



ORKESTRERING AF GEOGEBRA

Et bachelorprojekt om hvordan man kan tilrettelægge undervisning med brug af GeoGebra

KORT OM PROJEKTET

Mattias Tesfaye kræver begrundelse for brugen af digitale læringsværktøjer i undervisningen. Dette projekt giver en mulig begrundelse og delvis guide til brugen af GeoGebra.

Andreas Hilmer Larsen & Kresten Glerup

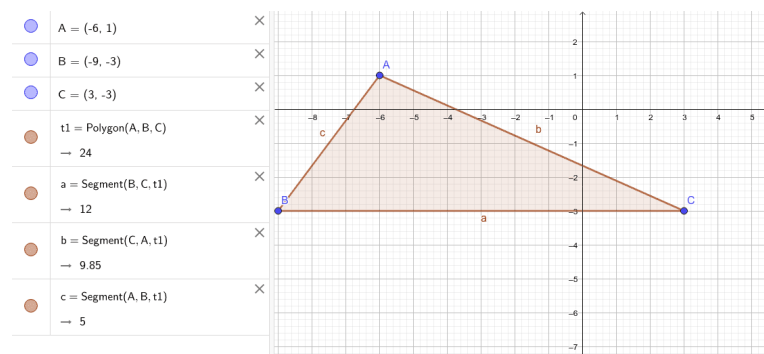
Studienumre: 30190198 & 30190215

Københavns Professionshøjskole, Frederiksberg - Lærerruddannelsen
Bachelorprojekt i matematik - lufe19ba2mau

Interne bedømmere: Maja Baunbjerg Madsen & Peter Stege Havsager

Anslag: 89.831 (Hertil tillægges ca. 900 tegn fra indsat figur) samt
25.529 anslag i bilag.

01/06-2023



Indholdsfortegnelse

1. Indledning	3
2. Problemformulering	4
3. Læsevejledning	4
4. Undersøgellesdesign og metode	5
4.1 Observation	6
4.2 Interview	7
5. Teori, forskning og begrebsafklaring	9
5.1 Lærings syn	9
5.2 GeoGebras læringspotentialer	9
5.3 Instrumentel orkestrering.....	10
5.4 Instrumentteorien.....	11
5.5 Undervisningsdifferentiering	12
5.6 Stilladsering.....	13
5.7 Deltagelsesmuligheder i læringsfællesskaber	14
6. Analyse	15
6.1 Første undervisning – Elevernes møde med GeoGebra.....	15
6.1.1 Delkonklusion 1	18
6.2 Anden undervisning – Læringspotentialerne sat i spil	19
6.2.1 Delkonklusion 2	22
6.3 Tredje undervisning – Fra trekanter til firkanter	23
6.3.1 Delkonklusion 3	27
6.4 Fjerde undervisning - Lad os flip' jeres undervisning.....	27
6.4.1 Delkonklusion 4	30
7. Diskussion	32
7.1 Kompetencerne - ræsonnement i fokus, men hvad med de andre?	32
7.2 Tvetydighed i betydningen af vores undervisning.....	33
7.3 Er instrumentel orkestrering for ukonkret?	35
8. Konklusion	37
9. Perspektivering	38
10. Referenceliste	39
11. Bilag	42
Bilag 1 – Lektionsplan 3	42
Bilag 2 – Observationsskema 1.....	44
Bilag 3 – Interviewguide.....	45

Bilag 4 – Transskription af interviews.....	46
Elev 1:.....	46
Elev 2:.....	48
Bilag 5 – Observationsskema 2.....	52
Bilag 6 – Observationsskema 3.....	55
Bilag 7 – Observationsskema 4.....	57

1. Indledning

I forbindelse med det nye regeringsgrundlag fra koalitionsregeringen har den nuværende Børne- og Undervisningsminister, Mattias Tesfaye, udtalt, at han ønsker mere analog undervisning i folkeskolen for at mindske brugen af digitale værktøjer (Ritzau, 2023). Han mener, at undervisningen som hovedregel bør være uden skærme og kun digital, når læreren kan begrunde det. Men hvordan stemmer denne udtalelse overens med de nationale fælles mål og det 21. århundredes kompetencer? IT spiller en stor rolle i matematik, da mere end 25% af fagets fælles mål omhandler brugen af IT-redskaber (Børne- og Undervisningsministeriet, 2019a). Ift. det 21. århundredes kompetencer ser vi desuden en direkte kobling til IT-literacy (Danmarks Evalueringsinstitut, 2016), der desuden taler ind i andre kompetencer som kreativitet & innovation samt job & karriere. Så selvom digital undervisning skal være begrundet, så mener vi det er vigtigt fortsat at inkludere i undervisningen. Eleverne får dog oftest ikke det fulde ud af programmets læringspotentialer, da lærerne ikke har den fornødne viden om, hvordan man hensigtsmæssigt orkestrerer brugen af de forskellige digitale værktøjer (Misfeldt, 2016). Som kommende matematiklærere ser vi frem mod dilemmaer mellem brugen af papir og blyant og digitale matematikværktøjer. I dette projekt har vi valgt at dykke ned i læringspotentialerne ved brugen af GeoGebra i matematikundervisningen. Vi har foretaget vores undersøgelse i en 6. klasse, da man ofte begynder at bruge den slags programmer på mellemtrinnet.

GeoGebra bruges i høj grad i folkeskolen som et dynamisk geometriprogram samt som algebraisk værktøj. Højsteds (2019) forskning viser, at GeoGebra har et stort potentiale som it-værktøj til at forbedre elevernes matematiske forståelse og specifikt deres ræsonnementskompetence. Trods dette har vi selv oplevet, at mange matematiklærere ikke udnytter programmets læringspotentialer optimalt. Derfor ønsker vi at undersøge, hvordan vi kan orkestrere brugen af GeoGebra på en måde, der udnytter programmets læringspotentialer til fulde for at kunne argumentere for vores egen brug af programmet som kommende matematiklærere. Vi benytter os af ordet 'orkestrering', da vi læner os op ad begrebet 'instrumentel orkestrering' (Skånstrøm, 2021). Vi har igennem fire undervisninger undersøgt, hvordan vi kan bruge GeoGebra begrundet i vores kommende arbejde på baggrund af 'instrumentel orkestrering' og Højsteds forskning om programmet læringspotentialer. Ovenstående leder os frem til følgende problemformulering:

2. Problemformulering

Hvordan kan vi orchestreere brugen af GeoGebra i 6.klasse for at udnytte programmets læringspotentialer?

3. Læsevejledning

Efter vores indledning og problemformulering præsenteres læseren for et samlet kapitel om vores undersøgelsesdesign og metoder ift. vores empiriindsamling. Herefter følger et kapitel om vores valgte teori, forskning og begrebsafklaring, som vi benytter i vores analyse af empirien i det efterfølgende kapitel. Dertil kommer en diskussion, hvor vi samler op på et par dilemmaer fra vores analyse, og til sidst følger en konklusion, hvor vi svarer på vores problemformulering. Til slut har vi udarbejdet en perspektivering til fortsat undersøgelse af emnet. Undervejs refererer vi til de relevante bilag for de respektive afsnit, og vi klargør i en kort læsevejledning for hvert enkelt kapitel, hvilke bilag der nævnes.

Vores håb for dette projekt er, at læseren kan blive lige så bevidst og opmærksom på den optimale udnyttelse af GeoGebra til at øge eleveres matematiske forståelse og ræsonnementer på en anden måde end de analoge alternativer. Derudover er vi blevet bedre i stand til at udnytte GeoGebra gennem sammenkobling af orkestreringsscenerier og alment didaktiske principper som stilladsering og undervisningsdifferentiering.

4. Undersøgellesdesign og metode

I dette kapitel forklarer vi om, hvordan og hvad vi har undersøgt ifm. vores projekt. Vi kommer omkring planlægningen af de fire undervisninger, samt hvordan vi har observeret og interviewet. Vi har valgt at give et eksempel i bilag 1 på, hvordan vores lektionsplaner er bygget op. Derudover giver vi også et eksempel på, hvordan vores observationsskema er bygget op i bilag 2. Vi refererer desuden til vores interviewguide i bilag 3.

For at kunne besvare vores problemformulering har vi valgt det fænomenologiske videnskabsteoretiske perspektiv (Jørgensen, 2022), hvor vi har undersøgt fænomenet: elevernes oplevelse af GeoGebra på baggrund af vores undervisning forbereder ud fra bl.a. instrumentel orkestrering. Vi har efterfølgende valgt at interviewe to elever fra klassen. Vi har valgt selv at stå for både planlægningen og udførelsen af fire undervisninger for specifikt at kunne afprøve og undersøge orkestreringen af GeoGebra på baggrund af begreberne 'instrumentel orkestrering' (Skånstrøm, 2021), instrumentteorien (Skott et al. 2019) og GeoGebras læringspotentialer (Højsted, 2019). Undervisningerne, af to gange 45 minutter, var fordelt over fire uger, for at vi kunne forberede den næste undervisning på baggrund af den viden, vi opnåede fra gang til gang. Kresten har desuden en relation til klassen i forvejen, da han arbejder på skolen. Han har stået for undervisningen som lærer og deltagende observatør, mens Andreas har fungeret som ikke-deltagende observatør. I de følgende afsnit og kapitler vil læreren derfor referere til Kresten.

I den første undervisning planlagde vi en let introduktion til GeoGebra, hvor vi ville teste elevernes nuværende kundskaber inden for programmet. Vi benyttede os her af scenarie III inden for instrumentel orkestrering, 'skærm/tavledemonstration' (Skånstrøm, 2021), hvor læreren skitserede seks figurer på tavlen, skrev specifikke mål på og herefter bad eleverne genskabe dem i GeoGebra. Vi kommer scenariernes natur nærmere i vores teoriafsnit. Imens eleverne konstruerede figurerne, observerede og hjalp læreren for at danne sig et indtryk af elevernes daværende kunnen. Slutteligt skulle læreren vise konstruktionen af figurerne på skærmen med input fra eleverne, hvor der pointeredes sammenhængen mellem den traditionelle metode af konstruktionen på papir og den digitale løsning i programmet. Vi fik med ovenstående kendskab til elevernes kunnen og viden om GeoGebra via formativ evaluering. I anden undervisning inkluderede vi scenarie I og IV i en undersøgelse af forskellige trekanters egenskaber og sammenhænge, mens vi i tredje undervisning inkluderede scenarie II og VI i en undersøgelse af firkanter (Skånstrøm, 2021). Vi var strukturerede i det

henseende, at vi fulgte scenarierne stringent i undervisningen uden afvigelser. I fjerde og sidste undervisning undersøgte vi cirkler og afprøvede igen scenarie I, men denne gang i en anden form, hvor vi havde tilrettelagt det ud fra teorien om flipped learning (Schunk, 2016), hvor vi havde lavet en teknisk demonstration på video. Eleverne skulle forud for undervisningen se videoen og dernæst svare på et spørgeskema. Slutteligt i undervisningen tog vi en elevbesvarelse op til diskussion og afprøvede dermed scenarie V for at være nået alle scenarierne igennem (Skånstrøm, 2021).

Efter tredje undervisning interviewede vi desuden to elever om deres oplevelser med at arbejde med GeoGebra. Tanggaard og Brinkmann (2015) mener, at kombination af interviews og observation er ideelt, da dette vil være med til at gøre empirien mere sikker, bredere og mere kompleks. Vi har ved at kombinere disse kvalitative metoder kunnet samle brugbar empiri til analyse, diskussion og slutteligt en konklusion. I projektet har vi valgt et lærerperspektiv, men har valgt at interviewe eleverne, da vi selv har stået for planlægningen og udførelsen af undervisningen, og vi fandt det derfor ikke relevant at høre lærerens perspektiv.

4.1 Observation

Vi har valgt at benytte os af observation som metode til fastholdelse af interessante situationer i undervisningen, der kan kvalificere vores senere analyse og diskussion. Formålet med vores observationer var at identificere, hvordan eleverne benyttede GeoGebra. Vi har udført vores observationer på baggrund af Bjørndals (2013) kapitel: 'Observation som vurderende øje'. Vi har både benyttet os af observationer af første og anden orden. Ved observationer af første orden menes, at observatørens primære opgave er at observere den pågældende situation. Andreas var ved hver undervisning observatør af første orden. Vi benyttede os ligeledes af observationer af anden orden, da Kresten stod for undervisningen og stadig skulle observere og notere den pædagogiske situation, han selv indgik i, hvor undervisningen og observationen var komplementær og sideordnet. Vi valgte at benytte os af begge ordner, fordi vi ville observere fra forskellige perspektiver for at få et mere fyldestgørende billede af, hvad der foregik i undervisningen. Ved at vi benyttede os af observationer af anden orden gav dette et unikt indblik i, hvordan eleverne talte og benyttede sig af GeoGebra, hvilket vi ellers ville have været afskåret fra, hvis man udelukkende havde benyttet sig af observationer af første orden. Vi var dog opmærksomme på, at høj grad af deltagelse ville medføre, at Kresten ikke havde mulighed for at registrere observationerne undervejs, hvorfor han straks efter undervisningen

lavede det pågældende registreringsarbejde. Forud for vores observationer havde vi ikke fortalt eleverne, hvad vi konkret observerede, da vi ville undgå at påvirke de observeredes adfærd.

Til vores observation har vi brugt et observationsskema af kvalitativ karakter, da observatøren og læreren selv skulle notere, hvad der foregik, fremfor at det var noget objektivt, vi kunne måle et specifikt antal på. I bilag 2 kan man se vores observationsskema fra første undervisning, som vi vurderer, er repræsentativt for de resterende brugte observationsskemaer. Overordnet set vil al form for observation være struktureret, men vi vil vurdere, at vores observation er af struktureret karakter, da vi på forhånd havde angivet åbne kategorier, der skulle være med til at kvalificere vores observationer.

4.2 Interview

Til indsamling af empiri har vi ligeledes valgt at benytte kvalitative interviews. Gennem interviews fik vi mulighed for at få et dybere indblik i elevernes tanker og oplevelser på trods af, at interviews ikke kan siges at være en neutral teknik uden upåvirkede svar (Tanggaard og Brinkmann, 2015). Formålet med de to interviews var at identificere elevernes oplevelser med brugen af GeoGebra samt at få indblik i, hvordan brugen af programmet havde betydning for deres deltagelsesmuligheder. Da interviewene skulle omhandle elevernes tanker og deres opfattelse af et bestemt fænomen, var det mest hensigtsmæssigt at interviewe eleverne enkeltvis (Doverborg & Samuelsson, 2003). De to elever, der er blevet interviewet ifm. denne undersøgelse, er elever i den pågældende 6. klasse. Vi valgte, at to elever var nok, da vi ikke følte, at flere elever ville komme med flere perspektiver end dem, vi blev præsenteret for gennem de to interviews. De to elever var nøje udvalgt ud fra vores observationer, hvor det var tydeligt for os, at det var to elever, der havde forskellige syn på brugen af GeoGebra. Vores interviews kategoriseres som semistrukturerede, hvor vi har benyttet os af en interviewguide (bilag 3). Her var det muligt at stille uddybende spørgsmål til elevernes svar og derved afvige fra de på forhånd stillede spørgsmål (Tanggaard & Brinkmann, 2015). Det gjorde vi for at kunne undersøge mere i dybden ved at spørge direkte ind til elevernes oplevelser, hvorved der var mulighed for at se om vores observationer stemte overens med, hvad eleverne selv mente, de havde oplevet. Derudover kunne vi i vores interviews spørge ind til relevante pointer, som vi ikke følte, vi havde fået fyldestgørende observationer til. Denne form for interview kan være med til at skabe en større validitet, da eleverne bliver opfordret til at uddybe deres svar (Tanggaard & Brinkmann, 2015).

Interviewene kan derudover kategoriseres som børneinterview, hvor det er betydeligt, at der skabes et trygt rum for eleverne. Dette forsøgte vi ved at fortælle eleverne, hvad interviewene skulle bruges til, samt gjorde dem opmærksomme på, at interviewet kunne stoppe, såfremt de var utrygge (Doverborg & Samuelsson, 2003). Doverborg og Samuelsson (2003) skitserer yderligere forskellige parametre, man skal være opmærksom på ifm. børneinterview som f.eks. tidspunktet for interviewet, længden af interviewet samt spørgsmålenes formuleringer. Dette havde vi for øje både under udarbejdelse af vores interviewguide og under selve interviewene. Børn synes som oftest, at det er relativt let at svare på spørgsmål, som starter med "fortæl", hvorfor vi har valgt at starte vores interviews således (Doverborg & Samuelsson, 2003). Sådan startede vi på samme vis begge vores interviews med ordene: "Hej, kan du fortælle mig lidt om din oplevelse med at bruge GeoGebra i matematikundervisningen generelt?" (bilag 3). Vi fandt det relevant, at eleverne på forhånd vidste, hvad samtalens omdrejningspunkt var, da validiteten af interviews sænkes, hvis formålet sløres for de(n) interviewede (Tanggaard & Brinkmann, 2015). I et interview er det betydningsfuldt, at der mellem interviewer og de(n) interviewede er en god relation, da dette er afgørende for, hvor meget eleverne har lyst til at dele (Tanggaard & Brinkmann, 2015). Derfor valgte vi, at det var Kresten, som skulle agere interviewer, da han har en relation til eleverne. Vi vil på baggrund af vores overvejelser, sammenkoblet med teorien omhandlende interviews, vurdere, at interviewenes validitetsniveau er højt. Vores transskription af de to interviews er vedhæftet i bilag 4.

5. Teori, forskning og begrebsafklaring

I dette kapitel belyses hvilke teorier, forskning samt principper og begreber, vi benytter os af, samt hvordan vi benytter os af disse. Vi starter med at præsentere projektets læringssyn og efterfølgende det matematikfaglige, hvorefter vi til sidst vil komme ind på det alment didaktiske.

5.1 Læringssyn

Måden hvorpå vi forstår læring er gennem det socialkonstruktivistiske læringssyn, hvor læringen opstår gennem social deltagelse (Wenger, 2012). Læring sker ofte, når vi er del af aktive praksisfællesskaber, hvor vi også skaber identitet. Det kan ske både på legepladsen, i klasselokalet, i fodboldklubben og på arbejdspladsen (Wenger, 2012). Dette læringssyn omfatter, at læring sker ifm. særligt fire komponenter: mening (læring som erfaring), praksis (læring som handling), fællesskab (læring som deltagelse) og identitet (læring som udvikling) (Wenger, 2012). Dette kommer bl.a. til udtryk gennem tilrettelæggelsen af undervisningen, hvor vi har været optaget af, at eleverne selv skulle danne sig erfaringer med programmets læringspotentialer og funktioner. Inden for det socialkonstruktivistiske læringssyn er der ligeledes fokus på brugen af sprog, dialog og samarbejde, hvilket vi også har planlagt vores undervisning efter, da eleverne bl.a. til slut i de forskellige undervisninger skulle byde ind med deres fund fra undersøgelsen.

5.2 GeoGebras læringspotentialer

GeoGebra er et matematisk program og herunder også et dynamisk geometrisystem, der kan anvendes som et læringsværktøj i matematikundervisningen ifm. geometri og algebra. Højsted (2019) har i sin forskning undersøgt læringspotentialer ved dynamiske geometrisystemer, heriblandt GeoGebra. Han har i sin forskning konkluderet, at GeoGebra kan forbedre elevernes ræsonnementskompetence (Højsted, 2019), hvortil vi læner os op ad Undervisningsministeriets (2019b) definition af kompetencen, der omhandler matematisk argumentation og karakteristika ved matematisk tankegang. Højsted (2019) fremhæver fire funktioner i programmet med særlige læringspotentialer til udvikling af elevernes ræsonnementskompetence:

1. Dragging: Trække i objekter og figurer, der enten er fastlåste til specifikke egenskaber (vinkler eller sidelængde osv.) eller almene figurer for at undersøge disse.
2. Feedback: Programmet kan ikke lade være med at følge principperne for euklidisk matematik, hvilket papir og blyant ikke nødvendigvis gør.

3. Måling: Når man benytter sig af dragging efter at have målt figurer i GeoGebra, så opdateres målingerne automatisk, hvilket kan give eleverne forståelse af relationerne mellem målingerne.
4. Sporing: En funktion i programmet gør, at man kan trække spor efter figurer. På den måde kan elever opdage underliggende geometriske funktioner.

(Højsted, 2019)

Vi læner os op ad Højsteds (2019) forskning for at kunne undersøge vores orkestrering af GeoGebra mere målrettet ved brug af programmets funktioner, som denne forskning indikerer, kan udvikle elevernes matematiske ræsonnementer. Vores fokus var i særlig grad dragging og måling, mens feedback løbende var en automatisk del af programmet, som vi undervejs gjorde eleverne opmærksomme på.

5.3 Instrumentel orkestrering

Instrumentel orkestrering er en didaktisk tilgang, der har til formål at optimere brugen af digitale værktøjer i matematikundervisningen (Skånstrøm, 2021). Dette kræver en bevidst indsats fra lærerens side, hvor læreren skal have en dyb forståelse for matematikkens indhold og karakter, samt for digitale værktøjers potentiale og begrænsninger (Skånstrøm, 2021). Instrumentel orkestrering bygger på en opfattelse af, at digitale værktøjer ikke i sig selv kan forbedre elevernes læring, men at det er deres effektive og kreative anvendelse i undervisningen, der er afgørende. Derfor kan vi bruge denne teori til at undersøge, hvordan vi hensigtsmæssigt kan bruge GeoGebra i undervisningen, hvorved vi kan argumentere for brugen af digital teknologi i undervisningen, som Tesfaye efterspørger (Ritzau, 2023).

Instrumentel orkestrering indebærer en helhedsorienteret tilgang til matematikundervisningen, hvor digitale værktøjer tænkes ind som en integreret del af undervisningen og ikke som en adskilt enhed, men at det skal gøres med overvejelser over, hvordan det bedst understøtter elevernes læring (Skånstrøm, 2021). Dette kræver, at læreren har en forståelse for, hvordan digitale værktøjer kan understøtte elevernes læring i forskellige kontekster og kan tage hensyn til elevernes forskellige forudsætninger og behov (Skånstrøm, 2021). Skånstrøm (2021) lister seks scenarier for brug af instrumentel orkestrering, som vi har stillet op i en model opdelt efter demonstrations- og diskussionsformer.

Demonstrationer		
<u>Scenarie I. Teknisk demonstration (S1)</u> Læreren demonstrerer, hvordan det digitale værktøj skal anvendes for hele klassen på den fælles skærm.	<u>Scenarie II. Fælles faglig demonstration (S2)</u> Læreren forklarer, hvordan en opgave kan løses for hele klassen samlet på den fælles skærm.	<u>Scenarie III. Skærm- og tavledemonstration (S3)</u> Læreren demonstrerer og understreger sammenhængen mellem de digitale løsningsmuligheder i en opgave på skærmen og de mere traditionelle på tavlen.
Diskussioner		
<u>Scenarie IV. Fælles diskussion (S4)</u> Læreren styrer en klassesamtale, hvor målet er at opnå en fælles viden og forståelse for de digitale aktioner, der foregår på den fælles skærm.	<u>Scenarie V. Elevbesvarelse til diskussion (S5)</u> Læreren bringer en elevs aktuelle løsningsforslag til fælles diskussion i klassen på den fælles skærm.	<u>Scenarie VI. Elevstyret gennemgang/diskussion (S6)</u> Styringen af løsningsforslaget overlades til en af eleverne og er synlig for hele klassen på den fælles skærm i den fælles diskussion.

(Figur 1, seks scenarier for instrumentel orkestrering)

Vi har planlagt vores undervisning ud fra disse seks scenarier, hvor vi har afprøvet alle scenarierne. Generelt har vi den første halvdel af undervisningen planlagt ud fra én af de tre demonstrationsscenarioer og siden gået over i én af de tre diskussionsscenarioer. I praksis kan instrumentel orkestrering eksempelvis indebære, at læreren tilrettelægger en undervisningsaktivitet, hvor eleverne arbejder med at undersøge egenskaberne ved forskellige geometriske figurer vha. et digitalt geometriprogram som GeoGebra. Læreren skal tage hensyn til elevernes forskellige læringsbehov og forudsætninger ift. at bruge værktøjet, samt tage stilling til, hvordan værktøjet bedst kan understøtte elevernes undersøgelser (Skånstrøm, 2021).

5.4 Instrumentteorien

I forlængelse af begrebet instrumentel orkestrering (Skånstrøm, 2021) har vi behov for at fundere dette i yderligere teori om, hvordan orkestreringen fungerer i elevernes proces med GeoGebra. Instrumentteorien er optaget af at skabe en mening med, hvordan eleverne lærer at benytte og beherske matematiske redskaber samt dets påvirkning af elevernes tænkning og ageren (Skott et al., 2019). Når eleverne første gang stifter bekendtskab med et redskab, vil det udelukkende være en teknologi, som eleverne har fået stillet til rådighed, hvor de endnu ikke kender alle funktionerne. Når eleverne senere i processen lærer at beherske redskabet, vil værktøjet fungere som et instrument (Skott et al., 2019). Den læreproces kaldes instrumentel

genese og er som oftest kompliceret og længerevarende (Skott et al. 2019; Pedersen & Jankvist, 2021). Vi analyserer på denne proces ift. vores fire undervisninger.

Instrumentel genese består af to indbyrdes afhængige processer (Skott et al., 2019). Den første er kognitiv instrumentering, hvor redskabet former elevernes tænkning. Dette udvikler elevernes personlige og kognitive skemaer om, hvordan brugen af redskabet kan bruges ifm. den matematiske aktivitet (Skott et al., 2019). Den anden proces er instrumentaliseringen af redskabet, hvor eleverne begynder at beherske redskabets funktioner (Skott et al., 2019). De to dele af instrumentel genese vil i vores analyse være med til at belyse, hvornår og hvordan programmet efterhånden skifter karakter til at være et instrument for eleverne.

5.5 Undervisningsdifferentiering

Dette bachelorprojekt tager udgangspunkt i én af de tre hovedformer inden for differentieringsprincippet, da individualisering og elevdifferentiering i mindre grad er egnet til 'enhedsskolen' (Brodersen & Gissel, 2020). Undervisningsdifferentiering handler om at skabe muligheder for, at alle elever kan deltage i faglige og sociale fællesskaber, som danner grundlag for elevernes læring og trivsel, samt at klassens fællesskab bevares (Skibsted, 2015; Brodersen & Gissel, 2020). Vi arbejdede med begrebet ved, at vi i vores undervisninger var opmærksomme på, at vi ved at differentiere skabte deltagelsesmuligheder for eleverne, samtidig med, at klassens fællesskab bevaredes. Vi vil senere i opgaven koble undervisningsdifferentiering sammen med Schwartz' (2017) forståelse af elevs deltagelsesmuligheder i læringsfællesskaber. Vi har derudover også valgt at medtage princippet om undervisningsdifferentiering, da det siden 1993 har været en væsentlig del af folkeskoleloven, jf. § 18 (Folkeskoleloven, 2020).

Else Skibsted (2015) har udviklet en model for undervisningsdifferentiering, hvis formål er at stilladsere lærerens arbejde med differentiering af undervisningen. Gennem analysen har vi benyttet os af denne model til at vurdere, hvilke dimensioner vi berørte. Modellens tre dimensioner lyder således:

1. *Den horisontale dimension* beskriver de tre grundlæggende faser som undervisningen er opbygget af: målformuleringsfasen, udforskningsfasen og evalueringsfasen.
2. *Den vertikale dimension* fokuserer på, hvordan læreren i samarbejde med eleverne bl.a. kan sætte mål for undervisningen samtidig med, at den beskriver de forskellige niveauer, som eleverne arbejder på ift. det faglige indhold.

3. *Den dynamiske samarbejdsdimension* beskriver det samarbejde og de interaktioner, som kan være med til at stilladsere elevernes deltagelse i den pågældende undervisning.

Ved at undervisningsdifferentiere hensigtsmæssigt kan man udvikle elevernes forståelse af medansvar for både egen læring og for det fælles arbejde i klassen (Brodersen & Gissel, 2020). Baseret på undervisningens syv elementer i klasselokalet, så argumenteres der for, at man kan differentiere på fem af disse elementer: mål, indhold, form, rammer og evaluering (Brodersen & Gissel, 2020). Disse har vi i analysen koblet med Skibsteds (2015) model.

5.6 Stilladsering

I undervisningssammenhænge kan stilladsering defineres som en proces, hvor læreren støtter en elev i at opnå en færdighed eller en forståelse, hvilket som en struktureret støtte er en effektiv måde at fremme læring (Brodersen & Gissel, 2020). GeoGebra er ikke undladt almene didaktiske teorier og principper, og derfor er det betydeligt at se ind i, hvordan vi stilladserer specifikt ift. instrumentel orkestrering (Skånstrøm, 2021) og undervisningen generelt. Tilbage i 1976 lancerede Wood, Bruner og Ross begrebet stilladsering, som de beskriver som en metode til, hvordan man kan støtte elevernes arbejde med opgaver, der ligger uden for deres formåen (Brodersen & Gissel, 2020). Dette læner sig op ad begrebet zonen for nærmeste udvikling (ZNU), der omhandler, at læring foregår bedst, når eleverne er tilpas udfordrede af opgaven, men samtidig får passende støtte fra en mere erfaren person (Vygotsky, 1978). Måden stilladsering og ZNU kobles til hinanden er ved, at stilladsering handler om, at man skal støtte barnet i de aktiviteter, som ligger inden for barnets ZNU (Brodersen & Gissel, 2020). Ud fra ovenstående vil vi argumentere for, at principperne er vigtige for at kunne svare fyldestgørende på vores problemformulering, da instrumentel orkestrering også har behov for stilladsering og fokus på elevernes ZNU.

Stilladsering kan ikke defineres som en statisk proces, men snarere en form for midlertidig støtte man som lærer kan give eleverne, når de arbejder med en opgave, der ligger uden for deres kunnen (Brodersen & Gissel, 2020). Når eleverne forbedrer deres viden og færdigheder og løser større dele af de stillede opgaver, sker der en gradvis frigivelse af stilladseringen. Dette sker typisk gennem en række trin, hvor læreren tilbyder støtte og vejledning i begyndelsen, men gradvist giver eleverne mere frihed og ansvar for deres egen læring (Brodersen & Gissel, 2020). Wood, Bruner og Ross har på baggrund af et eksperiment fundet frem til følgende seks stilladserende handlinger:

1. *Rekruttering* indebærer at få eleverne i gang med den stillede opgave.

2. *Reducering af frihedsgrader* handler om at gøre den stillede opgave overkommelig for eleverne, så de derved kun arbejder med de dele af opgaven, som de kan.
3. *Retningsfastholdelse* omhandler, at eleverne skal hjælpes til at fastholde fokus på arbejdet frem mod en løsning.
4. *Markering af kritiske træk* indebærer, at man forud for elevernes arbejde påpeger, hvad der er særligt svært eller vigtigt ved den stillede opgave.
5. *Frustrationskontrol* handler om, at man er opmærksom på, at eleverne ikke mister troen på, at de kan udføre opgaven.
6. *Demonstration* går ud på, at man fortæller eller viser, hvordan den pågældende opgave kan løses.

(Brodersen & Gissel, 2020)

5.7 Deltagelsesmuligheder i læringsfællesskaber

Elevers deltagelsesmuligheder i folkeskolen er et centralt tema i pædagogisk psykologi. Schwartz (2017) fremhæver, at elevers deltagelse i læringsfællesskaber kan fremmes ved at give eleverne mulighed for at bidrage med deres egne perspektiver og erfaringer. Hun peger også på betydningen af, at eleverne oplever en følelse af tilhørsforhold og anerkendelse i fællesskabet (Schwartz, 2017). Vi har i analysen af orkestreringen af GeoGebra haft fokus på, hvordan dette kan være med til at påvirke elevernes deltagelsesmuligheder, hvilket skal ses i sammenhæng med undervisningsdifferentiering og stilladsring.

Læringsfællesskaber er desuden vigtige for elevernes udvikling af sociale og kommunikative kompetencer gennem samarbejde og interaktion, men læringsfællesskaber kan ligeledes være en kilde til eksklusion og marginalisering af elever (Schwartz, 2017). Derfor skal lærere tage hensyn til elevernes forskellige forudsætninger og have fokus på, at eleverne oplever sig selv som aktive deltagere frem for tilskuere (Schwartz, 2017). Dette fokus er også i særlig grad betydningsfuldt, da vi skal se kritisk på vores observationer og stille skarpt på, om det samlede billede er med til eksklusion eller marginalisering af nogle elever. Schwartz (2017) understreger endvidere betydningen af, at lærerne er bevidste om deres egne implicite antagelser og holdninger, da disse kan påvirke lærernes tilgang til eleverne og derved begrænse elevernes muligheder for deltagelse i læringsfællesskabet.

6. Analyse

Vores analyse er opbygget og opdelt efter vores fire undervisninger, da hver undervisning var forskellige fra hinanden. Forskellighederne var både i form af, hvad der var på spil socialt og didaktisk, hvor komfortable eleverne var med GeoGebra, og hvordan vi havde tilrettelagt undervisningen mht. den instrumentelle orkestrering. Før hver af de fire analyseafsnit refererer vi til de relevante bilag.

6.1 Første undervisning – Elevernes møde med GeoGebra

Til første del af analysen refererer vi løbende til observationsskema 1 i bilag 2 samt vores interviewtransskription i bilag 4.

Som beskrevet i vores undersøgelsesdesign tog vores første undervisning i 6. klassen udgangspunkt i en let introduktion af GeoGebra med formålet om, at vi formativt kunne vurdere deres kompetencer inden for programmet. Vi havde i første undervisning en lav grad af stilladsering, da eleverne kun skulle konstruere polygoner i programmet uden anden information end skitserne på tavlen. Det var for at kunne evaluere formativt på deres nuværende kompetencer for at kunne planlægge de næste undervisninger inden for elevernes ZNU. Dog er vi bevidste om, at vi til introduktion af programmet i en klasse, hvor vi kender deres forudsætninger på forhånd, ikke ville gøre det på samme måde igen. Med et større indblik i klassens forudsætninger fra starten, ville vi stilladsere i højere grad for at komme endnu nærmere elevernes ZNU. Vi gik desuden ikke ind og aktiverede læringspotentialerne i programmet ift. Højsteds (2019) forskning, da vi i starten udelukkende fokuserede på elevernes færdigheder inden for konstruktion af figurer i programmet.

Vi medtog dog S3, skærm/tavledemonstration, inden for instrumentel orkestrering, hvor vi forsøgte at demonstrere sammenhængen mellem konstruktionsprocesserne på henholdsvis skærm og tavle til slut i undervisningen. Vi oplevede, at eleverne havde store frustrationer over brugen af programmet, hvilket kunne skyldes, at vi ikke havde lavet nogen form for teknisk demonstration, S1, eller fælles faglig demonstration, S2. Vi oplevede frustrationen, da vi bl.a. hørte elever udtrykke, at det var rigtig svært at konstruere figurerne i GeoGebra, at det var nemmere på papir, og at de ikke vidste, hvordan de skulle bruge programmet. Kun nogle få elever gav udtryk for, at de syntes, GeoGebra var nemt eller sjovt. Manglen på en teknisk demonstration er også en mangel på stilladsering, hvilket påvirkede deres deltagelsesmuligheder negativt. Eleverne kunne i højere grad have brug for en rekrutterende

handling eller en decideret demonstrerende handling, f.eks. en teknisk demonstration. Vores eneste form for undervisningsdifferentiering kom i form af den direkte kommunikation med eleverne imens læreren vejledte dem individuelt eller i par. I disse interaktioner blev der aftalt forskellige mål og succeskriterier for lektionen, da nogle elever f.eks. aftalte med læreren at fokusere på nogle enkelte figurer frem for at skulle prøve at nå dem alle. Ifølge Skibsted (2015) er et af kendetegnene for differentieret undervisning, at man i fællesskab med eleverne konstruerer forskellige læringsmål, hvilket kan være med til at hjælpe eleverne med at se en sammenhæng mellem undervisningsaktiviteterne og lektionens mål. Læreren differentierede dermed på målene undervejs i arbejdet, hvilket vi ser som en differentiering i den dynamiske samarbejdsdimension ift. Skibsteds (2015) udforskningsfase. De differentierede læringsmål kan også ses som stilladserende handlinger ift. reducere af frihedsgrader, markering af kritiske træk og frustrationskontrol for de individuelle elever.

Med ovenstående in mente, var undervisningsdifferentieringen undervejs med til at bidrage til elevernes deltagelsesmuligheder i læringsfællesskabet, da vi gav eleverne større mulighed for at føle sig inkluderet og anerkendt, da de kunne leve op til vores forventninger og føle, de kom i mål. Selvom vi gjorde dette, oplevede vi på den ene side stadig elever, der udtrykte frustrationer over arbejdet, da de syntes det var langsommeligt at gøre præcist. På den anden side så vi også vores stilladserende undervisningsdifferentiering have den ønskede effekt, hvor enkelte elever netop gik fra frustrationer over at være gået i stå til pludselig at smile over, at de var kommet i mål ud fra vores aftale med dem og til sidst gerne ville byde ind i gennemgangen. Dog kunne vi have forbedret dette ved en større grad af struktureret stilladsering ud fra de seks stilladserende handlinger. Vi observerede desuden, at flere elever brugte punktfunktionen i programmet og satte linjer imellem for at skabe deres polygoner. Vi observerede ligeledes, at flere elever ikke var nøje med længderne, der var specificeret af læreren, hvorfor de konstruerede de rigtige slags polygoner men med anderledes mål. Eleverne virkede til at være tilfredse med lige-ved-og-næsten løsninger, da de udtrykte klart og tydeligt, at de var færdige, selvom vinklerne og sidelængderne ikke matchede de opstillede kriterier.

Programmet var med ovenstående in mente en teknologi, som eleverne fik stillet til rådighed, men ikke havde viden om og færdigheder inden for, hvilket medvirkede til, at eleverne ikke kunne gå ind og udnytte de særlige læringspotentialer ved programmet. I vores interviews fortalte eleverne bl.a. om deres oplevelse med brugen af programmet efter første undervisning. Elev 1 svarede følgende på vores spørgsmål om første undervisning vedrørende konstruktion af forskellige figurer: "Øhm. Ja. Altså det var sjovt nok at lave figurerne på computeren, men

det var også svært. [...]. Det var svært at lave figurerne præcis, som de var på tavlen, og det var lidt forvirrende at bruge GeoGebra. Der var lidt for mange muligheder, og jeg vidste ikke, hvad jeg skulle bruge” (bilag 4). Dette svar indikerer, at eleverne havde svært ved at bruge programmet, hvilket vi også så i vores observationer. Med Skott et al.’s (2019) forståelse af instrumentteorien kunne dette vidne om, at eleverne benyttede programmet som et redskab fremfor et værktøj, da de endnu ikke var fortrolige med programmets funktioner. Dette kan skyldes, at GeoGebra er et program, som eleverne endnu ikke havde fået præsenteret til fulde.

At eleverne brugte programmet, som de gjorde, stemmer godt overens med instrumentteorien, der beskæftiger sig med processen instrumentel genese. Elevernes kognitive instrumentering af programmet lod i første undervisning kun eleverne sætte programmet ifm. konstruktionsdelen af den matematiske aktivitet, mens selve instrumentaliseringen af programmet for eleverne bestod i at lære en lille række af dets funktioner. I vores andet interview med elev 2 fik vi desuden endnu en stærk indikator på, at programmet blot havde følt som et redskab, da eleven udtalte: “Ja, jeg bruger meget tid på at finde ud af programmet, og det er noget nemmere og hurtigere for mig på papir” (bilag 4). Dette citat tyder på, at eleven oplevede programmet som en substitut for at bruge papir og blyant til at konstruere figurerne. Det bunder bl.a. i, at undervisningen ikke var tilrettelagt med det formål at lære eleverne om programmets forskellige funktioner, der kan bruges til at få udnyttet dets læringspotentialer senere. Vi så i selve situationen ikke direkte tegn på, at den instrumentelle genese var begyndt for eleverne, men interviewene og vores observationer tyder på, at eleverne blot så programmet som substitut til at konstruere figurer. Med vores resterende undervisninger in mente vil vi dog argumentere for, at vi her oplevede elevernes første udvikling i den kognitive fase af den instrumentelle genese, da de senere fik udvidet deres skemaer ift. programmets muligheder.

Vores observationer og interviews leder os hen til at se reflektivt på vores praksis af instrumentel orkestrering. Undervisningen blev planlagt ud fra S3, skærm/tavledemonstration, men ud fra teorien bliver der ikke forklaret specifikke metoder til, hvordan undervisningen skal forløbe, udover at undervisningen både skal foregå på interaktiv tavle samt en traditionel tavle (Drijvers et al., 2010). Vi valgte derfor at skabe sammenhængen mellem tavlen og fællesskærmen til sidst i timen, hvor vi lod eleverne forklare, hvordan de f.eks. havde skabt en trekant, hvorefter læreren fremhævede den mest ideelle metode til den specifikke trekant i eksemplet. Drijvers et al. (2010) fremhæver denne fremgangsmåde som den mest hensigtsmæssige, hvor der tages udgangspunkt i elevernes arbejde. Inddragelsen af deres konstruktionsmetoder på fælles skærm anerkendte elevernes bidrag, hvilket medvirkede til en

positiv indvirkning på elevernes deltagelsesmuligheder i læringsfællesskaber, hvilket stemmer overens med Schwartz (2017). Vi så dette hos den række elever, som aktivt deltog i gennemgangen, hvor de med fingre i vejret og øjne rettet mod skærm og tavle virkede inddragede. Desuden havde enkelte af de deltagende elever været blandt de frustrerede i konstruktionsprocessen, men deres deltagelse i gennemgangen var for os tegn på, at der opstod nye muligheder for deltagelse. Dog så vi også flere elever zone ud af gennemgangen med fjerne blikke, småhvisken og tegninger, hvilket for os indikerede, at den positive indvirkning på deltagelsesmulighederne ikke gjaldt for alle elever i klassen. Vi observerede også frustrationen hos eleverne i, at flere af dem ikke deltog med bud på, hvordan man kunne konstruere figurene i programmet. Derudover sagde flere elever direkte, at GeoGebra virkede besværligt og ikke var tiden værd. Denne tvetydighed ved effekten af vores undervisning på elevernes deltagelsesmuligheder vender vi tilbage til i diskussionen.

Elev 2 udtalte sig desuden om den første gennemgang af figurene med følgende citat: "... det var vel fint nok, men jeg var nok ikke så opmærksom der [...] det havde bare været lidt svært det hele og var blevet træt. Du sagde jo også, at du ville vise os den bedste metode alligevel, så ventede bare på den" (bilag 3). Dette citat tyder også på frustrationen, og der var måske en fejl i, hvilken information læreren havde givet. Vi vurderer derfor, at eleverne havde haft gavn af en teknisk demonstration, S1, hvilket ligeledes ville have en positiv indvirkning på elevernes forudsætninger samt ideelt set øget deres deltagelsesmuligheder. Slutteligt vil introduktionen af et program som GeoGebra oftest resultere i, at det betragtes som et redskab i en klasse, der ikke har det store kendskab til programmet i forvejen. Da instrumentel genese er en længerevarende proces, vil elever ikke kunne opleve transitionen af et program fra redskab til instrument i hverken den første eller anden undervisning, hvilket bringer os til næste del af analysen.

6.1.1 Delkonklusion 1

Efter analysen af den første undervisning kan vi konkludere, at eleverne havde svært ved at gå direkte i gang med at arbejde med programmets konstruktions-funktioner uden at have fået en tilstrækkelig demonstration. Derudover havde eleverne svært ved at se det store formål med programmet og så programmet som en forhindring, da det var mere besværligt end at bruge papir og blyant. Vi fik dog det ønskede ud af undervisningen, da vi fik vurderet elevernes umiddelbare niveau og kunne derved planlægge de resterende undervisninger nærmere elevernes ZNU. Derudover er vi til sidst i denne del af analysen kommet frem til, at det fungerede med en løbende undervisningsdifferentiering ifm. individuelle målsætninger for

eleverne. Der var dog mangel på struktureret planlagt stilladsering samt undervisningsdifferentiering i form af henholdsvis de stilladserende handlinger for rekruttering, demonstration og markering af kritiske træk samt differentiering af formen.

6.2 Anden undervisning – Læringspotentialerne sat i spil

Til anden del af analysen refererer vi løbende til observationsskema 2 i bilag 5 samt vores interviewtransskription i bilag 4.

Vores anden undervisning tog som tidligere nævnt udgangspunkt i, at eleverne skulle introduceres for og arbejde med nogle af GeoGebras læringspotentialer ift. ræsonnementskompetencen. De læringspotentialer, som eleverne skulle arbejde med, var måling og dragging, herunder også feedback, da programmet ikke kan lade være med at følge reglerne for euklidisk matematik. Gennem undervisningen skulle eleverne undersøge trekanters egenskaber. Ud fra første undervisning var vi i vores planlægning opmærksomme på, at elevernes forudsætninger og behov ville være forskellige. Derfor skulle undervisningen tage udgangspunkt i en teknisk demonstration, S1, af to af programmets specifikke læringspotentialer: dragging og måling. Den tekniske demonstration tog udgangspunkt i, at læreren først demonstrerede, hvordan GeoGebra skulle bruges til at konstruere trekanter på klassens fælles skærm. Intentionen med den tekniske demonstration var at øge deltagelsesmulighederne for eleverne og skabe et fælles forudsætningsgrundlag samt sikre, at den stillede opgave lå inden for elevernes ZNU, hvilket vi ikke kom i mål med for alle eleverne. Det var svært for en række elever at huske tilbage på, hvordan f.eks. den første trekant skulle konstrueres, da vi viste de tre figurer i streg. Det så vi ved, at der blev stillet mange spørgsmål og flere gik i stå tidligt i konstruktionsprocessen, mens der var flere, som tilkendegav det samme, da vi evaluerede undervisningen. Gennem den tekniske demonstration var der ligeledes mangel på rammesætning, da eleverne selv skulle tage stilling til, om de ville bruge deres computer sideløbende med S1. Dette gjorde, at ca. halvdelen af klassen valgte at bruge deres computer samtidig med den tekniske demonstration, hvilket vi efterfølgende tydede som, at eleverne ikke kunne håndtere både at følge med og selv konstruere figurerne samtidigt. Vores måde at orkestrere den tekniske demonstration havde derfor en negativ påvirkning på deltagelsesmulighederne for de pågældende elever.

Læreren stilladserede elevernes arbejde med konstruktion af trekanter ved at lave en markering af de kritiske træk, hvor der gennem den tekniske demonstration blev påpeget, hvad der var særligt svært, og hvad der skulle være fokus på. Måden, hvorpå læreren markerede de kritiske

træk, var bl.a. at fremhæve, at eleverne særligt skulle have fokus på, hvordan de satte linjerne og punkterne til trekkanter, da disse ellers ikke ville være mulige at undersøge vha. dragging. Ved allerede forud for opgaven at påpege, hvad der er særligt svært ved den, kan man komme nogle frustrationer i forkøbet samt give eleverne nogle greb til, hvordan de skal løse de(t) pågældende problem(er). Gennem vores observation var det tydeligt, at eleverne havde bedre forudsætninger for at arbejde med de forskellige undersøgelser, hvilket vi kunne se ved, at flere elever arbejdede med den stillede opgave sammenlignet med observationerne fra første undervisning. Det tillægger vi bl.a. den tekniske demonstration samt faktummet, at eleverne for anden gang på en uges tid skulle arbejde i programmet. Vores interviews med elev 2 viser yderligere, at den tekniske demonstration var med til, at eleverne havde en bedre forståelse af programmet: “Det gjorde det lidt nemmere, for der var stadig meget, vi skulle huske [...]” (bilag 4). Som tidligere nævnt brugte alle eleverne ikke deres computere samtidig med demonstrationen, hvilket var medvirkende til, at disse elever i højere grad agerede tilskuere frem for aktive deltagere, hvilket ifølge Schwartz (2017) har en negativ påvirkning på elevernes deltagelsesmuligheder. Vi havde et ønske om at skabe fælles forudsætninger i klassen, men demonstrationen havde på sin vis den modsatte effekt, da det gjorde nogle elever mere deltagende og andre mindre deltagende.

Ved undervisningens start blev eleverne introduceret for lektionens mål, som var, at de skulle kunne konstruere tre forskellige trekkanter: en retvinklet, en ligesidet og en vilkårlig. Derudover skulle de lave en tilhørende undersøgelse af hver af de tre trekkanter på baggrund af den tekniske demonstration. Gennem præsentationen af lektionens læringsmål var læreren opmærksom på at forbinde det, eleverne havde lært fra sidste undervisning. Vi befinder os her i den første fase, målsætningsfasen, i den horisontale dimension, i Skibsteds (2015) model, hvor det er essentielt at klargøre undervisningens mål. Det er dog vigtigt at tydeliggøre målene i den vertikale dimension og herunder inddrage eleverne i at formulere læringsmål (Skibsted, 2015), men da vi skulle bruge denne undervisning ifm. vores projekt, fandt vi det vigtigt at fastlægge læringsmålene. Gennem vores observationer var det tydeligt, at nogle af eleverne var frustrerede over de opstillede læringsmål, da de mente, at de ikke kunne nå at undersøge de tre forskellige trekkanter. Det oplevede vi gennem lærerens stilladserende samtaler, hvor der f.eks. blev sagt, at det var “umuligt” at lave alle trekkanter og de tilhørende undersøgelser. Derfor blev der i udforskningsfasen differentieret på målene og indholdet, da nogle af eleverne ikke kunne nå at undersøge alle trekkanter og fik derfor besked på, at de kun skulle undersøge to af dem. Eleverne havde dermed mere mod på at tilgå undersøgelserne, da det herved ikke var

et krav, at de skulle nå at undersøge dem alle. Gennem undervisningen var det ligeledes tydeligt, at der var mangel på yderligere rekrutterende handlinger, da læreren på forhånd ikke havde klargjort, hvad undersøgelsen skulle indeholde, hvorfor størstedelen af eleverne efter deres konstruktion af figurerne spurgte, hvad de nu skulle lave. Læreren valgte derfor at stilladsere elevernes undersøgelse ved at skrive nogle fagord på tavlen, som skulle lede eleverne i den rigtige retning. Det var ord som sidelængder, vinkler, areal og omkreds.

Når eleverne får et større kendskab til programmets muligheder, funktioner og dermed de bagvedliggende læringspotentialer, er dette med til at udvikle elevernes kendskab til programmet og bidrager dermed til deres instrumentelle genese. Ift. den ene delproces i den instrumentelle genese udvikles elevernes kognitive instrumentering ved, at eleverne får et større kendskab til, hvordan GeoGebra kan bruges i den pågældende matematiske proces. Fra første til anden undervisning fik eleverne mulighed for at forbinde programmet med ikke kun konstruktion, men også undersøgelse af figurer. På den måde udvikledes elevernes personlige og kognitive skemaer om programmets muligheder en smule. Den anden fase omhandlende instrumentaliseringen af redskabet blev påvirket, da eleverne gennem undersøgelserne stiftede bekendtskab med flere af programmets funktioner. Dog beherskede alle eleverne ikke disse funktioner, hvilket vi bl.a. kunne observere ved, at flere elever havde brug for yderligere hjælp end den tekniske demonstration. Gennem anden undervisning var graden af stilladsring højere sammenlignet med første undervisning. Læreren havde, som tidligere nævnt, bidraget med nogle stilladsrende spørgsmål og fagord på tavlen, som kunne fungere som grundlag for elevernes undersøgelser. En sådan form for stilladsring karakteriseres som reducere af frihedsgrader, hvilket er med til at gøre den stillede opgave mere overkommelig for eleverne. Elev 1 svarede følgende på vores spørgsmål om, hvordan det var at arbejde med måling og dragging i undervisningen: “ Det var ret sjovt at prøve at trække i figurerne og se, hvad der skete. [...]. Altså da vi skulle lave trekanten, kunne jeg se, at den ligesidede trekant altid havde lige lange sider” (bilag 4). Dette svar understøtter, at korrekt brug af instrumentel orkestrering er med til at stilladsere elevernes matematiske tilegnelse.

I evalueringsfasen var undervisningsaktiviteten planlagt efter S4, fælles diskussion, hvor der gennem en lærerstyret klassedialog skulle opnås en fælles viden og forståelse gennem den fælles skærm. Som tidligere nævnt fremhæver Skånstrøm (2021) ikke specifikke metoder til, hvordan scenariet skal udføres. Vi valgte at gennemføre en “traditionel” klassegennemgang, hvor eleverne selv skulle give inputs fra deres undersøgelser. En sådan måde at gennemføre en klassegennemgang kan være med til at fremme eleverne deltagelse i læringsfællesskabet, da de

kan bidrage med deres egne perspektiver og deres tilegnede erfaringer gennem arbejdet med programmet. Gennem vores observationer kunne vi iagttage, at det var cirka tre ud af fire elever, som deltog i klassegennemgangen med udsagn, som efterfølgende blev diskuteret i klasserummet. Læringsfællesskaber kan ligeledes være en kilde til eksklusion og marginalisering af elever, hvilket vi så ved, at en fjerdedel af eleverne ikke deltog aktivt i den fælles diskussion. Dette kan skyldes, at eleverne risikerer at sige noget forkert foran hele klassen. Én af grundene til, at denne andel af elever ikke deltog i klasses Diskussionen, kunne være, at læreren ikke fik bedt eleverne om at lukke deres skærme, hvorfor eleverne virkede forstyrrede af at skulle have deres opmærksomhed to steder på én gang. Begge interviewede elever beskrev, at de syntes, at det var svært at deltage i fælles diskussioner, særligt når de skulle fortælle, hvad de matematisk havde fundet frem til. Elev 2 fortalte følgende: ”Det synes jeg ikke var så fedt, fordi jeg synes, det var svært at arbejde med det, og jeg vidste ikke helt, hvad jeg skulle sige [...]. Ja, så er det nemmere ikke at sige noget og bare lytte.” (bilag 4). Ift. sådanne læringsfællesskaber mener Schwartz (2017), at man som lærer skal tage hensyn til elevernes forskellige baggrunde og forudsætninger, hvilket ligeledes vil være med til at optimere elevernes deltagelsesmuligheder, hvorfor man med tilbageblik skulle have planlagt dette på en anderledes måde. Eleverne kunne f.eks. samtale i mindre grupper, hvor læreren stod for de stilladserende spørgsmål for at sikre, at eleverne fik det intendede ud af fællesdiskussionen.

6.2.1 Delkonklusion 2

Efter anden del af analysen kan vi konkludere, at den tekniske demonstration skulle have været bedre rammesat ift., hvor længe den varede, og hvad elevernes rolle var undervejs. Demonstrationen skabte ikke det fælles forudsætningsgrundlag, som var tiltænkt. Det samme var gældende ved undersøgelsesfasen, hvor eleverne for første gang skulle bruge dragging- og målingsfunktionerne. Eleverne var forvirrede over, hvad det var, de skulle kigge efter, og hvad de skulle formulere ud fra det. Da der kom nøgleord på tavlen, hjalp det dog flere elever, og vi mente at se deres instrumentelle genese blive sat i spil, hvormed deres kognitive skemaer om programmet udvidedes. Med undtagelse af stilladseringen via demonstrationen, analyserede vi os frem til, at vi, ligesom i første undervisning, havde en mangel på struktureret stilladsering og undervisningsdifferentiering. Dette resulterede i blandede deltagelsesmuligheder for eleverne pga. manglen på netop det fælles forudsætningsgrundlag, som skulle bringes i spil med demonstrationen, andre stilladserende handlinger samt undervisningsdifferentiering.

6.3 Tredje undervisning – Fra trekanter til firkanter

Til tredje del af analysen refererer vi løbende til observationsskema 3 i bilag 6 samt vores interviewtransskription i bilag 4.

Den tredje gang vi underviste i 6. klassen, skulle vi igen arbejde med GeoGebra og gennem instrumentel orkestrering igen sætte måling, dragging og feedback i spil. Vi afprøvede i denne omgang en fælles faglig demonstration, S2, med efterfølgende elevbesvarelse til diskussion, S5. Dertil fokuserede vi også på, at det for eleverne var anden gang, at de skulle arbejde med dragging og måling, og derfor var det interessant at se, om de havde udviklet sig ift. det. Denne udvikling skulle vi dog også se på i lyset af vores stilladsering og undervisningsdifferentiering i den givne lektion, som også påvirkede elevernes oplevelser og deltagelsesmuligheder på anden vis sammenlignet med undervisning nr. to.

Læreren lavede en fælles faglig demonstration som planlagt ved at sidde med sin computer tilkoblet til den fælles skærm og med ansigtet vendt mod klassen. Læreren bad i løbet af lektionen eleverne have lukkede skærme og øjnene rettet mod de løbende demonstrationer, imens de pågik. Der skulle i denne omgang konstrueres og undersøges firkanter, og læreren startede med at konstruere et dynamisk kvadrat med forskellige elevinputs undervejs, omkring hvordan man tilføjer de nødvendige oplysninger på figuren. På den måde inviterede vi eleverne til at være aktive deltagere frem for tilskuere i demonstrationsfasen, hvilket burde påvirke elevernes deltagelsesmuligheder positivt. I det henseende observerede vi kun nogle af eleverne reagere som ønsket ved at byde ind med både spørgsmål og forslag, mens de resterende elever deltog som tilskuere med øjnene rettet mod skærmen og læreren. Igen så vi altså tvetydigheden i, at vi på trods af tiltag for at få eleverne til at deltage aktivt ikke kunne få alle eleverne væk fra at være tilskuere. Forskellen fra den tekniske demonstration i anden undervisning var, at den fælles faglige demonstration gik skridtet videre og eksemplificerede en undersøgelse til bunds. Derfor benyttede læreren sig af dragging af kvadratet, hvor der, igen med elevinputs, blev noteret vigtige pointer ved undersøgelsen. Nogle af de inputs, der blev skrevet på tavlen var:

- Når vi trækker i kvadratets hjørner, kan vi se, at vinklerne altid forbliver 90 grader.
- Sidelængderne ændrer sig og kan blive større eller mindre, men de fire sider er altid lige lange.
- Der er to par af parallelle sider.

Hele denne seance ser vi som en stilladserende handling, der bærer præg af både rekruttering og demonstration. Den stilladsering var med til at give eleverne et fælles ståsted, som bidrog til elevernes øgede deltagelsesmuligheder i resten af lektionen. Ved denne stilladsering bragte vi aktiviteten nærmere elevernes tryghedszone og ZNU, men det viste sig, at den for enkelte elever stadig befandt sig i utryghedszonen.

Læreren tog som sagt imod inputs fra eleverne undervejs i demonstrationen, og dertil tilføjede han typisk relevante fagbegreber til inputtet og matematiserede elevernes udsagn. Et eksempel på det var, at en elev sagde, at siderne stod lige over for hinanden hele tiden. Dertil tilføjede læreren, at det var rigtigt, at siderne stod lige over for hinanden, og at der dermed var to par af parallelle sider i et kvadrat. Når læreren i demonstrationen eksplicit fortalte eleverne, at klassen sammen med læreren havde konstrueret og undersøgt et kvadrat, så var det igen med til at udvikle elevernes kognitive skemaer ift. instrumenteringen af GeoGebra. De fik repeteret en del af programmets funktioner og igen koblet programmet til ikke kun konstruktion men også matematiske undersøgelser. Det var svært at observere, om der her konkret skete en positiv udvikling i deres instrumentelle genese, men set tilbage mener vi, at der her skete et bidrag til udviklingen. Den fælles faglige demonstration indebar desuden en markering af de kritiske træk, da læreren pointerede de vigtige faser ved konstruktionen og undersøgelsen. Allerede inden eleverne selv var i gang, havde læreren dermed løbende lavet tre stilladserende handlinger, hvilket kunne mærkes på eleverne ved, at de deltog aktivt med øjne på skærmen og hånden oppe til at byde ind. Dette kunne være et udtryk for, at de tre stilladserende handlinger havde en positiv effekt på elevernes deltagelsesmuligheder, men på trods af dette oplevede vi, som tidligere nævnt, også elever, der havde svært ved at arbejde med at konstruere og undersøge i programmet.

Da eleverne skulle i gang med at konstruere og undersøge firkanter, demonstrerede læreren igen konstruktionen af figuren og tog, i modsætning til sidste undervisning, kun én figur ad gangen og lod derefter eleverne konstruere og undersøge samme figur selv i deres bordgrupper. Det gjorde vi på baggrund af, at evalueringen fra den foregående undervisning havde det som en pointe, mens Elev 1 fra vores interviews udtalte følgende: “[...] vi snakkede lidt om i slutningen af timen med trekanter, at det var svært at følge med, når du viste, hvordan vi lavede flere figurer i træk [...]” (bilag 4). I det henseende bad læreren alle elever om fortsat at have lukket deres egne skærme, så de kunne fokusere på, hvad der skete på den fælles skærm. Det havde vi planlagt ud fra erfaringen, at flere af dem ikke kunne håndtere at konstruere deres figurer selv undervejs i demonstrationen. Det var dermed den næste rekrutteringshandling, men

vi oplevede igen en del tvivl og frustrationer hos eleverne, da de endeligt åbnede skærmene og skulle i gang. Tanken med vores stilladsering var at øge effekten af demonstrationen for at give alle det bedste udgangspunkt og dermed deltagelsesmuligheder i lektionen, hvorefter læreren skulle vejlede og f.eks. differentiere målene for de enkelte elever, imens de konstruerede og undersøgte.

I øvelsen med dragging oplevede vi endnu engang, at eleverne arbejdede i forskellige tempi med både konstruktion og den tilhørende undersøgelse. Det så vi ved, at nogle elever blev ved med at kæmpe med rektanglet og den specifikke konstruktion som dynamisk figur, mens få elever både hurtigt og grundigt fik konstrueret og undersøgt deres rektangel for at gå videre til trapezet. Gennem dialog med grupperne fik læreren indblik i, hvad eleverne kunne se ift. deres figurer, når de træk i dem. Læreren stillede i dialogen stilladserende spørgsmål i en retningsfastholdende manér som: *hvad ser I så nu, hvad sker der, hvis I trækker i det dér hjørne* osv. Ved at have planlagt undersøgelsen af flere firkanter kunne vi lade de elever, der kunne magte det, arbejde videre med den næste i rækken og forsøge sig selv, mens de resterende elever færdiggjorde øvelsen med rektanglet. Vi oplevede dog her en udfordring i, at læreren skulle bruge demonstrationstid for de enkelte elever, for at de kunne arbejde videre, mens andre elever stadig havde brug for vejledning til rektanglet. Det var en svær vurderingssag for læreren ift. prioritering og ideen med at lave den fælles faglige demonstration var netop, at alle eleverne kunne være med til den på samme tid. Derfor var der et større behov for differentiering for at kunne imødekomme alle elever, hvor vores oplevelse af bl.a. at sætte nogle elever i gang med at forsøge sig med en konstruktion af et trapez uden demonstration ikke stod mål med behovet. Med det in mente springer vi kortvarigt til afrundingen af tredje undervisning, hvor én elev kommenterede på ovenstående. Eleven havde brug for første demonstration af konstruktionen af en figur, men ikke behov for gentagelser og ville gerne i gang med undersøgelsen, før flere af de andre havde fanget alle steps i konstruktionsprocessen. Der blev derfor udtrykt interesse i, at instruktionerne var skrevet udførligt ned med evt. tilhørende billeder til, så eleverne selv kunne arbejde videre ud fra det. Læreren spurgte ind til om en demonstration i videoformat også kunne være interessant, hvilket den specifikke elev og et par andre erklærede sig enig i. Det vender vi tilbage til i undervisning fire.

Efter undersøgelsesfasen med måling og dragging gik vi til S6, elevstyret gennemgang og diskussion, hvor to par elever viste og gennemgik deres undersøgelse. Det første par forklarede om rektanglet og viste med deres egen computer tilkoblet den fælles skærm, hvordan de kunne trække i den og satte løbende ord på, hvad det var, de opdagede ved det. Læreren havde aftalt

det med eleverne undervejs i undersøgelsesfasen, hvilket måske var medvirkende til, at begge par virkede forberedte. Dog havde eleverne alligevel brug for, at læreren løbende stillede stilladserende spørgsmål for at kunne bevare fokus på fagbegreberne. F.eks. trak de i figuren og forklarede, at så kunne man se, at vinklerne aldrig ændrede sig. Læreren spurgte derefter ind til, hvorfor det var, hvortil eleverne svarede, at et rektangel altid havde fire rette vinkler. Det næste par elever viste deres undersøgelse af en trapez ved at trække i figuren og kom med støtten fra lærerens spørgsmål i mål med de forskellige pointer om figurens egenskaber. Baseret på de præsenterende elever, var der tegn på, at de følte sig anerkendte i læringsfællesskabet og opnåede den ønskede læring. Det så vi bl.a. ved, at de var smilende og ivrigt viste, hvordan de havde trukket i figuren og pegede på skærmen for at vise, hvad de havde set og konkluderet i deres undersøgelse. Lærerens spørgsmål fik dem til kort at tøve, men så f.eks. sige "ahh" på en måde, der indikerede, at nu havde de forstået det og satte ord på det over for klassen.

En anden side af den undervisningssekvens var de resterende elever, der sad tilbage som tilskuere. De blev ikke inviteret til deltagelse, og læreren opfordrede kun til, at de kunne stille spørgsmål til deres klassekammerater, som præsenterede. Vi så flere af eleverne få lidt fjerne blikke og stirre ud ad vinduerne, hvor fokus forsvandt fra præsentationen, og der var hvisken eleverne imellem, som var svær at dechifrere, om var faglig eller ej. Ved at inkludere få elever meget og lade deres undersøgelser være centrale for gennemgangen og diskussionen, så var realiteten, at undervisningen endte ud i en præsentation og gennemgang mere end en diskussion, som alle i klassen kunne deltage i. Dertil er det værd at overveje, om scenarierne fra instrumentel orkestrering kan gentænkes ift. vores brug af dem, hvor vi delte undervisningen op i demonstrations- og arbejdsfase og efterfølgende diskussionsfase, hvilket vi vender tilbage til i diskussionen. De elever, som havde været tilskuere, udtrykte sig også om ovenstående i evaluerings-sekvensen i slutningen af timen. De udtrykte, at de ikke havde fået særlig meget ud af, at de andre præsenterede og havde svært ved at se pointen med elevstyringen. Dog anerkendte flere med nik og små bekræftende 'ja' til det, da læreren pointerede, at det var en god øvelse for de præsenterende elever. Som afslutning spurgte læreren ind til, hvordan lektionen havde været for eleverne ift. gangen før. Det endte med, at 17 ud af 19 elever markerede, at de syntes, det havde været nemmere at forstå og arbejde med programmet og undersøgelserne denne dag. Så på trods af frustrationer og udfordringer undervejs, så havde eleverne oplevet en udvikling i processen ifm., at de blev mere komfortable med GeoGebra, hvilket vi anser som et skridt i deres instrumentelle genese.

6.3.1 Delkonklusion 3

Analysen af tredje undervisning har ledt til at kunne konkludere, at fælles faglige demonstration havde en bedre effekt end den rent tekniske demonstration, hvor vi viste en undersøgelse til ende med inputs fra eleverne. Ift. stilladsering og undervisningsdifferentiering er det samme basalt set gældende som fra anden undervisning, og deltagelsesmulighederne blev derfor ikke ligestående for alle. Derudover oplevede eleverne tilsyneladende selv en udvikling i deres undersøgelser, da den øgede struktur gjorde dem bedre i stand til at formulere deres fund på skrift og i tale, hvilket de to par til den elevstyrede gennemgang viste. Denne gennemgang oplevede vi dog også have mangler for de resterende elever, der i højere grad skulle have været involverede. Til sidst hæfter vi os her ved evalueringen fra eleverne angående demonstrationerne, hvor der var stor forskel på, hvor detaljeret og gentagende de ønskedes.

6.4 Fjerde undervisning - Lad os flip' jeres undervisning

Til fjerde del af analysen refererer vi løbende til observationsskema 4 i bilag 7 samt vores interviewtransskription i bilag 4.

I den fjerde undervisning planlagde vi, at klassen skulle arbejde med cirkler frem for polygoner i GeoGebra. Det var både for at lade eleverne afprøve nogle andre funktioner i programmet og for at rammesætte og stilladsere konstruktions- og undersøgelsesarbejdet på en anden måde. Vi havde her taget elevernes input til os og valgt at afprøve en videoform af den tekniske demonstration, samt nedskrevet spørgsmål til at guide eleverne i deres undersøgelse af cirklerne. Vi lavede videoen 'Konstruktion af cirkler i GeoGebra' (Gleerup, 2023) med inspiration i flipped learning (Schunk, 2016), der omhandler, hvordan man som lærer kan lave instruktionsvideoer med den del af undervisningen, som traditionelt set ville foregå primært gennem monologisk gennemgang af nyt stof. Ved at eleverne ser sådanne videoer hjemmefra før undervisningen giver det mere tid til at arbejde med stoffet, hvor læreren dermed har mere tid til at stilladsere eleverne efter behov (Schunk, 2016). Videoen blev lagt på YouTube og til lektier online, mens eleverne også ugen før blev informeret mundtligt om denne ændring. Planen var, at eleverne efter en kort introduktion skulle deles i grupper og derefter have god tid til at arbejde med konstruktionerne og undersøgelserne af cirklerne. Opgaverne bestod af enkle opgaver med specifikke svar samt forklaringssvar, hvor de skulle beskrive, hvad der skete, når de trak i figuren.

Med ovenstående in mente var vi godt forberedte til den sidste undervisning med ny form for orkestrering af GeoGebra for eleverne, men virkeligheden blev dog noget anderledes end, hvad

vi havde forestillet os. Kun fire elever havde set videoen hjemmefra, og læreren hørte undskyldninger om, at der ikke var et direkte link, at det blev glemt, at man havde haft travlt, hvorfor timen startede skævt ud. I sidste ende besluttede læreren sig for, at hele klassen måtte se videoen fælles efter introduktionen. Videoen varede lidt over otte minutter, og eleverne reagerede lidt blandet på den. Der var generel stilhed, men nogle elevers øjne flakkede rundt mellem de andre fremfor at blive på skærmen. Vi er bevidste om, at videoen var tiltænkt at ses i rolige rammer derhjemme og netop ikke i klassen, hvor det var interessant at se på sine klassekammerater, og derfor brød virkeligheden allerede der med princippet om flipped learning. Klassen havde aldrig prøvet lignende form for lektier før og var vant til at skulle færdiggøre lektiesider med opgaver, som de var påbegyndt i skoletiden. Derfor kan vi se tilbage på udfaldet som et brud på den didaktiske kontrakt. Vi må stille spørgsmål til, hvor hensigtsmæssig en undervisningsform flipped learning er, da det i høj grad afhænger af, at eleverne lever op til ens forventninger. Denne pointe fortsættes i diskussionen.

Ideen med at lade den tekniske demonstration foregå på video var, bl.a. at eleverne selv kunne vurdere, hvor meget de havde behov for at se den for at føle sig komfortable med at gå i gang med det samme. Dog vendte vi her tilbage til en form, der lignede den første tekniske demonstration fra anden undervisning, men mere monologisk, da videoen kørte ud i én uden mulighed for at stille spørgsmål. Derfor blev eleverne skåret over en kam ift. behovet for demonstration, hvilket ellers ikke var hensigten. Læreren pointerede forud for gruppearbejdet, at de skulle bruge hinanden, videoen og læreren som støtte til opgaverne. Det kan defineres som stilladseringsformen frustrationskontrol, da læreren på forhånd pointerede, hvad eleverne skulle gøre, hvis de gik i stå. Denne form for rekruttering kan være en god måde at arbejde frem mod, at eleverne får mere frihed og tager ansvar for ikke blot deres egen, men også hinandens læring. Desuden skulle opgavearket være med til at holde elevernes fokus, da undersøgelserne med trekanten og firkanter var mere åbne, hvilket vi gennem de tidligere undervisninger havde observeret, at eleverne havde svært ved.

Sammenlignet med de tidligere undervisninger differentierede vi denne gang på formen, da eleverne skulle arbejde i grupper. Grunden, til at vi havde valgt dette, var, at vi fra tidligere undervisninger observerede, at der var mange elever, der gik i stå i deres undersøgelser, hvilket vi håbede at mindske via gruppearbejdet. Det kan kategoriseres som differentiering i den dynamiske samarbejdsdimension, da eleverne kunne samarbejde og med deres interaktioner være med til at stilladser hinandens deltagelse. Denne form for differentiering var med til at udvikle elevernes forståelse af medansvar for både egen og andres læring. Vi oplevede denne

differentiering ved, at eleverne i grupperne hjalp hinanden betydeligt mere sammenlignet med de tidligere undervisninger. Dette betød, at læreren havde bedre tid til at observere elevernes arbejde og høre, hvordan eleverne benyttede sig af programmet og fagsproget. Udover at eleverne hjalp hinanden gennem deres undersøgelser, var der også nogle elever, som havde gavn af den introducerende video ifm. deres deltagelsesmuligheder. Dette kunne vi observere ved, at der var en del elever, som brugte videoen til at finde de korrekte funktioner i GeoGebra. Dette var med til at påvirke deltagelsesniveauet. Dog var der også flere grupper, som havde problemer med at tilgå undersøgelsen, hvis læreren ikke var til stede. Dette kunne skyldes, at eleverne ikke hjalp hinanden tilstrækkeligt på trods af, at der i hver gruppe som minimum var én elev, som vi havde vurderet til at have et tilstrækkeligt niveau til dagens opgaver. Udover differentiering i den dynamiske samarbejdsdimension differentierede vi også på indholdet, hvor læreren vurderede, hvilke opgaver de forskellige grupper skulle koncentrere sig om, hvis de ikke kunne nå at blive færdige. Gennem vores observationer og lærerens interaktioner med eleverne så vi, at eleverne herved havde lettere ved at fordybe sig i enkelte opgaver fremfor at blive stressede over, at de skulle nå dem alle. Eleverne skulle arbejde i mindre grupper, og derfor blev der også differentieret på rammerne, da eleverne fik mulighed for at sætte sig ind i mindre grupperum. Der var dog her en udfordring for læreren i, at eleverne kom for hjælp imens, der blev hjulpet andetsteds, og et par grupper havde tendens til at gå i stå, indtil læreren kunne hjælpe.

På trods af opgavearket, videoen og gruppekonstellationerne kunne alle eleverne ikke udføre undersøgelsen tilstrækkeligt, hvilket kunne skyldes, at eleverne havde mindre tid end planlagt til deres undersøgelse, da der blev brugt 15 minutter på at se videoen. Derudover kunne det også skyldes, at nogle elever stadig havde svært ved at benytte sig af de korrekte funktioner i programmet. Dog kunne vi gennem observationerne iagttage, at læreren havde et bedre og bredere overblik over elevernes arbejde sammenlignet med de tidligere undervisninger, hvilket gjorde det nemmere for læreren at udvælge, hvilke elevbesvarelser skulle bringes op til diskussion. Som tidligere havde læreren sideløbende med elevernes arbejde aftalt med forskellige grupper, at deres løsningsforslag skulle tages op til diskussion. Gennem en lærerstyret klassediskussion blev fremgangsmåden til de forskellige opgaver diskuteret, og der kom som oftest andre løsningsforslag i spil. Det var tydeligt, at der var flere elever, som deltog i diskussionerne sammenlignet med tidligere, hvilket kan skyldes, at der i denne undersøgelse var lagt op til, at eleverne skulle lave deres undersøgelser i grupper, hvorfor det ikke var grænseoverskridende på samme måde, hvis man havde arbejdet alene. Gennem vores

observationer kunne vi se, at det generelt var op til 10 elever, som ønskede at byde ind til forskellige løsningsforslag. Dog var der stadig nogle elever, som ikke rakte hånden op og bidrog til de forskellige diskussioner, da de bl.a. ikke følte sig sikre på deres resultater.

Til sidst i undervisningen startede læreren en evaluering, hvor der kom både kritik og ros af undervisningen og videoen i sig selv. Eleverne nævnte bl.a., at der var for meget information med i videoen, og at man ikke kunne huske de enkelte dele af videoen fra hinanden. Én sagde desuden, at det var fint at komme i grupper og bare kunne arbejde derudad med opgaverne, og at det var fint at veksle mellem læreren og videoen til hjælp. Flest nikkede dog til det første udsagn, hvilket sætter spørgsmålstegn ved, hvor let gennemførlig en overgang til flipped learning er. Videoerne skal være gennemarbejdede, eleverne skal være indstillede på formen, og opgaver skal lægge sig tæt op ad videoerne. Det sætter dermed høje krav til læreren at omstille til et flipped classroom (Schunk, 2016). Derefter spurgte læreren ind til, hvordan de nu så på GeoGebra som værktøj i matematikundervisningen efter at have arbejdet med det i fire undervisninger. Her var der et enkelt negativt lydende udsagn: "Det er stadig bare svært og besværligt synes jeg". Dog var der også et par positive kommentarer, der stemte godt overens med, hvordan vi havde orkestreret arbejdet med programmet. F.eks. at det var hurtigt at lave figurer, når man først havde lært det, at det var smart, at man kunne trække i figurerne, og at undersøgelserne ville have været svære at lave på papir. Til alle kommentarer spurgte læreren, hvor mange var enige, og til de tre positive udsagn rakte 13-15 ud af 19 hånden op. Det var for os tegn på, at elevernes instrumentelle genese havde udviklet sig positivt. De havde arbejdet med programmets funktioner af flere omgange og vurderede sig selv til at være blevet mere behændige i det, mens de også kognitivt satte GeoGebra ifm. undersøgelser. Koblet sammen med vores løbende observationer havde flere af eleverne dermed bevæget sig fremad i processerne i den instrumentelle genese.

6.4.1 Delkonklusion 4

Vores delkonklusion til fjerde analysedel går på, at flipped learning for at fungere skal være i overensstemmelse med eleverne i en anden grad, end hvad vi oplevede. Konceptet går til spilde, hvis videoen skal ses i timen fremfor derhjemme, men det er stadig et koncept, vi tror på, hvis det over tid indlejres i en klasse. Tilmed skal videoerne være korte og effektive, så de også kan bruges som støtte i timen. Desuden kan vi konkludere, at eleverne overordnet reagerede positivt på at have et opgaveark, der konkretiserede deres undersøgelse i højere grad end tidligere. Programmet var stadig svært for nogle at bruge, men for en del af eleverne øgedes deres deltagelsesmuligheder ved at arbejde i grupper med de specifikke opgaver, mens det for de

elever, som reagerede mindre positivt, var ramt af lærerens manglende evne til at være flere steder på én gang. Slutevalueringen samt observationerne indikerede, at eleverne havde haft stor gavn af de sidste fire undervisninger, da størstedelen af eleverne vurderede sig selv til at være blevet mere behændige i programmet, hvilket ligeledes viser, at deres instrumentelle genese har haft en positiv udvikling.

7. Diskussion

I diskussionen vil vi samle op på et par af de pointer, som vi anså som tvetydige i analysen. Bl.a. omkring, hvordan vi på trods af umiddelbart korrekte beslutninger, der fulgte alment didaktiske principper, så oplevede vi forskellige resultater ifm. elevernes reaktioner. Derudover vil vi dykke lidt ned i, hvordan vi oplevede den instrumentelle orkestrering som ukonkret i vores planlægning. Først vil vi dog se nærmere på, hvordan orkestrering af GeoGebra kan påvirke de resterende matematiske kompetencer.

7.1 Kompetencerne - ræsonnement i fokus, men hvad med de andre?

Højsted (2021) har haft stor indvirkning på projektet, da det er de læringspotentialer ved GeoGebra, som han har identificeret og undersøgt, vi har planlagt vores undersøgelse efter i sammenhæng med instrumentel orkestrering. Højsted (2021) argumenterede i sit projekt for, hvordan GeoGebra kunne være med til at udvikle elevernes ræsonnementskompetence, men vi er her også interesserede i at diskutere, hvordan vores arbejde med 6. klassen påvirkede eller kan påvirke de resterende matematiske kompetencer. Her trækker vi på beskrivelsen af de matematiske kompetencer fra Børne- og Undervisningsministeriets (2019b) faghæfte. Først og fremmest kan vi kommentere kort på repræsentation og symbolbehandling samt kommunikationskompetencen, hvilket, i vores øjne, ikke i sig selv udvikles af kontinuerligt arbejde med GeoGebra. Det handler i højere grad om, hvordan læreren rammesætter, stilladserer og planlægger undervisningen. Man kan sige, at jo flere repræsentationsmuligheder eleverne bliver introduceret for, des mere skal de også kunne vælge og argumentere for deres valg blandt disse muligheder. Derved kan GeoGebra indirekte bidrage til netop dette mål.

Ift. problembehandling, der vedrører opstilling og løsning af matematiske problemer via undersøgelser, så vil kompetencer inden for et dynamisk geometriprogram som GeoGebra være behjælpelige for at kunne lave en række nødvendige undersøgelser afhængigt af problemet. Et eksempel på et problem fra faghæftet er, hvor store vinklerne er i en regulær n -kant (Børne- & Undervisningsministeriet, 2019b), hvor GeoGebra ville være et oplagt værktøj at bruge til at lave disse undersøgelser. Det skal dog siges, at man også godt kan lave en sådan undersøgelse med papir, blyant, vinkelmåler osv. Derfor vil GeoGebra til dels være et substituerende alternativ, men hvis man netop sætter dragging og måling i spil, så vil eleverne kunne undersøge mere effektivt ved at tjekke mange trekantede med et enkelt træk i et hjørne og ræsonnere sig frem til, at vinklerne i f.eks. en regulær trekant altid er 60 grader.

Mhp. modelleringskompetencen, så ser vi igen potentialer i GeoGebra som elevernes instrument, da det i modelleringsprocesser kan være medvirkende til undersøgelser med både tabeller, geometriske figurer og grafer. Eksempelvis har en modelleringsopgave i 9. klasse til formål at undersøge, hvordan man bedst kan designe formen på tagrender (Kaas & Kristiansen, 2010), hvor man med godt kendskab til GeoGebra effektivt vil kunne teste flere former og udregne areal og rumfang. Dele af ovenstående ville igen kunne gøres analogt, hvilket bringer os tilbage til, at brugen af IT skal være velbegrundet. Spørgsmålet er så, i hvor høj grad effektivitet kan bruges som et argument, hvilket er noget, vi selv har set kritisk på i vores jobs og praktikforløb. I vores optik er der ikke et klart svar på dette, men det er tydeligt, at når man som lærer ser på effektiviteten, må man også se fremad og ind i, hvilke kompetencer elever skal være i besiddelse af, når de forlader folkeskolen. Med et samfund, der i fortsat højere grad er afhængigt af dets digitale systemer, så er det fortsat betydningsfuldt, at eleverne udvikler kompetencer inden for disse systemer, hvilket leder os til den sidste matematiske kompetence omhandlende hjælpemidler.

GeoGebra indeholder flere hjælpemidler i et og samme program, da det inkluderer både CAS-funktioner til ligningsløsning og graftegning samt geometri-funktionerne, som vi har anvendt i 6. klassen. Igen kan programmet ses som substitutter for andre hjælpemidler, både analoge og digitale, men en del af kompetencen handler for eleverne om, at de skal kunne vurdere, hvornår hvilke hjælpemidler er mest relevante. Derfor vil vi igen argumentere for værdien i programmet, da det kan hjælpe elever med mere komplekse ligninger, grafer og undersøgelser af geometriske figurer. Især fordi programmets funktioner med dragging, måling og feedback er med til at udvikle elevernes ræsonnementskompetence, mens de andre kompetencer i større eller mindre grad kan udvikles afhængigt af lærerens planlægning af undervisningen i sammenhæng med programmet. Dog skal dette ikke forstås som en konklusion, at man som matematiklærer bør bruge GeoGebra hver eneste gang, at det er muligt, men blot at vi gerne vil være bevidste om dets potentialer for netop at bruge programmet hensigtsmæssigt, når vi bruger det.

7.2 Tvetydighed i betydningen af vores undervisning

I løbet af vores analyse har vi nævnt, at vi oplevede en tvetydighed i vores undervisning, da vi på trods af en vis overensstemmelse med de teoretiske principper, som vi har benyttet, ikke oplevede de ønskede effekter på alle elevernes deltagelsesmuligheder. I alle undervisninger oplevede vi, at eleverne på trods af vores løbende stilladsering og undervisningsdifferentiering reagerede meget forskelligt. Det må normalvis også forventes i klasser med en masse individer,

men netop pga. vores forsøg på at komme dem i møde og skabe et fælles forudsætningsgrundlag undres vi over, hvad der præcist skal til for, at eleverne kan deltage i undervisningen uden frustrationer. Dermed ikke sagt at der ikke må være niveauforskel, men mere at undervisningen ikke påvirker elevernes deltagelsesmuligheder negativt. Vi har planlagt undervisningen ud fra instrumentel orkestrering og GeoGebras læringspotentialer ifm. ræsonnementskompetencen. I selve undervisningen har vi haft fokus på stilladsering og løbende undervisningsdifferentiering af elevernes arbejde. På den ene side kan vi tænke de to principper mere struktureret ind i planlægningen ved både at identificere elevernes behov for stilladsering, men også hvilken form for stilladsering, der er særlig relevant for eleverne. På den anden side rammes vi af tvivl, om det er for ambitiøst at skulle planlægge undervisning ifm. digitale teknologier ud fra indhold, læringspotentialer, instrumentel orkestrering og de to didaktiske principper.

Dertil kan lægges fokus og dygtiggørelse inden for f.eks. flipped learning, som vi oplevede mere blandet end noget andet. Analysen viste os dog også, at der var flere grunde til det, men da vi stadig er interesserede i at udvikle os inden for denne metode, så er det også her værd at nævne, hvor krævende det er at skulle fokusere på alle disse enkeltdele samtidig. Vi sætter derfor spørgsmålstegn ved, hvor hensigtsmæssig flipped learning var, da det afhang meget af eleverne, om det fungerede. Det er en relevant pointe, men vi tænker også, at selvom vores undervisning generelt er meget afhængig af eleverne, er det i sidste ende os som lærere, der skal tilpasse vores undervisning (inklusive flipped learning) efter vores klasser, frem for at de skal tilpasse sig os.

Til ovenstående er det også relevant igen at fremhæve, at eleverne alle er individer, og det at lave undervisning, der får alle positivt med til både deltagelse og læring, efter vores erfaring er et særsyn. Klassens lærer udtalte sig på lærerværelset om, at undervisning et-tre havde fungeret rigtig godt, og at de elever, der enten havde været frustrerede eller deltaget i mindre grad, også var de elever, som han havde forventet det af, og som han desuden selv oplevede det samme med i sine timer. Det kan både skyldes klasselærerens normale praksis, men også elevernes situationer derhjemme og stadie i deres udvikling, da de f.eks. i 6. klasse er i overgangsfasen til at blive teenagere. Vi kan derfor ikke vide os sikre på, selvom vi tog os tiden til at planlægge struktureret efter hver enkelt af de ovenstående faktorer, at alle eleverne vil agere og reagere som ønsket. Her vil vi desuden vende blikket tilbage mod den elevstyrede gennemgang fra undervisning tre, hvor to par af elever præsenterede deres undersøgelse af deres respektive firkant. Vores oplevelse var, at det i særlig grad var de præsenterende elever, der fik nytte af

gennemgangen, hvilket for os var en overraskelse. Vi havde netop tænkt, at det ville engagere resten af klassen, at det for en gangs skyld ikke var deres lærer, som primært stod for gennemgangen, men vi oplevede den modsatte effekt. Det fik os til at overveje, om en elevstyret gennemgang i højere grad skulle foregå undervejs i elevernes arbejde, hvor de andre elever så i højere grad kunne byde ind frem for at være tilskuere til en decideret præsentation. Det leder os mod en generel diskussion om den instrumentelle orkestrering.

7.3 Er instrumentel orkestrering for ukonkret?

Inden for instrumentel orkestrering er der udelukkende fokus på, hvordan det digitale værktøj skal præsenteres og udnyttes optimalt, hvilket sætter nogle krav til lærerens viden om det pågældende program. Gennem Skånstrøms (2021) artikel bliver der ikke fremlagt metoder til, hvordan eleverne skal arbejde med det pågældende program. Dette bevirker, at måden scenarierne bruges er op til frifortolkning. Man kan derfor diskutere, om disse seks scenarier selvstændigt danner et solidt udgangspunkt for elevernes instrumentelle genese. På den ene side har den fokus på to vigtige elementer i undervisningen: introduktionsfasen og diskussionsfasen. Dog er der et manglende fokus på udforskningsfasen, hvilket forudsætter, at læreren tilrettelægger opgaver, hvor eleverne får mulighed for f.eks. at arbejde med GeoGebras læringspotentialer. Dette kan være udfordrende, da man skal have mange forskellige forudsætninger for øje. På den anden side fortæller instrumentel orkestrering ikke noget om det pågældende programs specifikke funktioner, hvilket bliver en ekstra opgave for læreren i sin sparsomme forberedelsestid.

Digitale værktøjer kan overordnet bruges på to måder: til at løse et matematisk problem eller til at forstå et matematisk udsagn (Skånstrøm, 2021). Når programmet bliver brugt til at løse matematiske problemer, er det som oftest som en erstatning af mere klassiske matematiske aktiviteter, hvor begrundelsen i flere tilfælde er, at det går hurtigere eller er mere effektivt (Skånstrøm, 2021). Vi kan her vende tilbage til Tesfaye (2023) og stille os selv spørgsmålet, om effektivitet er begrundelse nok for inddragelse af digitale værktøjer i undervisningen. Et oplæg af matematikvejleder, -lærer og kandidat i IT Didaktisk Design Lis Zacho (2018) siger, at det er vigtigt, at opgaverne ifm. digitale værktøjer er undersøgende. Opgaverne skal yderligere kræve, at eleverne selv skal anvende viden fra deres personlige matematiske værktøjskasse, da det tvinger dem til at ræsonnere over deres processer, samtidig med at de får mulighed for at forklare matematikken. Vores tanke med at læne os op ad instrumentel orkestrering var, at elever både skulle kunne bruge programmet effektivt, men i særlig grad, at de skulle kunne opnå indsigter om matematikken, de ellers havde været foruden. Dog viser

vores projekt, at det ikke var alle elever, som opnåede denne indsigt og derved heller ikke den rette matematiske viden. Dette kan på den ene side skyldes, at vores projekt strækker sig over fire uger, hvilket ikke var tid nok til at elevernes instrumentelle genese færdigudvikledes. På den anden side har vi analyseret os frem til, at elevernes instrumentelle genese var påbegyndt. Yderligere har vi været opmærksomme på, at vi formulerede åbne undersøgelser for, at eleverne fik mulighed for at anvende deres matematiske forståelse på forskellige niveauer. Gennem de forskellige undervisningslektioner observerede vi, at eleverne havde svært ved at arbejde med åbne og undersøgende opgaver, hvilket kunne skyldes, at det for eleverne var en ny måde at arbejde med matematikken på. Dette giver en indikator på, at eleverne førhen primært har brugt digitale værktøjer til at effektivisere processen, hvilket vi fik bekræftet af deres matematiklærer.

8. Konklusion

På baggrund af vores bachelorprojekt vil vi på bedst mulig vis forsøge at svare på vores problemformulering, der lød som følgende: *Hvordan kan vi orchestrere brugen af GeoGebra i 6. klasse for at udnytte programmets læringspotentialer?* For at svare på dette har vi analyseret vores empiri, samt diskuteret dilemmafyldte pointer. På baggrund af projektet kan det konkluderes, at der er flere faktorer, der skal overvejes for at udnytte læringspotentialerne ved brug af GeoGebra. Analysen viste, at eleverne havde svært ved at engagere sig og forstå programmets formål uden en tilstrækkelig demonstration. Vi så desuden gennem forløbet, at eleverne fandt sig mere til rette med programmet og til sidst kunne de fleste se formålet med det. Vi fandt generelt mangler i struktureret stilladsering og undervisningsdifferentiering, der ideelt skulle have ligestillet elevernes deltagelsesmuligheder. Dog så vi, at selv når læreren agerede korrekt efter de didaktiske principper og scenarierne for instrumentel orkestrering, så oplevede vi ikke, at det øgede alle elevernes deltagelsesmuligheder. Vi diskuterede dette ift. både scenariernes manglende konkrethed samt grundene til elevernes forskellige reaktioner på vores stilladsering og undervisningsdifferentiering. I sidste ende finder vi, at vi benyttede de to principper for ustruktureret, samtidig med at vi må anerkende, at vi ikke altid vil kunne ramme alle elever i en klasse som ønsket hver gang pga. deres individuelle personligheder og historier. Dertil kan vi nævne, at flipped learning kan være relevant for en god orkestrering af GeoGebra, men dog ikke fremkommer i det endelige svar på problemformuleringen pga. omstændighederne i fjerde undervisning. Vi når derfor frem til dette svar på vores problemformulering:

Scenarierne i instrumentel orkestrering er som udgangspunkt gode at have for øje, når man som lærer vil sætte elevernes instrumentelle genese i spil, hvilket vi ser som en fordel for at kunne udnytte et programs læringspotentialer. Dog er det vigtigt, at vi som lærere er villige til at gå undersøgende og struktureret til planlægningen af scenarierne, da der ikke findes en universel opskrift for brugen af dem. Vi skal over tid blive bedre til at være strukturerede omkring vores stilladsering og undervisningsdifferentiering ifm. orkestreringen af GeoGebra for så vidt muligt at udligne elevernes forudsætningsgrundlag og deltagelsesmuligheder. Denne konklusion leder os desuden til en ekstra pointe. Vi har fundet, at der er en mangel på en brugbar og let tilgængelig didaktik inden for undervisning med GeoGebra, der muliggør det for matematiklærere at arbejde hensigtsmæssigt med de relevante fællesmål samt generel IT-literacy. Dette leder os til vores perspektivering.

9. Perspektivering

I perspektiveringen vil vi præsentere, hvad der ville være interessant at fortsætte vores projekt med.

Hvis vi fortsatte vores projekt med orkestrering af GeoGebra, ville vi gerne sætte et yderligere fokuspunkt på argumentationen og didaktikken for brugen af programmet. Det kunne vi gøre via teorien om semiotisk mediering, der omhandler, hvordan eleverne kan udvikle deres egne opfattelser i arbejdet med en matematisk aktivitet, og hvordan programmer kan fungere som mediator for udviklingen af elevernes matematiske forståelse (Skott et al. 2019: Kaup & Dau, 2022). Dog ville vi i en fortsat undersøgelse desuden gerne tilføje et mere kritisk blik på brugen af digitale teknologier i undervisningen. Dertil ville vi benytte os af Nabb (2016), der beskriver fem måder, man kan benytte sig af digitale læringsværktøjer. Det omhandler generelt set, hvorvidt et program bruges pragmatisk (til at løse matematik) eller epistemisk (til at forstå matematik), hvor vi som udgangspunkt ville sigte efter at bruge det epistemisk, som Tesfaye (Ritzau, 2023) ønsker det.

10. Referenceliste

- Bjørndal, C. R. P. (2013). Observation som vurderende øje I: *Det vurderende øje - observation, vurdering og udvikling i undervisning og vejledning* (2. udgave, s. 34-69). Klim.
- Brodersen, P. & Gissel, S. T. (2020). Elevens forudsætninger og lærerens differentiering af undervisningen. I: P. Brodersen (Red.), *God og effektiv undervisning* (s. 175-204). Hans Reitzels Forlag.
- Børne- og Undervisningsministeriet (2019a, 30. november 2022) Fælles Mål I: *Matematik - Faghæfte 2019* (s. 5-22). Faghæfte - Fælles Mål, læseplan og vejledning.
https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/GSK_Fagh%C3%A6fte_Matematik.pdf
- Børne- og Undervisningsministeriet (2019b, 30. november 2022) Undervisningsvejledning I: *Matematik - Faghæfte 2019* (s. 67-122). Faghæfte - Fælles Mål, læseplan og vejledning. https://emu.dk/sites/default/files/2020-09/GSK_Fagh%C3%A6fte_Matematik.pdf
- Danmarks Evalueringsinstitut (2016). Fokus på det 21. Århundredes kompetencer gør it meningsfuldt i undervisningen. I: *Inspiration til it-didaktisk og innovativ undervisning* (s. 34-37). EVA.
- Doverborg, E. & Samuelsson, I. P. (2003). Hvordan spørger man? I: *At forstå børn tanker - Børneinterview som pædagogisk redskab* (s. 53-75). Hans Reitzels Forlag.
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H. & Gravemeijer, K. (2010). *The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom*. Educational Studies in Mathematics.
https://www.researchgate.net/publication/225922660_The_teacher_and_the_tool_Instrumental_orchestrations_in_the_technology-rich_mathematics_classroom
- Folkeskoleloven. (2020, 28. september) *Bekendtgørelse af lov om folkeskolen*. Retsinformation. <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/1396>
- Gleerup, K. [KG]. (2023, 8. marts). *Konstruktion af cirkler i GeoGebra*. [Video]. YouTube: https://www.youtube.com/watch?v=JrEjPc3i8rc&ab_channel=KG

- Højsted, I. H. (2019). 4. Results I: *Toward marvels in dynamic geometry teaching and learning* (s.46-52). <https://doi.org/10.7146/aul.413>
- Jørgensen, H. H. (2022). *Fænomenologi*. (2. udgave). https://laeremiddel.dk/wp-content/uploads/2022/05/Videnskabsteori_Faenomenologi_print2022.pdf
- Kaas, T. & Kristiansen, H. (2010) Matematisk modellering I: *Kolorit 9* (s. 125-138). Gyldendal A/S.
- Kaup, C. F. & Dau, S. (2022). Digitale artefakter i matematikundervisningen. Understøttelse af elevernes computationelle og matematiske forståelse. *Learning Tech – Tidsskrift for læremidler, didaktik og teknologi*, (11), 73-106. <https://doi.org/10.7146/lt.v7i11.128231>
- Misfeldt, M. (2016). CAS som omstruktureringsredskab i matematikundervisningen. *MONA*, 2016 (3), 8-9. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36404/37738>
- Nabb, K. (2016). CAS som omstruktureringsredskab i matematikundervisningen. *MONA*, 2016 (3), 10-22. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36404/37738>
- Pedersen, M. K. & Jankvist, U. T. (2021). *Fra værktøj til personligt instrument*. Matematik Didaktik. <https://matematikdidaktik.dk/temaer/digitale-teknologier/fra-vaerktoej-til-personligt-instrument#ref1>
- Ritzau (2023, 21. januar). Tesfaye vil have mere papir og færre skærme i skolen. *Ritzau*. <https://nyheder.tv2.dk/samfund/2023-01-21-tesfaye-vil-have-mere-papir-og-faerre-skaerme-i-skolen>
- Schunk, A. (2016). Video og flipped classroom. I: A. Schunk (Red.), *Flip din undervisning* (s. 200-219). Turbine Akademisk.
- Schwartz, I. S. (2017). Læringsfællesskaber i skolen. *Pædagogisk Psykologisk Tidsskrift*, 2017(5/6), 96-111.
- Skibsted, E. (2015). En model for undervisningsdifferentiering – fra forståelse til handling. I: E. Skibsted, H. B. Svendsen, K. Østergaard & S. Langager (Red.), *Undervisningsdifferentiering – et princip møder praksis* (s. 31-43). Akademisk forlag.

- Skott, J., Skott, C. K., Jess, K. & Hansen, H. C. (2019) Teoretiske perspektiver på elevers læring af geometri medieret af DSG. I: *Delta 2.0 fagdidaktisk 1.-10. klasse* (2. udgave, s. 421-447). Samfundslitteratur.
- Skånstrøm, M. (2021). *Instrumentel Orkestrering*. Matematik Didaktik.
<https://matematikdidaktik.dk/temaer/digitale-vaerktoejer-i-matematikundervisningen-og-instrumentel-orkestrering/instrumental-orkestrering>
- Szulevicz, T. (2015) Deltagerobservation. I: S. Brinkmann & L. Tanggaard (Red.), *Kvalitative metoder – en grundbog* (2. udgave, s. 81-95). Hans Reitzels Forlag.
- Tanggaard, L. & Brinkmann, S. (2015). Interviewet: Samtalen som forskningsmetode. I: Brinkmann, S. & Tanggaard, L. (Red.), *Kvalitative metoder – en grundbog* (2. udgave, s. 29-53). Hans Reitzels Forlag.
- Vygotsky, L. S. (1978). Interaction between Learning and Development I: *Mind in Society* (s. 79-91). Harvard University Press.
- Wenger, E. (2012). 12. En social teori om læring. I: K. Illeris (Red.), *49 tekster om læring* (s. 140-148). Samfundslitteratur.
- Zacho, L. (2018, 8. maj). *Teknologien i matematikundervisningen*. [Blog indlæg]. Folkeskolen. <https://blog.folkeskolen.dk/blog-folkeskolens-matematikradgiver-matematik/teknologien-i-matematikundervisningen/248684>

11. Bilag

Bilag 1 – Lektionsplan 3

Emne: Dragging og måling koblet med fælles faglig demonstration og fælles diskussion af firkanter

Tid: 90 minutter

Mål:

- Eleverne kan konstruere og analysere firkanter ved brug af GeoGebra.
- Elever opnår indsigt som kritiske undersøger gennem undersøgelser af vinkelsummer, sidelængder og forhold mellem vinkler og sidelængder i firkanter mv.
- Eleverne deltager i fælles diskussion og bidrager med deres fund fra undersøgelserne.

Materialer:

- Computer med GeoGebra installeret (helst en computer til hver elev ellers en computer til to elever)
- Fælles skærm og lærercomputer, som kan bruges til demonstration.

Aktiviteter:

1. Introduktion (5 min)
 - a. Præsentation af dagens program og de tilhørende mål for lektionen.
2. Fælles faglig demonstration af kvadrat (15)
 - a. Demonstrer, hvordan man konstruerer et kvadrat,
 - b. Opstil hypotese omkring kvadratets egenskaber.
 - c. Vis, hvordan man kan tilføje og ændre oplysninger om vinkler og sidelængder, og hvordan man kan bruge "dragging" til at ændre formen og størrelsen af kvadratet.
3. Fælles faglig demonstration af rektangel (3 min)
4. Undersøgelse af rektangel (12 min)
 - a. Elevernes opstiller hypotese om rektangel i deres grupper
 - b. Eleverne undersøger figuren i grupperne

- c. Læreren aftaler med én/to elevpar, at deres besvarelse kan gennemgås på klassen og at de skal forsøge at stå for det. Aftalen er, at de fortæller om deres hypoteser, undersøgelser af disse og deres resultater/fund. De må gerne spørge ind til, om klassen har gjort det samme/anderledes.
5. Fælles faglig demonstration af rektangel (3 min)
6. Undersøgelse af parallelogram (12 min)
 - a. Elevernes opstiller hypotese om parallelogram i deres grupper
 - b. Eleverne undersøger figuren i grupperne
 - c. Læreren aftaler med én/to elevpar, at deres besvarelse kan gennemgås på klassen og at de skal forsøge at stå for det. Aftalen er, at de fortæller om deres hypoteser, undersøgelser af disse og deres resultater/fund. De må gerne spørge ind til, om klassen har gjort det samme/anderledes.
7. Fælles faglig demonstration af trapez (3 min)
8. Undersøgelse af trapez (12 min)
 - a. Elevernes opstiller hypotese om trapez i deres grupper
 - b. Eleverne undersøger figuren i grupperne
 - c. Læreren aftaler med én/to elevpar, at deres besvarelse kan gennemgås på klassen og at de skal forsøge at stå for det. Aftalen er, at de fortæller om deres hypoteser, undersøgelser af disse og deres resultater/fund. De må gerne spørge ind til, om klassen har gjort det samme/anderledes.
9. Elevstyret gennemgang og diskussion (20 min)
 - a. Læreren bringer første par elever i spil til gennemgang af rektanglet og parallelogrammet.
 - b. Læreren deltager let stilladserende i diskussionen afhængig af dens natur/flow.
 - c. Andet par elever bringes i spil til gennemgang på samme vis af trapezet.
10. Afrunding (5 min)
 - a. Opsummering af dagens program og de tilhørende mål
 - b. Hvordan var denne undervisningsgang sammenlignet med den sidste undervisningsgang med trekanter.

Bilag 2 – Observationskema 1

Klasse: 6.b Observatørnavn: Andreas Larsen & Kresten Gleerup

Dato: 20/02-2023

Introduktion og indledning af opgave	<p>Hvordan foregår det?</p> <p>Hvordan reagerer eleverne?</p> <p>Læreren gennemgår program og mål. Læreren spørger ind til elevernes erfaringer, hvor én elev bl.a. siger: “Vi har næsten ikke prøvet det før”.</p> <p>Eleverne har negative associationer til programmet, baseret på “årh”-lyde og endnu et citat: “det er så dårligt...” Vi hørte ingen positive kommentarer på programmet.</p>
Øvelse	<p>Hvordan går det? Hvordan reagerer eleverne?</p> <p>Hvad hører vi af interessante udsagn?</p> <p>Tegn på at eleverne deltager:</p> <p>Tegn på at eleverne ikke deltager:</p> <p>Eleverne starter programmet op og forsøger sig frem med konstruktion af figurerne vha. primært punkter og linjer, hvor færre bruger polygonværktøjet. Men ingen brug af “regulær polygon-værktøjet”. Men trekkanterne og i særlig grad den ligebenede trekant var svær og de fleste var tilfredse med en “det er tæt nok på og nu er jeg tilfreds”.</p>
Fælles diskussion og afrunding	<p>Hvordan ser vi eleverne bruge funktionerne?</p> <p>Hvad hører vi af interessante udsagn?</p> <p>Hvordan reagerer eleverne?</p> <p>Eleverne gav alle udtryk for, at det havde været nemmere at lave på papir, at det var svært at lave i programmet. Eleverne udtrykte også frustration ved, at de ikke vidste hvordan de skulle bruge programmet korrekt f.eks. når de skulle lave en firkant med specifikke mål. Dog var der få elever, der verbalt anerkendte det smarte ved “regulær polygon-værktøjet”, da det blev vist, og de få elever synes det var nemmere og de synes også det var sjovere at lave i programmet fremfor i hånden.</p>

Bilag 3 – Interviewguide

SPØRGSMÅL, der skal stilles. Interviewer er velkommen til at spørge uddybende ind til alle spørgsmål.
Hej, kan du fortælle mig lidt om din oplevelse med at bruge GeoGebra i matematikundervisningen generelt?
Kan du prøve at fortælle lidt om hvordan første undervisningsgang var, hvor I skulle sidde og lave forskellige figurer fra tavlen?
Kan du fortælle mig lidt om din oplevelse med den undervisning vi har haft de sidste par gange i GeoGebra?
Hvordan var det at bruge "måling" og "dragging" i en undersøgelse for at opdage sammenhænge og egenskaber ved de forskellige figurer?
Hvad synes du om ideen med at bruge GeoGebra til at undersøge geometriske figurer på den her måde?
Hvordan synes du det var ift. at arbejde med at tegne figurer på papir?
Er der noget, du synes, der kunne have været gjort anderledes eller bedre ift. at bruge GeoGebra?
Hvordan var det at skulle undersøge figurerne, som I blev bedt om?
Kan du fortælle lidt om, hvordan det er at bruge GeoGebra nu ift. den første undervisning med os?

Bilag 4 – Transskription af interviews

Elev 1:

Lærer: Hej, kan du fortælle mig lidt om din oplevelse med at bruge GeoGebra i matematikundervisningen generelt?

Elev: Ja det kan jeg godt. Vi har ikke arbejdet så meget i det endnu, og det er stadig lidt svært, men det er sjovt at bruge computeren til matematik.

Lærer: Kan du prøve at fortælle lidt, om hvordan første undervisningsgang var, hvor I skulle sidde og lave forskellige figurer fra tavlen?

Elev: Øhm. Ja. Altså det var sjovt nok at prøve at lave figurerne på computeren, men det var også svært.

Lærer: Okay, hvad var det du synes var svært?

Elev: Det var svært at lave figurerne præcis, som de var på tavlen, og det var lidt forvirrende at bruge GeoGebra. Der var lidt for mange muligheder, og jeg vidste ikke, hvad jeg skulle bruge.

Lærer: Okay. Kan du fortælle mig lidt om din oplevelse med den undervisning, vi har haft de sidste par gange i GeoGebra?

Elev: Ja, det var egentlig ret sjovt at bruge programmet til at lave trekanter og firkanter. Det var lidt svært i starten, men det blev nemmere jo flere figurer, vi fik lov til at lave. Jeg synes også, det blev nemmere, efter du havde vist os, hvordan man skulle gøre det.

Lærer: Det var godt. Hvordan var det at bruge "måling" og "dragging" i en undersøgelse for at opdage sammenhænge og egenskaber ved de forskellige figurer?

Elev: Det var ret sjovt at prøve at trække i figurerne, og se hvad der skete.

Lærer: Okay, jamen hvad var det, der f.eks. skete?

Elev: Øhm ja. Altså da vi skulle lave trekanter kunne jeg se, at den ligesidede trekant altid havde lige lange sider.

Lærer: Okay interessant. Hvordan kunne du se det?

Elev: Jamen jeg kunne se længderne på siderne, som vi havde fået vist. Og så når jeg f.eks. træk et hjørne, så ændrede alle sidelængderne sig. Øhm... Og så snakkede vi om, at det må gælde for alle.

Lærer: Jo lige præcis. Var det noget du vidste i forvejen?

Elev: Nææ, det vidste jeg ikke før.

Lærer: Spændende. Opdagede du og dine kammerater andre ting ved den ligesidede trekant?

Elev: Øhm... ja vinklerne var altid 60 grader, og de ændrede sig ikke. Og vi snakkede også om, at når vi gjorde siderne længere, så blev både arealet og omkredsen større.

Lærer: Ja det er rigtigt. Godt husket. Hvad synes du så om ideen med at bruge GeoGebra til at undersøge geometriske figurer på den her måde?

Elev: Jeg synes, det er en god ide, fordi det er sjovere at lære på den måde. Man kunne hurtigt se, når der var noget, der gjaldt for alle. F.eks. det med vinklerne.

Lærer: Det har du ret i. Hvordan synes du det var ift. at arbejde med at tegne figurer på papir?

Elev: Det er meget anderledes end at se på figurer i en bog og tegne dem selv. Det er også nemt nok at tegne nogle figurer selv, men så kan jeg ikke ændre i dem så nemt.

Lærer: Ja det er rigtig nok. Er der noget, du synes, der kunne have været gjort anderledes eller bedre ift. at bruge GeoGebra?

Elev: Nej, jeg synes det var fint nok.

Lærer: Så synes du, vi skulle gøre på præcis samme måde?

Elev: Øhm. Nej altså, vi snakkede lidt om i slutningen af timen med trekanter, at det var svært at følge med, når du viste, hvordan vi lavede flere figurer i træk, men det blev også bedre, da vi arbejdede med firkanter.

Lærer: Ja, der ændrede vi lidt. Hvordan var det at skulle undersøge figurerne, som I blev bedt om?

Elev: Det var okay. Det var lidt svært i starten at finde ud af, hvad I gerne ville have os til, og hvad vi skulle se.

Lærer: Ja, det skulle vi lige forklare en ekstra gang kan jeg godt huske. Hvordan synes du det var, da vi efter jeres undersøgelse lavede en fælles diskussion i klassen, hvor I selv skulle fortælle, hvordan I havde arbejdet med undersøgelsen, og hvad I fandt frem til?

Elev: Det var fint nok.

Lærer: Okay, så du havde det fint med at fortælle, om hvordan I undersøgte jeres figurer, og hvad I fandt frem til?

Elev: Det var fint at fortælle hvordan vi havde lavet de forskellige figurer, men det var lidt sværere at fortælle sådan, hvad vi fandt frem til, fordi jeg ikke helt vidste, hvad jeg skulle sige og sådan noget.

(...)

Elev 2:

Lærer: Hej, kan du fortælle mig lidt om din oplevelse med at bruge GeoGebra i matematikundervisningen generelt?

Elev: Jeg ved ikke rigtig. Det er lidt svært.

Lærer: Okay, hvad er det du synes der er svært?

Elev: Det er bare et lidt svært program, der er mange ting man kan gøre og det er lidt forvirrende.

Lærer: Ja okay. Kan du prøve at fortælle lidt om, hvordan første undervisningsgang var, hvor I skulle sidde og lave forskellige figurer fra tavlen?

Elev: Det var svært synes jeg. Jeg har vidste ikke rigtigt hvad vi skulle lave eller, hvordan jeg brugte GeoGebra. Så jeg prøvede bare noget forskelligt.

Lærer: Ja okay. Hvordan var det, da vi skulle gennemgå til sidst i den første lektion? Da vi skulle prøve at sige, hvordan man havde lavet sine figurer?

Elev: Hmm, ja altså, det var vel fint nok, men jeg var nok ikke så opmærksom der.

Lærer: Nej okay, hvorfor tror du ikke du var det?

Elev: Det havde bare været lidt svært det hele, og var blevet træt. Du sagde jo også, at du ville vise os den bedste metode alligevel, så ventede bare på den.

Lærer: Ja okay, jamen det kan jeg egentlig godt forstå. Men hvordan var det, da jeg viste jeg på tavlen, hvordan man skulle arbejde med programmet?

Elev: Det gjorde det lidt nemmere, for der var stadig meget, vi skulle huske og det var svært når vi ikke havde vores egen computer, hvor vi kunne gøre det samme.

Lærer: Okay, det kan jeg godt forstå. Kan du fortælle mig lidt om din oplevelse med den undervisning vi har haft de sidste par gange i GeoGebra?

Elev: Vi arbejdede med at lave firkanter.

Lærer: Ja, at konstruere firkanter i GeoGebra. Skulle vi mere end det?

Elev: Øhm....ja vi skulle undersøge dem?

Lærer: Ja det er rigtigt, hvordan var det at bruge "måling" og "dragging" i en undersøgelse for at opdage sammenhænge og egenskaber ved de forskellige figurer?

Elev: Øhm, det ved jeg ikke lige.

(...)

Lærer: Kan du huske i kvadratet f.eks.? Ændrede vinklerne sig der?

Elev: Øhm...nej. Er det ikke noget med, at de altid er rette der?

Lærer: Jo det er rigtigt. Og det var det samme i rektanglet. Og så lavede I en trapez, hvordan var vinklerne der?

Elev: Øhm... de var forskellige næsten hele tiden.

Lærer: Og ændrede de sig når du trak i figuren?

Elev: Ja, det gjorde de vist nok.

Lærer: Okay, så du kan godt huske lidt om undersøgelsen. Hvad synes du om ideen med at bruge GeoGebra til at undersøge geometriske figurer på den her måde?

Elev: Det var svært. Jeg kunne godt trække i dem, men det er svært at vide, hvad jeg skal skrive om det.

Lærer: Ja okay. Er det også lidt svært fordi programmet er svært? Hvordan synes du det var ift. at arbejde med at tegne figurer på papir?

Elev: Ja, Jeg bruger meget tid på at finde ud af programmet, og det er nemmere og hurtigere for mig på pair.

Lærer: Det er også helt i orden at have det sådan. Kunne vi lave de samme undersøgelser på papir?

Elev: Øhm....nej det tror jeg ikke. Man kan ikke trække i firkanten på papiret jo.

Lærer: Nej det er rigtigt, så kan du så se fordele i at bruge programmet nogle gange?

Elev: Ja, hvis vi skal trække i de figurer vi laver, så er det selvfølgelig smartere der.

Lærer: Ja det har du ret i. Er der noget, du synes, der kunne have været gjort anderledes eller bedre ift. at bruge GeoGebra?

Elev: Ja måske hvis vi kunne snakke om de i mindre grupper. Det gør vi nogle gange i andre fag, hvor vi først snakker i små grupper og så efter snakke vi sammen i hele klassen.

Lærer: Okay, så hvis vi nu skulle gøre det igen, så synes du det ville være nemmere, hvis I fik lov til at snakke om jeres undersøgelser i mindre grupper først?

Elev: Ja det tror jeg ville være nemmere.

Lærer: Hvordan var det at skulle undersøge figurerne, som I blev bedt om?

Elev: Det var okay, men også lidt svært.

Lærer: Hvad synes du var svært?

Elev: Det var svært at bruge programmet, men da du viste mig hvordan man gjorde blev det lidt nemmere.

Lærer: Hvordan synes du det var, da vi efter jeres undersøgelse lavede en fælles diskussion i klassen, hvor I selv skulle fortælle, hvordan I havde arbejdet med undersøgelsen og hvad I fandt frem til?

Elev: Det synes jeg ikke var så fedt, fordi jeg synes, det var svært at arbejde med det, og jeg vidste ikke helt hvad jeg skulle sige.

Lærer: Okay, synes du så det er bedre eller nemmere ikke at deltage i klasses Diskussionen og så bare lytte til hvad de andre siger?

Elev: Ja, så er det nemmere ikke at sige noget og bare lytte.

Lærer: Okay ja. Hvad kunne vi gøre for at gøre det lettere for dig at arbejde med GeoGebra i matematikundervisningen?

Elev: Måske kunne vi starte med at arbejde mere med at lave figurer i programmet, så jeg kan lære at bruge det bedre, inden vi begynder at undersøge.

Lærer: Ja det giver god mening. Kan du fortælle lidt om, hvordan det er at bruge GeoGebra nu ift. den første undervisning med os?

Elev: Ja, det er da lidt nemmere nu synes jeg.

Lærer: Det var da godt. Mange tak for din tid.

Elev: Det var så lidt, er der pause nu så?

Bilag 5 – Observationskema 2

Klasse: 6.b **Observatørnavn:** Andreas Larsen & Kresten Gleerup

Dato: 27/02-2023

Teknisk demonstration	<p>Hvordan foregår det?</p> <p>Hvordan reagerer eleverne?</p> <p>Tegn på at eleverne deltager:</p> <p>Tegn på at eleverne mister fokus:</p> <p>I starten af undervisningen sidder eleverne udelukkende og lytter, dog bliver de senere i den tekniske demonstration inddraget. Størstedelen af eleverne virke interesseret gennem hele den tekniske demonstration men endnu mere ved elevinddragelse. De resterende elever falder hen og har svært ved at holde fokus. Tegn på at eleverne deltager: anerkendende nik, spørgsmål, deltager aktivt mht. Inddragelse, spørgsmål og faglige kommentarer. Tegn på at elever mister fokus: lukkede øjne, ligger på bordet, ikke daglig snak, tegner på hinanden, driller hinanden. Det er svært at vurdere hastigheden på gennemgangen. Nogle elever virker til at være med, mens andre er stille og svarer ikke om de har behov for at se det igen.</p>
Konstruktionen af figurerne	<p>Hvordan går det? Hvordan reagerer eleverne?</p> <p>Hvad hører vi af interessante udsagn?</p> <p>Tegn på at eleverne deltager:</p> <p>Tegn på at eleverne ikke deltager:</p> <p>Alle elever påbegynder opgaven, dog er der noget af det gennemgået, som er gået tabt hos de elever, som ikke fulgte med, hvilket man kan se ved at eleverne ikke laver de viste figurer korrekt. Generelt stor deltagelse hos eleverne og de arbejder godt og stiller en del faglige spørgsmål. Dog var der også elever, som udtrykte, at det var umuligt at konstruere og undersøge trekanterne. Nogle af de interessante udsagn: “vinkelsummen vil altid være det samme”. De resterende udsagn kan ses i nedenstående rubrik. Tegn på, at eleverne deltager: arbejder på computeren i det korrekte program, faglig snak. Tegn på, at eleverne</p>

	<p>ikke deltager: sidder og laver andre ting på computeren, tegner på hinanden.</p>
<p>Øvelsen med Dragging og Måling</p>	<p>Hvordan ser vi eleverne bruge funktionerne? Hvad hører vi af interessante udsagn? Hvordan reagerer eleverne?</p> <p>Eleverne bruger dragging og måling, hvor de bl.a. hiver i punkterne samtidig med, at de holder øje med hvad der sker med længderne og vinklerne. Nogle elever har svært ved at forstå hvad de skal undersøge og har brug for yderligere rammesætning med evt. nøgleord.</p> <p>Interessante udsagn: “man kan se, at når sidelængerne bliver større så bliver omkreds og areal også større og omvendt og det gælder for alle trekanter” “arealet bliver mindre når siderne bliver mindre” “i en ligesidet trekant er alle vinklerne de samme” “I en retvinklet trekant vil den ene vinkel hele tiden være 90 grader” “i en ligesidet trekant er længderne på siderne altid de samme”. Generelt arbejde eleverne godt og er begejstret og bruger de kommandoer som vist og der er generelt en faglig summen i klasselokalet.</p>
<p>Fælles diskussion</p>	<p>Hvad siges der af interessante pointer? Hvor mange elever deltager? Ikke deltager?</p> <p>16 ud af 20 når at deltage i fællesdiskussionen, hvilket vi ser ved, at eleverne f.eks. rækker hånden op og/eller har GeoGebra åbent og kigger aktivt mellem fælles skærm og deres egen.</p> <p>De få der ikke deltager ses have andre ting åbne på pc'en, høres snakke med klassekammerater om ikke matematiske ting mens de tegner eller falder hen og stirre ud ad vinduet.</p> <p>Et par udsagn fra eleverne inkluderer: vinkelsummen vil altid være 180 i alle trekanter, en retvinklet trekant vil altid have en ret vinkel og to spidse vinkler.</p>

Afrunding	<p>Kommentar fra eleverne:</p> <p>Generelle noter</p> <p>Eleverne havde inputs om:</p> <ul style="list-style-type: none">- At det var svært at huske detaljer fra demonstrationen, når de skulle i gang- At det var sjovt at arbejde på computeren- At de gerne ville lave figurerne samtidigt med demonstrationen (hertil anerkendte flere dog, at det kunne være svært at følge med på to skærme)- At man kunne nøjes med en trekant ad gangen i demonstrationen.- At det var svært at undersøge, fordi de ikke helt vidste, hvad det gik ud på, men det hjalp, da læreren havde skrevet "nøgleord" op.- At det var sjovt at arbejde med computeren. <p>Ved hvert input spurgte læreren ind til, hvor mange der var enige, og der var generelt 10-16 enige ud af 20 ved hvert input.</p>
-----------	---

Bilag 6 – Observationskema 3

Klasse: 6.b Observatørnavn: Andreas Larsen & Kresten Gleerup

Dato: 03/03-2023

Fælles faglig demonstration	Hvordan foregår det? Hvordan reagerer eleverne? Interessante udsagn? Efter intro med opsummering af fagbegreber, plan og mål går Kresten i gang med fælles faglig demonstration. Han sidder med PC tilkoblet til fællesskærm med hovedet vendt mod klassen. Spørger under demonstrationen om relevante inputs til figurkonstruktionen af et kvadrat. Inddrager inputs og tilføjer selv relevante fagbegreber og matematiserer deres udsagn. Kresten demonstrerer, igen med elevinputs, en undersøgelse med ”dragging” af punkterne i kvadratet og skriver op for at eksemplificere, hvordan eleverne senere skal lave deres egne undersøgelser af andre firkanter. Der blev noteret følgende på tavlen: <ul style="list-style-type: none">- Når vi trækker i kvadratets hjørner, kan vi se, at vinklerne altid forbliver 90 grader.- Sidelængderne ændrer sig og kan blive større eller mindre, men de fire sider er altid lige lange.- Der er to par af parallelle sider. Eleverne byder ind og stiller spørgsmål mens andre følger med i stilhed. Nogle elever virker forvirrede over rækkefølgen på opgaverne og siger bl.a. ”Hvad skal vi nu?” + ”Skal jeg gøre det samme som dig?”
Øvelsen med “dragging”	Hvordan ser vi eleverne bruge funktionerne? Interessante udsagn? Eleverne bedes om at arbejde i brodgrupper og opstille hypoteser om firkanterne. Eleverne har varierede evner i GeoGebra. Nogle kæmper med rektanglet og andre begynder både konstruktion og undersøgelse af

	<p>parallelogrammer og trapezer (kun én elev for den sidste).</p> <p>Få elever er grundige og benytter fagbegreber, mens andre stadig har svært ved at sætte ord på det relevante når de trækker i figurerne.</p> <p>Vi hører både: ”Er det bare det?” + ”Det er jo easy.” + ”Jeg ved ikke hvad jeg skal...” + ”Jeg forstår det ikke helt.” + ”Rektangler bliver ved med at have fire rette vinkler.” + ”Hvad er det nu vinkelsum er?” + ”Nårh, vinkelsummen er jo altid 360 grader så.” + ”Siderne overfor hinanden er parallelle hele tiden” + ”Siderne her er ikke parallelle” (den sidste om et trapez)</p>
<p>Elevstyret gennemgang og diskussion</p>	<p>Hvilke elever?</p> <p>Hvordan går de til opgaven? Hvor meget er de blevet stilladseret? I hvor høj grad er det nødvendigt for læreren at holde diskussionen i gang?</p> <p>To elever forklarer og viser med deres computer tilkoblet til fællesskærm om deres undersøgelse af et rektangel. De benytter fagbegreber til at argumentere for deres undersøgelser, men Kresten må løbende stille faciliterende/stilladserende spørgsmål for at bevare fokus på fagbegreberne. De viser, hvordan de kan trække i figuren, der hele tiden bevarer sine egenskaber.</p> <p>To andre elever viser det samme med en trapez. Processen er den samme med stilladserende spørgsmål fra Kresten.</p>
<p>Afrunding / feedback</p>	<p>Interessante pointer?</p> <p>Stadig svært at følge med når læreren demonstrerer. Nogle foretrækker helt små bidder ad gangen imens de selv kan lave figurerne undervejs.</p> <p>Men et par elever nævner også, at det så vil gå for langsomt. En elev siger bl.a.: ”Stadig brug for instruktion, men ikke tre gange af den samme” og Kresten anerkender, at eleverne jo arbejder i forskellig hastighed i programmet, hvilket er okay. Den elev + et par andre udtrykker interesse for, at instruktionerne kunne være på skrift eller på video.</p> <p>Et klart flertal, 17/19, synes dog det var nemmere i dag sammenlignet med sidst.</p>

	<p>Eleverne havde svært ved at se pointen med den elevstyrede gennemgang, men de fleste nikkede dog forstående, da Kresten pointerede, at det var en god øvelse for de elever, som skulle styre showet.</p>
--	---

Bilag 7 – Observationskema 4

Klasse: 6.b **Observatørnavn:** Andreas Larsen & Kresten Gleerup

Dato: 07/03

<p>Opstart med reminder om video set hjemmefra</p>	<p>Hvordan foregår det?</p> <p>Hvordan reagerer eleverne? Interessante udsagn?</p> <p>Kun fire elever har set videoen hjemmefra som ellers var lektier. Der følger nogle typisk “dårlige undskyldninger” som: “Det var ikke et direkte link” + “Jeg glemte det altså” + “Jeg har haft travlt”</p> <p>Kresten fortæller det er frustrerende. Videoen ses fælles. Den varer lidt over 8 min. Eleverne er stille, men få kigger ikke på skærmen hele tiden. Enkelte forsøger at skabe øjenkontakt med de andre og et par lukker øjnene.</p> <p>Efter videoen spørges der om, hvad eleverne synes om det. Et par elever nævner, at den var fin, mens en anden kommenterer, at den var ret lang og kedelig, hvilket et par elever nikker til.</p> <p>En sidste siger, at GeoGebra stadig bare er svært.</p>
<p>Opgavearbejde i grupper</p>	<p>Hvordan ser vi grupperne arbejde? Bruger de video-instruktionen løbende?</p> <p>Hvor meget stilladserer læreren undervejs? Hvordan?</p> <p>3 ud af 6 grupper arbejder uden for lokalet.</p> <p>Grupperne går i gang med opgavesættet i varierende tempo. Grupperne har <u>ikke</u> åbnet videoen selv til hjælp før læreren nævner det. 4 ud af 6 grupper virker relativt engagerede og kommer til læreren for hjælp, når de møder udfordringer, mens de to sidste grupper falder i ikke faglig snak, indtil læreren kommer og sætter dem i gang igen.</p> <p>Hører en elev sige: “Det er fint med opgaverne på den her måde, så vi bare kan arbejde videre” mens en anden siger: “Opgaverne er lidt svære</p>

	<p>at forstå og det er svært at bruge programmet.” en tredje siger “men videoen er jo alt for lang til at finde det, vi skal i den.”</p> <p>Kun én gruppe når alle opgaver. Kresten siger, det var meningen, de skulle have haft 15 min mere.</p>
Elevbesvarelse til diskussion	<p>Hvordan reagerer eleverne når deres løsningsforslag tages op i plenum?</p> <p>Hvordan reagerer de andre elever?</p> <p>Deltager eleverne i diskussionen eller er det primært læreren?</p> <p>Op til 10 elever har hånden oppe ad gangen med bud på svar.</p> <p>Kun 3 rækker ikke hånden op, da der spørges om, hvem der kom i mål med at konstruere de to typer af cirkler.</p> <p>I den sidste tredjedel af opgaverne er det primært én gruppes medlemmer som rækker hånden op. Et par kommentarer fortæller os, at de fleste ikke er nået så langt og ikke føler sig sikre på sine resultater.</p>
Evaluerings	<p>Interessante pointer?</p> <p>“Videoen var for lang og svær at følge med i.”</p> <p>“Man kunne ikke huske de enkelte dele fra hinanden i videoen. Der var for meget information”</p> <p>“Det var godt at komme i grupper, så man bare kunne arbejde derudaf. Det fungerede fint at kunne bruge både videoen og læreren til hjælp.”</p> <p>“Videoen og opgaverne var faktisk fine nok, men GeoGebra er stadig bare svært”</p> <p>Læreren spurgte til sidst eleverne, hvad de nu tænkte GeoGebra trods alt var smart til i skolen og i matematik. Der kom svar som: “Det er altså stadig bare svært og besværligt at bruge”, “Altså det er ret hurtigt at lave figurer når man først har lært det.” & “Det er jo smart nok man kan trække i dem og se mange figurer hurtigt.” & “Hmm... Vi har jo lavet undersøgelser, og det havde nok været svært at lave de samme på papir og blyant” Læreren spurgte hver gang, hvor mange der var enige i udsagnene, og der var 13-15 enige ved de tre sidste og 4 ved det første udsagn.</p>