

Masteroppgave i matematikdidaktikk

Interaktive Whiteboard og Geometri

*En studie av en lærers begynnende bruk av interactive whiteboard
i undervisningen av geometri i faget R1 ved en videregående skole*

Av

Magne Revehim

Masteroppgaven er gjennomført som et ledd i utdanningen ved Universitetet i Agder og er godkjent som sådan. Denne godkjenningen innebærer ikke at universitetet inntår for de metoder som er anvendt og de konklusjoner som er trukket.

Veileder:

Simon Goodchild

Universitetet i Agder, Kristiansand

21.05.2008

Forord

Denne masteroppgaven i matematikdidaktikk har jeg skrevet i studieåret 2007 / 08 ved Universitetet i Agder.

Jeg vil her ved benytte anledningen til å takke alle de som har støttet meg gjennom mitt arbeid med denne oppgaven. Mine medstudenter fortjener alle en takk for å ha gjort kontorlokalene som vi har disponert til et trivelig sted å være. Min medstudent Lars Aga fortjener en spesiell takk for et godt vennskap og utallige samtaler om fag og fritid.

Videre vil jeg rette en takk til læreren ved den videregående skolen som jeg gjorde undersøkelser ved. Jeg har satt stor pris på hans samarbeid og vilje til å bruke av sin tid for å sette seg inn i all den nye teknologien. At pensumet også var nytt for anledningen gjorde sitt til at innsatsen bare ble enda mer imponerende. Jeg vil i denne sammenheng også få takke elevene i R1- klassen for at jeg fikk lov til å filme og observere dem i matematikktimene. En ekstra takk går til de av elevene som stilte opp til intervju.

Sist men ikke minst vil jeg takke min veileder, professor Simon Goodchild, for støtte og gode råd gjennom et helt år.

Magne Revheim

Kristiansand, mai 2008

Sammendrag

Temaet for denne masteroppgaven er bruken av Interactive Whiteboard i undervisningen av geometri i faget R1 ved en videregående skole. I denne sammenheng har jeg sett nærmere på en lærers begynnende bruk av denne teknologien i kombinasjon med et dynamisk geometriprogram.

Målet med denne studien har vært å se på hvordan man kan bruke interactive whiteboard for å fremme elevdeltakelse i undervisningen av geometri i faget R1 ved en videregående skole. I denne sammenheng har jeg også sett på hvilke gevinster en slik undervisning kan gi med tanke på muligheter til kommunikasjon, læring og undervisning. Jeg har også sett på utfordringer og krav som læreren møter i sitt arbeid med å ta i bruk den nevnte teknologien i undervisning av geometri.

Studien baserer seg på kvalitativ forskning der jeg har fulgt en klasse bestående av 13 elever og en lærer. Datamaterialet er samlet inn gjennom videoopptak av syv skoletimer og intervju av fem av elevene i tillegg til læreren. Intervjuene ble gjort i etterkant av de observerte timene.

Sekvenser fra observasjonene utgjør en stor del av analysedelen og omhandler i hovedsak lærerens bruk av den interaktive tavlen i kombinasjon med det dynamiske geometriprogrammet samt elevenes respons på undervisningen. Svarene som ble gitt i intervjuene er også en viktig del av dette kapittelet.

Det er i studien identifisert en rekke positive sider ved bruken av interactive whiteboard i kombinasjon med et dynamisk geometriprogram. Blant annet gir bruken av denne teknologien muligheter til å utforske geometriske sammenhenger på en grundig og overbevisende måte.

Bruken av denne teknologien fører også med seg behovet for en omfattende innsats fra lærerens side med tanke på å sette seg inn i bruken av den interaktive tavlen og de pedagogiske forhold som ligger til grunn for en vellykket bruk av verktøyet.

Summary

This thesis focuses on the use of Interactive Whiteboard in the teaching of geometry in relation to the subject R1 at an upper secondary school. In this context I have looked in to matters concerning a teachers beginning use of this technology in combination with a dynamic geometry program.

The purpose of this study has been to discover how the interactive whiteboard can be used to facilitate more active pupil involvement in the teaching/learning of geometry. In this context I have also looked in to how this type of teaching might help to improve the communication, learning and teaching. I have also considered the challenges the teachers faces, and what's requierd of him when working with this kind of technology.

The master thesis is based on a qualitative approach to research. The empirical data includes videotaped lessons and audiotaped interviews. The interviews were conducted at the end of the lessons.

The sequences from the observation make out a large part of the analysis. This part mainly deals with the teacher`s use of the interactive whiteboard in combination with the dynamic geometry program, in adition to the studentes response to the teaching. The answers given in the interviews is also an important part of this chapter.

In this study I have identified many positive aspect concerning the use of interactive whiteboard in combination with a dynamic geometry program. One of my main findings suggests that this technology makes it possible to explore geometrical concepts in a thorough and convincing way.

With the use of this techonlogy it's requiered that the teacher aquiers an extensive understanding of the program, concerning how the interactive whiteboard works, and the pedagogical implications that is the foundation of a succesful usage.

1	Innledning.....	1
1.1	Grunnlag, hensikt og kontekst.....	1
1.2	Meg selv og teknologi.....	1
1.3	Min erfaring med teknologi som elev og lærer.....	2
1.4	Hva kan komme ut av dette studiet?.....	3
1.5	Interactive Whiteboard (IWB).....	4
1.6	GeoGebra.....	5
1.7	Oppbygging av oppgaven.....	7
2	Litteratur.....	8
2.1	IKT i undervisningssammenheng.....	8
2.2	Interactive Whiteboard.....	13
2.3	Dynamiske geometriprogrammer DGP.....	17
2.4	Hvordan læres geometri.....	20
2.5	Oppsummering.....	24
3	Metode.....	25
3.1	Innsamling av data.....	27
3.2	Kontekst.....	28
3.3	Metode for analyse av data.....	29
3.4	Drøfting og kritikk av metode.....	30
3.5	Etiske spørsmål.....	31
3.6	Oppsummering.....	32
4	Presentasjon og analyse av observasjonene.....	33
4.1	Beskrivelse av undervisningsøktene.....	33
4.4	Presentasjon av sekvenser med tekniske utfordringer.....	62
4.4	Presentasjon og analyse av intervjuene.....	68
5	Diskusjon.....	73
5.1	Positive sider ved bruk av IWB.....	73
5.2	Utfordringer og negative sider ved bruk av IWB.....	75
5.3	Nye muligheter for kommunikasjon av matematikk.....	76
5.4	Skolens satsning på IWB.....	77
7	Konklusjon.....	78
8	Pedagogiske implikasjoner.....	80
9	Referanseliste.....	81
10	Vedlegg.....	84
	Vedlegg 1: Forespørsel om å delta i filming og intervju.....	84
	Vedlegg 2: Datareduksjon: observerte timer.....	85
	Vedlegg 3: Transkripsjonsnøkkel.....	93
	Vedlegg 4: Spørsmål til intervju.....	94
	Vedlegg 5: Transkripsjon: Elevintervjuer.....	95
	Vedlegg 6: Transkripsjon: Lærerintervju.....	103

1 Innledning

Dette studiet rapporterer mine undersøkelser av hvordan interactive whiteboard (IWB) kan brukes for å fremme elevdeltakelse i undervisningen av geometri i en videregående skole. Jeg har også sett på mulighetene som bruken av denne teknologien gir både med tanke på læring og undervisning samt de utfordringer og krav som læreren møter i arbeidet med å ta i bruk dette verktøyet. I dette første kapittelet vil jeg si litt mer om grunnlaget for undersøkelsen, hva studiet har til hensikt å finne ut av samt litt om konteksten for studiet. Herunder vil jeg blant annet gi en presentasjon av meg selv og mitt forhold til teknologi. Dette gjør jeg for sette leser inn i de ulike faktorer som bevisst eller ubevisst vil være med på å farge mine vurderinger, tolkninger og konklusjoner. Jeg vil også kort kommentere de andre deltakerne i dette studiet. I tillegg vil jeg i dette kapittelet se nærmere på IWB og det dynamiske geometriprogrammet GeoGebra som til sammen utgjør den teknologien som har blitt brukt i dette studiet. Til slutt vil jeg si litt om mulige resultater.

1.1 Grunnlag, hensikt og kontekst

Interactive Whiteboard er et mye brukt verktøy i den engelske skolen. I følge Kitchen, Finch & Sinclair (2007) har nå 98 prosent av ungdomsskolene og 100 prosent av barneskolene i dette landet slike tavler installert. På bakgrunn av denne omfattende bruken har det i den senere tid også blitt gjort mye forskning der bruken av IWB i undervisningssammenheng har vært temaet. I en artikkel av Smith, Hardman, & Higgins (2006) blir det hevdet at mange forskere har antatt at innføringen av IWB også vil medføre en endring av hvordan elever og lærere samhandler. Undersøkelser viser derimot at tradisjonelle metoder for klasseundervisning ofte består, selv om IWB tas i bruk. I denne sammenheng ønsker jeg å bidra med mine undersøkelser for å finne ut av når og hvordan IWB bør brukes for å fremme engasjement blant elevene, og for å bedre kommunikasjonsmulighetene for både læreren og elevene i undervisningen. Målet er å utnytte de kapasiteter som ligger i denne nye interaktive teknologien.

For å kunne svare på dette spørsmålet har jeg gjennomført en kvalitativ studie der jeg sammen med en lærer fra videregående har planlagt undervisningsøkter med bruk av IWB. Dette arbeidet ble gjort ved at jeg kom med forslag til undervisning som vi sammen reviderte. I forkant av undervisningen hadde vi en rekke møter for å planlegge og for å bli kjent med teknologien som skulle brukes. Vi kom frem til at vi ville prøve å benytte problemløsning som metode for å bidra til en aktiviserende undervisning. Geometri ble etter en gjennomgang av aktuelle emner valgt som tema for undervisningen. Lærerens gjennomføring av disse undervisningsøktene har jeg så filmet, for således å kunne vurdere funn fra disse timene opp mot eksisterende forskningslitteratur. Jeg har også intervjuet lærer og elever i etterkant av undervisningsperioden. Elevene i denne undersøkelsen går i 2. klasse på videregående og har valgt fordypningsfaget R1 som står for Realfag 1. En grundigere gjennomgang av temaene i dette avsnittet vil jeg gi i kapittel 3.

1.2 Meg selv og teknologi

I dette avsnittet vil jeg presentere meg selv og min erfaring med teknologi i den hensikt å gjøre leser kjent med hvilke erfaringer og holdninger som direkte eller indirekte vil kunne påvirke mine vurderinger, tolkninger og konklusjoner.

Ettersom jeg vokste opp på 80-tallet, fikk jeg oppleve hvordan verden var før den digitale revolusjonen kom skikkelig i gang. På 80-tallet var det fremdeles slik at det kun var en kanal

på fjernsynet i Norge, og man måtte stå på venteliste for å få fasttelefon. Når jeg ser tilbake vil jeg påstå at det har vært både spennende og fascinerende å ha tatt del i den teknologiske utviklingen som har funnet sted. Denne utviklingen har jeg hele tiden prøvd å ta del i. Blant annet var jeg tidlig ute med å skaffe meg både personsøker og mobiltelefon.

Når det gjelder bruk av pc var jeg ikke blant de tidligste brukerne. Det var først da jeg begynte på videregående og fikk benytte skolens datamaskiner at jeg virkelig så verdien av denne teknologien. Fordeler vedrørende tekstbehandling med muligheter til å redigere og dermed spare mye tid, var noe jeg særlig ble oppmerksom på. Min tidligere oppfatning av datamaskinene var at de var lite brukervennlige og lette å gjøre feil med. Dette bedret seg ettersom utviklingen av operativsystemene satte fart med Windows 95 og senere utgaver. På denne tiden ble det også tid til spill på pc-en, noe som medførte en forbedret innsikt i pc-ens tekniske spesifikasjoner samt en oppøving av evnen til å løse ulike tekniske utfordringer. Jeg kan her nevne eksempler i form av utfordringer med å sette opp nettverk, oppgradere drivere til skjerm- og lydkort, inntalere og kalibrere utstyr som joystick og reinstallere alt på pcen etter krasj. Per i dag bruker jeg pc og internett jevnlig, både i privat sammenheng og i arbeidet som student. Jeg regner meg på bakgrunn av dette som en oppegående bruker av den nye teknologien og håper å kunne utnytte dette i min fremtid som lærer.

1.3 Min erfaring med teknologi som elev og lærer

Da jeg i 1989 gikk inn i grunnskolen var det bruk av overhead som var det mest teknologisk avanserte med unntak av lommeregneren. Mot slutten av barneskolen fikk vi så vidt benytte pc til å skrive inn noen få setninger. På ungdomsskolen var bruk av pc vanligere. Matematikklæreren min var en mann med sans for ny teknologi. I hans timer tok vi oss derfor av og til en tur innom datalabben der vi gjorde utrekninger ved bruk av Excel. Jeg husker fra disse øktene at læreren måtte svare på mange tekniske spørsmål samt at han brukte videokanon for å vise hva han gjorde på sin pc. I arbeid med prosjektoppgaver fikk vi også benytte pc, samt annen teknologi i form av videokamera og redigeringsverktøy. På denne tiden ble det også vanligere å få lov til å levere arbeider som var skrevet ved bruk av Word eller andre tekstbehandlingsverktøyer. Teknologiens inntog på denne tiden gjorde at jeg som elev fikk forenklet min hverdag med tanke på redigeringsmuligheter i arbeidet med å skrive lengre oppgaver. I matematikktimene fikk jeg gjennom bruken av Excel sansen for det å føre nye områder som regnskap med bruk av regneark og formler. Dette var et emne som tidligere ikke hadde virket like enkelt og morsomt. Undervisningen i forbindelse med teknologi var allikevel ikke optimal etter min mening, ettersom læreren og hans pc i datalabben var plassert et stykke fra tavlen og bildet fra videokanonen. På denne måten ble lærerens mulighet til å oppnå blikkontakt, peke og på andre måter bruke kroppen, redusert.

På videregående skole var bruk av pc nærmest blitt dagligdags. Gjennom faget Bedriftsøkonomi fikk jeg mer erfaring med blant annet Word og Excel. I et teknologifag som jeg valgte i 2. klasse, jobbet vi mye med et databaseprogram som heter Access. Her lærte vi blant annet å bygge opp brukervennlige systemer for administrasjon av for eksempel medlemsregistre. På denne tiden økte bruken av internett voldsomt. På skolen arbeidet jeg blant annet med et prosjekt der vi så på avisenes bruk av internett som nytt medium. For å presentere resultatene av dette og andre skoleprosjekter ble PowerPoint benyttet. Ellers var selvsagt bruk av grafisk kalkulator i form av Texas 82 en dagligdags affære.

Som elev opplevde jeg bruken av grafisk kalkulator og Excel som et stort pluss i arbeidet med å utvikle min forståelse av ulike matematiske emner. Mulighetene til å visualisere og utforske ulike grafer på en rask og effektiv måte er noe av det jeg vil fremheve i denne sammenheng.

Denne teknologien fungerte også som et viktig og effektivt verktøy i arbeidet med å kontrollere egne svar samt å bekrefte eller avkrefte egne antakelser. Jeg tenker her på å finne svar på spørsmål som: kan man ta $0/0$, og er 2^{-2} det samme som $\frac{1}{2}$. Ved å bli i stand til å finne ut av slike ting selv, gikk tempoet i eget arbeid opp, samtidig som læreren ble frigjort til å svare på andre typer spørsmål. Bruken av PowerPoint, internett og Word gjorde det mulig både for meg som elev og for læreren å presentere oppgaver, samle informasjon og bruke bilder og illustrasjoner på måter som tidligere ikke var mulig. Minuset med en mindre pen håndskrift ble også redusert i forbindelse med bruken av tekstbehandlingsprogrammer.

Selv om teknologi økte allikevel en god del i omfang da jeg begynte å studere ved Høgskolen Stord Haugesund og senere Universitetet i Agder. Her har bruk av pc vært selvsagt og dagligdags. I undervisningen har programmer som Grafplotter og Mathematica blitt brukt. Gjennom faget MA-411 Moderne Teknologi i Matematikkundervisningen her ved UiA, har jeg fått innsikt i en rekke programmer som er egnet til bruk i undervisningsammenheng. Vi har også sett på en rekke pedagogiske programvarer. Dette har resultert i at jeg nå har fått øynene opp for hvilke verdifulle resurser som er tilgjengelige for bruk i matematikktimene.

Min erfaring som lærer er noe begrenset ettersom jeg fremdeles er under utdanning. Jeg føler allikevel at jeg har et brukbart bilde av hva som skjer i dagens skole med tanke på teknologi. Gjennom mine år som lærerstudent har jeg hatt praksis og gjort observasjoner i flere barne- ungdoms- og videregående skoler. Min erfaring tilsier at det er store variasjoner i forhold til hvor mye teknologi som benyttes i undervisning av matematikk. Her tror jeg lærerens kunnskap om de ulike programmene er en viktig faktor. Men også skolens materiell og økonomi har mye å si for hva som faktisk er mulig å få til.

Når det gjelder min egen bruk av teknologi i undervisningen har jeg blant annet benyttet meg av internettresurser som følger med de ulike læreverkene. På barne- og ungdomstrinnet har jeg også benyttet pedagogisk programvare i form av ulike spill og lignende. Dette har blitt godt mottatt av elevene som ser ut til å sette pris på konkurransemulighetene og den raske responsen de får når de arbeider med matematikk på denne måten. Lærerne som har veiledet meg har også ytret seg positivt etter å ha sett elevene i arbeid med slike programmer. Når det gjelder den videregående skolen har jeg erfaring med grafisk kalkulator og ulike programmer til pc som for eksempel Excel. Med min eksisterende kunnskaper om de muligheter vi i dag har, og samtidig friske minner fra min tid som elev i den norske skolen, er det derfor med glede og entusiasme jeg ser frem til å gjøre denne undersøkelsen med Interactive Whiteboard og GeoGebra.

1.4 Hva kan komme ut av dette studiet?

I forbindelse med denne oppgaven ønsker jeg å se nærmere på hvordan man kan bruke IWB for å fremme elevdeltakelse og utnytte potensialet som ligger i bruken av denne teknologien i undervisningen av geometri i faget R1 i en videregående skole. En av grunnene til at jeg har valgt dette temaet, er fordi jeg ønsker å bli en bedre lærer. For å kunne bli det må jeg være i stand til å kommunisere med og engasjere mine elever. Gjennom å variere undervisningsmetodene og bruke teknologiske hjelpemidler på rett sted til rett tid, håper jeg å kunne få til en god undervisning. Når jeg nå skal se nærmere på bruken av IWB i forbindelse med undervisning av matematikk, er et av mine mål at jeg skal kunne komme med gode vurderinger av når og hvordan dette verktøyet kan brukes for å oppnå en engasjerende undervisning som utnytter de interaktive mulighetene som ligger i verktøyet. Jeg ønsker altså å kunne si noe om hva som kreves for å unngå at den interaktive tavlen kun brukes som et

dyrt lerret for framvising av tekst og bilder. Dette innebærer en granskning av hvordan innføringen av denne teknologien påvirker lærerens situasjon med tanke på blant annet behovet for kunnskap og erfaring. Det blir også viktig å se på hvilke undervisningsformer som egner seg i arbeidet med å oppnå faglig engasjerte elever, få til god kommunikasjon og skape god læring og undervisning i et klasserom der en interaktiv tavle benyttes. På bakgrunn av disse undersøkelsene ønsker jeg å kunne komme med verdifull informasjon til nytte for de som vurderer om IWB er noe å satse på.

Jeg er i utgangspunktet positiv til bruk av ny teknologi i undervisningssammenheng samtidig som jeg mener at man ikke skal hoppe på det første og beste man ser bare fordi det virker spennende og har et innbydende ytre. Mitt førsteinntrykk av IWB er at dette er et verktøy som virkelig kan engasjere elever og gjøre matematikktimene til en spennende og interessant opplevelse der elevene får helt nye muligheter til å delta og kommunisere sine tanker og hypoteser til læreren og medelever. I denne sammenheng vil jeg også se på om lærerens muligheter til kommunikasjon blir forbedret. Jeg vil også prøve å finne ut av hvilke matematikkfaglige gevinster bruken av slik teknologi kan gi.

En annen ting jeg håper å få et svar på er hva dagens elever tenker og mener om teknologi i skolen. Utviklingen skjer i et rivende tempo. Jeg lurer derfor på om disse videregående skole-elevne finner andre måter å bruke verktøyet på, eller om de har tanker om hvordan og når denne teknologien bør brukes.

På bakgrunn av ønskene som nevnt over med tanke på hva som kan komme ut av denne studien, har jeg formulert følgende forskningsspørsmål:

- Hvordan kan interactive whiteboard brukes for å fremme elevdeltakelse i undervisningen av geometri i faget R1 ved en videregående skole?
- Hvilke gevinster kan bruken av interaktive whiteboard i kombinasjon med et dynamisk geometriprogram gi med tanke på muligheter til kommunikasjon, læring og undervisning av geometri?
- Hvilke utfordringer og krav møter læreren i sitt arbeid med å ta i bruk interactive whiteboard i kombinasjon med et dynamisk geometriprogram?

Gjennom utprøving av IWB og GeoGebra og intervjuer i etterkant av dette, håper jeg å kunne få svar på disse spørsmålene.

1.5 Interactive Whiteboard (IWB)

IWB består av en interaktiv trykkfølsom tavle/lerret, som vist på bildet under, som er tilknyttet en videokanon og en datamaskin. Videokanonen sørger for at bildet som vises på skjermen til PC-en også vises på den store interaktive tavlen. Denne tavlen vil i et klasserom ofte være plassert på deler av eller ved siden av krittavlen. Brukeren av dette verktøyet vil kunne operere PC-en gjennom å berøre den interaktive tavlen med fingrene, en penn eller andre typer utstyr. I dette systemet er det altså brukerens pekefinger som fungerer som datamus. På denne måten slipper læreren å sitte ved PC-en som i mange tilfeller er plassert i en viss avstand fra selve tavlen. Gjennom å bruke en slik interaktiv tavle vil læreren være plassert der hvor elevene har rettet blikket, noe som betyr at læreren kan peke og på andre måter kommunisere med elevene.

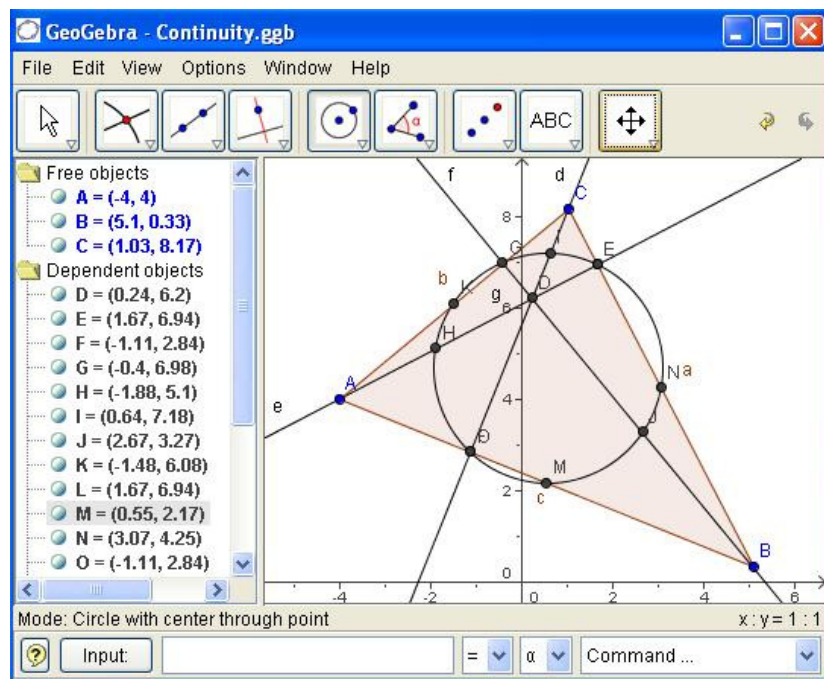


Figur 1.1 - IWB vises frem på messe. Bildet er hentet fra Wikipedia.

I tillegg til å kunne vise og gjøre alt som man kan gjøre på en vanlig datamaskin vil man med IWB også kunne gjøre opptak av det som blir gjort på tavlen. Disse opptakene kan lagres og deretter gjøres tilgjengelige for elevene. Dette betyr at elever som trenger å repetere, eller elever som har vært borte fra undervisningen, får anledning til å studere innholdet fra disse timene på egenhånd. Opptakene vil også kunne brukes i forberedelser til prøver og eksamener. I stedet for å ta opp sekvenser, kan læreren velge å "ta bilder" av tavlen for å benytte disse i tilbakeblikk og oppsummeringer på slutten av timen eller for å besvare spørsmål fra elevene. Disse bildene vil da bli lagret i et program ved navn Notebook, som har likhetstrekk med det mer kjente presentasjonsprogrammet PowerPoint. Et undervisningsopplegg som læreren har produsert vil selvsagt kunne lagres og benyttes igjen ved en senere anledning. I tillegg til mulighetene til å produsere egne undervisningsopplegg og dele disse med andre lærere, finnes det ulike resurser på internett som kan brukes. De forskjellige produsentene av interaktive tavler arbeider hele tiden med å utvikle egne programmer og utstyr beregnet på IWB-bruk. Det finnes blant annet utstyr som gjør det mulig for eleven å stemme over ulike alternativer på tavlen, ikke ulikt flere av dagens underholdningsprogrammer på TV.

1.6 GeoGebra

GeoGebra er et dynamisk geometriprogram der det også er lagt inn muligheter til å utforske grafer og funksjoner i planet. Navnet på programmet er satt sammen av ordene geometri og algebra.



Figur 1.2 – GeoGebra versjon 2.7. Bildet er hentet fra Wikipedia.

I 2001 begynte østerrikeren Markus Hohenwarter arbeidet med å utvikle programmet sammen med Yves Kreis fra Luxemburg. Arbeidet med å utvikle og forbedre programmet foregår fremdeles. I mellomtiden har programmet vunnet en rekke priser, blant annet European Academic Software Award i 2002, International Free Software Award category Education i 2005 og Austrian Educational Software Award i 2006.

På figuren ovenfor vises et skjermbilde fra Geogebra versjon 2.7. Det spesielle med dette og lignende dynamiske geometriprogrammer er mulighetene til å ta tak i hjørnene eller andre punkter på figuren og dra i disse. Figuren vi da forandre seg og man får muligheten til å utforske et uendelig antall varianter av figuren der egenskapene blir bevart. Slik testing av konstruksjoner kan fungere godt i arbeidet med å vise og overbevise elever om validiteten av matematisk teori. En fare kan her være at elevene ser på dra-testen som sidestilt med bevis, noe den jo selvsagt ikke er. GeoGebra har i tillegg til den dynamiske geometridelen en del som muliggjør utforskning og visning av grafer. Disse grafene kan også gjøres dynamiske ved for eksempel å legge inn glidebånd slik at de ulike variablene i en funksjon kan forandres.

I følge Markus Hohenwarter bør all undervisning i prinsippet være gratis. Derfor har han valgt å ikke ta betalt for programmet. GeoGebra kan derfor lastes ned gratis ved å gå til www.geogebra.org. Her finnes også en norsk versjon av programmet som også er gratis. Læreverket Sinus, som benyttes ved skolen som jeg skal gjøre undersøkelser ved, har laget et utvalg med GeoGebra-filer som ligger klare til bruk på internett. Ved å benytte disse i undervisningen behøver ikke læreren å bruke tid på å lage dem selv.

1.7 Oppbygging av oppgaven

Etter dette introduksjonskapitlet følger kapittel 2 der jeg vil presentere relevant litteratur innen kategoriene læring av geometri, informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) i undervisningen, dynamiske geometriprogrammer og til slutt interactive whiteboard. I kapittel 3 gir jeg en beskrivelse av hvilke metoder jeg har brukt og hvorfor jeg har brukt disse. Kapittel 4 er analysekapitlene der jeg i første del vil presentere observasjonene fra undervisningsøktene, for deretter å se på intervjuene med læreren og elevene.

I det påfølgende diskusjonskapitlet vil jeg så se på hva mine funn sier i forhold til den teorien som jeg har presentert i teorikapitlet. Jeg avslutter oppgaven med kapittel 7 og 8 som inneholder henholdsvis konklusjon og pedagogiske implikasjoner.

2 Litteratur

I denne studien er Interactive Whiteboard og dynamisk geometri sentrale temaer. I dette kapitlet vil jeg derfor først presentere teori som sier noe om bruken av IKT generelt i skolesammenheng, før jeg spesialisere og ser på hva litteraturen sier om bruken av IWB innen samme område. Ettersom geometri ble valgt som tema for undervisningen i de observerte timene, har jeg videre sett på bruken av dynamiske geometriprogrammer. Til slutt vil jeg presentere et utvalg av forskningslitteraturen som sier noe om hvordan barn og unge lærer geometri.

2.1 IKT i undervisningssammenheng

I dette avsnittet vil jeg presentere et utvalg av den litteraturen som tar for seg IKT i skolesammenheng. Ettersom noe av mitt fokus har vært rettet mot en lærers begynnende bruk av teknologi, har jeg også prøvd å finne litteratur som kan være med på å belyse dette temaet.

I den nye norske læreplanen for skolen, Kunnskapsløftet, blir digital kompetanse beskrevet som en av totalt fem grunnleggende ferdigheter som elevene skal tilegne seg innenfor alle fag. Om bruk av digitale verktøy i matematikk står det følgende:

”Å kunne bruke digitale verktøy i matematikk handler om å bruke slike verktøy til spel, utforskning, visualisering og publisering. Det handler om å kjenne til, bruke og vurdere digitale hjelpemiddel til problemløsning, simulering og modellering. I tillegg er det viktig å finne informasjon, analysere, behandle og presentere data med høvelege hjelpemiddel, og vere kritisk til kjelder, analysar og resultat.” (Kunnskapsdepartementet, 2006)

Det blir hevdet av Krumsvik (2006) at vi i Norge har et pressende behov for å utforske bruken av teknologi i skolesammenheng av flere årsaker. For det første omgir vi oss med mye teknologi i dagliglivet, noe som igjen har ført til en massiv bruk av teknologi blant den oppvoksende generasjon. I tillegg har man opplevd vanskeligheter med å integrere og utnytte teknologi i undervisningssammenheng. I dagens skole er det derfor en uoverensstemmelse mellom visjoner, som de i kunnskapsløftet, og realiteten når det gjelder IKT- bruk.

I Krumsvik (2005) beskrives en case studie der målet var å se på hvordan IKT kan bli en integrert del av undervisningen. Denne studien var en del av PILOT: Prosjekt innovasjon i læring, organisasjon og teknologi. Over en periode fra våren 2000 til høsten 2003 ble forandringsprosesser ved Godøy skole observert i forbindelse med innføringen av et verktøy kalt Tema Web. I samme periode ble det innført daglige 90 minutters studieperioder for elevene. I disse periodene skulle elevene arbeide med både vanlig skolearbeid og lekser med utgangspunkt i individuelle arbeidsplaner. Som metoder i forbindelse med innsamling av data ble det gjennomført observasjoner og dokumentgranskning samt at lærere og elever ble intervjuet.

Tema Web (<http://www.temaweb.net>) kan beskrives som en internettportal for fagene historie, norsk, musikk og kunst og håndverk, der elevene blant annet får tilgang til faktsider, læreplaner, lyd og video. I arbeidet med å utvikle dette verktøyet samarbeidet lærere fra de forskjellige fagene. Hensikten var her å bli enige om hvordan fagene skulle bli presentert samt hvordan elevene skulle arbeide blant annet med tanke på tverrfaglighet og selvstendighet. Den nye organiseringen av skoledagen med daglige 90 minutters studieperioder ble gjennomført for å få frem aktive elever, bedre elevdeltakelse, øke samarbeidet mellom lærer og elev og skape andre lærer-elev-roller.

I forbindelse med intervjuer i etterkant av innføringen av den nye teknologien kom det frem at intern IKT- opplæring og pedagogisk-, holdningsmessig- og emosjonell støtte ble gitt av kollegaer, ledelsen, foreldre og prosjektledere gjennom hele PILOT perioden. Denne interne støtten viste seg å være avgjørende for å oppnå suksess.

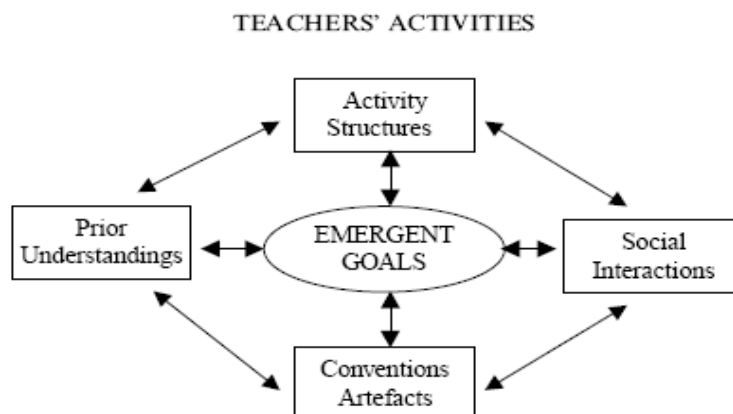
Det kom også frem at lærerne først etter tre år anså Tema Web for å være en integrert del av skolens struktur. Da problemer oppstod i denne perioden fungerte rektor ved skolen som en megler. I denne rollen forhandlet hun mellom ulikt praktiserende lærere og gav sine ansatte nok rom og tid til å diskutere ulike utfordringer.

Når det gjelder studieperiodene har disse til dels forandret organiseringen av skoledagen ved den omtalte skolen. Elevene har fått tilgang til og støtte fra lærere samt en fordelaktig arena for bruk av IKT i læringsprosessen. Disse periodene har imidlertid også ført til diskusjoner og spenninger mellom lærere med ulike oppfatninger. Man kan allikevel kanskje si at disse diskusjonene har bidratt til en utvikling av konseptet.

I konklusjonen blir det hevdet at implementeringen ved Godøy skole først lyktes da skolen klarte å reorganisere seg selv, og ikke bare la IKT på toppen av eksisterende praksis. Flere strukturelle forandringer må på plass samtidig for å sikre suksess, og det er viktig at både skoleledelse og lærere arbeider sammen i denne prosessen. (Krumsvik, 2005)

Monaghan (2004) rapporterer i sin artikkel om en studie der 13 lærere fra sju engelske videregående skoler deltok. Disse lærerne som alle hadde liten erfaring med bruk av IKT i undervisningen, skulle i løpet av et år gå over til en betydelig bruk av IKT. I forkant av starten på dette året kom lærerne og forskerne sammen en hel dag. På denne dagen ble teknologi i skolesammenheng diskutert og lærerne fikk demonstrert og selv prøvd ut en rekke matematiske programmer. Etter denne dagen møttes teamet tre ganger i løpet av undervisningsåret. Disse møtene varte i en halv dag hver. Temaet på disse møtene var lærernes erfaringer i forbindelse med egen undervisning. Programmene som ble brukt og diskutert var regneark (Excel), det grafiske programmet Omnigraph og ulike kalkulatorer, samt algebraprogrammet Derive og geometriprogrammet Geometers`Sketchpad. Prosjektet hadde til hensikt å utforske lærernes timeplanlegging, interaksjon i klasserommet, bruk av skrevet støttemateriale samt mulige utfordringer.

Av metoder for innsamling av data ble det benyttet observasjon utført av forskere, ukentlige journal- oppføringer der lærere informerte om timeplanlegging, lærer- og elevintervjuer og videofilming av totalt fire timer per lærer spredt over hele året. Det ble i denne sammenheng filmet minst en time med hver lærer der teknologi ikke inngikk. Alle lærerne var spesialiserte matematikklærere i statlige skoler med begrenset erfaring med hensynt til tidligere bruk av IKT i undervisningen. I sin analyse av lærernes IKT bruk benyttet Monaghan (2004) seg av Saxes modell. En kort beskrivelse av denne følger på neste side.



Figur 2.2.1. Saxes four parameter modell.

Saxes modell har *oppdrukkende mål* i sentrum for fire parametere. Med ”emergent goals” (Monaghan, 2004, s 333) menes her små, nærmest ubevisste mål som dukker opp i undervisningssammenheng. Parameteren *aktivitetsstrukturer* viser i forbindelse med matematikkundervisning til de oppgaver og aktiviteter som benyttes. I denne sammenheng hører også selve timens struktur med. Som et eksempel på struktur kan det her nevnes en time der man gjennomgår oppgaver i fellesskap for deretter å gå over til individuelt arbeid.

Parameteren *sosial interaksjon* henspiller på forholdet mellom deltakerne, i dette tilfellet lærere og elever, og hvordan dette forholdet virker inn på deltakernes mål. *Konvensjoner og artefakter/verktøy* viser i studien til Monaghan (2004) til software og hardware som ble brukt i undersøkelsen. Den siste parameteren *tidligere forståelse* viser her til den pedagogiske, institusjonelle og matematiske kunnskapen som lærerne bringer med seg inn i undersøkelsen.

Monaghan (2004) valgte så å studere lærernes aktiviteter ved bruk av Saxes modell. Under temaet aktivitetsstrukturer, kom det frem at alle de 13 lærerne hadde svært lik struktur på timene uten teknologibruk: Læreren viste eksempler fulgt av oppgaveløsning i bøkene og en oppsummering eller gjennomgang mot slutten av hver slik sekvens. I timene med bruk av teknologi var det en større variasjon i struktur og mange av læreren følte også et behov for å benytte andre oppgaver enn de i bøkene. Disse nye oppgavene var ofte åpne og med forskjellige mulige fremgangsmåter i kontrast til bok- oppgavene som ofte var kortere og med ett riktig svar. Tre av lærerne valgte en fremgangsmåte lik den uten teknologi.

Vedrørende lærernes tidligere forståelse viste det seg at de alle var enige om at elever lærer fakta og bygger opp ferdigheter og prosesser gjennom å i praksis benytte disse i løsning av problemer. Lærerne hadde også en klar oppfatning av hvordan timer uten bruk av teknologi skulle gå for seg, og brukte derfor mindre tid på planlegging av disse. Timene med bruk av IKT derimot ble planlagt i detalj, noe som også tok mye tid. Bruken av tid ble av de involverte forklart blant annet med mangel på erfaring. Når det gjaldt den matematiske kunnskapen viste det seg at bruken av teknologi ikke avslørte svakheter ved lærernes kunnskaper selv om noen nye utfordringer dukket opp.

I sin analyse av verktøyene som ble brukt kom det frem at det å finne frem til riktig program til riktig tid var viktig for å oppnå rett fokus. Tilgangen til verktøy spilte også en viktig rolle med tanke på hvordan timene ble sendt ut. Lærere som måtte booke datalabb viste tendenser til å planlegge ”all or nothing` computer- based lessons” (Monaghan, 2004, s 341). Det viste

seg videre at lærerne la tekstboken til side og laget egne oppgaver som skulle sikre at elevene trykket på de riktige knappene i forbindelse med IKT- bruk.

Med fokuset rettet på sosial interaksjon ble det avdekket at lærerne i timer med IKT brukte betydelig mindre tid på undervisning av klassen i plenum, sammenlignet med undervisning uten bruk av IKT. Dette skyldes blant annet at noen av lærerne følte at de måtte utnytte tiden når de først hadde booket et rom med IKT - utstyr. Andre så bruk av teknologi som en anledning til å forandre sin vannte praksis. Det ble også observert at når elevene arbeidet i par i timer uten teknologi henvendte som regel læreren seg til en av elevene. I timer med teknologi henvendte læreren seg derimot til begge elevene i paret. Dette ser ut til å være en viktig generell forskjell og relaterer seg til det faktum at teknologi ofte ikke bare er et verktøy for å utføre matematikk, men også for å uttrykke matematikk. Ut over dette var det ingen felles trekk med hensyn til sosial interaksjon i de observerte teknologitimene. Monaghan (2004) oppsummerer her med at han ikke kan se at læreren var på vei mot å adoptere noen ny roller som for eksempel likeverdig utforsker.

Monaghan (2004) konkluderer med at innføring av teknologi i undervisningen er et komplekst foretakende uavhengig av om læreren synes at overgangen er enkel eller ikke, og at dette er noe som ledere og lærerutdannere bør ta hensyn til. IKT i undervisningen krever forberedning av datafiler, samt balansering mellom penn og papir- oppgaver og oppgaver beregnet til bruk i forbindelse med digitale verktøy som DGP. Ved bruk av Saxes modell får man en helhetlig måte å se på læreres bruk av teknologi på.

Kompleksiteten ved innføring av IKT i undervisningen er noe som også blir kommentert av Laborde (2007). Hun hevder under overskriften "The role of the teacher" (Laborde, 2007, s 236) at den siste tids fokus på bruk av teknologi i undervisningen har vist at det å integrere IKT ikke er en enkel oppgave og at lærere kanskje begrenser teknologiens potensial i den hensikt å beholde kontrollen i klasserommet. Hun viser så til Tapan (2003) som sier at læreren må ha fire typer kunnskap: Matematisk kunnskap, kunnskap om verktøyet, didaktisk kunnskap om matematikk og didaktisk kunnskap om verktøyet.

Laborde (2007) nevner også flere positive sider ved bruken av IKT i undervisningen. Digitale verktøy gir brukeren tilgang til en større mengde handlinger sammenlignet med et penn- og papirmiljø. De gir også brukeren umiddelbar tilbakemelding på det som blir gjort. En annen fordel som nevnes er alle de mulige variantene man har tilgjengelig med tanke på presentasjon av datamateriale. Muligheten til å bevege på ulike punkter i dynamiske geometriprogrammer trekkes her frem som et eksempel på den forandring som teknologi kan bringe med seg med tanke på representasjon i forbindelse med matematisk aktivitet. "The machine offers the possibility of seeing mathematical objects behaving mathematically," (Laborde, 2007, s 230) forutsatt at brukeren klarer å tolke de som vises på skjermen. Teknologi gir også anledning til å gjennomføre et stort antall beregninger og utregninger som tidligere ikke var mulig med tanke på bruk av tid.

I sin artikkel rapporterer Goos, Galbraith, Renshaw & Geiger (2003) fra en studie over tre år der data ble samlet inn fra fire ungdomsskoleklasser fra to offentlige og en privat skole i en stor australsk by. Elevene som deltok var på trinn elleve og tolv, som tilsvarer de to siste årene på ungdomsskolen. Alle skolene hadde tilgang til datamaskiner med generiske programmer som for eksempel regneark, og matematiske programmer i form av graf-programmer og lignende. Noen av klassene hadde også tilgang til grafiske kalkulatorer. De resterende klassene hadde tilgang til vanlige kalkulatorer.

Metodene som ble benyttet i forbindelse med datainnsamling var deltakende observasjon, spørreundersøkelser samt videoopptak av skoletimer. Det ble filmet minst en time hver uke for hver klasse. Elevene som deltok svarte på spørreskjemaer som ble gitt ut i begynnelsen og slutten av trinn elleve, etter ett år med teknologibruk og på slutten av trinn tolv. I tillegg ble det foretatt lydopptak av individuelle og gruppevise intervjuer.

I arbeidet med å illustrere og beskrive hvordan teknologi ble brukt i undervisningen, kom Goos et al. (2003) frem til fire metaforer. "Technology as master" (Goos et al., 2003, s 77) er første metafor og henspeiler på elever og lærere som har begrenset teknisk kompetanse. I spørreundersøkelsene vedgikk elevene at mangel på kunnskap kan medføre ulemper i arbeidet med matematikk. I tillegg til tekniske utfordringer viste det seg at elevene kan bli avhengige av teknologien hvis de ikke har nok matematisk kunnskap til å vurdere riktigheten av svarene som de får fra en pc eller kalkulator. En av lærerne løste sin mangel på teknisk innsikt ved å benytte seg av en elev med denne innsikten. Selv om han av og til brukte slike løsninger førte allikevel hans mangel på kompetanse til motvilje med tanke på å ta i bruk teknologi i undervisningen.

"Technology as servant" (Goos et al., 2003, s 78) er neste metafor og viser til teknologi som blir brukt som en rask og pålitelig erstatning for kalkuleringer i hode eller ved bruk av penn og papir. I denne sammenheng rapporterte elevene om fordeler i form av rask og effektiv utregning, hjelp og støtte ved store utregninger, redusering av regnefeil og en bedret kontroll av egne utregninger. For læreren er teknologi en tjener hvis den benyttes til støtte for eksisterende pedagogisk praksis.

Med "Technology as partner" (Goos et al., 2003, s 79) menes kreativ bruk av teknologi som øker makten elevene har over egen læring, for eksempel gjennom å gi tilgang til nye oppgaver eller nye måter å tilnærme seg allerede kjente oppgaver. En elev uttalte i denne sammenheng: "It helps us to explore concepts in greater depth." (Goos et al., 2003, s 79). Teknologi kan også opptre som partner ved å bidra til å legge til rette for elevers presentasjon og utforskning av matematiske antakelser.

Siste metafor er "Technology as extension of self" (Goos et al., 2003, s 80) og henspeiler på brukere som inkorporerer teknologisk ekspertise som en naturlig del av deres matematiske og/eller pedagogiske repertoar. Fra en lærers perspektiv vil en som selv lager kursprogrammer som støtte til et integrert program i undervisningen være et eksempel på det å operere på dette nivået. Elever vil på samme nivå ta i bruk et utvalg teknologiske resurser for å underbygge et matematisk argument. Teknologien vil her fungere som en utviding av individets matematiske evner. I et sitat fra en elev heter det at "[Technology] allows me to expand my mind because I know I have the power to do complex techniques." (Goos et al., 2003, 80).

Observasjonene fra denne undersøkelsen viser at bruken av kalkulatorer og PCer kan legge til rette for kommunikasjon og deling av kunnskap både i individuelle og situasjoner og der klassen er samlet. Dette gjaldt særlig i de tilfeller der teknologien ble brukt som partner eller utvidelse av selvet. Læreren egen pedagogiske overbevisning er i denne sammenheng avgjørende for hvordan teknologien blir brukt. En av de kanskje største utfordringene for læreren ligger i følge Goos et al. (2003) i å organisere samarbeidende utforskning slik at kontroll med teknologien, og den matematiske argumentasjonen den støtter, blir delt med elevene.

Ettersom bruken av teknologi i mange tilfeller representerer introduksjonen av noe nytt, kan man oppleve at dette nye blir møtt med en viss motstand. Kilpatrick & Davis (1993) kommenterer dette under overskriften ”Computers and Curriculum Change in Mathematics” (s. 203). Her blir det hevdet at forslag til endring av pensumet i matematikk kan møte motstand fra lærere som ikke bare har vært med på tidligere endringer som har ført til skuffelser, men som også kan synes at det blir stadig vanskeligere å undervise i matematikk. I det moderne amerikanske samfunnet vil mange elever også klare seg gjennom livet uten å yte noe ekstra i skolesammenheng. Denne holdningen kan også forekomme hos lærere som derfor ser liten verdi i å oppdatere seg med tanke på nye pedagogiske fremgangsmåter og nytt pensum. Aktiviteter der elever bruker PCer i arbeidet med å utforske matematiske sammenhenger stiller store krav til læreren som må være ajour med det som eleven holder på med, og samtidig være i stand til å gi svar når elevene trenger hjelp. Både lærere og elever må altså være villige til å ta utfordringen både med tanke på innsats og risiko for få til en vellykket implementering av nye elementer som IKT.

I tillegg til dette kan skolen i mange tilfeller beskrives som en institusjon styrt av en omfattende rekke lover, regler og reguleringer. Selv om undervisning ikke er byråkratisk i den forstand at alle aktiviteter styres av sentrale regler, så er allikevel hver lærer styrt av visse fastsatte normer for undervisning. Det kan derfor være vanskelig å gå fra et vedtak om bruk av teknologi, til en faktisk forandring av praksis. I følge Kilpatrick & Davis (1993) blir dages lærere hele tiden fortalt hvordan de bør forandre det de driver med. For å unngå å bli overveldet av disse ofte motstridende meldingene, utvikler mange lærere ”protective armor.” (s. 211). Enkelte velger å ignorere oppfordringene mens andre ser etter om det finnes gode argumenter for å forandre sin praksis.

2.2 Interactive Whiteboard

Jeg vil i denne delen presentere et utvalg av den litteraturen som omhandler IWB i undervisningssammenheng. Fokuset har her vært på å identifisere gode bruksmåter samt positive og negative sider ved bruken av denne teknologien.

Bruken av interactive whiteboard i skolesammenheng er ikke særlig utbredt her i landet, men stadig flere skoler tar nå i bruk teknologien. (www.udir.no). Et land som ligger foran oss i denne sammenheng er England. I følge British Educational Communications and Technology Agency, Becta, hadde 100 prosent av barneskolene IWB installert i 2007 mot 39 prosent i 2002. Gjennomsnittelig antall slike tavler per skole ble i de samme årene rapportert til å være henholdsvis 8 og 0,7. I 2007 hadde 98 av de britiske ungdomsskolene IWB installert. Gjennomsnittelig antall tavler per skole i 2002 og 2007 var henholdsvis 3,5 og 22,3. (Kitchen, Finch & Sinclair, 2007). Et tidsskrift som presenterer erfaringer og tips om blant annet bruken av IWB, er Micromath. I disse artiklene presenterer lærere og forskere sine praktiske erfaringer med bruken av IWB i undervisningssammenheng. Her følger noen utdrag fra perioden 2002-2007.

Micromath

Edwards m.fl. (2002) fremhever at IWB gir muligheter til å benytte internett i klasserommet. En av lærerne som det her refereres til benyttet et nett-spill av typen ”Vil du bli millionær” med spørsmål fra matematikkens verden. Læreren fikk på denne måten engasjert hele klassen samtidig som han også fikk innsikt i elevenes progresjon samt mulige misoppfatninger og svakheter. En fordel med IWB, er at verktøyet gjør det mulig å benytte bilder og illustrasjoner som man finner på internett, i følge Edwards.

Ball (2003) omtaler i sin artikkel lærerens muligheter til å lage og skrive ned spørsmål og/eller informasjon i forkant av timene slik at tempoet i undervisningen kan økes samtidig som presentasjonen får et mer profesjonelt preg. Lærerens fokus kan samtidig flyttes over på elevene. I denne sammenheng vises det til at læreren kun trenger å trykke på tavlen for å få frem neste spørsmål, noe som igjen bidrar til at alt fokus kan rettes mot klassen. Det nevnes videre at tavlen også kan vise en mengde ulike programmer som for eksempel simulering av terningkast. Tempoet er mye høyere, materialet blir presentert på en god måte og lærerens fokus er rettet mot elevenes respons i stedet for at han eller hun må tenke på, eller skrive ned neste spørsmål på tavlen. Det vedkjennes at forberedelsene tar tid, men det ferdige undervisningsopplegget kan brukes igjen og av andre lærere.

Miller (2003) refererer til egen undervisning med temaet "Finding and predicting areas of squares"(s. 33) Dette er et tema som han har undervist i tidligere, både med og uten IWB. Han nevner en rekke fordeler ved bruk av IWB. Blant annet synes han at det blir lettere å ta i bruk farger i forbindelse med ulike visualiseringer. Administreringen av timen blir også lettere samtidig som mindre tid blir sløst bort når det kommer til skifte av tema i timene. Han synes også at det ble lettere å få frem elever for å tegne eller skrive på tavlen. Videre kan feil som gjøres kan lett fjernes. For både læreren og elevene er det også en fordel at man har mulighet til å gå tilbake for å vise noe en gang til, gjennom å se på lagrede skjermbilder. Til slutt nevnes muligheten til å skrive ut eller på annen måte distribuere en kopi av timen til de av elevene som gikk glipp av timen.

Jones (2004) plukker ut følgende poenger etter en gjennomgang av IWB-relatert forskningslitteratur:

- "Encourages more varied, creative and seamless use of teaching materials."
- "Engages pupils to a greater extent than conventional whole-class teaching, increasing their enjoyment and motivation."
- "Facilitates pupil participation through the ability to interact with materials." (s. 5)

Videre i sin oppsummering av forskningslitteraturen blir viktigheten av lærerens kompetanse fremhevet og omtalt som "a key aspect of classroom interactivity." (s. 5)

Merrett og Edwards (2005) gjennomførte et prosjekt der de blant annet så på IWBs muligheter i forbindelse med emner fra geometrien på 7. trinn. De opplevde en bratt læringskurve for læreren, og erfarte viktigheten av å ha en back up plan i møte med tekniske problemer. Læreren konkluderer at selv om det var tidkrevende å forberede interaktive timer, var tilbakemeldingene fra elevene så positive at det var verdt arbeidet. IWB blir omtalt som et godt medium for å skape klasse-diskusjoner.

Tanner og Jones (2007) stiller spørsmålet "how interactive is your whiteboard?" (s. 37) Her kommer det frem at lærere ofte begynner å bruke denne teknologien på en lite interaktiv måte. "(...) during the early stages, technology is often assimilated into existing approaches with only superficial changes in practice."(s. 39) Innføringen av IWB i skolesammenheng gir allikevel store muligheter for spennende og interaktiv undervisning i følge Tanner og Jones. Kompleksiteten i det å gå over til slik undervisning må allikevel ikke undervurderes. For effektivt å kunne bruke dette verktøyet kreves det mye mer enn bare teknisk trening.

Bell, Jones, King, Nichol森 & Pinks (2007) fikk i løpet av sitt siste år ved Warwick University i oppgave å planlegge og gjennomføre matematikkundervisning i en 6. klasse. De

benyttet IWB og temaet var ulike geometriske figurer. Studentene konkluderte i etterkant av undervisningsøkten med at de kanskje var litt for ivrige etter å få elevene til å komme opp til tavlen i timene. Bare fordi barna kan bruke tavlen, så betyr ikke det at de må gjøre det. Det viste seg at elevene syntes det var like interessant å følge med på tavlen selv om det var læreren som styrte bruken. Studentene sier videre at det vil være nyttig for læreren å sette av tid til å "leke" og bli kjent med verktøyet og alle de muligheter som finnes, i forkant av undervisningen. Hjelp og støtte fra en person med erfaring er til stor hjelp i denne fasen. "(...) the more time that is spent experimenting with and using the board the more valuable its use becomes." (Bell et. Al., 2007, s. 29)

Som vi ser av disse utdragene fra Micromath, er det mulig å peke på en rekke positive sider ved bruken av IWB. Samtidig viser det seg at det å bruke tavlen på en måte som utnytter alle egenskapene ved den, kan være utfordrende. Det kan på bakgrunn av denne raske gjennomgangen se ut til at lærerens kunnskaper og handlinger er av stor betydning for å oppnå en vellykket interaktiv undervisning. I de påfølgende avsnittene tar jeg for meg hva den øvrige forskningslitteraturen sier om IWB i undervisningssammenheng.

Annen litteratur

Miller & Glover (2007) rapporterer om en studie der de så på innføringen av IWB i sju engelske ungdomsskoler. Selve forskningen ble utført over en periode på to semestre etter at utstyret hadde kommet på plass. Tavlene ble hovedsakelig installert våren 2005. Alle klassene ble besøkt i løpet av de første ukene etter installasjonen, og deretter tidlig i januar 06. Det ble i løpet av de første besøkene gjort opptak av 42 hele matematikktimer. Tallet for januar-besøkene var 46 timer. I denne sammenheng varierte antall videofilmede timer per lærere mellom en til tre. I forbindelse med skolebesøkene ble det også gjennomført gruppediskusjoner der fire til sju lærere deltok og der det ble brukt et strukturert diskusjonsskjema for å sikre en konsekvent gjennomføring. 22 lærere deltok i både første og andre semester.

Ved å gjennomføre denne studien har de kommet fram til at måten innføringen av den nye teknologien foregår på i hovedsak kan deles inn i følgende tre kategorier: Innført med et minimum av IWB-trening, installert med en generell teknisk og pedagogisk introduksjon eller installert i kombinasjon med en kontinuerlig oppfølging og veiledning fra en rådgiver eller det som omtales som en "missioner" (Miller & Glover, 2007, s. 319) En missioner er i dette tilfellet definert som en lærer "who not only understands the technology but also has the ability to see how it could be used to advantage and frequently develops software to meet a variety of learning situations that convince both teachers and students of pedagogic advantage." (Glover, Miller, Averis & Door, 2005, s. 157) I skoler der sistnevnte strategi med tett og personlig oppfølging av læreren har funnet sted, har man observert en hurtigere utvikling mot en interaktiv undervisning. En effektiv undervisning med bruk av IWB krever en kontinuerlig profesjonell utvikling samt personlig veiledning der både IWB-teknikker og pedagogisk praksis inngår. (Miller & Glover, 2007).

Beauchamp (2004) kommer med en lignende konklusjon etter å ha gjort undersøkelser i en barneskole i England. Denne skolen hadde nettopp flyttet inn i nye bygninger som var spesielt tilrettelagt for bruk av teknologi. Over en periode på to dager observerte forskeren en serie med timer undervist av sju lærere. Notater ble tatt under observasjonene og aktuelle temaer ble diskutert gjennom ustrukturerte intervjuer i etterkant av timene. Lærerne hadde på dette tidspunktet varierende grad av generell IKT-kompetanse, men felles for dem alle var at IWB var nytt.

I startfasen etter at lærerne hadde lært det grunnleggende som tegning og skriving begynte lærerne å ta i bruk tekstfiler og lignede som ville ha tatt lang tid å skrive opp på en vanlig tavle. Tavlen ble i hovedsak brukt som en stor dataskjerm med det resultat at det ble lite interaktivitet. Selv om dette ikke kan regnes for å utnytte tavlen maksimalt, bidro allikevel denne bruken til et høyere tempo samt at læreren fikk mulighet til å ha øyekontakt med elevene i mye større grad enn ved bruk av en vanlig tavle. Ved at læreren kun trenger å trykke på tavlen for å gå videre, får han eller hun tid til å fokusere på selve undervisningen og styringen av klassen. For å komme seg videre fra dette stadiet kreves det at man er en sikker PC- bruker. En av lærerne uttalte at "it helps if you're a confident [computer] user otherwise you're trying to get the grips with too many things at a time and it can be a bit frightening." (Beauchamp, 2004, s. 334).

På bakgrunn av sine undersøkelser konkluderer Beauchamp (2004) blant annet med at det å investere i IWB også bør medføre en investering i forbereding og kursing av lærere med tanke på teknisk kompetanse og klasseromspedagogikk. I startfasen kan kursing av større lærergrupper være nyttig, men læreren trenger etter hvert tid til å integrere det han har lært inn i sin praksis. I denne fasen må det erkjennes at tempoet i forbindelse med den enkeltes progresjonen vil variere. Det er derfor nødvendig å møte den enkelte med støtte og fleksibilitet. (Beauchamp, 2004)

Becta er et statelig organ som har til hensikt å fremme utviklingen av IKT- bruk i skolesammenheng. Forkortelsen står for British Educational Communications and Technology Agency. Noen av de viktigste fordelene ved bruk av IWB i følge Bectas (2004) gjennomgang av forskningslitteratur, kan oppsummeres slik:

- "More opportunities for interaction and discussion in the classroom, especially compared to other forms of ICT." (Gerard et. al., 1999 sitert i Becta, 2004, s 25)
- "Greater opportunities to integrate ICT in lessons while teaching from the front of the class." (Smith, 2002 sitert i Becta 2004, s 25)
- "Teachers are able to share and re-use materials, reducing workloads." (Gover & Miller, 2001 sitert i Becta, 2004, s 26)
- "Students are able to cope with more complex concepts as a result of clearer, more efficient and more dynamic presentation." (Smith, 2001 sitert i Becta, 2004, s 26)
- "Students can be more creative in presentations to their classmates, increasing self-confidence." (Levy, 2002 sitert i Becta, 2003, s 26)

De to siste punktene blir også poengtert av Beauchamp og Parkinson (2005). De hevder at IWB representerer en stor kapasitet når det gjelder lærerens muligheter til illustrere og forklare. Det samme gjelder også for elevene. En slik forandring i pedagogisk praksis vil kunne være til hjelp når det gjelder å gi elevene muligheter til å ta mer ansvar for egen og andres læring, samt at det kan være til hjelp for læreren i arbeidet med å vurdere om læringsmål har blitt nådd. I arbeidet med å gjøre bruken av IWB mest mulig interaktiv, foreslår Beauchamp og Parkinson (2005) å benytte problemløsning som metode.

Smith, Hardman & Higgins (2005) gjennomførte i perioden 2003-04 en undersøkelse der 184 undervisningsøkter i 5. og 6. klasse ble observert. Målet var å undersøke IWBs innvirkning på samspillet mellom lærer og elever i det som omtales som "whole class teaching" (s. 454). Det viste seg at økter med IWB medførte mer undervisning i plenum og mindre gruppearbeid. I disse timene ble det også stilt flere åpne spørsmål og elevene kom med flere svar. Tempoet i timene med IWB var høyere, men det viste seg at svarene som ble gitt av elevene i disse timene var kortere sammenlignet med timer uten bruk av IWB. Det viste seg videre at antallet

elevpresentasjoner økte det første året med IWB, en effekt som ikke varte inn i år to. Muligheten for elever til å presentere og diskutere sine arbeider kan derfor være en kortsiktig gevinst hevder Smith et al. Det ble ikke rapportert om noen forskjell mellom kjønnene i forhold til deltakelse sammenlignet med undervisning uten IWB. På bakgrunn av blant annet disse funnene, blir det hevdet at IWBs inntreden i klasserommet ikke automatisk medfører en fundamental forandring i undervisningen av klassen i plenum. "Traditional patterns of whole class interaction persist despite the emphasis on interactive whole class teaching in the national strategies and the introduction of IWBs in the English primary school classroom." (S. 455).

Smith et al. (2005) hevder videre at hvis lærere skal kunne utvikle en ny pedagogisk praksis i forbindelse med bruken av IWB, så vil det være nødvendig med utvidede muligheter til å tenke ut nye ideer og teste ut ny praksis. Dette bør skje i en kontekst der tilbakemelding fra en erfaren kollega blir mulig. "Observation, coaching and talk-analysis feedback" (Smith et al., 2005, s. 455) nevnes i denne sammenheng som gode verktøy for å oppnå en profesjonell utvikling.

Lærerens opparbeiding av selvtillit i arbeidet med IWB ble også et av temaene i Levys (2002) rapport vedrørende studien til to av hennes masterstudenter. Metoder brukt i dette studiet omfattet observasjon, intervjuer, bruk av spørreskjema og gruppediskusjoner. Sytten klasseromsobservasjoner ble utført ved to forskjellige ungdomsskoler og der flere forskjellige fag inngikk. Disse timene ble etterfulgt av totalt 11 intervjuer med lærerne og spørreskjema til 286 elever. Etter å ha studert svar fra spørreundersøkelsen ble det utført gruppediskusjoner med elevene. Ved begge skolene var IWB nylig innført og både lærere og elever var derfor i begynnerfasen vedrørende bruken av den nye teknologien.

I svarene fra elevene fremkom det at 85 prosent av elevene likte bruken av IWB i klasserommet. Store deler av de resterende 15 prosentene var stort sett nøytrale, i stedet for negative, i sin vurdering. Tilbakemeldingene tydet også på at mange av elevene kunne tenke seg å bruke tavlen selv og de satte pris på muligheten til å vise sine arbeider til andre i klassen. En rekke andre positive sider som hurtigere tempo, tilgang til informasjon og læringsressurser samt gode muligheter for engasjerende og morsom undervisning er blant momentene som ble nevnt av både elever og lærere. Andre positive sider som nevnes er mulighetene for læreren til å gi mer effektive forklaringer, På den negative siden blir blant annet mangel på kunnskap om bruken av verktøyet nevnt som en verdireducerende faktor. Tekniske problemer og dårlig utnyttelse av kapasiteten nevnes også som negativt. Levy (2002) antyder at en betydningsfull og tidlig investering av resurser bør gjøres for å oppnå suksess. Med dette menes innkjøp av mange nok interaktive tavler samtidig med at det blir gitt nok tid og støtte slik at læreren får anledning til trening og utvikling.

2.3 Dynamiske geometriprogrammer DGP

Temaet for undervisningen i forbindelse med denne studien ble i samarbeid med læreren ved den videregående skolen bestemt å være geometri. I undervisningsopplegget har vi derfor benyttet IWB i kombinasjon med programmet GeoGebra. Sistnevnte er et dynamisk geometriprogram som gjør det mulig å utforske både geometri og algebra. Selve programmet og mulighetene som dette gir har jeg beskrevet i kapittel en. I det kommende avsnittet gir jeg derfor, på bakgrunn av overnevnte forhold, et innblikk i noe av den forskningslitteraturen som omhandler dynamiske geometriprogrammer generelt.

Når det gjelder software brukt i matematikkundervisning og som tema for forskning, har dynamiske geometriprogrammer vist seg å være blant de mest populære i følge Battista (2007). Bruken av Cabri, som er et slikt program, ble av Mariotti (2001) observert over en periode på to år. I dette studiet deltok tre klasser fra niende til tiende trinn ved tre forskjellige ungdomsskoler. Selve forskningsprosjektet ble utført gjennom et nøye samarbeid mellom forskere og lærere der alle involverte deltok i planleggingen av de ulike undervisningssekvensene. Analysen ble utført på grunnlag av innsamlede data i form av notater fra direkte observasjon, elevens protokoller og transkripsjoner av gruppediskusjoner.

På bakgrunn av dette hevder hun blant annet at slike programmer vil være et revolusjonerende verktøy for å utvikle forståelse av geometri. Hun sier videre at bruken av DGP ser ut til å gjøre utforskningen av geometriske konfigurasjoner samt meningsfulle antakelser lettere tilgjengelig for elever. På den annen side er enkelte bekymret for at DGP skal svekke bevisets rolle i undervisningen på videregående trinn. Dette begrunnes med at elevene nå kan bruke dra og målefunksjonene som den dynamiske programvaren tilbyr, til å teste ut uendelig mange variasjoner av et fenomen på kort tid. I følge Mariotti (2001) kan denne tendensen kanskje reduseres ved at læreren bruker programmets verktøy på en gjennomtenkt måte. Når en elev begynner å bruke en DGP som Cabri, er hele den euklidske geometrien tilgjengelig. "The richness of the environment may emphasize the ambiguity about intuitive facts and theorems and may constitute an obstacle to the choice of correct elements of the deductive chain of a proof." (Mariotti, 2001, s. 263) Dette kan motvirkes gjennom å tilpasse hvilke funksjoner som skal være tilgjengelig i menyen til geometriprogrammet.

I et dynamisk geometriprogram som GeoGebra vil man kunne utføre de samme konstruksjonene som også lar seg utføre med passer og linjal. Forskjellen ligger i at man i etterkant kan ta tak i f. eks hjørnene på en figur og trekke i disse. Dermed vil figuren forandre seg, men egenskapene vil fortsatt være de samme. I følge Laborde (2007) gir slik teknologi et godt innblikk i det generelle ved en figur eller et konsept og representerer en helt ny måte å få denne innsikten på. Det samme mener Battista (2007) som omtaler DGP som et verktøy som forbedrer arbeidet med geometri. Dette begrunnes med at individer får anledning til å utforske geometriske ideer på måter som er veldig forskjellige, og sannsynligvis bedre, enn utforskning med penn og papir. Slike programmer gjør det mulig å undersøke et stort antall eksempler samt at dynamisk bevegelse også innlemmes i utforskningen.

De nye mulighetene som teknologien gir gjennom dynamisk utforskning og ulike grafiske fremstillinger, skaper gode forutsetninger for å anvende en utforskende tilnærming i undervisningen (Laborde, 2007). I denne sammenheng er det viktig å være klar over at denne nye undervisningen stiller nye krav til både lærer og elev. I tillegg til matematisk kunnskap kreves det også innsikt i og kunnskap om hvordan denne nye teknologien fungerer. Det å undersøke om en konstruksjoner består dra- testen er ikke bare et spørsmål om å kunne bevege musen eller å velge punktet som skal bevegges. Det er også "a question of understanding that a diagram in dynamic geometry is characterized by a set of invariant relationships and not by its visual appearance." (s. 231). Bruk av dra- funksjonen for kontroll av konstruksjoner krever at elevene entrer den teoretiske geometriverdenen. Mange elever fra mellomtrinnet og opp til videregående har derimot et empirisk syn på geometrien. (Laborde, 2007)

Ruthven, Hennessy & Deaney (2007) har gjennomført en undersøkelse der de så på læreres bruk av dynamisk geometri i den engelske ungdomsskolen. På bakgrunn av fokusgruppediskusjoner ved elleve forskjellige skoler ble fire eksempler på suksessfull

praksis i forbindelse med bruken av dynamiske geometriprogrammer valgt i den hensikt å studere disse nærmere. Disse elleve skolene som dannet grunnlaget for utvalget, var alle offentlige skoler der implementering av IKT allerede ble ansett som suksessfull. Metoder som ble benyttet i denne studien var fokusgruppediskusjoner med opptak av lyd, observasjon av fire eksempler på god bruk av dynamiske geometriprogrammer, samt intervjuer i etterkant av disse sekvensene.

Selv om ideen med å benytte dynamisk geometri for å gjennomføre det som omtales som "guided discovery" (s. 1) viste seg å være utbredt, ble det identifisert viktige forskjeller i praktisk gjennomføring. Dette skyldtes blant annet at pensumlitteraturen ikke er blitt utviklet med tanke på bruk av DGP. Det blir derfor opp til hver enkelt lærer hvordan han eller hun ønsker å benytte den nye teknologien. Med guided discovery, eller styrt oppdagelse, menes her en mer eller mindre lærerstyrt økt der klassen eller enkeltelever gjennom manipulering av geometriske figurer oppdager kjente matematiske sammenhenger. Dynamisk geometri ble blant annet verdsatt for muligheten til å la elevene arbeide enklere, raskere og mer nøyaktig med figurerer. I tillegg slipper elevene å miste fokuset fra viktige momenter i undervisningen ettersom det ikke blir nødvendig å tegne. Etter en undervisningsøkt der sentral og periferivinkle inngikk som tema, uttalte en av de intervjuede lærerne at "the students find it very difficult to believe if they don't see it on the computer(...) And yet when you're dragging it round this circle using Cabri...it just gets that they start to believe a lot more and they are more convinced of its truth." (Ruthven et al., 2007, s. 10).

Ruthven et al. (2007) konkluderer med at bruken av dynamiske geometriprogrammer må integreres i pensum hvis dynamisk geometri skal gå fra å være et marginalt tilskudd til eksisterende praksis, til å bli en integrert del av en fornyet praksis i det matematiske klasserom. Dette temaet blir også diskutert av Zbiek, Heid, Blume & Dick (2007). Argumentet som her nevnes, og som taler for å ta med teknologi i pensum, peker på tilgangen som teknologi gir til emner som tidligere ikke har vært inkludert. De nye mulighetene som her blir nevnt er mulighetene til å få frem et stort antall eksempler eller representasjoner, interaktivitet og tilgjengeligheten til disse representasjonene. "Representational fluency" (s. 1192) er et uttrykk som forskere har brukt i denne sammenheng. Uttrykket refererer til samhandlingen mellom elev og representasjon samt elevens anledning til å ta med seg informasjon fra en representasjon til den neste og på denne måten utvide informasjonen. Inkludert i uttrykket er mulighet til å trekke ut informasjon fra ulike representasjoner av samme matematiske emne og å generalisere.

Når det gjelder fordelene med styrt oppdagelse kommenteres også dette av Zbiek, Heid, Blume & Dick (2007). I sin omtale av bruken av kognitive verktøy, som for eksempel dynamiske geometriprogrammer, erkjennes det at for å oppnå eventuelle læringsmål bør læreren fokusere og organisere denne bruken. Dette begrunnes blant annet med at eleven ofte har mange mulige veier å gå i arbeidet med utforskning av matematiske sammenhenger. Ved å benytte fri utforskning som metode kan matematiske ideer som av læreren eller lærebokforfatteren blir sett på som sentrale mål for undervisningen forbigås på grunn av alle de muligheter som teknologiske verktøy gir.

Zbiek et al. (2007) argumenterer videre for at det kan se ut til å være en sammenheng mellom lærerens pedagogiske praksis og valg av teknologisk verktøy. Det refereres i denne sammenheng til en studie utført av Ruthven og Hennessy (2002) der resultatene kanskje peker i retning av at lærerne favoriserte en eller annen form for utforskning som metode og derfor valgte et verktøy som i størst mulig grad muliggjorde denne utforskningen.

2.4 Hvordan læres geometri

Ettersom geometri ble valgt som tema for timene som jeg har filmet og observert, velger jeg her å gi et kort innblikk i noe av den litteraturen som omhandler læring og undervisning av geometri. Jeg har her valgt å fokusere på den delen av teorien som blant annet kan si noe om konsekvenser for kommunikasjon mellom lærere og elever.

Geometri er et komplekst og sammenbundet nettverk av konsepter, måter å resonnerer på og representasjonssystemer som er laget for å danne seg et bilde av og analysere fysiske og imaginære romlige omgivelser. I denne sammenheng er det først og fremst former og rom som utforskes med utgangspunkt i formelle konseptuelle systemer. (Battista, 2007).

I løpet av 1950 tallet kom de to nederlandske lærerne Diana og Pierre van Hiele fram til teorien som omtales som van Hieles "Levels of Geometric Thought." (Clements & Battista, 1992, s 426) I følge denne teorien, som etter omfattende forskning har fått sin anerkjennelse, utvikler elevers geometriske tenkning seg gjennom flere ulike stadier. Disse nivåene er slik at hvis en elev skal fungere tilfredsstillende på et av de høye nivåene, må vedkommende først komme seg gjennom de lavere nivåene. Læring blir her sett på som en diskontinuerlig prosess der de ulike stadiene har en oppbygning som er både hierarkisk og sekvensiell. (Clements & Battista, 1992). I Battista (2007) er de seks forskjellige nivåene beskrevet slik:

- Nivå 0, Pre-recognition: Eleven er i stand til å identifisere figurer som hele enheter, i form av for eksempel trekkanter og firkanter, men kan ikke skille dem på bakgrunn av egenskapene til disse figurene.
- Nivå 1, Visual: Elevene identifiserer og håndterer geometriske figurer, men er sterkt avhengige av å ha figurer å sammenlikne med. Nivå 2, Descriptive/analytic: Elevene kan kjenne igjen og karakterisere former og figurer med utgangspunkt i egenskapene til disse.
- Nivå 3, Abstract/relational: Elevene er nå i stand til å se sammenhenger som følger av egenskapene til en geometrisk figur. De vil også være i stand til å vurdere hva som er tilstrekkelig når det gjelder betingelser, samt kunne forstå logiske resonneringer og av og til komme med slike selv.
- Nivå 4, Formal deduction: Elevene evner nå å etablere teoremer innenfor et aksiomatisk system.
- Nivå 5, Rigor/metamathematical: Elevene på dette høyeste nivået tenker og argumenterer ved hjelp av formell matematikk. Geometri kan behandles abstrakt på et høyt nivå selv uten bruk av eksempler. Elevene kan sammenlikne ulike aksiomatiske systemer.

I følge Clements & Battista (1992) har forskning fra både USA og resten av verden bekreftet at van Hiele nivåene er nyttige i arbeidet med å beskrive utviklingen av elevers geometriske konsepter. Det ser videre ut til at utvikling fra et nivå til det neste er mere avhengig av undervisningen og lærerens påvirkning enn alder og biologisk modning. På spørsmål om det er diskontinuitet mellom disse nivåene, referer Clements & Battista en rekke forskere som argumenterer både for og i mot. Særlige vansker med å klassifisere elever i forbindelse med nivå to og tre, har resultert i at enkelte forskere mener det bevist at modellen ikke er diskontinuerlig.

I en studie utført av Burger & Shaughnessy (1986) ble van Hieles nivåer undersøkt nærmere. Totalt ble 45 elever fra fem skoledistrikter i totalt tre stater i USA intervjuet. Elevene var spredt fra 1. klasse til siste året på videregående skole i den hensikt å dekke alle nivåene i van Hieles teori. Forskerne ytret videre et ønske om en lik fordeling mellom kjønnene. Ut over dette ble elever i kategorien middels til sterk valgt ut av de samarbeidende lærerne i studien. Totalt fire forskere utførte så intervjuene som hadde en varighet på mellom 40 til 90 minutter. I forbindelse med disse intervjuene fikk elevene åtte oppgaver der temaet var tegning, identifisering, sortering og resonnering vedrørende geometriske former og figurer. Dataene fra disse intervjuene bestod av lydopptak og notater. Av totalt 45 intervjuer ble 14 av disse gransket i detalj. Her ble to opptak fra hvert trinn trukket ut. Tre forskere gjennomgikk deretter hvert av de 14 opptakene.

Av disse undersøkelsene kom det blant annet frem at van Hieles nivåer er nyttige i arbeidet med å beskrive elevers tenkeprosesser i forbindelse med oppgaver om mangekanter. Studien viste også at det å danne seg et bilde av et konsept innen geometri i mange tilfeller kan være en tidkrevende prosess som krever spesifikk undervisning. Det viste seg at en rekke av ungdomsskoleelevene som ble intervjuet hadde mangelfulle begreper om grunnleggende geometriske figurer og deres egenskaper. Et spørsmål ble stilt vedrørende hvordan disse elevene skal kunne resonnerer formelt med tanke på former og figurer. Denne observasjonen kan kanskje forklare noe av den frustrasjon som både elever og lærere møter i geometriundervisningen etter som man risikerer at flere av elevene ikke har gode nok grunnkunnskaper til å være i stand til å gjenoppdage den Euklidske geometrien. I studien til Burger & Shaughnessy (1986) viste det seg også at elever som var på forskjellige stadier ordla seg på forskjellige måter og brukte ulike problemløsningsstrategier i arbeidet med oppgavene som de ble presentert for. Det samme fenomenet vil også kunne oppstå mellom lærer og elever som opererer på forskjellige nivåer og vil kunne resultere i missoppfatninger og motløshet i følge Burger & Shaughnessy (1986). I denne sammenheng vil det være viktig for læreren å være klar over at elever kan bruke ord og uttrykk fra geometrien uten å ha et fullstendig eller korrekt meningsinnhold.

Clements & Battista (1992) refererer til Suydam (1985) og Usiskin (1982) og hevder at mange elever som har studert formel geometri allikevel befinner seg på nivå 0 til 2. Nesten 40 prosent fullfører videregående under nivå 2. Siden mange elever ikke har utviklet nivå 3-tenkning, kan dette bety at disse ikke vil ha noe utbytte av ytterligere arbeid med formel geometri ettersom elevenes kunnskaper og informasjonen i bøkene vil ha en ulik organisering.

Når det gjelder hvordan undervisningen av geometri bør foregå blir det av Clements & Battista (1992) vist til van Hieles modell som også inneholder "phases of instruction." (s 430). I arbeidet med å gå fra et nivå til det neste er det eleven selv som avgjør når tiden er moden for avansement. Her spiller, som nevnt tidligere, modning og biologiske forhold en mindre rolle enn lærerens og pensumets påvirkning. Det er i denne sammenheng de fem undervisningsfasene kommer inn i bildet. Her følger en kort beskrivelse av hver av de fem fasene:

- Fase 1, Informasjon: Her blir elevene kjent med temaet. Ved at læreren gjennomfører en kartleggende diskusjon får han eller hun innsikt i elevens oppfatninger og kan dermed komme med oppklarende informasjon.

- Fase 2, Guidet orientering: I denne fasen blir elevene kjente med objektene som de geometriske ideene bygger på. Det vil her være viktig å la elevene aktivt få utforske disse objektene. Læreren fungerer her som en guide som legger til rette for denne orienteringen.
- Fase 3, Tydeliggjøring: Elevene blir bevisste på sammenhenger og begynner å utdype egen intuitiv kunnskap. Bruk av egne og matematiske ord i arbeidet med å beskrive blir nå mulig. Lærerens rolle er her å lede diskusjonen omkring geometriske ideer, mønstre og forhold, ved bruk av elevenes språk. Når elevene har demonstrert forståelse kan læreren bringe inn relevant matematisk terminologi.
- Fase 4, Fri orientering: Elevene løser oppgaver med utgangspunkt i kunnskap ervervet i tidligere faser. De orienterer seg selv og utnytter sammenhenger i problemløsning. Lærerens rolle er her å sørge for å gi oppgaver med flere mulig løsningsalternativer, oppfordre elevene til refleksjon med tanke på egne løsningsstrategier samt introdusere ny terminologi og nye problemløsningsprosesser der det er nødvendig.
- Fase 5, Integrering: Elevene bygger opp en oppsummering av alt de har lært om et objekt og integrerer kunnskapen i et koherent nettverk. Lærerens rolle er å oppfordre elevene til å reflektere og befeste sin geometriske kunnskap. De befestede ideene blir så inkludert i og organisert som formell matematikk. Når fase 5 er fullført har man oppnådd et nytt tankenivå innen emnet som har blitt studert.

Rent hypotetisk må elevene bli ledet av læreren gjennom alle de fem fasene for å gå fra et nivå innen geometrisk tenkning til det neste. Når det gjelder forskning på denne sammenhengen mellom nivåer av tenkning og undervisningsfaser så er ytterligere forskning svært tiltrengt i følge Clements & Battista (1992). Noen som allikevel har sett på dette temaet er Fuys, Geddes & Tischler (1988).

I sin avhandling presenterer Fuys et al. (1988) en studie over tre år der fokuset ble satt på van Hieles modell for læring av geometri. Prosjektet hadde blant annet til hensikt å finne ut av hvilke nivå 6. og 9. klassinger lå på med tanke på geometrisk tenkning, og om disse elevene hadde potensial til avansement og hvilke utfordringer de møter i denne sammenheng. Et annet mål var å finne ut av om lærere på 6. og 9. trinn kan læres opp til å identifisere de nevnte nivåene i forbindelse med elvers tenkning og geometrien i pensumlitteraturen. De ønsket også å analysere pensumlitteratur i lys av van Hieles modell.

For å besvare det første spørsmålet ble det produsert moduler bestående av undervisningsaktiviteter og vurderingsoppgaver inneholdende spesifikke nivådeskriptorer. Disse modulene tok for seg egenskaper ved firkanter, sammenhengen mellom vinkler i mangekanter, og areal av firkanter. Disse modulene ble pilot-testet i forkant av neste trinn i prosessen som var kliniske intervjuer med elever. I forberedelsene til disse intervjuene ble også skjemaer med sjekklister, kriterier for vurdering av kommunikasjon osv laget. Med dette som utgangspunkt ble 16 elever fra 6. klasse og 16 elever fra 9. klasse intervjuet. I dette arbeidet ble hver elev intervjuet av en forsker i seks til åtte 45 minutters sekvenser der man gjennomgikk de forberedte modulene. Disse sekvensene ble filmet, og elevene ble gitt et lite honorar. Det innsamlede materialet ble så analysert i tre faser med ulike forskere i hver fase.

På bakgrunn av disse undersøkelsene viste det seg at to av 9. klassingene var nivå 0 tenkere. Disse hadde et begrenset vokabular. De tok også avgjørelser på et "looks like"(Fuys et al. 1988, s 134) grunnlag. Sju av 9. klassingene ble karakterisert som nivå 0 tenkere på vei mot nivå 1. De fleste her hadde behov for å få en repetisjon av grunnleggende geometriske konsepter, men noen klarte allikevel å nærme seg nivå 2 gjennom blant annet oppsummering av argumenter. De resterende sju 9. klassingene ble karakterisert som nivå 1 tenkere. Disse hadde et hensiktsmessig språk og viste innsikt ved å følge argumenter gi forklaringer og viste dermed også tegn på nivå 2 tenkning. På bakgrunn av disse observasjonene ble det identifisert en rekke faktorer som kan forklare en eventuell mangel på progresjon fra et nivå til det neste:

- mangel på nødvendig kunnskap
- dårlig vokabular/mangel på presist språk
- mangel på forståelse av hva som blir forventet av dem
- mangel på erfaring med resonnering og forklaring
- mangelfulle eller upassende aktiviteter i arbeidet med å fremme progresjon
- for lite tid til å assimilere nye konsepter og erfaringer
- for fokusert på pugging
- ikke refleksjon over egen tenking

De elevene som viste mest fremgang mot et høyere nivå var som regel systematiske og fleksible i sin fremgangsmåte. De var videre villige til å akseptere forandringer, innse når de hadde feil og reflektere over hvorfor. I tillegg til dette viste de evne til å finne alternative løsninger i arbeidet med problemløsning.

For å svare på spørsmålet vedrørende lærere og deres evne til å bruke van Hieles nivåer ble det gjennomført individuelle videofilmede intervjuer der åtte lærerstudenter og fem lærere deltok. I de første to timene av intervjuet gikk lærerne gjennom et utvalg aktiviteter hentet fra undervisningsmodulene. Deretter ble van Hieles nivåer beskrevet av intervjueren og et utvalg av videoene fra intervjuene med elevene ble studert etterfulgt av. I siste del fikk lærerne se et utvalg av pensummaterialet som de skulle evaluere med hensyn til van Hieles nivåer. De fikk også se videoopptak av elever som gjorde geometrioppgaver og ble bedt om å kommentere nivået av geometrisk tenkning som disse elevene viste. De yrkesaktive lærerne ble i tillegg bedt om å kommentere verdien av aktivitetene i modulene med tanke på bruk i vanlig undervisning. Både lærerstudenter og lærere mottok honorar for deltakelsen i prosjektet.

Av funn i forbindelse med analysen av disse intervjuene kom det frem at utdanningen til lærere og studenter innen geometri hadde vært preget av pugging og memorering. Fuys et al. (1988) hevder på bakgrunn av dette at et hovedpoeng for lærerutdanningen bør være å fremme lærere som verdsetter matematikkens deduktive natur. Deltakerne var videre enstemmige i sin verdsettelse av bruken av visuelle konkreter i arbeidet med å utvikle geometriske konsepter for elever i 6. til 9. klasse. De så også nytten av å benytte van Hieles nivåer i arbeidet med å vurdere nivået i egen klasse og i forhold til pensummateriale.

Funnene viste også at elevenes geometrikunnskaper var preget av pugging og memorisering. Dette er ugunstig ettersom elevene viste tendenser til å glemme eller blande sammen memorert informasjon. Bruken av denne informasjonen i praktiske sammenhenger var også utfordrende. Dette at geometri er noe å utforske, oppdage og forklare i stedet for å pugge er noe som kan utvikles allerede ved nivå 0, i følge Fuyes et al. (1988).

2.5 Oppsummering

I dette kapitlet har vi sett at innføring og praktisk bruk av IKT i klasserommet kan beskrives som et komplekst anliggende. Det er mange utfordringer som læreren må ta tak i, men det er også store gevinster å hente hvis implementeringen av teknologi blir gjort på en gjennomtenkt måte. I undervisningen av geometri ved hjelp av teknologi må man også ta hensyn til hvordan elever lærer geometri på det generelle plan. Det viser seg at for mange elever kan manglende kontroll over grunnleggende definisjoner, ord og uttrykk være en hindring for faglig utvikling. Det vil derfor være av interesse å variere språket og de metoder som brukes i arbeidet med å gå fra et nivå innen geometrisk tenkning til det neste.

I det neste kapitlet vil jeg ta for meg de metoder som jeg har brukt i mine undersøkelser av en lærers begynnende bruk av IWB og GeoGebra i 2. klasse ved en videregående skole. Her vil jeg blant annet se nærmere på noen av de metodene som jeg har beskrevet i dette kapitlet og som jeg har brukt som inspirasjon med tanke på egen fremgangsmåte.

3 Metode

I dette kapittelet vil jeg presentere de metodene som jeg har brukt og samtidig prøve å begrunne mine valg. Mitt mål er å finne ut av hvordan interactive whiteboard kan brukes for å fremme elevdeltakelse i undervisningen av geometri i faget R1 i en videregående skole. I denne sammenheng vil jeg se på hvilke nye muligheter og utfordringer som bruken av den nye teknologien gir. Gjennom en granskning av disse punktene håper jeg å kunne komme med et nyttig innspill i arbeidet med å utvikle den pedagogisk praksis innenfor nevnte fagområde.

Å kunne komme med begrunnede uttalelser innenfor disse områdene gir en rekke utfordringer ettersom undervisning må kunne omtales som et komplekst anliggende der en rekke ulike faktorer spiller inn. I undervisningssituasjonen møtes lærere og elever som alle er forskjellige. I tillegg varierer skolene i størrelse og i tilgangen på resurser. Det å finne ut av hvordan man kan danne seg et realistisk bilde av denne komplekse verdenen, vil derfor være et viktig punkt for meg å fokusere på i min lesning av litteratur. En annen utfordring man møter i arbeidet med skolerelatert forskning er utfordringen med å dokumentere det som observeres. Her tenker jeg særlig på kroppsspråk, gestikulering og tonefall, som kan være av betydning i en undervisningssituasjon. I denne sammenheng vil jeg se etter metoder som gjør det mulig å bevare disse uttrykkene slik at jeg i ettertid kan granske disse. På samme måte vil samtaler og arbeidet på tavlen være viktige elementer å få med. I denne undersøkelsen vil det være av særlig betydning å dokumentere hvordan den interaktive tavlen blir brukt og hvilke effekter denne bruken gir. Det vil også være av interesse å finne ut av hvilke tanker som lærer og elever sitter igjen med etter å ha opplevd bruken av IWB.

Av forskere som har arbeidet med liknende problemstillinger kan jeg nevne Wood & Ashfield (2008) som undersøkte hvordan IWB kanskje kan støtte og forbedre pedagogisk praksis i forbindelse med undervisning av hele klasser i lesing, skriving og matematikk. For å finne ut av dette gjennomførte de en case studie der observasjon, feltnotater og individuelle intervjuer i etterkant av undervisningsøktene inngikk som metoder. En liknende taktikk med observasjon og intervjuer i etterkant ble valgt av Ruthven, Hennessy & Deane (2007) da disse ønsket å studere bruken av dynamiske geometriprogrammer i skolesammenheng. En grundigere gjennomgang av metodene finnes i kapittel to.

Disse metodene er også aktuelle for meg ettersom jeg gjennom observasjon og føring av feltnotater får anledning til å ta del i undervisningen og notere det som skjer i klasserommet. Ulempen ved denne metoden er at jeg kun får med meg det som jeg oppfatter som interessant der og da, og at muligheten til å gå tilbake for å granske enkelthendelser og hente ut ny informasjon ikke vil eksistere. Ved et eventuelt fokusskifte i min oppgave vil derfor mye av det innsamlede materialet i verste fall ha feil fokus. Når det gjelder bruken av intervjuer ser jeg helt klart at dette kan være aktuelt for meg, ettersom jeg blant annet ønsker å finne ut av hva læreren og elevene synes om bruken av IWB. Ved å gjøre disse intervjuene individuelt i stedet for gruppevis unngår man at en persons mening blir gjeldende for alle. Målet er å få frem ærlige og personlig meninger. Et punkt man må være klar over i denne sammenheng vil være muligheten for at intervjuobjektet bevisst eller ubevisst sier ting som han eller hun tror at intervjueren vil høre.

Et annet studie som det er relevant å se på i forbindelse med mitt prosjekt, ble utført av Miller & Glover (2007). I denne undersøkelsen så de på bruken av IWB og hvordan lærere i ungdomsskolen håndterte innføringen av denne teknologien. Disse lærerne hadde i forkant liten eller ingen erfaring med IWB. Metodene som Miller og Glover valgte å benytte i denne

sammenheng var videoopptak av undervisningsøkter og intervjuer i etterkant. Disse intervjuene ble gjennomført i form av gruppediskusjoner der mellom fire og sju lærere deltok per gruppe. Her ble det av forskeren tatt notater samt at en strukturert diskusjonsguide ble benyttet for å sikre en konsekvent gjennomføring. Totalt var det 22 lærere som deltok i denne studien.

Videoopptak som Miller & Glover benyttet, er noe også jeg ser verdien av. Gjennom å filme undervisningsøkter vil man ha gode muligheter til å gå tilbake for å studere enkelte episoder. Man vil også kunne skifte fokus, ettersom videoen vil inneholde alt som blir sagt og mye av det som blir gjort, så fremt fokuset er riktig. En videofilm vil også få med seg gestikulering og andre former for kroppsspråk. Det vil også bli enkelt å dokumentere det som skjer på den interaktive tavlen. Momenter man må ta hensyn til i denne sammenheng, kan for eksempel være muligheten for frykt blant de som filmes for at andre enn forskeren i etterkant vil få tilgang til videomaterialet og at lærer og elever dermed opptrer annerledes enn det de ellers ville ha gjort. Anonymitet og konfidensialitet vil derfor være av stor betydning for å skape den nødvendige trygghet slik at en mest mulig naturlig undervisning finner sted. Vi ser videre at intervjuene i etterkant ble gjennomført som strukturerte gruppediskusjoner. Dette kan ha blitt gjort for å spare tid ettersom mange lærere deltok i undersøkelsen. En fare i denne sammenheng vil være muligheten for at lærerne ikke ønsker å komme med sine utfordringer og erfaringer i nærvær av sine kollegaer. I min studie vil jeg hevde at individuelle intervjuer er best, med henvisning til begrunnelse i forrige avsnitt. Jeg har i tillegg fått deltakere og dermed tid til å gjennomføre individuelle intervjuer.

En siste studie som jeg har valgt å se til for inspirasjon, ble utført av Mariotti (2001), der hensikten var å se på det dynamiske geometriprogrammet Cabri i forbindelse med bevisførsel i matematikk. Her ble det benyttet notater på grunnlag av direkte observasjon, elevs protokollføring og gruppediskusjoner. Et annet interessant punkt var at hun i forkant av undersøkelsen samarbeidet tett med de deltakende lærerne om utformingen og gjennomføringen av undersøkelsen. Dette siste punktet mener jeg er av betydning for meg ettersom lærerens praktiske kunnskaper og erfaring vil kunne tilføre studien realisme og relevans. Dette er også viktig ettersom jeg selv har begrenset undervisningserfaring. I tillegg er det læreren som skal stå for selve undervisningen, noe som betyr at det vil være hensiktsmessig at også denne personen deltar i utformingen med tanke på eierforhold og trygghet i forbindelse med gjennomføringen.

Når det gjelder andre faktorer som spiller inn i forbindelse med valg av metoder, kommer man ikke utenom forskerens syn på verden og konsekvensene av dette synet. Mitt syn på undervisning sammenfaller med det som omtales som det konstruktivistiske paradigmet. Et sentralt element i konstruktivismen er at eleven selv må konstruere sin kunnskap. Kunnskap omtales i denne sammenheng som "justified belief." (Confrey, 2000, s. 12). Dette betyr ikke dermed at det sosiale samspillet er uten betydning. Konstruktivismen har alltid anerkjent viktigheten av sosial samhandling, samtidig som individuell tilpassning har blitt poengtert. (Confrey, 2000). I forskningssammenheng er det innenfor konstruktivismen oftere vanlig med kvalitative metoder som intervju og observasjon. Disse metodene benyttes ettersom man mener at virkeligheten er et resultat av en sosial konstruksjon. Dette betyr at forskning kun kan gjøres gjennom samhandling mellom forsker og de som er i fokus i forskningen. (Mertens, 2005).

På bakgrunn av de punktene som jeg nå har redegjort for samt egne erfaringer i forbindelse med tidligere prosjekter der jeg har benyttet liknende metoder, mener jeg derfor at det vil

være aktuelt for meg å benytte metodene observasjon i form av videofilming og individuelle intervjuer i etterkant av undervisningsøktene. Arbeidet med utforming og planlegging av disse øktene vil jeg gjøre sammen med læreren som skal forestå undervisningen. Det innsamlede datamaterialet vil så bli tolket innenfor samme konstruktivistiske perspektiv, noe som betyr at jeg vil ha fokus på elevenes muligheter til konstruksjon av kunnskap samt sosial samhandling. Jeg vil også se på lærerens rolle og muligheter som veileder i denne prosessen.

3.1 Innsamling av data

Jeg ønsket som nevnt over å planlegge undervisningsøktene sammen med lærer. På denne måten ville læreren få et eierforhold til innholdet samtidig som hans erfaring på området ville bli utnyttet. Arbeidet foregikk ved at jeg laget et utkast som vi så reviderte i fellesskap. Vi la også i fellesskap opp en plan for når de aktuelle undervisningsøktene skulle finne sted. Dette ble gjort for å sikre at geometriundervisningen skulle passe inn i den øvrige årsplanen. Målet var at elevene skulle få oppleve en minst like god undervisning som det de ellers ville ha fått, og at forskningen ikke skulle gå ut over elevenes allerede fastsatte progresjon.

Planen var at jeg skulle observere tre etterfølgende dobbelttimer med et sammenhengende innhold. På denne måten ville jeg kunne observere lærerens utvikling gjennom seks skoletimer, i tillegg til at utviklingen i det faglige innholdet og elevenes faglige forståelse ville være uforstyrret av eventuelle hopp i tid. Deretter skulle jeg intervju elever og lærer for å finne ut av hva disse syntes om bruken av IWB og om disse hadde egne ideer til hvordan et slikt verktøy bør brukes i undervisningssammenheng. Intervju ble her valgt som metode på bakgrunn av litteraturgjennomgang, men også på bakgrunn av et ønske om å ha mulighet til å kunne stille oppfølgingsspørsmål og å gå videre på interessante momenter som eventuelt skulle dukke opp. En slik mulighet ville jeg ikke hatt hvis jeg for eksempel hadde valgt å gjennomføre en spørreundersøkelse eller liknende.

For å samle inn data benyttet jeg et videokamera montert på stativ. I alt ble syv skoletimer dokumentert på denne måten. Kameraets plassering i klasserommet og bruken av dette ble planlagt på bakgrunn av erfaringer gjort i arbeid med faget "Forskningsmetoder" ved UiA og egne erfaringer fra tidligere prosjekter. I Forskningsmetoder lærte vi blant annet å ta hensyn til sterke lyskilder som vinduer og lamper, samt skjulte støykilder som ventiler og vifter. Kunsten å fokusere på de riktige tingene var også noe vi diskuterte. Under filmingen var planen å fokusere på lærer og den interaktive tavlen når dette var naturlig. I tillegg ønsket jeg å ha fokus på kun en av elevgruppene i forbindelse med oppgaveløsning og lignende, for å få et mest mulig sammenhengende og meningsfylt innhold på videoen. Utvelgelsen av gruppe ble gjort på bakgrunn av et ønske om å filme en aktiv gruppe som kunne avsløre tanker og holdninger, i motsetning til en stille gruppe der mulighetene til å hente ut informasjon ville ha vært mindre. Ut over dette var valg av gruppe tilfeldig.

Undertegnede og kameraets plassering ble bak og til venstre klasserommet. Jeg valgte å forholde meg så rolig og anonym som mulig for å unngå å påvirke situasjonen. På forhånd hadde jeg besøkt klassen ved to anledninger i den hensikt å bli kjent med elevene, og for å unngå at elevene skulle bli forstyrret av å få et nytt menneske inn i klasserommet under utprøvingen av undervisningsopplegget. I tillegg fikk hver elev et skriv i forkant av første undervisningsøkt der jeg informerte om oppbevaring og behandling av innsamlede data samt at det å la seg filme og intervju var frivillig. Dette brevet har vedleggsnummer 1.

Planen om sammenhengende timer ble noe forstyrret ettersom vi opplevde ett tilfelle av tekniske problemer. Dette førte til at en time midt i perioden ble brukt på et annet emne enn

det som var planlagt. De resterende to timene ble gjennomført fortløpende etter dette. Jeg velger å ikke se på dette som noe negativt, ettersom faren for å støte på tekniske utfordringer er høyst reel der teknologi benyttes i undervisningssammenheng og at dette dermed ble et realistisk utfall. Nedenfor sees en tabell som viser når de ulike timene ble filmet.

13.nov	15.nov	27.nov	28.nov
IWB	IWB	Tekniske problemer	IWB
IWB	IWB	IWB	

Intervjuene som ble gjennomført var av typen delvis strukturert. (Frugård & Mæland, 2004, s 26) Her er rekkefølgen på spørsmålene ikke avgjørende, og det gis rom for å gå videre på emner som den intervjuede tar opp. Spørsmålene som ble stilt ble konstruert med tanke på at de skulle være så åpne og lite ledende som mulig. Målet var å få frem den intervjuedes ærlige mening, og denne formen for intervju ble dermed ansett som aktuell. Flick (2003) omtaler denne typen intervju som semi-structured, og nevner følgende utfordringer: "the interviewer can and must decide during the interview when and in which sequence to ask which questions. Whether a question perhaps has already been answered *en passant* and may be left out can only be decided *ad hoc*." (s. 92.) Intervjueren må også vurdere om han vil gå videre på det som kommer fram i intervjuet. (Flick 2003).

Jeg ønsket i utgangspunktet å intervju alle de 12 elevene i klassen, men ba om et utvalg elever som minimum oppfylte disse kriteriene:

- Elever av begge kjønn.
- Elever på ulike faglige nivå.

Det første kriteriet ble valgt med tanke på å avdekke eventuelle forskjeller mellom gutter og jenter i forbindelse med teknologi i skolen. Det siste kriteriet ble valgt på samme grunnlag, men da for å avdekke eventuelle forskjeller mellom sterke og svake elevers oppfatning av bruken av teknologi i skolen. Sistnevnte kriterium ble oppfylt, men samtlige av jentene som hadde satt seg opp til intervju trakk seg av ukjente årsaker. Intervjuene ble gjennomført på tomannshånd i et eget klasserom for å unngå forstyrrelser.

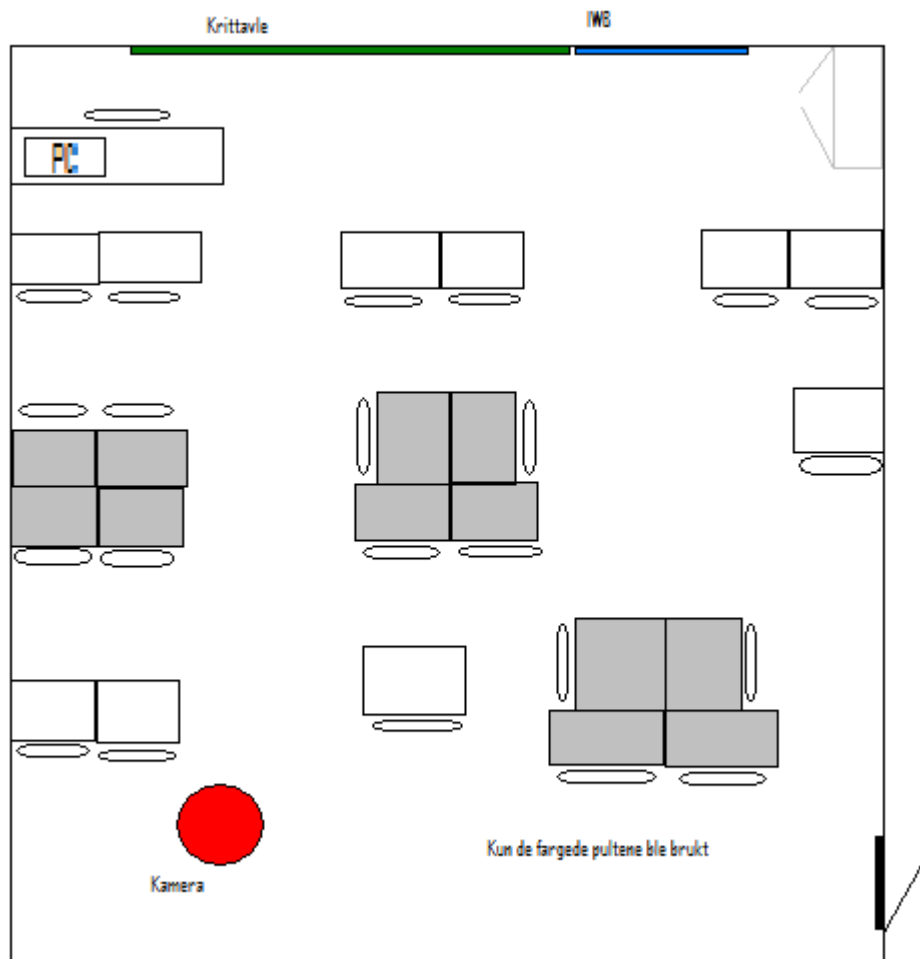
3.2 Kontekst

Læreren

Læreren som stod for undervisningen og som jeg samarbeidet med i arbeidet med å planlegge timene, var en mann i 30-årene med mastergrad i matematikdidaktikk. I forkant av denne studien hadde han ingen praktisk erfaring med IWB, og la derfor ned et stort arbeid for å sette seg inn i systemet i forkant av undervisningsøktene.

Klassen

Klassen som ble observert bestod av syv gutter og fem jenter på 2. trinn som alle hadde valgt matematikkfaget Realfag 1, forkortet R1. På bakgrunn av faglige prestasjoner ble klassen av læreren karakterisert som middels faglig sterk. De fleste elevene hadde valgt minst ett realfag i tillegg til matematikk.



Figur 3.1 Klasserom

Skolen

Skolen som prosjektet ble gjennomført ved kan betegnes som en stor skole i norsk målestokk. Klasserommet som var tilgjengelig for R1 klassen var et tradisjonelt innredet klasserom med krittavle. Læreren hadde derimot anledning til å låne et klasserom der IWB var installert. For å oppnå en effektiv bruk av tid ble kun sistnevnte rom brukt i forbindelse med denne undersøkelsen. Her var det ikke pc-er til elevene. Dersom lærerne ønsker å bruke pc-er i undervisningen, kan datalabber reserveres.

3.3 Metode for analyse av data

I forbindelse med mitt feltarbeid har jeg primært samlet inn data på to forskjellige måter. Undervisningen i timene har jeg dokumentert ved hjelp av videokamera og intervjuene har

blitt tatt opp ved hjelp av en digital lydopptaker. Jeg vil benytte forskjellige måter for å analysere disse ulike typene datamateriale.

Windows movie maker ble brukt for å få filmen fra kameraet og over på pc-ens hardisk. En datareduksjon ble så gjennomført ved hjelp av Microsoft Office Word og lyd og billedbehandlingsverktøyet Digital Voice Editor. Dette ble gjort for å spare tid ved å slippe å transkribere alle deler av videomaterialet, men også for å bli kjent med hele materialet for på denne måten å kunne velge ut de sekvensene som jeg mener har relevans i forhold til forskningsspørsmålet. Den påfølgende transkripsjonen ble gjennomført ved bruk av de samme verktøyene som jeg benyttet i forbindelse med datareduksjonen. De transkriberte episodene fra undervisningsøktene vil bli analysert med en fortolkende tilnærming. Videofilene vil i dette arbeidet fungere som støtte og illustrasjon av situasjonen.

De digitale lydopptakene fra intervjuene ble overført til pc via en USB port. Deretter ble Microsoft Office Word og Digital Voice Editor brukt i arbeidet med å transkribere opptakene. Intervjuene vil jeg videre analysere gjennom å prøve å kategorisere svarene for å se om jeg kan finne likhetstrekk eller andre mønstre når det gjelder svarenes innhold. Jeg vil også være ute etter å finne svar som bekrefter eller avkrefter etablert teori, samt svar som kan belyse mitt forskningsspørsmål.

Ettersom transkripsjon av alt innsamlet videomateriale ville medført for mye arbeid, ble en kombinasjon av datareduksjon og transkribering valgt. Alle videoopptak har gjennomgått en datareduksjon. På bakgrunn av dette arbeidet har aktuelle videoepisoder blitt plukket ut for transkripsjon. Kriteriene for utvalg har her vært episoder som jeg mener kan belyse forskningsspørsmålet. Jeg har derfor særlig valgt episoder der bruken av IWB inngår. Elevers individuelle arbeid med oppgaver fra læreboken er et eksempel på utelatt materiale. I transkripsjonen valgte jeg å ikke oversette dialekten til bokmål i den hensikt å fange opp det som virkelig blir sagt. Når det gjelder intervjuene ble det her gjennomført en transkribering der unødvendige ord og uttrykk ble utelatt.

3.4 Drøfting og kritikk av metode

I forbindelse med kvalitativ forskning vil det være viktig å stille spørsmål ved verdien og relevansen av de undersøkelser og tolkninger som blir gjort. For at leserne skal kunne danne seg et bilde av forskeren og de forhold som kan være med på å farge tolkningene, har jeg redegjort for min bakgrunn i kapittel 1. Under temaet metodekritikk oppsummerer Kirk & Miller (1986, s. 21) referert i Flick (2003, s 222) problemstillingen på følgende måte: "The question can be summarized as a question of whether the researcher sees what he or she thinks he or she sees. For å kunne besvare dette spørsmålet, har jeg offentliggjort mine metoder i dette kapitlet. Videre vil råmateriale i form av lyd og video samt datareduksjoner og transkripsjoner forbli lagret i minimum 5 år. I tillegg er transkripsjoner og datareduksjoner inkludert i selve oppgaven og som vedlegg. Dermed kan disse granskes hvis ønskelig. Jeg har i det videre arbeidet prøvd å rette meg etter følgende punkter, hentet fra Flick (2003, s 230):

- Kan funnene begrunnes i datamaterialet?
- Er tolkningene riktige, og har det blitt tatt hensyn til alternative forklaringer?
- I hvilken grad har forskeren påvirket resultatet?

Ambert, A. M. (1995) nevner også utvalgets tilstrekkelighet og linken mellom det teoretiske perspektivet og litteraturen samt etikk og forskerens rolle som viktige temaer i denne sammenheng.

Flick (2003) nevner noen farer man som intervjuer må være oppmerksom på når man gjennomfører et delvis strukturert intervju. Fordelene ved åpenheten og muligheten for belyse kontekstuell informasjon kan gå tapt hvis intervjueren er for opptatt av å holde seg til planen. Dette kan føre til avbrytelser på feil tidspunkt i den hensikt å komme videre til neste spørsmål. Det kan være flere grunner til at dette skjer, blant annet: "the interviewer`s fear of being disloyal to the targets of the research" og "the dilemma between pressure of time (...) and the researcher`s interest in information." (Flick, 2003, s.92) Jeg har i mitt arbeid prøvd å ta hensyn til disse faktorene gjennom å velge en intervjuteknikk som jeg har prøvd ut før og som jeg derfor føler at jeg mestrer. Avtaler ble gjort slik at det ble mer enn nok tid mellom hvert intervju.

3.5 Ethiske spørsmål

Gjennom mitt arbeid har jeg kommet borti temaer som gir grunnlag for å reise etiske spørsmål. Læreren som har deltatt i dette studiet har gitt av sin tid uten å få ekstra betalt eller kompensert for dette. Det er ikke til å legge skjul på at slik deltakelse blir en ekstra byrde i en allerede travel hverdag. Jeg mener allikevel at innsatsen kan rettferdiggjøres gjennom å se på de positive konsekvensene av dette samarbeidet. Per i dag innehar læreren en del kunnskap om praktisk bruk av IWB. Han har i intervjuet fortalt at han allerede blir sett på som en resursperson for skolen innen emnet, og skal nå holde kurs for sine kollegaer om det han har lært og erfart. På denne måten kan skolens lærere begynne å ta i bruk et verktøy som til nå har vært lite brukt. Lærene ved skolen vil dermed kunne beherske et verktøy som gir store muligheter for å skape en variert og god undervisning.

Elevenes skolehverdag har også blitt påvirket av dette studiet. Dette var noe vi la vekt på i planleggingsfasen og som førte til at starten på innhenting av data ble utsatt grunnet progresjonen i arbeidet med det øvrige pensumet. Vi ønsket at undervisningsopplegget skulle passe inn i den allerede oppsatte progresjonsplanen for resten av faget, og at elevene skulle få en minst like god undervisning som de ellers ville ha fått.

Lagring av innsamlet data og elevenes mulighet til å la være å delta i prosjektet har også vært et tema. Ingen av elevene skulle føle seg presset til å stille opp på noe de ikke hadde valgt selv. I forkant av studiet ble Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste, NSD, kontaktet og tillatelse til å gjennomføre studiet ble innhentet. På www.nsd.uib.no under punktet "informasjon og samtykke" heter det blant annet at "Informasjon bør i hovedsak gis skriftlig" (<http://www.nsd.uib.no>). Her ble malen på NSD sine nettsider fulgt og elevene ble blant annet informert om at det var frivillig å delta på både intervju og å bli filmet. **Se vedlegg x.** Alle elevene sa seg villige til å delta. De innsamlede data vil bli behandlet konfidensielt og alle personer vil bli anonymisert. Navn som er brukt i transkripsjonene er fiktive. Skolens navn og andre avslørende opplysninger vil heller ikke bli nevnt i denne oppgaven. De lagrede data vil være tilgjengelige for undertegnede og veileder i en periode på fem år, hvorpå opplysningene vil bli slettet fra universitetets server.

Karl Hostetler (2005) sier følgende om etikk i forskningen: "As education researchers, we have a particular obligation and opportunity to take a leading role in seeing that the research that is done is truly good research." (s 21). God forskning er her "a matter not only of sound procedures but also of beneficial aims and results; our ultimate aim as researchers and educators is to serve people`s well-being.(Hostler, K., 2005, s 16)

Mitt mål er å gjennomføre en studie der jeg tar hensyn til de ulike etiske faktorer som jeg nå har nevnt.

3.6 Oppsummering

Jeg har i dette kapittelet beskrevet de ulike metoder som jeg har brukt for å samle inn og analysere data. Gjennom å analysere videoopptak av undervisning og lydopptak av individuelle intervjuer i etterkant av undervisningen, håper jeg å kunne si noe om hvordan IWB kan brukes for å fremme elevdeltakelse i arbeidet med geometri i faget R1 i en videregående skole, samt hvilke nye muligheter, gevinster og krav som trer frem i denne sammenheng. Analysearbeidet vil bli gjort i det påfølgende kapitlene der jeg først presenterer en rekke sekvenser fra undervisningen for deretter å presentere intervjuene. Denne rekkefølgen har jeg valgt for å få en naturlig progresjon som samsvarer med rekkefølgen som materialet ble samlet inn i. Funnene som jeg presenterer i analysekapittelet vil jeg så vurdere opp i mot eksisterende litteratur. Dette gjøres i diskusjonskapittelet.

4 Presentasjon og analyse av observasjonene

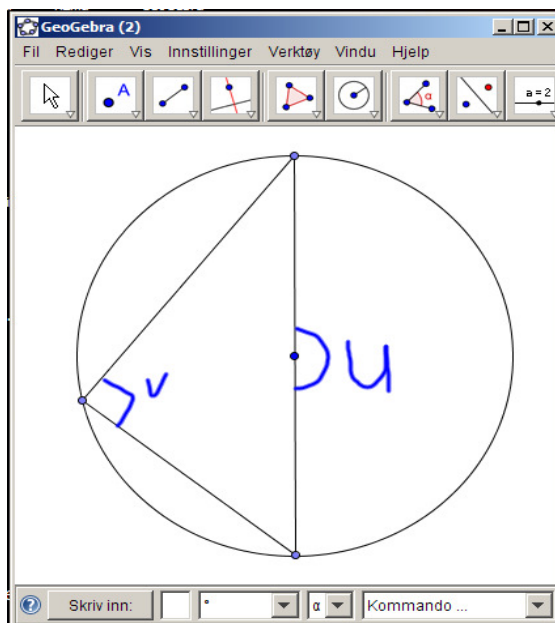
I denne delen vil jeg legge frem et utvalg av det videomaterialet som har blitt samlet inn. Totalt har jeg filmet sju skoletimer. Sekvensene som jeg har valgt ut er de som jeg mener er relevante i forholdt til å kunne belyse mine forskningsspørsmål. Jeg har derfor fokusert på episoder der den interaktive tavlen er i bruk og unnlatt å ta med sekvenser der elever gjør oppgaver i bøkene og lignende. Med dette som utgangspunkt har jeg prøvd å ta med sekvenser som viser både fordeler og ulemper med dette verktøyet. Jeg vil i avnitt 4.2 presentere sekvenser med et varierende innhold, etterfulgt av avsnitt 4.3 der jeg tar for meg episoder med tekniske utfordringer. I avnitt 4.4 presenterer jeg intervjuene med læreren og elevene. Men først, i avsnitt 4.1, vil jeg gi en beskrivelse av undervisningsøktene som jeg observerte, med den hensikt å gi leser en mulighet til å sette de ulike sekvensene inn i en sammenheng.

4.1 Beskrivelse av undervisningsøktene

Læreverket som ble benyttet i undervisningen heter ”Sinus R1. Grunnbok i matematikk” (Oldervoll, Orskaug, Vaaje, Hanisch & Hals, 2007, s. 1). Temaene for undervisningsøktene var sentral og periferivinkel, punktets potens og trekantens tyngdepunkt. Disse temaene var alle hentet fra læreverkets kapittel 4 som omhandlet geometri.

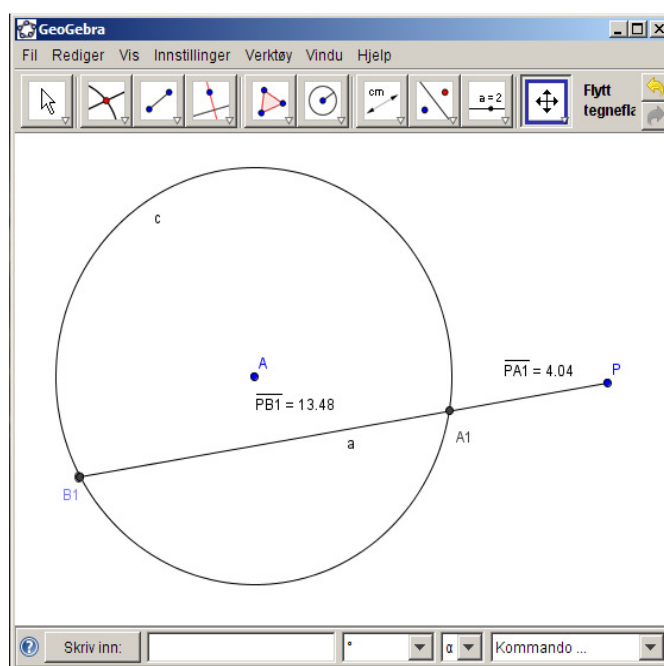
I den første timen den 13.11.07 fikk elevene en rask innføring i bruken av IWB og GeoGebra. Etter denne korte instruksjonen begynte selve undervisningen der temaer som radius, sirkelbue, samt ulike mål i denne sammenheng ble diskutert. Læreren gikk så over til å vise figurer der sentral og periferivinkel inngikk samtidig som disse figurene ble manipulert ved hjelp av det dynamiske geometriprogrammet. En utforskning av forholdet mellom sentralvinkel U og periferivinkel V ble så igangsatt. Mot slutten av timen ble sammenhengen $U = 2V$ bevist.

Den andre timen denne dagen startet med en repetisjon av begrepene sentral og periferivinkel. Læreren demonstrerte så hvordan denne kunnskapen kan benyttes til å konstruere en 90 graders vinkel med utgangspunkt i en rett linje og en sirkelbue. Etter dette fortsetter timen med en kombinasjon av oppgaveløsning og gjennomgang av disse oppgavene på den interaktive tavlen.



Figur 4.1 Sentralvinkel U og periferivinkel V

Den første timen den 15.11. startet med en gjennomgang av leksen etterfulgt av en oppsummering av de nye begrepene fra forrige dobbelttime. I denne sammenheng har læreren på eget initiativ forberedt noen ekstra filer for å klargjøre noe som ikke kom klart nok frem forrige gang. Timen fortsetter så med en utforskende aktivitet der elevene etter en introduksjon på den interaktive tavlen diskuterer sammen i grupper. Mot slutten av timen blir punktets potens introdusert som nytt emne.



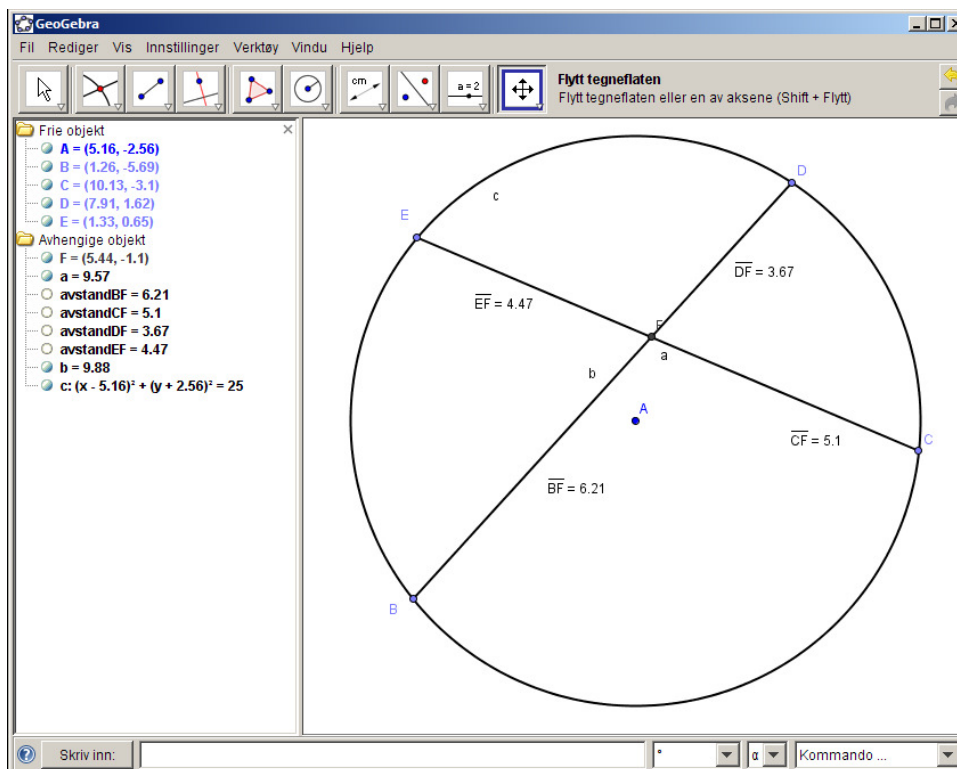
Figur 4.2 Punktets potens, $PA_1 \cdot PB_1$.

I den påfølgende timen vises bilder fra den foregående timen der et utvalg av tallpar i forbindelse med punktets potens presenteres. Elevene blir så satt til å finne ut av om det er en sammenheng mellom disse tallparene. Gruppediskusjoner følger, og elevene oppfordres til å overbevise de andre på gruppen om riktigheten av en eventuell hypotese. Etter at en hypotese har blitt presentert leder læreren en undersøkelse på IWB for å se dette stemmer for alle varianter av figuren. Når dette er gjort blir elevene utfordret til å prøve å bevise det de har

kommet frem til. Mot slutten av timen presenterer en av elevene et gyldig bevis og timen avsluttes så med at den nye kunnskapen anvendes i oppgaveløsning.

Første time den 27.11. begynner med tekniske utfordringer. Læreren klarer ikke å komme inn på sitt område der opplegget for dagens timer er lagret. En annen lærer med IT- ansvar har blitt kontaktet og prøver å løse problemet. Resten av timen blir brukt til gjennomgang av en tidligere avholdt prøve.

Den påfølgende timen denne dagen begynner med et raskt sammendrag av det som ble sagt om punktets potens fra forrige IWB-time. Læreren demonstrerer så et spesialtilfelle der strålen fra punktet P tangerer sirkelen. Denne sekvensen etterfølges av at elevene gjør en oppgave i boken. Når dette er gjort presenteres elevene for en figur der et punkt er plassert inne i en sirkel med to linjer som går gjennom denne sirkelen, som vist ved figuren under.

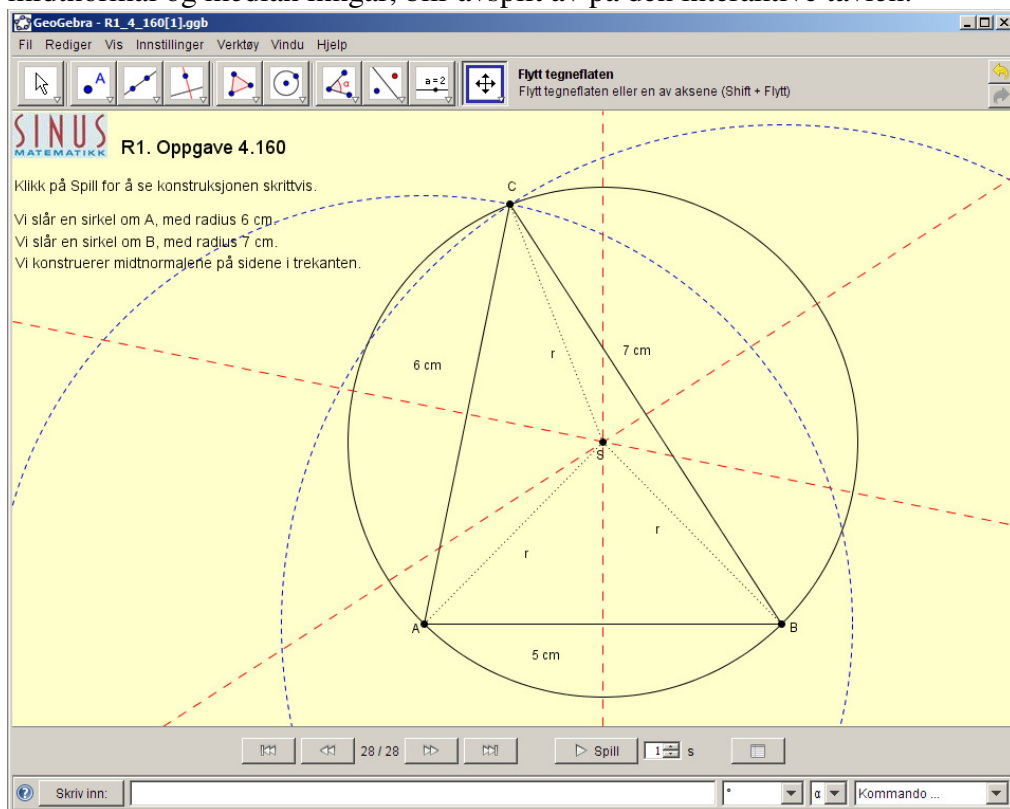


Figur 4.3 – Punktets potens. Punkt inne i sirkelen.

En elev kommer så med en hypotese som resten av klassen blir bedt om å undersøke nærmere. Figuren forandres så for å se om hypotesen stemmer fremdeles, noe den gjør. Spørsmålet om man kan klare å bevise dette blir så stilt, etterfulgt av noen hint fra læreren. Elevene arbeider i grupper med denne utfordringen før tavlen tas i bruk og læreren leder klassen gjennom bevisførselen. Mot slutten av denne timen blir temaet median tatt opp gjennom bruk av GeoGebra i kombinasjon med IWB. Elevene settes i gang med oppgaver i boken.

Den siste timen som jeg filmet ble gjennomført den 28.11.07. Læreren begynner her med å vise en trekant der tre medianer er tegnet inn. Han trekker så i hjørnene i trekanten for å undersøke hva som skjer med krysningsspunktet til medianene. En elev benytter anledningen til å spørre om læreren kan forandre på figuren for å undersøke et spesialtilfelle. Klassen utforsker så forholdet mellom kort og lang side av medianene. Det viser seg at forholdet er 1:2. Læreren går så videre med å repetere konstruksjon av midtnormal og midtpunkt på

krittavlen før en fil fra læreverket Sinus, se figur 4.2, der trinnene i konstruksjon av både midtnormal og median inngår, blir avspilt av på den interaktive tavlen.



Figur 4.4 – Ferdiglaget fil fra læreverket Sinus sine nettsider.

Pauseknappen benyttes her av læreren for å få tid til å forklare det som utføres av programmet. Klassen begynner så å diskutere seg frem til hvorfor det stemmer at hvis en sirkel med sentrum i S som også går gjennom et av hjørnene i trekanten også går gjennom de andre hjørnene i trekanten. Se bildet nedenfor for illustrasjon. Elevene får så utdelt trekanter i papp der tyngdepunktet er konstruert. Elevene tester dette ved å balansere trekantene på spissen av en blyant eller liknende, og begrepet tyngdepunkt eller massepunkt blir nevnt.

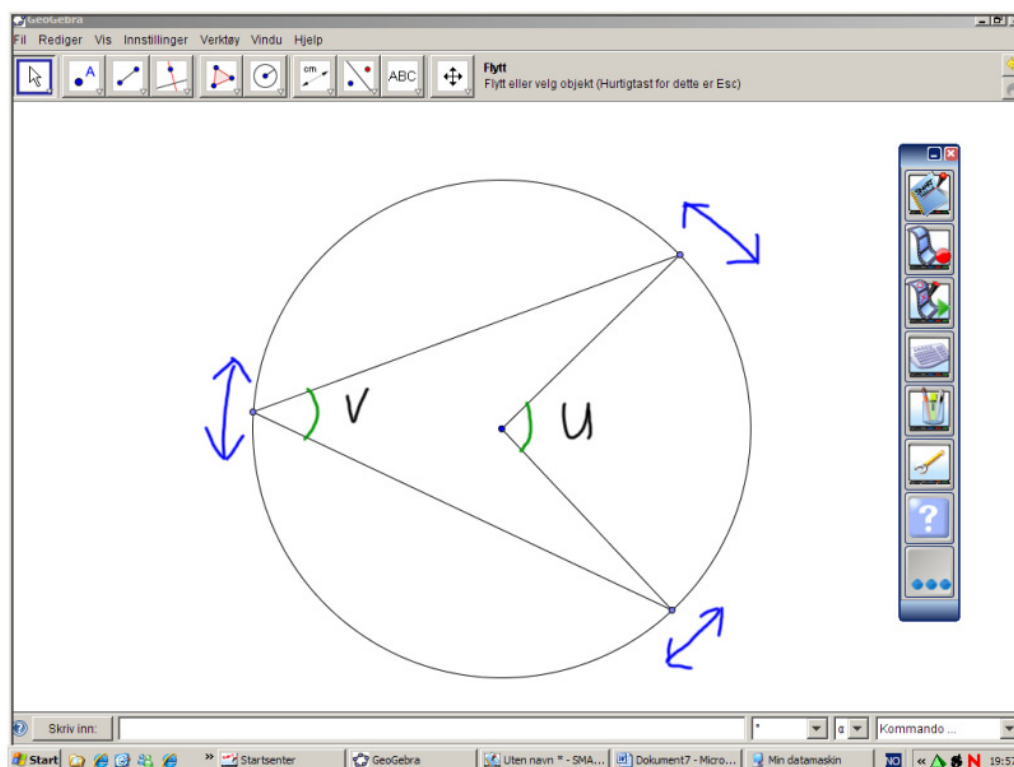
I tillegg til denne gjennomgangen av undervisningen, har jeg inkludert en datareduksjon av disse timene i vedleggsdelen. Dette dokumentet har vedleggsnummer 2.

4.2 Presentasjon av sekvenser fra timene

Jeg vil nå presentere en rekke sekvenser som tar for seg ulike sider ved bruken av kombinasjonen IWB og dynamisk geometriprogram. Transkripsjonsnøkkelen som jeg har brukt i denne sammenheng har fått vedleggsnummer 3.

Sekvens 1. Dynamisk bruk – overbevisig – elever og bruk av tavlen. 1. time 13.11.

Denne sekvensen er hentet fra innføringen av begrepene ”sentral og periferivinkel”. Læreren har nettopp hentet frem en GeoGebra- fil, lik den som vises på figur 4.4 på neste side, og beveger på punktene som vist med piler.



Figur 4.5 Sentral og periferivinkel.

Nr	Tid	Hvem	Hva	Merknad
1	12.55	Lær	Hvis æ nå tar det punktet der...åsså skyver her...så ser dere at disse vinklene forandrer seg. Hæ? Vinklane forandrer seg. Eh. Og det som er temaet, vi skal altså prøve å se hva e, åssen e størrelsesforholdet mellom disse vinklane her. Hvilken e, hvilken e størst?	Læreren flytter hele tiden rundt på forskjellige punkter av figuren mens han snakker
2		Lar	A er størst.	
3		Ein	Hvis du lager en rettvinklet trekant først så XXXX.	
4	13.27	Lær	Ja, da... Æ dere overbevist om vi..vi. holdt på å si, e den ene større enn, hele tida i forhold til den andre?	
5		Iva	Ja.	
6		Lar	Hvis æ flytter, æ må på å si holde C på oversida av D, B mener æ, det e eneste forutsetningen... Asså vi mener den ytre vinkelen der og den vinkelen der... Ja, hvis æ nå, hvis æ nå tar åsså bare tegner opp med et symbol for vinklane her. Tro?	
7		Tro	E det ikke sånn at hvis A er 110 grader så er B 70 grader lissom at den er XXX?	
8		Lær	Å du mener at det e, at det et bestemt størrelsesforhold mellom de?	
9	14.12	Tro	[Ja det] er 180 totalt då, så er B, D er lissom 180 minus A.	
10		Lær	Ja vel, at du har en matematisk sammenheng sånn, ja. Vi kan, vi kan ha det som en hypotese, kan vi ikke det? Æ bare skriver opp først, æ kaller den der vinkelen der for	

			U, bare for å ha et fast kallenavn på disse. Altså vinkelen inne ved sentrum kaller æ for U, og den der ute kaller æ for V. E dere enige i at, ja, det ser ut som at U æ større enn V?.. Hæ?		
11	14.40	Flere	Ja.	Læreren flytter fokus over på bruk av tavlen.	
12		Ein	Men hvis du lager en rettvinklet trekant så kan du først få <P XXXXXXX. P>		
13		Lær	Hvis æ lager en rettvinklet trekant, ja? Ska vi sjå. Hvis æ bare tar åsså, eh, æ ska bare ta åsså lagre det bildet her. Det kan æ gjørr, hvis æ tar åsså klikker her så kan æ ta åsså lagre det bildet der, sånn, så kan vi se på det seinere nemlig... Sånn... Ok. Så sa du Ein hvis æ lager en...		
14	Ein	Rettvinklet trekant.			
15	Lær	Rettvinklet trekant, ja! Ok...<P ja P> XX.. Tenkte du sånn åsså..			
16	Ein	Nei..			
17	Lær	Nei... Kan ikke du komme fram åsså vise?	Lærer oppfordrer elev til å komme fram.		
18	15.32	Ein			Nei, hvis du bare nå får C og B på en rett linje.
19		Lær			C og B på en rett linje?
20		Ein			Du må ta B ned...<P ja P> Du må ta B ned.
21		Lær			XXXXX
22		Ein			[Så stopper du, stopper du] Stopp der.
23		Lær			Sånn?
24		Ein			Ja
25		Lær			Ja. Åsså, hvor ska æ flytte nå? Flytte D noe?
26	Ein	Nei, nå er du egentlig XXXX. Menne.. Det blir vanskelig å se noe. Hvis du bare fortsetter XX.			
27	16.00	Lær	Ja, ska æ bare ha an sånn?		
28		Ein	Ja.		
29		Lær	Ja! Og hvis æ da holdt på å si, hvis æ da. Hvor e vinklane nå forresten? Husk på at det po.. det vink.. Vinkelen U, hva det som, ved vinkelen A, og som spenner ut mot B og C, var det ikke det?		
30	16.15	Lær	Den e 180.		

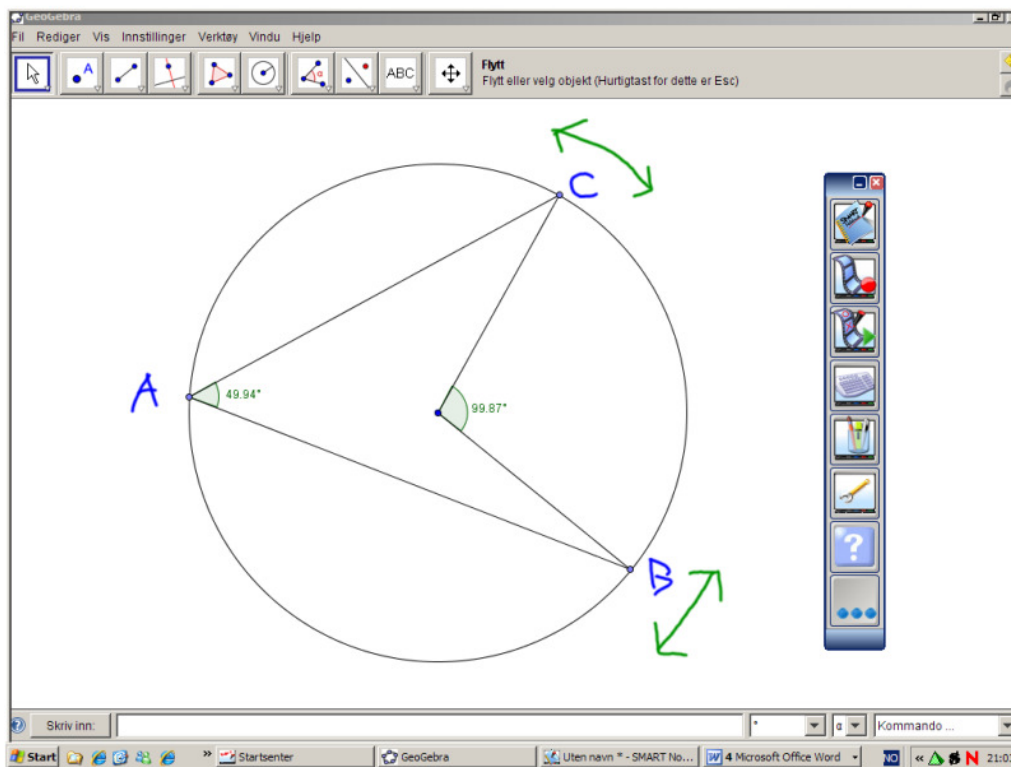
Læreren begynner med å vise en figur der både sentral og periferivinkel inngår (1). Han oppfordrer så klassen til å komme med hypoteser om vinklene etter hvert som han beveger på punktene langs sirkelen. "Ein" kommer med et forslag om å lage en rettvinklet trekant, noe læreren ikke får med seg (3). I setning 1, 4 og 6 kommer læreren med hint om at det er størrelsesforholdet mellom vinklene som skal være temaet. "Tro" kommer med den første hypotesen (7) angående størrelsesforholdet, men denne viser seg å være feil. Læreren avviser den ikke, men sier at "vi kan ha den som en hypotese" (10). Etter å ha spurt klassen om de er enige i at U ser ut til alltid å være større enn V (10), tar læreren en kopi av skjermbildet til bruk senere i undervisningen (13). Deretter flyttes fokuset over på "Ein" som ønsker at læreren lager en rettvinklet trekant. Undervegs oppfordrer læreren eleven til å komme frem og vise på tavlen (17), men eleven har ikke lyst til dette (18)

Denne sekvensen viser først læreren som presenterer et fenomen gjennom å utnytte de dynamiske egenskapene som den interaktive tavlen i kombinasjon med GeoGebra tilbyr. På denne måten får elevene sett på mange forskjellige kombinasjoner av de to vinklene og

størrelsesforholdet mellom disse, på kort tid. Dermed får elevene raskt et godt nok grunnlag til å komme med en hypotese om hva som er sammenhengen. Vi ser allikevel at en elev tidlig kommer med en hypotese som er feil (7). En annen elev har kanskje skjønnet sammenhengen, og ønsker at læreren skal forme en rettvinklet trekant (3). Denne trekanten ville tydelig ha vist at $U=180$ og $V=90$, altså at $U=2V$. Læreren former til slutt trekanten ved hjelp av instruksjoner fra eleven (12-28). Dette viser hvordan elever kan manipulere tavlen via læreren hvis frykten for å komme fram blir et hinder. Det er tydelig at eleven ikke ønsker å komme fram til tavlen (18). ()

Sekvens 2. time 13.11. Dynamiske vinkler, overbevisning, er dette et bevis?

I forkant av denne sekvensen har klassen undersøkt ulike lett identifiserbare vinkelpar som f. eks 90 grader og 45 grader. De har kommet frem til at det kan se ut til at sentralvinkelen U er dobbelt så stor som periferivinkelen V . Læreren ønsker nå å gå videre ved å se på alle mulige slags varianter av vinkleparene.



Figur 4.6 Sentral og periferivinkle med vinkelmål.

Nr	Tid	Hvem	Hva	Merknad
1	25.24	Lær	Men, men åssen sammenheng ser det ut til å gjelde mellom U og V akkurat på dette tilfellet her da?	
2		Sar	<P XX XXX P>	
3		Lær	Sar. At U ser også her ut til å være $2V$, gjør det ikke det?... Men igjen, er dette et bevis for at dette gjelder..	Sar nikker.
4		Sar	<P Alltid. P>.	
5		Lær	Alltid?	
6	25.40	Lær	Nei.	
7		Lær	Nei, så, så, eh, æ tar bare åsså kopierer denne her, så har vi den.. Å nå, nå ska vi ta å se på et et et nytt eh, en ny sånn GeoGebrafil hvor vi da har muligheten til å se med	Læreren

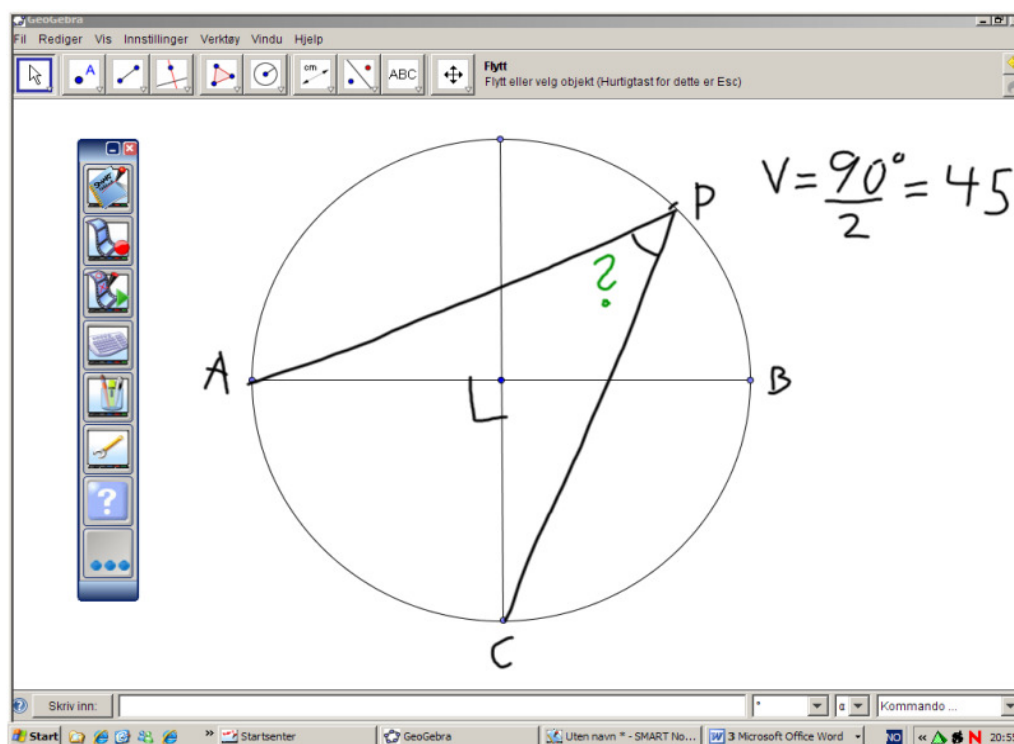
8		U	vinkler på. [(HOST)]	
9	25.59	Lær	Å nå... Nå har vi fått programmet til å måle vinklene for oss... åsså kan vi... Så kan vi se da, hvis vi flytter rundt, holdt på å si, vi har funnet noen talleksemples som viser at det ser ut som at det kan være at U er 2 ganger V. Men gjelder dette her generelt? Å da kan vi jo... Hvis æ nå tar åsså flytter på det punktet C. Ja...	skifter til bildet som vist ved figur 4...
10	26.36	Tro	Ey, Lær?	
11		Lær	Hvis æ stiller den for eksempel på, på... Ja, stemmer det nå? ... Klarer dere å lese hva det står?	
12		Iva	[U er dobbelt så stor som V] U er dobbelt så stor som V.	
13		Lær	Ja. Åsså... f. eks opp til 150 bare for å ta et tall..	
14		Iva	Ja den er dobbelt så stor enda.	
15		Lær	Ja.	
16	27.03	Iva	Hva med å prøve 160 da? ... m m.	Læreren gjør som eleven spør om.
17		Lær	<P Ja. P> Jadda. Eh. Ok. E dere lissom, e dere overbevist lissom om atte ut i fra talleksempelane så ser det ut til at atte $U = 2V$?	
18		Lær	Ja	
19	27.31	Lis	M m.	
20		Lær	Vi kan da sette bare atte, bare skrive akkurat det, atte, vi har sjekka noen forskjellige eksempler nå, og sier atte alle, alle liksom eksempler som vi har sett, viser at, ja. $U = 2V$ hæ? Men æ det, æ det dermed bevist?	Lærer skriver på tavlen.
21		Iva	<P X P>.	
22		Tro	<P XX P>.	
23	28.00	Lær	Har vi bevist det da?	
24		Jen	Nei.	
25		U	<P Nei P>.	
26		Lær	Nei, for nå har vi sett kanskje en syv, åtte forskjellige eksempler. Det stemmer da, menne... vi har ikke egentlig bevist det, hæ? For all, for uansett åssen vi plasserer X på en sirkel. Og for alle mulige sirkler, på størrelse av sirkler. Så vi må klare lissom å, å nå gå fra atte vi har sett at det gjelder for mange eksempler, til nå å vise at det gjelder for absolutt alle på en gang. Så det skal vi se nå.	
	28.30			

På spørsmål om hva som er sammenhengen mellom vinkel U og V (1) svarer Sar (2) at U ser ut til å være 2 ganger V. Læreren spør deretter om dette dermed er å regne for et bevis (3), hvorpå en av elevene svarer nei (6). Etter dette finner læreren frem en fil der vinkelmålene er tatt med (figur 4.11) og igangsetter en utforskning av en rekke forskjellige vinkelpar som ikke like lette å vurdere som f. eks 90 - 45 paret (9, 11 og 13). Elevene bekrefter ved hvert stopp at $U = 2V$. (12 og 14). En av elevene kommer så med forslag om å teste en sentralvinkel på 160 grader (16), noe læreren gjør (16). Læreren spør så om elevene har blitt overbevist på bakgrunn av det de har sett (17), noe de svarer ja til (18 og 19). Til slutt spør læreren om påstanden dermed er bevist (20, 23 og 26). Elevene er enige om at dette ikke kan kalles for et bevis (24 og 25).

Av denne sekvensen kan vi se at læreren først benytter IWB til vise vinkelpar som er lette å sammenlikne (1). Denne bruken er effektiv sammenlignet med en krittavle ettersom læreren gjennom å dra i hjørnene på figuren ikke trenger å viske eller tegne figuren på nytt. Etter dette fortsetter den utforskende undervisningsøkten ved at læreren henter frem en fil der vinkelmål er satt på figuren (7). På denne måten blir det mulig for klassen å effektivt undersøke en rekke ulike varianter av figuren med stor nøyaktighet og på kort tid. En av elevene kommer også med et forslag til vinkler som bør testes (16), noe som læreren med en gang tar tak i. Eleven responderer med ”m m” (16) etter at også dette vinkelparet svarer til $U = 2V$. Vi ser av svarene i ytring nr 16, 18 og 19 at eleven lar seg overbevise (). Dette samsvarer med svarene gitt i intervjuene der elevene oppfattet undervisningen med IWB som overbevisende. Samtidig ser vi at læreren hele tiden påpeker at klassen til nå kun har sett på en rekke ulike eksempler, og at de dermed enda ikke har bevist sammenhengen. Dette ser elevene ut til å være inneforstått med (4, 6, 24 og 25).

Sekvens 3. IWB brukes på tradisjonelt vis. Oppgavegjennomgang. 2. time 13.11.

I forkant av denne sekvensen har elevene arbeidet individuelt med oppgaver i læreboken. Læreren ønsker nå å gjennomgå en av oppgavene og velger å benytte IWB der han henter frem en sirkel i GeoGebra. Sirkelen er delt i to like deler med en loddrett strek.



Figur 4.7 Tegnig og skrift på den interaktive tavlen.

Nr	Tid	Hvem	Hva	Merknad
1	21.11	Lær	Så har vi CD og vi har AB tenker vi oss, der og B. Så ska vi da finne vinkel A. Vi tar både A og B tror æ.	Lær merker av navn på figur.
2		Flere	[<P XX X XXX @@@@ P>]	
3		Lær	Så punktet B skal være et sted på sirkelbuen BD. Er det noen som har lyst til å komme opp å gjør det her forresten? Som har fått til a? Har du lyst til å prøve å teine litt?	
4		Sar	Nei.	

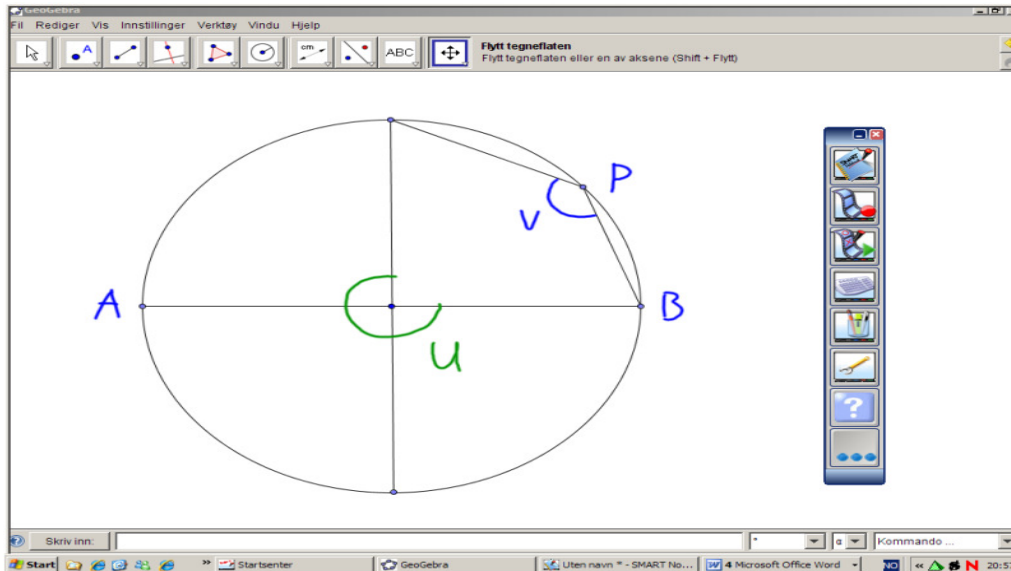
5		Lær	Det er lov hvis du har lyst. Ja, sånn passe lyst.	
6		Lar	Kom an Jen. Kom igjen Jen.	
7		Jen	<P XXX XX. P>.	
8		Lær	Ska æ bare... ok, punkt D kan vi for eksempel ta der. A, P... ja, vinkel APC <X selvfølgelig X> ja.	
9		U	[XX XXXX XX X XX]	
10	21.56	Iva	Men du har ikke teint eh... Sånn, eller nest.. ja. Den vinkelen der skal vi finne.	Vinkel P
11		Jen	Det må jo skrives D. D i stedet for B der oppe.	
12		Lær	Ja det skulle være D der oppe ja.	
13		Jen	<P Ja. P>	
14		Lær	Ja. D der. Den vinkelen der, er det en sentral eller periferivinkel?	
15		Flere	Periferivinkel.	
16		Lær	Periferivinkel. Eh, hvor er sentralvinkelen, som har samme bue?	
17		Lar	Mellom A og C.	
18	22.25	Lær	A og C, den?	Læreren peker.

Læreren velger på eget initiativ å benytte IWB til en gjennomgang av oppgave 4.32 i Sinus R1. Han henter fram en sirkel i GeoGebra og merker deretter av diverse opunkter (1). Læreren spør så om det er noen av elevene som ønsker å komme opp og vise hvordan de har løst oppgaven (3). Han henvender seg så til en person som svarer nei (4). En av elevene prøver deretter å overtale et gruppe medlem som han sitter sammen med (6), men denne personen har heller ikke lyst (7). Læreren fortsetter derfor gjennomgangen selv. Elevene svarer til slutt på spørsmål som læreren stiller (14-18).

Vi ser av denne episoden at læreren kan benytte den interaktive tavlen på samme måte som en krittavle. Fordelen med IWB i dette tilfellet er at sirkelen som læreren henter fram i starten er helt nøyaktig i formen. Videre ser vi at elevene ikke ønsker å komme fram til tavlen, selv om de har fått god tid til å gjøre oppgaven i forkant av denne gjennomgangen (3-8). Til slutt kan vi se at siden læreren her benytter en IWB og ikke bare en datamaskin med videokanon, blir det mulig for ham å tegne og peke direkte på figuren i stedet for å bruke en mus.

Sekvens 4. Elev tegner ved hjelp av lærer. 2. time 13.11.

I forkant av denne sekvensen har elevene arbeidet med oppgaver i læreboken. Læreren bestemmer seg for, på bakgrunn av observasjon av elevenes arbeid, å gjennomgå noen av oppgavene på tavlen.



Figur 4.8 Illustrasjon av oppgave 4.32 b.

Nr	Tid	Hvem	Hva
1	24.57	Lær	Så står dere nå i B, så ska vi ta åsså finne vinkel BPD. Har alle funnet ut hvor den ligger henne?.. Den vinkelen, BPD?
2		Tro	Tegn opp D da. Helt på toppen.
3		Lær	Helt på toppen her?
4		Tro	Det er X.
5		Lær	[Sånn], den vinkelen der, hva?
6		Lar	M m.
7		Lær	Det er vinkelen vi skal finne. Har noen greid å finne ut hvor stor den er? Lar, har du et forslag?
8		Lar	Etthundreogfemmotredve. (135). For det at hvis du tar sentralvinkelen
9		Lær	Flott!
10		Lar	Det er hele den rundt
11		Lær	Det er vinkelen V. Og hvor er, ja, hvor er sentralvinkelen til den buen.
12		Lar	Inn i senteret der åsså tar du hele veien rundt der bortsett fra mellom.. der ja.
13		Lær	Sånn?
14	25.36	Lar	Ja.

I denne sekvensen gjennomgår læreren oppgave 4.32 b i Oldervoll et al. (2007) ved bruk av IWB. Vi ser at to av elevene deltar gjennom å komme med innspill til hva læreren skal gjøre på tavlen (2, 4, 6, 8, 10, 12 og 14). Gjennom å instruere læreren unngår elevene det som i intervjuene blir omtalt som skummelt, nemlig å komme opp til tavlen. Elevene kan på denne måten bruke den interaktive tavlen til å demonstrere sin forståelse forutsatt at de klarer å uttrykke seg presist nok til at ytringen gir mening for læreren. Ved å gjøre det på denne måten i stedet for at elevene selv kommer frem til tavlen, blir elevene også tvunget til å øve opp et korrekt og presist matematisk vokabular.

Sekvens 5. Lærer spør om noen vil komme fram til tavlen. 1. time. 15.11.

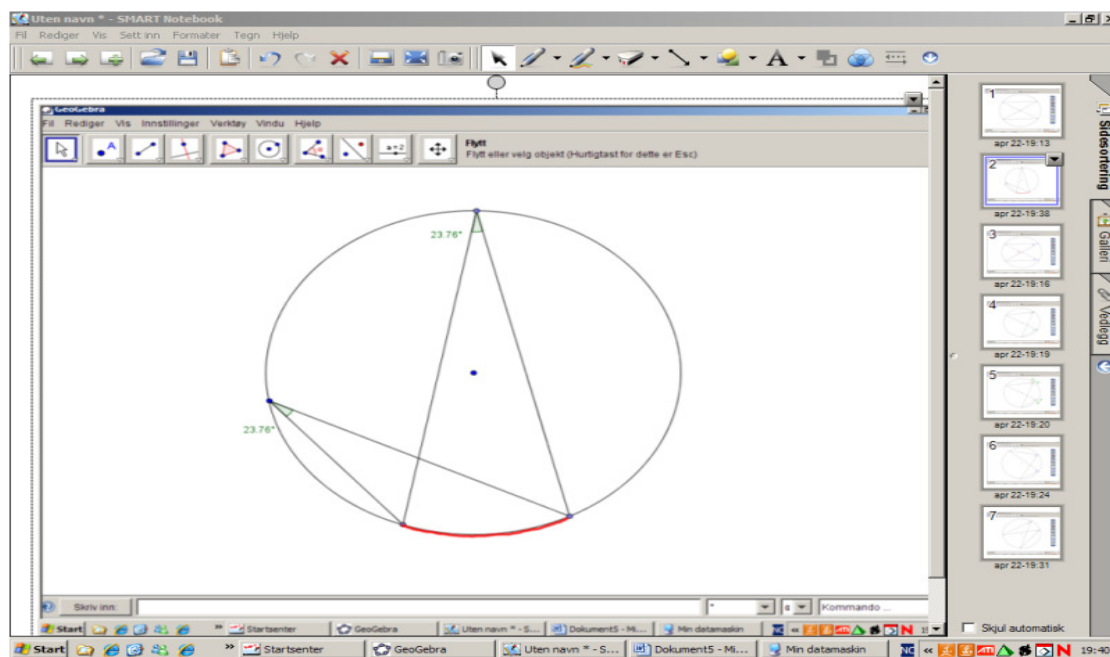
Gjennomgang av leksene er temaet for denne lille sekvensen. Læreren ønsker i starten av timen å gå gjennom noen oppgaver på krittavlen.

Nr	Tid	Hvem	Hva	Merknad
1	01.33	Lær	Vi tar den på tavla, for da skal vi konstruere. Så da eh... har æ med, holdt på å si, lærerutstyr her. Er det noen som har lyst til å komme og vise den?	En figur skal konstrueres på krittavlen.
2		Lis	Nei.	
3		Iva	Nei.	
4		Lær	Så kan dere få lov til å prøve dere med lærerpasser. Det er jo.. det er jo, ja, XX XXX. Ok. Noen som har lyst? Noen som har fått det til? Eller ska æ, ska æ gjør det?	
5	02.00	Gun	Ta det du.	
6		Lær	Eh, så kan dere <X foreslå X> assen vi skal gjøre det.	

Denne sekvensen er hentet fra en del av undervisningen som ble gjort på vanlig krittavle. Elevene blir her oppfordret til komme frem for å vise en konstruksjon med passer og linjal. Som vi ser av elevenes svar, (2,3 og 5) er det ingen av elevene som ønsker å komme frem til tavlen. Det kan se ut til at det ikke bare er den interaktive tavlen som er skummel å komme fram til men også den vanlig krittavlen.

Sekvens 6. Læreren oppsummerer og lager egne filer. 1. time 15.11.

Denne sekvensen finner sted helt i starten av 2. dobbelttime. Læreren følte at alle poengene hans ikke kom like klart frem forrige time og har derfor forberedt en rask oppsummering.



Figur 4.9 Notebook.

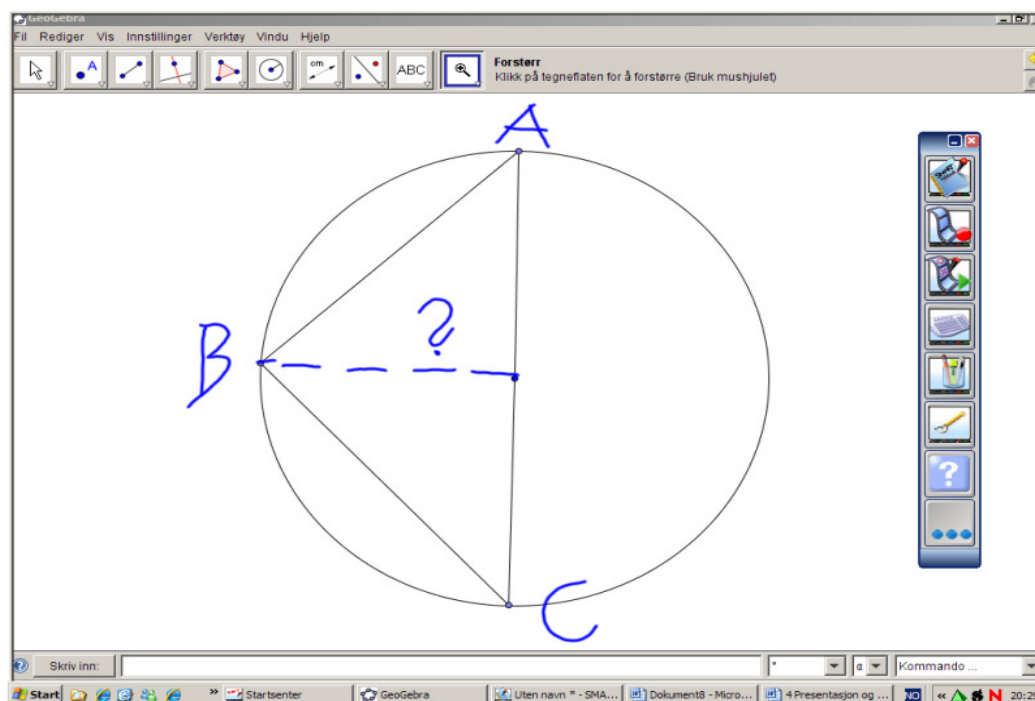
NR	Tid	Hvem	Hva	Merknad
1	04.21	Lær	Æ tror kanskje det gikk litte granne, at det ble litt mye	Læreren

	05.02	sånne liksom spesielle innstillinger og sånn her, at det kanskje.. Det å se sammenhengen. Åssen ser en sentralvinkel ut $\langle X \text{ i forhold } X \rangle$ til en periferivinkel. Kanskje det gikk litte granne fort sist. Så derfor så har æ bare lagd noen få eksempler nå, for å illustrere det igjen. Så æ bare går videre på nr 2. Her har vi et annet eksempel på sammenhengende par av periferi og sentralvinkel, ikke sant. Periferivinkel dannes, æ tenker nå at toppunktet for periferivinkelen ligger i D. Eh, ok? Åssen finner vi holdt på å si den tilhørende sentralvinkelen til den vinkelen som har toppunkt i D?	henter fram bilder fra Notebook som han har forberedt på bakgrunn av egen vurdering av den foregående timen.
--	-------	---	--

Læreren har i denne sekvensen laget en presentasjon i Notebook for å oppsummere og klargjøre poenger som han følte ikke kom klart nok frem i den foregående undervisningen. Han viser her at han allerede føler seg trygg nok til å lage og utforme egne undervisningsopplegg ved hjelp av verktøyene i IWB. Oppsummeringen fremstår som ryddig og effektiv ettersom alle figurer og bilder er laget på forhånd. I tillegg til å framstå som en vanlig PowerPoint-presentasjon gir IWB læreren muligheter til å tegne og skrive på bildene, noe han også gjør i denne sekvensen. Vi legger også merke til at læreren hele tiden er plassert like ved tavlen, noe som er med på å bedre kommunikasjonen med klassen.

Sekvens 7. Lærer spør elev om å komme frem for å forklare. 1. time. 15.11.

I forkant av denne sekvensen har læreren vist spesialtilfellet der sentralvinkelen er 180 grader og periferivinkelen er 90 grader. Læreren poengterer at dette kan være nyttig kunnskap i forbindelse med konstruksjon.



Figur 4.10 Spesialtilfelle med sentralvinkel 90 grader og periferivinkel 180 grader.

Nr	Tid	Hvem	Hva
1	10.00	Lær	Jen.

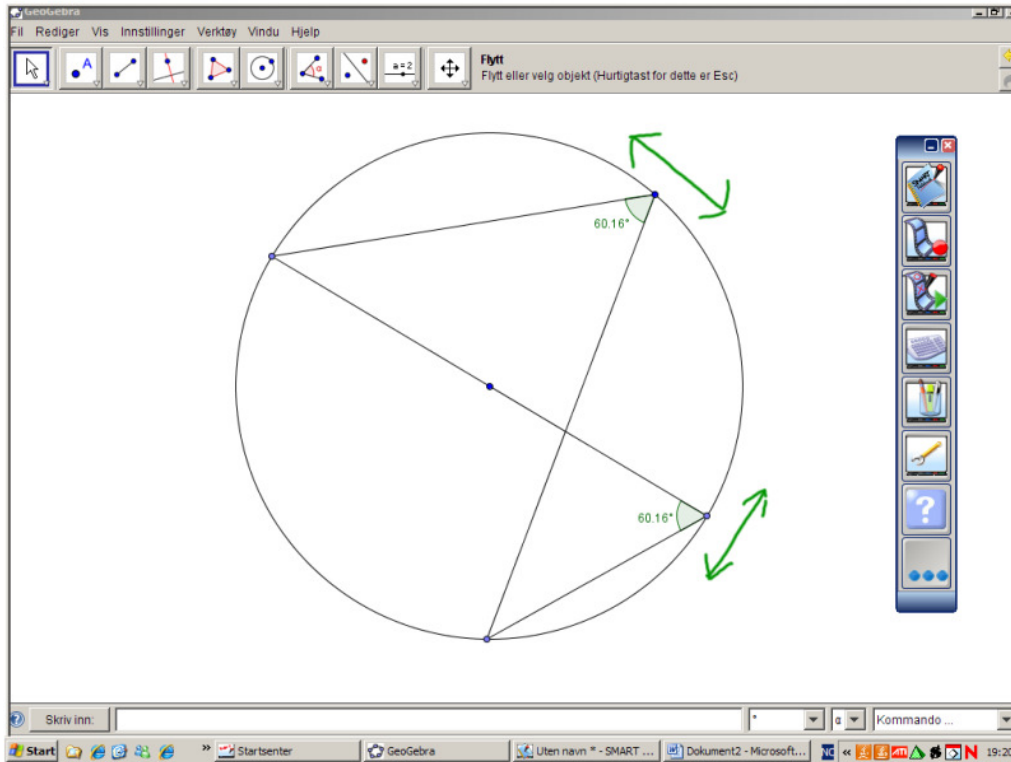
2		Jen	Hvis det ikke hadde vært noe punkt C, og den periferivinkelen hadde gått rett til sentralvinkelen,
3		Lær	Hva sier du, hvis du hadde tatt åsså?
4		Jen	[XX XX?] Tatt en sånn, hvis det hadde vært en ordentlig linje fra den der periferivinkelen til sentralvinkelen,
5	10.18	Iva	Og ikke via C liksom.
6		Lær	Eh, ja, altså det punktet der hadde vært flytta mot der? Nei?
7		Jen	Altså, at ikke C var der. At bare den derre,
8		Lær	Ja.
9		Jen	At bare den der 90 grader periferivinkelen hadde bare gått rett ned til 180.
10		Lær	Rett ned sånn?
11		Jen	Ja.
12		Lær	Nei, altså det, du må ha, altså du må, den vinkelen må holdt på å si, spenne over diameteren. Han må gå fra
13		Jen	[Ja! Ja!]
14		Lær	Endepunkt til endepunkt der.
15	10.44	Jen	Ja men altså, la bare si han hadde gått over, hadde vært diameter hvis den hadde vært med da? De to? B og A. Hadde det, hadde det vært en diameter da?
16		Lær	Den og den?
17		Jen	Nei.
18		Lær	Der, der er C hæ?
19		Jen	Ja. La, kutt ut C!
20		Lær	Ja, æ tror ikke helt æ skjønner hva du mener æ.
21		Gun	<X Gratis X>
22		Tro	Gå opp og tegn!
23	11.06	Lær	Gå opp, vil du komme opp og teine?
24		Jen	Nei. Det er egentlig ikke noe å teine. Men bare hvis det hadde vært en strek fra 90 til 180.
25		Lær	Derfra og ut der? Ja.
26		Jen	Ja. Hadde det vært liksom, sånn ja. Eh.
27	11.21	Lær	Nei du kan si at da, at..
28		Jen	[XX]diameteren mellom de øverste to nå da?
29		Lær	Nei, det er ikke noe diameter hæ? Altså da, da måtte du, altså husk på at da
30		Jen	[Men hvis det ikke] hadde vært noe under der.
31		Lær	Under der?
32		Jen	Ja... Da hadde jo det vært hypotenusen og da hadde det vært diameteren <P hadde det ikke det?P>.
33	11.39	Lær	Nnnei.. Eh.. Men æ tror vi tar åsså ser på en siste her (...).

I denne sekvensen prøver en elev å stille et spørsmål gjennom å foreslå en endring av figuren på tavlen. (1-5). Læreren skjønner ikke helt hva eleven mener, og eleven prøver i de neste linjene å gjøre seg forstått. (6-19) Den noe upresise forklaringen gir ikke mening for læreren. (20). Dette resulterer i at en av elevene oppfordrer Jen til å gå frem for å tegne på tavlen (22), noe Jen ikke ønsker (24). Det hele ender som en uavklart situasjon.

Vi ser av denne økten at enkelte elever kan vegre seg mot å gå frem til tavlen. Samtidig ser vi at elever også kan se verdien av å gå frem for å skrive eller tegne. (22). Læreren må i denne sekvensen bruke relativt mye tid på å prøve å forstå eleven fremfor at denne eleven selv hadde vist hva han mener.

Sekvens 8. Utnytting av dynamiske kapasiteter. 1. time 15.11.

Læreren er i denne sekvensen ute etter å utforske sammenhengen mellom sentral og periferivinkler. For å vise at periferivinklene hele tiden er like store, setter han på vinkelmål. Deretter beveger han på punktene som vist på figuren nedenfor.



Figur 4.11 To periferivinkler med vinkelmål spenner over samme sentralvinkel.

Nr	Tid	Hvem	Hva
1	32.28	Lær	Men kan vi dermed si at de andre parvis også må vær like fordi de spenner over samme bue nødvendigvis?
2		Gun	Ja skal vi bevise det første?
3		Lær	Ja det skal vi prøve å holt på å si å, å begrunne egentlig da, e? Æ ska bare sette på noen vinkelmål sånn at vi kan vi kan se på en måte hva som e, eh, sammenhengen. Ska vi sjå. Nå tar æ så kan æ måle vinkelen. Så er det jo vinkelen ved B og C vi...<P Skal vi sjå P> Fikk jeg det nå? Ja. Åsså. Den, den og den. <P XXXP> <P vent litt.P> ... Sjå.... Ja. E vett ikke om dere klarer å se det så godt, men.
4		Tru	Nei.
5		Iva	XXXXXXXXXX
6		Lær	Hvis æ nå tar åsså flytter for eksempel på det punktet der. Ja dere som dere som sitter nærme nå, hva hva hva kan dere si om vinklane?
7	33.55	Sar	De er like store.
8		Iva	De er like store.
9		Lær	Klarer dere å se ut i fra målan her så e de like store? Tretti, førtito komma to grader på begge to. Flytter æ

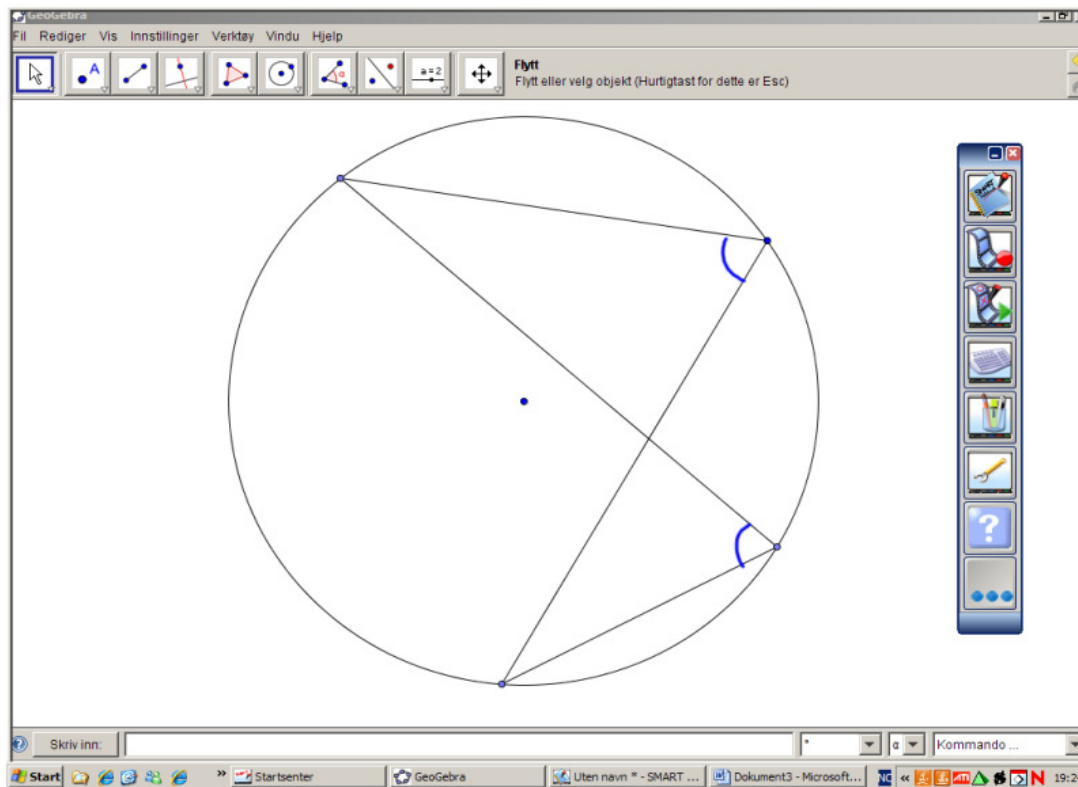
10		U	her, skal vi se, seksitsyv komma ..åttien på begge to. Ser ut som, ser ut som de er like, hæ?
11		Lær	Mhm. Menne, hvorfor er de like?

Det viser seg at punktene til figuren i GeoGebra er litt vanskelige å treffe, (3) selv om tavlen ble kalibrert i forkant av dobbelttimen. Vinkelmålene kommer til slutt på, og elevene får se at periferivinklene hele tiden er like store (60-65) selv om læreren flytter på dem langs sirkelbuen.

I denne sekvensen benytter læreren peking og bevegelser for å flytte figurene, samt gestikulering for å kommunisere med elevene. Vi ser at læreren er i stand til å gjøre alt dette uten å flytte seg bort fra tavlen. Han gjør også nytte av det dynamiske ved programvaren for å overbevise elevene om sammenhengen. Elevene får med egne øyne se at de to periferivinklene hele tiden er like store, ved at læreren benytter vinkelmål – funksjonen og samtidig flytter rundt på punktene. Læreren avslutter med å stille spørsmålet ”hvorfor er de like?” (11) for å se om elevene klarer å knytte etablert kunnskap til dette nye eksempelet med to sentralvinkler. Dette med tavlens varierende presisjon oppdaget vi i forkant av undervisnings- øktene. Vi besluttet da å lage klar alle figurer i forkant av timene ved bruk av pc.

Sekvens 9. Effektiv undersøkelse - svar til elever. 1. time 15.11.

I forkant av denne sekvensen har læreren demonstrert et spesialtilfelle der de kryssende linjene (se figur under) skjærer hverandre i sentrum av sirkelen. Knu spør så om hva som skjer hvis læreren forandrer på figuren slik at sentralvinkelen ikke lenger blir ”synlig”.



Figur 4.12 Periferivinkel der sentralvinkelen ikke er synlig.

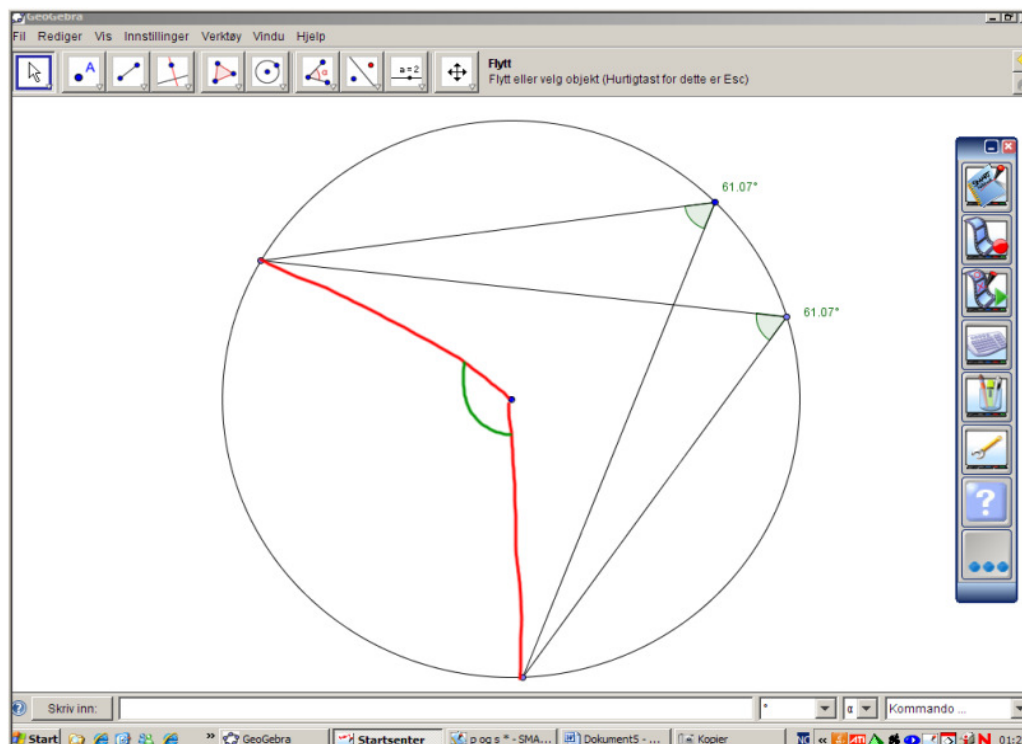
Nr	Tid	Hvem	Hva
----	-----	------	-----

1	37.27	Knu	Hva om de <X linjene ikke skjærte herandre i midten?X>
2		Lær	Vi kan prøve på det! Vi kan gå tilbake til det. For det atte, eh, hvis æ nå tar å flytter litt på de igjen. Nå flytter æ de sånn at de ikke ligger <X som X> diameter, hæ? Sånn. Åsså flytter æ bare disse her vekk lissom da. Ja. XXXXXXXX
3		Tro	
4	37.51	Lær	[Sånn hva?].... Det va et, det det tilfellet holt på å si vi begynte med på, hva?... Nå tar æ opp, eh, åsså teiner æ opp, okey, der er altså da periferivinkelen, hva? Og der har vi periferivinkelen. Vi vil, var liksom i forhold til B og C vi definerte det som. Hva er sentralvinkelen i forhold til B nå? Åssen, nå har vi ikke teint opp den, men,

Vi ser her at læreren får et spørsmål (1) som han umiddelbart kan ta tak i gjennom å forandre på figuren slik at denne passer til elevens spørsmål (2). Eleven benytter her den interaktive tavlen gjennom å instruere læreren (3). Når dette er gjort identifiseres periferivinklene (4). Deretter blir elevens spørsmål om hvor sentralvinkelen nå er, stilt videre til klassen (4).

Sekvens 10. Når kommer elevene frem til den interaktive tavlen? 1. time 15.11.

I forkant av denne sekvensen har læreren sett på spesialtilfellet som ble beskrevet i sekvens 9. Vi går inn denne sekvensen i det læreren spør klassen om hjelp til å finne og merke av sentralvinkelen.



Figur 4.13 Periferivinkler med vinkelmål og markert sentralvinkel.

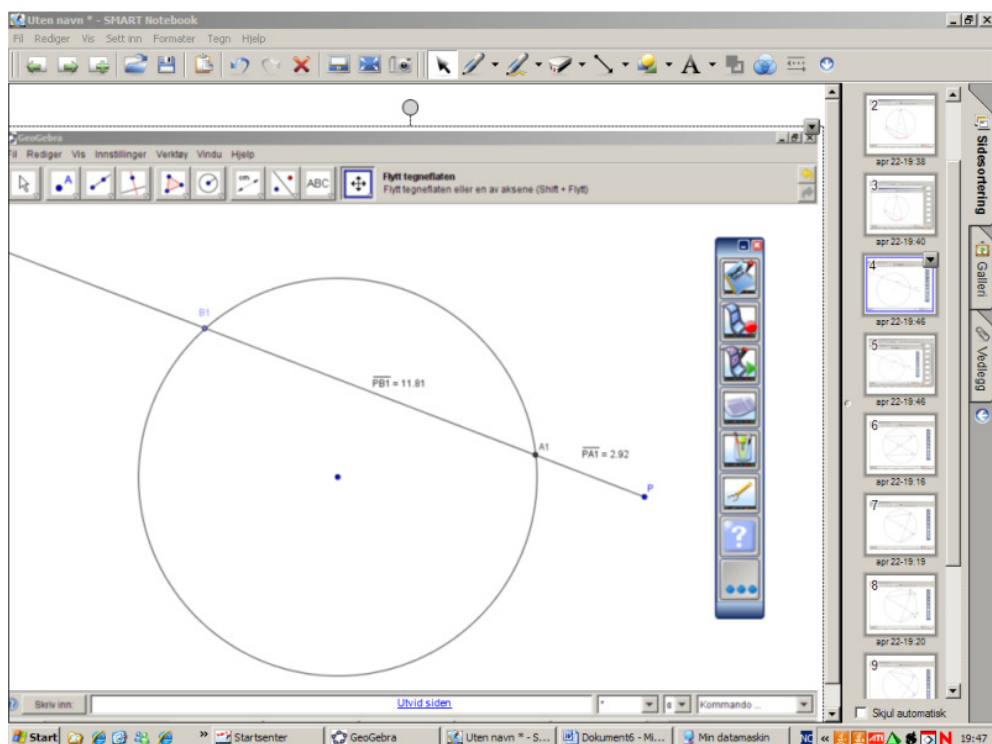
Nr	Tid	Hvem	Hva
1	38.23	Lær	Nei, men åssen ska æ teine sentralvinkelen som som tilhører holt på å si den vinkelen X B?
2		Gun	Ok, der, nei, litt ut, nei andre sida.
3		Lær	Ja åssen kan æ teine den?
4		U	Tegn an sånn!
5	38.30	Lær	E det noen som vil komme å prøve? Sar, kom og prøv å tegn! Prøv det. Det e heilt eh.. Bare hold den i handa, så kan du bare...Ja sånn ja. Bare ta litt hardt på tavla. Sånn ja! Ja sånn ja!. Flott!
6		Tro	Var det med vinkel B XXX.
7		Lær	Ok, ja greit. Kan du bare lage et vinkelsymbol på, eller bare lissom hvor vinkelen, sentralvinkelen e nå?
8		Sar	Ja.
9	38.50	Lær	Ja, riktig! Alle enige i det? At det er sentralvinkelen. Flott. Ser dere det at det er sentralvinkel og det er tilhørende periferivinkel? XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Men hva nå med den sin sentralvinkel? Hva er det?

Læreren spør her om elevene kan angi hvor sentralvinkelen er (1). En elev kommer med et forslag som framkommer noe upresist (2). Til slutt kommer læreren med en oppfordring til en av elevene (5) om å komme fram til tavlen og tegne inn vinkelen. Eleven kommer fram til tavlen og merker av vinkelen etter å ha mottatt noen enkle instruksjoner om bruk av tavlen (5). Blant annet har læreren funnet ut at ved å holde tusjen i en hånd og skrive med en av fingrene på den andre hånden, oppnår man en jevnere og finere strek. Læreren uttrykker tilfredshet med svaret til eleven (9) og spør så klassen om hva som

Vi ser her at elevenes vansker med å gi presise instruksjoner til læreren fører til at en av elevene ser nødvendigheten av å komme fram til tavlen. Dette var for øvrig den ene av totalt to ganger hvor en elev kom fram til tavlen i løpet av de tre dobbelttimene som ble filmet. Det kan også nevnes at det var samme elev ved begge anledningene og at denne eleven var en jente.

Sekvens 11. Tidsbesparende bruk av IWB. 2. time 15.11

Læreren har i forkant av denne sekvensen kopiert skjermbilder fra tidligere undervisning om punktets potens. Dette utnytter han når han nå skal gi elevene en oppgave.



Figur 4.14 Lærer utnytter IWB verktøy i utforskende arbeid.

Nr	Tid	Hvem	Hva	Merknad
1	02.20	Lær	Ja, æ tror, vi vi begynner... Altså, nå har vi funnet to. Åsså har æ sjøl da skreve ned [enda et] par. Så hvis alle sammen ser den veien her... Vi har nå.. første sammenhengen var atte... hvis vi lar, fra punktet P, har en stråle som skjærer i A1 og B1, sånn at avstanden er 3,07 og 5, så var det ett sammenhørende par av sånne lengder. Åsså flytter vi de, altså vi teinte på strålen fra P på en annen måte, så fikk vi, eh, fikk vi en s.. sånne avstander inn til skjæringspunktane. 2 og 7,7. Altså vi har 3 komma.. Æ kan sette det opp her. P-A1, P-B1, 3,07 og 5. Det er ett sammenhørende. 2, 7,7. Og vi har et tredje som æ skrev opp bare når dere var gått ut. 1,6. 9,6...E de noen sammenheng, hva er sammenhengen med åssen dette her varierer liksom? E de no..	Læreren skifter bilde av figurer kopiert i forrige time.
2	03.42	Lær	PA blir mindre mens PB blir større.	
3		Lær	Ja, kan dere, kan dere i gruppene nå.. Æ lukka igjen bøkene til alle fordi e tenkte at svaret det kan dere finne i boka, men det er ikke poenget. Poenget er at dere skal prøve å se.. åssen er sammenhengen mellom disse XX, verdiane, åssen	

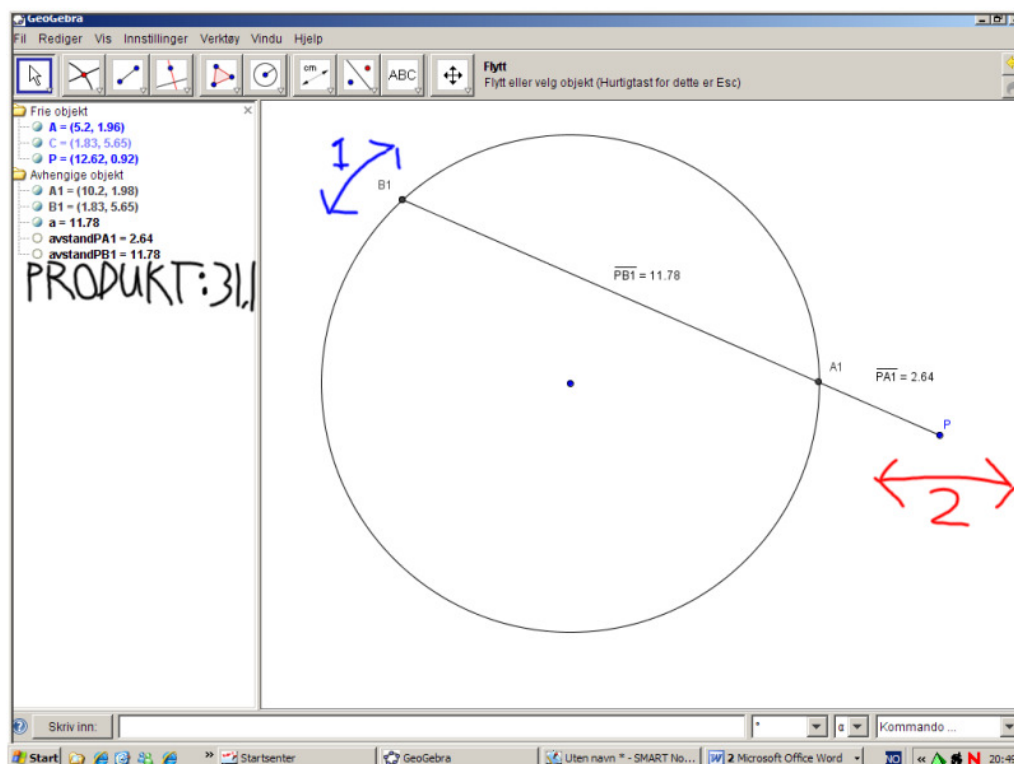
4		Tro	disse here varierer.	
5		Lær	[XXXX].	
6		Flere elever	I forhold til hverandre. Disse to størrelsene XXX.	
7	04.02	Lær	XXXXX.	
			Snakk i gruppene om.. og kom med forslag.	

I denne sekvensen benytter læreren kopier av skjermbilder som han har limt inn i Notebook. Ved hjelp av dette kopieringsverktøyet har han ved tre anledninger tatt bilder av skjermen i foregående time, da temaet var punktets potens. De ulike bildene viser en sirkel og punktet P som ligger utenfor sirkelen. En stråle går fra P og skjærer sirkelen i A1 og B1. Læreren går så gjennom tre forskjellige bilder (1) der avstandene PA1 og PB1 er forskjellige mens punktet P hele tiden ligger likt i forhold til sirkelen. De forskjellige avstandene blir notert på krittavlen og elevene blir gitt i oppgave å finne sammenhengen mellom disse tallene (1). Dette skal de diskutere seg fram til i gruppene som de sitter i (3, 5 og 7).

Læreren utnytter her tavlens muligheter til å gå tilbake og se på noe som har blitt gjort tidligere i undervisningsøkten. Han bruker også tavlen til å gi elevene en utforskende oppgave, og unngår dermed at elevene med en gang finner svaret i bøkene sine, som han i friminuttet har snudd opp ned.

Sekvens 12. Dynamisk gjennomgang – utforskning – overbevisning. 2. time 15.11

I forkant av denne sekvensen har elevene gruppevis arbeidet med å se på hva som kan være sammenhengen mellom ulike tallpar hentet fra foregående undervisningsøkt om punktets potens. Elevene har kommet fram til at tallene i hvert par gir samme resultat hvis de multipliseres med hverandre. Læreren ønsker nå å se på om dette ser ut til å stemme for alle mulige slike tallpar.



Figur 4.15 Dynamisk utforskning av punktets potens.

Nr	Tid	Hvem	Hva	Merknad
1	08.18	Lær	Så det kan virke som at det... Hvis du tar avstandene og ganger de sammen, så får du <P altså P> likt.	Læreren peker og viser hvor avstandene blir ganget sammen i GeoGebra.
2		Lær	Mm.	
3		Lær	Vi kan jo se på om det...eh, gjelder holdt på å si, for flere tilfeller. Og nå får vi, har vi en fil her som, hvor dere ser altså at, her har man for alle tilfeller, avstanden fra P til den nærmeste og P til den borte. Avstanden av de ganget sammen i det som kalles for "produkt" der. Der er produktet av de to avstandene. 34,96. Må kanskje ha sånn kikkert for å se det dere som sitter langt bak altså, men. Menne dere kan nå se, hvertfall dere nærmeste kan nå se og bekrefte: e det det samme hvis æ flytter på B1 nå.	
4	09.08	Iva	Nei!	
5		Lær	Nei nå flytt æ jo litt for mye.	
6		Lær	XX XX.	
7		Lær	@@ . Ja vel, nå XX det punktet. Nå. Ser dere at det	
8		Tro	[XX XXX]	
9		Lær	Så får vi samme produkt. Altså at avstandene endrer seg, men produktet står konstant, ser du det?	
10		Lær	Mm.	
11		Tro	<X Er produkt at du ganger sammen? X>	
12		Lær	Så produktet er det samme.	
13	09.31	Jen	Hvorfor er det det egentlig?	
14		Lær	Det skal vi bevise seinere.	
15		Jen	<P XX P>	
16		Lær	Menne, ok.. Produktet er det samme så lenge vi flytter punktane på.. disse skjæringspunktane her rundt på sirkelen. Men hva tror dere, hvis æ hvis æ nå hadde hatt punktet P lenger vekk .. Det punktet lenger vekk nå sånn.	
17	09.44	Jen	[XXX XX XXX XXX]	
18		Tor	[Deler på X X]	
19		Jen	[XX X X X XX XX X X X.]	
20		Sar	<X Da kan..X>	
21	09.57	Lær	Nå er punktet P lenger vekk... I stad fikk æ 32, noe som produkt. Hvis æ bare flytter B1 nå, er produktet fortsatt likt? <P Nei, der ja.P>	
22		Flere	Ja.	
23		Lær	Ja, Ja. Nei nå forandr, nå forandret..	
24		U	XX.	
25		Lær	Ser dere det? Produktet er fortsatt likt men det er større. Åffer det?	
26		Jen	<X For at da får vi flytta på sirkelen. X>	
27		Flere	[XXXXX]	
28	10.22	Iva	[Avstanden er..]	
29		Lær	Punktet lenger vekk så blir alle avstander større, hæ?	

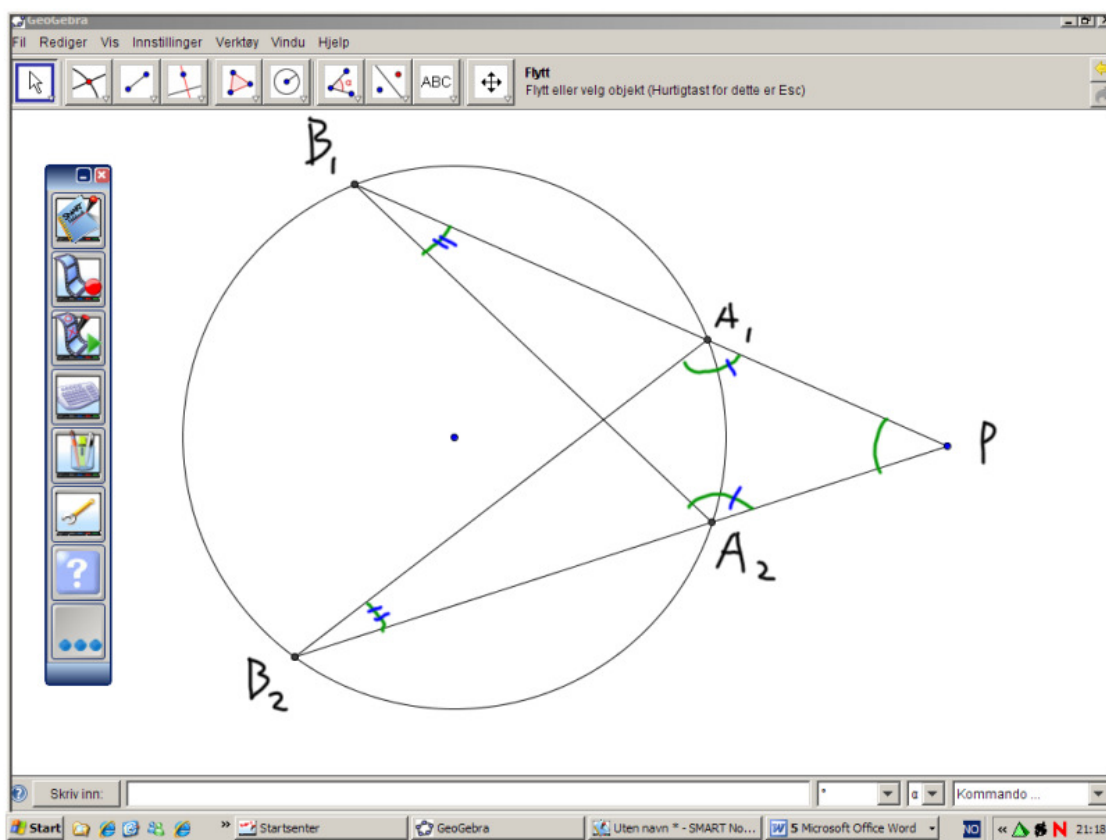
Vi ser her at læreren benytter IWB til å gjennomføre en utforskning (1-3) der hensikten er å overbevise elevene om at produktet av lengdene PA1 og PB1 alltid er det samme selv om

punktene A1 og B1 flyttes rundt på sirkelen. Vi ser av responsen i ytring nr 4-7 at elevene følger med og skjønner når læreren forandrer på figuren på feil måte. Det kan videre se ut til at elevene lar seg overbevise om sammenhengen (10), men også at de lurer på hvorfor det er slik selv om de får se det med egne øyne. (13). Når læreren spør om hva de tror kommer til å skje hvis punktet P blir flyttet (16), får han god respons fra flere av elevene. (17-20). Han får også god respons fra elevene på spørsmål om hvorfor de tror det er slik. (27).

Sekvens 13 Elev kommer frem uoppfordret. 2. time 15.11.

I minuttene før denne sekvensen har klassen fått i oppgave å bevise hvorfor $\frac{PA_1}{PA_2} = \frac{PB_2}{PB_1}$.

Etter en liten diskusjonsrunde i gruppene prøver elevene å begrunne dette med utgangspunkt i figuren under.



Figur 4.16 Bevisførsel – punktets potens.

Nr	Tid	Hvem	Hva	Merknad
1	19.37	Lær	Sar.	
2		Sar	Den vinkelen der er felles, B.	
3		Lær	B, den e, den e felles?	
4		Sar	Ja.	
5		Lær	Og den er med i begge?	
6		Sar	M m.	
7		Lær	Ok, da har vi ett sett av vinkler som er like begge.	
8		Sar	Ja	
9		Lær	[Ja.]	
10		Sar	Åsså A1.. B, B1, A1, B.. B2 <P X X P> ... like	

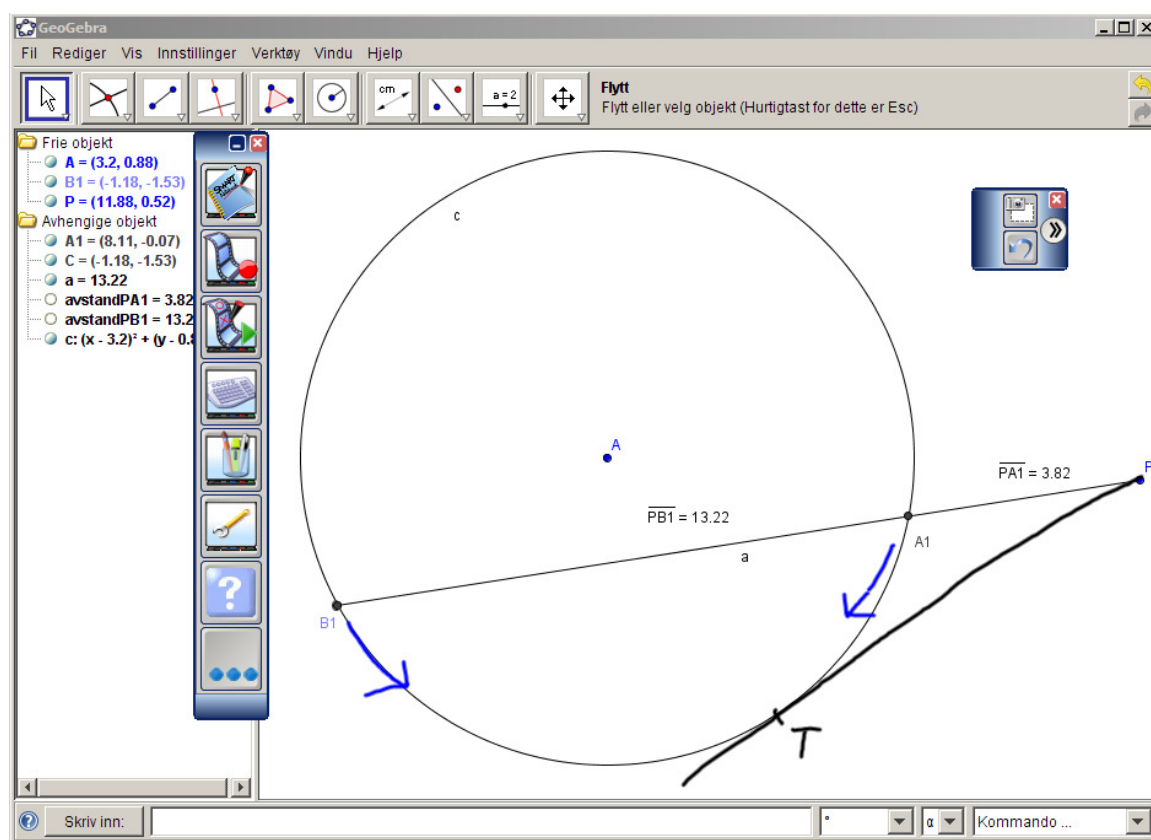
11		Gun	stor som en, B1, ehm. <P A1 B2. P>	
12		Sar	A1 XX XXX.	
13		Lær	A2.	Lærer peker.
14		Sar	Æ du på den nå?	
15	20.03	Lær	Nei. Ja, kan du komme opp og vise?	Lære spør etter at elev har begynt å reise seg

Sar prøver i denne sekvensen å forklare hvorfor to av trekantene som dannes i figur 4.16 er formlike og dermed at $\frac{PA_1}{PA_2} = \frac{PB_2}{PB_1}$ gjelder. Hun lykkes med å formidle at vinkel B er felles i begge trekantene (2). De resterende vinklene får hun derimot problemer med (10, 12 og 14) og velger derfor på eget initiativ å komme frem til tavlen.

Denne sekvensen viser at elevene kan komme frem til tavlen så fremt de selv ser nødvendigheten av det. Eleven i dette tilfellet slet med å forklare hvilke vinkler hun snakket om, og kom derfor frem til tavlen for å merke av disse.

Sekvens 14. Dynamisk bruk for å illustrere spesialtilfelle – blar tilbake. 2. time 27.11.

I forkant av denne sekvensen har læreren nettopp avsluttet en oppsummering av tidligere gjennomgått pensum i forbindelse med punktets potens. Vi går inn i sekvensen i det læreren går i gang med å illustrere et spesialtilfelle av nevnte emne.



Figur 4.17 Punktets potens – $A1 \cdot B1 = PT^2$

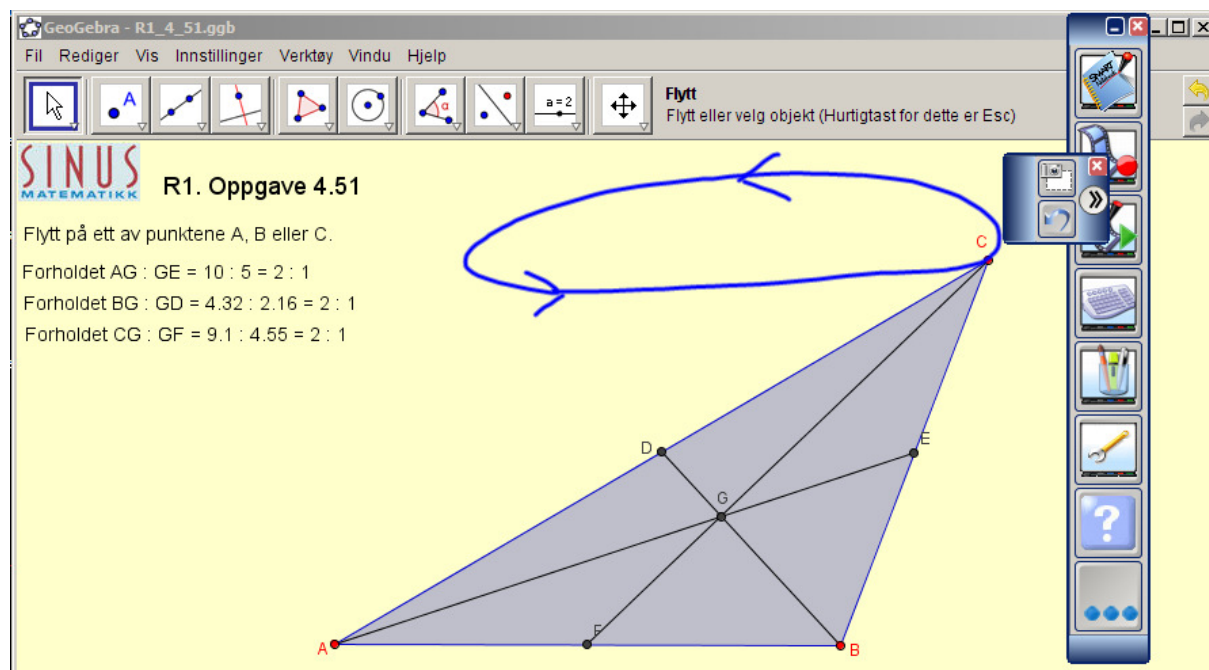
Nr	Tid	Hvem	Hva	Merknad
----	-----	------	-----	---------

1	01.50	Lær	Og det betyr atte hvis æ nå tar åsså flytter på et punkt her,.. på det punktet B1 nå.	
2	01.57	Jen	Ja kan du flytte på A1 uten å flytte på B1?	
3		Lær	Hæ?	
4		Jen	Kan du flytte på A1 uten å flytte på B1?	
5		Lær	Nei nei, nei, nei, begge flytter seg med. Holdt på å si æ velger det bakerste skjæringspunktet som det punktet jeg flytter på.	
6		Jen	<P En stråle som krysser opp..P>	
7	02.10	Lær	Ja. Då går det vekk og det har du tilgjengelig i den programvaren etterpå. Hvis æ nå flytter det punktet B, først, <P ja. P> Punktet B, flytter æ det... Sånn. Så ser, hvis æ flytter de nærmere hverandre nå. Se, at da blir de avstandene inn til de punktane der mer og mer like, hva?	Jen snakker med en elev som han sitter sammen med. (7): Læreren tar bilde av det han har gjort.
8		Gun	Ja.	
9		Lær	Hvis æ flytter de nå, sånn, da ligger de egentlig oppå hverandre, ser dere det? Da ligger, hold på å si, A og B oppå hverandre. Åssen punkt har æ der nå? Altså hva slags type stråle er dette her nå i forhold til sirkelen?	
10		02.46	Iva	En tangent.
11		Lær	Det er en tangent ikke sant? Alle enige i det?	
12		Lis	Ja.	
13		U	XXX.	
14	02.52	Lær	Å det betyr atte, nå kan æ egentlig da erstatte, holdt på å si, det.. eh, det punktet der, kalles for T siden det er et felles møtepunkt, et tangeringspunkt. Og dermed må det bli, ikke sant, da må det bli sånn atte, åssen det på å si, hva er produktet nå lissom? Jo det er produktet av to like lengder, er det ikke det? Holdt på å si nå er jo A, P til A1 og P til B1 er nå like lang. Så det på å si, det er P inn til det samme to ganger, og det ska æ bare skrive på her inne. At hvis vi flytter det punktet der, bort sånn at de møtes i ett felles punkt, så blir det tangeringspunkt. Da kan vi, ja, ska æ bare teine på nå.	Læreren blar tilbake til første bildet og skriver på dette.
	03.32			

Læreren begynner her med å trekke punktet B1 nedover (1) som vist på figur 4.15. En elev kommer så med et spørsmål angående hva den dynamiske programvaren tillater av handlinger. Både læreren og eleven viser her (2, 4 og 5) at de har kunnskaper om det teknologiske verktøyet, noe som Laboarde (2007) nevner som en fire viktige kunnskaper i arbeidet med teknologi i matematikkundervisningen. Læreren fortsetter så med å utnytte de dynamiske mulighetene ved å trekke i B1 slik at B1 og A1 nærmer seg hverandre (7). Elevene ser ut til å forstå at punktene til slutt ligger på samme sted og at linjen fra P tangerer sirkelen i punktet T (7 - 13). Til slutt utnytter læreren muligheten til å bla tilbake til tidligere arbeider (7), og tegner inn det nye resultatet på det lagrede bildet.

Sekvens 15. Bruk av ferdiglaget fil - Elev bruker tavlen via læreren. 28.11.

I forkant av denne sekvensen har klassen diskutert begrepet median og hvordan forholdet er mellom det to delene av medianen som oppstår når minimum to medianer krysser hverandre, som vist på figur 4.18. Vi går inn i undervisningen like før læreren igangsetter en dynamisk utforskning av fenomenet etter ønske fra en av elevene.



Figur 4.18 Nettresurs fra Sinus.no. Oppgave 4. 51.

Nr	Tid	Hvem	Hva	Merknad
1	03.28	Lær	Hva var det andre som vi obseverte?.. Lis?	
2		Lis	Atte den kort, eller den lange delen var to ganger den kort.	
3		Lær	Ja.	
4	03.35	Jen	Du, er den alltid to ganger den korte, eller er det ut i fra hvordan, hvilken type du har når X?	
5		Lær	Åssen tenkte du? Om det alltid eller om det har med type..?	
6	03.45	Jen	Om at når den der linja er delt i to da, om den ene da er alltid er dobbelt så stor som den andre, eller om den av og til er tre ganger så stor som den andre eller <P X P>.	
7		Lær	Ja vi kan jo se, det er jo mulig å se det i den fila her. Sant. Dere fikk vel det i går sånn cirka, når dere, når dere gjorde det, gjorde dere ikke det?	
8		U	Mm.	
9	03.59	Lær	Sånn cirka dobbel så stor. Men nå, her har vi da.. på denne trekanten her så har vi da.. satt på mål her. Æ vett ikke om dere greier å se det. AG 7,18, GE 3,59. Asså det er det, ikke sant, AG 7,18.. GE 3,59. Deler vi den på den så får vi 2 til 1, altså 2 da. Så det gjelder også for de andre. Den og den...	Læreren peker på tavlen.
10		Tro	[Så GE er dobbelt] så liten?	
11		Lær	Hæ?	

12		Tro	GE er dobbelt så liten som <X AG X>?	
13		Lær	GE er ja, eller halvparten så stor ville æ kanskje si heller. Ja. Ja.	
14		Tro	[Du trenger] to GE for å få en AG?	
15		Lær	Ja, riktig. At det går 2 GE i den Agen ja. Og dere ser at hvis æ nå forandrer på hjørnene igjen, prøver å ta hjørne C åsså flytte det, så ser dere at, ikke sant, verdien av for lengdestykkande, for lengdane på linjestykkene forandrer seg men forholdet er konstant, ser du det?	Læreren forandrer på figuren.
16	04.58	Tro	[Du flytt an] flytt an lenger opp til høyre. Stopp an der. Der ja..	
17		Lær	Ja.	
18		Tro	Se, vi trenger mer enn to AA GE for å få en AG.	
19		Lær	Du mener to av den.. for å få den?	
20		Tro	Ja det ser ut som det.	
21	05.11	Lær	Ska vi sjå... Prøve åsså... Nei, æ tror ikke det er heilt, en må jo justere underveis da for..	Læreren måler ved hjelp av armene.
22		Lær	[Men] gjelder også hvis den er helt rettvinkla?	(22)Eleven viser her til sidene i trekanten.
23		Lær	Hæ?	
24		Lær	Det gjelder også hvis alle sidene er like lange og sånn?	
25	05.26	Lær	Ja vi kan prøve, vi kan prøve å få det til.	

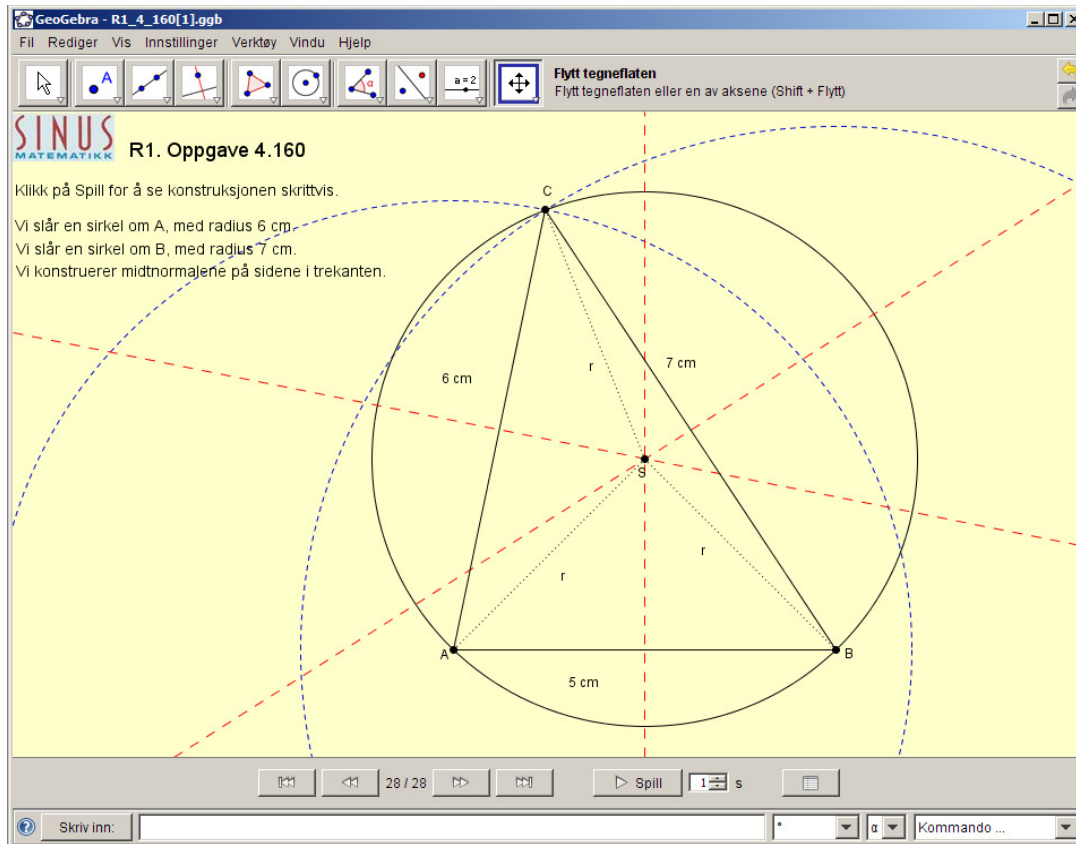
Læreren begynner her med å spørre klassen om hva de husker fra forrige time (1). Dette gjør han etter at han har hentet frem en GeoGebra- fil som illustrerer emnet (Figur 4.18). En elev gir så et riktig svar i det hun hevder at den lange delen av medianen er dobbelt så stor som den korte (2). En annen av elevene lurte på om denne sammenhengen er generell (4 og 6). Læreren gir ikke umiddelbart svaret, men inviterer til en utforskning av påstanden (7). Etter å ha referert til tidligere resultater som elevene har fått (7), går han over til å se på tallmaterialet som vises i sammenheng med figuren på tavlen (9). En liten diskusjon følger (10-14) før læreren (15) begynner å forandre på figuren for å undersøke om sammenhengen kan se ut til å gjelde for alle varianter av figuren.

En av elevene kommer så med en forespørsel til læreren om han kan flytte hjørnet på trekanten helt ut i høyre hjørne kant av tavlen (16) for å se om forholdet mellom delene av medianen fortsatt er 2:1. Vi ser så at læreren gjør det som eleven ber om (16) men at eleven enda ikke er helt overbevist (18 og 20), selv om tallene på tavlen tilsier at hypotesen stemmer. En liten målesekvens følger (21) før en annen elev kommer med et nytt forslag om å teste ut en annen variant av trekanten (22 og 24). Sekvensen avsluttes i det læreren går i gang med å undersøke forslaget som ble gitt (25).

Vi ser her at læreren benytter en ferdiglaget GeoGebra- fil som han har lastet ned fra Sinus.no. Vi ser også at elevene benytter tavlen til utforskning gjennom å gi instruksjoner og komme med ønsker til læreren.

Sekvens 16. Bruk av ferdiglaget fil - Elev usikker på grunnleggende geometri. 28.11.

I forkant av denne sekvensen har læreren repetert konstruksjon av midtnormal på krittavlen. Median har også blitt diskutert tidligere i timen. Vi går inn i undervisningen i det læreren åpner en ferdiglaget fil hentet fra Sinus.no som er læreverket sine nettsider.



Figur 4.19 Nettresurs fra Sinus.no. Oppgave 4.60.

Nr	Tid	Hvem	Hva	Merknad
1	12.34	Lær	Her har vi da en konstruksjon som eh, .. som er holdt på å si spilt inn, så vi kan spille av denne konstruksjonen. Og.. her ser vi at den begynner... Først...	Læreren trykker på asvpillings-knappen på GeoGebra-filen.
2	12.51	Jen	Oi!	
3		Lær	Ok. Aller først.. bare tegner en trekant, en vilkårlig trekant... .. Ok. Det gikk jo veldig for da men.. vi konstruerer altså en sann en midtnormal på hvert enkelt av sidanne i trekanten, hva?	
4	13.43	Lær	De er like lange.	
5	13.54	Lær	Ja vel.	
6		Tro	E an ferdig nå?	
7		Lær	Nå æ an ferdig.	
8		Tro	Men...	
9		Lær	Tro	
10		Tro	Åssn fikk du de blå strekan der?	
11		Lær	Nei, det var altså, programmet konstruerer halveringslinjane.	
12		Iva	[XX XXX.]	

13		Tro	Så <X bruker X> du bare passeren og setter den X.	Læreren viser til konstruksjon på krittavlen. Læreren peker og forklarer på IWB.
14	14.13	Lær	Ja, altså det prinsippet som æ viste her. Det må du gjør på hver enkelt.. Det skjer på hver enkelt av sidane i trekanten, hva?	
15		Tro	Ja, men hva gjør du, seter du passerspissen i en av, hva, hva..	
16		Lær	Ja da må du ta passerspissen her og der, så lager du den der... Sant? Passerspissen der og ta en bue, samme åpning, bue sånn, så lager du den.	
17	14.34	Tro	Ok... Ja.	
18		Lær	Ok, hva, hva, hva observerer vi egentlig her? Altså, hva er det som er, hva er det som, hva er det vi har sett for noe?.. Lar.	
19		Lar	Vel, alle de derre midtnormalane går i samme punkt, og ut i fra de kan det trekkes rette linjer ut til hjørnane som alle er like lange, og at det da passer inn i en perfekt sirkel.	
20		lær	Ja, er dere enige i det?	
21	14.59	Flere	Mm.	

I denne sekvensen ser vi at læreren i første ytring forbereder elevene på hva som nå skal skje på den interaktive tavlen. Han trykker så på avspilningsknappen (1) og programmet begynner å vise trinnene i en konstruksjon av den omskrevne sirkelen til en trekant. En av elevene virker imponert over det han får se, og utbryter "Oi!"(2). Læreren trykker så ved et par anledninger på pauseknappen for å forklare hva programmet har gjort til nå (3). I ytring nummer 10 spør en av elevene om hvordan de blå linjene på bildet ble til. (Disse er røde på figur 4.18). Læreren forklarer sammenhengen med henvisning til repetisjonen av konstruksjonen av midtnormaler som ble gjort på krittavlen i forkant av IWB- bruken (11, 13 og 16). I ytring nr 18 spør læreren om noen kan forklare det de nå har observert. En av elevene gir så en korrekt forklaring (19) som de andre elevene ser ut til å være enige i (21).

Vi ser av denne sekvensen at læreren benytter en ferdigprodusert fil som forfatterne av læreverket Sinus, klassens matematikkbok, hadde laget og gjort tilgjengelig på læreverkets nettsider. På denne måten kan læreren spare tid i arbeidet med å forberede undervisningsøker på den interaktive tavlen.

I denne sekvensen kommer det også frem at en av elevene har behov for å repetere grunnleggende konstruksjonskunnskaper for å være i stand til å forstå det som vises på tavlen. Vi ser også at en annen elev innehar denne kunnskapen og kan sette denne inn i en ny sammenheng. Behovet for kontroll over grunnleggende begreper innen geometri er viktig for å være i stand til å konstruere ny kunnskap. Slik kunnskap er også viktig med tanke på det å skulle kunne kommunisere med og instruere læreren slik at den interaktive tavlen kan utnyttes av elever som ikke ønsker å komme frem til tavlen. (Battista, 2007; Burger & Shaughnessy, 1986; Clements & Battista, 1992; Fuys, 1988).

Oppsummering av funn

Vi ser av sekvensene som jeg her har redegjort for at det er identifisert en rekke positive egenskaper ved bruken av IWB og et dynamisk geometriprogram. Blant annet har en rekke av sekvensene fokusert på gevinstene ved muligheten til å gjennomføre dynamiske utforskninger av geometriske figurer og sammenhenger. (Mariotti, 2001) Det ser i denne sammenheng ut til

at elevene får en unik anledning til å komme med forslag til mulige måter å manipulere disse figurene på, slik at de nevnte elevene føler seg overbevist av at det de ser er sant. (Ruthven et al., 2007)

Et annet sentralt funn viser at elevene i den observerte klassen ikke ønsker å komme frem til den interaktive tavlen. (Bell et al., 2007) Kun en av elevene kom frem. Dette skjedde etter at denne eleven eller andre elever ikke hadde klart å kommunisere sin mening med læreren. Det kan altså se ut til at elevene kun kommer frem når de ser det som tvingende nødvendig.

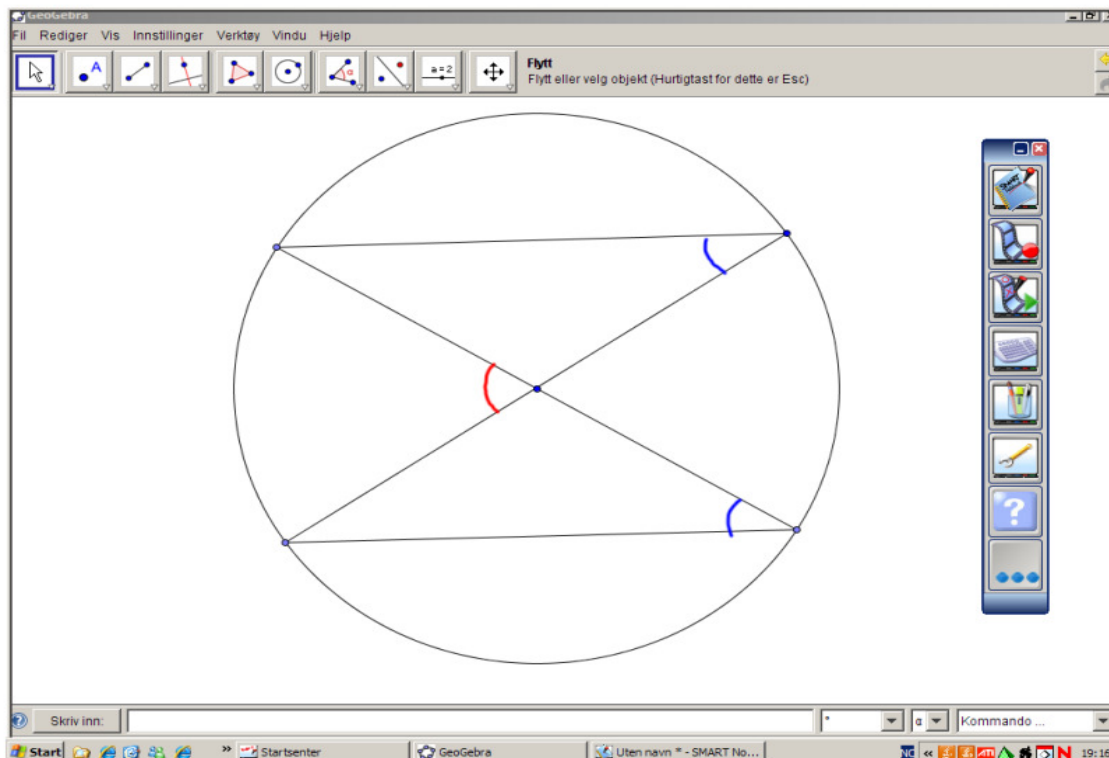
Videre ser vi at læreren benytter teknologien til å ta bilder av det som blir gjort på tavlen, og at disse bildene av og til benyttes i oppsummeringer eller i forbindelse med oppgavegjennomgang. Denne bruken fremstår som tidsbesparende. (Beauchamp, 2004) Vi legger også merke til at læreren har anledning til å bla seg frem og tilbake i det han har gjort.

Av de fleste observasjonene, men spesielt av sekvens 3, kan vi se at læreren i tillegg til nye bruksområder som dynamiske demonstrasjoner, automatiske målinger og muligheten til manipulering av figurer også kan bruke den interaktive tavlen på tradisjonelt vis ved å tegne og skrive på den.

4.4 Presentasjon av sekvenser med tekniske utfordringer

Sekvens 17. Tekniske problemer – håndtering av det uventede. 1. time 15.11.

I forkant av denne sekvensen har læreren flyttet på punktene i en figur slik at elevene skal kunne se hvorfor de to periferivinklene til høyre er like store. Før han stiller spørsmålet om hvorfor det er slik, ønsker han å merke av disse vinklene på samme måte som figuren nedenfor.



Figur 4.20

NR	Tid	Hvem	Hva	Merknad
1	35.11	Lær	Eh, så ser vi altså at ja, den vinkelen, den periferivinkelen, den ene ligger der. <P Oisann.. Nå får æ den rette streken. P>	Kalibreringsvinduets dukker opp.
2		Iva	Vi skjønner hva du mener.	
3		Lær	Ja!	
4		Flere	(Humring)	
5		elever		
6		Iva	”Problem”.	
7		Lær	Ok... <P Ja, jaja...P>	
8		Elever	@ @ @ @ @	
9		Lær	@ @ @ Jaja.. Har vi en.. De må, de må lissom ... Sånn! He he. Æ måtte plutselig e, plutselig visste æ ikke hvor æ va henne, så... Ja vel! Da er vi tilbake igjen! Eh.	
10	Gun	Du må legge ned den derre blåfargen oppi der.		
11	Lær	Ja.		
12	Lis	Viskelæret, XXX		
13	35.45	Lær	[Sånn ja!] Viskelæret ja. Men, æ lar an stå æ. Det blir... <P ska vi sjå P> Den vinkelen der og den vinkelen der, hvorfor er de altså de like?... De spenner over samme sirkelbuen, hæ?	

I denne sekvensen oppstår det et teknisk problem. Først ønsker læreren å markere en vinkel ved å tegne inn en bue (1). Resultatet blir at tavlen tegner opp en rett linje fra startpunktet og til slutt punktet av lærerens bue. Da læreren ønsker å rette på dette, uttaler en av elevene at ”vi skjønner hva du mener” (2). Det kan videre se ut til at noe av skriveverktøyet ikke har kommet skikkelig på plass, noe som resulterer i at tavlen, nærmest på eget initiativ, henter fram kalibreringsvinduet idet læreren berører skjermen for å viske bort den rette streken (6). Denne uventede hendelsen frembringer latter hos både elever og lærer. Når kalibreringen er fullført, kommer elevene med råd og tips til læreren ettersom de oppdager at skriveverktøy og lignende ikke har kommet riktig på plass (10 og 12).

Vi ser her at uforutsette ting kan skje når man bruker IWB. Vi ser også at klassen reagerer med å ville hjelpe læreren til å løse utfordringen og at elevene allerede har fått en del kunnskaper om hvordan tavlen fungerer.

Sekvens 18. utfordringer med å åpne filer. Hjelp fra andre. 1 time 27.11.

I forkant av denne sekvensen har læreren hentet inn en datakyndig lærer for å prøve å oppnå kontakt med skolens intern-nett. Filene som skal brukes i dagens økt ligger lagret på dette nettet. I mellomtiden går læreren gjennom en prøve som elevene nettopp har hatt.

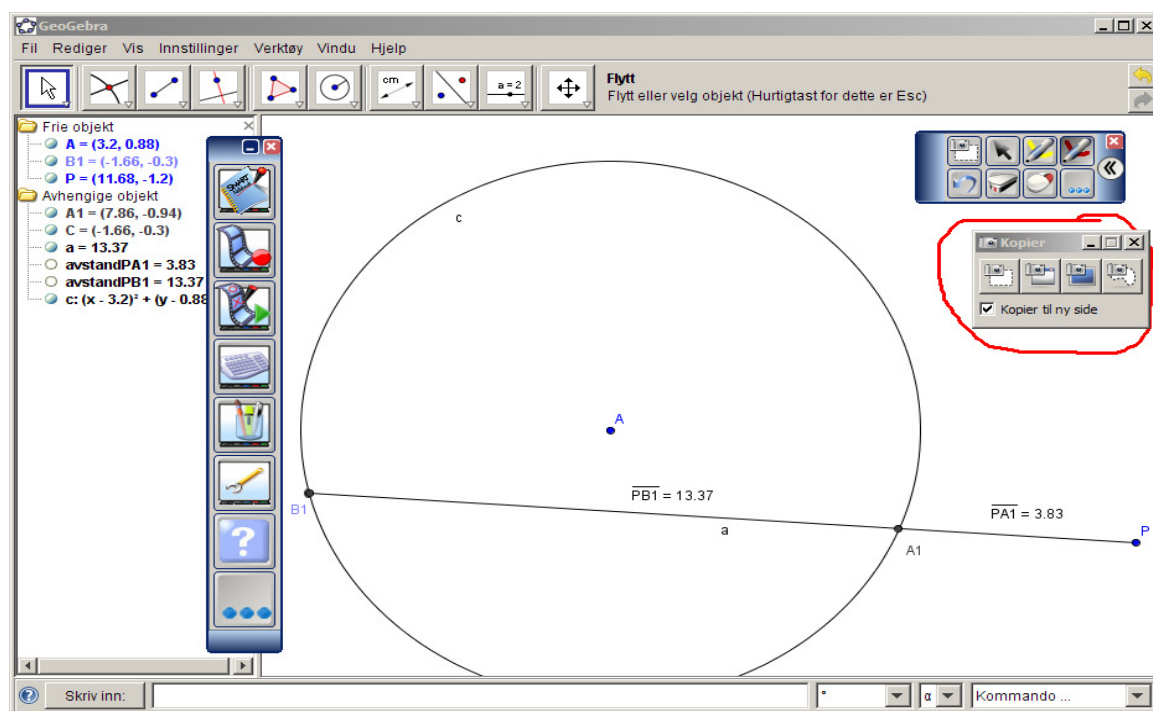
Nr	Tid	Hvem	Hva	Merknad
1	17.32	Lær	Det skulle bli minus 2 ln x ser vi da, først, og så 2 minus 3.	Læreren går gjennom en prøve som elevene nettopp har hatt. (reserveprogram)
2		Tro	Eh.	
3		Lær	Ja?	
4		Tro	Du måkke ha ln x pluss X?	
5		Lær	Nei du måkke det. Nei da. Nei da. Det må du ikke. (5) Eh, ja. Æ tror vi tar... <P Åssen P>	

6	18.06	Lær 2	Nei, asså XX	
7		Lær	E det vanskelig eller?	
8		Lær2	Nå nå e du på nett, men eh, er det noe ferdig <X opplegg X> du skal ha e..?	
9		Lær	Eh, har, har du Magne den derre, med den derre USB-pennen <P i så fallP>?	
10		Mag	Nei..Eg	
11		Lær	Nei.	
12		Mag	kan skaffe an te neste time da.	
13		Lær	Men æ har det for så vidt på, hvis e går ned på.. min maskin nere, så har æ det der	
14		Mag	Ja.	
15		Lær	Så kan æ, holdt på å si, legge det over på en penn,	
16			åsså,	
17		Lær2	Ja	
18		Lær	gå opp med det.	
19		Lær 2	[Ja] det vil være muligheten XXX	
20	18.36	Mag	<P Ja P>	
21		Lær	Ja.	
22		Lær2	For XXXXXX.	Læreren får
23		Lær	Ja, ja, ja. Ja.	forklart at
24		Lær2	XXXXXXXXXX	internettet har
25	18.41	Lær	Nei riktig.	vært nede.

Denne sekvensen er tatt med for å vise hvilke tekniske utfordringer som oppstod. Da læreren i forkant av timen skulle forberede seg, oppdaget han at det ikke var mulig å komme inn på filene som han hadde laget. Han tilkalte derfor en kollega med IT-ansvar. Vi får i denne sekvensen et lite innblikk i den stressende situasjonen som kan oppstå når det tekniske feiler. Læreren gjennomgår her en prøve (1-5) samtidig som han samtaler med IT-ansvarlig (5-8) for deretter å legge en alternativ plan for å få tak i de ferdiglagde filene. (9-24).

Sekvens 19. Læreren prøver å finne et kopieringsverktøy. 2. time 27.11.

I forkant av denne sekvensen har læreren gjennomført en oppsummering ved bruk av tidligere brukte filer fra GeoGebra. Vi går inn i sekvensen i det læreren er i ferd med å avslutte sin kommentar angående punktets potens.



Figur 4.21

Nr	Tid	Hvem	Hva	Merknad
1	00.00	Lær	(...) flytter punktet ner her, så får æ, ja nå flytta æ punktet P au dessverre, men så får æ da.. Hvis æ tar P A1 nå, ganger PB1 så får æ det samme produktet nå som i stad hæ?	
2	00.12	U	M m.	
3		Lær	Det kalles punktets potens... Vi skal se på en, en litt nyttig sammenheng på dette som vi ikke tok sist. Eh, hvis æ nå, eh,... tar åsså, skriver på bare det vi har då med P, PA1*PB1, det produktet der... Åsså, <P ja æ har kanskje ikke det derre XX der. XX XX X X... Ja P> Det gikk, æ fikk ikke øvd mæ så mye på morran i dag, så. @ @. Menne, ska vi sjå, det var...	Læreren skriver på tavlen og leter deretter etter et kopieringsverktøy
4		Mag	Prøv dei prikkane nederst der.	
5	Lær	[Skulle hatt] ikke den. Menne, e det den?		
6	01.11	Lar	Det er XXX XX.	Mag går frem til tavlen
7		Lær	Æ ska bare ha et sånn kopieringsverktøy, så. Husker du Mag hvor.. [e det?]	
8		Mag	Du har...	
9	01.23	Lær	E det den? Eller er det XX?... Sånn hurtigkopiering...	
	01.30	Lær	Å den ja, ok... Ok.... Eh,...	

Vi ser i starten av denne sekvensen at læreren benytter seg av tidligere produserte filer til å gjennomføre en oppsummering av innholdet i forrige time (1). Etter å ha skrevet opp produktet av $PA1 \cdot PB1$ på tavlen ønsker han å lagre bildet med skrift (3). Læreren møter her på en hindring ettersom kopieringsverktøyet ikke ligger fremme, noe det stort sett har gjort ved tidligere anledninger. I denne sammenheng viser han til manglende tid til forberedelse grunnet forhold som har blitt redegjort for i sekvens 15. Læreren viser her evne til å le av seg selv (3) og evne til å be om hjelp fra andre (5 og 7). Han får til slutt hjelp, (4, 6 og 8) og kan dermed fortsette undervisningen.

Sekvens 20. Læreren leter etter kalibreringsverktøyet. 28.11.

I forkant av denne sekvensen har læreren testet ut egenskapene til medianene i en trekant og hvordan de ulike delene forholder seg til hverandre (Se figur 4.18) Grunnet unøyaktigheter i tavlen klarer ikke læreren å få tak i det ene hjørnet på trekanten som har kommet litt langt ut til siden.



Figur 4.22 Kalibreringsvinduet i Smart Board.

Nr	Tid	Hvem	Hva	Merknad
1	05.32	Lær	Vi kan prøve på det... Oi sann... Ja.. Æ tok vist ikke heilt, eh, æ glemte å kalibrere han.	Læreren prøver å treffe hjørnet på en trekant.
2		Tro	[Du må] ...	
3		Lær	[XX X]	
4		Tro	[X XX X]	
5		Håk	@ @ @.	
6		Tro	Nede til venstre for dæ.	
7		Håk	@ @ @	
8		Lar	<P Litt ned til venstre P>	
9	05.46	Lær	Nede til venstre, der va han ja.. Nei, der.. Nei.	Læreren åpner filen på nytt.
10		Iva	Bare prøv å hiv an ner.	
11		Lær	Æ prøver en gang til... .. Ok, ska vi sjå... Nei!	
12		Iva	Ta en annen <X fil X> da.	
13	Jen	Æ det X X X med smart board da?		
14	Flere	@ @ @		
15	06.04	Mag	Du kan jo kalibrere an då.	
16		Lær	Ja, æ tror vi får gå på en kalibrering. [Så det] glemmer æ selvfølgelig hvor det e igjen.	
17		Lar	Det er XXX.	
18		Lær	Det e, eh, det er den!	
19		Tro	Skal du inn på internett?	
20		Lær	Nei, ikke den. Den?	

21		Iva	Det er X X XX XX XX XX X X.	
22	06.21	Lær	Det var det ikke. XX opp i alle fall. Ska vi sjå...	
23		U	XXX X XX.	
24		Lær	Ska vi sjå.	
25		Jen	Det er nesten så æ ønsker mæ smart board til jul.	
26		Tro	Ja det æ det.	
27		Håk	@	
28		Lær	Husker du Mag hvor det er henne?	
29	03.34	Mag	Eh, hvis du prøve på ø startsenderet der.	
30		Lær	Startsenderet, ja, riktig. Der er det ja. Ligger det oppe ja. Åsså æ det..	
31		Lar	De XX XX der nede sikkert.	
32		Mag	Den derre skiftenøkkelen.	
33		Lær	Skiftenøkkelen?	
34		Lis	[Det] er den der.	
35		Lær	Ja.	
36		Mag	Og då..	
37	06.50	Lær	[XX]... Ok, da...	Læreren begynner kalibrering.

Vi ser her at læreren får problemer i det ene hjørnet av trekanten havner ute i kanten av tavlen (1). Han skjønner med en gang hva som er problemet (1), nemlig manglende kalibrering. De fremste elevene ser hvor pila treffer i forhold til lærerens pekefinger og kommer med anvisninger til hvor læreren bør trykke (2, 4, 6 og 8). Læreren gir ikke opp men prøver gjentatte ganger å treffe hjørnet av trekanten (9 og 11) samtidig som elevene kommer med råd (10 og 12). En av elevene kommer med en morsom bemerkning (13) som resulterer i latter i klassen (14). Undertegnede foreslår så en kalibrering (15), noe læreren er enig i (16). Han bemerker i denne sammenheng at han er usikker på hvordan han skal finne kalibreringsverktøyet. Etter en periode med leting og forslag fra eleven (17-24) henvender læreren seg til Mag og spør om verktøyets plassering (28). Etter litt veiledning og tips fra elever og undertegnede (29, 31, 32 og 34), finner læreren frem til verktøyet og begynner kalibreringen (37).

Vi ser her at det kan ta noe tid å bli kjent med den interaktive tavlen og de ulike menyvalgene man har tilgjengelig.

Oppsummering av tekniske utfordringer

Vi ser av sekvensene at uforutsette hendelser kan skje ved bruk av IWB. Det viser seg at elevene i de observerte hendelsene opptrådte med hjelpsomhet ovenfor læreren i disse situasjonene.

Det viser seg også at bruken av IWB kan rammes i forbindelse med tekniske feil ved andre deler av det tekniske utstyret som benyttes. I sekvens 18 får læreren problemer med å åpne lagrede filer på skolens nettverkt. Dette rammer indirekte den interaktive tavlen, selv om denne fungerte som den skulle. (Levy, 2002).

Vi ser videre at læreren i sekvens 19 og 20 møter på utfordringer med å finne frem til kopieringsverktøyet som ble benyttet til å ta bilder av innholdet på skjermen. Det kan altså se ut til at det tar noe tid å bli kjent med det teknologiske verktøyet. (Beauchamp, 2004)

Av sekvens 8 kan vi se at den interaktive tavlen av og til ikke er presis nok til å takle nøyaktighetsarbeid som å sette på vinkelmål og lignende.

4.4 Presentasjon og analyse av intervjuene

Jeg vil nå presentere intervjuene som ble gjennomført i etterkant av timene med IWB. Lærerintervjuet er det første, etterfulgt av fem elevintervjuer. Til slutt vil jeg komme med en oppsummering der jeg trekker ut elementer som kan betegnes som funn.

Intervju med lærer

Jeg åpnet med å spørre læreren om hva han kunne om IWB før deltakelsen i dette prosjektet. Det kom da fram at erfaringen begrenset seg til en demonstrasjon i forbindelse med et kurs for to til tre år siden. I praksis hadde han ingen erfaring med verktøyet. Når det gjaldt bruk av annen teknologi i undervisningssammenheng, hadde han mye erfaring med grafiske kalkulatorer. Grafprogrammer på PC var også noe han benyttet, men da stort sett noen få timer per kurs per år.

På spørsmål om han kommer til å bruke IWB i framtidig undervisning, svarte læreren ”ja det tror jeg. Absolutt”. Han satte videre som en forutsetning at han selv var godt kjent med det aktuelle pensumet på forhånd. Hans erfaring fra dette prosjektet der han både måtte sette seg inn i det nye R1-faget, og samtidig bli kjent med IWB, tilsier at en slik jobb kan bli litt mye å takle på en gang. For framtiden vil han velge å benytte ny teknologi på emner som han har undervist i tidligere. Aktuelle emner fra matematikkfaget som han vurderer som passende i kombinasjon med IWB er geometri, grafer, derivasjon og emner der gode illustrasjoner kan være aktuelle, som f. eks innen statistikk og sannsynlighet. Generelt sett mener han at IWB passer bra der det interaktive og dynamiske kan være med på å lette forståelsen av vanskelige emner. Punktets potens og sammenhengen mellom sentral og periferivinkel trekkes her inn som passende eksempler, men behovet for kontroll og erfaring med pensum fra lærerens side trekkes igjen inn som et viktig poeng. Videre fremhever han emner hvor det erfaringsmessig er vanskelig å tegne opp gode og nøyaktige tegninger, som f. eks ved innføring av den deriverte og ved grenseverdibetraktninger.

Jeg spurte videre om han kunne se noen ulemper ved bruk av IWB. Her kom det fram at læreren ble veldig opptatt av den dynamiske biten. Det å variere på bilder for induktivt å se sammenhenger, kopiere bilder og kanskje prøve å oppsummere ved hjelp av disse ble en tidkrevende prosess. ”Jeg opplevde på en måte et problem i forhold til å avgrense, å ikke ville for mye på en gang.” Et klarere skille mellom IWB-økter og økter der elevene arbeider med oppgaveløsning i arbeidsboka nevnes som en mulig løsning for å oppnå et mindre stressende miljø for læreren. Å blande disse sammen ble altså litt mye på en gang.

Av positive sider ved IWB nevner læreren mulighetene til å visualisere og å skrive på tavlen der og da. Elevene blir gitt en anledning til å foreslå ting som læreren kan utføre og teste, og noen ønsker kanskje også å komme opp og skrive selv. Læreren mener videre at IWB representerer en ny læringsform og at man gjennom denne kan få vist tings som ikke så lett lar seg gjøre på en vanlig tavle. Han føler videre at elevene ble mer overbevist nå enn om han kun hadde formidlet budskapet ved hjelp av ord, og at IWB gjør det mulig å fremstille emner på en måte som det ikke er mulig å få til i den ”vanlige” undervisningen.

Hvis målet er aktive elever som deltar i undervisningen så tror læreren at det er viktig at elevene får anledning til å bli skikkelig varme i trøya. I undervisningen som fant sted i

forbindelse med dette prosjektet var det gjerne slik at elevene så en sammenheng, men allikevel ikke turte å komme fram for å skrive eller vise noe på tavlen grunnet usikkerhet. For å få opp den nødvendige selvtilliten foreslår læreren å gi elevene et lite prosjekt eller en vanlig oppgave som disse kan sette seg inn i å bli trygge på. Oppgaven kan deretter presenteres eller forklares av eleven, som nå vil være trygg på det han eller hun skal si og gjøre foran klassen. Han tror også dette med forskjellige elevtyper og variasjoner fra klasse til klasse har mye å si på dette området. Når det gjelder hans vurdering av elevenes engasjement nå i forhold til tidligere, mente han at det kun var små eller ingen forskjeller. Noen få elever var kanskje litt ivrigere enn ellers til å foreslå ting, men størsteparten av elevene var som før.

Arbeidet med å planlegge timene vil læreren beskrive som spennende og morsomt. Utfordringen lå i det tekniske utstyret i tilknytning til klasserommet. Uvissheten med tanke på om utstyret fungerte eller ikke var helt klart et stressmoment. Men til tross for enkelte tekniske problemer syntes læreren at det var en lærerik prosess. Gjennom å jobbe nøye med den nødvendig planlegging i forbindelse med dette nye verktøyet, blir man ekstra oppmerksom på det didaktiske innholdet i undervisningsopplegget. I følge læreren var det spennende å lære den nye programvaren, men også meget interessant å tenke så nøye gjennom det didaktiske for å prøve å gjøre det best mulig for elevene. Han opplevde allikevel at lange forberedelser ikke nødvendigvis resulterte i suksess i klasserommet. ”For jeg var veldig obs på hvordan jeg skulle bruke denne programvaren. Åssen trinn skal jeg gjøre det i bruk av programvaren for å lære dem sammenhengen.” Det viste seg i etterkant at noen av elevene ikke klarte å anvende kunnskapen i forbindelse med oppgaveløsning. ”Så det er jo litt uvant da at du bruker masse tid på forberedelse, men nødvendigvis ikke treffer.

På spørsmål om hva han vil si til kollegaene sine om IWB, kunne han fortelle meg at han allerede var hyret inn som foredragsholder for sine kollegaer i forbindelse med en fagdag. Her vil han fortelle at IWB er et meget nyttig verktøy i arbeidet med å bygge opp forståelse av matematiske sammenhenger. Han vil også poengtere viktigheten av å ikke gape over for mange elementer på en gang, men holde f. eks økter med oppgaveløsning og økter med IWB-arbeid adskilt. Mulighetene til å forberede filer til bruk i undervisningen er også noe han vil ta med. Et annet punkt han kom inn på her var størrelsen på tavlen. Den interaktive tavlen er mindre enn en vanlig tavle, noe som gjør at man føler at man må være veldig kort og presis. Læreren oppsummerer med at det alt i alt var mye nytt. Han føler at det totalt sett er et system som det tar tid å lære seg, og at opplegget som vi gjennomførte viser hele skalaen, fra bra til ikke fult så bra. Dette har vært meget nyttig, og han konkluderer med at man må bruke rett utstyr til rett tid.

Sin egen IT-kunnskap vurderer han til en firer på en skala fra en til seks der seks er best.

Intervju med elev 1

Den første eleven som jeg intervjuet opplevde bruken av IWB i timene som ”greit nok”. Han syntes videre at det virket greit å sette seg inn i bruken av tavlen bare man fikk øve litt. På spørsmål om hva han syntes var bra med IWB, svarte han at det kan bli lettere for noen å få se det mer grafisk. Personlig syntes han det var bra at det ikke tok noe ekstra tid med ”den derre Smart Borad greia”. Av negative sider påpekte han muligheten for tekniske problemer. Hvis han var lærer selv, ville han ha utnyttet det dynamiske til å vise hvordan ting henger sammen, altså fokusert på forståelse. Dette syntes han selv var nyttig. Når det gjaldt å komme fram til tavlen for å skrive og vise ting, var dette noe han forholdt seg likegyldig til. Om læreren skulle ta i bruk IWB i framtiden, så var det det samme for ham. Han hadde heller ikke snakket

med andre elever om tavlen. Det å ta del i undervisningen syntes han var helt greit og ellers likt som før. IT-kunnskapene sine vurderte han til et sted mellom fem og fire.

Intervju med elev 2

Elev 2 opplevde bruken av IWB som grei og veldig oversiktlig. Han likte også at man kunne se mange eksempler ved bare å flytte på punkter i stedet for å bruke lang tid på å tegne opp flere figurer. Han syntes videre at læreren forklarte godt, og at IWB var ganske bra. Det virket også som systemet var lett å sette seg inn i, selv om han la merke til at læreren strevde et par ganger. ”Men det var jo nytt for ham, og da er det jo som regel litt vanskelig” var elevens forklaring på dette. Eleven konkluderte med at det ikke så ut som den største utfordringen. Av positive sider med IWB trakk eleven fram muligheten til å demonstrere mange eksempler på kort tid, stor nøyaktighet og en oversiktlig undervisning. Dette emnet virket enklere å undervise på IWB enn på vanlig tavle, noe som eleven syntes var veldig bra. Eleven hadde videre vansker med å si noe negativt om IWB ettersom det var emnet og ikke verktøyet han hadde noe i mot. (geometri). På spørsmål om hvordan han som lærer ville ha brukt verktøyet, svarte han at han ville ha brukt det en god del, men ikke hele tiden. Det var lett å bli for knyttet til tavlen mente han. ”Man blir jo litt avhengig av tavlen, og da mister en litt andre ting, (...)” Videre hadde han ikke hørt noen elever diskutere IWB spesielt, men han hadde hørt noen si at teknologi er bra fordi det da blir mer oversiktlig og lettere. Dette var han selv enig i, og ønsket at læreren skulle bruke IWB også i framtiden. Han trodde at han selv hadde brukt mye lenger tid på å se sammenhengene uten denne teknologien. ”Jeg tar jo det han sier som en sannhet, men nå kunne jeg også se at det var sant siden han kunne forklar det så grundig takket vare den derre tingen”. Når det gjaldt dette med å komme med innspill så følte eleven at det på noen måter ble lettere siden han nå kunne peke på noe som læreren umiddelbart kunne trykke og forandre på. Han følte også at noe ble vanskeligere, uten at han klarte å begrunne dette. Egne IT-kunnskaper ble vurdert til en sterk femmer.

Intervju med elev 3

Elev 3 følte at GeoGebra-opplegget var mye bedre enn om det samme skulle ha blitt gjort på en krittavle. Kombinasjonen av å flytte på punkter og vinkler, se sammenhenger og å få tall og andre opplysninger på tavlen var bra. Man får det mye klarere for seg enn om en skulle ha stått og tegnet opp alt dette på krittavlen, i følge eleven. Han synes ikke tavlen virket vanskelig å sette seg inn i, og husket en del ting allerede. Å bruke tavlen i forbindelse med et foredrag eller lignende var noe han absolutt hadde våget. Det som er bra med IWB er i følge eleven at alt blir så mye mere levende. Sammenlignet med en vanlig krittavle blir tegninger og målinger mer nøyaktige. Det blir også lettere å se sammenhenger, f. eks når man kan flytte på punkter og lignende, hevder eleven. Av negative sider trakk eleven frem mulighetene for å oppleve tekniske problemer. Men han tror at hvis en bare lærer seg hvordan systemet virker, så vil det gå rimelig greit. På spørsmål om hvordan han ville ha brukt IWB hvis han var lærer, svarte eleven at han ville ha kjørt noe av det samme opplegget som vi gjorde i timene. ”Det var veldig greit, forstod det ganske enkelt og det kom fram ganske ordentlig.” Til geometri er det helt perfekt. Han forteller videre at han har vært borti Smart Board og PowerPoint før i skolesammenheng, men at dette her var mye mer levende. Heller ikke denne eleven har hørt noen andre elever snakke om IWB. Videre ønsker han at læreren skal ta i bruk IWB også i framtiden, men advarer samtidig mot faren for tekniske problemer. Her trekker han inn egne erfaringer med privat PC som for litt siden sluttet å fungere. ”Å stole helt på data er skummelt”. Eleven syntes det var lettere enn ellers å følge med og delta i undervisningen. Det var et greit emne som kom godt fram, konkluderer han. IT-kunnskapene vurderes til mellom 4 og 5.

Intervju med elev 4

Elev 4 opplevde bruken av IWB som artig. ”En opplevelse vil jeg si”. Eleven syntes det var et fint avbrekk fra den vanlige tavla og at slike høyteknologiske verktøy er moro. Han følte videre at det tok tid å sette seg inn i tavlen, men at han nå nesten var i stand til å undervise andre i bruken av den. Det fine med IWB er at det er en touch-screen som gjør at man slipper å sitte ved en datamaskin, i følge eleven. Videre poengterte han verdien av gode figurer. Det negative med IWB var at den ikke var blitt funnet opp før. Som lærer ville han ha benyttet IWB som en informasjonskilde, men unngått å gjøre for mye rart. (Unngå tekniske problemer.) Volum ble trukket fram som et interessant emne å gjennomgå på Smart Board. På spørsmål om hvordan han så på det å komme fram til tavlen i timene, svarte han at det var interessant men litt skummelt, og noe som kan ta tid å venne seg til. Når det gjaldt framtidig bruk av IWB håpet eleven at læreren vil ta i bruk verktøyet med en gang. Eleven følte at det ble litt lettere å ta del i undervisningen. Dette skyldtes blant annet at læreren kunne flytte på punkter i stedet for å tegne mange nye figurer. Eleven syntes det hele var lærerikt. Hans egne IT-kunnskaper fikk karakteren 3. ”Det er dumt at han ikke skal undervise noen mer med Smart Boarden i løpet av skoleåret” var siste kommentar.

Intervju med elev 5

Den siste eleven opplevde bruken av IWB som veldig grei. Han begrunnet dette med at det nå ble mulig å vise forskjellige vinkler, samt at man kunne dra i punkter og vise sammenhenger. Dette resulterte i at han forstod prinsippene mye bedre enn om samme undervisning hadde blitt gjort på en vanlig tavle, i følge ham selv. Han ser blant annet for seg at det hadde blitt mye visking og lignende på krittavlen. Videre satte han også pris på den alternative undervisningsformen som den interaktive tavlen tillater. Det virket ikke som om det var vanskelig å sette seg inn i systemet. Hvis han selv skulle ha forklart dette med periferivinkler og sentralvinkler, ville han ha brukt IWB. Han trekker spesielt frem de dynamiske mulighetene som noe positivt. At figurene blir mer nøyaktige er også noe som denne eleven synes er bra. Eleven kom ikke umiddelbart på noen negative sider ved IWB. Hvis han selv var lærer ville han ha forandret mye på figurer og lignende for å vise elevene at de matematiske egenskapene er like selv om noe forandres. Han henviser her til teorien om punktets potens.

Elev 5 forteller videre at han er engstelig for å komme opp til tavlen/krittavlen hvis han ikke har hatt mulighet til å forberede seg. Da blir han nervøs og glemmer hva han skal si. ”Det beste er å sitte bak pulten!” Hvis han derimot er forberedt går det bedre. Han synes videre at det er kjekt og lærerikt å høre på når andre elever er fremme for å presentere eller holder foredrag. Sammenlignet med læreren bruker elevene ofte et litt mer lettfattelig språk. Det blir ”ikke så veldig pedagogisk med mange forskjellige rare ord osv” i følge eleven. I likhet med de andre elevene har heller ikke denne eleven hørt noen medelever diskutere IWB. Personlig ønsker han at læreren skal ta i bruk IWB i fremtiden, så fremt det finnes emner som det går an å bruke det på. Geometri er et emne han mener passer i denne sammenheng, ettersom forhold mellom figurer og lignende kanskje ikke kommer så godt frem hvis man tegner for hånd. Når det gjaldt hvor lett det var å ta del i undervisningen, følte han at det var likt som før. Sin egen IT-kunnskap vurderer han til en firer.

Helt til slutt føyer han til at han synes det var en veldig bra måte å framlegge geometri på. Han tror at han hadde forstått mindre hvis samme opplegget hadde blitt gjennomført på en vanlig tavle.

Oppsummering av intervjuene

På grunnlag av de til sammen seks intervjuene som her har blitt presentert, vil jeg trekke fram følgende:

Samtlige av elevene gav uttrykk for en positiv opplevelse av IWB i forbindelse med geometri. Det var særlig fordelene ved nøyaktige og pene figurer som ble trukket frem. (Ball et al., 2007) En av elevene mente at undervisningen ble mye mer levende sammenlignet med f. eks PowerPoint.

Tre av fem elever uttalte at de opplevde undervisningen med IWB som svært overbevisende. Tavleundervisning ville ikke ha gitt samme grad av overbevisning i følge elevene. Som grunnlag for påstanden trakk de her frem mulighetene til å nyttiggjøre dynamisk programvare samt mulighetene til å stille spørsmål og teste ut hypoteser. I sitt intervju uttalte også læreren at han følte at det ble lettere å overbevise elevene om de matematiske sammenhengene når han brukte den interaktive tavlen. (Battista, 2007; Laborde, 2007).

Da elevene ble spurt om å nevne negative sider ved IWB var det kun muligheten for å oppleve tekniske problemer som ble nevnt. Dette ble også nevnt av læreren som opplevde det som stressende og lite forutsigbart med tanke på planlegging. (Levy, 2002).

To av tre elever mente at det å komme fram til tavlen for å løse oppgaver eller svare på spørsmål var skummelt. Den tredje eleven var likegyldig i forhold til dette, mens de to siste ikke ble spurt direkte om dette. En av de spurte elevene poengterte at det å komme fram til tavlen ble mindre skummelt hvis han hadde fått anledning til å forberede seg. Dette samsvarer med lærerens svar, der han foreslår å la elevene arbeide med oppgaver og lignende som deretter presenteres på tavlen. Dette nevnes som en vei å gå for å skape aktive og deltakende elever. Elev 5 uttaler i denne sammenheng at han synes det er både lærerrikt og kjekt når elever presenterer fagstoff.

Både læreren og en av elevene trakk fram farene ved å bli for avhengig og fokusert på bruken av IWB. Eleven uttalte at ” man blir jo litt avhengig av tavlen, og da mister en litt andre ting.” Læreren opplevde at det å ha fokus på å ”ikke ville for mye på en gang” ble viktig for å få til en ryddig og minst mulig stressende undervisning.

Tre av fem elever svarte ”likt som før” på spørsmål om hvordan de syntes det var å ta del i undervisningen. En elev mente det ble lettere mens den siste eleven syntes det både ble lettere og vanskeligere. Den samlede oppfatning samsvarer med lærerens inntrykk, der han beskriver klassens engasjement og deltakelse som ”likt som før”.

Forberedelse og utforming av filer til bruk i timene kunne ta lang tid, men gav samtidig læreren en god anledning til å tenke grundig gjennom det didaktiske ved sitt opplegg.()

Læreren opplevde en bratt læringskurve, men også at det tok tid å bli sikker på bruken av verktøyet. Elevene hadde stort sett et inntrykk av at det var enkelt å sette seg inn i bruken av den interaktive tavlen.

5 Diskusjon

I dette kapittelet vil jeg diskutere hva forskningslitteraturen og det empiriske materialet sier i forhold til mine forskningsspørsmål. Ettersom jeg i denne studien har observasjoner fra et relativt lite tidsrom og undersøkelsen i sin helhet har et relativt lite omfang, vil jeg være forsiktig med å generalisere på bakgrunn av mine funn. Undersøkelsene vil allikevel kunne fungere som et grunnlag for å komme med antydninger til hva som kan se ut til å være positive og negative sider ved bruken av interactive whiteboard i skolesammenheng.

Jeg har valgt å organisere kapitelet slik at jeg først tar for meg de positive sidene som jeg har identifisert i forbindelse med observasjoner gjort i timene, og intervjuene i etterkant av disse. Deretter tar jeg for meg negative sider og utfordringer som jeg har identifisert i det samme datamaterialet. En analyse av disse sidene ved bruken av det teknologiske verktøyet håper jeg kan tjene som grunnlag for uttalelser med tanke på hvordan denne teknologien kan brukes for å fremme elevdeltakelse i undervisningen av geometri i faget R1 ved en videregående skole. Når dette er gjort ser jeg på de nye mulighetene for kommunikasjon, læring og undervisning av matematikk som IWB i kombinasjon med et dynamisk geometriprogram gir. Jeg avslutter med en del som tar for seg skolens satsning på IWB og hva som her ser ut til å kreves for å få til en vellykket bruk av denne nye teknologien.

5.1 Positive sider ved bruk av IWB

Noe av det første vi legger merke til ved lærerens undervisning, er at den interaktive tavlen gjør det mulig for ham å dele de resursene som han har på sin pc med resten av klassen. Dette er en grunnleggende egenskap ved verktøyet som dermed gjør det mulig å drive klassevis IKT-basert undervisning. Ved å benytte IWB i kombinasjon med det dynamiske geometriprogrammet GeoGebra ble dermed læreren i stand til å utforske og demonstrere geometriske konsepter foran hele klassen. (Levy, 2002; Smith et al., 2005).

I analysedelen har vi sett at læreren har benyttet seg av de dynamiske mulighetene som den anvendte teknologien bestående av IWB og DGP har gitt anledning til. Blant annet i sekvens 1, 2, 8, 12 og 14 kan vi se at læreren gjennom å dra i ulike punkter på figurene, leder klassen i en utforsking av et stort antall ulike varianter av disse figurene der egenskapene bevares. I undervisningen av sentral og periferivinkel benyttet læreren filer fra GeoGebra der han i forkant av timene hadde forberedt figurer egnet til å forklare den aktuelle matematiske teorien. Ettersom disse figurene var dynamiske og ikke faste tegninger, kunne læreren manipulere og forme dem slik som han fant formålstjenelig i undervisningsøyeblikket. Et resultat av denne muligheten, var at han sparte tid i selve undervisningsfasen sammenlignet med hvis han eventuelt skulle ha tegnet alle de ulike variantene av figurene på en vanlig krittavle. Ved å forandre på vinklene som hele tiden så ut til å ha forholdet $u=2v$ fikk klassen se, et i teorien, uendelig antall varianter av figuren. En slik omfattende demonstrasjon av ulike varianter av figurene ville ha vært vanskelig å få til på andre måter. (Laborde, 2007).

Funn fra intervjuene med både elever og lærer vitner om at de involverte oppfattet denne dynamiske visualiseringen som et overbevisende virkemiddel. En av elevene uttalte i denne sammenheng at han som regel alltid stolte på at det læreren fortalte var sant, men at han etter å ha tatt del i undervisningen med bruk av IWB og DGP fikk anledning til å med egne øyne se at påstandene faktisk stemte. Totalt uttalte tre av fem elever at undervisningen med IWB opplevdes som svært overbevisende. Tavleundervisning ville ikke gitt samme grad av overbevisning i følge elevene. Læreren hadde her en liknende oppfatning og uttalte at han

følte at det ble enklere å overbevise elevene i arbeidet med en matematisk sammenheng. (Ruthven et al., 2007; Zbiek et al., 2007)

Svarene som elevene gav i intervjuene inneholdt stort sett positive karakteristikk av undervisningen med den interaktive tavlen. Ingen av de spurte var i stand til å komme med negative sider ved verktøyet ut over faren for tekniske problemer. Det kan selvsagt tenkes at disse svarene har blitt påvirket av forskerens nærvær. Et spørreskjema ville kanskje ha vært en mer nøytral vei å gå med tanke på å finne ut av hva elevene syntes om verktøyet. For å veie opp mot denne faren for påvirkning fra forskeren, valgte jeg å formulere så åpne spørsmål som mulig. Disse spørsmålene har vedleggsnummer 4. Jeg bestemte meg også i forkant for å si minst mulig ut over det å stille spørsmål. Jeg gjorde det også klart for elevene at jeg ikke hadde noen personlig interesse av å forsvare eller angripe bruken av IWB i undervisningssammenheng. Med dette som begrunnelse er mitt inntrykk at svarene faktisk representerer elevenes sanne meninger.

Det ser altså ut til at bruken av IWB og DGP gir muligheter til å gjennomføre en overbevisende undervisning. Dette støttes av både Ruthven (2007) og Mariotti (2001) som blant annet hevder at bruken av DGP ser ut til å gjøre utforskningen av geometriske konfigurasjoner lettere tilgjengelig for elevene. Bruken av dynamiske visualiseringer der egenskapene ved en figur beholdes samtidig som mål og utseende forandres gir elevene førstehånds erfaring med et stort antall ulike eksempler i forbindelse med et matematisk konsept. Denne muligheten til å vise mange eksempler på svært kort tid ser ut til å være noe av det som gjør den omtalte teknologien til et overbevisende medium.

Jeg kan på bakgrunn av denne studien allikevel ikke si med sikkerhet at undervisningen med IWB og DGP faktisk har ført til en tryggere og bedre forankret geometrikunnskap enn en undervisning uten bruk av slik teknologi ville ha gitt. For å finne ut dette ville kanskje en test før og etter undervisning av to klasser der en klasse fikk undervisning med IWB og der den andre klassen fikk tradisjonell undervisning vært et bedre alternativ.

Ved å gjennomføre utforskning av geometriske figurer gjennom bruk av en interaktiv tavle i kombinasjon med et dynamisk geometriprogram, får læreren, i tillegg til overnevnte fordeler, anledning til stå foran klassen og like ved tavlen/lerretet som elevene har rettet sitt fokus mot. Dermed kan læreren benytte kroppsspråk, peking og gestikulering for å underbygge sin argumentasjon. Av figur 3.1 kan vi se at læreren uten IWB i dette tilfellet hadde blitt tvunget til å operert det dynamiske geometriprogrammet fra pcen som er lokalisert et stykke fra lerretet. Hans muligheter til å oppnå kontakt med elevene ville dermed ha blitt noe redusert. Fordelen ved at læreren får muligheten til å integrere IKT i undervisningen og samtidig være plassert foran sine elever er noe som også Smith (2002) sitert i Becta (2004) kommenterer.

En annen fordel som jeg har observert i forbindelse med flere av sekvensene er lærerens mulighet til umiddelbart å ta tak i spørsmålet fra en elev. Det kan observeres blant annet i sekvens 4 og 9 at læreren ved bruk av omtalte teknologi manipulerer figuren på skjermen for å tilpasse denne til det eleven spør om, eller for å bidra til at eleven får utforsket en sammenheng.

Elevene fremhevet også i intervjuene at figurene og illustrasjonene som ble vist på den interaktive tavlen fremstod som nøyaktige og pene. Dette sammen med at læreren kun ved å trykke på tavlen kan få frem helt nye tegninger eller skriftlige opplysninger samt muligheten til å bla seg frem og tilbake i de ulike bildene som kan vises på tavlen, bidrar til å bygge opp

om påstanden om at bruken av IWB gir en rask og effektiv undervisning. Dette med økning av tempoet i timer der bruken av IWB inngår har også tidligere blitt bemerket. (Levy, 2002; Miller & Glover, 2007)

I tillegg til å gi rom for de ulike fordelene som her har blitt diskutert, ble det også observert at læreren kan benytte den interaktive tavlen som en vanlig krittavle med tanke på å skrive og tegne. Læreren kommenterte dog i denne sammenheng at størrelsen på tavlen ga begrensninger på hvor mye som det ble plass til.

5.2 utfordringer og negative sider ved bruk av IWB

I mitt arbeid med denne studien har jeg blant annet hatt som mål å se på lærerens situasjon og de krav og utfordringer som han møter i sitt arbeid med å ta i bruk interactive whiteboard i matematikkundervisningen. Jeg vil i denne delen se på noen av de utfordringene og negative sidene ved bruken av IWB som jeg har identifisert.

Bruken av tid dukker i denne sammenheng opp som en utfordring. Svarene som jeg fikk i intervjuet med læreren er her den beste kilden til informasjon. Det viser seg at det å forberede undervisningen med bruk av IWB tok forholdsvis mye tid når læreren sammenlignet med den tiden han til vanlig bruker på forberedelser. Noe av det som tok tid var utformingen av de ulike filene som skulle brukes i undervisningen. Men også det å legge en plan på hvilke filer og bilder som skulle vises og i hvilken rekkefølge dette skulle skje, tok en del tid. Monaghan (2004) har også observert at forberedelse av diverse filer er et arbeid som tar tid. Et positivt resultat av dette arbeidet er at det kan lagres og brukes igjen ved en senere anledning og ikke minst deles med kollegaer (Becta, 2004). Tidsbruk i forhold til det å forberede filer og lignende kan dermed gå ned i et lengre perspektiv.

Noe av årsaken til at læreren trengte en del tid til å forberede øktene med bruk av interactive whiteboard kan forklares med at pensumet som lå til grunn for undervisningen var nytt av året. Læreren hadde derfor ikke et godt nok erfaringsgrunnlag til å kunne si sikkert hva fokuset i timene burde være. Det kan allikevel se ut til at funnene i denne studien tyder på at forberedelsen av økter der bruken av IWB inngår tar noe mer tid enn undervisning uten slik teknologibruk. (Merrett & Edwards, 2005) Uttalelser i intervjuet viser at læreren i sine forberedelser også inkluderte oppøving av egne ferdigheter med bruk av verktøyet samt noe tid på å tenke gjennom rekkefølgen som de ulike datafilene skulle vises i. Studien er i denne sammenheng av for lite omfang til å kunne si noe om dette er en tendens som vedvarer eller ikke, men det kan tenkes at tid til forberedelser vil gå noe ned etter hvert som læreren blir vant med bruken av den interaktive tavlen og softwaren som benyttes i denne sammenheng. Forskning på området ser til å enes om at det tar tid å opparbeide ferdigheter innen bruken av IKT generelt og IWB spesielt. (Goos et al, 2003; Krumsvik, 2005; Miller & Glover, 2007; Smith et al., 2005)

I analysen av datamaterialet har vi sett at det forekom noen tilfeller av tekniske problemer. Utfordringene som læreren støtte på i forbindelse med dette studiet kan deles inn i to kategorier. Den ene kategorien består av feil som den interaktive programvaren forårsaket. Her vil jeg plassere hendelsene som oppstod da læreren skulle viske ut tegningen av en bue som ble forvandlet til en strek fra startpunkt til sluttspunkt av buen grunnet treghet i tavlen. Da læreren berørte tavlen med svamp- verktøyet, resulterte dette i at tavlen åpnet opp kalibreringsvinduet. Denne hendelsen kan skyldes at ikke alt skriveverktøyet lå på riktig plass, uten at dette skal sies med sikkerhet da videofilmen ikke bringer klarhet i dette. Hendelse illustrerer allikevel at uforutsette hendelser kan oppstå med dette verktøyet. Det ble

ut over dette ikke observert tekniske problemer som direkte kan skyldes den interaktive tavlen.

Den andre kategorien av tekniske problemer rommer den andre hendelsen som ble observert i løpet av de syv skoletimene som ble filmet. Dette problemet ble identifisert da læreren ikke klarte å logge på skolens nettverk for å laste ned det forberedte datamaterialet. Det viste seg i ettertid at det ikke var noe galt med selve den interaktive tavlen og pcen som denne var koblet til, og undervisningen kunne derfor ta til etter at læreren hadde fått overført filene til pcen i klasserommet via en usb- penn.

En utfordring ved bruken av IWB i kombinasjon med et dynamisk geometriprogram viste seg å komme til syne i arbeidet med å konstruere figurer og å aktivere verktøy som måling av vinkler og lengder. Dette så ut til å gjelde også like etter at tavlen hadde blitt kalibrert. Dette funnet er allikevel ikke helt sikkert ettersom læreren i forbindelse med de observerte øktene ikke benyttet kalibreringen med flest mulige punkter å trykke på. (se figur 4.22 for illustrasjon).

5.3 Nye muligheter for kommunikasjon av matematikk

Det empiriske materialet i denne studien ser ut til å antyde at elever på videregående trinn ikke nødvendigvis finner det å komme frem til tavlen som noe attraktivt. I intervjuene kom det frem at det å gå opp foran klassen og fram til tavlen blir sett på som litt skummelt. Observasjonene i forbindelse med undervisningsøktene ser ut til å underbygge dette ved at disse viser at kun en elev ved to anledninger kom frem til den interaktive tavlen. Dette kan sees i sekvens 10 og 13. Foranledningen til begge disse hendelsene var vanskeligheter ved å gjøre seg forstått ovenfor læreren. Eleven så da ut til å vurdere det som nødvendig å komme frem til tavlen. I alle tilfellene der elevene ble spurt om noen hadde lyst til å komme opp for å demonstrere eller vise noe, var svaret nei. Den foretrukne måten å gjøre det på var å instruere læreren slik at han kunne utføre de handlinger som elevene ønsket.

En lignende observasjon ble gjort av Bell et al. (2007). Her konkluderes det med at selv om barna er i stand til å komme frem til tavlen, så betyr ikke det at de må gjøre det. Det viste seg at elevene syntes det var like interessant å følge med på det som ble gjort selv om læreren utførte arbeidet.

Ettersom det å kommunisere sine tanker til læreren ser ut til å være den foretrukne måten for elevene å samhandle med tavlen på, vil språk og begrepsforståelse være sentrale emner for å oppnå en god bruk av IWB. I denne sammenheng kan det se ut til at teorien omhandlende van Hieles nivåer av geometrisk tenkning spiller en viktig rolle. I litteraturen som tar for seg disse nivåene vises det til at elever som er på forskjellige stadier innen geometrisk tenkning kan oppleve vanskeligheter med å forstå hverandre. Dette gjelder også mellom elev og lærer, og kan i følge litteraturen resultere i missoppfatninger og motløshet. Undersøkelser har vist at mange av elevene i USA fullfører videregående skole på et nivå lavere enn 2 i henhold til van Hieles teori. Faktorer som kan forklare en manglende utvikling fra et nivå til det neste blir forklart med blant annet mangel på nødvendig kunnskap, dårlig vokabular og mangel på et presist språk. (Battista, 2007; Burger & Shaughnessy, 1986; Clements & Battista, 1992; Fuys, 1988)

I mitt datamateriale finnes der eksempler på at elevene av og til ikke evner å gjøre seg forstått. I sekvens 7 ser vi at Jen prøver å gjøre seg forstått i den hensikt å få læreren til å utføre en forandring av figuren på den interaktive tavlen. Etter flere muntlige forsøk uten suksess, blir

eleven oppfordret av både lærer og elever til å komme frem til tavlen for å vise hva han mener. Vi ser her at eleven ikke ønsker dette, og situasjonen ender derfor uavklart. Et mangelfullt ordforråd eller manglende begrepsforståelse kan her være mulige årsaker til at det ender som det gjør.

På bakgrunn av nevnte teori og omtalte sekvenser, kan det se ut til at innsikt i van Hiles nivåer av geometrisk tenkning og van Hieles faser i undervisningen av geometri er av betydning for å oppnå en vellykket kommunikasjon av geometrisk teori i klassen. Ettersom funnene fra observasjonene indikerer at elever i denne klassen ikke føler seg helt komfortable med å komme frem til tavlen, kan det se ut til at innsikt i den omtalte teorien om hvordan barn og unge lærer geometri også har relevans med tanke på å oppnå en interaktiv undervisning og full utnyttelse av det teknologiske verktøyet. Ved at læreren tar hensyn til teorien som Clements & Battista (1992) omtaler, og jevnlig går tilbake og benytter dagligtale i introduksjonen av nye geometriske konsepter, vil elevene ha gode forutsetninger for å kunne kommunisere det de ønsker. På denne måten sikres en stødig utvikling av elevens begrepsforståelse og matematiske ordforråd. Vi ser av observasjonene at læreren også gjør dette ved flere anledninger. Det kan allikevel se ut til at noen av elevene har problemer med grunnleggende geometriske begreper, og at de dermed møter på utfordringer i arbeidet med å bruke den interaktive tavlen via læreren.

5.4 Skolens satsning på IWB

Av intervjuet med læreren kom det frem at behovet for å bli kjent med den interaktive tavlen før praktisk bruk i undervisningssammenheng er stort. Det kan se ut til at det er en tidkrevende prosess å bli skikkelig kjent med, og trygg på bruken av verktøyet. Dette kan blant annet underbygges med observasjoner gjort i sekvens 20 der læreren på gjennomføringens siste dag møter en utfordring med å navigere i menysystemet til den interaktive tavlen. Av intervjuet med læreren kommer det videre frem at han følte at han opplevde en bratt læringskurve etter hvert som ble mer vandt med bruken. Han hadde til tross for bratt læringskurve et behov for å møte opp noen minutter i forkant av hver undervisningsøkt for å repetere sine kunnskaper. Det tidlige oppmøte skyldes også behovet for å forsikre seg om at teknologien fungerte. Dette er forhold som også har blitt observert i andre undersøkelser. (Beauchamp, 2004; Krumsvik, 2005; Levy, 2002; Miller & Glover, 2007; Tanner & Jones, 2007) Det blir i denne sammenheng hevdet at en effektiv undervisning med bruk av IWB krever en kontinuerlig profesjonell utvikling samt personlig veiledning der både IWB- teknikker og pedagogisk praksis inngår.

På oppfordring om å vurdere sine egne IT- og teknologiske kunnskaper, gav læreren seg selv karakteren fire. Han hadde allikevel ikke benyttet IWB i tidligere undervisning selv om tavlen hadde vært tilgjengelig for bruk i to til tre år. Samtidig hadde han i samme periode benyttet annen teknologi som grafiske kalkulatorer og PC. En mulig forklaring på den manglende bruken av IWB kan være at læreren ikke disponerte dette rommet til vanlig. Det kom i samtaler utenom intervjuet frem at bruken av den interaktive tavlen blant resten av kollegaene også var beskjeden eller ikkeeksisterende. Dette kan tyde på at terskelen for å ta i bruk IWB er relativt høy dersom det ikke gis opplæring i bruken av denne. Her spiller nok også antallet tilgjengelige tavler inn. Monaghan (2004) er en av de som har sett nærmere på dette og kommet til en liknende konklusjon.

7 Konklusjon

I dette kapittelet vil jeg forsøke å besvare mine forskningsspørsmål med utgangspunkt i de funn jeg har gjort i det empiriske materialet. Med hensyn til antallet observerte timer og antallet intervjuede personer kan ikke denne studien gi svar i form av generelle slutninger. Den gir allikevel et innblikk i hvordan den begynnende bruken av interactive whiteboard gikk for seg i en 2. klasse ved en videregående skole. Ved å se på de erfaringer som her ble gjort, kan denne studien bidra til å gi en pekepinn på hvilke momenter som man bør være klar over med hensyn til en læreres begynnende bruk av IWB i geometriundervisning på nevnte trinn.

Mitt første forskningsspørsmål var:

- Hvordan kan interactive whiteboard brukes for å fremme elevdeltakelse i undervisningen av geometri i faget R1 ved en videregående skole?

Det empiriske materialet viser at IWB kan egne seg godt i kombinasjon med et dynamisk geometriprogram der det i undervisningen legges vekt på utforskende aktiviteter der målet er å gjenopplive den etablerte geometriske teorien. Gjennom å la elevene komme med forslag til hvordan utforskningen skal foregå kan det se ut til at elevene engasjerer seg og samtidig får anledning til å overbevise seg selv med tanke på ulike geometriske teorier som gjennomgås. En lærerstyrt utforskning ble her benyttet som metode, noe som så ut til å fungere.

- Hvilke gevinster kan bruken av interaktive whiteboard i kombinasjon med et dynamisk geometriprogram gi med tanke på muligheter til kommunikasjon, læring og undervisning av geometri?

Når det gjelder gevinster i forhold til kommunikasjon ser det ut til at elevene i arbeid med geometri får anledning til å teste sine ideer gjennom å manipulere figuren som vises på tavlen og på denne måten vise læreren og andre elever hva de mener. Læreren får også, gjennom bruken av dette verktøyet, anledning til å undervise med bruk av IKT samtidig som han står plassert foran hele klassen. På denne måten kan læreren benytte seg av kroppsspråk, gestikulering og muligheter til å peke på og berøre tavlen. I klasserommet der observasjonene ble gjennomført ville læreren, ved bruk av et dynamisk geometriprogram og uten en interaktiv tavle, vært plassert ved pcen som var lokalisert flere meter fra tavlen/lerretet til videokanonen. Det å gjøre rede for innholdet av teorien i tilknytning til sentral og periferivinkel, punktets potens og trekantens tyngdepunkt ser ut til å være enklere når kombinasjonen IWB og DGP benyttes sammenlignet med vanlig tradisjonell undervisning på krittavle.

Noe som ikke ble observert, men som kom frem i intervjuene var at både lærere og elever så på verktøyet som et potensielt nyttig verktøy i forbindelse med en eventuell presentasjon av elevarbeider og lignende. Det ser videre ut til at den interaktive tavlen gir rom for nye og overbevisende former for læring og undervisning av geometri gjennom muligheten til å vise programmer som det dynamiske geometriprogrammet GeoGebra foran hele klassen.

- Hvilke utfordringer og krav møter læreren i sitt arbeid med å ta i bruk interactive whiteboard i kombinasjon med et dynamisk geometriprogram?

Arbeidet med å ta i bruk IWB i kombinasjon med et dynamisk geometriprogram viste seg å være en forholdsvis krevende jobb. Først skulle læreren mestre det dynamiske geometriprogrammet i tillegg til softwaren til den interaktive tavlen. Deretter kom de ulike

pedagogiske hensyn og vurderinger som måtte gjøres i tilknytning til bruken av programmene i undervisningssammenheng.

Arbeidet med utforming av filer til bruk i undervisningen samt det å vurdere når og hvordan disse filene skulle benyttes ble av læreren omtalt som tidkrevende.

Av krav til læreren i forbindelse med det å ta i bruk IWB i kombinasjon med DGB, ser det ut til at det å ha vilje til å engasjere seg i egen brukerfaglig utvikling er viktig.

8 Pedagogiske implikasjoner

I denne studien har jeg sett på en lærers begynnende bruk av IWB i kombinasjon med et dynamisk geometriprogram. Jeg har i dette arbeidet avdekket en rekke faktorer man bør ta hensyn til hvis man ønsker å ta i bruk dette verktøyet. For skoler og undervisningsansatte som vurderer å investere i interaktive tavler vil det først og fremst være av betydning å kjøpe inn mange nok av disse tavlene. Det kan se ut til at tilgjengelighet er av betydning både med tanke på antallet timer som verktøyet blir brukt og med tanke på hvordan det blir brukt.

I tillegg til å gjøre en stor nok investering i materiell må man også ta hensyn til brukernes behov for opplæring. Lærere som skal ta i bruk den nye teknologien vil sannsynligvis ha behov for å bruke noe tid på å bli kjent med verktøyet gjennom utprøving av de muligheter som denne teknologien gir. En kombinasjon av personlig utforskning og veiledning fra personer med kompetanse på området ser ut til å være effektivt.

Med tanke på elevene kan det se ut til at disse ikke nødvendigvis føler et behov for å komme frem til tavlen selv om denne er interaktiv. Det vil derfor være av betydning å trene elevene i å uttrykke seg muntlig i matematiske sammenhenger for å oppnå en interaktiv undervisning.

En lærerstyrt utforskning av dynamiske begreper ble benyttet i forbindelse med undersøkelsene i denne studien. En slik fremgangsmåte i arbeidet med geometri der IWB og DGP er tilgjengelig ser ut til å være en god måte å gjennomføre denne typen undervisningen på.

9 Referanseliste

- Ambert, A. M., Adler, P. A., Adler, P., & Detzner, D. F. (1995). Understanding and Evaluating Qualitative Research, *Journal of Marriage and Family*. 57(4), 879-893.
- Ball, B. (2003). Teaching an learning mathematics with an interactive whiteboard. *Micromath*. 19 (1), 4-7.
- Battista, M., T. (2007). The development of geometric and spatial thinking. In F., K., Jr. Lester (Eds.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. A Project of the National Council of Teachers of Mathematics*. (843-885). USA: Information Age Publishing Inc.
- Beauchamp, G. (2004). Teacher Use of the Interactive Whiteboard in Primary Schools: toward an effective transition framework. *Technology, Pedagogy and Education*. 13(3). 327-348.
- Beauchamp, G. & Parkinson J. (2005). Beyond the "wow" factor: developing interactivity whit the interactive whiteboard. *School Science Review*, 86, 97-103.
- Becta (2004). Getting the most from your interactive whiteboard: A guide for secondary schools. Retrived 01.05, 2008, from <http://foi.becta.org.uk/display.cfm?resID=35754>
- Bell, L., Jones, D., Nicholson, C., Pinks, A. (2007). May the force be whiteboard! *Micromath*. Jul, 27-29.
- Burger, W., F. & Shaughnessy, M., J. (1986). Characterizing the van Hiele Levels og Development in Geometry. *Journal for Research in Mathematics Education*. 17(1), 31-48.
- Clements, D., H. & Battista, M., T. (1992). Geometry and spatial reasoning. In D., A. Grouws (Eds.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning. A project of the national Council of Teachers of Mathematics* (420-464). Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Confrey, J. (2000). Leveraging constructivism to apply to systemic reform. *Nordic studies in mathematics education*. 8(3), 7-30.
- Edwards, J. A., Hartnell, M., & Martin, R. (2002). Interactive whiteboards: Some lessons from the classroom. *Micromath*. 18 (2), 30-33.
- Flick, U. (2003). *An Introduction to Qualitative Research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Frugård, K., & Mæland, K. (2004). *Kompendium i Prosjektarbeid*. Stord: HSH
- Fuys, D., Geddes, D. & Tischler, R. (1988). The van Hiele Modell og Thinking in Geometry among Adolescents. *Journal for Research in Mathematics Education*. Monograph 3, i-196.
- Glover, D., Miller, D., Averis, D. & Door, V. (2005). The interactive whiteboard: a literature survey. *Technology, Pedagogy and Education*. 14(2), 155-168.
- Goos, M., Galbraith, P., Renshaw, P. & Geiger, V. (2003). Perspectives on technology mediated learning in secondary school mathematics classrooms. *Journal og Mathematical Behavior*. 22(1), 73-89.
- Hostetler, K. (2005). What Is "Good" Education Research?, *Educational Researcher*. 34(6), 16-21.
- Keith, J., (2004). Using Interactive Whiteboards in the Teaching and Learning of Mathematics: a research bibliography. *Micromath*. 20 (2), 5-6.
- Kilpatrick, J. & Davis, R., B. (1993). Computers an Curriculum Change in Mathematics. In C. Keitel & K. Ruthvan (Eds.) *Learning from computers: Mathematics education an technology* (NATO ASI series F: Computers and Systems Science, Vol. 121, 203-221).

- Kitchen, S., Finch, S., & Sinclair, R. (2007). Harnessing Technology schools survey 2007. Coventry: Becta. Retrived April 20, 2007 from http://partners.becta.org.uk/index.php?section=rh&catcode%20=re%20rp_02&rid=14110
- Krumsvik, R. (2005). ICT and innovations in the lower secondary school. *Nordisk pedagogikk*. (3), 190-208.
- Krumsvik, R. (2006). The digital challenges of school and teacher education in Norway: Some urgent questions and the search for answers. *Education and Information Technologies*. 11(3-4), 239-256.
- Laborde, C. (2007). Does the use of ICT help learn mathematics? Under what conditions? In B. Jaworski, A., B. Fuglestad, R. Bjuland, T. Breiteig, S. Goodchild, & B. Grevholm (Eds.), *Learning communities in mathematics* (229-240). Bergen: Caspar Forlag AS.
- Levy, P. (2002). Interactive whiteboards in learning and teaching in two Sheffield schools: a developmental study. Sheffield: Department of Information Studies, University of Sheffield. Retrived May 05, 2008 from <http://dis.shef.ac.uk/eirg/projects/wboards.htm>
- Mariotti, A. M. (2001). Justifying and proving in the Cabri environment, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. 6, 257-281.
- Mason, J. & Davis, J. (2000). *Fostering and sustaining mathematics thinking through problem solving*. Geelong, Victoria: Deakin University Press.
- Mertens, D. M. (2005). *Research and evaluation in education and psychology. Integrating diversity whit quantitative, qualitative, and mixed methods*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Miller, D. (2003) Developing interactive whiteboard activity. *Micromath*. 19(3), 33-35.
- Miller, D. & Glover, D. (2007). Into the unknown: the professional development induction experience of secondary mathematics teachers using interactive whiteboard technology. *Learnig, Media and Technology*. 32(3), 319-331.
- Monaghan, J. (2004). Teacher`s Activities in Technology-based Lessons. *International Journal of Computers for Mathematical Learning* 9(3), 327-357.
- Oldervoll, T., Orskaug, O., Vaaje, A., Hanisch, F., & Hals, S. (2007). *Sinus R1. Grunnbok i matematikk*. Oslo: Cappelens Forlag AS.
- Ruthven, K., Hennessy, S. & Deaney, R. (2007). Constructions of dynamic geometry: A study of the interpretative flexibility of educational software in classroom practice. *Computers & Education*, doi:10.1016/j.compedu.2007.05.013.
- Smith, F., Hardman, F. & Higgins, S. (2006). The impact of interactive whiteboards on teacher-pupil interaction in the National Literacy and Numeracy Strategies. *British Educational Research Journal*. 32(3), 443-457
- Tanner, H. & Jones, S., (2007) How interactive is your whiteboard? *Micromath*. Jan, 37-41.
- Zbiek, R., M., Heid, M., K., Blume, G., W. & Dick, T., D. (2007) Research on Technology in Mathematics Education. A Perspective of Constructs. In F., K., Jr. Lester (Eds.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. A Project of the National Council of Teachers of Mathematics*. (1169-1207). USA: Information Age Publishing Inc.

Internettadresser:

Kunnskapsdepartementet (2006) *Kunnskapsløftet 06*. Retrived April 04, 2008, from http://www.udir.no/templates/udir/TM_Læreplan.aspx?id=2100&laereplanid=212147&visning=4

10 Vedlegg

Vedlegg 1: Forespørsel om å delta i filming og intervju

Jeg er masterstudent i matematikdidaktikk ved Universitetet i Agder og holder nå på med den avsluttende masteroppgaven. Temaet for oppgaven er bruken av Interactive Whiteboard i forbindelse med undervisning av matematikk på vgs. Målet er å finne ut av hvordan man kan bruke dette verktøyet for å utnytte den interaktive delen.

For å finne ut av dette ønsker jeg å filme klassen i aksjon i perioden 13.11-20.11. I etterkant av disse timene ønsker jeg å intervju noen av dere der jeg spør spørsmål knyttet til hvordan du opplevde bruken av Interactive Whitboard. Under intervjuene vil jeg ikke filme, men heller ta opp lyd med en digital opptaker. Intervjuene vil ta ca 10 min.

Det er frivillig å være med på både filming og intervju, og du har mulighet til å trekke deg når som helst undervegs, uten å måtte begrunne dette nærmere. Dersom du trekker deg vil alle innsamlede data om deg bli slettet. Opplysningene vil bli behandlet konfidensielt, og ingen enkeltpersoner vil kunne kjenne seg igjen i den ferdige oppgaven. Filer fra intervju og filming i klassen vil bli lagret på Universitets server i fem år. I denne perioden vil det kun være min veileder og meg selv som har tilgang til disse filene. Etter fem år vil alt bli slettet. Filer som ikke er på denne serveren vil bli slettet når oppgaven er ferdig i mai 08.

De som ikke ønsker å bli filmet kan du ta kontakt med Kjetil Damsgaard. Disse vil da bli plassert slik i klasserommet at de ikke blir filmet, men samtidig slik at de kan delta i timene som før.

Hvis det er noe du lurer på kan du ringe meg på 97 57 15 92, eller sende en e-post til magner06@student.uia.no. Du kan også kontakte min veileder Simon Goodchild ved institutt for teknologi og realfag på telefonnummer 37 14 17 60.

Studien er meldt til Personvernombudet for forskning, Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste A/S.

Med vennlig hilsen

Magne Revheim
Solvangveien 24
5519 Haugesund

Vedlegg 2: Datareduksjon: observerte timer.

Første time 13.11.2007

Tid	Hva	Merknad
00.00	Elevene kommer inn i klasserommet og organiseres i grupper.	
02.05	Lærer deler ut svar på leksen til i dag.	
03.12	Lærer begynner med å gi elevene en rask innføring i hvordan IWB og GeoGebra fungerer. Sier også at elevene gjerne må bidra med å komme opp og tegne eller dele ideer.	Lærer treffer ikke et punkt med en gang og forklarer at han er ny IWB-bruker.
07.36	Begynner selve undervisningen. Åpner opp en fil med periferi og sentralvinkel. Tar her opp: radius, sirkelbue, og hvordan man kan måle denne; lengde og vinkel. Viser sentralvinkel uten å bruke dette navnet.	
11.35	Lærer støter på en teknisk utfordring der han vil ta et bilde uten å slette alt han har tegnet på. Får tatt bilde, men alle tegninger slettes. Lar seg ikke påvirke av dette, men går videre.	
13.10	Lærer utnytter det dynamiske med figuren for å vise hvordan vinklene forandrer seg i forhold til hverandre. Stiller spørsmål som elevene svarer på.	Aktiv elev!
15.00	Elev kommer med forslag som læreren utfører på tavla. Spør om elev vil komme fram å vise, men elev foretrekker å instruere.	
17.00	Elevene finner ut at i et spesialtilfelle så er $U = 2V$	
19.00	Elevene diskuterer i gruppe etter at lærer har vist et nytt spesialtilfelle.	
23.20	Lærer med dynamisk eksempel og spørsmål til elevene undervegs. "Hva skjer med vinkel U og V nå? Det bekreftes at $U = 2V$ også i dette eksempelet.	
26.00	Lærer henter fram ny fil der vinkelmålene er på. "Alle eksempler viser at $U = 2V$. Har vi da bevist dette?"	
29.00	Åpner fil med bevis for setningen. Lærer setter på navn på figuren og stiller samtidig spørsmål som hvorfor to og to vinkler er like, hvilken trekant er dette osv.	
34.10	Spør om elevene gruppevis kan klare med utgangspunkt i dette å komme fram til at $U = 2V$.	
35.05	Løsningsforslag fra en elev høyt i klassen.	
36.00	Liten periode med tekniske utfordringer. Ender med at alt som er	

	skrevet på bevis-bildet blir slettet.	
38.00	Tilbake	
40.00	Ny elev med nytt forslag. Lærer opptrer som elevens forlengede arm og skriver på tavlen. Dette beviset viser seg å være riktig. Hører andre elever som sier ”å, ja!”	Elev blir oppfordret til å komme fram men gjør det ikke.
43.43	Bevis avsluttes. QED	
44.00	Lærer oppsummerer og introduserer navnene sentral og periferivinkel.	
46.00	Det ringer ut.	
	Slutt	

2. Time 13.11.2007

Tid	Hva	Merknad
00.00	Elev kommer fram til tavlen i friminuttet og spør om pensum. Lærer svarer på spørsmål.	
01.41	2. time begynner. Repeterer navnene sentral og periferivinkel.	
04.00	Viser hvordan setningen kan brukes til å konstruere 90graders vinkel eller en rettvinklet trekant med utgangspunkt i en rett linje og en sirkelbue.	
08.00	Elevene blir gitt oppgaver fra boken som de skal gjøre mens de sitter gruppevis.	Elevene arbeider stort sett individuelt.
12.30	Elevene diskuterer sammen etter oppfordring fra læreren.	
15.00	Elev henviser til et bilde på skjermen under sin forklaring til medelev.	
20.40	Lærer foreslår gjennomgang av en oppgave 4.32-33 på tavlen. Læreren benytter her IWB uten å ha forberedt. Læreren spør om noen har lyst til å komme fram. Ingen har lyst.	
24.24	Ny teknisk utfordring som læreren løser raskt.	
25.30	Elev forklarer hva læreren skal gjøre på tavlen.	Det ser ut til at alle elevene har fulgt med i
27.00	Elevene fortsetter med løsning av oppgaver i gruppe.	

27.30	Elevene på gruppen diskuterer noe som ikke har med dagens pensum å gjøre.	timen så langt.	
31.30	Lærer svarer på spørsmål fra gruppen.		
33.30	Elev forklarer til annen elev.		
36.50	Lærer er tilbake for å svare på nye spørsmål i forbindelse med oppgave 4.33.		
40.10	Lærer gjennomgår oppgave på tavle uten å ha forberedt dette på forhånd.		Alle elevene følger med.
44.00	Det ringer ut. Lærer gir oppgave 4.35 til lekse.		

1. Time 15.11.07

Tid	Hva	Merknad
00.00	Prat om løst og fast før timen begynner	
01.24	Timen begynner med en gjennomgang av leksen. Læreren spør om noen har lyst til å komme fram på den vanlige tavlen for å konstruere med passer og linjal. Ingen ønsker å komme fram.	
03.14	Repeterer navnene periferi- og sentralvinkel og egenskapene.	
04.35	Læreren har på eget initiativ laget noen filer som han benytter for å poengtere noe som ikke kom klart fram i de to foregående timene.	Tavlen virker her som et tidsbesparende hjelpemiddel.
11.00	Elev prøver å stille et spørsmål men gjør seg ikke forstått. Blir bedt om å komme å tegne opp men vil ikke det. Lærer tegner for elev.	
13.10	Oppgave 4.35 gjennomgås på krittavlen.	IWB egnet seg ikke for
28.45	Lærer går videre med undervisning gjennom å gi elevene en utfordring ved hjelp av et bilde vist på IWB. Her endrer læreren på figuren og stiller nye spørsmål. Etter en diskusjon i plenum blir elevene gitt i oppgave å gruppevis diskutere seg fram til et svar.	konstruksjon ettersom det var for vanskelig å treffe nøyaktig på tavlen.
35.25	Ny teknisk utfordring. Tavlen åpner på eget initiativ opp	

	kalibreringsvinduet. Læreren gjennomfører kalibreringen til lett humring fra elevene. Elevene kommer med tips om hva læreren skal gjøre for å operere tavlen.	
35.52	Lærer fortsetter med å presentere den felles oppgaven.	
37.35	Lærer får spørsmål fra elev og benytter IWB til å tegne og forklare samt forandre på figur slik at den viser noe som passer til spørsmålet.	
38.31	Elev som rekker opp hånden for å svare på et spørsmål blir utfordret til å komme og tegne på tavlen. Eleven tar utfordringen.	
40.31	Punktets potens introduseres som nytt emne. Linjen flyttes og avstander noteres i to posisjoner.	
43.10	Det ringer ut. Læreren spør om det er noen sammenheng mellom disse tallene. Elevene pakker sammen.	

2. Time 15.11.07

Tid	Hva	Merknad
00.00	Læreren svarer på diverse spørsmål før timen begynner, blant annet angående logaritmer som er temaet for førstkommende prøve.	Læreren har i pausen snudd bøkene til elevene slik at det blir mulig å gjennomføre utforskende oppgaver med utgangspunkt i dagens tema.
02.19	Bilder som læreren har lagret fra foregående time hentes nå fram for å presentere problemet som elevene skal prøve å finne ut av.	
04.00	Elevene diskuterer i grupper.	
05.00	Elev oppfordres til å overbevise de andre på gruppen om at hans hypotese er riktig.	
06.37	Elev kommer med kommentar til fotograf.	
07.30	Resultatene av gruppediskusjonen presenteres. "Hvis tallene ganges sammen blir produktet det samme."	
08.40	Klassen utforsker om dette stemmer alltid gjennom å teste ut en geogebrafil. Læreren leder utforskningen.	
10.00	Hva skjer hvis punktet P (utenfor sirkelen) flyttes?	
12.30	Læreren gir noen opplysninger gjennom IWB og setter	

	gruppene i gang med å prøve å bevise setningen.	
14.00	Gruppediskusjonen begynner. Elevene diskuterer samtidig som de studerer figuren på den interaktive tavlen.	
15.00	Læreren gir første hint. ”Se etter to formlike trekanter”. Elevene kommer med sine forslag til læreren. Ikke alt er like riktig.	
18.20	Læreren tegner opp de to formlike trekantene. Spør så om elevene kan begrunne hvorfor trekantene er formlike.	
20.00	Elev kommer fram og viser hvorfor to vinkler er like store. Læreren leder diskusjonen videre.	Elev kommer frivillig fram til tavlen.
25.00	Lærer demonstrerer hvorfor man kan kryssmultiplisere.	
27.00	Lærer gjennomgår hva denne setningen kan brukes til ved å gå gjennom eksempelet på side 133 i boka.	
33.15	Elevene skal nå gjøre oppgave 4.42 og 4.43.	
44.10	Lærer informerer om neste time samt hva som er lekser.	

Første time 27.11.07

Tid	Hva	Merknad
00.00	Det er tekniske problemer med datamaskinen. En datakyndig lærer er tilkalt for å fikse problemet. Læreren deler ut en prøve som elevene nettopp har hatt.	
09.00	Gjennomgang av prøven begynner.	
18.00	Det kommer fram at smartboarden virker. Feilen ligger i at det ikke er mulig å hente fram filene som er lagret på skolens server. Dette skal løses gjennom å hente filene fra en bærbar pc via en minnepenn.	Skriften på krittavlen er vanskeligere å lese sammenlignet med skriften på IWB.
20.00	Gjennomgangen av prøven fortsetter.	
29.15	Pause.	

2. Time 27.11.07

Tid	Hva	Merknad
	Filmet ikke de 2 første minuttene grunnet tabbe	
00.00	Læreren gir et raskt sammendrag av det som ble sagt om punktets potens forrige IWB-time.	
00.50	Læreren leter etter kopieringsverktøyet og kommenterer at han ikke fikk øvd seg så mye i dag grunnet de tekniske problemene. Han får hjelp av undertegnede.	
02.00	Læreren demonstrerer spesialtilfellet der den ene strålen fra P tangerer sirkelen.	
06.15	Elevene skal nå bruke denne nye kunnskapen til å gjøre oppgave 4.44	
12.00	Læreren forbereder neste tavleøkt og foretar en kalibrering.	
15.50	Neste tavleøkt begynner. Her er det et punkt inne i sirkelen med to linjestykker som går gjennom dette punktet.	
18.00	En elev kommer med en hypotese og resten av klassen blir bedt om å undersøke om den er riktig med utgangspunkt i en figur på tavlen der lengdene er skrevet på.	
19.30	Læreren forandrer på figuren for å se om det stemmer fremdeles. Det stemmer rimelig godt fremdeles.	
21.40	”Kan vi klare å bevise dette?” Noen hint blir så gitt til klassen. En elev begynner så å redegjøre for hvorfor de to trekantene på figuren er formlike.	
25.00	Gruppene blir oppfordret til å begrunne hvorfor trekantene er formlike.	
26.10	Læreren kommer med et hint: Tenk tilbake på teorien om periferi og sentralvinkel.	
27.30	Elevene fortsetter diskusjonen i gruppene.	
28.05	En elev kommer med et forslag som er korrekt. Læreren spør da om elevene kan utlede setningen om punktets potens på bakgrunn av dette.	
30.55	Læreren minner klassen på at forholdet mellom sidene i formlike trekanter er noe de bør tenke på.	

32.30	Læreren leder klassen i arbeidet på tavlen.	
32.30	Elevene gjør læreren oppmerksom på at han har plukket ut feil sider. Disse byttes så ut med de riktige sidene.	
36.00	Læreren tar bilde av det ferdige resultatet.	
36.30	Læreren introduserer et nytt emne; median. Henter fram en ny fil med en trekant der medianen er tegnet inn.	
38.00	Det repeteres hvordan man konstruerer en median. Deretter skriver læreren opp oppgaveteksten til en oppgave som elevene skal gjøre.	Dette gjøres for at elevene skal utforske framfor å se i boken.
41.00	Elevene begynner å undersøke forholdet mellom sidene som oppstår når medianene i en trekant skjærer hverandre.	
44.00	Læreren presiserer på tavlen hva som skal måles og undersøkes ved å tegne på en figur av en trekant med medianer.	
47.00	Læreren retter en feil som er skrevet på tavlen.	
51.00	Læreren gjennomgår funnene i plenum.	

Siste time 28.11.07

Tid	Hva	Merknad
00.00	Klassen diskuterer prøver og karakterer.	
02.00	Læreren presenterer en trekant der tre medianer er tegnet inn. Elevene husker navnet median og hvordan forholdet var mellom linjestykkene som oppstår når medianene skjærer hverandre.	
03.10	Læreren flytter på det ene hjørnet i trekanten for å se om medianene alltid skjærer hverandre i samme punkt. En elev gir uttrykk for at han er imponert.	
05.00	Læreren flytter og forklarer på tavlen. Elev ber læreren om å flytte på et hjørne for å få fram et poeng og stille et spørsmål.	
06.00	Læreren får problemer med å treffe et punkt. Kalibrering blir løsningen.	
06.30	Elev: "Nesten så jeg skulle ha ønsket meg Smartboard til jul."	
08.00	Etter å ha testet ut ulike former på trekanten føler elevene seg overbevist om at forholdet mellom kort og lang side av medianen i en	

	trekant alltid er 1:2.	
08.15	Læreren viser et bilde som illustrerer noe fra tidligere.	Læreren tar i bruk IWB på eget initiativ for å illustrere tidligere pensum.
10.30	Læreren repeterer konstruksjon av midtnormal og midtpunkt på krittavlen og de tilhørende egenskapene før avspilling av en fil fra nettressursene til læreverket Sinus.	
12.40	Lærer spiller av filen der konstruksjonen av medianer og en sirkel med sentrum i kryssningspunktet er spilt inn trinn for trinn. Det blir gjort pauser underveis slik at læreren kan forklare hva som skjer. Når alt er spilt av diskuterer klassen hva de ser.	
17.00	Læreren flytter på et av hjørnene for å finne ut av hva som skjer. Elevene kommer straks med sine observasjoner.	
19.00	Arbeidet med å bevise det elevene nå har undersøkt begynner.	
28.40	Lærer deler ut ferdiglagde trekanter i stivt papir der medianene er tegnet inn. Elevene skal nå stikke en passe eller blyant i skjæringspunktet og prøve å balansere. Deretter skal de prøve å balansere den et annet sted.	
31.30	Navnet tyngdepunkt eller massepunkt blir nevnt.	
32.30	Læreren oppsummere på tavlen. Lekse blir gitt.	

Vedlegg 3: Transkripsjonsnøkkel

..	Kort pause (0,5 - 1,0 sekund)
...	Pause (1,0 – 3,0 sekunder)
[ord]	Overlappende tale
(HOST)	Ikke-språklige lyder
@	Latter (ett tegn for hver latterstavelse)
<P ord P>	Lav stemmestyrke
<X ord X>	Usikker transkripsjon
X	Uhørbar stavelse
U	Uidentifisert person
.	Stoppende fall i tone
,	Fortsettende intonasjon
?	Spørrende utsagn

Vedlegg 4: Spørsmål til intervju

Elev:

Hvordan opplevde du bruken av IWB i timeren?

Hva synes du om mulighetene til å forklare matematikk til resten av klassen ved bruk av IWB?

Hvordan var det å sette seg inn i systemet?

Hva synes du er bra med IWB?

Hva er dårlig med IWB?

Har du noen tanker om hvordan du ville brukt IWB hvis du var lærer?

Hva synes du om å komme fram til tavlen og demonstrere/vise oppgaver foran klassen?

Hvordan var det å ta del i de andre elevenes demonstrasjoner/framvisninger?

Har du snakket med andre elever om IWB? Hva kom fram?

Ønsker du at læreren skal bruke IWB i fremtiden?

Hvordan var det å ta del i undervisning, altså følge med på det som blir gjort, rekke opp hånden og komme med innspill? Lettere, vanskeligere eller likt som før?

Hvordan var det å få se når læreren flyttet på hjørner i trekanter, sentral og periferivinkler?

På en skala fra en til 6 der 6, hvor sterk er din it og teknologikunnskap? (6 er best)

Lærer:

Hva kunne du om IWB før vi gjennomførte dette opplegget?

Har du brukt teknologi i undervisningen før?

Tror du at du kommer til å bruke IWB i framtidig undervisning? Hvorfor/hvorfor ikke?

Hvilke emner innen matematikken på vgs ville du i så fall vurdert som aktuelle for undervisning der IWB blir brukt?

Hva mener du er positivt med IWB?

Ser du noen ulemper ved bruk av IWB?

Hvordan bør et slikt verktøy brukes for å fremme elevdeltakelse i matematikktimene?

Hvordan vurderer du dine elevers deltagelse og engasjement i disse test-timene i forhold til tidligere timer i matematikk?

Var dette nyttig for deg?

Hvordan var det å arbeide med planleggingen av timene?

Hva vil du fortelle dine kollegaer om dine erfaringer med IWB?

På en skala fra 1-6, hvordan vil du vurdere din egen it og teknologikunnskap? (6 er best)

Vedlegg 5: Transkripsjon: Elevintervjuer

Tid	Hvem	Hva	Merknad
00.08	Int	Hvordan opplevde du bruken av Interactive Whiteboard i timen?	
	Elev 1	Greit nok.	
	Int	Hvordan følte du at det var å sette seg inn i systemet? Vankelig..Lett?	
	Elev 1	Hvordan greia virka eller hvordan matten var?	
	Int	Selve tavlen.	
	Elev 1	Går vel bra hvis en bare øver seg litt.	
	Int	Slik som du opplevde det som elev, hva synes du er bra med IWB?	
	Elev 1	Kan bli lettere for noen å få se det mer grafisk.	
01.00	Int	Syns DU det var bra eller?	
	Elev 1	Det er egentlig like greit for meg, mye det samme for meg, men det var greit at det ikke tar noe ekstra tid med den derre smartboard-greia, mens det med andre metoder kan det ta ekstra tid, og da gå det jo egentlig ikke så bra.	
	Int	Hva synes du er dårlig med IWB?	
	Elev 1	At det... nå må jeg bare finne på noe.. Kan jo være feil med programvaren..	
	Int	Hvordan ville du ha brukt IWB hvis du var lærer?	
	Elev 1	Jeg ville ha vist elevene sånn grafisk slik at de skjønnte det, slik at de får det fora seg, når du ser at ting henger sammen når du flytter på det, ikke sant? Så skjønner du hva som henger sammen.	
	Int	Du syntes det var passelig nyttig?	
	Elev 1	Ja.	
2.20	Int	Syns du det er noe poeng, eller at det er givende å komme fram til tavlen for å vise ting, gjøre ting?	
	Elev 1	Egentlig det samme, det er en vanlig tavle.	
	Int	Har du snakket med andre elever om IWB	
	Elev 1	Nei	
	Int	Ønsker du at læreren skal ta bruk IW i framtiden?	
	Elev 1	Det samme for meg.	
03.04	Int	Hvordan var det å ta del i undervisningen?	
	Elev 1	Greit	
	Int	Lettere vanskeligere eller likt som før?	
	Elev 1	Likt.	
	Int	På en skala fra 1 til 6 der 6 er sterkes, hvor sterk er din IT kunnskap?	
03.48	Elev 1	5 til 4	

Tid	Hvem	Hva	Merknad
00.08	Int Elev 2	Hvordan opplevde du bruken av IWB i timene? Det var greit og veldig oversiktlig og du kunne se mange flere eksempler bare ved å flytte på punkter i stedet for å bruke lenger tid på å tegne opp flere figurer. Men det var jo kanskje.. Nei, jeg synes det var ganske bra jeg. Jeg tenkte litt på det med å gjøre ting selv, men det trenger vi ikke for det var jo ganske lett egentlig. Så jeg synes han (læreren) forklarte det ganske bra. Det var ganske bra med IWB.	
01.03	Int Elev 2	Hvordan var det å sette seg inn i systemet synes du? Du brukte det jo ikke selv, men virket det vanskelig? Lett? Det virket egentlig litt lett, men det så ikke ut som om han syns det. Det var ikke irriterende bare litt morsomt. Men det var jo nytt for han og det som er nytt er jo som regel litt vanskelig. Men det virket ikke så vanskelig. Det så ikke ut som den største utfordringen.	
01.46	Int Elev 2	Hva synes du er bra med IWB? Som sagt så fikk du se mange flere eksempler samtidig, og det tok mye kortere tid å se sammenhengen, for han kunne streke det opp med veldig stor nøyaktighet og det var veldig oversiktlig i forhold til tavlen som kanskje hadde blitt unøyaktig for deretter å måtte ha gjort det igjen.. Det var mye lettere vil jeg tro, så det virket veldig bra.	
02.32	Int Elev 2	Hva synes du er dårlig med IWB? Dårlig? Kanskje det... Kanskje litt kjedelig egentlig grunnet emnet (geometri) så da blir det litt vanskelig å si noe om IWB.	
03.18	Int Elev 2	Hvis du var lærer, hvordan ville du ha brukt IWB? Jeg ville ha brukt den en god del, men ikke hele tiden. Du kan bli for knyttet til den, og du må jo kunne bruke deg selv som et hjelpemiddel. Man blir jo litt avhengig av tavlen, og da mister en litt andre ting, det blir bare en ting du gjør. Du lærer jo noe, men. Lærer eller elev som blir for avhengig av tavlen? Både lærer og elev blir for knyttet til tavlen.	
04.34	Int Elev 2 Int Elev 2	Har du snakket med andre elever om IWB? Nei. Kanskje at noen sier at det er bra med teknologi. Ønsker du at læreren skal bruke IWB i framtiden? Ja. Jeg tror jeg hadde brukt mye lenger tid på å se de samme sammenhengene. Jeg tar jo det han sier som en sannhet, men nå kunne jeg også se at det var sant. Han greide å forklare det så grundig, takket være IWB.	**

05.57	Int Elve 2	<p>Hvordan var det å komme med innspill? Vanskelig, lett eller likt som før?</p> <p>Vanskeligere kanskje.. Nei, kanskje lettere på en måte siden det går an å peke på de tingene du lurte på, og da er det bare får han å dra opp noe eller klikke på noe i stedet for å bruke 10 min på å konstruere det samme. Men kanskje også noe vanskeligere..</p>	
07.15	Int Elev 2	<p>På en skala fra 1-6 der 6 er best, hvordan vurderer du dine IT kunnskaper? Bruk av PC, mp3spiller osv</p> <p>Kan det meste. Sterk 5.</p>	

Tid	Hvem	Hva	Merknad
00.09	Int Elev 3	Hvordan opplevde du bruken av IWB i timene? Veldig greit å få det opp på tavla. GeoGebra-opplegget var mye bedre enn om vi skulle ha tatt det på tavla. Det å flytte på punkter og se sammenhenger og ha tallene og alt det der oppe på tavla var bra. Man får det mye klarere for seg enn om en skulle ha stått og tegnet opp alt dette på tavlen. Det sitter mye lettere på denne måten.	
00.55	Int Elev 3 Int Elev 3 Int Elev 3	Virket det vanskelig eller lett å sette seg inn i systemet. Ikke så veldig vanskelig. Husker en del ting allerede. Det er sånne ting man kommer fort inn i. Hadde du våget å bruke IWB i forbindelse med et fordrag om eget arbeid el? Ja, det hadde jeg nok gjort. Hva synes du er bra med IWB? Det blir mye mer levende. Du får mye mer nøyaktige tegninger og målinger, tall og verdier enn om du bare skal ta noen omtrentlige tegninger på tavlen. Og det er mye lettere å se sammenhenger, f.eks når du flytter på punkter osv.	
02.09	Int Elev 3	Hva synes du er dårlig med IWB? Kan få tekniske problemer. Hvis du bare lærer deg hvordan det fungerer så tror jeg det går rimelig greit.	
02.47	Int Elev 3 Int Elev 3	Hvis du var lærer, hvordan ville du ha brukt IWB? Tror jeg ville ha kjørt noe av samme greia som vi gjorde i timene. Det var veldig greit, forstod det ganske lett og det kom fram ganske ordentlig. Har du vært borti PowerPoint før eller? Ja. Jeg har også vært borti smartboard på ungdomsskolen, men da brukte vi det i forbindelse med naturfag. Powerpoint har jeg også brukt. Men dette her var mye mer levende.	
03.35	Int Elev 3 Int Elev 3 Int Elev 3 Int Elev 3	Har du snakket med andre elever om IWB? Nei, egentlig ikke. Ønsker du at læreren skal ta i bruk IWB i framtiden? Ja, jeg tror det er et godt hjelpemiddel. Det kan selvfølgelig bli tekniske problemer. Selv har jeg en pc som sluttet å fungere for litt siden med alle mine arbeider på. Så å stole helt på data er skummelt. Føler med deg! Men til f. eks geometri er det helt perfekt.	
05.14	Int Elev 3	Hvordan var det å ta del i undervisningen? Letter, vanskeligere eller likt som før? Jeg synes det var lettere. Et greit emne og det kom fram godt. Var ikke vanskelig å følge med. På en skala fra 1-6 der 6 er best, hvordan vurderer du dine IT kunnskaper? 4 tenker jeg. 4-5 kanskje.	

Tid	Hvem	Hva	Merknad
00.07	Int	Hvordan opplevde du bruken av IWB i timene?	**
	Elev 4	Det var artig. En opplevelse vil jeg si. Et fint avbrekk fra tavla. Artig med sånne høyteknologiske greier.	
	Int	Hvordan var det å sette seg inn i systemet?	
	Elev 4	Det tok jo litt tid, men jeg lærte det i løpet av den tiden vi hadde det. Så jeg kunne nesten ha undervist i det nå.	
	Int	Hva er bra med IWB?	
	Elev 4	Det er jo en tutch sreen, i stedet for å sitte ved dataen.	
Int	Er det noe i forbindelse med timene som du synes var bra?		
Elev 4	Læreren gjorde jo mye rart da. Det var artig. Og det var bra at du kunne se forholdet mellom to trekanten...		
Int	Hva synes du er dårlig med IWB?		
Elev 4	At den ikke ble funnet opp før.		
02.24	Int	Hvordan ville du brukt IWB hvis du var lærer?	
Elev 4	Som informasjonskilde. Prøvd å ikke gjøre så mye rart. Volum hadde vært et interessant emne å prøvd på smartboard.		
03.23	Int	Hva synes du om det å komme fram til tavlen i timene generelt sett? Er det interessant eller?	
	Elev 4	Næ.. Det er interessant men det er litt skummelt for å si det sånn. Det tar tid å venne seg til det.	
	Int	Har du snakket med andre elever om IWB?	
	Elev 4	Nei.	
	Int	Ønsker du at læreren skal ta i bruk IWB i timene?	
	Elev 4	Ja, helst med en gang.	
04.07	Int	Du hadde sansen for dette?	
	Elev 4	Ja	
	Int	Hvordan var det å ta del i undervisningen? Følge med på det som ble gjort, ikke opp hånden, komme med innspill osv, var det lettere, vanskeligere eller likt som før?	
	Elev 4	Det var vel litt lettere enn før. På hvilken måte?	
	Int	Han kunne flytte på de punktene og se sammenhenger i stedet for å tegne mange figurer.	
	Elev 4	Hvordan var det å se på når læreren flyttet på punkter til diverse figurer?	
04.43	Int	Hva kan jeg si? Det var vittig.	
	Elev 4	Var det lærerikt eller forvirrende?	
	Int	Det var jo det for så vidt.	
	Elev 4	Lærerikt?	
	Int	Ja	
	Elev 4	Ja	
05.10	Int	På en skala fra 1-6 der 6 er best, hvor strek er din	

05.39	Elev 4	IT og teknologikunnskap?	
	Int	3 kanskje. Litt under middels.	
	Elev 4	Har du PC eller noe slikt?	
	Int	Ja ja! Men det er ikke min sterke side.	
	Elev 4	Du møter på noen hindringer av og til?	
	Int	He he! Ja, stadig. Er det noe du vil tilføye? Det er dumt at han ikke skal undervise noe mer med smartboarden i løpet av skoleåret da.	

Tid	Hvem	Hva	Merknad
00.09	Int Elev 5	Hvordan opplevde du bruken av IWB i timene? Tenker du på hvordan læreren la det fram eller om jeg forstod det?	
	Int Elev 5	Ja, om du forstod det, om du likte det? Jeg synes det var veldig greit, for man forstod det mye bedre enn om det hadde blitt tatt på tavlen med mye visking osv. Nå kunne du vise forskjellige vinkler, og når du dro i punktene så kunne man vite at det var samme forhold. Kunne se sammenhengen.	
	Int Elev 5	Ja. Noe mer du vil si i forbindelse med dette? Det er jo noe annerledes. Det er ikke bare det å sitte og skrive og lese på tavla.	
01.10	Int Elev 5	Hvordan følte du at det var å sette seg inn i systemet? Var dette noe du hadde fått til? Ja det virker ikke så veldig vanskelig, så jeg hadde nok klart det.	
	Int Elev 5	Hvis du skulle holdt et foredrag for klassen og forberedt et innlegg, det hadde vært..? Da ville jeg ha brukt dette her hvis jeg skulle forklart dette med periferivinkler og sånne ting.	
	Int Elev 5	Hva synes du er bra med IWB? Det første er at du får en litt annerledes undervisning. Og som jeg sa i begynnelsen, dette med det dynamiske, at du kan se på mange forskjellige vinkler og figurer og sånn. Lettere hvis du tegner på tavlen som er litt mer unøyaktig.	
02.10	Int Elev 5	Hva er dårlig med IWB? Han (læreren) stusser kanskje litt på bruken så det kan kanskje.. Du forstod det jo allikevel, så jeg vet ikke..negativt.. Det kommer jeg ikke på.	
	Elev 5	Ikke noe som skiller seg særlig ut? Nei. Nå må jeg tenke.. Nei.	
	Int	Ok. Hvis du var lærer, hvordan ville du ha brukt IWB?	
02.54	Elev 5	Hvis jeg var lærer så ville jeg ha vist.. I forbindelse med punktets potens så ville jeg ha vist at selv om figurene er forskjellige så ville du fått samme forholdet. Vist litt forskjellige figurer hvis du skjønner?	
	Int Elev 5	Ja, du ville ha utnyttet..? At du kan forandre mye på måten ting ser ut og sånn.	
03.35	Int Elev 5	Hva synes du om å komme fram til tavlen for å demonstrere, vise og løse oppgaver generelt sett? Hvis jeg kommer opp og ikke har forberedt meg, så er blir jeg fort nervøs og glemmer hva jeg skal si. Det er best å sitte på pulten! He he.	
	Int Elev 5	Hvis du er forberedt da? Da går det bedre føler jeg. Da er du gjerne ikke så	

	Int	bundet til manus og kan snakke litt fritt.	
	Elev 5	Du som tilskuer, er det kjekt å se på andre elever? Ja det synes jeg kjekt. Jeg synes det er en veldig grei måte å lære på. De snakker gjerne litt annerledes enn det læreren gjør, på en måte som vi forstår. Ikke så veldig pedagogisk, mange forskjellige, rare ord osv. De bruker liksom dagligtale.	
04.32	Int	Skjønner. Har du snakket med andre elever om IWB?	
	Elev 5	Ikke annet enn at vi har det i timene. Det er ikke noe vi snakker om.	
	Int	Ønsker du at læreren skal ta i bruk IWB i framtiden?	
	Elev 5	Ja, det vil jeg si. Hvertfall på dette emnet her. Eller, er det flere emner det går an å bruke det på?	
	Int	Ja det er en egen graf-del også.	
	Elev 5	Jeg synes at slike digital-ting er mye bedre enn tavla, hvertfall nå du skal konstruere og lignende, fordi forholdene mellom figurene blir kanskje ikke så bra når du tegner.	
05.24	Int	Så du ønsker det brukt på noen emner?	
	Elev 5	Ja, som f. eks geometri.	
	Int	Hvordan var det å ta del i undervisningen og det som ble gjort, altså rekke opp hånden, komme med innspill og slike ting, var det lettere vanskeligere eller likt som før?	
	Elev 5	Likt som før.	
	Int	På en skala fra 1-6, hvor sterk er din IT og teknologikunnskap generelt sett?	
	Elev 5	4.	
	Int	Jeg tenker på det å stille inn TV-kanaler, bruke PC og lignede.	
	Elev 5	TV-kanaler går greit, men er ikke så veldig god på datating.	
	Int	Har du PC selv?	
	Elev 5	Ja, og jeg bruker den daglig, men jeg bare spiller på den og er på data liksom. Jeg kan ikke programmering og sånn.	
06.23	Int	Det var spørsmålene. Har du noe å tilføye?	
	Elev 5	Nei, det er bare det at jeg synes det var en veldig bra måte å framlegge geometri på. Jeg tror jeg hadde forstått mindre hvis jeg hadde sett det på tavla, hvis han skulle tegnet alt dette med forskjellige figurer og sånn. Hvertfall dette med P*A og P*B, det tror jeg ikke jeg hadde forstått hvis han hadde gjort det på tavla.	

Vedlegg 6: Transkripsjon: Lærerintervju

NR	Tid	Hvem	Hva	Merknad
1	00.10	Int	Hva kunne du om IWB før dette opplegget?	
2		Lær	Jeg hadde bare sett en demonstrasjon på et kurs vi hadde i forbindelse med at den ble kjøpt inn. Så jeg hadde sett kort at du kan skrive på den og lagre i Notebook og at du kan konvertere håndskrevet teks til maskinskrevet tekst, det har jeg sett demonstrert. Men jeg har ikke brukt den selv, kun sett den brukt, og det er kanskje par/tre år siden.	
3		Int	Så du har ganske begrenset erfaring med den altså?	
4		Lær	Ja i praksis ingenting egentlig.	
5		Int	Har du brukt teknologi generelt sett i undervisningen før?	
6		Lær	Jeg har brukt noen programmer på pc i matematikktimene. Hører kalkulator inn under teknologi her?	
7		Int	Ja	
8		Lær	Ja det har jeg brukt mye selvfølgelig, og noen graftegningsprogrammer. Men ikke mye, kanskje noen få timer per år per kurs.	
9		Int	Har du en projektor til kalkulatoren?	
10		Lær	Ja.	
11		Int	Bruker du den eller?	
12		Lær	Ja den bruker jeg når jeg har elever som trenger litt tid på... De flinkeste elevene tar det litt mer intuitivt dette med kalkulatorbruken, de kan du gi instruksjoner muntlig, men litt svakere elever liker å se det samme på sin kalkulator som på min, så da bruker jeg gjerne det. Så jeg ser det litt an hvilke elever jeg har.	
13	02.25	Int	Når det gjelder IWB, tror du at du kommer til å bruke det i framtidig undervisning?	
14		Lær	Ja, det tror jeg. Absolutt. Jeg tror nok at jeg vil være bevisst på å bruke det på stoff som jeg har blitt godt kjent med. For min erfaring nå var at det var et nytt læremiddel og et nytt stoff for meg, så det ble mye nytt på en gang å skulle takle. Så jeg ville ha prioritert å prøve det på lærestoff som jeg har undervist i noen ganger, slik at jeg kjenner til hvor elevene kan få problemer i lærestoffet, og hvor de eventuelt kan ta ekstra utfordringer. Kanskje jeg vil være litt bevisst på akkurat hvor jeg bruker det. Men jeg vil bruke det og synes det var artig for en del formål.	
15	03.58	Int	Hvilke emner innen for matematikken på videregående ser du som aktuelle for	

16	06.10	Lær	<p>undervisning med IWB?</p> <p>Jeg ser for meg bruk der det interaktive kan være med på å lette forståelsen av litt vankelige emner. Det kan godt være på noen av de emnene som vi hadde nå altså, men jeg følte kanskje at det var en del nytt på en gang for meg. Så hele bildet med hvordan elevene skal lære dette, og hvordan de skal bruke det videre i oppgavene, hadde jeg ikke klart nok for meg i hodet merket jeg. For da det kom til oppgaveregning etterpå, jeg hadde kanskje brukt mye tid på å se på hvilke matematiske sammenhenger er det som gjelder og fikk oppsummert disse, men når det kom til hvordan de skulle bruke dette videre i sin oppgaveregning så ble den overgangen ikke alltid så lett. Men jeg syntes det var et veldig fint verktøy til å illustrere slik at det ser det for seg, f. eks punktets potens, at produktet av disse linjestykkene er konstant, kan være med å rimeliggjøre dette ved at de ser ulike tall-eksempler og ser det kanskje for seg og ved at de ser disse linjestykkene og at det kan være rimelig med denne sammenhengen. Det samme gjelder sentral og periferivinkel at de ser at det er en sammenheng der. Men det jeg tenker først og fremst på er der det er en enda mer vanskelig matematisk sammenheng, f. eks ved innføring av den deriverte. Og hvor det erfaringsmessig er vanskelig å tegne dette godt opp, f. eks grenseverdibetraktningen. Man kan få noe som skjer på en måte, tegne av øyeblikksbilder på en måte, og se på de etterpå i en repetisjon, kan være nyttig i innføring av litt vankelige matematiske emner. Jeg kan se for meg at de emnene som er vankelige rent kognitivt, holdt på å si, å ta, kan være nyttige å ta på Smart Board for å visualisere og få en interaktivitet der. Men når det gjelder andre temaer så føler jeg at ting som grafer, avlesning av grafer, ja.. grafers form, veldig mye sånn... skisser og grafer kunne vært nyttig å bruke det på.</p>
17 18	07.35	Int Lær	<p>Ja. Ser du noen ulemper ved bruk av IWB?</p> <p>Eh, ja altså, jeg opplevde at det ble veldig slik at jeg ble opptatt av den dynamiske biten først. At jeg skulle variere på ting og liksom se induktivt sammenhengen, også skulle forandre litt på bildene og kanskje kopiere av noen bilder og sånn, og skulle oppsummere det, så ble det en tidkrevende prosess. Så skulle du etterpå trene på dette i oppgaver. Så ble det en ganske tidkrevende prosess alt i alt. Sånn at.. jeg opplevde på en måte et</p>

19 20	10.12	Int Lær	<p>problem i forhold til å avgrense, å ikke ville for mye på en gang kanskje. Det var kanskje litt det det gikk på. Kanskje jeg ville ha skilt klarere mellom, ok nå tar vi en ren Smar Board økt, hvor vi bare ser på.. for dette emnet er såpass stort og vanskelig å forstå at nå trenger vi kanskje litt fleksibel introduksjon av det emnet. Men selve oppgaveregningen og det tar vi i en annen setting senere. Det ble mye forskjellig samtidig på en måte. At det å skille klarere mellom det kanskje kunne vært nyttig for senere. Jeg merket at det ble vanskelig å takle alle disse tingene i en og samme dobbeltime. At de både skulle introdusere noe, så skulle du se åssen de skulle bruke dette i oppgaveregning. Det var et moment, som jeg sa, ble vanskelig å ta med for det tok så lang tid å gjøre det. Å skulle gjøre det selv, å oppsummere. Så kanskje vi ville litt for mye.</p> <p>Ser du noe positivt ved IWB?</p> <p>Ja, jeg syns jo at den muligheten du har til å visualisere og skrive på der og da. Du kan kanskje få elevene til å foreslå litt mere ting, og kanskje man også for de til å komme opp og skrive. Jeg følte kanskje at de ikke var så veldig ivrige på det, men det kan jo være avhengig av klasse og kanskje emnet også for så vidt, om de føler seg at det er et emne som de får til. At dette kan gi en litt ny læringsform, det ser jeg absolutt for meg. Og man fikk vist ting som ikke hadde vært så godt å vist bare med ei tavle. Jeg føler de ble mer sikre på, ble mer overbevist om at sånn og sånn var de matematiske sammenhengene føler jeg, enn om jeg bare hadde sagt det. Så jeg føler det, at det har verdier som ikke ellers hadde... ja fått i den vanlige undervisningen. Men alt er avhengig av om helheten fungerer selvfølgelig, for den følelsen man sitter igjen med selv etterpå, og som sikkert elevene også sitter igjen med er jo så kompleks at jeg føler at hadde jeg snevret inn hva jeg egentlig ville, og kanskje sett på om dette er det riktige emnet å bruke Smar Boarden på, og gjort alle disse vurderingene, så har jeg veldig tro på det.</p>	
21	12.33	Int	<p>Har du noen tanker om hvordan et slikt verktøy bør brukes for å fremme elevdeltakelse i undervisningen?</p>	
22		Lær	<p>Jeg tror kanskje også der at den måten som vi gjorde det på nå da, så tror jeg kanskje at det ble.. jeg viste noe, og så skulle de være med å foreslå noen sammenhenger, de skulle gjette eller tippe litt på resultater, foreslå strategier for å gå videre. Jeg</p>	

23	14.12	Int	<p>tror ikke de ble nok.. at de var varme nok i trøya til å gå opp å gjøre noe selv på tavla. Så jeg tror kanskje at det var et resultat av at det var litt for mye samtidig kanskje. At hvis vi f. eks de hadde jobbet med noe større ting, hvor de hadde noe å presentere, at de virkelig hadde noe og at de følte selv og at de hadde noe å presentere som de var sikre på, at de da hadde turt å gjøre det. Men at det ikke var så lett i den undervisningen der, på grunn av at det var mer sånn, ok de så en sammenheng, de hadde et forslag, men de følte seg ikke sikre nok til å gå opp å begynne å skrive noe eller vise noe.</p> <p>Nei, det var jo begrenset med tid som du sier, men du ser mer for deg et lite prosjekt eller?</p>
24		Lær	<p>Ja, eller en oppgave hvor de, ok, denne timen skal vi gjøre bare denne oppgaven der, altså at det blir mer avgrenset det også. Det var litt begrenset med elevdeltakelse på Smart Boarden på grunn av kanskje det at det var for mange elementer involvert. La oss si at de hadde fått i oppgave å bare gjøre en oppgave selv, og følte at denne her forstod de, også denne her kan jeg komme fram å bare tegne og vise hva dere har gjort, så tror jeg nok at det kunne gå. Men det avhenger veldig av elevtyper og sånn også. Det er jo andre klasser og grupper som jeg tror det hadde vært lettere å få opp elever, for det er nok en del litt forsiktige kanskje i denne klassen.</p>
25	15.32	Int	<p>Hvordan vil du vurdere engasjement og deltakelse generelt sett hos disse elevene i disse test timene i forhold til tidligere?</p>
26		Lær	<p>Jeg føler kanskje at.. Jeg hadde kanskje trodd at det skulle engasjere litt mer i forhold til at de kanskje var litt mer på hugget kanskje og også kom litt mer fram. Men engasjementet føler jeg var omtrent som vanlig. Jeg hadde kanskje trodd at de skulle bli litt mer tent, litt mer nysgjerrig kanskje enn det de egentlig var. Men jeg merker forskjell også på en del var alltid førstetimer, noen var litt trøtte altså. Jeg merket at det skulle litt til for å engasjere de. For når jeg har dem senere på dagen, på onsdager som vi ikke har hatt noe særlig, så føler jeg at de ofte er litt mer på hugget da. Noen få elever følte jeg kanskje var litt mer ivrige til å foreslå ting enn de ellers var, men de fleste føler jeg ikke var noe mer deltakende egentlig. Og det tror jeg nok er på grunn av at kanskje noen er litt beskjedne og forsiktige av natur, men også kanskje fordi opplegget ikke traff dem helt.</p>
27	17.25	Int	<p>Hvordan føler du at det var å jobbe med</p>

28	Lær	<p>planleggingen av disse timene?</p> <p>Nei, det var spennende og artig å prøve det. Hovedproblemet for meg var det tekniske på det rommet der. Det å vite om ting fungerte eller ikke. Og det var jo av og til vi kom litt skjeft ut, og det var jo et litt sånn stressmoment ved det hele, at; kommer vi oss inn på det i dag? Og det er klart at det er sikkert noe som alltid er til stede ved bruk av tekniske hjelpemidler, men det var kanskje litt mer enn det burde være på det rommet der. Mer tøys enn det burde være. Men jeg synes jo at det var lærerikt for meg selv å gjøre det, for du blir litt bevisstgjort på hva du.. hvordan man presenterer emner, på hva som egentlig skal til for at elever skal gå fra å vite ingenting om noe, til å skjønne noe. Og det prøver du på i en litt ny sammenheng, og da blir du bevisstgjort på hva som egentlig skal til. Fikk du det til her eller fikk du det ikke til? Hva var bedre her enn vanlig? Hva var dårligere her enn vanlig? Du blir veldig bevisst på, føler jeg, hele den læringsprosessen hos elevene. Og den måtte du på en måte også tenke gjennom på nytt i en ny sammenheng, i og med at du bruker nye hjelpemidler. Så jeg føler at det var både spennende både å lære den nye programvaren, men også på en måte de tankeprosessene som jeg da måtte gjøre for å prøve så godt jeg kunne å gjøre dette best mulig for elevene. Og så er det jo litt spesielt det der å oppleve at etter en dobbelttime hvor jeg, ja, kanskje har brukt en del tid på å forberede meg, føler at dette her gikk jo middels. Altså det er jo litt spesielt, for ofte så har du en følelse eller fornemmelse av at, ok, bruker jeg lang tid på forberedelse så går det normalt sett bedre enn når jeg bruker liten tid på forberedelse. Og det var litt uvant at, se her ja, her var det ting jeg ikke hadde tenkt over, eller ikke var klar over. Du har brukt mye tid på tenke på; skal jeg stille det eller det spørsmålet? Først vise den trekanten og sånn og sånn. Og så viser det seg til slutt at problemet hos elevene var ikke det jeg har brukt tid på, det var det at f. eks når jeg kom til punktets potens, at jeg hadde endt opp med å si at f. eks produktet av de to og de to er konstant. Så kommer vi til oppgavene, og så klare de ikke å sette det opp fordi de får rede på avstanden fra punktet og inn til sentrum og klarer ikke å trekke fra en radius og legge til en radius for å lage det ene liksom, sant? Det er på det nivået. At man må bevisstgjøre de på hvordan de skal bruke dette. Så ender man opp med hos</p>	20.04
----	-----	--	-------

29 30	21.40	Int Lær	<p>elevene at dette var jo ikke nyttig, for jeg lærte jo ikke det jeg skulle, jeg klarer ikke å gjøre oppgaven, altså er dette her ikke så vellykket. Ikke sant, det er det på en måte som.. Altså elevene føler at det er vellykket når de får til oppgaven. Og det er jo liksom.. det må jo læreren være bevist på. Men samtidig så er det sånn at det var ikke der jeg hadde mitt fokus i forberedelsen. For jeg var veldig obs på hvordan skal jeg bruke denne programvaren, åssen trinn skal jeg gjøre det i bruk av programvaren for å lære dem sammenheng. Også var det noe annet som gjorde at det kanskje, hos elevene, ja ikke alle elevene da, hos noen elever gikk det ikke fult så godt hjem. Så det er jo litt uvant da at du bruker masse tid på forberedelse, men nødvendigvis ikke treffer.</p> <p>Hva vil du fortelle kollegaene dine om IWB?</p> <p>Ja, nå skal vi ha en fagdag her som jeg skal vise bare litt hvordan den skal brukes. Men, så du blir for ekspert her. (latter). Men jeg vil fortelle at egentlig hvis man har emner hvor man f. eks vil fokusere på forståelse, og ikke skal liksom drille reining, men fokusere på forståelse av matematiske sammenhenger, så er Smar Board veldig nyttig. Men jeg tror faktisk at jeg ville ha sagt at jeg ville ha sag at kjør på en måte mest mulig adskilte økter. Altså hvor en eksperimenterer, eventuelt elevene gjør en oppgave og oppsummerer, at man har en .. hvor man skal komme fram til en ting og presentere, og repetere presentasjonen etterpå ved å kjøre Notebook-sidene om igjen. Men å veksle mellom for mye tror jeg ikke jeg ville ha gjort. Hvis det er nye sammenhenger for elevene, vanskelige sammenhenger, vanskelig lærestoff, gjerne innefor geometri, grafer, ja, derivasjon som jeg sa, og gjerne også f. eks hvis det er illustrasjoner som sannsynlighet med valgtrær, (venn)diagrammer hvor det er sånne ting som skal illustreres og tegnes og sånn. At man kan lage sånne halvferdige ting som vi gjorde, som du gjorde, som du kan fullføre på. Så tror jeg det at det vil være veldig nyttig å fokusere på forståelse. Men å skille klart mellom det, og neste gang hvor man skal gjøre oppgaver til dette. Så må kanskje disse introduseres for seg, altså hvordan du rent teknisk skal bruke disse matematiske sammenhengene til å løse oppgavene. Det er liksom noe annet igjen. Og det er jo klart at det.. Det trenger ikke å være noe annet, men elevene oppfatter det av og til som noe annet for du må kanskje bruke den matematiske</p>	
----------	-------	------------	--	--

	24.36		<p>sammenhengen i en eller annen spesiell setting som du må vise de på en måte. Og det føler jeg på en måte... ja, det kan du godt skille mellom på en måte. Det er hvertfall slike tanker jeg gjør meg nå i ettertid. Sånn at hvis jeg skulle gjort det samme om igjen, fra det emnet, så, klart det var mange ting som jeg ikke var klar over i og med at det var første gang jeg hadde det emnet, så var ikke jeg f. eks så klar over at, vel i all verden, etter å ha sett liksom sammenhengen.. Alle hadde, følte jeg, skjønnte sammenhengen mellom sentral og periferivinkel. Men neste time klarte de ikke å tegne opp en sentral og en periferivinkel.</p> <p>Det at alt var så ferdig på en måte, hvis, det kan godt være at av og til at jeg ikke var bevisst nok på hva er liksom de grunnleggende definisjonene vi opererer med nå? At det på en måte.. Men det tror jeg at det har med at det var første gang for meg. At noen ting.. du opplever når du underviser ting at hva som ikke er opplagt for elevene. Og de oppdager en av og til for seint når en først er i gang. Så det er en masse sånne ting som jeg kanskje vil ta.. legge litt flere trinn i læringsprosessen i disse emnene. Kanskje også bli flinkere på å undervegs å poengtere tydeligere sammenhengene man kom fram til også. For det var jo litt sånn.. Ikke bare hva du viser men også hvordan du oppsummerer ting, det er noe nytt å lære der. For på en tavle der har du god plass. Her må du på en måte være veldig kort føler jeg. Du skal skrive, det tar plass. Hva skal du da skrive. Det er jo litt en ny tanke det og. Hvordan skal du gjøre det kortfattet det som du vanligvis ville ha gjort. Hvordan kan du ta ut den lille essensen av det og skrive det med noen få ord. Så det er veldig mye nyt, så jeg føler det er en programvare som en trenger tid for å lære seg. Så sånn sett var det kanskje litt vågalt å hoppe rett på en sånn en, men sånn er det jo bare, kanskje prøve. Jeg er sikker på at både elevene, meg og sikkert du også har fått alle mulige.. alt i fra det som jeg følte ikke fungerte til ting som jeg følte fungerte også. Så du har fått hele skalaen føler jeg.</p>
31 32	27.15	Int Lær	<p>Ja, det har vært fint å se egentlig.</p> <p>Ja. Og så nyttig for, jeg merket, elevene også. Noen sa at liksom etterpå at ja, det er i grunnen greit med tavleundervisning også av og til. Og de ble bevisstgjort på det at av og til er det greit, av og til er det greit.</p>
33	27.30	Int	<p> Rett utstyr til rett tid kan man si?</p>

34		Lær	Ja	
35		Int	På en skala fra en til seks, hvordan vil du vurdere dine egne IT og teknologikunnskaper?	
36		Lær	Kanskje..4? Litt over det vanlige gjennomsnittet i skolen, men ikke, i forhold til min aldersgruppe så tror jeg ikke jeg er noe mer enn gjennomsnittet. Men i forhold til lærerkollegiet som helhet så er jeg nok over gjennomsnittet.	
37	28.09	Int	Det var mine spørsmål.	