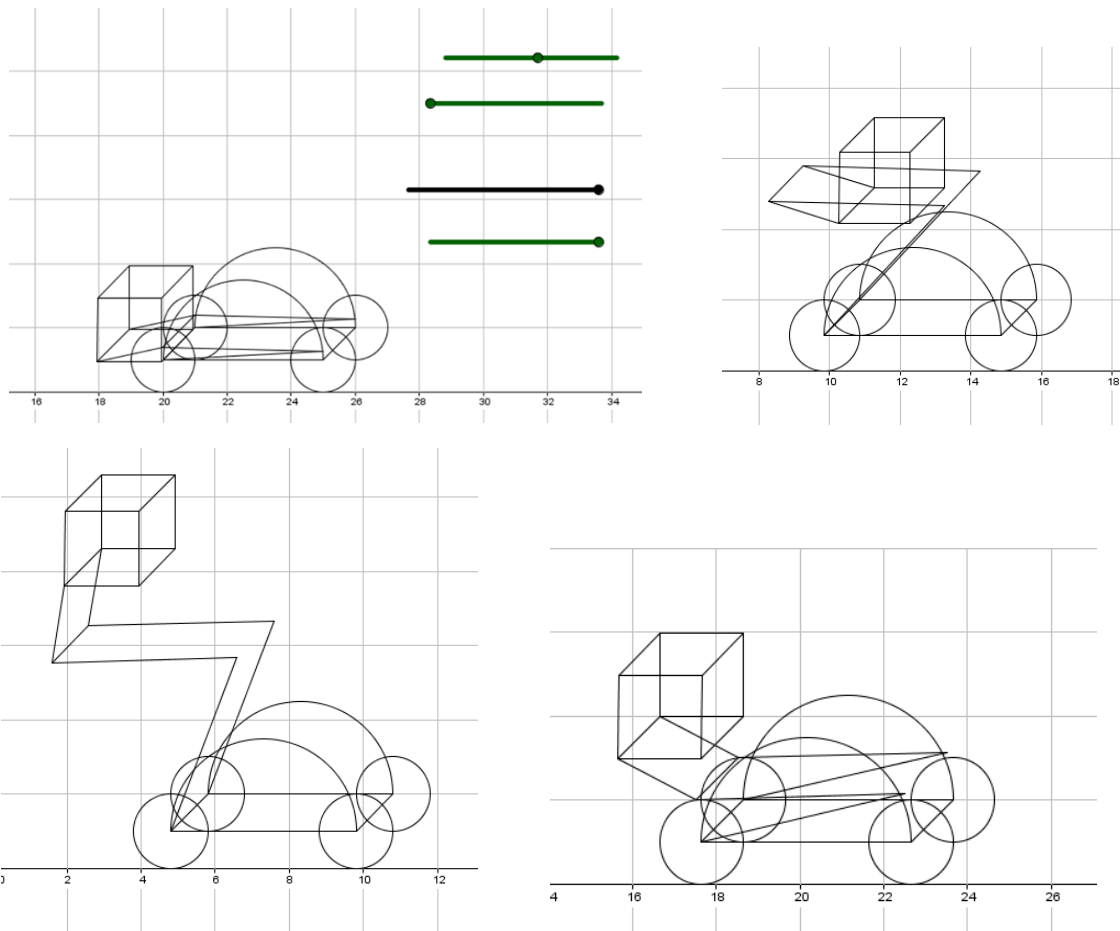
I figurene under ser vi eksempler fra elever som har jobbet mer med å fullføre oppgaven.



Figur 5.5: Eksempler på ferdige Halloween - fjes

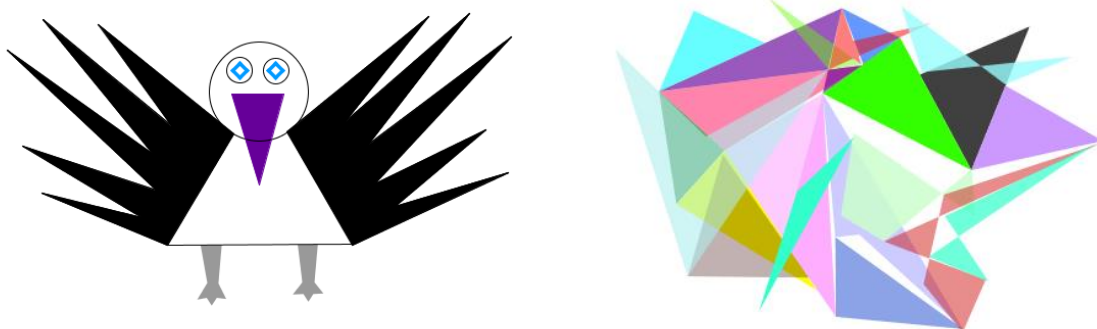
5.2.3 Leksjon 3 – Utforsking

I figur 5.6 ser vi hvordan kranbilen til Jens (som jeg observerte i leksjon 3) ble til slutt. Jeg viser ulike klipp slik at vi kan se hvordan han har koblet ulike glidere til ulike deler av animasjonen slik at han får bilen til å flytte seg frem og tilbake og hvordan han får kranen til å løfte og senke seg.



Figur 5.6: Kranbilen til Jens

Han har her jobbet mye med kommandoknapper som *sirkel*, *halvsirkel mellom to punkt*, *linje*, *linjestykke*, *parallell linje*, *normal linje* og mange flere. Han viser her at han også har fått god oversikt over hvordan han kan knytte en glider til koordinatene i et punkt slik at ting kan bevege seg. Dette kan bli nyttig når han senere for eksempel skal utforske andregradsfunksjoner i faget 1T eller i konstruksjonsoppgaver i geometri.



Figur 5.7: Eksempler på ulike produkter av utforsningsoppgaven

Andre har ikke like avanserte produkter, men viser likevel at de har jobbet mye med geometriske former og kommandoknapper som *mangekant*, *trekant*, *sirkel* og så videre. De har også jobbet mye med å endre egenskapet som *farge*, *stil* og *størrelse*, (figur 5.7). Alle produktene viser at elevene har brukt egen kreativitet og fantasi.

5.2.4 Liste over kommandoer

Etter andre økt fikk elevene i lekse å skrive en liste over kommandoer de hadde brukt og blitt litt kjent med. 18 av 25 elever leverte en slik liste, noen av dem var mer en kommentar til opplegget og hva de hadde fått til, (vedlegg P). Her viser jeg et utvalg av hva elevene skriver.

De fleste kommentarene ser ut omtrent som denne:

Elev B:

Jeg har lært å bruke Glidere på rette linjer og med vinkler. Jeg har lært å justere på farger og mønstre på objektene. Jeg har blitt bedre kjent med menyen og føler meg trygg på de grunnleggende tingene som å lage linjer, punkter og former.

Mange uttrykker også at de syntes dette var en motiverende måte å bli kjent med GeoGebra på.

Elev D:

Jeg har lært å bruke vinkel måler, sirkel definerer, mangekant og animasjon. Dette var veldig lærerikt og gøy 😊

Elev E:

Jeg syntes det var veldig gøy og spennende å lære om kommandoer på geogebra på denne måten. Det var i tillegg veldig lærerikt og litt utfordrende.

Elev F:

Synes det var kult å lære noe nytt man kan bruke geogebra til. Selvfølgelig litt unødvendig, men det fører til et variert læringsopplegg. Hadde ikke så godt kjennskap til geogebra fra før, så har blitt bedre kjent med programmet til videre bruk. :-)

I det siste sitatet ser vi at elev F er usikker på nytteverdien, men han sier likevel at han har lært mye som han kan bruke senere.

Flere uttrykker at de har blitt godt kjent med GeoGebra.

Elev I:

Jeg har blitt kjent med hvordan man lager sirkler, vinkler, animasjoner. Har blitt bedre kjent med geogebra.

Elev N:

Gjennom dette «kurset» lærte jeg å bruke bl.a. sirkelsektor, hvordan man animerer og får ting til å flytte på seg og hvordan en glider fungerer. Jeg fikk også et helt nytt innblikk på hvordan alt henger sammen. Jeg slet litt med munnen på halloween oppgaven og skjønte ikke helt hvordan jeg skulle gjøre det, men håper det ble ok. Jeg har heller aldri brukt ellipse og laget sirkler inni sirkler. Har blitt mye bedre kjent med programmet.

I klippet under ser vi hvordan elev M forklarer med egne ord hvordan hun oppfatter at kommandoene og funksjonene virker og hva hun kan bruke det til.

Elev M:

Geogebra: kommandoer/knapper

- «Vinkel med fast størrelse» til å lage forskjellige vinkler i oppgavene som ikke forandrer størrelser, bare posisjon.
- «flytt grafikkfelt» og «flytt» til å forandre på grafikkfeltet eller for å forandre/slette noe annet.
- «glider» til å koble en vinkel med fast størrelse og få den til å kunne rotere.
- «ellipse», til å lage en sirkel.
- «mangekant» lage en mangekant (i dette tilfellet trekant), ved hjelp av 3 andre punkt.
- «sirkel definert ved sentrum og periferipunkt»: Lage en sirkel, ved et punkt sentralt i sirkelen til å ha utgangspunkt til å lage vinkler på.
- «linje» til å lage en linje mellom to punkt.
- «nytt punkt» til å lage et nytt punkt.
- «pause og play» for å styre animasjon, for å eventuelt jobbe videre med den.

Dette viser at hun har reflektert over det hun har jobbet med og begynner å få eierskap til programmet.

5.2.5 Konklusjoner fra innsamlede arbeider og rapporter

Ut fra det jeg har samlet inn av elevenes arbeider og oppgaver trekker jeg følgende konklusjoner:

- Elevene viser at de har fått til å bruke GeoGebra til å lage et produkt.
- I oppgaven *Utforskning* viser elevene at de klarer å bruke det de har jobbet med i oppskriftene til å lage egne ting av ulik vanskelighetsgrad.
- Noen av elevene viser at de har blitt kjent med mange funksjoner, menyer og kommandoer i GeoGebra.
- De fleste elevene viser at de har blitt litt kjent med noen funksjoner, menyer og kommandoer – spesielt enkle kommandoer i grafikkfeltet og egenskapsmenyene.

Listen med elevenes kommentarer til hva de hadde lært, og til opplegget generelt, synes jeg var veldig informativ. Ut fra denne listen trekker jeg følgende konklusjoner:

- Mange av elevene har lært å bruke grunnleggende geometriske kommandoer som *linje*, *linjestykke*, *nytt punkt*, *punkt på objekt*, *sirkel*, *vinkel*, som alle er viktige kommandoer vi bruker mye i faget 1T.
- Noen har fått et innblikk i hva en *glider* kan brukes til.

- De aller fleste har blitt kjent med vanlig navigasjon i programmet som å forstørre, forminske, flytte osv.
- De aller fleste har blitt godt kjent med hvordan man kan endre egenskaper til objekter.
- Mange gir uttrykk for at de likte denne måten å bli kjent med GeoGebra på.
- Noen elever er i tvil om hvilken nytte denne bruken av GeoGebra har for faget 1T.

5.3 Spørreundersøkelse

I spørreundersøkelsen var jeg interessert i å finne ut om elevene hadde lært noe om ulike arbeidsfelt, kommandoknapper, menyer og liknende. I tillegg ville jeg se hvilket inntrykk elevene hadde av denne måten å starte opp GeoGebra på generelt. Jeg hadde graderings spørsmål i fire hovedkategorier. Graderingen var 1 – *i veldig liten grad*, 2 – *i liten grad*, 3 – *i noen grad*, 4 – *i stor grad* og 5 – *i veldig stor grad*. Til slutt hadde jeg et felt hvor elevene kunne komme med egne kommentarer. 165 elever deltok i undersøkelsen, (vedlegg D og E).

5.3.1 Resultater av graderings spørsmålene

Nedenfor viser jeg en tabell hvor vi kan se resultat i form av gjennomsnitt og standardavvik for de ulike spørsmålene.

Spørsmål	Gjennomsnitt/ Standardavvik
Hvor godt kjent har du blitt med følgende arbeidsfelt i GeoGebra?	
<ul style="list-style-type: none"> • Algebrafeltet • Grafikkfeltet • CAS-feltet • Inntastingsfeltet 	3,48 / 0,96 3,74 / 0,83 3,61 / 0,92 3,58 / 0,92
Hvor godt kjent har du blitt med følgende kommandoknapper i GeoGebra?	
<ul style="list-style-type: none"> • Punkt på objekt • Linje gjennom to punkt • Skjæring mellom to objekt • Vinkel med fast størrelse • Vinkel-glider • Mangekant 	4,10 / 0,82 4,25 / 0,75 4,04 / 0,90 3,65 / 1,04 3,06 / 1,06 3,45 / 1,16
Hvor godt har du blitt kjent med hvordan du kan gjøre endringer i objektene i GeoGebra?	
<ul style="list-style-type: none"> • Gjøre objektet synlig/usynlig • Forstørre/forminske/zoome • Endre egenskaper, eks farge og stil 	

Litt om ditt inntrykk av denne måten å introdusere GeoGebra på - og videre bruk av GeoGebra	4,03 / 1,05 3,92 / 1,09 4,11 / 0,86
<ul style="list-style-type: none"> • I hvilken grad likte du denne formen for introduksjon til GeoGebra? • I hvilken grad tror du du vil få nytte av denne introduksjonen i ditt arbeid med GeoGebra resten av skoleåret? • I hvilken grad tror du at du vil bruke GeoGebra og CAS som hjelp i leksearbeidet? 	3,55 / 0,88 3,07 / 0,96 3,17 / 0,93

Tabell 5.1: Resultat av spørreundersøkelsen

Resultatet av første hovedkategori var ganske likt for alle arbeidsfeltene med et gjennomsnitt på 3,48 – 3,74, noe som tyder på at elevene føler de har blitt ganske godt kjent med disse arbeidsfeltene. Spesielt stor enighet var det om at de var blitt ganske godt kjent med *Grafikkfeltet*. De sier at de ikke har blitt fullt så godt kjent med *Algebrafeltet*, men her er det også mer spredning i svarene.

I andre hovedspørsmål hadde jeg valgt å fokusere på noen av kommandoknappene som jeg bruker mye i faget IT som *punkt på objekt*, *linje gjennom to punkt* og *skjæring mellom to objekt*. I tillegg til noen andre kommandoknapper som de har jobbet med i oppskriftene, *vinkel med fast størrelse*, *vinkel-glider* og *mangekant*. Disse siste har jeg ikke brukt så mye i faget til nå, men jeg ser at det kan bli aktuelt hvis jeg vil bruke GeoGebra mer i forbindelse med konstruksjoner i trigonometri og geometri. Vi ser at det var stor enighet om at elevene hadde blitt godt kjent med de tre første kommandoene, gjennomsnitt 4,04 – 4,25 og standardavvik 0,75 – 0,90. Spesielt *linje gjennom to punkt* mente elevene at de hadde fått god kjennskap til, her er de også veldig enige. Når vi ser på de tre siste kommandoknappene var det mer spredning i svarene, og de kom også litt lavere ut i gjennomsnitt. Spesielt *vinkel-glider* ser vi at det var mange som var usikker på.

Tredje hovedkategori handlet om kommandoer og menyer for å endre objekter og fokusering av visningsvinduet. Dette er alle viktige funksjoner å beherske med tanke på at elevene skal presentere løsningene og besvarelsene sine på en ryddig og oversiktlig måte både i IT og andre fag de eventuelt skal studere senere. Resultatet var her at mange mente de hadde fått god kjennskap til dette. Gjennomsnittet er 3,92 – 4,11, men det er litt større spredning i materialet, hvilket betyr at det er mange som mener de har fått veldig god kjennskap til dette emnet mens andre er mer usikre. Størst enighet er det om at de har fått god kjennskap til hvordan man *endrer egenskaper som farge og stil*.

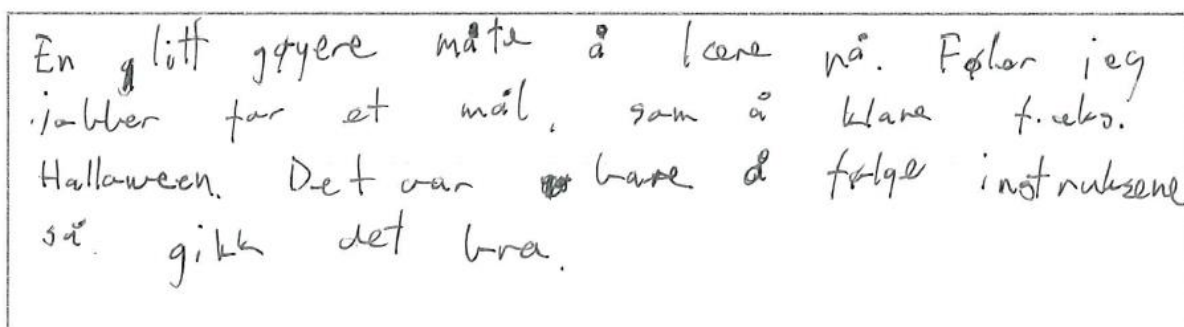
Siste hovedkategori i graderings spørsmålene handlet om elevenes hovedinntrykk av denne måten å introdusere GeoGebra på og tanker om betydning for videre bruk av GeoGebra i sin matematikkhverdag. I det første spørsmålet var tanken å avsløre noe om elevene fikk motivasjon av denne formen for introduksjon. Resultatet var ikke helt overbevisende, men det

heller litt mot at elevene er positive, og de er også ganske enige (gjennomsnitt 3,55 med standardavvik 0,88). De to siste spørsmålene er mer vinklet mot å avsløre elevenes tanker om *nytteverdi*. Til begge disse spørsmålene stiller elevene seg ganske nøytrale, gjennomsnitt 3,07 og 3,17. Standardavvik på 0,96 og 0,93 viser at det er ganske stor enighet.

5.3.2 Resultater av graderingsspørsmålene

I feltet for frie kommentarer var det en del som ikke hadde skrevet noe. 120 av 165 hadde kommentarer som gikk på veldig ulike felt. Noen gikk på om de likte opplegget eller ikke, mange på hva som var vanskelig og hva som var lett og noen gikk på om de følte det var lærerikt eller nyttig. Av de som skrev noe har jeg forsøkt å gruppere kommentarene i kategorier som går på hva de mener generelt om oppgavene, hva de syntes var vanskelig/lett/gøy og litt om forhold til CAS og GeoGebra generelt. De som svarte kunne ha flere kommentarer som inngikk i flere ulike kategorier. Av kommentarer som gikk på hva de mener generelt om oppgavene og opplegget var det mange som handlet om at det var kreative oppgaver og at det var gøy med noe nytt (ca. 50). Ca. 15 kommentarer gikk på at de mente det hadde liten nytte med tanke på pensum og noen få (ca. 4) likte ikke oppgavene. Det var ca. 20 kommentarer som gikk på at *fyrverkeriet* var lett/gøy og ca. 50 kommentarer gikk på at instruksjonene/*Halloween*/glidere var vanskelig. 15 av kommentarene gikk på at CAS var vanskelig, men det var også 23 som kommenterte at de likte CAS. Noen få nevner at det var gøy å utforske mulighetene med GeoGebra og 12 sier at de kunne mye fra før.

Her er noen eksempler:



En litt gøyere måte å lære på. Føler jeg
jobber for et mål, som å klare f.eks.
Halloween. Det var ~~bra~~ å følge instruksene
så gikk det bra.

Din kommentar.

- Hva likte du best / dårligst
- Hva var vanskelig / lett
- Andre kommentarer

Figur 5.8: Introduksjon til de frie kommentarene i spørreundersøkelsen

Å få det til 😊
Var veldig vanskelig med halloween...
tolte jeg lærte mye, men kanskje
ikke så mye jeg får bruke for
i senere arbeid

Det var en veldig annerledes imøtekomst
til GeoGebra, og det gjorde det mer
overkommelig.
Det var vanskelig å følge punkter til tider,
ellers lett.

Det beste var å oppdage nye funksjoner i grafikk
feltet, og den "kunstneriske" delen av oppgavene.
Det var litt vanskelig med å skjønne hvordan
skal vi føre inn ~~de~~ uttrykkene i CAS.

Figur 5.9: Eksempler på elevenes frie kommentarer i spørreundersøkelsen.

Vi ser her eksempler på at det var stor variasjon i innhold i kommentarene.

5.3.3 Konklusjoner fra spørreundersøkelsen

Spørreundersøkelsen gir meg et innblikk i hva flere elever føler de har fått ut av denne introduksjonen, ikke bare min gruppe. Her er hva jeg konkluderer etter analyse av resultatene i spørreundersøkelsen:

- De fleste elevene sier de har blitt ganske godt kjent med de ulike arbeidsfeltene i GeoGebra. Spesielt *Grafikkfeltet* er det stor enighet om at de har blitt kjent med. De har ikke blitt like godt kjent med *Algebrafeltet*.
- Mange av elevene har blitt godt kjent med kommandoknappene *punkt på objekt, linje gjennom to punkt og skjæring mellom to objekt*.
- Det er variabelt hvor godt elevene har blitt kjent med hvordan glider – verktøyet virker. Mange sier de synes glider var vanskelig
- Mange sier de har fått god kjennskap til hvordan de kan endre egenskaper som farge og stil til objektene.
- Det er ganske stor enighet om at elevene likte denne formen for introduksjon, men mange har problemer med å se at det er nyttig med tanke på videre matematikkundervisning.

5.4 Intervju fokusgruppe – elever

Ca. to uker etter siste leksjon var gjennomført organiserte jeg en fokusgruppe med 5 elever som jeg her kaller Vegard, Marie, Kari, Knut og Stian.

Jeg startet intervjuet med litt informasjon om bakgrunnen for mitt prosjekt med tanke på nye krav til bruk av digitale hjelpemidler til eksamen og at vi i den forbindelse ønsker å få et sterkere fokus på bruk av GeoGebra i undervisningen. Jeg presiserte hva som var hovedintensjonen med introduksjonskurset – at elevene skal bli kjent med GeoGebra slik at de kan bli mer motivert for å jobbe med GeoGebra og CAS i matematikkundervisningen for å utforske matematikken. Jeg informerte også om at jeg ville ta lydopptak og at alt de sier vil bli anonymisert, (Vedlegg M).

5.4.1 Resultater fra intervju med elever

Jeg spurte først litt om elevenes hovedinntrykk av denne måten å introdusere GeoGebra på.

- Vegard ... Ja, okey, Jeg har egentlig alltid likt bedre å skrive på papir og sånn, men jeg har jo sett at det er veldig effektivt på Geogebra og sånn. Og så føler jeg også at vi har .. jeg føler jo at vi har lært det ganske greit, eller at vi har hatt en grei introduksjon av det.
- Marie mm
- Kari ja jeg synes det var veldig greit at vi begynte med sånn .. at vi ikke begynte rett på matten, men for eksempel at vi gjorde sånn halloween ting og vi liksom lekte litt med det så det ble litt gøyere
- Stian ble litt kjent
- Kari ja og litt lettere, sånn at vi ble kjent med det på en litt gøy måte.. det var veldig greit.. i stedet for bare liksom rett på matten.
- Marie ja .. men vi har jo i hvert fall blitt kjent med det
- Hege Knut, har du noen tanker
- Knut Veldig bra. Eem vi lærte på en lett måte.. og en veldig gøy måte. Det var liksom ikke rett på.. sånn x er lik sånn og sånn. Det var liksom bil, fyrverkeri .. morsomt

Det er tydelig at elevenes første fokus går på at det var gøy, og at de ble motivert av at det var mer en lek med programmet enn at fokuset lå på matematikken. Vi ser her hvordan spesielt Kari og Knut mener at det var ok å starte med noe annet enn matematikken. Stian og Marie presiserer at de har blitt *kjent* med programmet.

Jeg spør litt om hvordan det var å jobbe med oppskriftene.

- Vegard Jeg synes det var sånn i begynnelsen så virket det som vi bare skreiv noe fra en oppskrift
- Marie ja
- Vegard så skjønte jeg etter hvert liksom at oi jeg kan jo bruke den her til flere ting .. og så da fikk jeg litt sånn .. bredere kunnskap
- Marie ja
- Stian mm

Elevene diskuterer om de var lette å følge og om de lærte noe av det – om de kunne overføre det til senere bruk. I klippet over ser vi at de snakker om at de i starten bare fulgte oppskriften, men senere sa de følgende:

Vegard eee jeg synes det på en måte var litt gøy, for da kunne vi bruke det vi hadde lært til ..

Kari .. og se hva du hadde lært.. se hva du husket fra

Marie mm

Vegard og så skjønte jeg mer sammenhengen mellom de der gliderene blant annet og alt det der

Marie mm

Knut og så kunne du teste ut nye ting

Kari .. teste ut nye ting

Vegard mm

De kunne bruke det de hadde lært i oppskriften på litt nye måter og på den måten teste ut ting slik at de får en bedre oversikt over mulighetene.

Jeg lurte på hva elevene syntes om at jeg hadde brukt det de hadde laget til å vise i timene. Under kan du se litt av hva elevene svarte til det.

Kari det er jo litt gøy å se

Stian ja, det er jo morsomt å liksom se resultater av hva liksom .. hva vi har fått til

<flere> ja

Kari ja og hva andre tenker også

Stian Spesielt den der siste oppgaven når det var så mye forskjellig

Det var tydelig at de syntes det var motiverende å få vist hva de hadde laget. Jeg aner litt stolthet i det nest siste utsagnet til Stian. Vi ser også at Kari er opptatt av hva de andre mener.

CAS delen av GeoGebra var nytt for de aller fleste elevene i 1T. Jeg ønsket å finne ut noe om hva elevene hadde lært om CAS i løpet av den ene introduksjonsøkten.

Kari sånn likninger og sånn

Stian du kan finne ukjente variabler for eksempel .. bruke det til på en måte finne svaret på en likning eller en oppgave

Knut du kan jo for så vidt bruke det på alle regneoppgaver...

Marie og likningssett

Kari og brøk ...

Det ser ut som at elevene har fått en ide om *hva* de kan bruke CAS til.

Jeg spør om de føler at de har lært å bruke GeoGebra, om de føler de har blitt kjent med programmet.

- Kari ja .. vi brukte .. eller jeg brukte i hvert fall mye det der med at du trykket på siden .. så gikk du på innstillinger eller .. hva var det for noe når du skulle gå inn og bytte farge eller..
- Stian Egenskaper
- Marie å ja
- Kari det ble jeg veldig godt kjent med da
- Marie mm det er jo ganske mye da .. så det er jo mange ting som ikke jeg kan enda.. men e .. ja
- Kari og så finne fram til CAS og sånn
- Marie mm
- Kari så det kan vi jo da.. av det vi gjorde.. vi gikk jo ikke innom alt
- Hege nei, det rekker vi jo ikke
- Knut jeg føler vi har lært det mest grunnleggende.. eller det viktigste
- <flere> ja, mm
- Hege viktig for hva da?
- Knut for eksempel for å kunne gjøre en oppgave, hvis vi får for eksempel en oppgave om sånn geometriske figurer så kan vi vise hvor midtpunktet er og .. ja og sånne ting .. ulike mål og

Vi ser her hvordan Kari sier hun har blitt kjent med hvordan du kan endre egenskaper og hvordan hun kommer i gang med CAS, mens Marie påpeker at det er mye de ikke kan enda. Jeg tenker at det er et tegn på at Marie har oppdaget mange ting som kan utforskes videre. Knut sier han har lært det mest grunnleggende.

Jeg spør om de tror de kan bruke GeoGebra og CAS til å lære noe om matematikk, ikke bare løse oppgaver men å bruke det for å få en bedre forståelse. Her er hva de svarer.

- Vegard Du kan se .. det er lett å se sammenhenger hvis du bruker sånn lineære funksjoner så kan du se forholdet mellom to faktorer. Det er det letteste i hvert fall
- Marie ja
- Knut så blir det mer oversiktlig, mindre slurvefeil.
- Stian Ja det er jo mer nøyaktig
- Knut Liksom ee hvis du tenker på det med grafer og sånt, så hvis du skal lage en graf så kan det være at du hopper over ei linje, så det blir liksom .. når du skal treffe fra null.. så blir det liksom skjevt, og så får du feil, mens på Geogebra så er det mer presist

Det ser ut som Vegard har sett at det kan være lettere å se sammenhenger, men det er nok enda litt tidlig til at de klarer å se disse mulighetene. Alle ser ut til å ha oppdaget fordelene med tanke på nøyaktighet og å unngå slurvefeil.

Jeg spør om de tror de kommer til å bruke GeoGebra og CAS som hjelp i leksearbeidet hjemme.

- Stian det kommer kanskje litt an på hva dere lærere legger opp til ..
- Kari eller hva slags lekse ..
- Stian om dere legger opp til at vi skal bruke CAS eller på en måte bare dere tenker at .. ja du kan løse den på ark og så er det greit med det
- Marie ja hvis dere gir bare sånn oppgaver som vi har til nå, så bruker jo ikke de fleste CAS, de skriver det jo bare på ark

Stian er tydelig på at faglærer fremdeles er avgjørende for hvor mye han kommer til å fokusere på GeoGebra. Kari og Marie er enige men ser også at det er avhengig av oppgavetyper. Dette tyder på at det fremdeles er viktig at læreren er tydelig på å trekke inn CAS og GeoGebra jevnlig i undervisningen hvis elevene skal oppnå å bli så fortrolig med bruken at det kan bli et instrument for å utforske og lære matematiske sammenhenger.

Jeg spurte hva de synes om å gjenta denne måten å introdusere GeoGebra på med neste års kull med 1T – elever.

- Stian Altså det er jo på en måte en fin måte å bli kjent med de ulike funksjonene i Geogebra på. På en måte at man kan bli litt kjent med programmet før man skal begynne å løse sånn problemer på det da. Det.. så jeg synes det var greit
- Kari ja

Elevene i fokusgruppen var enige om at de likte denne formen for introduksjon for å bli kjent med grunnleggende muligheter med GeoGebra, og at de synes det er noe jeg bør fortsette med.

5.4.2 Konklusjon fra intervju med elever

I fokusgruppen ønsket jeg å få et bredere innblikk i hva elevene hadde fått ut av de ulike delene av introduksjonskurset. Her er et sammendrag av hva som kom fram:

- Elevene sier at det var gøy, de ble motivert av denne typen oppgaver.
- De sier at de likte å kunne fokusere på GeoGebra uten å knytte det til matematikk med en gang.
- De sier at de har blitt litt *kjent* med det mest grunnleggende i programmet og fått en oversikt over mulighetene det gir.

- De sier at de har fått et innblikk i hva CAS kan brukes til, men innser at de trenger mer øvelse for å kunne bruke det effektivt.
- De sier de tror det er nyttig å bruke CAS og GeoGebra i matematikktimene og i leksearbeidet, men at det er viktig at faglærer oppfordrer til dette.
- De mener at dette er en bra måte å bli kjent med GeoGebra på, og oppfordrer til at jeg skal gjøre det igjen med neste års elever.

5.5 Intervju fokusgruppe – lærere

Et par uker etter at de siste leksjonene var gjennomført og de fleste lærerne hadde gjennomført spørreundersøkelsen i sin gruppe samlet jeg de av kollegene som hadde anledning i en fokusgruppe for å intervju dem om deres inntrykk av opplegget, (vedlegg O).

5.5.1 Resultat av intervju med lærerne

I intervjuet påpeker lærerne at det var fint å få en litt annerledes oppstart med GeoGebra.

- Tone** Jeg følte at det var flere som synes det var morsomt å gjøre noe annet enn det vanlige opplegget
- Terje** Ja det var et fint avbrekk, det var det .. fra det vanlige. De var jo ivrige, de er jo det generelt. Men jeg tror nok de synes det var okei, og at de lærte en del, det er helt sikkert, for det merker jeg jo nå når jeg har begynt på .. at de er mer selvstendige på menyer og sånt, med det vi holder på med nå.
- Hege** Ja
- Mona** Jeg tenker også det at ee .. en del av de har hatt Geogebra før, men nå fikk de på en måte en felles start, eller sånn.. at alle begynte på noe gøy. Det var litt gøy med halloween og sånne ting. Og det derre nå kan de referere til de samme menyene og sånn. At de har hatt en introduksjon før på ungdomsskolen, men nå fikk de på en måte en ny type introduksjon til Geogebra. Ikke samme type som de har hatt før.

Her ser vi at de sier at det var bra med en felles start som gir elevene felles referanser som kan bygges videre på senere. Jarle sa at resultatet var delt i hans klasse, for noen av elevene var det litt for vanskelig.

Det var flere som mente at det er flere fordeler med at elevene jobbet med en oppskrift de måtte lese selv og så finne ut ved å overføre til neste situasjon. Tone peker på hvor viktig det er å lese oppgaver nøye for å få med seg all informasjonen. Jarle peker på at elevene lærer ved å gjøre feil for så å prøve igjen og finne ut av det. Mona påpeker at elevene kan lære at det ikke alltid lønner seg å gjøre ting for fort, men lese nøye for å være sikker på at han har oppfattet oppgaven riktig.

Jeg spurte om de hadde inntrykk av at elevene har blitt kjent med GeoGebra.

Mona Jeg gikk gjennom litt når vi hadde om funksjoner på grafikkfeltet nå og da.. og så spør de jo hvordan zoomer jeg .. og hvordan gjør jeg det .. og så viser jeg og da .. å ja, det var jo der ja. Så de har jo sett det en gang og på en måte .. og det der når jeg trykker av og på .. muter som jeg kaller det da, så er de på en måte med på den og de liksom .. å ja det var jo sånn vi gikk inn på egenskaper, så de har jo liksom ..

Vi har på dette tidspunktet begynt å bruke GeoGebra litt i forbindelse med funksjoner og vi ser hvordan Mona mener at elevene har fått en referanse til grunnleggende bruk av programmet.

Terje Det har jo gått noen uker nå siden vi hadde det så

Hege Burde en ha tatt det tettere opp mot når vi skal starte med funksjoner og sånn? Hadde det vært bedre?

Jarle Jeg tror ikke nødvendigvis det er noen forskjell .. det tror jeg ikke. Men jeg synes også det at akkurat det med å .. at det er jo ikke så ofte .. at jeg har gått gjennom sånn i starten at du kan skjule ting og akkurat det er de nok bedre på enn tidligere år som vi ikke har gjort dette da.

Terje Ja

Vi ser i klippet over at det er enighet om at de har kommet i gang med å bli kjent med enkelte deler av grafikkfeltet sånn som å zoome, skjule/visе objekter, endre egenskaper. Og at de har en referanse til hvordan de kan finne ut av ting.

Her er noe av det som kom fram da vi snakket om hvordan de opplevde leksjon 4, som handlet om CAS.

Terje CAS var muligens ganske nytt for de, men det var jo også det de synes var veldig nyttig da.

Hege Ja .. de ser at det er nyttig i forhold til faget?

Terje Ja, det var lettere å koble til det vi har holdt på med så langt

Det kom fram at det er lettere for elevene å se nytten med opplegget, elevene klarer lettere å se sammenhengen med det vi har jobbet med i timene tidligere og det som er pensum i matematikken.

Jarle Sånn som jeg gjorde det så gikk jeg gjennom det uten å på en måte gå gjennom det .. jeg lot de prøve.. og så syntes mange at det var vanskelig .. for den CAS delen sa «gjør den oppgaven i CAS» og det var egentlig avhengig av at du kunne det selv om de bare hadde en liten oppskrift som de måtte se på. Og så gjorde noen det, ikke alle fikk det til og så måtte jeg vise det .. neste gang måtte jeg vise det da. Men det var greit det synes jeg at de prøvde seg litt fram og så så på oppskriften der også, så var det ikke .. ikke sant, så bomma de på komma, .. og punktum alikevel så .. de må ha det i fingrene.

Tone Sånn «learning by doing», de gjør jo feil, og det er da de lærer ikke sant? Da husker de ekstra godt det at ikke de kan bruke komma, men at de må bruke punktum og hvor viktig det er med parenteser i CAS

Jarle og Tone peker på at det er greit at elevene får prøve seg fram for å bli kjent med syntaksen i CAS, det er viktig å *få det inn i fingrene*.

Det ble også nevnt at det er vanskelig for elevene å se nytten av opplegget i de første øktene siden det ikke er direkte knyttet til noe vi har jobbet med i faget enda.

Jarle Men det er jo vanskelig (for elevene) å knytte det som du gjorde i de to første øktene i hvert fall, altså fyrverkeriet og .. direkte til noe som de på en måte .. når du spør om hva de har lært så tenker de kanskje på prøven

Hege Ja

Jarle Og det har de jo ikke hatt nødvendigvis sånn direkte som de vet om.. ikke sant de kan ikke si at oi det lærte jeg i den oppgaven, for det er jo ikke sånn, det er jo mer det at de egentlig er litt mer trygge på verktøyet.

Terje sier at vi kanskje burde bruke GeoGebra mer i forbindelse med geometri og trigonometri, og at da ville elevene se mer nytten av å bli kjent med disse mulighetene i GeoGebra.

Jarle Ja, og så synes jeg kanskje også vi kunne tenke på dette med .. for det som ofte vi ser på eksamen med Geogebra , det er en del bruk av glidere, ikke sant. Men det ble på en måte ikke tatt videre inn siden det ikke er noe om funksjoner og sånn, men hvis vi hadde liksom knyttet det til andregradsfunksjoner for eksempel eller..

Terje Det kommer jo nå ..

Jarle Det kommer nå ikke sant, men nå har de jo nytte av den, men de har ikke sett den bruken

Elevene klarer kanskje lettere å se at det var nyttig i ettertid når vi jobber mer med funksjoner og de trenger å bruke de samme kommandoknappene, vise/skjule ulike objekter, zoome på riktig del av funksjonen, bruke glidere for utforskning og så videre.

Det ble også snakket om at elevenes opplevelse av hva de hadde lært og hvilken nytte det hadde kanskje var knyttet til faglærers introduksjon og oppsummering.

5.5.2 Konklusjon av intervju med kollegaer

Her er et sammendrag av hva som kom fram i fokusgruppen med lærerne.

- Det var stor forskjell på elevenes tidligere erfaring med GeoGebra. Med dette opplegget fikk de en felles start som gir felles referanser til å bygge videre på i undervisningen.

- Arbeidet med oppskriftene gjør at elevene lærer å være nøye med å lese oppgaver, i tillegg til å jobbe med GeoGebra får de en trening i leseferdighet.
- Elevene har blitt kjent med grunnleggende navigasjon i GeoGebra, og fått et innblikk i muligheter som kan videreutvikles i senere undervisning.
- Elevene har blitt kjent med syntaks og mange muligheter CAS gir, men de trenger mye mer trening for å *få det inn i fingrene*.
- Elevene har lettere for å se nytten med CAS delen i undervisningsopplegget siden dette er direkte knyttet til matematikk.
- Elevene har ikke forutsetning for å se nytteverdi av arbeidet med de første øktene, *Fyrverkeri, Halloween* og *Utforskning*, siden vi ikke har jobbet med denne delen av GeoGebra knyttet til matematikken enda. Lærerne sier at de mener opplegget er nyttig og har overføringsverdi til hva elevene må kunne i faget 1T.

6 Diskusjon og konklusjon

I dette kapitlet vil jeg diskutere om resultatene og analysen av introduksjonskurset viser om jeg har oppnådd målet mitt med denne studien. Jeg vil se på om jeg ut fra min analyse av innsamlede data kan svare på forskningsspørsmålene mine.

- 1) Hvordan opplever elevene nytten av et introduksjonskurs i GeoGebra som har fokus på å lære å bruke?
- 2) Hvilken effekt har et kurs som har fokus på å lære å bruke på elevenes
 - a. Tekniske ferdigheter
 - b. Personlige aspekter
- 3) Hvordan kan et introduksjonskurs i GeoGebra hjelpe elevene til å ta eierskap i GeoGebra som verktøy?

6.1 Hvordan opplever elevene nytten av introduksjonskurset?

Jeg har valgt å analysere elevenes opplevelse av nytteverdi i lys av Wigfield og Eccles (2000) ulike aspekter. *Viktighetsverdi* – hvor viktig er det for eleven å gjøre det bra på oppgaven, *egenverdi* – hvilken glede viser eleven ved å gjøre oppgaven og *brukbarhetsverdi* – hvordan opplever eleven at oppgaven er nyttig med tanke på videre matematikkundervisning.

6.1.1 Viktighetsverdi

Observasjoner og lydopptak viser at elevene viste stolthet over produktene sine. Jeg ser også at elevene inspirerte hverandre og at de ble motivert av å se hverandres produkter. Dette tyder på at elevene så det som viktig å lage et bra produkt som de kunne vise til de andre. Det at så mange av elevene leverte inn ferdige produkter tyder også på at de så det som viktig å fullføre oppgavene på en bra måte. I intervjuet gir de også tilbakemeldinger om at de syntes det var gøy å se de ferdige produktene når jeg viste de fram i matematikktimene, og at dette gav inspirasjon til å lage noe bra.

Jeg mener ut fra dette at mange av elevene opplevde en viss *viktighetsverdi* med tanke på at de ønsket å lage noe bra som de kunne vise til de andre, enten om det ble vist i gruppene eller om det ble vist for alle i klassen fra prosjektoren.

I intervjuet med lærerne kommer det fram at de mener oppgavene er bra for å fremme flere læringsmål. De nevner blant annet leseferdighet – viktigheten av å lære å lese oppgaver nøye, at det gir felles referanser til menysystemer og kommandoer i tillegg til at de blir generelt kjent med verktøyet GeoGebra.

6.1.2 Egenverdi

Lydopptakene viser at elevene raskt ble engasjert i oppgavene og jeg finner klare tegn på motivasjon. Elevene uttrykte begeistring for eksempel da de fikk kulene i *fyrverkeriet* til å bevege seg eller de fikk eksperimentere med farger og fasonger i utforskningsoppgaven. I kommentarene de leverte inn i leksen er det flere som uttrykker at dette var *gøy*. I spørreundersøkelsen var det også stor enighet om at de likte denne formen for introduksjon godt. Det samme resultatet finner jeg ut fra intervju både med elever og lærere.

Jeg konkluderer ut fra dette at de fleste elevene opplevde at denne formen for introduksjon gav dem motivasjon i form av at de opplevde at oppgavene hadde en *egenverdi*. Det gjorde at elevene fikk lyst til å jobbe med å utforske GeoGebra.

6.1.3 Brukbarhetsverdi

Elevenes opplevelse av brukbarhetsverdi er ikke fullt så positiv. I kommentarene i listen over kommandoer er det flere som uttrykker at de likte oppgavene, men de tror ikke det er så nyttig med tanke på matematikkundervisningen. Det samme kommer fram i kommentarene i spørreundersøkelsen. Dette kan ha sammenheng med elevenes beliefs. Hvis elevenes beliefs er preget av at læring bør ha fokus på memorering av formler og løsning av en rekke standardproblemer, vil de ikke se nytteverdi her.

I intervju med lærerne kommer det fram at de ser at opplegget har brukbarhetsverdi med tanke på faget 1T. De påpeker også at elevene på dette tidspunktet kanskje ikke har forutsetning for å se dette siden vi ikke enda har jobbet så mye med GeoGebra knyttet til funksjoner eller geometri.

Ut fra dette konkluderer jeg at elevenes opplevelse av introduksjonskursets brukbarhetsverdi ikke er veldig stor, og at dette kan ha sammenheng med deres forventning av hvordan læring av matematikk foregår. Lærerne mener introduksjonskurset også er nyttig med tanke på brukbarhetsverdi.

6.1.4 Konklusjon – nytteverdi

Jeg mener at jeg kan konkludere med at elevene opplever nytte i form av *viktighetsverdi* og *egenverdi*, men de er mer usikre på *brukbarhetsverdien* av denne formen for introduksjon til GeoGebra. Lærerne mener brukbarhetsverdien også er til stede.

6.2 Introduksjonskursets effekt på elevenes utvikling i bruk av GeoGebra og CAS

For å vurdere elevenes ferdigheter i GeoGebra bruker jeg rammeverket som Pierce og Stacey, (2002) presenterer:

Tekniske ferdigheter:

- 1) Flytende bruk av programsyntaks – klarer eleven å bruke korrekt syntaks, viser han eller hun kyndig bruk av kommandoer og menyer?
- 2) Evne til systematisk å veksle mellom representasjoner – klarer eleven å plote en graf fra en formel og omvendt, plote en graf fra en tabell og omvendt, lage en tabell fra en formel og omvendt?
- 3) Evne til å tolke CAS output – klarer eleven å finne det etterspurte resultatet, tolke symbolene i CAS som tradisjonell matematikk?

Personlige aspekter:

- 4) Positiv holdning – ser eleven verdien av å ha CAS tilgjengelig for å gjøre matematikk, – for å lære matematikk?
- 5) Fornuftig bruk av CAS – Bruker eleven CAS på en strategisk måte, klarer han eller hun å se når det er funksjonelt å bruke CAS, klarer han eller hun å bruke CAS pedagogisk – for å øke sin egen forståelse?
(Pierce & Stacey, 2002, p. 3, min oversettelse)

Som tidligere nevnt er det først og fremst punkt 1 og 4 som jeg har fokus på i sammenheng med introduksjonskurset.

6.2.1 Tekniske ferdigheter, (punkt 1)

I lydopptak fra de første leksjonene fant jeg tegn på at elevene reflekterer over hva de gjør i oppskriften og hvilke effekt det har på objektene i GeoGebra. Dette tolker jeg som en gryende start på å bli kjent med programsyntaks. Jeg ser også i de innleverte produktene tegn på at elevene har jobbet med mange ulike kommandoer og funksjoner og dermed må ha blitt litt kjent med disse. Listen over kommandoer som elevene leverte inn gir meg også en god indikasjon på hva eleven har jobbet med og hvilke kommandoer og funksjoner eleven mener han/hun har blitt kjent med. Resultat av spørreundersøkelsen viser at de aller fleste elevene har blitt godt kjent med arbeidsfeltene, generell navigasjon og mange viktige kommandoer og funksjoner. I fokusgruppen med elever sier de at de har blitt kjent med det mest grunnleggende og de har fått litt innblikk i hvilke muligheter GeoGebra og CAS kan gi. I intervjuet med lærerne kommer også det samme fram.

6.2.2 Personlige aspekter, (punkt 4)

Min observasjon av elevene i arbeid med leksjonene var at det virket som de aller fleste elevene hadde en positiv holdning til oppgavene i introduksjonskurset, de likte formen og det

at de kunne jobbe med GeoGebra med fokus på kreativitet i stedet for å starte med matematikk. I lydopptakene kommer det også fram at de liker å jobbe på denne måten, de uttrykker glede og stolthet over å få til det de prøver på. Spørreundersøkelsen viser også at elevene likte denne formen for introduksjon, og flere sier at de har blitt motivert til å jobbe med GeoGebra og CAS. Intervjuene viser det samme. Dette tolker jeg som at de har begynt å utvikle en positiv holdning til å bruke verktøyet.

6.2.3 Konklusjon – elevenes utvikling i bruk av GeoGebra og CAS

Jeg konkluderer ut fra dette at denne formen for introduksjon til GeoGebra med fokus på å *lære å bruke* (instrumentalisering) har gitt elevene en smakebit på hva GeoGebra kan brukes til. De har begynt å bli kjent med de ulike arbeidsfeltene og generell navigasjon. De begynner å bli kjent med programsyntaks i GeoGebra og CAS selv om de trenger mye mer trening før de kan vise flytende bruk av programsyntaks.

Mange av elevene har ved å ha fokus på kreativitet og å bli kjent med verktøyet GeoGebra, utviklet en positiv holdning til å jobbe med GeoGebra.

6.3 Har introduksjonskurset hjulpet elevene å ta eierskap i GeoGebra som verktøy?

At eleven har tatt eierskap i GeoGebra som verktøy har jeg tidligere definert slik:

- At eleven har blitt godt kjent med programsyntaks, ulike bruksområder og muligheter.
- At GeoGebra har blitt et instrument som kan brukes for å forså sammenhenger i matematikk, ved for eksempel å kombinere algebraisk og geometrisk representasjon, løse vanskelige oppgaver ved for eksempel å bruke glidere for å kunne endre parametere dynamisk.
- At GeoGebra har blitt et hjelpemiddel i problemløsning ved å kunne prøve ut og utforske ulike muligheter uten å bruke urimelig lang tid på beregninger.
- At eleven kan bruke GeoGebra som et middel for selv-evaluering ved for eksempel å bruke GeoGebra som fasit.

Dette er ganske omfattende krav og vitner om grundig kjennskap til GeoGebra. Det sier seg selv at elevene ikke kan utvikle eierskap etter denne definisjonen i løpet av et introduksjonskurs på bare 5 skoletimer, dette krever jevnt arbeid med verktøyet over tid og bruk i mange ulike sammenhenger også med fokus på matematikk.

Jeg vil likevel prøve å se på om elevene etter dette introduksjonskurset viser tegn til at de har begynt på veien mot å ta eierskap i GeoGebra som verktøy.

6.3.1 Programsyntaks

Jeg har tidligere konkludert med at elevene har begynt å bli kjent med programsyntaks, og både analyser av observasjoner, lydopptak, spørreundersøkelser og intervju viser at elevene har sett noen mulige bruksområder og muligheter programmet kan gi.

6.3.2 Forstå sammenhenger

Elevene har i oppgaven *Halloween* jobbet med glidere, som kan være et effektivt hjelpemiddel i utforskningsoppgaver. Både observasjoner, lydopptak, spørreundersøkelsen og intervjuene viser at mange syntes dette var vanskelig. Noen av elevene har jobbet mer med dette og sett noen muligheter og sammenhenger, men jeg kan ikke konkludere med at elevene har kommet langt på veien til at GeoGebra har blitt et instrument for å forstå sammenhenger i matematikk. Her trengs det mer målrettet arbeid over tid.

6.3.3 Problemløsning

Siden vi i dette introduksjonskurset ikke har fokusert mye på å knytte det til matematikk, har ikke elevene enda utviklet ferdigheter i GeoGebra som gir dem muligheter til å bruke verktøyet i problemløsningssammenheng. De har imidlertid i *utforskningsoppgaven* jobbet mye med å prøve ut ulike funksjoner og kommandoer i grafikkfeltet og har på den måten fått et innblikk i at GeoGebra kan brukes på denne måten.

6.3.4 Selvevaluering

I arbeidet med CAS – delen av GeoGebra fikk elevene kjennskap til syntaks og flere mulige bruksområder. Spørreundersøkelsen viser at mange av elevene syntes at CAS var vanskelig, men mange sa også at de likte CAS. I intervjuet kom det fram at elevene så at CAS hadde fordeler som at det går fort å regne ut og at man kan unngå slurvefeil. Spørreundersøkelsen viste også at ca. 80 % av elevene sier de tror de kommer til å bruke GeoGebra og CAS som hjelp i leksearbeid *i noen grad* eller mer. Jeg tolker ut fra dette at elevene har fått se muligheten GeoGebra og CAS kan gi som hjelp til selv evaluering, men de trenger mer trening for at det kan bli et reelt hjelpemiddel.

6.3.5 Konklusjon – eierskap

Ut fra hvordan jeg har valgt å definere eierskap og min analyse av innsamlede data i forhold til de ulike punktene er min konklusjon at introduksjonskurset med fokus på å *lære å bruke* har hjulpet elevene på veien mot å ta eierskap i GeoGebra som verktøy. For at elevene skal få fullt eierskap til verktøyet må de bruke verktøyet over lang tid og i ulike sammenhenger. Dette er også avhengig av at faglæreren prioriterer å vektlegge dette i sin undervisning og oppfordrer til bruk av GeoGebra som fasit i leksearbeidet.

6.4 Tilleggsresultater

Jeg har i løpet av arbeidet med denne oppgaven hatt hovedfokus på å svare på forskningsspørsmålene mine. I tillegg har jeg gjort noen flere observasjoner i nær tilknytning til forskningsspørsmålene. Disse observasjonene er ikke veldig godt begrunnet, men er betraktninger som jeg finner interessante og som kanskje kan fokuseres mer på i en senere sammenheng.

6.4.1 Samarbeid

I kapittel 5.1 viser jeg til teori som påpeker språkets kraft som medierende redskap i læringsarbeidet.

I min gjennomgang av transkripsjonene fra leksjon 2 og 3 finner jeg flere eksempler på at elevenes samarbeid fører til diskusjoner og refleksjoner rundt det de gjør. Språket er tydelig medierende redskap i arbeidet med oppskriftene og samarbeidet er dermed en viktig del av læringsarbeidet.

Min konklusjon på bakgrunn av dette er at det er en stor fordel at elevene samarbeider i par eller smågrupper når de skal jobbe med instrumentering av GeoGebra.

6.4.2 Tilbakemeldinger

Jeg har i kapittel 3.4 nevnt at Weiner (1985) sier i sin teori om *attributes* (tilbakemeldinger) at positive tilbakemeldinger på suksess har en motiverende effekt, mens negative tilbakemeldinger på manglende suksess har negativ effekt på motivasjonen. Jeg mener jeg har sett eksempler på at dette er tilfellet i denne studien. Elever som opplever at de får suksess ved for eksempel når de får kulene i *Fyrverkeriet* til å bevege seg, og de får positive tilbakemeldinger fra medelever og lærer som observerer arbeidet deres, har vist tegn til at de blir motivert for videre arbeid. Mens flere elever har meldt om at arbeidet med *Halloween* og *glidere* var vanskelig, de sa også at dette ikke var like gøy. Jeg så også i de innleverte arbeidene at det var flere som ikke fullførte denne oppgaven, og det kan tyde på manglende motivasjon.

Jeg konkluderer ut fra dette at det er viktig at oppgavene i et introduksjonskurs er differensierte og ikke for vanskelige slik at alle elevene kan oppleve suksess og positive tilbakemeldinger.

6.4.3 Bedre matematikkforståelse

I kapittel 3.5 presenterte jeg teori om hvordan kognitive verktøy kan støtte opp om de kognitive aktivitetene og overvinne hjernens begrensninger (Karadag & McDougall, 2011), og at GeoGebra med CAS kan være et eksempel på et slikt kognitivt verktøy. Har elevene gjennom introduksjonskurset fått opplevelse av at GeoGebra kan være et slikt kognitivt verktøy for å lære og forstå matematikk?

I introduksjonskurset har jeg ikke hatt mye fokus på matematikken. Det er først ved introduksjon av CAS jeg knytter matematikk til bruken av GeoGebra. Det er derfor lite sannsynlig at elevene har gjort seg opp mange tanker om at GeoGebra kan hjelpe dem å få en

bedre matematikkforståelse. Likevel spurte jeg om dette i fokus gruppen av elever. Resultatet var at flere av dem har tenkt på fordeler ved GeoGebra som kan hjelpe dem i arbeidet med matematikk. Vegard nevner at det er lettere å se sammenhenger i forbindelse med lineære funksjoner, Knut sier det er mer oversiktlig og man unngår slurvfeil.

Det er usikkert om deres tanker om dette kommer fra arbeidet med introduksjonskurset eller om det skyldes tidligere erfaringer med GeoGebra fra ungdomsskolen. Jeg konkluderer likevel at elevene i fokusgruppen har sett at GeoGebra kan komme til å fungere som et kognitivt verktøy for å se sammenhenger og dermed utvikle en bedre matematikkforståelse, men det krever at de blir så godt kjent med verktøyet at det blir et *instrument* i matematikkarbeidet.

7 Kritiske vurderinger, implikasjoner, anbefalinger og personlige betraktninger

I dette kapitlet starter jeg med å diskutere studiens troverdighet basert på begrepene presentert i Bryman (2012, s 49). Videre kommer jeg med pedagogiske implikasjoner og anbefalinger om videre forskning. Til slutt sier jeg noe om mine egne betraktninger i etterkant av studiet.

7.1 Kritiske vurderinger

For å vurdere hvor troverdig resultatet jeg har kommet fram til i studien er har jeg basert meg på begrepene presentert i Bryman (2012), *credibility*, *transferability*, *dependability* og *confirmability*.

Credibility:

En svakhet med tanke på troverdighet kan være at jeg ikke har gjennomført noen tester i forkant for å se hva elevene kan fra før. Jeg har heller ikke noen test i etterkant, konklusjonene mine er kun basert på min tolkning av observasjoner, samtaler i lydopptak og intervju. Kan min tolkning av hva jeg ser være preget av hva jeg ønsker å se? Ville en annen forsker funnet de samme resultatene som meg? Det er også usikkert om min tolkning av resultatene i spørreundersøkelsen er det samme som elevene mente da de svarte. Hva ligger for eksempel i graderingen *i noen grad*?

For å øke troverdighet i funnene har jeg foretatt triangulering av datamaterialet. Det vil si at jeg har benyttet flere ulike metoder for å finne data som bygger opp om samme forskningsspørsmål. For eksempel har jeg samlet data om elevenes opplevelse av *nytteverdi* både fra lydopptak, spørreundersøkelser og intervju både med elever og lærere. Siden jeg finner tegn til samme funn med de ulike metodene, styrker det troverdigheten i resultatet.

Transferability:

Ville jeg fått samme resultat hvis jeg hadde foretatt studien i en annen kontekst? Jeg vet ikke noe om vi ville fått samme resultat hvis studien hadde vært gjennomført på en annen skole, på en annen studieretning eller på et annet klassetrinn. Som tidligere nevnt (i kapittel 1.5), er 1T - elevene på skolen vår relativt flinke og godt motiverte. Dette kan ha påvirket resultatet. Jeg har også tidligere nevnt at min rolle som både lærer og forsker kan ha medført at elevenes og lærernes holdning til meg kan ha påvirket deres svar i spørreundersøkelser og intervju. Jeg kan derfor ikke si noe om jeg ville fått samme resultat hvis konteksten var en annen.

Dependability:

Vil resultatet også være gjeldende på et annet tidspunkt? Mine konklusjoner er gjort basert på funn knyttet til undersøkelser gjort i direkte tilknytning til introduksjonskurset. Jeg har ikke grunnlag for å si om det også vil være gjeldende senere. For å si noe om dette måtte jeg eventuelt gjennomført noen tester før og etter – og kanskje også etter en lengre tid. Jeg tenker også at resultatet kan være avhengig av elevenes bakgrunn

i bruk av GeoGebra og av deres beliefs om matematikk og digitale hjelpemidler. Elevenes ferdigheter i GeoGebra vil utvikle seg over tid. Resultatet er derfor direkte knyttet til *introduksjonen*.

Confirmability:

Dette introduksjonskurset er mitt produkt og er på mange måter min *baby*. Det kan derfor tenkes at mine forventninger, min entusiasme og mine holdninger til denne måten å introdusere GeoGebra på kan ha preget min presentasjon for elevene, og kanskje også min tolkning av funn. Jeg har forsøkt å være ryddig med tanke på å begrunne mine påstander og jeg har forsøkt å være objektiv i min analyse. Faren for at jeg ikke har klart å være nøytral er dessverre likevel til stede.

7.2 Pedagogiske implikasjoner

Etter at jeg har observert elevene mine i deres bruk av GeoGebra gjennom skoleåret også i tilknytning til arbeid med matematikk, har jeg lagt merke til at elevene i år viser en større trygghet i forhold til GeoGebra enn hva jeg har observert tidligere år. Dette er selvfølgelig bare en påstand, og jeg har ikke data til å underbygge denne påstanden. Jeg kan heller ikke si noe om det skyldes måten GeoGebra ble introdusert på, eller om det kan ha med andre faktorer å gjøre, for eksempel at jeg har hatt større fokus på dette i min undervisning dette året. Det gir meg likevel en motivasjon for å fortsette dette arbeidet med neste års kull av 1T elever.

Basert på erfaringer med studien vil jeg gjøre noen justeringer på opplegget ved innføring med nye kull av elever.

- Jeg vil forsøke å gjøre oppskriften til *Halloween* enklere å forstå ved at jeg legger inn bilder av hvordan det skal se ut underveis. Dette for at flere av elevene skal oppleve å lykkes med denne oppgaven.
- Jeg vil forsøke å benytte timer hvor det passer at jeg kan gjennomføre fagsamtaler parallelt med at elevene arbeider med oppskriftene. Dette for lettere å kunne argumentere for tidsbruk i en presset hverdag.
- For å hjelpe elevene med å se brukbarhetsverdi vil jeg presentere konstruksjon for å løse oppgaver i geometri og trigonometri direkte etter *leksjon 3*. Elevene vil da også kunne begynne å *bruke for å lære*.
- Jeg vil sette av litt mer tid til å bli kjent med CAS slik at vi får tid til å se på sammenheng mellom grafisk og algebraisk representasjon.

7.3 Videre forskning / anbefalinger

Etter min erfaring med studien ser jeg behov for videre forskning på området. Jeg har i mitt masterstudie ikke hatt anledning til å studere en eventuell langtidseffekt av denne måten å introdusere GeoGebra på. Vil elevene på sikt ha en bedre og mer effektiv bruk av hjelpemiddelet med en introduksjon med fokus på å *lære å bruke*? Det vil kreve et longitudinal studie får å finne ut mer om dette.

Introduksjonskurset kunne helt klart også tilpasses til andre utdanningsprogram og aktuelle digitale verktøy. Det kunne være spennende for eksempel å se om introduksjon med fokus på å *lære å bruke, instrumentering*, ville ha positiv effekt i formgivingsfag eller tekniske fag.

Digitale verktøy som graftegner og regneark skal også innføres i matematikkundervisningen på ungdomstrinnet. Tilsvarende type introduksjon med fokus på å *lære å bruke* kan tilpasses til gjennomføring på 8. trinn.

Det kan være en oppfordring til andre forskere å ta opp temaet for å undersøke dette videre.

7.4 Personlige betraktninger

Jeg har aldri før skrevet en oppgave av dette omfanget og jeg synes det har vært en både spennende og utfordrende prosess. Jeg har lært mye om hva som kreves både av forarbeid, teoretisk fordyping, teknisk gjennomføring og struktur for å komme i mål.

Jeg synes det var spesielt interessant at jeg kunne knytte forskningen til min egen undervisning og til et tema jeg mener er relevant for mine elevers forutsetning for å lykkes i matematikkundervisningen og til eksamen. Bruk av digitale verktøy (i de senere årene GeoGebra) i matematikkundervisningen er et tema som har opptatt meg og mange av mine kollegaer i flere år og det har blitt enda mer relevant etter at det kom nye krav til bruk av digitale verktøy til eksamen. Dette var derfor en fin mulighet til å få tid til å fordype seg i hva annen forskning har vist innen emnet og knytte det til min egen ide om hvordan vi kan introdusere verktøyet for nye elever i 1T.

8 Referanser

- Akker, J. v. d., Bannan, B., Kelly, A. E., Nieveen, N., & Plomp, T. (2009). *An Introduction to Educational Design Research*. Enschede: SLO.
- Bell, C. (2014). Shifting from Mathematical Worksheets to Meaningful tasks. In *Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All*. Reston, VA: NCTM.
- Bryman, A. (2012). *Social research methods* (4th ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Daniels, H., Cole, M., & Wertsch, J. V. (2007). *The Cambridge companion to Vygotsky*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Diaz, J. (2015). *Mathematical Model of Me*. Retrieved from <http://jasmindiaz.weebly.com/mathematical-model-of-me.html>
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H., & Gravemeijer, K. (2010). The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 75(2), 213-234.
- Drijvers, P., Godino, J. D., Font, V., & Trouche, L. (2013). One episode, two lenses. *Educational Studies in Mathematics*, 82(1), 23-49.
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61, 103-131.
- Geogebra (2014). *Easy fireworks*. Retrieved from <http://www.geogebra.org/student/m101927>
- Geogebra Wiki (2015). *Holidays and Fun with GeoGebra*. Retrieved from <http://geogebrawiki.wikispaces.com/Holidays+and+Fun+with+GeoGebra>
- Gjone, G. (2010). Alle hjelpemidler tillatt. *Tangenten*, 21(2), 44 - 51.
- Jesus4F (2011). *Elevador*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=8OBa-Rw26T4>
- Karadag, Z., & McDougall, D. (2011). GeoGebra as a cognitive tool. *Model-Centered Learning*, 169-181.
- Kislenko, K., Breiteig, T., & Grevholm, B. (2005). Beliefs and attitudes in mathematics teaching and learning. In I. M. Stedøy (Ed.), *Vurdering i matematikk – Hvorfor og hvordan? Fra småskole til voksenopplæring. Rapport fra Nordisk Konferanse i Matematikdidaktikk ved NTNU 15.-16. november 2004* (pp. 129-137). Trondheim: Nasjonalt Senter for Matematikk i Opplæringen.
- Knuth, E. J. (2000). Student Understanding of the Cartesian Connection: An Exploratory Study. *J. Res. Math. Educ.*, 31(4), 500-507.
- Kristensen, T. E. (2015). *GeoGebra 5.0 for videregående skole*. Trondheim: Matematikksenteret. Retrieved from <http://www.matematikksenteret.no/content/1762/GeoGebra-5.0-for-videregaende-skole>.
- Lin, C.-Y. (2008). Beliefs about Using Technology in the Mathematics Classroom: Interviews with Pre-Service Elementary Teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(2), 135-142.

- Lokus (2015). *GeoGebra i IT*. Retrieved from http://www3.lokus.no/file/ci/148468828/Geogebra_i_IT.pdf
- Mentrard, D. (2008). *Exhibition of paintings with GeoGebra*. Retrieved from <http://forum.geogebra.org/viewtopic.php?f=2&t=23195>
- Mousoulides, N. G. (2011). GeoGebra as a conceptual tool for modeling real world problems. In L. Bu & R. Schoen (Eds.), *Model-Centered Learning: Pathways to Mathematical Understanding Using GeoGebra* (Vol. 6, pp. 105-118). Rotterdam: Sense Publisher.
- Pierce, R., & Stacey, K. (2001). Observations on students' responses to learning in a CAS environment. *Mathematics Education Research Journal*, 13(1), 28-46.
- Pierce, R., & Stacey, K. (2002). *Monitoring effective use of computer algebra systems*. Paper presented at the Proceedings of the 25th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia.
- Säljö, R. (2001). *Læring i praksis: et sosiokulturelt perspektiv*. Oslo: Cappelen akademisk.
- Trouche, L. (2014). Instrumentation in Mathematics Education. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 307-313). Dordrecht: Springer.
- Utdanningsdirektoratet (2014). *Eksempeloppgave MAT1013 Matematikk IT Ny eksamensordning våren 2015*. Oslo.
- Utdanningsdirektoratet (2015a). *Eksamensveiledning - om vurdering av eksamensbesvarelser*. Oslo.
- Utdanningsdirektoratet (2015b). *Læreplan i matematikk fellesfag - kompetansemål*. Oslo
Retrieved from <http://www.udir.no/k106/MAT1-04/Kompetansemaal?arst=1858830316&kmsn=2088314978>.
- Van der Meij, J., & de Jong, T. (2006). Supporting students' learning with multiple representations in a dynamic simulation-based learning environment. *Learning and Instruction*, 16(3), 199-212.
- Weiner, B. (1985). An attributional theory of achievement motivation and emotion. *Psychological review*, 92(4), 548.
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy–value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68-81.

9 Vedlegg

9.1 Vedlegg A: Godkjenning fra NSD

Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS
NORWEGIAN SOCIAL SCIENCE DATA SERVICES



MELDESKJEMA

Meldeskjema (versjon 1.4) for forsknings- og studentprosjekt som medfører meldeplikt eller konesjonsplikt (jf. personopplysningsloven og helseregisterloven med forskrifter).

1. Intro		
Samles det inn direkte personidentifiserende opplysninger?	Ja <input checked="" type="radio"/> Nei <input type="radio"/>	En person vil være direkte identifiserbar via navn, personnummer, eller andre personentydige kjennetegn. Les mer om hva personopplysninger .
Hvis ja, hvilke?	<input checked="" type="checkbox"/> Navn <input type="checkbox"/> 11-sifret fødselsnummer <input type="checkbox"/> Adresse <input type="checkbox"/> E-post <input type="checkbox"/> Telefonnummer <input type="checkbox"/> Annet	NB! Selv om opplysningene skal anonymiseres i oppgave/rapport, må det krysses av dersom det skal innhentes/registreres personidentifiserende opplysninger i forbindelse med prosjektet.
Annet, spesifiser hvilke		
Skal direkte personidentifiserende opplysninger kobles til datamaterialet (koblingsnøkkel)?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	Merk at meldeplikten utløses selv om du ikke får tilgang til koblingsnøkkel, slik fremgangsmåten ofte er når man benytter en databehandler
Samles det inn bakgrunnsopplysninger som kan identifisere enkeltpersoner (indirekte personidentifiserende opplysninger)?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	En person vil være indirekte identifiserbar dersom det er mulig å identifisere vedkommende gjennom bakgrunnsopplysninger som for eksempel bostedskommune eller arbeidsplass/skole kombinert med opplysninger som alder, kjønn, yrke, diagnose, etc.
Hvis ja, hvilke		
Skal det registreres personopplysninger (direkte/indirekte) via IP-/e-post adresse, etc) ved hjelp av nettbaserte spørreskjema?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	Les mer om nettbaserte spørreskjema .
Blir det registrert personopplysninger på digitale lyd-/bilde- eller videoopptak?	Ja <input checked="" type="radio"/> Nei <input type="radio"/>	Bilde/videoopptak av ansikter vil regnes som personidentifiserende. For at stemme skal regnes som personidentifiserende, må denne bli registrert i kombinasjon med andre opplysninger, slik at personer kan gjenkjennes.
Søkes det vurdering fra REK om hvorvidt prosjektet er omfattet av helseforskningsloven?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	NB! Dersom REK (Regional Komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk) har vurdert prosjektet som helseforskning, er det ikke nødvendig å sende inn meldeskjema til personvernombudet (NB! Gjelder ikke prosjekter som skal benytte data fra pseudonyme helseregistre). Dersom tilbakemelding fra REK ikke foreligger, anbefaler vi at du avventer videre utfylling til svar fra REK foreligger.
2. Prosjektittel		
Prosjektittel	Elevers opplevelse av Geogebra som hjelpemiddel i matematikkundervisningen	Oppgi prosjektets tittel. NB! Dette kan ikke være «Masteroppgave» eller liknende, navnet må beskrive prosjektets innhold.
3. Behandlingsansvarlig institusjon		
Institusjon	Universitetet i Agder	Velg den institusjonen du er tilknyttet. Alle nivå må oppgis. Ved studentprosjekt er det studentens tilknytning som er avgjørende. Dersom institusjonen ikke finnes på listen, har den ikke avtale med NSD som personvernombud. Vennligst ta kontakt med institusjonen.
Avdeling/Fakultet	Fakultet for teknologi og realfag	
Institutt	Institutt for matematiske fag	
4. Daglig ansvarlig (forsker, veileder, stipendiat)		

Fornavn	Pauline	<p>Før opp navnet på den som har det daglige ansvaret for prosjektet. Veileder er vanligvis daglig ansvarlig ved studentprosjekt.</p> <p>Veileder og student må være tilknyttet samme institusjon. Dersom studenten har ekstern veileder, kanbiveileder eller fagansvarlig ved studiestedet stå som daglig ansvarlig.</p> <p>Arbeidssted må være tilknyttet behandlingsansvarlig institusjon, f.eks. underavdeling, institutt etc.</p> <p>NB! Det er viktig at du oppgir en e-postadresse som brukes aktivt. Vennligst gi oss beskjed dersom den endres.</p>
Etternavn	Vos	
Stilling	Professor	
Telefon	38142332	
Mobil	45400738	
E-post	pauline.vos@uia.no	
Alternativ e-post	pauline.vos@uia.no	
Arbeidssted	Universitetet i Agder	
Adresse (arb.)	Gimlemoen 46	
Postnr./sted (arb.sted)	4604 Kristiansand	
Sted (arb.sted)	Kristiansand	
5. Student (master, bachelor)		
Studentprosjekt	Ja ● Nei ○	Dersom det er flere studenter som samarbeider om et prosjekt, skal det velges en kontaktperson som føres opp her. Øvrige studenter kan føres opp under pkt 10.
Fornavn	Hege Aamdal	
Etternavn	Rislaa	
Telefon		
Mobil	90954229	
E-post	heri1@vaf.no	
Alternativ e-post	heri1@vaf.no	
Privatadresse	Graslijordet 23	
Postnr./sted (privatadr.)	4700 Vennesla	
Sted (arb.sted)	Vennesla	
Type oppgave	<input checked="" type="radio"/> Masteroppgave <input type="radio"/> Bacheloroppgave <input type="radio"/> Semesteroppgave <input type="radio"/> Annet	
6. Formålet med prosjektet		
Formål	<p>Undersøke / vurdere hvordan elever i 1T i videregående skole opplever en annerledes introduksjon til GeoGebra i matematikkundervisningen.</p> <p>Foreløpige forskningsspørsmål: 1.Hvordan kan et introduksjonskurs i GeoGebra hjelpe elevene til å kan ta eierskap i GeoGebra som verktøy? 2.Hvordan opplever elevene nytten av et slikt introduksjonskurs i Geogebra?</p>	Redegjør kort for prosjektets formål, problemstilling, forskningsspørsmål e.l.
7. Hvilke personer skal det innhentes personopplysninger om (utvalg)?		
Kryss av for utvalg	<input type="checkbox"/> Barnehagebarn <input checked="" type="checkbox"/> Skoleelever <input type="checkbox"/> Pasienter <input type="checkbox"/> Brukere/klienter/kunder <input type="checkbox"/> Ansatte <input type="checkbox"/> Barnevernsbarn <input checked="" type="checkbox"/> Lærere <input type="checkbox"/> Helsepersonell <input type="checkbox"/> Asylsøkere <input type="checkbox"/> Andre	
Beskriv utvalg/deltakere	Egne og elever i kurset matematikk 1T ved [redacted] skoleåret 2015/2016 og eventuelt de andre 1T klassene samme året. Lærer som underviser i 1T ved [redacted] 2015/2016matematikk 1T i videregående skole	Med utvalg menes dem som deltar i undersøkelsen eller dem det innhentes opplysninger om.

Rekruttering/trekking	Utvalget er elever og lærere som blir involvert i prosjektet skoleåret 2015/2016	Beskriv hvordan utvalget trekkes eller rekrutteres og oppgi hvem som foretar den. Et utvalg kan trekkes fra registre som f.eks. Folkeregisteret, SSB-registre, pasientregistre, eller det kan rekrutteres gjennom f.eks. en bedrift, skole, idrettsmiljø eller eget nettverk.
Førstegangskontakt	Jeg (masterstudent og lærer) inviterer elevene og lærerne til å delta i prosjektet i forbindelse med min undervisning i matematikk-kursene 1T ved [redacted]	Beskriv hvordan kontakt med utvalget blir opprettet og av hvem. Les mer om dette på temasidene .
Alder på utvalget	<input type="checkbox"/> Barn (0-15 år) <input checked="" type="checkbox"/> Ungdom (16-17 år) <input checked="" type="checkbox"/> Voksne (over 18 år)	Les om forskning som involverer barn på våre nettsider.
Omtrentlig antall personer som inngår i utvalget	30 - 200	
Samles det inn sensitive personopplysninger?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	Les mer om sensitive opplysninger .
Hvis ja, hvilke?	<input type="checkbox"/> Rasemessig eller etnisk bakgrunn, eller politisk, filosofisk eller religiøs oppfatning <input type="checkbox"/> At en person har vært mistenkt, siktet, tiltalt eller dømt for en straffbar handling <input type="checkbox"/> Helseforhold <input type="checkbox"/> Seksuelle forhold <input type="checkbox"/> Medlemskap i fagforeninger	
Inkluderes det myndige personer med redusert eller manglende samtykkekompetanse?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	Les mer om pasienter, brukere og personer med redusert eller manglende samtykkekompetanse .
Samles det inn personopplysninger om personer som selv ikke deltar (tredjepersoner)?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	Med opplysninger om tredjeperson menes opplysninger som kan spores tilbake til personer som ikke inngår i utvalget. Eksempler på tredjeperson er kollega, elev, klient, familiemedlem.
8. Metode for innsamling av personopplysninger		
Kryss av for hvilke datainnsamlingsmetoder og datakilder som vil benyttes	<input checked="" type="checkbox"/> Papirbasert spørreskjema <input type="checkbox"/> Elektronisk spørreskjema <input checked="" type="checkbox"/> Personlig intervju <input checked="" type="checkbox"/> Gruppeintervju <input type="checkbox"/> Observasjon <input checked="" type="checkbox"/> Deltakende observasjon <input type="checkbox"/> Blogg/sosiale medier/internet <input type="checkbox"/> Psykologiske/pedagogiske tester <input type="checkbox"/> Medisinske undersøkelser/tester <input type="checkbox"/> Journaldata	Personopplysninger kan innhentes direkte fra den registrerte f.eks. gjennom spørreskjema, intervju, tester, og/eller ulike journaler (f.eks. elevmapper, NAV, PPT, sykehus) og/eller registre (f.eks. Statistisk sentralbyrå, sentrale helseregistre). NB! Dersom personopplysninger innhentes fra forskjellige personer (utvalg) og med forskjellige metoder, må dette spesifiseres i kommentar-boksen. Husk også å legge ved relevante vedlegg til alle utvalgs-gruppene og metodene som skal benyttes.
	<input type="checkbox"/> Registerdata	
	<input type="checkbox"/> Annen innsamlingsmetode	
Tilleggsopplysninger		
9. Informasjon og samtykke		
Oppgi hvordan utvalget informeres	<input checked="" type="checkbox"/> Skriftlig <input checked="" type="checkbox"/> Muntlig <input type="checkbox"/> Informeres ikke	Vennligst send inn informasjonsskrivet eller mal for muntlig informasjon sammen med meldeskjema. NB! Vedlegg lastes opp til sist i meldeskjemaet, se punkt 15 Vedlegg. Last ned vår veiledende mal til informasjonsskriv . Dersom utvalget ikke skal informeres om behandlingen av personopplysninger må det begrunnes.
Innhentes det samtykke fra utvalget?	<input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/> Flere utvalg, ikke samtykke fra alle	Dersom det ikke skal innhentes samtykke, må det begrunnes.
Hvis flere utvalg, beskriv og begrunn	Jeg innhenter samtykke fra de som deltar i intervju og gruppeintervju og gruppen hvor jeg gjør observasjoner. Spørreundersøkelsen er frivillig og anonym, jeg anser deltakelse som samtykke. Jeg innhenter ikke sensitive personopplysninger.	
Innhentes det samtykke fra foreldre for ungdom mellom 16 og 17 år?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	Les mer om forskning som involverer barn og samtykke fra unge .
Hvis nei, begrunn	Jeg innhenter ikke sensitive personopplysninger. Undersøkelsen er anonym.	

10. Informasjonssikkerhet		
Spesifiser	Navn på intervjuobjekt (lydopptak) lagres og oppbevares på mobiltelefon med passord. Alt som skrives blir anonymisert.	NB! Som hovedregel bør ikke direkte personidentifiserende opplysninger registreres sammen med det øvrige datamaterialet.
Hvordan registreres og oppbevares datamaterialet?	<input type="checkbox"/> På server i virksomhetens nettverk <input type="checkbox"/> Fysisk isolert PC tilhørende virksomheten (dvs. ingen tilknytning til andre datamaskiner eller nettverk, interne eller eksterne) <input type="checkbox"/> Datamaskin i nettverkssystem tilknyttet Internett tilhørende virksomheten <input type="checkbox"/> Privat datamaskin <input type="checkbox"/> Videopptak/fotografi <ul style="list-style-type: none"> ■ Lydopptak ■ Notater/papir ■ Mobile lagringsenheter (bærbar datamaskin, minnepenn, minnekort, cd, eksterne harddisk, mobiltelefon) □ Annen registreringsmetode 	Merk av for hvilke hjelpemidler som benyttes for registrering og analyse av opplysninger. Sett flere kryss dersom opplysningene registreres på flere måter. Med «virksomhet» menes her behandlingsansvarlig institusjon. NB! Som hovedregel bør data som inneholder personopplysninger lagres på behandlingsansvarlig sin forskningsserver. Lagring på andre medier - som privat pc, mobiltelefon, minnepenne, server på annet arbeidssted - er mindre sikkert, og må derfor begrunnes. Slik lagring må avklares med behandlingsansvarlig institusjon, og personopplysningene bør krypteres.
Annen registreringsmetode beskriv		
Hvordan er datamaterialet beskyttet mot at uvedkommende får innsyn?	Brukernavn og passord på datamaskin, passord på lydopptaker (mobiltelefon)	Er f.eks. datamaskintilgangen beskyttet med brukernavn og passord, står datamaskinen i et låsbart rom, og hvordan sikres bærbare enheter, utskrift og opptak?
Samles opplysningene inn/behandles av en databehandler?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	Dersom det benyttes eksterne til helt eller delvis å behandle personopplysninger, f.eks. Questback, transkriberingsassistent eller tolk, er dette å betrakte som en databehandler. Slike oppdrag må kontraktreguleres.
Hvis ja, hvilken		
Overføres personopplysninger ved hjelp av e-post/Internett?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	F.eks. ved overføring av data til samarbeidspartner, databehandler mm.
Hvis ja, beskriv?		Dersom personopplysninger skal sendes via internett, bør de krypteres tilstrekkelig.
Skal andre personer enn daglig ansvarlig/student ha tilgang til datamaterialet med personopplysninger?	Ja <input checked="" type="radio"/> Nei <input type="radio"/>	
Hvis ja, hvem (oppgi navn og arbeidssted)?	Veileder, Pauline Vos, Universitetet i Agder	
Utleveres/deles personopplysninger med andre institusjoner eller land?	<input checked="" type="radio"/> Nei <input type="radio"/> Andre institusjoner <input type="radio"/> Institusjoner i andre land	F.eks. ved nasjonale samarbeidsprosjekter der personopplysninger utveksles eller ved internasjonale samarbeidsprosjekter der personopplysninger utveksles.
11. Vurdering/godkjenning fra andre instanser		
Søkes det om dispensasjon fra taushetsplikten for å få tilgang til data?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	For å få tilgang til taushetsbelagte opplysninger fra f.eks. NAV, PPT, sykehus, må det søkes om dispensasjon fra taushetsplikten. Dispensasjon søkes vanligvis fra aktuelt departement.
Hvis ja, hvilke		
Søkes det godkjenning fra andre instanser?	Ja <input type="radio"/> Nei <input checked="" type="radio"/>	F.eks. søke registereier om tilgang til data, en ledelse om tilgang til forskning i virksomhet, skole.
Hvis ja, hvilken		
12. Periode for behandling av personopplysninger		
Prosjektstart	20.08.2015	Prosjektstart Vennligst oppgi tidspunktet for når kontakt med utvalget skal gjøres/datainnsamlingen starter.
Planlagt dato for prosjektslutt	30.06.2016	Prosjektslutt: Vennligst oppgi tidspunktet for når datamaterialet enten skal anonymiseres/slettes, eller arkiveres i påvente av oppfølgingsstudier eller annet.
Skal personopplysninger publiseres (direkte eller indirekte)?	<input type="checkbox"/> Ja, direkte (navn e.l.) <input type="checkbox"/> Ja, indirekte (bakgrunnsopplysninger) <input checked="" type="checkbox"/> Nei, publiseres anonymt	NB! Dersom personopplysninger skal publiseres, må det vanligvis innhentes eksplisitt samtykke til dette fra den enkelte, og deltakere bør gis anledning til å lese gjennom og godkjenne sitater.
Hva skal skje med datamaterialet ved prosjektslutt?	<input checked="" type="checkbox"/> Datamaterialet anonymiseres <input type="checkbox"/> Datamaterialet oppbevares med personidentifikasjon	NB! Her menes datamaterialet, ikke publikasjon. Selv om data publiseres med personidentifikasjon skal som regel øvrig data anonymiseres. Med anonymisering menes at datamaterialet bearbeides slik at det ikke lenger er mulig å føre opplysningene tilbake til enkeltpersoner. Les mer om anonymisering .
13. Finansiering		

Hvordan finansieres prosjektet?	Trenger ingen finansiering	
14. Tilleggsopplysninger		
Tilleggsopplysninger		

9.2 Vedlegg B: Informasjonsskriv til elever

Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjektet

En introduksjon til bruk av GeoGebra med CAS i kurset 1T i videregående skole

I løpet av mange år med undervisning i matematikk i videregående skole har jeg observert en endring i fokus på bruk av digitale hjelpemidler i matematikkundervisningen. Når det nå stilles krav til bruk av graftegner og CAS til eksamen, vil elevenes bakgrunn og erfaring med å bruke disse hjelpemidlene bli viktig for å få et godt resultat. Jeg ønsker derfor å undersøke hvordan et spesielt introduksjonskurs til GeoGebra og CAS kan påvirke elevenes holdning til å bruke hjelpemidlene aktivt gjennom skoleåret.

Prosjektet er en masteroppgave i forbindelse med studier ved Universitetet i Agder. For å samle inn data til prosjektet vil jeg å observere dere i arbeidet med introduksjonskurset september 2015. Jeg vil også gjennomføre et intervju med noen av dere der spørsmålene vil dreie seg om deres tanker om dette introduksjonskurset. Jeg vil gjøre lydopptak av intervjuene og arbeidet med oppgavene i introduksjonskurset.

De observasjonene og kommentarene jeg får fra deg vil bli behandlet konfidensielt, og vil ikke under noen omstendighet er slå tilbake på deg som elev. Jeg vil anonymisere alt materiale jeg samler inn.

Det er frivillig å delta i studien, og du kan avstå fra å delta i prosjektet uten å oppgi noen grunn. Du kan også reservere deg fra å bli sitert. Du kan trekke deg fra å delta i prosjektet når som helst, og alt data jeg har samlet om deg vil da bli slettet.

Forskningsprosjektet vil foregå fra undervisningsstart i slutten av august 2015 og fram til og med juni 2016. Intervjuer og lydopptak med observasjoner vil analyseres, og oppbevares av meg fram til og med 2017. Datamaterialet vil bli anonymisert og alle opptak slettes etter 2017.

Opplysningene jeg får gjennom skoleåret, vil gis anonymt til min veileder, Pauline Vos.

Jeg er som forsker underlagt taushetsplikt, og data vil behandles deretter. Opplysningene vil til slutt bli presentert i en masteroppgave, der det ikke vil fremgå noe som kan røpe din identitet, eller hvilken klasse og skole forskningen har foregått på. Studien er meldt til Personvernombudet for forskning, Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS.

Masterstudent

Hege Aamdal Rislå
Graslijordet 23
4700 Vennesla
heri1@vaf.no

Veileder

Pauline Vos
Universitetet i Agder
Postboks 422
4604 Kristiansand
pauline.vos@uia.no

Svarslipp

Jeg har mottatt informasjon om studien, og er villig til å delta i prosjektet.

Jeg er villig til å gi et intervju om mitt syn på dette introduksjonskurset.

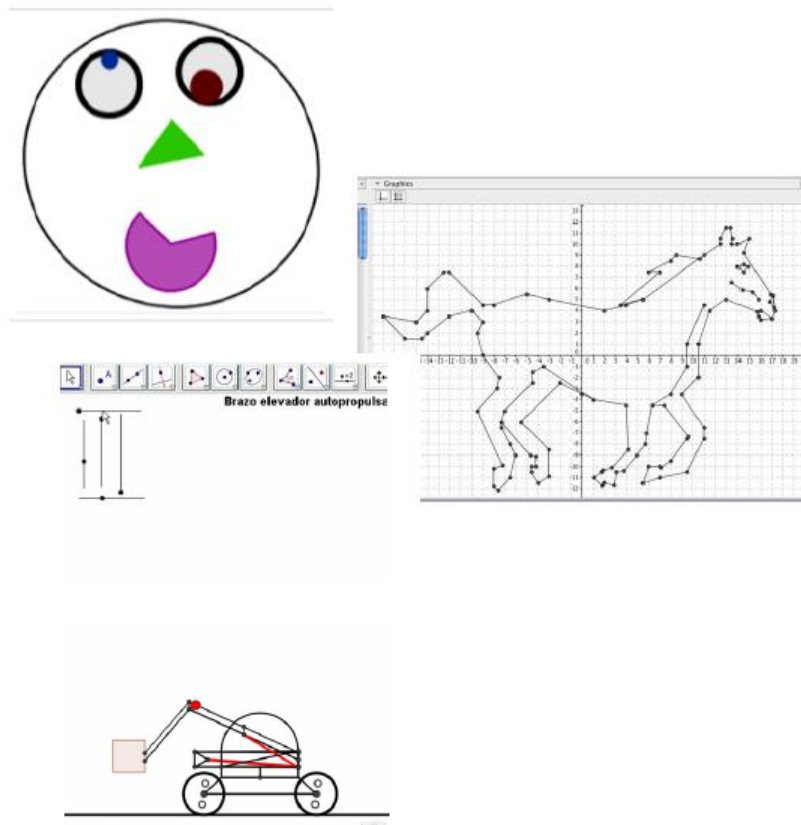
.....
Dato

.....
Sted

.....
Navn

9.3 Vedlegg C: Introduksjonskurset

Introduksjonskurs i GeoGebra



Bli kjent med GeoGebra på en morsom måte 😊 - dra nytte av det i matematikkundervisningen resten av skoleåret!

Innholdsfortegnelse

1. Hvorfor skal du bli kjent med GeoGebra?	2
2. Leksjon 1: Lag et fyrverkeri med GeoGebra. (1 skoletime).....	3
3. Leksjon 2: Halloween med GeoGebra (1 skoletime).....	7
4. Leksjon 3: Utforske, bli kjent med Geogebra (1 skoletime)	12
5. Leksjon 4: GeoGebra i matematikkundervisningen – og veien videre (2 skoletimer)	15

1. Hvorfor skal du bli kjent med GeoGebra?

1) Karakterer / eksamen

Fra og med våren 2015 er det nye kriterier for bruk av digitale hjelpemidler til eksamen i matematikk i videregående skole. Dette innebærer at det blir gitt oppgaver hvor det stilles krav om å bruke CAS eller graftegner, det vil si at du ikke får full uttelling hvis du løser oppgaven på en annen måte. Du må altså beherske digital graftegner og et CAS – verktøy (for eksempel GeoGebra). I tillegg vil det i mange av oppgavene være en stor fordel å bruke GeoGebra fordi du sparer tid, og du kan få en trygghet for at svaret ditt er riktig.

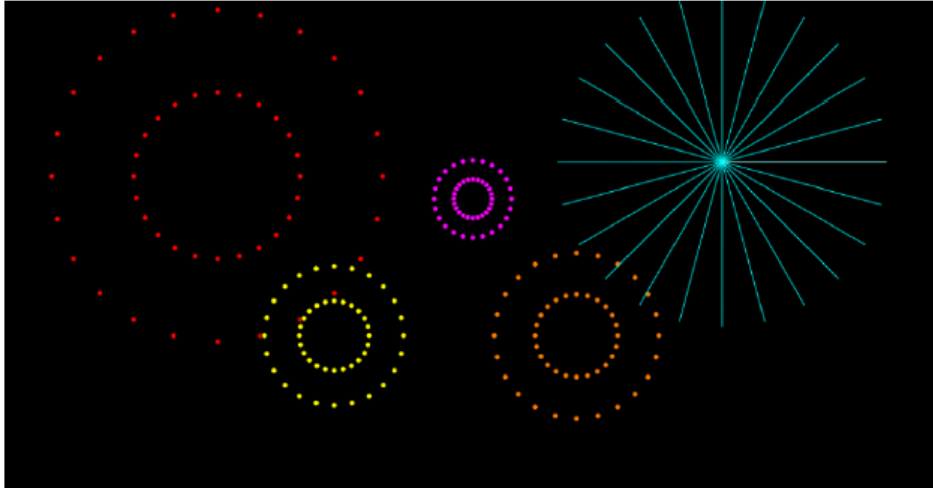
2) Oversikt i matematikkfaget (som igjen vil føre til bedre karakterer)

Jeg tror, og det finnes mye forskning som viser, at hvis du klarer å løse oppgaver på flere ulike måter, vil du få en bedre oversikt og det er lettere å se sammenhenger i matematikken. For eksempel ved å studere funksjoner ved hjelp av GeoGebra's dynamiske muligheter

3) Hjelp i leksearbeidet

Ved å jevnlig bruke GeoGebra som fasit når du jobber med andre oppgaver som skal løses uten hjelpemidler, kan det gi deg en trygghet på at svaret ditt er riktig og at du har forstått sammenhengen i oppgaven.

2. Leksjon 1: Lag et fyrverkeri med GeoGebra. (1 skoletime + 1 time hjemme)



<http://www.geogebra.org/student/m101927>

Målet med økten er at du skal bli kjent med Brukergrensesnittet i GeoGebra. Det vil si du skal bli kjent med menyer, verktøyknapper og nedtrekksmenyer. Du skal i første omgang bli kjent med grafikkfeltet og algebrafeltet og hvordan dette henger sammen. Du skal bli trygg på hvordan du kan vise/skjule, flytte objekter, zoome, endre farger og egenskaper.

Du starter med å følge instruksjonen trinn for trinn til hele «Fyrverkeriet» er ferdig. Etterpå kan du utvide fyrverkeriet med flere kuler og farger. Prøv å gjøre dette uten oppskrift.

Dere bør jobbe sammen to og to og utveksle kunnskap og erfaringer, men begge skal lage sitt eget fyrverkeri. Når du har laget et produkt skal dere vise for hverandre, og forklare hva dere har gjort og lært.


Lekse:


Bruk en time hjemme til å utforske videre og lage ferdig fyrverkeriet ditt. Resultatet laster dere opp på It's i mappen «Fyrverkeri» med navnet ditt og «fyrverkeri» som filnavn. (eks. «Hege_fyrverkeri»)


Fyrverkeri med GeoGebra



A. Start med å fjerne aksene: Høyreklikk på grafikkfeltet, så på *Akser*

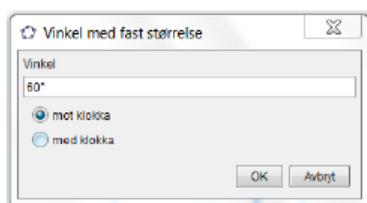
B. Punkt på linjestykke.

a. Tegn en sirkel med verktøyet  *Sirkel definert ved sentrum og periferipunkt* slik:

- i. Klikk på 
- ii. Klikk hvor som helst på grafikkfeltet (du får da punkt A)
- iii. Flytt musen og klikk igjen (punkt B)






b. Bruk verktøyet  *Vinkel med fast størrelse* for å sette inn en vinkel av størrelse som går opp i 360° (for eksempel 60° , jo mindre vinkel du velger jo flere punkter får du)

- i. Klikk på ned-pilen på , og klikk på  *Vinkel med fast størrelse*
- ii. Klikk på punkt B (på sirkelen) og deretter på punkt A (senter av sirkelen).
- iii. I dialogboksen, slett 45° og skriv inn vinkelen du har valgt (her 60°).



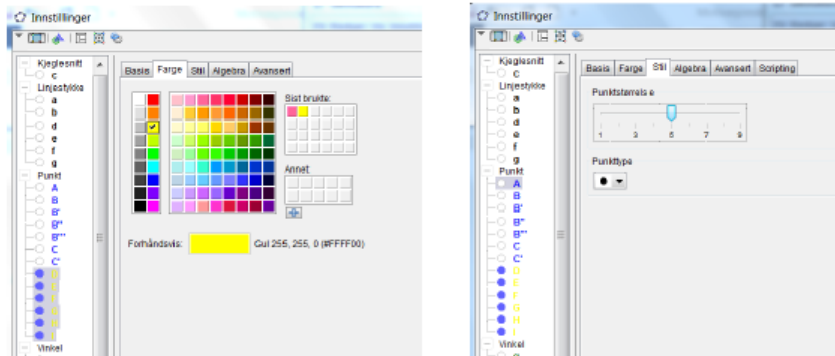
Klikk OK. Du får punktet B'. Gjør på samme måten til du har punkter jevnt fordelt rundt hele sirkelen. (neste fra B')

c. Du skal nå lage linjestykker mellom senterpunktet og periferipunktene.

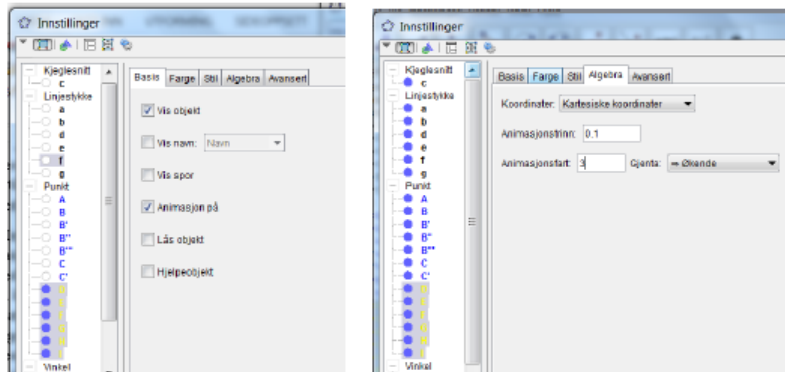
- i. Klikk på ned-pilen på , og klikk på  *Linjestykke mellom to punkt*.
 - ii. Klikk på senterpunktet A og deretter på punkt B (på sirkelen).
 - iii. Lag på samme måte linjestykker fra senter til de andre periferipunktene.
- d. Du skal nå lage punkter på linjestykkene (det er disse punktene som er *kulene* i fyrverkeriet)
- i. Klikk på ned-pilen på  *nytt punkt* verktøyet
 - ii. Klikk på  *Punkt på objekt* verktøyet, og klikk så på alle linjestykkene.
 - iii. Klikk på verktøyet  *Flytt*

C. Gjøre det fint.



- a. Du skal nå gi *kulene* i fyrverkeriet en farge og kanskje en annen størrelse
(Du sparer mye arbeid ved å ha alle de aktuelle punktene er markert, dette kan du gjøre ved å holde *ctrl* tasten nede meds du klikker på punktene. Pass på at du ikke klikker på den blå «boblen» til venstre, denne er for å velge om du skal vise objektet eller ikke)
- i. Høyreklikk på et av punktene og klikk på *Egenskaper* i nedtrekksmenyen. Merk alle de aktuelle punktene i egenskapsvinduet, deretter velger du en farge du liker. Klikk så på arkfanen *Stil* og endre størrelse på punktene.






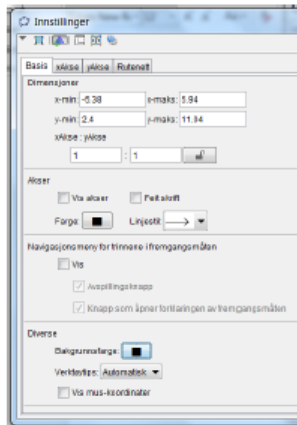
- b. Klikk på arkfanen *basis*. Du skal nå animere punktene ved å huke av *animasjon på*. Du kan få kulene til å gå fortere ved å endre *animasjonsfart* under *Algebra*.



Fjerne merkingen og lukk egenskapsvinduet.

- c. Du skal nå få punktene til å bevege seg synkront.
- i. Klikk på knappen  *pause* til venstre i grafikkfeltet
- ii. Velg verktøyet  *Flytt* og klikk og dra punktene ut til kanten av sirkelen.

- iii. Klikk på knappen  *spill av* og sjekk at punktene beveger seg som de skal.
- d. Vi ønsker egentlig bare å se kulene og *spill av* knappen
 - i. Velg verktøyet  *Flytt* og høyreklikk og dra slik at du markerer alt du har laget
 - ii. *Høyreklikk* på et hvilket som helst objekt og velg *Egenskaper* fra nedtrekksmenyen.
 - iii. Huk bort *vis objekt* i mappen *basis* slik at alt du har laget viskes bort og velg så å markere kulene igjen ved å klikke på sirkelene foran punktene (sirkelene/boblene blir da blå). Klikk så på *egenskaper* igjen og velg bort *vis navn*
- e. Når du er helt ferdig med alle delene av fyrverkeriet ditt vil du gjøre «himmelen» mørk.
 - i. Klikk på  *Flytt grafikkfelt*
 - ii. Høyreklikk på grafikkfeltet og velg *Grafikkfelt* fra nedtrekksmenyen.
 - iii. Klikk på *Bakgrunnsfarge* og velg sort bakgrunn



3. Leksjon 2: Halloween med GeoGebra (1 skoletime + 1 time hjemme)

Målet med økten er at du skal bli enda bedre kjent med Brukergrensesnittet i GeoGebra. Du starter med å følge instruksjonen trinn for trinn til hele «Halloween-ansiktet» er ferdig. Etterpå kan du prøve deg fram, hente inspirasjon og lage egne figurer (hvis du får tid).

Dere skal fortsatt jobbe sammen to og to og utveksle kunnskap og erfaringer, men begge skal lage sin egen figur. Når du har laget et produkt skal dere vise for hverandre, og forklare hva dere har gjort og lært.

Lekse:

Bruk en time hjemme til å utforske videre og lage ferdig figuren din.

Produktet skal leveres inn på It's i mappen «Halloween» sammen med en liste over funksjoner og kommandoer du har jobbet med og forklaring på hvordan de virker. (Din egen brukermanual)

Halloween med GeoGebra





Dere skal nå bruke GeoGebra til å tegne et Halloween-ansikt med rullende øyne, roterende nese og pulserende munn.

Start med å fjerne aksene: Høyreklikk på grafikkfeltet, så på *Akser*

Alle animasjonene bruker en sirkel med et animert roterende punkt.



A. Roterende punkt på sirkel

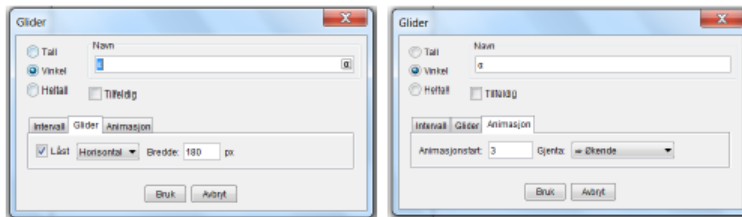
- a. Tegn en sirkel med verktøyet  *Sirkel definert ved sentrum og periferipunkt slik:*
 - i. Klikk på 
 - ii. Klikk hvor som helst på grafikkfeltet (du får da punkt A)
 - iii. Flytt musen og klikk igjen (punkt B)
- b. Bruk verktøyet  *Glider for å sette inn en vinkel-glider slik:*
 - i. Klikk på  og så klikk hvor som helst i grafikkfeltet

- ii. Klikk på punktet foran *Vinkel*.





- iii. Klikk på *Glider* etiketten og endre bredde til 180



- iv. Klikk på *Animasjon* etiketten og endre *Animasjonsfart* og *Gjenta*



- v. Klikk på *Bruk*

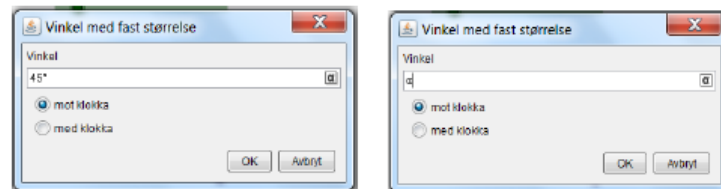
- vi. Velg verktøyet  *Flytt* og klikk og dra glideren til en større vinkel (ca 45°)

- c. Bruk verktøyet  *Vinkel med fast størrelse* for å sette inne en vinkel av størrelse α

- i. Klikk på ned-pilen på  *Vinkel med fast størrelse*, og klikk på  *Vinkel med fast størrelse*

- ii. Klikk på punkt B (på sirkelen) og deretter på punkt A (senter av sirkelen).



- iii. I dialogboksen, slett 45° og klikk på α til høyre.

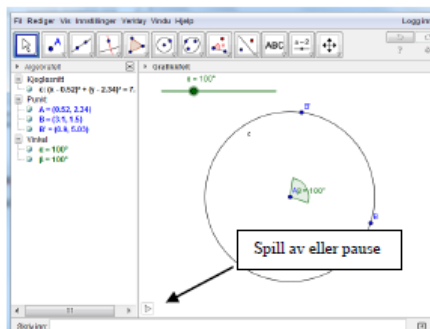


Klikk OK. Det nye punktet B` blir rotasjonspunktet.

- d. Nå skal du animere B`

- i. Høyreklikk på glideren α . Klikk på *Animasjon på* i nedtrekksmenyen.

- ii. Klikk på knappen  *spill av* og  *pause* til venstre i grafikkfeltet








Punktet B' skal nå rotere rundt på sirkelen.


B. Roterende trekant

Ideen er nå å lage to nye punkt på sirkelen, B'' og B''' som vil rotere sammen med B' , og B' , B'' og B''' vil utgjøre hjørnene i trekanten.

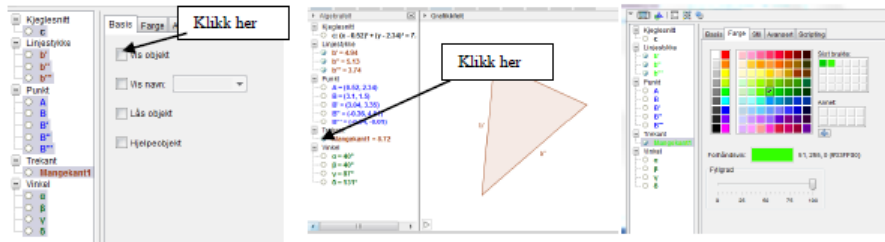
En sirkel har 360° og vi vil at trekanten skal «fylle opp» sirkelen. Hvis du ikke ønsker en likesidet trekant (vinkler på $360^\circ/3 = 120^\circ$), så velger du 2 andre vinkler etter eget ønske. For eksempel 87° og 131° .

- Bruk verktøyet  *Vinkel med fast størrelse* for å sette inne en vinkel av størrelse 87° fra B' (Ikke B)
 - Klikk på verktøyet  *Vinkel med fast størrelse*
 - Klikk på punktet B' (på sirkelen) og deretter på punktet A (senter av sirkelen)
 - I dialogboksen, slett 45° og skriv inn 87° . Klikk OK
- Bruk verktøyet  *Vinkel med fast størrelse* for å sette inne en vinkel av størrelse 131° fra B'' på samme måte.
- Lag trekanten.
 - Klikk på verktøyet  mangekant og klikk så på B' , B'' , B''' og til slutt på B' igjen.
 - Klikk på knappen  *spill av* for å være sikker på at trekanten roterer som den skal.
- Gjøre det pent.

Vi ønsker egentlig bare å se trekanten og *spill av* knappen og så ønsker vi å fylle trekanten med en farge.

 - Velg verktøyet  *Flytt* og klikk og dra slik at du markerer alt du har laget
 - Høyreklikk* på et hvilket som helst objekt og velg *Egenskaper...* fra nedtrekksmenyen.

- iii. Huk bort *vis objekt* i mappen *basis* slik at alt du har laget viskes bort og velg så å markere mangekanten igjen. Klikk så på egenskaper igjen og velg bort *vis navn* og velg farge og fyllgrad etter ønske.



Lukk egenskapvinduet.


Du har nå laget den roterende nesen. Klikk på *spill av* og se at den virker.


Lagre arbeidet. Zoome og flytt slik at det passer for å plassere øynene.

C. Roterende Øye

Det roterende øyet starter med et roterende punkt på en sirkel som i A. ovenfor. Men det krever enda et punkt som roterer på samme måte. Vi bruker disse to punktene til å lage de mindre pupillene som igjen roterer inne i den store øyesirkelen.

- Tegn en sirkel ved å bruke verktøyet *Sirkel definert ved sentrum og periferipunkt*. Anta at senterpunktet er C og periferipunktet er D.
- Bruk verktøyet *Glider* for å sette inn en vinkel-glider. Sjekk navnet til denne vinkelen! Antar at det er γ .
 - Velg verktøyet *Flytt* og klikk og dra glideren til en større vinkel (ca 45°)
- Nytt: tegn pupill-sirkelen
 - Bruk verktøyet *linje* for å tegne en linje gjennom C og D.
 - Bruk verktøyet *Nytt punkt* for å tegne et punkt E på denne linjen (nærme punkt D). Dette blir sentrum i pupillen.
Nå skal vi bruke *vinkel glideren* som i avsnitt A. men vi tegner 2 roterende punkt D' og E' (i stedet for bare ett) slik:
 - Bruk verktøyet *Vinkel med fast størrelse* for å sette inn en vinkel med hjørner i D og C av størrelse γ . (vi må bruke navnene fra a. og b. over)

- iv. Bruk verktøyet  *Vinkel med fast størrelse* for å sette inn en vinkel med hjørner i E og C av størrelse γ . (vi må bruke navnene fra a. og b. over)

Til slutt tegner vi pupillen ved å bruke E' og D' som punkt. ( Sirkel med sentrum i E' og periferipunkt i D')

d. Animer pupillen.


- i. Høyreklikk på glideren γ . Klikk på *animasjon på* i nedtrekksmenyen.

e. Velg farge etter ønske.


D. Lag ett øye til

E. Munn

a. Konstruer en ny sirkel med et animert roterende punkt som i A. over. (Anta at det roterende punktet er J')

b. Bruk verktøyet  sirkelsektor med sentrum mellom to punkt for å tegne en semi-sirkelsektor med senter i J' og 2 andre punkt etter eget ønske.

F. Ansikt

a. Bruk verktøyet  *ellipse* for å tegne en ellipse til ansikt.

b. Farger etter eget ønske.

4. Leksjon 3: Utforske, bli kjent med Geogebra (1 skoletime + 1 time hjemme)

Du skal nå videreutvikle ferdighetene fra forrige økt, utforske og bli enda mer trygg på GeoGebra-grensesnittet.

Mål:

- Bli kjent og trygg
- Utfordre fantasien
- Ha det gøy med GeoGebra
- Inspirere ingeniørspirer?

Du skal løse 1, 2 eller 3 av oppgavene, eller du kan finne andre ting du vil lage inspirert av egen fantasi (eller finn inspirasjon på internett).

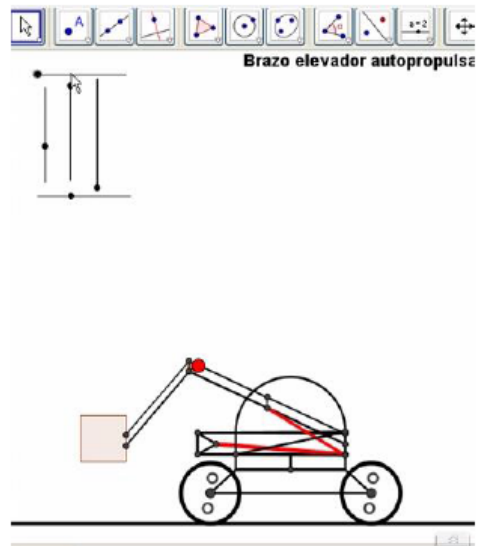
Lekse:

Bruk en time hjemme til å utforske videre og lage ferdig figuren din. Resultatet lastes opp på It's i mappen «Utforskning»

Siste time mandag viser dere noe av det dere har laget i plenum.

Oppgave 1:

Bygg en kranbil, bruk glidere til å løfte, kjøre og vippe.



<https://www.youtube.com/watch?v=8OBa-Rw26T4>

Tips:

Lag en glider for å bestemme x-koordinaten til senterpunkt for det første hjulet. Resten av «bilen» bygges opp rundt det. Sjekk at hele bilen flytter seg når du trekker i glideren.

Lag vinkel-glidere for å justere krana opp og ned.

Mye dreier seg her om parallelle linjer og parallellogrammer.

Linjer som skal være like lange kan konstrueres ved hjelp av sirkler med fast radius.

Her er det lurt å samarbeide og dele tanker og tips (ingeniører jobber ofte i team), dere kan også spørre om råd 😊

Oppgave 2:

Lag et kunstverk – et bilde med masse farger



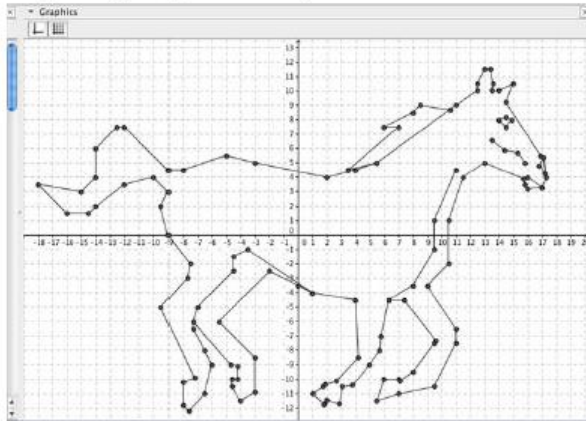
Tips:

Lag en ramme og fyll denne med mangekanter, sirkler eller andre figurer som du gir ulike farger

<http://forum.geogebra.org/viewtopic.php?f=2&t=23195>

Oppgave 3:

Lag en tegning av en hest, eller noe annet du liker.



Tips:

Lag en skisse på rutepapir, og overfør til punkter i GeoGebra. Tegn linjestykker mellom punktene.

<http://jasmindiaz.weebly.com/mathematical-model-of-me.html>

5. Leksjon 4: GeoGebra og CAS i matematikkundervisningen – og veien videre (2 skoletimer)

Mål:

Du skal bli motivert og inspirert til å bruke GeoGebra aktivt i matematikkopplæringen

- Til å utforske matematiske sammenhenger
- Som en hjelp til å løse vanskelige og sammensatte oppgaver
- Som en fasit i leksearbeidet hjemme

Du kan bruke oppskrift fra Lokus som hjelp når du løser oppgavene.

Oppgave 1

Nå skal du bruke CAS til å løse trigonometriske problemer, likninger, ulikheter og likningssett.

Løs oppgaver fra heftet:

S 8, trigonometri: oppg 1 b, d og f, 4 (s 9), 6 (s 10)

S 42, likninger: oppgave 1 – 3, 6 – 8

S 48, ulikheter: oppgave 1, 4, 5

S 52, likningssett: oppgave 3, 6, 7 og 8

Oppgave 2

Nå skal du løse de samme oppgavene som i oppgave 1, men i stedet for å bruke CAS skal du løse oppgavene grafisk med GeoGebra

Lag din egen oppskrift på bruk av GeoGebra og CAS til ulike typer oppgaver.

Veien videre....

Nå har du fått en liten innføring i GeoGebra og CAS. For at du skal ha nytte av det du har lært er det viktig å holde det ved like. Bruk Geo Gebra aktivt når du jobber med matematikk både på skolen og hjemme i leksearbeidet.

Lykke til ☺

9.4 Vedlegg D: Spørreundersøkelse

Spørreundersøkelse om Introduksjon til Geogebra

1

Hvor godt har du blitt kjent ned menysystemene i GeoGebra?

Graderte svar

I veldig liten grad: ikke i det hele tatt, jeg aner ikke hvordan de fungerer

I veldig stor grad: svært godt, jeg føler meg sikker på hvordan de fungerer

	I veldig liten grad	I liten grad	I noen grad	I stor grad	I veldig stor grad
Hovedmeny: Fil, Rediger, Innstillinger osv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Knappe-meny: Flytt, Punkt, Linje osv	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nedtrekksmenyer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2

Hvor godt har du blitt kjent med arbeidsfeltene i GeoGebra?

Graderte svar

I veldig liten grad: ikke i det hele tatt, jeg aner ikke hvordan de fungerer

I veldig stor grad: svært godt, jeg føler meg sikker på hvordan de fungerer

	I veldig liten grad	I liten grad	I noen grad	I stor grad	I veldig stor grad
Algebrafeltet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Grafikkfeltet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CAS - feltet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inntastingsfeltet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3

Hvor godt har du blitt kjent med følgende kommandoknapper i GeoGebra?

Graderte svar

I veldig liten grad: ikke i det hele tatt, jeg aner ikke hvordan de fungerer

I veldig stor grad: svært godt, jeg føler meg sikker på hvordan de fungerer

	I veldig liten grad	I liten grad	I noen grad	I stor grad	I veldig stor grad
punkt på objekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
linje gjennom to punkt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
skjæring mellom to objekt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
vinkel med fast størrelse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
vinkel-glider	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mangekant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4

Hvor godt har du blitt kjent med hvordan man kan gjøre endringer i objektene i GeoGebra?

Graderte svar

I veldig liten grad: ikke i det hele tatt, jeg aner ikke hvordan de fungerer

I veldig stor grad: svært godt, jeg føler meg sikker på hvordan de fungerer

	I veldig liten grad	I liten grad	I noen grad	I stor grad	I veldig stor grad
Gjøre objektet synlig/usynlig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Forstørre/forminske/zoome	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Endre egenskaper eks farge og stil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5

Litt om ditt inntrykk av denne måten å introdusere Geogebra på.

- og videre bruk av Geogebra

	I veldig liten grad	I liten grad	I noen grad	I stor grad	I veldig stor grad
I hvilken grad likte du denne formen for introduksjon til GeoGebra?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I hvilken grad tror du du vil få nytte av denne introduksjonen i ditt arbeid med Geogebra resten av skoleåret?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
I hvilken grad tror du at du vil bruke Geogebra og CAS som hjelp i leksearbeidet?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6

Din kommentar.

- Hva likte du best / dårligst

- Hva var vanskelig / lett

- Andre kommentarer

9.5 Vedlegg E: Resultat av spørreundersøkelse

Spørreundersøkelse om introduksjon til Geogebra

Antall 165

1: Hvor godt har du blitt kjent med arbeidsfeltene i Geogebra?

	I veldig liten grad (1)	I liten grad (2)	I noen grad (3)	I stor grad (4)	I veldig stor grad (5)	Ikke svart	SUM	Gjennomsnitt	Standardavvik
Algebrafeltet	9	11	51	76	16	2	163	3,48	0,96
Grafikkfeltet	3	8	33	84	20	17	148	3,74	0,83
CAS - feltet	4	14	48	74	24	1	164	3,61	0,92
Inntastingsfeltet	2	20	47	71	24	1	164	3,58	0,92

2: Hvor godt har du blitt kjent med følgende kommandoknapper i Geogebra?

	I veldig liten grad	I liten grad	I noen grad	I stor grad	I veldig stor grad	Ikke svart	SUM	Gjennomsnitt	Standardavvik
punkt på objekt	0	6	30	69	58	2	163	4,10	0,82
linje gjennom to punkt	0	3	22	70	70	0	165	4,25	0,75
skjæring mellom to objekt	0	10	33	62	60	0	165	4,04	0,90
vinkel med fast størrelse	5	15	52	53	40	0	165	3,65	1,04
vinkelglider	12	37	60	41	15	0	165	3,06	1,06
mangekant	8	28	48	41	38	2	163	3,45	1,16

3: Hvor godt har du blitt kjent med hvordan du kan gjøre endringer i objektene i Geogebra?

	I veldig liten grad	I liten grad	I noen grad	I stor grad	I veldig stor grad	Ikke svart	SUM	Gjennomsnitt	Standardavvik
Gjøre objektet synlig/usynlig	5	9	31	51	69	0	165	4,03	1,05
Forstørre/forminske/zoome	4	16	33	49	63	0	165	3,92	1,09
Endre egenskaper, eks farge og stil	1	5	31	65	62	1	164	4,11	0,86

4: Litt om ditt inntrykk av denne måten å introdusere Geogebra på - og videre bruk av Geogebra

	I veldig liten grad	I liten grad	I noen grad	I stor grad	I veldig stor grad	Ikke svart	SUM	Gjennomsnitt	Standardavvik
I hvilken grad likte du denne formen for introduksjon til Geogebra?	4	11	62	67	21	0	165	3,55	0,88
I hvilken grad tror du du vil få nytte av denne introduksjonen i ditt arbeid med Geogebra resten av skoleåret?	10	34	63	51	7	0	165	3,07	0,96
I hvilken grad tror du at du vil bruke Geogebra og CAS som hjelp i leksearbeidet?	10	21	73	51	9	1	164	3,17	0,93

5: Kommentarer

Kreative oppgaver	16
Gøy med noe nytt	32
Likte å utforske selv	7
Likte ikke oppgavene	3
Foretrekker penn/papir	1
Unyttig	15
Bedre å forklare litt mer først	4
Burde lært litt om grafer	2
	0
Fyrverkeriet var lett/gøy	21
Vanskelig med figurene	4
Vanskelige instruksjoner	18
Halloween-fjeset var vanskelig	24
Vanskelig med glider	12
CAS var vanskelig	15
	2
Likte CAS	23
Likte ikke CAS	3
Gøy å utforske mulighetene med GG	3
Liker ikke Geogebra	2
Lettere når man blir vant til det	1
Kunne mye fra før	12

9.6 Vedlegg F: Transkripsjonsnøkkel

Jeg har i hovedsak transkribert samtalene i hovedmål, men noen steder har jeg skrevet på dialekt der jeg mener det er relevant for betydningen. Jeg har ikke transkribert støy og samtale som høres i bakgrunnen. Samtale som tydelig ikke dreier seg om oppgaven elevene jobber med har jeg heller ikke tatt med. Heller ikke latter, mumling og andre lyder, hvis jeg ikke så det var relevant i forhold til hva som er mitt fokus. I perioder hvor jeg kommer med veiledning til elevene har jeg ikke transkribert selve samtalen/veiledningen, men skrevet et sammendrag av hva som blir sagt.

... Lange pauser

.. Ufullstendige setninger og kortere pauser

<utydelig> Utsagn som er veldig svak eller vanskelig å forstå

Andre forklaringer til hva som skjer er skrevet i klammer < ... >

Noen steder er det tydelig at elevene leser teksten i veiledningsheftet/oppskriften, dette er markert med at teksten er skrevet med [lys blå farge](#)

9.7 Vedlegg G: Feltnotat – leksjon 1

Leksjon 1 – Fyrverkeri 25/9-15

Notat

Veileder, Pauline Vos, er på besøk.

Starter med litt informasjon om prosjektet og hvorfor en slik introduksjon til GG. Viser mitt fyrverkeri på prosjektoren – motivasjon.

Elevene jobber selvstendig med oppskriften, men ser på hverandre 2 – 3 sammen og hjelper hverandre. Jeg går rundt og ser hvordan det går og hjelper der det er nødvendig.

Det virker som de fleste kommer greit i gang, og mange ser ut til å bli mer motivert etter som de får ting til å bevege seg, og de får litt farge på fyrverkeriet. Jeg hører flere som sier at dette var gøy.

Uhøytidelig samtale med kolleger i lunsjen

Lunsj – samtale med noen kolleger som har gjennomført leksjon 1. Litt ulike tilbakemeldinger. Maria og Trine sa at det gikk bra, det virket som elevene syntes det var gøy. Jon syntes ikke det gikk så veldig bra – ulike versjoner av GG gjør at ting er annerledes, og elevene blir usikre. Thore hadde litt av samme opplevelse som Jon, men sa det gikk bra.

Jeg tenker det er viktig for oss som er lærere å være forberedt på det, og fokusere på hvorfor ting skjer og hvordan kan man gjøre ting annerledes og fremdeles oppnå målet – at elevene blir kjent med GG.

Vi avtaler tid for gjennomføring av neste økt.

9.8 Vedlegg H: Rapport fra veileder – leksjon 1

Report «Introduction to Geogebra»

Lesson series taught by Hege A. Rislaa

Report classroom visit 25.09.2015

by Pauline Vos

The lesson is from 10:35-11:20

This is the first lesson in a series of four lessons. It is the last day before the autumn holiday. 23 students.

10:34

Hege has the Fireworks-animation in geogebra (GG) already on the board when the students enter the room. It attracts their attention.

Students start to re-arrange the tables, so that they can sit in groups of four (or six). This is not as intended, and therefore Hege asks them to sit in pairs and have their laptops ready. But Hege does not insist, the sitting in groups is also OK.

Hege waits for silence and starts with an Introduction: they will all have to learn to use GG and they will have homework over the holiday: everybody will need to make their own fireworks in GG. There is some protest (as usual).

10:40

I see that all students have GG on their laptop screens and the worksheet is distributed. Most students start to read. Hege walks around. I observe a pair of boys to my left (indicated as A and B), a pair of girls in my diagonal (indicated as K and L), and a pair of boys in front of me (indicated as R, S and T).

A and B both start making a circle and they closely read and follow the worksheet. I hear them use the word “algebra felt”, which indicates that they master already vocabulary to describe their work.

K and L have their legs on the table, with the worksheet on it, and keep on chatting.

R, S and T S start reading but do not work yet on the screen.

10:50

All students have a circle, but not K and L.

I see the first animations with students who sit further away. Good to see, that 10 minutes of work can already yield a first production! It creates excitement with other students, and encourages them.

Student B (to my left) puts a lot of effort into making nice colors, thick lines, and gets an animation with an explosion that stops and then returns into an implosion.

Girls K and L start to do make a circle.

10:55

Girl K has red balls that fly out, girl L has a very slow-motion firework

(apparently their talking was productive in GG)

11:00

There are some expressions of surprise/excitement, with shooting balls that differ in color. Student T has a black background. Students are proud to show each other their productions.

11:05

Girl K has created a rosa background with a-synchrone balls. Girl L does not progress (is she already satisfied?). With other students I see flying triangles (\triangle) and crosses (\times).

Student R discovers that he can make a line invisible, without deleting it.

11:14

Some students make many lines. Which gives them a lot of work.

11:17

Hege tells the whole class that they have to make a GGB-file and upload it in the ItsLearning system of the school. Students take note of it. And Hege wishes them a good holiday.

Reflection:

- the lesson went according to plan. The goal of the lesson (to start making a firework) was well achieved with all students (maybe with the exception of the Second Language Learner in the far corner near the door). The worksheet was well used and gave the students sufficient information to get started. They also felt free to go their own path.

- within 10 minutes the first animations were there – this is rewarding for those who created them, and it is encouraging for those who are not yet there.

- it does not look as if the task is “too easy”. All students engaged and were triggered by the task. I did not see boredom. Not one student had a fully completed firework at the end of the lesson.

9.9 Vedlegg I: Feltnotat og transkripsjon av lydopptak – leksjon 2

Leksjon 2 «Halloween» med Geogebra

Observasjoner

Mandag 5/9 , 26 elever kl 15.00 – 15.30

Jeg hadde hatt en time tidligere hvor de fikk tilbake en prøve, gjennomgang og tilbakemeldinger på prøven tok lenger tid enn jeg hadde beregnet, derfor fikk vi litt lite tid til «Halloween» med Geogebra.

Det var sent på dagen, elevene var trette og det virket som elevene strevde mer med oppskriften denne gangen, men de fleste kom i hvert fall dit at de fikk laget den roterende «nesen». Mange hadde problemer med å få til pupillen som skulle rotere inne i øyet. Jeg ble opptatt med å hjelpe nesten hele tiden, så jeg fikk ikke helt oversikt over hvordan det gikk, men jeg fikk inntrykk av at det gikk litt saktere enn med fyrverkeriet.

Elevene fikk i lekse å jobbe videre med oppgaven hjemme. De fikk også i lekse å skrive en liten liste over knapper/kommandoer og funksjoner i GG som de nå følte de hadde lært mer om.

Jeg tok lydopptak i en av gruppene.

Transkripsjon av lydopptak

T – Tor, E – Erik, H – Hege (meg)

De bruker litt tid i starten på å lese fra oppskriften, Tor leser. Samtalen er hele tiden preget av lange pauser mens de jobber på PCen.

T Det var litt vanskelig ... bruk verktøyet glider, okey ... og klikk hvor som helst i grafikkfeltet ...

E Hvor som helst liksom, bare sånn?

T Og så klikk på punktet..

E Men vent, Tor, fikk du sånn?

T Nei <utydelig> .. glider, ikke sant? .. klikk, ja hvis jeg trykker bruk, så blir det sånn selvfølgelig

E Okey.. og så klikker hvor som helst i grafikkfeltet

T Da får du den, ikke sant? ... Klikk på punktet foran vinkel R, der altså. Klikk på glider-etiketten og endre bredde til 180 ... ja, der, den er 180 ja Klikk på animasjon-etiketten og endre animasjonsfart og gjenta ... sånn greit

E Vent, .. animasjonsfart og gjenta .. hvilken skal jeg ta på den?

T Jeg tok økende, da går den utover i stedet for innover liksom

E Økende

T [Klikk på bruk](#) - okey, [velg verktøyet flytt](#) og klikk og dra glideren til en større vinkel

E Du gjør det for fort..

T [..ca 45](#), den står på 45 så det går fint. [Bruk verktøyet](#) ... Har dere sånn pausegreier? Pause .. å ja den ligger der, .. men jeg har ikke det

E Den er vekke

T Jeg tror bare det er der, du kan ikke se den men den er der.

A Bare trykk der nede, den var der før.

E Nei du må, jeg tror du må ha på «flytt», eller så må du ha på den der, nei kanskje ikke..

T Har du fått .. dratt den til 45, ja det har du. [Bruk verktøyet vinkel med fast størrelse](#)

E Men du .. hvor er det du er nå?

T Her

E Å ja

T [Bruk verktøy vinkel med fast størrelse for å sette inn en vinkel av størrelse a](#)

E Oi

T Vinkel med fast størrelse .. [klikk på punkt B](#)

E .. og deretter på [punkt a](#)

T Og <utydelig> slett

E [Klikk på punkt B på sirkelen](#)

T [I dialogboksen slett 45 grader og klikk på a til høyre](#) ... okey, se du skal fjerne den der og

E Du har klikka på <utydelig>

T Jeg har to vinkler ... se nå har du og to vinkler

E Hvor er mine to vinkler

T Jeg vet ikke, men..

E Er det en vinkel den der?

T Ja det er tydeligvis en vinkel fordi den styrer vinkelen til den minste, se hvis du øker den så øker vinkelen og tror jeg.

E Jeg kan ikke øke den ...

T Sånn

E Samme det vi går videre

T Ja vi gjør det.

E Hvor er du nå?

T [I dialogboksen slett 45 og klikk på a til høyre](#)

E Det heter alfa egentlig

T A til høyre ...

E Slett ...

T Hvis du har <utydelig>
<Plystring>

T Å .. se nå hva jeg gjorde

E Hæ, hva gjorde du nå?

T Jeg tok på animasjon på

E På hvilken da?

T På den der der

E Eeee hjelp meg litt ... hva betyr det at vi kan slette 45 her?

T Eem der er egentlig bare .. skal vi se hva du har gjort først .. har du trykka

E På hva da? Eller hvorfor har jeg et punkt der egentlig?

T <utydelig> et punkt der så .. eem var det den kanskje .. ja du skulle bare ta vekk det.. og så trykker du der

E Å sånn ja

T Og så der og så .. Nei det var det ikke. Heiane heller

E <utydelig>

T Det var den, det var sikkert den da ... i sava nå skjedde det igjen ... ooo det var i hvert fall det punktet. Hvilket punkt var det du lagde? Hva var det siste punktet du lagde – var det det?

E Jeg vet ikke

T Skal vi se

E Det siste vi lagde var det med 35 grader, var det ikke det?

T Jo

E Det er B..

T mm

E .. to .. nei B ..

T Ja det er den ... nei jeg har ikke peiling ... det kommer sånn hele tiden

E Vi kan kanskje gjøre det her inne

T Kanskje det er sånn? ... Jeg skjønner det heller ikke

H Går det bra her?

T Det skjer noe galt med dataen min ... hva skal jeg gjøre for noe?

H Hvor langt er dere kommet? <ser hvor problemene har oppstått og forklarer hvordan de kan komme videre>

T Skjønte du det?

E Okey, hvordan .. hvordan flytter jeg den der?

T Den der ..

E Nå er den alfa ..

T Ja

E Nei det er den ikke

T Trykk på den ... nei bare slett den

E og så ..

T Og så der, der .. ojj .. fra B til C ... du må ta bort grader

E Ta bort grader og?

T Ja

E Men det gjorde jeg i stad

T Vinkel alfa .. okey .. så trykk på den ... venstre, høyre mener jeg

E Nå kom det et punkt der

T Å ja

E Åh ... Og så høyreklikk på den?

T Ja .. animasjon på

E Oh yea ... sånn her?

T Whow whow whow ... ha

E Okey, vi må videre

T Men, hvorfor skal vi ha en pil som går rundt og rundt i ansiktet ..

E Eh, vi kunne bare sett på den, vi glemte å se på bildene

T Okey, [klikk okey, på det nye punktet B i rotasjonspunktet nå skal du animere B. Høyreklikk på glideren a ..](#)

E Eh hvordan stopper du den?

T Du stopper den der inne

E Hvordan fjerner jeg den? ... Her nede?

T Se, [høyreklikk på glideren a og klikk på animasjon på .. her ... okey. Klikk på knappen spill av og pause til venstre.](#) Ja, men det vet vi jo

E Det har vi jo allerede gjort

T Ja, vi er langt foran ... [trekant er ideen nå å lage to nye punkt på siden, nei på sirkelen.](#)

- E Nå er du på B ikke sant?
- T Ja .. B.. og B okey, som vil rotere sammen med B, okey, B, B, B vil utgjøre hjørnene i trekanten. En sirkel har 360 grader sirkel hvis du ikke ønsker en likesidet trekant ... eehm
- A (Elev fra en annen gruppe): Hvordan zoomer jeg liksom?
- E Du tar bare den helt oppe til høyre
- T Jo altså
- E Og så forstørrer du
- T Eller sånn
- E Ja, men det er jo sånn at den derre pila til alle sider og så forstørr ..
- A <utydelig>
- E Nei, på den menyen
- A Jeg har ikke peiling
- E Der .. nei, til høyre .. nei, på menyen
- A Okey
- E På den derre der
- A På den, å ja .. flott
- T Okey, hva skal vi gjøre nå?
- E ... med vinkel med fast størrelse og sett inn vinkel med størrelse 87 fra B, ikke B ... Må vi ha 87?
- T Hva skal vi nå gjøre for noe? Hva gjør du nå for noe?
- E Skal du ta den ..
- T Ja
- E Vinkel med fast størrelse fra den B strek til A
- T Sånn?
- E På 87

T Da kommer den .. okey, greit .. greyt, greyt, greyt.. Sånn Klikk på punkt B på sirkelen ... Slett i dialogboksen, slett 45 ...

E Sånn

T Hvilke vinkler skal vi slette 45 og skrive 87 .. du hvilke punkter er det igjen?

E Okey, nå skal jeg forklare deg ..

T Ja gjør det ...

E Nå skal du ta .. et punkt fra .. nå skal du gjøre sånn i punkt B strek to, to prikker – eller streker

T Sånn til sånn liksom?

E Ja, med 131 grader

T Sånn, greit

E <utydelig>

T Okey, nice. Så, bruk verktøyet vinkel med .. ja, lag trekanten .. mangekant ... sånn

E Hvilken stykk? B en

T Men da kan vi gjøre den til, ja men da kan vi gjøre sånn

E Du skal ikke ta den på den vanlige B, du vet det?

T Ja, vi kan gjøre sånn .. da skjer det sånn her ...

E Tror det er sånn på min og nå ...

T Sånn, yes han snurrer. ... <lang pause/arbeidsøkt>

E Men hva skjer nå?

T Sånn, Erik

E Nei, nå zoomer du bare .. skal du forstørre den?

T Hæ? Sånn, ikke sant, nå har vi bytta farge

E Å fy søren, sånn vil jeg ha den

T Sånn der er den

E Hvordan fikk du mønster? .. er det avansert?

T Eee du må trykke kun på trekanten ...

E Ja, men hvordan fikk du ruter?

T Se hva som skjedde da ...

E Står det her?

T Gå på stil, Erik g lager honning jeg

T Hege, på tide å slutte av

9.10 Vedlegg J: Feltnotat og transkripsjon av lydopptak – leksjon 3

Leksjon 3 Utforske GG og bruke det de har lært

Observasjon

15/10 kl. 10.35 – 11.20, 26 elever

Jeg startet økten med å vise noen av fyrverkeriene som elevene hadde laget (jeg hadde vist noen av Halloween – ansiktene tidligere i uken) Elevene så ut til å like å se resultatet av hverandres arbeid. Spesielt elevene som vikk vist sitt arbeid viste stolthet over hva de hadde fått til.

Videre gikk jeg gjennom hva de skulle gjøre denne økten. Jeg viste eksempler på bilder, tegninger og kranbilen for å inspirere til fantasi og ulike interessefelt.

Alle elevene kom relativt raskt i gang. Noen få ønsket å jobbe videre med Halloween, andre med fyrverkeriet. De fleste startet med å lage bilde/tegning og 6 av dem gikk i gang med en bil/kranbil.

Jeg tok lydopptak av Jens og Vegard som gikk i gang med å prøve å lage kranbilen.

Transkripsjon av lydopptak

J – Jens, V – Vegard, A – elev fra en annen gruppe, S – Signe - på en annen gruppe, H – Hege (meg)

J Okey, nå skal vi lage en kran

<De snakker litt om hvordan de kan levere oppgavene de har jobbet med tidligere, siden de har hatt problemer med å åpne filene. Videre finner de ut at se vil undersøke på Youtube for å få inspirasjon. De finner tydeligvis noe de synes ser veldig bra ut, og leter litt etter retningslinjer for hvordan den lages. Finner ikke, så de prøver på egenhånd>

V Vis den til de, den var bare rå. .. se

J Se Signe, vi skal lage den

S Den så veldig lett ut ..

J Men vi må bare finne en guide, fordi jeg vet ikke hvordan vi skal gjøre det

V Okey

J Okey, da begynner vi

V Men okey, sirkel med.. definert med sentrum .. jeg vet ikke hvordan man lager de hjulene for å få de til å gå rundt. Skal jeg bare prøve å tegne dem først?

J Ja, prøv det. Ja, vi kan begynne med hjulene bare for å teste litt med de.

- V Sånn
- J Ja
- V Men jeg vet jo ikke at de blir rette.. da må jeg kanskje bruke den ..
- J Geogebra type tror jeg det er ... Se, se her er det en .. krane
(det høres ut som Jens fortsetter å søke på Youtube)
- V Sånn, nå fikk jeg i hvert fall laget de rette
- J Skal vi lage den?
- V Nei, Jens, vi skal ikke gjøre det så vanskelig. Se her, nå har jeg to hjul
- J Ja, det er bra
- V I have two weels, then I vill make <utydelig>
- J Oi .. nei du må ha .. ikke linje, du må ha linjestykke
- V Linjestøkke
- J Linjestøkke
- V Linjestøkke .. snakke venneladialekt .. skal ikke være i letteste lage dette, Hege
- J Men hvordan skal vi få de til å ..
- V Den er buet ..
- J ..bevege seg?
- V Det går sikkert greit
- J Altså det er bare ..
- V Nei!
- J Nei
- V Nei .. okey .. det her klarer vi ikke, Jens
- J Nei, jo vi må være positiv, ikke vær så.. kom igjen nå ... Jeg holder på å søke litt.
- V Å, jeg er så sulten ..

J Sykt mye man kan lage ..

<De søker videre på Youtube>

J Okey jeg bare prøver på noe ...

<henvender seg til noen andre elever>

J Hva lager dere

<utydelig>

J Du, er vi ferdige? Vi greide det. Jess. Hæ, å ja, du lagde den.

V Hæ .. ? Å ja du har lagd masse rare former ..

J Det er Aquarama klatrevegg ...

V Altså denne krana .. det går bare ikke an

J Du må, du må ha..

V Nei, men jeg har, se her ... jeg vet ikke hvordan jeg på noen måte må koble til en sånn glider og så lage ..

J Jo, jo jo kanskje .. nei ...

<lydopptaket blir brutt, starter igjen litt senere. Prater først litt om at de brøt lydopptaket før de vender tilbake til oppgaven>

J Men hvordan skal vi få ..

V Jeg gir meg på den krana her, den ..

J <henvender seg til meg når jeg kommer bort til dem> Hvordan skal vi få de til å gå rundt?

H <Forklarer litt om hvordan de kan få hjulene til å bevege seg ved hjelp av en glider knyttet til x-koordinaten til senterpunktet til det ene hjulet. De oppdaget at startpunktet var et annet enn det jeg viste til, så i stedet for å flytte seg gjorde glideren at hjulet endret størrelse, men de fikk en ide om hvordan de skulle jobbe videre>

V Det var litt kult da

J Oey ... okey jeg skal begynne å gli nå, gliiii glide glide

V Okey, da skjønnte jeg hvordan vi skal koble til de gliderne

J Ja

V Det er litt morsomt. Det visste ikke du heller, Jens?

J Glider, jo

V Ja men du visste ikke hvordan du egentlig skulle bruke det.

J Jo

V Du bare fulgte bruksanvisningen, ikke sant

J ja ..

V Det gjorde jeg også

J Jeg har jo nesten ikke brukt Geogebra .. da må vi bare finne ut hvordan de skal bevege seg

V Okey eehm, vent litt jeg skal prøve ...

J Okey nå skal jeg, nå må jeg prøve..

V Sånn .. egenskaper ... Nei! Den vokser. Det er ikke det den skal

J Jeg tror jeg vet hvorfor

V Hæ? Det er som om B punktet henger fast hvis du skjønner hva jeg mener

J Gjett hva jeg skal gjøre når jeg kommer hjem?

A Gjøre lekser

V Sove

J Nei, jeg skal gjøre dette. Øve meg på <utydelig>

V Oi nå gjør jeg noe galt..

J Du gjør alltid noe galt

V Nå har det skjedd .. se her

J Se nå jeg vet hvorfor

V Se, se se Jens

J He he, koko .. okey hvis vi har en glider .. okey, da lager vi en glider her.. som skal kalles a ...

- V Jeens ..
- J Bare vent litt, jeg holder på .. se her
- V Jens, se Jens, ser du det? Hele hjulet går.. ikke bare <utydelig>
- J Hvordan gjorde du det?
- V Se nå ...
- J Okey jeg har funnet det ut nå ...
- V Vent litt, jeg skal bare se om det går først, jeg skal vise det her.. nei, nei nei nei nei Jens, slapp av, jeg skal vise deg
- J Ja det er bra .. fordi .. å nå tror jeg jeg vet det.. fordi
- V Jens <lager bil-lyder> se her du ser at det punktet der, det
- J Ja det er det du skal bruke
- V Nei, men det låser, altså det låser den fast. For det er .. se, jeg gjorde i begynnelsen slik at jeg hadde en centimeter der .. eeh .. jeg hadde en centimeter mellom a og ..
- J Ja, det hadde jeg og
- V Så tok jeg først a, altså det punktet byttet jeg med a, men siden det holder igjen så må du ta at det punktet er a pluss en. For uansett hvor den er så er den en centimeter bak, det vil si at det er det samme forholdet
- J Ja ok så jeg skal..
- V Og så den tok jeg ut fra det punktet hver gang, så der tok jeg a pluss fem og så a pluss seks
- J Hæ? Ja men er det sånn da?
- V Så når jeg beveger på alle, så går alle ..
- J Ja men se nå.. hvis jeg skal ha en glider nå, da kaller jeg den a
- V Ja
- J Da går min ..
- V Nei bare.. bare dropp det
- J Og så går jeg da på a <utydelig> .. og så egenskaper, og når jeg skal ta verdien ..

- V Bare skriv a
- J Skal jeg ta a
- V Ja
- J Og så
- V Og så kryss av. Så går du på punkt B
- J Å ja det er her det står en centimeter
- V Nå økte du jo ss ja, samme det.. så går du på første tallet så visker du ut alt det .. og så tok jeg a pluss en på <utydelig> Vær så god, Jens.
- J Og det samme gjør du på den andre da?
- V Vær så god, Jens..
- J Okey.. Å jeg greide hele
- V Det var ikke du som greide det
- J Okey, nå skal jeg .. oi .. men jeg vil at de skal snurre rundt også
- V Ja men du kan jo ikke se at de snurrer rundt er du .. løk
- J Ja men du kan jo det
- V Du kan ikke det. Altså hvis du har en helt sort ring, hvordan skal du da se at den snurrer rundt
- J Nei men du skal ikke ha en helt sort ring, du skal ha farger på den
- V Uansett om du har farge eller ikke så ser du ikke om den snurre rundt <utydelig>
- J Ja, hvis du har mønster
- V Ja du skal lage Continental dekk og så ..
- J Ja ja .. masse pigger og ..
- V Oi se her nå.. nå begynner det å komme seg her .. så det jeg må gjøre .. se
- J Mmm
- V Du må ta animasjon på, skal vi se ..

<Snakker med noen andre elever>

V Jeg må se .. Har dere sett på bilen min

A Jeg må se

V Se her <lager bil lyder>

A Å den ble veldig bra

V Det var jeg som fant ut av det. Og så viste jeg det til Jens slik at han også lærte det.

A Det er helt Harry

V Ja, det er Harry. Men jeg må lage sånn animasjon-shit .. Animasjon på .. Ååhåhåhå åå dette her er bare helt .. altfor kult .. se her

J Nå må du lage krana nå .. den tror jeg er det vanskeligste

V Okey, så nå må jeg bare få ting til å henge på

J <utydelig>

V Nei, nei nei, altså jeg tror faktisk jeg skulle ha greid det her helt på egenhånd..

J Ja ...

<de snakker med elever fra en annen gruppe – viser hverandre – vanskelig å høre hva som blir sagt>

V Oi den her ble skjev .. samme det ... Syns du det er kjedelig, Signe

S Nei

V Sa du at det var kjedelig? Signe sa at det er kjedelig..

S Nei he he

V Nei! .. he he , Jens se ...

J Det er bare å greie å lage krana nå ..

V Så den..

J Ja men hvordan skal ..

V .. egenskaper .. den

- J Ee okey, og så denne..
- V Ja den er på minus ..
- J Ja, okey nå har ikke jeg ..
- V .. og så a, .. og så a pluss en .. jeg tror jeg skal få det til .. nei ... nei ... Dette her skjønnte jeg ikke en shit av .. a ... a, det blir a minus en ... nei, «her var det ventet et tall» .. dette her var gruble greier ... Synes du fortsatt det er kjedelig, Signe? Du sa i stad at det var kjedelig
- S Nei
- V Joo, ..jeg tulla .. Vent litt .. nei, nei her.. okey det her var rart ... en komma fem skal det være på .. okey, da har jeg det ... en punktum fem .. yess okey da.. har ikke noe her å gjøre.. Nei, nå viska jeg ut hele sjiten
- J Nei, hva gjorde du?
- V Ååh .. det er jo så irriterende sykt .. Dette her er jo faktisk litt gøy nå som jeg får det til..
- A <utydelig>
- V Ja, det blir ganske fett. Det er litt avansert da .. a pluss en, to, tre, fire, fem... Yess, okey .. Jaa, sjekk her Jens
- J Er det krana.. ja, men
- V Det er den, sånn så skal jeg få krana opp
- J Ja, men du har bare lagd en ekstra linje da, å lagd den liksom litt..
- V Ja men den ekstra linja var vanskelig nok.. Nå skal jeg prøve å få alt inn i en glider
- J Hee, nei ikke gjør det
- V Jeg har greid det til nå..
- J Du greier ikke krana.. selve krana
- V Men en halvsirkel – hvordan lager man det? .. halvsirkel gjennom to punkter okey .. det stod..
- J Aa så åsom
- V Åå så kult, dette her er kult altså ... Jeg må lagre denne her altså. ... kran.. kranbil .. Sjekk den her, se ... men min var så hakkete.. å ja jeg vet hvorfor den var hakkete ... Animasjonstrinn ja, der har vi den .. null komma null .. null en oi den smatt he he ... animasjonsfart ..

J Ta en sånn..

V <lager bil lyder>

J Prøv at den svinger heller

V Ja sånn 3D?

J Ja

V Det var alt for fort da .. fem .. vent litt da, ta null komma null en

J null null null en

V Ja, bare for å få den til å gå så sykt smuth

J Ja

V ... null komma null fem

V Der, se her da ... jeg blir så fornøyd ..

J Og så må du gjøre krana <utydelig>

V Se er den er ikke .. se her <Jeg kommer bort for å se>

H Ja, tøft.

V Og så er det bare den krana.

H Ja, så var det krana da .. hvordan skal dere få den til?

V Det er vel noen glider – ting der og ..

H Det kan være det kanskje .. <Jeg forklarer litt om at jeg brukte tall-glider, men at det kanskje er en bedre ide å bruke vinkel-glider for å heise krana, de ser videre på det>

V Okey, vent litt, da vet jeg, jeg vet hvordan vi må gjøre det.

J Trykk på her.. trykk her, det er en egen funksjon

V Men jeg kan ikke flytte glideren

J Nei, det kan du ikke. Men du trykker der .. nei, prøv

V Nei, det går ikke. Jeg må sjekke .. glider .. Åå

- J Nei, nei.. det blir bare tull
- V Det blir ikke tull!
- J Nei, det er.. er den akkurat?
- V Ja
- J Var det..
- V Nei, jeg vet jo hvordan det skal gjøres, Jens. ... a .. b.. Yess!
- J Jeg må se .. nei, du ser .. ikke helt
- V Jens, det er en sånn ting du ikke trenger å ta ..Se her, den her er bra. Okey .. og så, nå, den er litt skjeiv altså
- J Ja, du ser det he he, irriterer du deg over det?
- V Ja det der er altså .. det der tror jeg faktisk jeg skal få til. Jeg får lyst til å sitte hjemme med det her nå.. så .. hva sa du for noe?
- A <utydelig>
- V Eee vi må heller være glad for at vi får de timene vi får
- <det høres ut som de diskuterer nytten av opplegget, men det er ikke mulig å høre hva de sier>
- V Det er kunnskap om timenes klokkeslett rett og slett.. fordi det er interessant .. å ta med deg videre i livet .. når timen slutter. ... Nei, den kontroll z funksjonen her er helt ræva
- J Å hva ..
- V Kontroll z er jo angre på den siste trekk .. eller siste ting du gjorde
- J I Geogebra? Jeg har aldri brukt kontroll z før
- V Kontroll z, det er angre, så hvis du sletter noe ved en feil, så kan du bare trykke på kontroll z
- A Eller så går du bare opp og redigerer ..
- J Eller hva var det for noe kontroll alt F4, nei jeg tror ikke jeg ...
- V Nei .. vertikal ...
- J Okey, nå skal jeg begynne ... <lang pause>

V Ja, slett .. jeg lager vinkel-glider i stedet ...

J Å ja ...

V Hørte du det .. eem ...

<Timen avsluttes, elevene får i lekse å jobbe en time videre hjemme>

V Yess, jeg kommer til å gjøre det jeg ..

J Jeg gjør det alltid jeg.

E: Å sånn ja. Je

9.11 Vedlegg K: Feltnotat – leksjon 4 22/10 -15

Observasjon

Målet med denne økten var å bli kjent med CAS-verktøyet i GeoGebra, og knytte det til det vi tidligere hadde jobbet med i matematikktimene.

Vi kom ikke i gang helt i starten av timen på grunn av saker jeg måtte informere om. Tiden vi fikk til rådighet ble derfor noe mindre enn planlagt.

Jeg startet timen med å si litt om hvorfor det er bra å bli kjent med CAS og hvorfor det er viktig å bli kjent med korrekt syntaks. Elevene hadde fått heftet fra Lokus til å bruke som oppslagsverk når de jobbet med oppgavene fra læreboka.

Elevene kom raskt i gang med oppgavene, de jobbet nå for det meste i grupper på 4 eller 3 siden det er det de er vant til i de vanlige matematikktimene. De samarbeidet tydelig med å finne fram til riktige kommandoer. Mange brukte heftet fra Lokus, andre prøvde seg fram og baserte seg på å utveksle erfaringer. Jeg hørte blant annet noen diskuterte forskjellen på kommandoene *løs* og *løs numerisk* når de skulle løse likninger.

De fleste jobbet selvstendig i gruppene men noen benyttet også anledningen til å spørre meg om hjelp.

Mitt inntrykk var at de fleste elevene fikk jobbet med mange ulike kommandoer og funksjoner i CAS, og de fikk et lite innblikk i hvilke muligheter verktøyet kan gi.

Det tok lengre tid for elevene å utforske løsningsmetoder enn hva jeg hadde forutsett. Elevene rakk ikke å jobbe med *Oppgave 2* som var å se den grafiske løsningen i sammenheng med løsningen i CAS.

Jeg hadde kanskje feilberegnet mengden med oppgaver.

9.12 Vedlegg L: Intervjuguide for fokusgruppe med elever

Intervjuene vil være semistrukturerte. Intervjuguiden er ment som en oversikt over spørsmål jeg vil kunne stille / tema jeg vil komme innom, og det vil derfor fremkomme spørsmål underveis som ikke er presentert her.

<p>Oppstart</p> <p>Uformell prat og informasjon om prosjektet</p>	<p>Uformell prat: Si litt om meg selv og be eleven fortelle litt om seg selv; interesser, holdning til matematikkfaget, tidligere erfaring med GeoGebra.</p> <p>Informasjon om prosjektet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Når det nå stilles krav til bruk av graftegner og CAS til eksamen, vil elevenes bakgrunn og erfaring med å bruke disse hjelpemidlene bli viktig for å få et godt resultat. Intervjuet har som mål å kartlegge dine tanker om denne måten å introdusere GeoGebra og CAS på, og hvordan du tenker dette har betydning for din bruk av hjelpemidlene videre gjennom skoleåret. • Alle personopplysninger blir anonymisert og data lagres på datamaskin som er beskyttet med passord. • Informasjon og data som samles inn blir delt med min veileder ved UiA, Pauline Vos. • Jeg vil be om din tillatelse til å bruke lydopptaker i intervjuet.
<p>Inntrykk av introduksjonskurset</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Beskriv ditt hovedinntrykk av denne måten å introdusere GeoGebra på. 2. Hva var gøy? 3. Hva var kjedelig? 4. Var det lett eller vanskelig å følge «oppskriftene» 5. I hvilken grad følte du at du klarte å oppsummere / å skrive ned det du hadde lært? 6. Var det viktig for deg å få vise resultatet av det du hadde jobbet med til de andre?
<p>Selvoppfatning - Mestring av GeoGebra og CAS</p>	<ol style="list-style-type: none"> 7. Hvordan opplever du at du mestrer bruk av GeoGebra etter denne introduksjonen? <ul style="list-style-type: none"> - Kjennskap til arbeidsfeltene - Kjennskap til menysystemene - Kjennskap til verktøyknappene 8. Hvordan opplever du at du mestrer bruk av CAS etter denne introduksjonen? <ul style="list-style-type: none"> - Vet hva CAS kan brukes til - Korrekt inntasting - Forstår syntaks
<p>Tanker om videre bruk av GeoGebra og CAS</p>	<ol style="list-style-type: none"> 9. Hvordan tenker du at du kommer til å bruke GeoGebra videre dette skoleåret? 10. På en skala fra 1 til 6 der 6 er det meste, hvor mye tror du at du kommer til å bruke GeoGebra som fasit i leksearbeidet? 11. På en skala fra 1 til 6 der 6 er det meste, hvor mye tror du at du kommer til å bruke CAS som fasit i leksearbeidet?
<p>Oppsummering</p>	<p>Dette er en oppsummering og gjennomgang av svarene som er gitt for å oppklare dersom noe er uklart.</p>

9.13 Vedlegg M: Intervju – fokusgruppe med elever

06.11.15

5 elever, to jenter og tre gutter ble valgt ut til å delta i et gruppeintervju. Elevene ble valgt ut fra ulike grupper, det vil si de har ikke samarbeidet under gjennomføringen av introduksjonskurset.

Navnene til elevene er anonymisert, jeg kaller dem Marie, Kari, Knut, Vegard og Stian.

Jeg starter intervjuet med å informere litt om bakgrunnen for mitt prosjekt med tanke på nye krav til bruk av digitale hjelpemidler til eksamen og at vi i den forbindelse ønsker et sterkere fokus på bruk av Geogebra i undervisningen. Jeg presiserer hva som var hovedintensjonen med introduksjonskurset – at elevene skal bli kjent med Geogebra, slik at de og forhåpentlig bli interessert i å jobbe mer med Geogebra og CAS i matematikkundervisningen.

Jeg sier litt om hvorfor dette intervjuet er viktig for meg og jeg informerer også om at jeg kommer til å ta lydopptak, og at alt blir anonymisert og slettet når min oppgave er ferdig.

- Hege Kan dere snakke litt om deres hovedinntrykk av denne måten å introdusere Geogebra på. Litt om hva var gøy, hva var kjedelig? Lett /vanskelig og så videre.
- Vegard ... Ja, okey, Jeg har egentlig alltid likt bedre å skrive på papir og sånn, men jeg har jo sett at det er veldig effektivt på Geogebra og sånn. Og så føler jeg også at vi har .. jeg føler jo at vi har lært det ganske greit, eller at vi har hatt en grei introduksjon av det.
- Marie mm
- Kari ja jeg synes det var veldig greit at vi begynte med sånn .. at vi ikke begynte rett på matten, men for eksempel at vi gjorde sånn halloween ting og vi liksom lekte litt med det så det ble litt gøyere
- Stian ble litt kjent
- Kari ja og litt lettere, sånn at vi ble kjent med det på en litt gøy måte.. det var veldig greit.. i stedet for bare liksom rett på matten.
- Marie ja .. men vi har jo i hvert fall blitt kjent med det
- Hege Knut, har du noen tanker
- Knut Veldig bra. Eem vi lærte på en lett måte.. og en veldig gøy måte. Det var liksom ikke rett på.. sånn x er lik sånn og sånn. Det var liksom bil, fyrverkeri .. morsomt
- Hege Er det bedre enn å bruke det til matten hele veien eller er kan det være fordel med eventuelt å trekke inn matten på et tidligere tidspunkt?
- Marie mm vi hadde det jo på ungdomsskolen, så vi er jo litt kjent med det. Så vi kunne jo begynt med litt matte og men ee ja
- Hege Hva er det du har brukt det (Geogebra) til på ungdomsskolen?
- Marie Det var jo sånn lineære funksjoner og sånn
- Knut og likningssett
- Stian ja likningssett brukte vi det til

Hege Var det CAS eller var det grafisk ..

Marie det var grafisk

Kari det var CAS og

Stian ja det var grafisk, eller du var inne i CAS og så markerte du og så fikk du det opp grafisk

Marie å ja - vi skrev det bare rett inn

Vegard ja, vi skrev det inn som en funksjon

Kari og så var det mye sånn koordinatsystem og sånn og på det.. eller vi hadde i hvert fall det .. så vi kunne det jo litt fra før av. Men det var fremdeles ganske.. jeg synes det var veldig gøy.. siden det var litt deilig å kunne .. bare tøyse litt he he

Hege ja?

Kari .. på en måte bare lage en morsom ting

Hege Det med de oppskriftene – hva følte dere om de? Var det vanskelig? Var det lett?

Kari De der instruksjonene liksom?

Hege ja

Stian de var jo liksom .. eller det virket jo i hvert fall som de var veldig detaljerte .. så det var på en måte lett å følge med

<flere> ja

Stian eee følte jeg i hvert fall

Kari mm

Hege var de *for* detaljerte?

Stian mmmneei .. av og til kunne man på en måte føle at liksom .. mener du at vi skal gjøre noe her eller kommer det senere på en måte

<flere> ja

Stian eller det var informasjon om hva vi skulle gjøre nå eller om vi skulle gjøre ..

Kari ja, noen ganger så repeterte det en gang til etter at du allerede hadde gjort det, så skal du gjøre det på nytt eller noe sånn liksom.. så det var liksom litt forvirrende av og til, men ee, de var veldig greie å følge

Vegard Jeg synes det var sånn i begynnelsen så virket det som vi bare skreiv noe fra en oppskrift

Marie ja

Vegard så skjønnte jeg etter hvert liksom at oi jeg kan jo bruke den her til flere ting .. og så da fikk jeg litt sånn .. bredere kunnskap

Marie ja

Stian mm

Hege Den siste økten vi hadde som var mer åpen, - hvordan var den i forhold til de med oppskriftene?

Kari Hvilken da? Den derre ..

Hege Ja altså den siste økten så hadde vi det mere åpent, og dere skulle gjøre litt .. bruke litt det dere hadde lært, og gjøre litt mer hva dere ville

Kari ja, den .. ja

Marie å ja, den med det der bilde?

Hege ja

Vegard eee jeg synes det på en måte var litt gøy, for da kunne vi bruke det vi hadde lært til ..

Kari .. og se hva du hadde lært.. se hva du husket fra

Marie mm

Vegard og så skjønnte jeg mer sammenhengen mellom de der gliderene blant annet og alt det der

Marie mm

Knut og så kunne du teste ut nye ting

Kari .. teste ut nye ting

Vegard mm

Hege Fikk dere til å skrive ned noe av det dere hadde lært? Hvilke funksjoner og sånn dere hadde brukt. Hadde det noen hensikt

Marie Jeg lagret alt i sånn Geogebra, men jeg har ikke skrevet opp noen funksjoner

Hege nei

Kari for vi fikk jo alle de funksjonene på et ark, så da trengte jeg liksom ikke det

Marie ja

Hege Hadde det hatt noe for seg å være litt mer på der, at dere skal liksom lage en rapport over hva dere har lært? Hadde dere reflektert mer da, eller..

Marie ja jeg tror det .. jeg husker ikke så mye av det ...

Hege Jeg har jo vist litt av det dere har laget i timene, hva synes dere om det? At jeg har vist det dere har gjort?

<latter>

Kari det er jo litt gøy å se

Stian ja, det er jo morsomt å liksom se resultater av hva liksom .. hva vi har fått til

<flere> ja

Kari ja og hva andre tenker også

Stian Spesielt den der siste oppgaven når det var så mye forskjellig

<flere> ja, mm

Kari .. og den der fyrverkeri-tingen – hvordan liksom, hva slags .. ja hvordan de gjør det liksom det var litt gøy

Hege Knut, du er så stille ..

Knut Ja.. jeg synes det var en veldig bra måte.. fordi når du kommer inn til klasserommet og så ser du de mønstrene og så.. så får du lyst til å gjøre matte

<latter>

Hege får du lyst til å gjøre matte? <ler>

Knut Ja

Hege Så bra! .. okey Vi går litt videre til det som egentlig går litt på det samme som det dere fikk i det spørreskjemaet, om hvordan dere følte.. hadde det noen sammenheng med måten vi introduserte på nå om dere ble kjent med arbeidsfeltene for eksempel – i Geogebra? Hva føler dere om de ulike arbeidsfeltene – har dere blitt bedre kjent med de? – eller kunne dere det fra før?

Knut Eem vi hadde jo det på ungdomsskolen, men jeg hadde glemt veldig mye. Så det var litt bra å få repetert det. Og så var det jo masse jeg ikke visste

Marie Ja det var mye nytt liksom, hvordan ..

<flere> ja, mm

Stian Vi har i hvert fall ikke brukt det der med glidere og sånt før, har dere heller ikke vært borti de

<flere> nei

Stian Vi har liksom på en måte tegnet sirkler og sånt .. hvis vi trenger det

Hege Hva er hensikten med en glider?

Stian nei, å få på en måte et punkt til å bevege seg .. er det ikke det?

Hege ja, å kunne endre noen verdier mm .. kan det være nyttig i matten?

Knut Kanskje grafer

Hege Det er jo ikke sikkert vi trenger å tegne så mye roterende øyne og sånn i matten, men kan det være nyttig for noe?

Knut Du kan jo kanskje med grafer hvis du vider noe over lengre tid.. og så har du jo den der spill av, så kan du jo se..

Hege .. at du kan endre på noe.. ja ... Føler dere at dere har blitt godt kjent med hvordan menysystem og sånn virker?

Stian Hva tenker du på da?

Hege <sier litt om de ulike menyene; hovedmeny, knappe-menyer, nedtrekks-menyer, og at det jo ikke er mulig å lære hvordan alt virker på bare et par timer, men om de har fått noen ide om hvordan de kan lete og finne fram ..>

Kari ja .. vi brukte .. eller jeg brukte i hvert fall mye det der med at du trykket på siden .. så gikk du på innstillinger eller .. hva var det for noe når du skulle gå inn og bytte farge eller..

Stian Egenskaper

Marie å ja

Kari det ble jeg veldig godt kjent med da

Marie mm det er jo ganske mye da .. så det er jo mange ting som ikke jeg kan enda.. men e .. ja

Kari og så finne fram til CAS og sånn

Marie mm

Kari så det kan vi jo da.. av det vi gjorde.. vi gikk jo ikke innom alt

Hege nei, det rekker vi jo ikke

Knut jeg føler vi har lært det mest grunnleggende.. eller det viktigste

<flere> ja, mm

Hege viktig for hva da?

Knut for eksempel for å kunne gjøre en oppgave, hvis vi får for eksempel en oppgave om sånn geometriske figurer så kan vi vise hvor midtpunktet er og .. ja og sånne ting .. ulike mål og ..

Hege Nå er det jo ikke så mye av det i pensum i 1T, men kan det være nyttig likevel i forhold til 1T tror dere?

Knut Det med sånn figurer, det kommer litt an på .. men jeg mener det med likningssett og sånt det kan være litt bra å kunne

Stian Ja ikke med CAS og sånn .. jeg vet ikke om det er så nyttig å kunne på en måte å lage en sirkel eller .. det kan sikkert komme bra med det også altså, men ee på en måte, CAS er i hvert fall viktig å kunne

Marie ja... og dobbeltsjekke også.. sånn hvis du skal for eksempel sjekke svarene dine eller noe sånn

Vegard og så går det jo ganske fort også.. du trenger ikke å.. eller det er veldig lett å .. hvis du kan det da, så er det veldig lett å løse oppgaven

<flere> mm

Hege Hvis vi ser litt på CAS da, føler dere at dere har fått litt inntrykk av hva man kan bruke CAS til?

Stian ja, jeg føler jo det

Hege Hva kan vi bruke CAS til?

Kari sånn likninger og sånn

Stian du kan finne ukjente variabler for eksempel .. bruke det til på en måte finne svaret på en likning eller en oppgave

Knut du kan jo for så vidt bruke det på alle regneoppgaver...

Marie og likningssett

Kari og brøk ...

Hege Føler dere at dere har begynt å bli trygg på syntaksen? Vet dere hva syntaks er?

Marie nei

Hege det er på en måte språket – hvordan det må skrives for at CAS skal forstå det

Kari å ja, ja

Hege Har dere fått noe inntrykk .. blitt tryggere på det?

Vegard Ja, jeg har det i hvert fall. Vi har jo på ungdomsskolen lært at vi må skrive punktum i stedet for komma .. så det .. det er jo en sånn liten ting jeg husker, men det er jo .. hvis du ikke kan det så får du jo helt feil svar

<flere> ja

Vegard men jeg kan de .. altså de enkleste .. syntaksene ...

Hege I forhold til veien videre resten av skoleåret .. nå kommer jo jeg til å oppfordre dere til i perioder å bruke det. Snakk litt om hvordan dere eventuelt kommer til å bruke Geogebra og CAS i leksearbeid og hjemmearbeid

Kari Jeg kommer sikkert til å sjekke .. når du har gjort noe .. for å se om det er riktig

Vegard kontrollere – ja

Stian Ja gå inn på CAS liksom for å sjekke

Kari ja, hvis du ikke har fasit liksom

Stian ja .. sjekke om det er riktig eller ikke

Kari mm

Knut i hvert fall på likninger og to ukjente .. så er det lettere å sjekke det på CAS enn å regne det med kalkulator

Kari ja

Marie ja

Hege Er det noen fordel med å gjøre det med CAS i stedet for å sjekke fasit?

Vegard I stedet for fasiten? Ja, altså .. ee du lærer jo mer fordi hvis du ser på fasiten så er det jo bare å slå opp på en side. Med CAS så må du jo skrive opp stykket riktig og

Kari Kanskje du skjønner det litt bedre når du må skrive det sånn ordentlig inn .. at du får litt mer overblikk at du må skrive hvert eneste tall og ... men det viser ikke noen utregning på en måte, det viser jo bare .. du får jo bare svaret

Knut Så ved å gjøre det elektronisk så føler jeg at det er bedre, fordi sånn elektroniske ting blir mer brukt nå i tida tiden så seinere kan det være veldig viktig hvis du har noe i jobbsammenheng eller noe

Kari ja

Stian Det er jo liksom greit å kunne gjøre det på ark og på for eksempel CAS eller elektronisk da, sånn videre hvis du sliter med å løse en oppgave på ark og du kan gå inn på CAS og sjekke eller om du sliter med å gjøre den på CAS så kan du prøve å gjøre den på ark, så de på en måte overlapper hverandre litt

<flere> ja, mm

Hege Du kan undersøke litt med CAS

Stian mm

Hege Vi har jo ikke kommet så langt på det enda, men vi skal jo jobbe mer.. når vi begynner med funksjoner så skal vi jobbe mer med den grafiske biten. Ikke til å tegne ansikter, men til å tegne funksjoner og se på sammenhengene der. Tror dere at dere kan bruke det til å lære matematikk, ikke bare å løse oppgaver, men å *lære* noe om matematikk? Hva tenker dere om det?

Vegard Du kan se .. det er lett å se sammenhenger hvis du bruker sånn lineære funksjoner så kan du se forholdet mellom to faktorer. Det er det letteste i hvert fall

Marie ja

Knut så blir det mer oversiktlig, mindre slurvefeil.

Stian Ja det er jo mer nøyaktig

Knut Liksom ee hvis du tenker på det med grafer og sånt, så hvis du skal lage en graf så kan det være at du hopper over ei linje, så det blir liksom .. når du skal treffe fra null.. så blir det liksom skjevt, og så får du feil, mens på Geogebra så er det mer presist

Hege I forhold til å tegne det på papir tenkte du?

Knut ja ...

Hege Okei, skal vi se.. jeg tror vi har snakket om mye av dette her. Jeg har noen sånne skalaspørsmål, vi har jo hatt noen sånne skalaoppgaver.. men .. på en skala fra en til seks, hvor mye tror dere at dere kommer til å bruke Geogebra eller CAS i leksearbeidet?

Kari fire

Vegard jeg tenkte også fire egentlig fordi ..

Marie tre

Stian det kommer kanskje litt an på hva dere lærere legger opp til ..

Kari eller hva slags lekse ..

Stian om dere legger opp til at vi skal bruke CAS eller på en måte bare dere tenker at .. ja du kan løse den på ark og så er det greit med det

Marie ja hvis dere gir bare sånn oppgaver som vi har til nå, så bruker jo ikke de fleste CAS, de skriver det jo bare på ark

Kari men hvis man oppfordrer til det eller hvis dere sier at man må gjøre det så vil vi jo .. så må man jo gjøre det på en måte ..

Marie ja

Kari for man må jo høre på .. eller man må jo gjøre lekse liksom

Marie mm

Kari så da blir det jo brukt

Marie ja

Kari for det er mange som kan glemme det tror jeg ...

Hege Er det noen andre kommentarer dere har lyst til å tilføye? ...

<ingen sier noe>

Hege Synes dere vi skal gjøre det samme med neste års kull? I oppstarten?

<Flere> ja, mm

Stian Altså det er jo på en måte en fin måte å bli kjent med de ulike funksjonene i Geogebra på. På en måte at man kan bli litt kjent med programmet før man skal begynne å løse sånn problemer på det da. Det.. så jeg synes det var greit

Kari ja

Hege <Takker for alle kommentarer og innspill og ønsker god helg 😊>

9.14 Vedlegg N: Intervjuguide for fokusgruppe med lærere

Intervjuene vil være semistrukturerte. Intervjuguiden er ment som en oversikt over spørsmål jeg vil kunne stille / tema jeg vil komme innom, og det vil derfor fremkomme spørsmål underveis som ikke er presentert her.

Oppstart Innledning og informasjon om prosjektet	Informasjon om prosjektet: <ul style="list-style-type: none">• Når det nå stilles krav til bruk av graftegner og CAS til eksamen, vil elevenes bakgrunn og erfaring med å bruke disse hjelpemidlene bli viktig for å få et godt resultat. Intervjuet har som mål å kartlegge dine tanker om denne måten å introdusere GeoGebra og CAS på, og hvordan du tenker dette har betydning for elevenes bruk av hjelpemidlene videre gjennom skoleåret.• Alle personopplysninger blir anonymisert og data lagres på datamaskin som er beskyttet med passord.• Informasjon og data som samles inn blir delt med min veileder ved UiA, Pauline Vos.• Jeg vil be om deres tillatelse til å bruke lydopptaker i intervjuet.
Inntrykk av introduksjonskurset	12. Hovedinntrykk av denne måten å introdusere GeoGebra på.
Mestring av GeoGebra og CAS	13. Hvordan opplever dere at elevene mestrer bruk av GeoGebra etter denne introduksjonen? <ul style="list-style-type: none">- Kjennskap til arbeidsfeltene<ul style="list-style-type: none">- CAS, grafikkfeltet, algebrafeltet- Kjennskap til menysystemene<ul style="list-style-type: none">- hovedmeny, nedtrekks menyer- Kjennskap til ulike verktøyknapper- Kjennskap til hvordan de kan flytte, zoome, vise/skjule, endre egenskaper som farge osv. 14. Hvordan opplever dere at elevene mestrer bruk av CAS etter denne introduksjonen? <ul style="list-style-type: none">- Vet hva CAS kan brukes til- Korrekt inntasting- Forstår syntaks
Tanker om videre bruk av GeoGebra og CAS	15. Hvordan tenker dere at dere kommer til å oppfordre elevene til å bruke GeoGebra videre dette skoleåret? 16. Tenker dere at dere vil bruke hele eller deler av opplegget til neste år?

9.15 Vedlegg O: Intervju – fokusgruppe med lærere

23/11-15

Etter at flere av mine kolleger har gjennomført hele eller deler av mitt introduksjonskurs til Geogebra i sine 1T – grupper er det tid for å samle litt informasjon om hva mine kolleger tenker om opplegget og hva de tror elevene har lært. Av 7 kolleger som var med, var det 4 av dem som kunne delta i denne fokus gruppen. Terje, Mona, Tone og Jarle var med.

Jeg starter intervjuet med å minne dem om hva som er mitt mål med introduksjonskurset. Dette har vi jo snakket litt om før i møtet da jeg inviterte dem til å bli med på opplegget med sine klasser. Jeg informerer også om at jeg vil ta lydopptak og at alle personopplysninger blir anonymisert.

Hege Kan dere først si litt om deres hovedinntrykk av det dere har gjort med klassen og opplegget generelt

Tone Jeg følte at det var flere som synes det var morsomt å gjøre noe annet enn det vanlige opplegget

Terje Ja det var et fint avbrekk, det var det .. fra det vanlige. De var jo ivrige, de er jo det generelt. Men jeg tror nok de synes det var okei, og at de lærte en del, det er helt sikkert, for det merker jeg jo nå når jeg har begynt på .. at de er mer selvstendige på menyer og sånt, med det vi holder på med nå.

Hege Ja

Mona Jeg tenker også det at ee .. en del av de har hatt Geogebra før, men nå fikk de på en måte en felles start, eller sånn.. at alle begynte på noe gøy. Det var litt gøy med halloween og sånne ting. Og det derre nå kan de referere til de samme menyene og sånn. At de har hatt en introduksjon før på ungdomsskolen, men nå fikk de på en måte en ny type introduksjon til Geogebra. Ikke samme type som de har hatt før.

Hege Jarle, har du noen tanker om dette?

Jarle Ja, det likner jo på en måte på det som de andre sier. Jeg tenkte at det i min klasse var litt delt. De som turte å gjøre noe særlig ut av der, og så var det noen som synes det var for vanskelig

Hege Da går jeg litt mer på .. for som jeg sa så er jo hovedfokuset mitt at jeg er interessert i om elevene lærte å bruke Geogebra på en måte. Så da spør jeg: Hvordan oppfatter dere at elevene mestrer bruken av Geogebra. For eksempel – kjennskap til arbeidsfeltene: CAS, grafikkfelt, algebrafelt.. vi kan jo ta det først. Ved de hva de forskjellige feltene brukes til.

Jarle Ja til en viss grad, men det er jo klart at selv om på en måte .. de oppgavene gikk ikke sånn spesifikt inn på å si noe om forskjeller på det. Så det er jeg ikke sikker på om de vet sånn. Det må vi jo ta der og da.. med den oppgaven. De har jo en viss peiling på forskjellen på CAS og .. altså fra tidligere har de jo holdt mest på med det grafikkfeltet. ... Men de har jo fått litt innblikk i andre ting som ikke de hadde sett før

Terje CAS var muligens ganske nytt for de, men det var jo også det de synes var veldig nyttig da.

Hege Ja .. de ser at det er nyttig i forhold til faget?

Terje Ja, det var lettere å koble til det vi har holdt på med så langt

- Hege Du (Terje) nevnte jo litt det at de har blitt litt kjent med menyene, hva føler dere andre? Virker det som de (elevene) kjenner til hvordan menysystemene virker?
- Tone Ja. Og litt som .. jeg bare kom på det vi har pratet en gang før, at det med å kjenne litt på frustrasjonen av hvor nøyaktig en faktisk må være når en skal følge en oppskrift. Og at de forstår at det er viktig med retningen, hvor du starter og slutter.. Spesielt med fyrverkeriet så var det sånn at noen ganger så gikk de derre prikkene feil vei, og at de lærer seg litt det der måten å tenke hva var feil og hvordan kan jeg løse det. Bare den måten å tenke på når en jobber med et sånt program er jo veldig nyttig når de kommer på en prøve at kanskje ikke alt blir sånn som de var vant til, eller etter oppskriften. At de klarer å tenke litt problemløsning selv bare i programmet og så løser problemet.
- Mona Det er jeg veldig enig i. Det der å.. det at vi gikk så nøye gjennom en oppskrift slik at de lærte seg det. Og at det var i en oppgave som ikke var så viktig, at det var .. det ble jo ikke noe halloween – fjes hvis ikke de hadde glideren riktig. Så det var veldig bra.
- Terje Jeg merket det spesielt på den oppgaven med Halloween, der var det jo veldig viktig å være nøye og følge oppskriften. Det fyrverkeriet kom de jo fort inn i, det klarte de jo selv. Men Halloween var vanskelig- Men det var som jeg sa tidligere at de som ikke er så gode i norsk de sleit altså .. det ble veldig vanskelig.
- Hege Kunne vi ha gjort noe annerledes for å fått de bedre med?
- Terje Man må bare være veldig obs på det i hvert fall og så følge de opp. Og at de kan jobbe .. altså jeg slapp de jo kanskje litt sånn at de satt jo gruppevis, men de jobbet for så vidt nokså individuelt alikevel .. at en må kanskje heller være mer to og to som jobber sammen
- Hege Ja, jeg satt mine sammen to og to akkurat på dette .. og det .. at det kanskje er lettere å samarbeide da når de ikke er så mange, at det blir litt stort med fire når det er .. akkurat sånn på PC en da
- Jarle Det jeg tenkte på de oppskriftene da .. det kommer jo an på hva hensikten er, men en kunne jo la oppskriftene mye større, så kunne en jo hatt med bilder og .. altså på selve oppskriften. For det altså .. (for eksempel) ta tak i denne .. eller når du lagde det selv at du hadde bilde av det i oppskriften, men da ville jo oppskriften også blitt litt mindre utforsking .. hvis det viste bilder og tekst.
- Hege Ja, mm. .. Sånn som det .. Vi kan gjerne snakke litt mer om det hvordan de (elevene) har lært å bruke Geogebra. Sånn som det å .. jeg tenker det er viktig at de kan det der med å zoome og skjule/vise ting og eventuelt å gå inn og endre noen egenskaper. Føler dere at de har fått noe.. at de har lært det?
- Mona Jeg gikk gjennom litt når vi hadde om funksjoner på grafikkfeltet nå og da.. og så spør de jo hvordan zoomer jeg .. og hvordan gjør jeg det .. og så viser jeg og da .. å ja, det var jo der ja. Så de har jo sett det en gang og på en måte .. og det der når jeg trykker av og på .. muter som jeg kaller det da, så er de på en måte med på den og de liksom .. å ja det var jo sånn vi gikk inn på egenskaper, så de har jo liksom ..
- Hege De har en referanse der?
- Mona ja de har en referanse. Men at det å komme på det, det skjønner jeg jo godt at man .. å koble det med en gang liksom .. så har de øvd på det en gang
- Terje Det har jo gått noen uker nå siden vi hadde det så

Hege Burde en ha tatt det tettere opp mot når vi skal starte med funksjoner og sånn? Hadde det vært bedre?

Jarle Jeg tror ikke nødvendigvis det er noen forskjell .. det tror jeg ikke. Men jeg synes også det at akkurat det med å .. at det er jo ikke så ofte .. at jeg har gått gjennom sånn i starten at du kan skjule ting og akkurat det er de nok bedre på enn tidligere år som vi ikke har gjort dette da.

Terje Ja

Tone mm

Hege Ja. Litt om CAS .. har alle gått gjennom den CAS – delen med klassen?

Flere ja

Jarle Sånn som jeg gjorde det så gikk jeg gjennom det uten å på en måte gå gjennom det .. jeg lot de prøve.. og så syntes mange at det var vanskelig .. for den CAS delen sa «gjør den oppgaven i CAS» og det var egentlig avhengig av at du kunne det selv om de bare hadde en liten oppskrift som de måtte se på. Og så gjorde noen det, ikke alle fikk det til og så måtte jeg vise det .. neste gang måtte jeg vise det da. Men det var greit det synes jeg at de prøvde seg litt fram og så så på oppskriften der også, så var det ikke .. ikke sant, så bomma de på komma, .. og punktum alikevel så .. de må ha det i fingrene.

Terje De de har jo den dere Sinus oppskriften. Noen var jo veldig flinke, da til å bruke den ..og fikk til alt selv. Men ellers så viste jeg jo også etter hvert da. Men det står jo det meste der

Jarle Ja, egentlig

Hege Mener dere at dette opplegget har hjulpet de til å lære å bruke CAS riktig med riktig inntasting og syntaks?

Terje Ja de har i hvert fall fått prøvd seg litt på CAS, det har de jo

Mona Ja

Hege Det går jo lang tid før de får det inn i fingrene som du sier

Terje Ja ja

Jarle Og jeg følte jo ikke at det opplegget der var ment for å trene de i CAS nødvendigvis .. for der

Hege Nei, det var jo egentlig bare for å få den biten med.

Jarle ja ja for det at du har jo ikke noe .. annet enn at vi gjør oppgaver ikke sant .. i CAS. Så det er vel ikke noe i de oppgavene tidligere som bygger opp til noe CAS.

Hege Nei det er det jo ikke

Jarle Men jeg er enig i at .. ja at mange fikk klart det selv og så tror jeg at mange fikk litt .. tror jeg ble litt redde for den her halloween fjeset

Hege uff da

Jarle I min gruppe så .. noen er veldig forsiktige av de jentene så .. «nei jeg tør ikke .. tør ikke» det ble så vanskelig i Geogebra .. så noen ble redde. Men det tenker jeg .. det blir jo ikke noe.. de sa det at - nei vi har ikke gjort det på ungdomsskolen og så ser de de andre er veldig flinke ikke sant, det er jo sånn at de måler seg med de andre med en gang, så noen av de veldig forsiktige, de tåler jo ikke å se at andre får det til .. og det er uansett hva vi gjør, ikke sant, det

- har ikke noe med opplegget å gjøre det, men det har med personen å gjøre kanskje.. de er redde for ..
- Hege Hvordan kunne vi gjort det annerledes for på en måte å senke liste litt for de?
- Jarle Nei, det kan kanskje ha vært hvordan jeg sa ting .. hadde kanskje sagt at de må prøve så godt de kan. Det sa jeg for så vidt også, men uten å vurdere å redd noen er kanskje for å ikke klare det.
- Hege Kanskje hatt noe .. jeg vet at det var noen som .. noen viste litt i starten for å få de med på det, det er jo også en måte eventuelt...
- Hvordan tenker dere om .. kommer dere til å bruke en sånn introduksjon til neste år?
- Tone Det synes jeg, altså de har veldig godt av å lære å følge en oppskrift i hvert fall. De øvelsene der for du ser jo det er jo oppskrifter det som er i Sinus – heftet også, det der.. så der er jo oppskrifter som de må følge for å lære kommandoer og sånn så jeg synes det var ganske brukbart. Og det at de har en felles referanse når de snakker om hvordan zoomer jeg - å ja det var sånn vi gjorde da vi lagde den. At de har en sånn felles referanse for hvordan de prater om hva de har opplevd før, hvordan de brukte det, brukte det før.
- Mona Ja, jeg er enig
- Tone Sånn «learning by doing», de gjør jo feil, og det er da de lærer ikke sant? Da husker de ekstra godt det at ikke de kan bruke komma, men at de må bruke punktum og hvor viktig det er med parenteser i CAS
- Jarle Jeg kunne også gjerne tenke meg å bruke det, kanskje gjøre det mer .. nå var det på en måte ditt opplegg, og ofte er det jo sånn at en gjør noen endringer selv da. Sånn at det passer best til det en selv sier eller tenker, men jeg tror kanskje at jeg kunne brukt det og jeg har lyst til at kanskje .. eller jeg tenker at nå .. at det hadde vært greit å bruke i en periode hvor jeg hadde noen samtaler også. Ee for det ser jeg at nå så må jeg til på det uten å ha noe lurt opplegg for de som jeg ikke snakker med. Men der er det jo en sånn veldig klar oppskrift som de må holde på lenge med. Så det kunne vi jo gjerne hatt samtidig som vi hadde noe elevsamtaler eller noe sånn, synes jeg da
- Terje Ja, det er ikke så dumt det. Jeg gjorde noe samtidig med «halloween», men jeg husker ikke hva det var he he.. men jeg husker at jeg var ute på gangen.
- Jarle Ja, mm
- Terje Ja det var vel samtaler..
- Tone Vi hadde akkurat hatt prøve ..
- Terje Ja, det stemmer det, jeg delte ut en prøve og så tok jeg samtaler. Så den der halloween oppgaven så sturte de seg kanskje litt for mye selv da, den var kanskje litt vanskelig, selv om jeg presiserte veldig det at nå må dere følge oppskriften, og så det at de skifter navn på punkter og sånn, sånn at det er sånn som de er i oppskriften. Hvis ikke så blir det jo helt forvirret når
- Jarle Hos meg kom de litt for langt nesten.. for langt med feil navn
- Hege Ja, så ble det feil ..
- Terje Ja
- Jarle De måtte gå fram og tilbake .. men det er jo sånn du lærer det da

Terje Men jeg brukte den faktisk det mens jeg delte ut prøver og ..

Jarle Ja, mm ja det er ikke så dumt.. nei for de var jo .. de jobbet jo hardt med oppskriftene sånn sett så ..

Mona Ja mm Jeg ble imponert jeg over hvor godt de tok det, for når jeg gjorde det selv så satt jeg og knotet og måtte fram og tilbake og .. nei nå skreiv jeg feil og sånn ting.. men veldig mange fikk fort opp et ansikt og fort opp et fyrverkeri og sånn så jeg synes de var.. og så har du de som er utålmodig og ikke leser teksten og som bare ruser på, så lærer de seg også. Og da kunne jeg bruke det som et poeng også som du sier at hvis du ikke leser oppgaven .. Jeg synes på en måte den er .. det er ikke bare Geogebra den gjør, det er liksom leseferdighet, og ja sånne ting og, så det er ...

Hege Ja. Jeg tror vi har pratet om det meste av det jeg hadde satt opp som punkter. Så hvis noen har en kommentar til slutt ...

Terje Nei, du har jo lest gjennom de der svarskjemaene og sånn .. Hvordan var liksom ..

Hege <Oppsummerer litt av hva som kom fram i spørreundersøkelsen>

Jarle Men det er jo vanskelig (for elevene) å knytte det som du gjorde i de to første øktene i hvert fall, altså fyrverkeriet og .. direkte til noe som de på en måte .. når du spør om hva de har lært så tenker de kanskje på prøven

Hege Ja

Jarle Og det har de jo ikke hatt nødvendigvis sånn direkte som de vet om.. ikke sant de kan ikke si at oi det lærte jeg i den oppgaven, for det er jo ikke sånn, det er jo mer det at de egentlig er litt mer trygge på verktøyet.

Hege Ja, og det er jo det som er målet egentlig

Jarle Ja ja, det skjønner jeg

Mona Jeg var nok ikke klar nok på målet, eller på hva jeg oppsummerte etterpå liksom .. hva har vi lært nå eller.. Så tok jeg heller ikke den lista med de ulike kommandoene som de skulle kunne.. som stod i den oppskriften. Så jeg tror ikke de på en måte fikk den informasjonen etterpå – hva har vi lært da.. i min gruppe i hvert fall så det kunne nok vært lurt

Hege Ja, at vi kunne ha oppsummert litt hva det er vi har .. hva som var hensikten med det ?

Mona Ja

Terje Ja, det kunne jeg også gjort

Mona I forhold til de resultatene som elevene har gitt da. De er sikkert litt forvirret .. hva skulle jeg egentlig lære..

Hege Ja for det er tydelig at noen .. mange er jo målbevisste og fokusert på nytteverdi, men.. og da er det noen som er litt mindre positive da. Men de fleste er egentlig positive.

Terje Vi kunne jo brukt det litt i geometrien .. trigonometrien for så vidt .. konstruere trekanter og løse problemer ved hjelp av det. Jeg vet ikke om noen av dere har drevet noe med det, men det er vel på slutten av det der heftet vårt, så er det jo litt.. men vi har vel aldri fått tid til å gjøre så mye av det på slutten av året.. men det er jo en mulighet

Jarle Ja absolutt

- Terje Vi kunne i hvert fall vist et eksempel .. vi trenger ikke bruke så mye tid, men på den måten i hvert fall vise at det er relevant at du kan faktisk løse en sånn oppgave ved å konstruere figurer
- Jarle Ja, og så synes jeg kanskje også vi kunne tenke på dette med .. for det som ofte vi ser på eksamen med Geogebra , det er en del bruk av glidere, ikke sant. Men det ble på en måte ikke tatt videre inn siden det ikke er noe om funksjoner og sånn, men hvis vi hadde liksom knyttet det til andregradsfunksjoner for eksempel eller..
- Terje Det kommer jo nå ..
- Jarle Det kommer nå ikke sant, men nå har de jo nytte av den, men de har ikke sett den bruken
- Hege De har ikke sett det i den sammenhengen, men de har hørt om glider og vet litt om hva det handler om
- Jarle Ja ja ja men det er jo det jeg mener at da er de nok mer med på den glideren nå, men jeg tenker at de har ikke sett nytten av den før hvis ikke vi har vist de det enda. Og de bør jo være ganske gode på det .. å lage glider. I hvert fall bedre enn om ikke vi hadde ..
- Hege Så flott. Da tror jeg at jeg sier tusen takk. <Avslutter>

9.16 Vedlegg P: Liste over kommandoer elevene har jobbet med

Elev A:

Jeg har lært mye nytt, og jeg klarte det ganske greit. Det som var vanskelig var at jeg ble av og til forvirra av instruksene, men måtte bare lese de litt nøye. Klarte ikke halloween, men jeg klarte fyrverkeriet, men det gikk noe galt, så fikk ikke til å sende den.

Elev B:

Jeg har lært å bruke Glidere på rette linjer og med vinkler. Jeg har lært å justere på farger og mønstre på objektene. Jeg har blitt bedre kjent med menyen og føler meg trygg på de grunnleggende tingene som å lage linjer, punkter og former.

Elev C:

Jeg lærte meg hvordan jeg brukte funksjonen sirkel definert ved sentrum og periferipunkt. Jeg føler jeg har god kontroll over mange animasjonsfunksjoner.

Elev D:

Jeg har lært å bruke vinkel måler, sirkel definerer, manglekant og animasjon. Dette var veldig lærerikt og gøy 😊

Elev E:

Jeg syntes det var veldig gøy og spennende å lære om kommandoer på geogebra på denne måten. Det var i tillegg veldig lærerikt og litt utfordrende.

Elev F:

Synes det var kult å lære noe nytt man kan bruke geogebra til. Selvfølgelig litt unødvendig, men det fører til et variert læringsopplegg. Hadde ikke så godt kjennskap til geogebra fra før, så har blitt bedre kjent med programmet til videre bruk. :-)

Elev G:

Jeg har blitt kjent med funksjonene:

Glider, Vinkel med fast størrelse, og funksjonene for å få ting til å bevege seg på forskjellige måter. De fleste andre funksjonene har jeg vært borte i før.

Elev H:

Kommandoer jeg kan nå:

Sirkel med sentrum og punkt på sirkelen, Animere punkt, Fjerne punkt så de ikke synes, Hvordan lage forskjellige figurer (sirkel mest), Hvordan bruke glider, Slik at jeg får like grader mellom punktene mine

Elev I:

Jeg har blitt kjent med hvordan man lager sirkler, vinkler, animasjoner. Har blitt bedre kjent med geogebra.

Elev J:

Kommandoen jeg føler jeg har fått god forståelse for er nok vinkel med fast størrelse. Så har jeg blitt bedre kjent med manglekant. Den siste som jeg føler jeg har god kontroll over er nok sirkel definert ved sentrum og periferipunkt.

Elev K:

Jeg er ikke helt sikker på hva oppgaven forteller ... Men jeg mener dette var en lur måte å starte med Geogebra treningen på. Lære litt om funksjonene og hvor du finner de forskjellige funksjonene på en gøy måte :)

Elev L:

Jeg vet godt hvordan jeg får punkter til å bytte farge og bevege på seg, jeg vet hvordan man fjerner objekt og navn, eventuelt bytter navn. Jeg syntes jeg er blitt umåtelig god til å fjerne akser og lage sirkler. Jeg er blitt godt kjent til hvordan man danner vinkler med fast størrelse og hvor og hvordan man finner eller endrer egenskapene.

Elev M:

Geogebra: kommandoer/knapper

- «Vinkel med fast størrelse» til å lage forskjellige vinkler i oppgavene som ikke forandrer størrelser, bare posisjon.
- «flytt grafikkfelt» og «flytt» til å forandre på grafikkfeltet eller for å forandre/slette noe annet.
- «glider» til å koble en vinkel med fast størrelse og få den til å kunne rotere.
- «ellipse», til å lage en sirkel.
- «mangekant» lage en mangekant (i dette tilfellet trekant), ved hjelp av 3 andre punkt.
- «sirkel definert ved sentrum og periferipunkt»: Lage en sirkel, ved et punkt sentralt i sirkelen til å ha utgangspunkt til å lage vinkler på.
- «linje» til å lage en linje mellom to punkt.
- «nytt punkt» til å lage et nytt punkt.
- «pause og play» for å styre animasjon, for å eventuelt jobbe videre med den.

Elev N:

Gjennom dette «kurset» lærte jeg å bruke bl.a. sirkelsektor, hvordan man animerer og får ting til å flytte på seg og hvordan en glider fungerer. Jeg fikk også et helt nytt innblikk på hvordan alt henger sammen. Jeg slet litt med munnen på halloween oppgaven og skjønnte ikke helt hvordan jeg skulle gjøre det, men håper det ble ok. Jeg har heller aldri brukt ellipse og laget sirkler inni sirkler. Har blitt mye bedre kjent med programmet.

Elev O:

Nye funksjoner jeg når har blitt kjent med;

- Jeg føler jeg har blitt bedre kjent med bruken av glider og danne vinkler.
- Jeg har lært å bruke Vinkel med fast størrelse for å sette inn vinkel i ett bestemt punkt.
- Jeg har blitt kjent med hvordan man danner geometriske figurer på Geogebra, slik som sirkel, ellipse og mangekanter.
- Hvordan man animerer figurer.

Tilføre farge og fjerne unødvendige punkter og merker.

Elev P:

Kommandoer jeg brukte i Geogebra's fyrverkeri og halloween.

- Glidere
- Animasjon
- Endring av størrelse, farge og form (ikke bare sirkler)
- Lage vinkel inni en sirkel
- Lage en sirkel med sentrum
- Fikse detaljer som retning og hastighet (fyrverkeri)
- Lage en sirkel som ruller inni en sirkel
- Få en trekant til å rotere
- Ellipse
- Hvordan lage fyrverkeri
- Hvordan lage et halloween gresskar (/snømann hvis du vil)

Elev Q:

Fyrverkeri:

- Jeg brukte først verktøyet/kommandoen sirkel definert ved sentrum og periferipunkt
- Brukte kommandoen vinkel med fast størrelse for å sette inn en vinkel
- Så brukte jeg kommandoen linjestykke mellom to punkter
- Kommandoen nytt punkt
- Punkt på objekt verktøyet
- Flytt
- Når jeg skulle gi kulene i fyrverkeriet farge og høyreklikka jeg på punktene ok klikka på egenskaper, markerte de punktene jeg ville ha og endret farge i stil menyen.
- Jeg klikka så på basis og satt på animasjon
- Jeg Vi brukte pause knappen og flytt og klikk underveis når jeg jobba med prosjektet

Halloween:

- Den samme kommandoen som fyrverkeriet sirkel definert ved sentrum og periferipunkt
- Nå var det også en ny kommando glider, vi måtte endre på breddegraden på glideren
- Brukte vinkel med fast størrelse
- Ny kommando manglekant
- Nytt punkt, linje
- Brukte også flytt og dra kommandoen og spill/pause
- Denne oppgaven var vanskeligere en fyrverkeriet, men det var god forklaring i arket vi fikk så det var bare å følge instruksene

Elev R:

- Vinkel med fast størrelse
- Glider
- Pause og play
- Lage nye punkt
- Lage en linje med to punkter
- Grafikkfelt
- Sirkel definert ved sentrum og periferipunkt
- Manglekant (trekant)
- Punkt på objekt

9.17 Vedlegg Q: Feltnotat – pilotprosjekt

Fredag 5/6-15

Pilotprosjekt «Halloween med GeoGebra» med min 1T – klasse. 2 skoletimer

Elevene har jobbet en del med GeoGebra gjennom skoleåret. Noen har blitt ganske flinke til å bruke GG som hjelpemiddel i matematikken, men det er også noen som ikke helt har fått tak på det. Jeg har inntrykk av at noen reserverer seg litt for å bruke GG, og har prøvd å unngå det mest mulig i løpet av dette skoleåret.

Jeg startet introduksjonen med å presentere masterprosjektet mitt, hva som var mitt mål med oppgaven, og hva som var mitt mål med disse timene. Mitt mål med disse timene var at elevene skulle gjennomføre «introduksjonskurset» for å gi meg tilbakemelding på eventuelle ting som var vanskelig å forstå, eller generelle tips til forbedringer. Elevene virket utrolig motivert for oppgaven, noe som for meg var overraskende, siden det er på slutten av skoleåret og jeg har den senere tiden merket en viss tendens til at de har vært lite motivert.

Elevene jobbet sammen 2 eller 3. De fulgte oppskriften, og jeg gikk rundt og observerte, og hjalp der det var misforståelser. Jeg tror de fleste misforståelsene var på grunn av at det er vanskelig å følge en oppskrift samtidig som man skal utføre kommandoene. Jeg tror jeg må presisere enda mer at det er lurt å sammenlikne og diskutere hva de gjør.

Vi avsluttet litt før timene var ferdig. (Jeg hadde noen andre ting jeg måtte ta opp med dem i løpet av timen). Det var ikke alle som klarte å fullføre ansiktet. Noen brukte litt mer tid for å rette opp hvis det var noe som ble feil, eller å studere hva som skjer hvis de endret på ting i forhold til oppskriften. Dette er jo bare fint, siden målet er å bli kjent med verktøyet heller enn et ferdig produkt. Noen av elevene har levert det ferdige produktet. Dette tenker jeg vi kan ta frem å vise, og diskutere den siste økten.

Mandag 8/6 - 15

2. økt, 1 undervisningstime (45 min)

Jeg har bare 45 minutter til rådighet i dag, og velger da å konsentrere meg om «fyrverkeriet». Jeg startet timen med å vise mitt «fyrverkeri» laget i GeoGebra, og en kort forklaring på hvilke kommandoer som er sentrale for å lage fyrverkeriet.

Jeg merker at elevene er litt umotiverte i starten, det er god sommertemperatur ute, og de ønsker å gå ut å jobbe. Når de har kommet litt i gang går det bedre. De samarbeider 2 eller 3, og de aller fleste får til en variant av fyrverkeriet. Noen finner mer effektive metoder for å gi egenskaper til de flere animerte punktene på en gang.

Det var ingen som var villig til at jeg skulle ta lydopptak, så jeg lot det bare være.

Tirsdag 9/6 – 15

3. økt, 2 undervisningstimer 21 elever.

Dette var mine siste timer med klassen før sommerferien, så jeg valgte å kombinere arbeid med GeoGebra og litt «avslutningskos» med brus og kake. Jeg viste elevene «kranen» og «bildet» og gav noen korte tips om hva som kunne være lurt å fokusere på, men ellers skulle elevene prøve å jobbe på egenhånd og bruke noe av det de hadde lært. De kunne samarbeide og selv velge hva de ville jobbe med. Mange fortsatte med fyrverkeriet fra dagen før, noen lagde ansikt, og noen lagde bilde. Det var ingen som ville prøve seg på kranbilene, kanskje noen hadde prøvd seg hvis jeg hadde gitt litt mer konkrete tips?

Det var en gjeng på 6 elever som tydelig var ganske lei, og var umotivert for å jobbe med GeoGebra. De startet å spille kort, og siden det var siste time, sa jeg at det var greit. Jeg benyttet anledningen til å gjennomføre et kort, og helt uforberedt, gruppeintervju med dem om opplegget.

I slutten av andre time gjennomførte jeg en anonym spørreundersøkelse om deres inntrykk av dette introduksjonskurset. 18 elever svarte.

9.18 Vedlegg R: Spørreundersøkelse – pilotprosjekt

1. I hvilken grad likte du denne formen for introduksjon til GeoGebra?

I veldig liten grad	I liten grad	I noen grad	I stor grad	I veldig stor grad
		12	2	4

2. I hvilken grad tror du du ville hatt nytte av å ha denne introduksjonen i starten av skoleåret?

I veldig liten grad	I liten grad	I noen grad	I stor grad	I veldig stor grad
	5	6	6	1

3. I hvilken grad tror du du vil ha nytte av denne introduksjonen i ditt neste år med matematikkundervisning?

I veldig liten grad	I liten grad	I noen grad	I stor grad	I veldig stor grad
	5	9	3	1

- 4.

- a. Hva likte du best?

Her går de fleste kommentarene på kreativitet, og det å få ting til å bevege seg. Noen sier også at det var gøy å kunne bruke GeoGebra på nye måter, og at de lærte mer om GeoGebra

- b. Hva likte du minst?

Mange sier at det var tidkrevende, og litt kjedelig å «fjerne» det som ikke skulle være synlig
Noen nevner at det var vanskelig med de oppgavene uten «oppskrift»
Noen, dette er de samme bom krysset på at de hadde lite utbytte av opplegget, svarer at det har lite med pensum i 1T å gjøre.

5.

a. Hva var vanskeligst?

Veldig varierende kommentarer her, men her er noen eksempler – et gjennomsnitt.

- Å få objekter til å bevege seg i forhold til hverandre
- Vinkler på halloween – figuren, spesielt pupillen
- Fyrverkeri og kran uten oppskrift
- Forvirrende oppskrift
- Å forstå slik at man kan lage egne figurer

b. Hva var lettest?

- Streker og sirkler
- Fargelegge
- Fyrverkeriet
- Bildet
- Roterende nese

9.19 Vedlegg S: Fokusgruppe – pilotprosjekt

9/6-15

6 av elevene hadde avsluttet arbeidet med GeoGebra, og jeg benyttet sjansen til å ta et gruppeintervju med dem. Intervjuet er helt på sparket, ikke planlagt i det hele tatt. Det er spesielt tre elever som deltar, jeg kaller dem A, B og C. Det er jeg som stiller spørsmålene, H.

H Vi har jo nå gjennomført et slags oppstartskurs. Det er jo ikke alle som har vert med på alt, men.. hva tenker dere om å gjennomføre noe sånt i starten av 1T?

A Det som vi har hatt nå?

H Ja

A Det er sikkert greit det, å lære litt om GeoGebra og sånn

H Tror du at du lærer GeoGebra på en bedre måte?

B Jeg tror man... altså hvis vi bruker det på tentamen og sånn så er det jo ikke denne typen GeoGebra vi bruker. Vi bruker jo mer.. lærer om funksjoner og.. så det er jo kanskje en litt annen type GeoGebra de bruker i 1T. Så sånn sett så tror jeg det hadde vært lettere hvis du hadde et GeoGebra kurs som introduserte funksjoner og ting som grafer og sånne ting da. Men det hadde sikkert vært fint, jeg vet ikke hvilken type matte man bruker sånn derre sirkler og tegne figurer og ting..

H Jeg tror kanskje der kommer litt inn i R1, men ...

B Jeg tror nesten det er bedre i R1...

H ... men hensikten min er jo ikke egentlig akkurat det du gjør, men å bli kjent med verktøyet, både det med å zoome og gjøre ting synlig å ...

C Det kan jo være litt som sånn derre ... det er jo ikke som å regne de samme oppgavene og sånn ...

H Tenker du på motivasjon?

C Ja, at de får litt lyst til å jobbe med det heller.

B Ja, det er jo veldig greit for å bli kjent med <utydelig>

H Ja, tenkte du ...

B ja, hvis du skal demonstrere en figur da så kan du lage en figur der di kan skrive navn på ...

H Er det andre som har kommentarer eller forslag?

- A Jeg vet ikke
- D Jeg synes det var bra det hun sa
- H Er det noe dere synes er dumt med eventuelt å bruke fire timer på dette i starten av skoleåret?
- B Nei jeg tror det ... vi klarte oss jo ganske greit, og vi hadde jo streiken og det så... men det kommer jo litt an på når første prøve er
- H Ja, at vi selvfølgelig må kjøre det inn i forhold til det og ...
- C Og så må vi lære det som vi på en måte får bruk for på prøvene, og ikke noe helt annet
- H Tenkte du på GeoGebra nå?
- C Ja, at det ikke er på en måte det som vi holder på med
- H Så du føler ikke det er nyttig å gjøre det som vi har gjort nå i forhold til matematikken?
- C Ja, det er ikke så veldig nyttig i forhold til prøver og sånn
- B Nei, det er jo ikke ... vi får ikke bruk for det
- H Nei ikke direkte
- C Nei, så, jeg tenker egentlig at det er viktig at vi øver på det vi skal kunne, og ikke masse annet
- H At du heller ville bruke tiden på det?
- C Ja jeg tror det.
- A Jeg tror det er lurre å starte med GeoGebra. Det er liksom ... vi har jo slitt ganske mye med det...
- B ja
- C Ja og spesielt CAS
- A Så liksom vi må jo bare starte med GeoGebra og CAS, så kan du det og så må du heller bruke det du kan til hvert kapittel etter hvert i stedet for å lære mer og mer etter hvert, da blir det litt sånn at du glemmer litt mer og mer.
- C Ja, for det var mange som tenkte da vi begynte på videregående at okei, GeoGebra har vi hatt så det kan vi, men det er <utydelig> vi brukte nesten ikke CAS på ungdomsskolen.
- H Det er ikke krav til å bruke CAS på ungdomsskolen, det er på videregående ...

- B Jeg tror i hvert fall det at hvis du kan det der om hvordan du setter inn ting i CAS så tror jeg at ... vi har jo ikke pugget hvordan du skal skrive det inn. I hvert fall når jeg satt hjemme og øvde, så måtte jeg finne ut hvordan man skriver inn grader, for det hadde vi liksom ikke ... <bråk> det som ikke står i oppskriften om parenteser og sånn, det er lurt å lære
- C ja
- H At du jobber med det underveis mens du jobber med ...
- B ja
- C ja
- H Min tanke og min ide er at, ja det er jo egentlig å ha et sånn introduksjonskurs som dette i starten. Og min ide med det er at du kanskje kan bli kjent med selve verktøyet uten å ha matematikken først. Bare å bli kjent med knappene, og tegne en linje, tegne en sirkel og det å finne egenskapene, endre på egenskapene og sånn. Men så er tanken videre jo egentlig at vi må bruke GeoGebra og CAS aktivt hele veien. Men det har vi jo ikke tid til, det har dere jo erfart at det er ikke kjempe mye tid å ta, så en kan jo ikke sette av mange timer for å bare jobbe med det. Men å prøve å få i gang et opplegg der i stedet for å bruke fasit for eksempel når en jobber med penn og papir – oppgaver, hvis man da bruker GeoGebra og CAS som fasit.
- A Ja
- H Tror dere dere ville klare å gjort det?
- A Ja, om vi hadde lært å skrive det i CAS ...
- H Ja altså hvis jeg oppfordret deg ikke sant til at jeg synes det er lurt at når du sitter og jobber med de oppgavene som du skal løse med penn og papir
- A Ja
- H I stedet for å bla opp i fasit for å se om du har gjort det riktig, skriv det inn i CAS, for å se om du får samsvar mellom det du har der, i CAS og det du har fått på papiret. Og hvis det er samsvar, så er det jo stor sannsynlighet for at du har gjort riktig.
- A Ja
- B Men det jeg synes var litt vanskelig med disse oppgavene er at du la opp til ting vi har gjort sånn i løpet av året, på grunn av at det jeg synes det er liksom litt vanskelig når jeg skal bruke CAS, så det er jo greit hvis du skal lage en strek, for det kan jeg jo fra før av, å lage en strek i GeoGebra.
- H Ja, ja. Nå er jo ikke dette kurset ideelt for dere, for dere har jo vert gjennom, altså jobbet mye med GeoGebra gjennom det siste året.
- B Ja

H Er det noen andre som har noen flere kommentarer?

A Jeg tror det meste er sagt.