

Examensarbete i Matematik och lärande
15 högskolepoäng, avancerad nivå

**Programmeringens påverkan på elevers
attityder och relationella förståelse i
matematikundervisningen**

*The impact of programming on students' attitudes and relational
understanding in mathematics education*

Tova Alemo
Misha Izadi-shad

Förord

Först och främst vill vi tacka vår handledare Lisa Björklund Boistrup för allt stöd, vägledning och engagemang för vårt examensarbete, likaså vår handledningsgrupp. Vi vill även tacka eleverna och läraren som deltog i vår undersökning.

Vi vill dessutom påpeka att vi arbetat tillsammans under samtliga delar av examensarbetet och stöttat varandra från början till slutet.

Abstrakt

Under året 2017 infördes programmering i matematikundervisningen på gymnasiet, men fortfarande har flera matematiklärare bristande didaktiska kompetenser inom programmering. Syftet med det här examensarbetet är att öka förståelsen för programmeringens påverkan på elevers attityder och relationella förståelse i matematiken för att därmed bidra med didaktiska kunskaper. Tidigare forskning visar att det finns flera studier som pekar på en positiv påverkan på elevers förståelse och attityder gentemot matematik kopplat till programmering. Däremot råder det en brist på studier som undersöker fördjupat hur elever påverkas, samt det finns inte många sådana studier i Sverige som lyfter fram elevperspektivet på området. Denna fallstudie undersöker hur elever påverkas av en programmeringsworkshop i sin matematikundervisning. Den insamlade datan består av för- och efterenkäter, elevobservationer under workshopen, samt en lärarintervju. Resultatet pekar på att det finns en flersidig och komplex bild av påverkan, men att elevers relationella förståelse och särskilt attityder påverkas främst positivt av programmering. Resultatet bidrar även med kunskaper om hur elever påverkas av lärarens val av hur programmering används i matematikundervisningen.

Nyckelord: attityder, elever, gymnasieskola, instrumentell förståelse, intresse, matematik, matematikdidaktik, nöje, programmering, relationell förståelse, självförmåga, värdefullhet.

Innehållsförteckning

Förord	1
Abstrakt	2
Innehållsförteckning	3
1. Inledning	5
1.1 Problemområde	5
1.2 Syfte och frågeställningar	6
2. Teoretiska perspektiv	7
2.1 Relationell och instrumentell förståelse	7
2.1.1 Relationell förståelse	7
2.1.2 Instrumentell förståelse	8
2.2 Attityder	8
3. Tidigare forskning	10
3.1 Relationell förståelse och attityder	10
3.3 Programmering och relationell förståelse	12
3.4 Svensk forskning	14
3.5 Tidigare forsknings relevans för denna studie	15
4. Metod	16
4.1 Metoder	16
4.2 Deltagare	17
4.3 Genomförande	17
4.3.1 Observationer	18
4.3.2 Enkäter	18
4.3.3. Intervju	20
4.4 Analysmetod	21
4.5 Tillförlitlighet	23
4.6 Forskningsetiskt resonemang	24
5. Resultat och analys	25

5.1 Hur kan elevers relationella förståelse påverkas då programmering används i matematikundervisningen?	25
5.1.1 Workshop	26
5.1.2 Enkät	27
5.1.3 Intervju	29
5.1.4 Kristalliserade resultat för forskningsfråga 1	30
5.2 Hur kan elevers attityder gentemot matematik påverkas då programmering används i matematikundervisningen?	32
5.2.1 Workshop	33
5.2.2 Enkäter	35
5.2.3 Intervju	38
5.2.4 Kristalliserade resultat för forskningsfråga 2	40
6. Diskussion	44
6.1 Hur kan elevers relationella förståelse påverkas då programmering används i matematikundervisningen?	44
6.2 Hur kan elevers attityder gentemot matematik påverkas då programmering används i matematikundervisningen?	45
6.3 Metoddiskussion	47
6.4 Slutsatser för lärarprofessionen	48
6.5 Förslag till vidare forskning	49
7. Referenser	51
8. Bilagor	55
8.1 Bilaga 1 - Instruktioner till workshop (dokument)	55
8.2 Bilaga 2 - Instruktioner till workshopen (kod)	56
8.3 Bilaga 3 - Enkät före	57
8.4 Bilaga 4 - Enkät efter	60
8.5 Bilaga 5 - Intervjuguide	63
8.6 Bilaga 6 - Samtyckesblankett lärare	64
8.7 Bilaga 7 - Samtyckesblankett elev	66

1. Inledning

År 2017 beslutade regeringen att införa programmering i matematikämnet på gymnasiet. Sedan dess har dess roll i läroplanen minskat (Skolverket, 2022a) och hittas numera främst i matematik 3b, 3c, 4 och 5 där det står i det centrala innehållet att programmering ska användas som ett verktyg (Skolverket, 2022b). Programmeringen kan även hittas i matematik 1c och 2c, men används då snarare som ett exempel på ett verktyg för att lösa matematiska problem.

1.1 Problemområde

Under de senaste åren har ett flertal studier genomförts vilka syftade till att undersöka hur elevers utveckling i matematik påverkas av programmering (Rich et al., 2014). Denna påverkan har varit positiv enligt studiernas resultat, det vill säga programmeringen har ökat elevernas prestationer, men det saknas kunskap kring varför den varit positiv. En möjlig anledning till detta som diskuteras av författarna är att programmering verkar förbättra elevers attityder gentemot matematik, som flera studier visat på (Rich et al., 2014; Sáez-López et al., 2019; Kilhamn et al., 2021).

Det finns forskning (Schettino, 2016) som visar att arbetssätt som baseras på relationell förståelse har en positiv påverkan på attityder såsom intresse, nöje och självsäkerhet. Relationell och instrumentell förståelse (Skemp, 1976) är en kategorisering som kan användas för att avgöra och rangordna kunskaper i matematik (Holmes, 2012). Exempel på dessa arbetssätt är sådana där digitala verktyg används, som forskning (Yuan, 2009) pekar på har en särskilt positiv påverkan på elevers attityder. En annan anledning till den ökade prestationen kan alltså vara att programmering är ett arbetssätt som utvecklar elevers relationella förståelse vilket i sin tur förbättrar elevernas attityder gentemot matematiken, samtidigt som forskning börjat röra vid hur attityderna kan vara en möjlig förklaring till prestationsskillnaden då programmering används i undervisningen (Rich et al., 2014).

Enligt Kilhamn och Rolandsson (2021) behärskar de flesta matematiklärare inte programmering och har svårigheter på grund av bristande förkunskaper med att till exempel kunna avgöra när programmering är användbart och hur det kan integreras så

det gynnar matematikundervisningen. Det behövs därmed en djupare förståelse för hur programmering påverkar elevers prestationer i matematikämnet, för att bidra lärare med didaktiska kunskaper. En fördjupad förståelse för programmeringens påverkan kan sedan eventuellt användas i professionen för att komma fram till programmeringsbaserade arbetssätt som gynnar matematiklärandet.

1.2 Syfte och frågeställningar

Syftet med studien är att bidra med en djupare förståelse av programmeringens roll i matematikundervisningen med fokus på dess påverkan på elever. Med en ökad kunskap om området kan lärarprofessionen eventuellt få förståelse för hur samt på vilket sätt elevers relationella förståelse och attityder gentemot matematiken kan påverkas då programmering används som ett verktyg i matematikundervisningen. Utifrån detta har följande frågeställningar formulerats:

1. Hur kan elevers relationella förståelse påverkas då programmering används i matematikundervisningen?
2. Hur kan elevers attityder gentemot matematik påverkas då programmering används i matematikundervisningen?

2. Teoretiska perspektiv

Till frågeställningen om elevers relationella förståelse används Skemps (1976, 1987, 1993) kategorisering av relationell förståelse och instrumentell förståelse och vad det innebär inom matematiken. Attityderna mot matematiken som detta arbete fokuserar på är självförmåga, intresse, nöje samt värdefullhet, vilket är samma attityder som används av Seebut et al. (2022). Samtliga ramverk används under arbetet och analysen för att undersöka vilken påverkan programmering i matematikundervisningen har på elevers relationella förståelse och attityder gentemot matematiken.

2.1 Relationell och instrumentell förståelse

Holmes (2012) beskriver ett flertal ramverk för att analysera matematikkunskaper. En av dessa baseras på Skemps (1976, 1987) begrepp relationell och instrumentell förståelse. Dessa begrepp används i detta arbete för att analysera hur elevers matematiska förståelse förändras. Nedan följer en beskrivning av begreppens innebörd och dess koppling till ramverket som användes för att undersöka elevers relationella förståelse.

2.1.1 Relationell förståelse

Skemp (1976, 1987) beskriver den relationella förståelsen som en konceptuell förståelse som kräver en mer djupgående uppfattning om ett specifikt ämne. Det som utmärker den relationella förståelsen är att kunskap och olika koncept om ett ämne struktureras och kopplas samman till en helhet, vilket kan vara till fördel för att lösa problem. Vid relationell förståelse går det att applicera kunskap och procedurer till mer generella matematiska problem. Relationell förståelse kan enligt Skemp (1993) delas upp i tre olika kategorier av matematiska problem, som ökar i komplexitet stegvis för varje kategori:

1. *Problem i tillämpad matematik*: Textuppgifter som kräver att matematiska modeller konstrueras med hjälp av tidigare kunskaper.
2. *Renodlade matematiska problem*: Problem som inte är av procedurell karaktär, men som går att lösa med tidigare matematiska kunskaper.

3. *Abstrakta problem*: Problem som skapar ny kunskap.

Dessa nivåer, tillsammans med instrumentell förståelse, används främst för att utforma matematiska uppgifter för att avgöra hur djup förståelse eleverna har.

2.1.2 Instrumentell förståelse

Till motsats till den relationella förståelsen så är instrumentell förståelse inte konceptuell (Skemp, 1976, 1987). Innebörden av instrumentell förståelse är att den endast innefattar memorering av kunskap och hantering av procedurer. Däremot finns det ingen bakomliggande förståelse för kunskapen, begreppen eller procedurerna, vilket kan resultera i att ett korrekt svar fås snabbare än då relationell förståelse används. Eftersom instrumentell förståelse applicerar procedurer på problem utan någon bakomliggande förståelse, kan instrumentell förståelse eventuellt orsaka missuppfattningar.

2.2 Attityder

Flera studier har genomförts som undersökt elevers attityder inom programmering med olika perspektiv (Psycharis & Kallia, 2017; Rich et al., 2014; Sáez-López et al., 2019; Seebut et al., 2022). En av de få studier som genomförts på en gymnasial nivå är Seebut et al. (2022). Studien undersökte 28 gymnasieelevers attityder till integrerad programmering i matematikundervisningen med hjälp av enkäter, baserat på fyra olika kategorier: *självförmåga*, *intresse*, *nöje* och *värdefullhet*. För att kunna jämföra detta arbetes resultat med denna studie, användes dessa kategorier även i detta arbete. Nedan presenteras definitionerna av begreppen i matematikundervisning.

- *Självförmåga*: I matematiken definieras självförmåga som “a situational specific assessment of an individual's confidence in her or his ability to successfully perform or accomplish a particular [mathematics] task or problem” (Hackett & Betz, 1989, s. 262). Självförmåga innebär alltså en persons självförtroende att lösa matematiska problem.
- *Intresse*: Hidi och Renninger (2006) definierar intresse som en motiverande variabel som handlar om elevers benägenhet att sysselsätta sig med ett visst innehåll, i detta fall matematikinnehållet. De delar upp intresse i två olika

kategorier - situationellt och individuellt intresse, där situationellt intresse handlar om ett engagemang som dyker upp i en viss situation som sedan kan försvinna. Individuellt intresse innebär snarare ett långsiktigt engagemang som inte behöver stimuleras för att det ska uppkomma. I denna studie kommer fokus att ligga på det sistnämnda.

- *Nöje*: Begreppet nöje innebär enligt Pekrun (2006) att det finns positiva känslor mot matematiken och att elever inte känner sig uttråkade. Pekrun beskriver dessutom att positiva känslor gentemot lärande kan ha en motiverande effekt, “Activating positive emotions, such as enjoyment of learning, are assumed to strengthen intrinsic and extrinsic motivation, and deactivating negative emotions, such as boredom and hopelessness, are held to be detrimental” (s. 326).
- *Värdefullhet*: Med värdefullhet menas elevers uppfattning om matematikinnehållet, det vill säga om eleverna vill göra något samt varför de vill göra det, enligt Eccles et al. (1998). Denna kategori innehåller flera aspekter (Eccles et al., 1983) som avgränsas i detta arbete till användbarhet samt ansträngning för att inte överlappa med ovanstående punkter.

3. Tidigare forskning

Nedan sammanställs forskning som tidigare gjorts om programmering samt relationell förståelse och attityder gentemot matematik. Inga studier hittades som behandlade alla tre områden, men de relevanta studier som presenteras är inom områdena: relationell förståelse och attityder i matematikundervisningen, programmering och attityder, programmering och relationell förståelse samt svensk forskning inom området. Även om detta arbete är inriktat mot gymnasieelever så lyfts även studier gjorda på yngre elever då det finns få relevanta studier utförda på gymnasieelever.

3.1 Relationell förståelse och attityder

Flertalet studier undersöker om det finns en koppling mellan undervisning baserad på relationell förståelse och attityder i matematikundervisningen (Pesek & Kirshner, 2000; Schettino, 2016; Yuan, 2009). En studie av Street et al. (2022) undersöker däremot om det finns någon koppling mellan lösta matematikuppgifters svårighetsgrad och självförmåga samt Wong och Wong (2019) undersöker om det finns ett samband mellan elevers attityder och prestationer i matematiken.

Resultatet som Schettino (2016) kom fram till var att elevers attityder såsom intresse, engagemang och nöje påverkas positivt då undervisning präglad av relationell förståelse används. Likaså kom Pesek och Kirshner (2000) fram till att elever har positiva attityder till relationellt lärande, främst i form av nöje. Trots att båda studierna visade på positiva attityder mot relationellt lärande, visade Pesek och Kirshner (2000) samtidigt att en elev inte uppskattade relationellt lärande i undervisningen eftersom eleven inte hade någon form av intresse för matematik. Även Yuans (2009) studie kom fram till att relationellt lärande kan påverka elevers attityder positivt gentemot matematik, särskilt deras intresse, men till skillnad från föregående studier användes digitala verktyg i matematikundervisningen i studien. En studie av Street et al. (2022) visade på att det finns en koppling mellan elevers självförmåga och svårighetsgrad av matematikuppgifter i relation med deras tidigare prestationer. Det vill säga att elever som tidigare inte lyckats lösa svårare uppgifter, har fortsatt låg självförmåga när de i framtiden försöker lösa svårare uppgifter. Studien visade på att elever som har godare

självförmåga också i större utsträckning lyckas lösa mer utmanande matematikuppgifter.

Till skillnad från ovanstående studier så visade Wong och Wong (2019) på att det inte finns en tydlig koppling mellan elevers prestationer inom matematik och deras attityder gentemot matematiken, utan att korrelationen endast existerar för elever som är lågpresterande i matematik.

Sammantaget visar det sig att elevers attityder påverkas positivt av relationella inslag i matematikundervisningen och att det uppskattas av elever (Pesek & Kirshner, 2000; Schettino, 2016; Yuan, 2009). En studie som pekar på att det inte finns ett samband mellan relationell förståelse och attityder är Wong och Wong (2019), medan Street et al. (2022) pekar på att det finns en koppling mellan elevers självförmåga och förmåga att lösa svårare uppgifter. Däremot framgår det av Pesek och Kirshner (2000) att elever som saknar intresse för matematik, även saknar intresse för relationell undervisning. Av de presenterade studierna fokuserade endast Yuan (2009) på undervisning med digitala verktyg.

3.2 Programmering och attityder

Det finns flertalet studier som undersöker om programmering påverkar elevers inställning mot matematikundervisningen eller matematikämnet (Psycharis & Kallia, 2017; Rich et al., 2014; Sáez-López et al., 2019; Seebut et al., 2022)

Seebut et al. (2022) kom fram till att elever har positiva attityder gentemot programmering i matematikundervisningen. Författarna undersökte fyra aspekter: självförmåga, intresse, nöje och värdefullhet. Resultatet visade på att samtliga aspekter av elevers attityder påverkas positivt då programmeringen används. Däremot undersökte författarna inte elevernas attityder gentemot själva matematikinnehållet. Rich et al. (2014) undersökte istället personers upplevda effekt som programmering hade på dem kopplat till matematiken, och lade därmed fokus på den affektiva kopplingen mellan dessa två ämnena. Författarna kom fram till att deltagarnas attityder samt motivation förbättrades gentemot matematiken då de lärde sig programmering parallellt med ämnet samt att deras matematikångest minskade. Även värdefullheten ökade genom att flera av

deltagarna upplevde att programmering gav kontext till abstrakta begrepp i matematiken.

Andra studier som påvisade positiv påverkan på elevers attityder var Psycharis och Kallia (2017) samt Sáez-López et al. (2019). Psycharis och Kallia (2017) kom fram till att elevers självförmåga ökar då programmering integreras i matematikundervisningen. Sáez-López et al. (2019) undersökte hur olika programmeringsaktiviteter påverkar elevers attityder gentemot programmering i matematikundervisningen. Författarnas resultat indikerade på att elevers motivation, nöje, delaktighet, intresse och engagemang för matematikinnehållet ökar.

Sammanfattningsvis kan det sägas att studierna inom området utgår från elevers upplevelser för att få en uppfattning av elevers attityder gentemot matematiken när programmering är integrerad i matematikundervisningen. Samtliga studier visar även på att elevers attityder påverkas positivt (Psycharis & Kallia, 2017; Rich et al., 2014; Sáez-López et al., 2019; Seebut et al., 2022).

3.3 Programmering och relationell förståelse

Även om forskning inte har genomförts som undersöker specifikt påverkan på relationell förståelse då programmering används, kan relationell förståelse kopplas till prestationer och matematisk förståelse. I och med att relationell förståelse kan delas upp i nivåer som Skemp (1993) relaterar till olika svåra problem, så kan ökade prestationer indikera att den relationella förståelsen ökar. Flertalet studier undersöker om elevers prestationer påverkas då programmering tillämpas i matematikundervisningen (Psycharis & Kallia, 2017; Sáez-López et al., 2019; Triantafyllou et al., 2017). Studien av Drijvers (2015) undersöker vilka faktorer som påverkar elevers lärande och därmed förståelse när lärare använder digitala verktyg i matematikundervisningen.

Sáez-López et al. (2019) undersökte, utöver attityderna som presenterades tidigare, även elevers prestationsutveckling i matematikämnet då programmering används. Författarna kom fram till att elever som programmerar presterade bättre i matematiken och får en djupare förståelse för de matematiska begreppen som behandlas i programmeringen. Däremot kom Psycharis och Kallia (2017) studie, som undersökte elevers

problemlösningsförmåga, fram till att problemlösningsförmågan inte påverkas signifikant av programmering. Till skillnad från ovanstående studier, så förklarar Drijvers (2015) genom olika learning studies att lärarens kunskaper har en roll i elevernas lärande i matematikundervisningen. Författaren förklarar bland annat att om lärare har goda kunskaper i digitala verktyg så kan de koppla samman matematiken med digitala verktyg på ett sätt som främjar elevers lärande. För att detta ska kunna användas som en resurs för att främja elevers lärande, är det därmed nödvändigt att lärare har kunskaper om digitala verktyg och hur de kan användas i undervisningen enligt Drijvers.

Till skillnad från ovanstående studier, undersökte Triantafyllou et al. (2017) studenters uppfattningar om deras matematiska förståelse. Studien kom fram till att studenter upplever att programmering ökar deras matematiska förståelse. Författarna skrev även följande:

Moreover, it revealed that students do not always internalize the mathematical knowledge they acquire, and they may get correct results without understanding their mathematical meaning. We conclude that this type of activities is more beneficial for these students compared to mathematical exercises, because they challenge their understanding and confront them with their misconceptions (Triantafyllou et al., 2017, s. 944).

Studien kom alltså fram till att programmering kan få studenter att gå från att kunna applicera procedurer utan att egentligen veta varför, till att få en djupare förståelse för innehållet, vilket tyder på en ökad relationell förståelse utifrån de tidigare presenterade definitionerna av instrumentell och relationell förståelse.

Det visar sig alltså att matematisk relationell förståelse har potential att utvecklas då programmering integreras i matematikundervisningen (Sáez-López et al., 2019; Triantafyllou, Timcenko & Misfeldt, 2017), samtidigt som det finns en studie som pekar på att programmering kanske inte ökar den relationella förståelsen (Psycharis & Kallia, 2017). Samtidigt lyfts det fram att lärares ämnesdidaktiska kompetenser om digitala verktyg har en påverkan på elevers förståelse (Drijvers, 2015).

3.4 Svensk forskning

Inom området finns det inte mycket svensk forskning som på något sätt kopplar samman programmering, relationell förståelse och attityder. Ingen relevant forskning som behandlade relationell förståelse hittades, men nedan beskrivs de studier som anses vara någorlunda relevanta till denna studie (Kilhamn et al., 2021; Kilhamn et al., 2022). En studie undersöker lärarens perspektiv på programmeringens integration i matematikundervisningen (Kilhamn et al., 2021). Studien av Kilhamn et al. (2022) analyserar istället olika matematikuppgifter där programmering används som hjälpmedel.

Kilhamn et al. (2021) undersökte svenska lärare åsikter angående att integrera programmering i matematikundervisningen. Flera av lärarna ansåg att en anledning att interagera programmering är för att de upplever att elevers motivation och intresse ökar av det. De ansåg att detta sker för att eleverna anser att programmering är roligt och eftersom de då kopplar samman matematiken med verkligheten. Till skillnad från den internationella forskningen ligger alltså fokus på lärares upplevelser istället för observationer av elever samt elevers upplevelser. Mer specifikt ligger fokus på implementeringen av programmeringen, vilket kan ses i flera svenska studier (Humble et al., 2020; Humble, 2021; Vinnervik, 2022), vilket kanske inte är så märkligt med tanke på att det relativt nyligen lades till i läroplanen. Kilhamn et al. (2022) kom istället fram till att matematikintegrerad programmering kan fördjupa elevers förståelse för variabler.

Sammanfattningsvis kan det sägas att inom det svenska forskningsområdet i matematik och programmering ligger inte fokuset på elever, utan snarare på lärares upplevelser samt integreringsmetoder (Humble et al., 2020; Humble, 2021; Kilhamn et al., 2021; Kilhamn et al., 2022; Vinnervik, 2022). Likaså kan det konstateras att det finns en brist på nationell forskning inom området.

3.5 Tidigare forsknings relevans för denna studie

Det finns en del internationella studier som kommit fram till att elevers attityder påverkas då matematikundervisningen innehåller relationella inslag (Pesek & Kirshner, 2000; Schettino, 2016; Yuan, 2009). Studier visar även att det finns en påverkan på elevers attityder och förståelse när programmering integreras i matematikundervisningen (Psycharis & Kallia, 2017; Rich et al., 2014; Sáez-López et al., 2019; Seebut et al., 2022; Triantafyllou et al., 2017). Det finns också en del studier som undersöker lärares perspektiv inom området. Yuan (2009) undersökte lärares uppfattning om digitala verktyg i relationell undervisning och Drijvers (2015) undersökte lärares didaktiska kunskaper om programmering och hur de påverkar elevers relationella förståelse i matematik. Det finns alltså internationella studier inom forskningsområdet som undersöker både elev- och lärarperspektivet.

De svenska studierna fokuserar framförallt på lärarperspektivet inom forskningsområdet matematik och programmering (Humble et al., 2020; Humble, 2021; Kilhamn et al., 2021; Kilhamn et al., 2022; Vinnervik, 2022). Det finns alltså få studier som studerar elevers perspektiv inom forskningsområdet, både när det innefattar elevers relationella förståelse och attityder gentemot matematik då programmering integreras i matematikundervisningen.

Även om det finns relevanta internationella studier inom området, så finns det inte många svenska studier som studerar elevperspektivet. Likaså undersöker de internationella studierna främst *om* programmering har en påverkan på matematisk förståelse och attityder, men inte fördjupat *hur* denna påverkan ser ut. Detta motiverar varför det bör forskas inom ämnet.

4. Metod

Nedan redovisas deltagare, genomförande, analysmetod, tillförlitlighet och forskningsetiskt resonemang samt valen som gjorts under arbetets gång. Kortfattat undersöktes frågeställningarna med hjälp av en fallstudie. Studien gick ut på att en klass fick genomföra en programmeringsworkshop där dess påverkan på eleverna sedan undersöktes med olika datametoder.

4.1 Metoder

Tre olika datametoder användes för att undersöka programmeringens påverkan på elever i matematikundervisningen från tre perspektiv: observatörens, elevernas och lärarens. Detta gjordes för att undersöka påverkan från flera synvinklar för att kunna skapa en flersidig bild av den.

Observatörens, eller det utomstående perspektivet, undersöktes genom observationer av elever när de programmerade i matematikundervisningen. Denna datametod valdes eftersom observationer ger möjlighet att undvika en påverkan av lärarens eller elevernas egna uppfattningar.

Elevernas perspektiv undersöktes genom enkäter som de fick svara på innan och efter de programmerat där svaren bestod av kortare texter. Anledningen till varför enkäter valdes framför intervjuer var för att elevers attityder och förståelse skulle undersökas direkt innan och efter programmeringen. På grund av tidsbrist och en brist på utrymme i elevernas schema var det därför inte möjligt att genomföra enskilda elevintervjuer.

Det sista perspektivet, lärarens, undersöktes genom en lärarintervju där fokus låg på dennes uppfattning av påverkan. Anledningen till varför en intervju valdes var för att ge möjlighet att ställa följdfrågor. Eftersom endast en lärare intervjuades var det kritiskt att all information som behövdes från perspektivet erhöles vid intervjutillfället.

4.2 Deltagare

Deltagarna i arbetet var gymnasieelever (treor) som hade goda kunskaper i programmering för att programmeringen inte skulle vara ett hinder i undervisningen. Detta eftersom elever behöver behärska det digitala verktyget som används i undervisningen för att deras relationella förståelse ska utvecklas (Yuan, 2009). Dessutom skriver Rich et al. (2014) att studier med kortvarig programmering där eleverna har bristande programmeringskunskaper ofta ger motsägande resultat. Författarna förklarar att detta förmodligen beror på elevernas bristande programmeringskunskaper. Därför användes endast elever i detta arbete som minst läst gymnasiekursen Programmering 1 för att de skulle ha goda kunskaper.

Klassen, som bestod av fyra män och en kvinna, hittades genom ett bekvämlighetsurval genom kontakter. Däremot fanns ingen tidigare relation med varken skolan, läraren eller eleverna. Eleverna som deltog i studien gick på teknikprogrammet i gymnasiet och hade kunskaper om programmeringsspråket C# samt studerade Matematik 4, men hade inte textprogrammerat tidigare i matematikundervisningen. Under genomförandet arbetade eleverna med integraler i matematikundervisningen. Elevernas matematiklärare deltog också i studien.

4.3 Genomförande

Genomförandet bestod i huvudsak av att en elevgrupp deltog i en programmeringsworkshop. Programmeringsworkshopen behandlade det matematikinnehåll som var aktuellt för dem i deras matematikundervisning vid det tillfället, vilket var integraler. Både innan och efter workshopen fick eleverna svara på enkäter där frågorna var kopplade till elevernas attityder gentemot matematiken samt förståelse av integraler. Läraren intervjuades sedan vid ett senare tillfälle om dess uppfattning av programmeringens påverkan på eleverna under och utanför den genomförda workshopen.

4.3.1 Observationer

Genomförandet bestod av att eleverna deltog i en programmeringsworkshop som behandlade det matematikinnehåll som var aktuellt för dem i deras matematikundervisning vid tillfället, vilket var grundläggande integraler. Läraren var även närvarande vid tillfället för att kunna observera eleverna. Eleverna tilldelades instruktioner i form av ett dokument och en färdig kod, se Bilaga 1 och 2, och fick sedan arbeta i mindre grupper i ungefär en halvtimme. De utdelade uppgifterna kan ses i Figur 1.

Figur 1

Uppgifter från instruktionerna

$$\int_a^b \sin(kx) dx$$

1. Använd koden för att undersöka hur integralen förändras då ni ändrar på integrationsgränserna. Håll a och k konstant (förslagsvis kan ni sätta $a=0$ och $k=1$) och variera b . Förklara resultatet.
2. Utgå från funktionen ni använde er av i uppgift 1. Vad är funktionens största möjliga integralvärde? Vilka integrationsgränser används då?
3. Gör nu en tabell över $\sin(kx)$ -funktionens största möjliga integralvärde beroende på k . Använd table-funktionen för att göra tabellen. Förklara resultatet.

Grupperna bestod av tre respektive två elever. Under tiden eleverna programmerade spelades deras diskussioner in med en diktafon samtidigt som eleverna och deras datorskärmar filmades bakifrån. Anledningen till att de arbetade i grupper var för att få syn på deras resonemang eftersom det uppmuntrade eleverna att kommunicera sina tankar muntligt. Under workshopen ställdes även ledande frågor till eleverna för att få eleverna att tänka till och uppmuntra eleverna till att muntligt förklara sina tankar under övningen. Eleverna fick även svar på eventuella frågor angående instruktionerna. Grupperna skapades slumpmässigt.

4.3.2 Enkäter

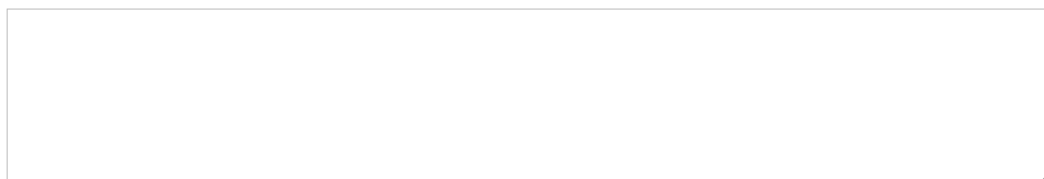
Innan eleverna påbörjade workshopen, fick de svara på en enkät i cirka 15 minuter, se Bilaga 3, för att undersöka deras attityder och förståelse innan programmeringen.

Enkäten innehöll frågor som baserades på de fyra attityderna presenterade i teorin kopplade till matematikinnehållet, där deltagarna fick svara genom att skriva kortare texter, se Figur 2.

Figur 2

Exempel på attitydfråga i enkäten

- Anser du att du har bra självförtroende när du löser matematikuppgifter kopplat till
6. integraler?
Motivera ditt svar och förklara varför du upplever det så.

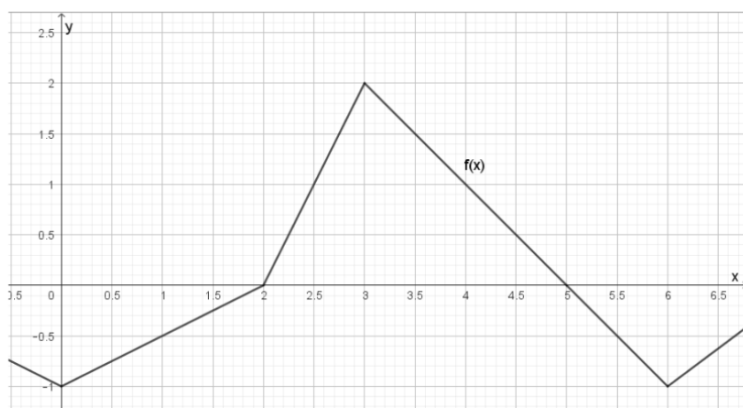


Enkäten bestod även av matematikuppgifter som eleverna endast fick skriva svar på, se Figur 3. Uppgifterna som användes var i samma matematiska område som det som eleverna vid det tillfället arbetade med i sin ordinarie matematikundervisning, där varje uppgift motsvarade en nivå av relationell alternativt instrumentell förståelse för att kunna avgöra elevernas förståelse. Eftersom eleverna arbetade med integraler i matematikundervisningen, var det lämpligt för enkäterna och workshopen att undersöka elevernas attityder och relationella förståelse av det matematiska området.

Figur 3

Exempel på matematikuppgift i enkäten.

8. Figuren visar grafen till funktionen $y = f(x)$. Beräkna värdet av integralen $\int_2^6 f(x) dx$.



Direkt efter workshopen, det vill säga mot slutet av lektionen, fick eleverna genomföra en liknande enkät i cirka 15 minuter, se Bilaga 4, för att undersöka deras attityder och förståelse efter programmeringen. Syftet med att använda en enkät innan och en enkät efter programmeringen var för att kunna jämföra elevernas svar för att avgöra om deras attityder och förståelse påverkats av programmeringen. Enkäten efter innehöll samma frågor kopplade till attityderna, medan de matematiska frågorna justerades så att svaren blev olika samtidigt som samma procedurer användes för att lösa dem. Detta för att kunna jämföra elevernas prestationer före och efter programmeringen på ett likvärdigt sätt.

4.3.3. Intervju

Som komplement till enkäterna och elevernas workshop, intervjuades även gruppens lärare för att få inblick i lärarens uppfattning av hur elever påverkas. Läraren intervjuades en vecka efter workshopen. Detta gav möjlighet för läraren att i sin ordinarie undervisning observera om och i så fall även hur eleverna hade påverkats av programmeringen. Samtidigt innebar detta att läraren riskerade glömma vissa av sina uppfattningar från workshopen. Däremot var intervjuens syfte att få en förståelse för hur läraren uppfattar att elevers attityder gentemot matematik och relationella förståelse

påverkas då programmering integreras i matematikundervisningen. Det vill säga, fokus låg inte specifikt på workshopen.

Intervjun hade ett tydligt fokus på de olika attityderna samt förståelserna. Eftersom det inte fanns någon tidigare kunskap om vilka typer av påverkningar som läraren anser programmering har på elever, så ville det ges möjlighet för läraren att ha en stor frihet i sina svar. Båda dessa kriterier faller under semistrukturerade intervjuer enligt Bryman (2018) och därför valdes det att genomföra en sådan. Bryman beskriver en semistrukturerad intervju som en intervju där forskaren har specifika teman som ska undersökas på ett sätt där den intervjuade har en stor frihet i sina svar. I sådana intervjuer används intervjuguider där frågorna kan ställas i olika ordning samtidigt som oplanerade följdfrågor även kan tillkomma. Intervjuguiden konstruerades utifrån Bryman samt Trost (2010) råd och kan hittas i Bilaga 5.

4.4 Analysmetod

Lärlarintervjun, filminspelningarna och enkätsvaren kopplade till attityder transkriberades först. Under transkriberingen skrevs alla matematiska uttryck i form av matematiska symboler för att göra det lättare att förstå elevernas resonemang. De tre insamlade datamaterialen analyserades sedan på ett sätt som var inspirerat av Brymans tematiska analys (2018). Denna analys bestod av två olika faser. I första fasen kodades materialet enligt Bryman. Dessa koder omvandlades sedan till det som kallas för kategorier i detta arbete som var exakt samma som koderna. Då enkäterna analyserades var kategorierna däremot istället en beskrivning av hur koderna förändrades kopplat till de olika attityderna, eftersom det endast var av intresse att beskriva hur elevernas svar före och efter skildes åt. Därefter utgicks det från teman baserade på det teoretiska ramverket (relationell förståelse, instrumentell förståelse, självförmåga, ej självförmåga, nöje, ej nöje, intresse, ej intresse, värdefullhet samt ej värdefullhet) för att göra det möjligt att lätt koppla kategorierna till de två frågeställningarna och för att kunna sortera bort irrelevanta kategorier. Det vill säga, de kategorier som kunde kopplas samman med de bestämda temana behölls, medan resterande togs bort. Ett exempel i form av en diskussion mellan två elever under workshopen kan ses nedan:

D: Så om den går hela vägen så räknar du med hela den också, och inte bara den. Om man bara gör det får man bara med den, eller bara π .

B: För att [ohörlbart] 3π så borde den jämna ut sig själv rimligtvis.

D: Tror du vi kommer få samma resultat om jag kör 3π ? Vänta. Nu måste jag testa. Nu måste vi experimentera. Ah, man får samma resultat. Ser man på.

B: Och ifall vi har 4π så borde vi få-

D: Samma resultat som innan, ja.

B: Ja, den lilla.

De relevanta kategorierna som hämtades ur stycket var förklaring (när elev D sa "Så om den går hela vägen så räknar du med hela den också, och inte bara den. Om man bara gör det får man bara med den, eller bara π "), vilja (när elev D sa "Nu måste jag testa. Nu måste vi experimentera"), fascinerings (när elev D sa "Ser man på") och generalisering (när elev B sa "Och ifall vi har 4π så borde vi få-" och elev D svarade "Samma resultat som innan, ja."). Förklaring och generalisering hamnade under temat relationell förståelse medan vilja och fascinerings hamnade under intresse utifrån de presenterade definitionerna i teorin.

För att kunna besvara den första frågeställningen som är kopplad till relationell förståelse, jämfördes elevernas svar på de matematiska uppgifterna. Elevernas svar före och efter workshopen undersöktes för att se om det fanns någon skillnad och därmed om programmeringen hade haft någon påverkan på deras förståelse. Filmmaterialet från workshopen användes även för att avgöra om eleverna visade på en ökad relationell förståelse eller inte under programmeringen. Även den analyserade lärarintervjun användes för att se vilken uppfattning läraren hade av programmeringens påverkan på elevernas förståelse.

Den andra frågeställningen besvarades på liknande sätt, där enkätsvaren kopplade till attityderna användes tillsammans med filmerna från workshopen och lärarintervjun. För både den relationella förståelsen och attityderna användes kristallisering på analyserna av de olika datamaterialen för att svara på frågeställningarna. Kristallisering innebär att skapa en komplex bild och förståelse av ett område, till skillnad från triangulering som vill komma fram till endast en verklighetsbild eller sanning (Tracy, 2010). Eftersom denna studies datamaterial bestod av flera aktörers olika verklighetsuppfattningar i form

av olika typer av datamaterial, valdes kristallisering över triangulering. Svaren på frågeställningarna hittades alltså genom att det konstruerades komplexa bilder av de två områdena genom att sätta de olika perspektiven, eller datamaterialen, mot varandra.

4.5 Tillförlitlighet

Enligt Bryman (2018) kan kvalitativ forskning bedömas utifrån kriterierna tillförlitlighet och autenticitet. Den sista kriterien är på en generell nivå, och därför läggs fokus på den första kriterien istället.

Tillförlitlighet består av fyra delkriterier enligt Bryman (2018). Den första, *trovärdighet*, handlar om överrensstämmelse mellan begrepp och observationer. Detta kriterium stärks bland annat genom att kristallisering används, som Tracy (2010) påstår stärker trovärdigheten. Den hade även kunnat förstärkas genom att det tolkade datamaterialet bekräftades med deltagarna genom respondentvalidering. Enligt Bryman (2018) stärker detta trovärdigheten. Detta hade kunnat göras för lärarintervjun och enkäterna, men det gjordes inte då deltagarnas svar var tydliga på båda. Workshopen var mindre tydlig, men det ansågs att en responsvalidering av denna hade eventuellt haft motsatt påverkan på trovärdigheten eftersom intresset låg på elevernas upplevelser från ett utanförperspektiv istället för elevernas upplevelser från elevernas eller lärarens perspektiv.

Det andra delkriteriet, *överförbarhet*, innebär resultatets generaliserbarhet. Eftersom denna studie är en fallstudie är generaliserbarheten låg, men samtidigt pekar resultatet av studien på *möjliga* påverkningar, vilket innebär att det kan finnas fler. Det vill säga, det påstås inte att alla möjliga påverkningar hittades, utan bara några, som även frågeställningarna pekar på.

Pålitlighet kan jämföras med reliabilitet som innebär datamaterialets pålitlighet, det vill säga att det redogörs tydligt för forskningens olika processer. Detta uppnås genom en tydlig förklaring av metoden, arbetets genomförande och redogörelse av gjorda val. Dessa procedurer och val behöver sedan granskas av andra för att avgöra kvaliteten. Detta uppnåddes under arbetets gång med hjälp av en handledare samt handledningsgrupp som kontinuerligt diskuterade detta arbetets tillvägagångssätt.

Den sista kriterien, *en möjlighet att styrka och konfirmera*, handlar om objektivitet. Det vill säga, att författarna är tydliga med att de agerat objektivt och ej låtit personliga värderingar påverka utförandet eller slutsatserna. Detta säkerställdes genom att analysen av datamaterial baserades på två färdiga metoder (tematisk analys och kristallisering).

4.6 Forskningsetiskt resonemang

Vetenskapsrådets (2002) allmänna huvudkrav på forskning följdes i studien. Det första kravet, *informationskravet*, innebär att deltagarna får information om deras uppgift i projektet samt vilka villkor som gäller för deras deltagande. Detta uppnåddes genom att deltagarna fick denna information genom samtyckesblanketterna, se Bilaga 6 och 7, som även presenterade arbetets syfte, deltagarnas roll samt deras möjlighet att ångra sitt deltagande. Genom dessa blanketter uppnåddes även *samtyckeskravet* som innebär att deltagarna i studien ska ge sitt samtycke att delta i undersökningen. Eleverna och läraren gav sitt samtycke genom att skriva på samtyckesblanketterna. Eleverna i detta arbete var myndiga och därför behövdes inget samtycke inhämtas från vårdnadshavare. Samtliga deltagare fick även möjlighet att avbryta deltagandet om det kändes nödvändigt. *Konfidentialitetskravet* innebär att personuppgifter ska hanteras på ett sätt där obehöriga inte kommer åt dem samt att deltagarnas uppgifter ska antecknas, lagras och avrapporteras så att de inte kan identifieras av utomstående. Detta uppnåddes genom att de påskrivna samtyckesblanketterna förvarades inlåsta på universitet samt genom att deltagarnas namn och andra personuppgifter inte användes under någon del av arbetet. Samtidigt kan deltagarna och eventuella klasskamrater som inte deltog i studien fortfarande identifiera varandra i detta arbete i och med att de delvis hört varandras diskussioner under workshopen samt känner varandra väl. Därför vore det lämpligt att anonymisera eleverna ytterligare genom att benämna eleverna olika i workshopen och enkäterna. Däremot hade detta inte gjort det möjligt att titta på individuella fall, vilket gjordes i viss utsträckning. Därför togs beslutet att inte göra detta. Det sista kravet, *nyttjandekravet*, innebär att all datainsamling och personuppgifter endast används inom ramen för det arbete som deltagarna har gett sitt samtycke för, vilket även följdes i detta arbete. All data och personuppgifter raderades när examensarbetet blev godkänt och publicerat.

5. Resultat och analys

I resultatet diskuteras de två grupperna som arbetade tillsammans under den genomförda workshopen, grupp 1 och grupp 2. Grupp 1 bestod av eleverna B, D och E och grupp 2 bestod av eleverna A och C. Den främsta skillnaden mellan grupperna, utifrån resultatet, var att grupp 2 presterade bättre på matematikuppgifterna i enkäterna jämfört med grupp 1. Dessutom så hade eleverna i grupp 2 också mer positiva attityder gentemot matematiken än grupp 1.

Under intervjun med läraren framgick det även att läraren inte kunde programmera och förklarade att det berodde på att hen inte fått möjlighet att lära sig det. Av den anledningen använde läraren sig av Geogebra och kalkylark istället. I resultatet likställs denna användning med programmering, och kallar även lärarens användning av digitala verktyg för det. Dessa likställs då de alla är digitala verktyg samt eftersom aspekterna av kalkylark och Geogebra som läraren diskuterar även kan hittas i programmering, såsom visualisering. Det framgick även under intervjun att läraren inte upplevde någon förändring av elevernas relationella förståelse eller attityder gentemot matematiken under de nästkommande lektionerna efter workshopen.

Svaren på frågeställningarna presenteras under kristalliseringsavsnitten där det skapas en komplex bild av de två områdena med hjälp av kristallisering av de hittade kategorierna i de olika datamaterialen.

5.1 Hur kan elevers relationella förståelse påverkas då programmering används i matematikundervisningen?

Nedan presenteras resultatet framtaget från workshopen, enkäterna och intervjun om elevernas relationella förståelse gentemot matematik då programmering inkluderas i matematikundervisningen.

5.1.1 Workshop

När eleverna arbetade med instruktionerna upptäcktes det att programmeringsuppgifterna uppmuntrade eleverna att diskutera definitioner av begreppen samt förklara dem för varandra. Detta kunde ses i båda grupper.

D: Ja, när man kör hela, 2π så tar man hela den här arean. Om det bara är π , så kommer man bara hela vägen dit gissar jag, 2π hela vägen där, så tar man bara den här, om man tar hela vägen så tar man ju med denna delen också.

B: Ja.

D: I guess.

B: Det är det jag tänker på. Och att den är negativ, jag vet att det ska finnas något sånt, som att du räknar från negativ, den går ju under och då får du räkna negativ area.

Eleverna diskuterade och förklarade alltså matematiken vilket kan kopplas till relationell förståelse (se Skemp, 1976, 1987; se teoridel). Detta ledde sedan till att eleverna diskuterade andra gränser, såsom 0 till 4π , vilket tolkades som att de fick en förståelse för hur integralvärdet varierade med den övre gränsen och kunde se ett mönster i det. Likaså använde de programmet för att bekräfta att deras resonemang var korrekta och fördjupade därmed sina kunskaper genom detta. Liknande diskussioner kunde ses i grupp 2, även om eleverna i den gruppen inte fastnade lika mycket på matematiken som grupp 1. Till skillnad från föregående grupp, fördjupade de även sina diskussioner utöver det som krävdes av dem i uppgifterna, även om diskussionerna ibland inte var helt korrekta, och kopplade matematiken till generella fall som också tyder på relationell förståelse (se Skemp, 1976, 1987; se teoridel).

C: Ja det är ju. Största värde, möjliga värde var ju 2.

A: Och minsta är...

C: Och integralgränserna är ju eh, integralgränsen då kommer det ju vara så att eh. $b-a$ är ett liksom där $n \cdot \pi$, nej nej nej, $n \cdot \pi + n \cdot 2\pi$ och den den är ju periodisk så den repeterar ju varje.

A: Ohum.

C: 2π , så, asså exempelvis kan det ju vara mellan 0 och π eller 0 och 3π

eller mellan π ...

A: Jaja, visst visst visst.

Så även om eleverna inte behövde få ut något allmänt uttryck för funktionens period, gjorde de det ändå. Samtidigt kunde viss instrumentell förståelse observeras hos eleverna, men om eleverna inte använde sig av kunskaper som visade på relationell förståelse så fastnade de. Detta kunde ses i grupp 1 som hade bristande kunskaper i matematik.

D: Eh. "Använd koden för att undersöka hur integralen förändras då ni ändrar på integrationsgränserna. Håll a och k konstant och variera b.

Förklara resultatet." Eh. Det blir ett nytt tal.

B: Vi kan ju annars, eh.

E: Kolla inte på mig.

Efter detta bestämde sig eleverna för att gå vidare till nästa uppgift. Eleverna kunde alltså inte koppla matematiken till programmeringen, utan kunde endast observera en skillnad, och kunde därför inte svara på frågan. I båda grupperna verkade eleverna alltså fördjupa sina kunskaper för begreppen genom diskussioner samt bekräftelser av slutsatser genom programmeringen. Utan matematiska diskussioner där eleverna visade relationell förståelse lyckades de inte lösa uppgifterna. Grupp 1 reflekterade till och med över sina metoder för att lösa uppgifterna och värderade dem, vilket också tyder på relationell förståelse (se Skemp, 1976, 1987; se teoridel), samt båda grupperna identifierade mönster och generaliserade även fast det inte behövdes.

5.1.2 Enkät

Matematikuppgifterna som eleverna fick lösa bestod av instrumentell förståelse och de olika kategorierna av relationell förståelse (se Skemp, 1976, 1987, 1993; se teoridel). Elevernas resultat på uppgifterna kan ses i Tabell 1. Utifrån tabellen undersöktes eventuella skillnader, det vill säga om det skett en förbättring, försämring eller ingen skillnad på varje uppgift för varje enskild elev.

Tabell 1

Elevernas resultat på matematikuppgifterna

Elev	Före	Efter
A	R/R/F/R	R/F/F/R
B	R/F/F/R	F/F/F/R
C	F/F/R/R	F/F/R/R
D	R/F/F/F	R/F/F/F
E	R/R/F/F	R/F/F/F

Kommentar: Elevernas resultat på varje uppgift presenteras som antingen rätt eller fel.

Uppgifterna är i ordningen från enklast (instrumentell förståelse) till svårast (relationell förståelse, kategori 3).

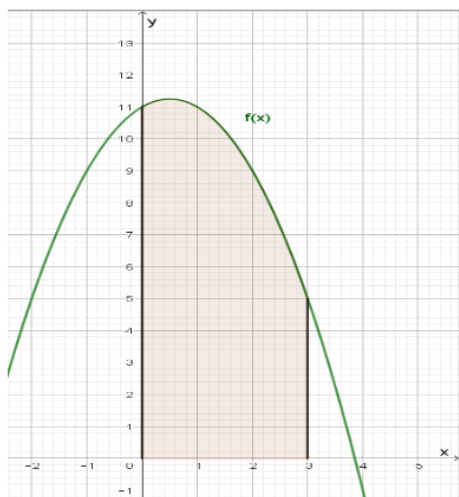
Ingen större förändring kunde ses, med skillnaden att flera elever inte klarade den andra uppgiften på enkäten efter, relationell förståelse kategori 1, trots att de klarade den andra uppgiften på enkäten innan. Detta kan bero på att proceduren var svårare i efteruppgiften och krävde att eleverna behärskade bråkräkning och att det därmed var slarvfel eller bristande kunskaper inom bråkräkning som orsakade det. Uppgiften kan ses i Figur 4.

Figur 4

Matematikuppgift 2 från för- och efterenkäten

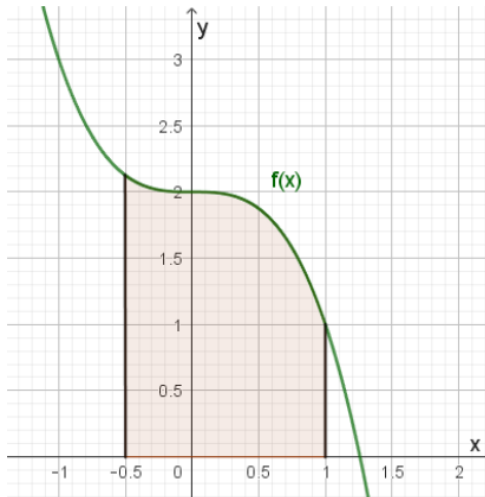
Beräkna **exakt** den markerade arean i figuren nedan som avgränsas av funktionen

$$f(x) = 11 + x - x^2.$$



Före

$$f(x) = -x^3 + 2.$$



Efter

5.1.3 Intervju

Under intervjun med läraren framgick det att läraren anser att elevers relationella förståelse kan antingen öka eller minska när eleverna får använda sig av programmering i matematikundervisningen. Enligt läraren ökar elevernas förståelse då de digitala verktygen kan visualisera och konkretisera matematiken för eleverna. Samtidigt menar läraren på att digitala verktyg, såsom programmering, i matematikundervisningen också kan resultera i att elevernas relationella förståelse minskar, då det inte är eleverna som räknar matematiken utan snarare programmet. I följande utdrag förklarar läraren att programmering och andra digitala verktyg underlättar matematiken för eleverna.

L: [...] jag tycker att du får lika hög förståelse om du ritar grafer för hand, jag tror nästan du för bättre förståelse om du rita för hand för då måste du gå in och ha förståelse för hur du får fram olika typer av punkter, till exempel extrempunkter, nollställena och vad du har för y-axel. Men gör du det direkt i digitala verktyg eller programmering då gör ju programmet det åt dig, så då vet du inte riktigt hur du får fram karaktären av en graf.

Läraren sa alltså att programmering gör matematiken lättare på bekostnad av elevernas förståelse. En positiv och negativ påverkan på förståelsen kan kopplas till relationell och instrumentell förståelse (se Skemp, 1976, 1987; se teoridel).

Sammanfattningsvis sa läraren att elevernas relationella förståelse ökar eftersom att digitala verktyg och programmering ger en möjlighet att göra matematiken mindre abstrakt, genom visualisering och konkretisering. Däremot förklarade läraren också att elevernas relationella förståelse kan minska, då programmering och digitala verktyg underlättar matematiken för eleverna och gör så att de inte behöver lösa uppgifter på egen hand. Programmeringen kan alltså förbättra elevernas förståelse inom matematiken, samtidigt som digitala verktyg kan orsaka att eleverna tar genvägar, hoppar över steg i lösningar och därmed tappar förståelse för dessa lösningar, enligt läraren.

5.1.4 Kristalliserade resultat för forskningsfråga 1

I workshopen verkade programmeringen ha en positiv påverkan på elevernas förståelse, det vill säga det verkade som att deras relationella förståelse ökade. Däremot kunde ingen större skillnad observeras i enkätuppgifterna. Intressant nog så klarade eleverna inte att beräkna den tredje uppgiften, detta trots att en av grupperna diskuterade positiva och negativa integraler kopplade till areor under workshopen och kom fram till flera korrekta slutsatser inom det. På enkäten däremot så klarade ingen av eleverna i den gruppen uppgiften, utan majoriteten svarade istället "vet ej" eller liknande vilket indikerar att de inte ens försökte. I och med att datainsamlingen inte hade elevlösningar, så går det inte med säkerhet att förklara vad som var de eventuella svårigheterna med uppgiften. Trots att eleverna inte kunde lösa uppgiften i enkäten så framgick det under workshopen att grupperna behärskade den typen av frågor.

Läraren ansåg däremot att programmering minskar elevers relationella förståelse. Däremot sa läraren även att den kan öka, men kopplade ökningen till den visuella aspekten av programmering som inte behandlades under workshopen. Detta kan eventuellt ses i relation till enkätuppgifterna, om det antas att eleverna fick fel på andra uppgiften på grund av att de hade en felaktig beräkning snarare än att de gjort slarvfel. Samtidigt verkade elevernas relationella förståelse påverkas positivt under workshopen, och läraren använde sig av programmering främst genom att rita grafer och på så sätt

använde det som ett verktyg för att göra det enklare för eleverna att lösa uppgifter. Det innebär alltså att användningen kan spela en roll för vilken påverkan programmering har på elevers förståelse. Likaså kan läraren ha en annan uppfattning av påverkan i och med att hen genomfört programmeringen under en längre tid med eleverna.

På grund av dessa anledningar går det inte att skapa en slutgiltig kristalliserad bild av hur elevernas relationella förståelse förändras gentemot matematiken då programmering integreras i matematikundervisningen. De olika datamaterialen visade dessutom på olika påverkningar. Workshopen visade en positiv påverkan på flera aspekter av relationell förståelse såsom *reflektion*, *generalisering*, *bekräftning* samt *begreppsdiskussioner*. Lärarintervjun visade däremot på andra påverkningar, såsom *procedurellt tänkande* (vilket läraren påstod har en negativ påverkan på den relationella förståelsen) men också *mindre abstrakt uppfattning* som ökar den relationella förståelsen, medan enkäten inte visade på någon förändring på någon av Skemps nivåer (se Skemp, 1993; se teoridel). Dessa påverkningar presenteras närmare i Tabell 2, kopplade till teorin om relationell och instrumentell förståelse (se Skemp, 1976, 1987, 1993; se teoridel).

Tabell 2*Påverkningar på elevers förståelse*

Kategori	Förklaring	Teori
Begreppsdiskussion	Elever diskuterar begreppsdefinitioner	Relationell förståelse kategori 1
Bekräftning	Elever bekräftar påståenden med programmering.	Relationell förståelse kategori 2
Generalisering	Elever generaliserar lösningar och/eller ser mönster.	Relationell förståelse kategori 3
Mindre abstrakt uppfattning	Elever konkretiserar matematiken med hjälp av programmering som visualiserar matematiken	Relationell förståelse kategori 1
Procedurellt tänkande	Programmering underlättar matematiken vilket gör att steg i lösningar kan hoppas över. Detta minskar elevers förståelse för dem.	Instrumentell förståelse definition
Reflektion	Elever reflekterar över valda metoder.	Relationell förståelse kategori 2

5.2 Hur kan elevers attityder gentemot matematik påverkas då programmering används i matematikundervisningen?

Nedan presenteras resultaten för elevernas attityder gentemot matematik då programmering inkluderas i matematikundervisningen utifrån workshopen, enkäterna och intervjun med läraren.

5.2.1 Workshop

Av de presenterade attityderna i teorin, hittades attityderna självförmåga, intresse och nöje i kodningen. Däremot hittades ingenting kopplat till värdefullhet, vilket kanske inte var märkligt med tanke på att programmet inte knöt an till verkligheten. Elevernas uppfattningar om hur ansträngande matematikområdet var hade däremot eventuellt kunnat ses.

Nöje sågs i båda grupperna genom flera indikatorer, utifrån definitionen av nöje (se Pekrun, 2006; se teoridel). Bland annat skämtade gruppmedlemmarna om matematiken och verkade tycka det var roligt. Särskilt grupp 1 verkade ha roligt och blev fascinerade av resultaten i programmeringen. Likaså visade de entusiasm vid ett tillfälle när de försökte ta reda på vilka integrationsgränser som gav det största integralvärdet. Däremot hade de problem med uppgifterna och blev förvirrade av instruktionerna samt uttryckte en viss irritation över programmeringen vid ett tillfälle, samt hade även en kortare diskussion mot slutet om hur de ogillade matematik.

D: Folk brukar alltid ha den assumptionen som att om jag är här varje fredag så kan jag matte.

E: Ja, jag håller helt med dig.

D: Jag kan inte.

E: [Ohörbart] Det är inte så. Jag bara alltså, och jag hatar sinus och cosinus grejerna alltså.

Särskilt E uttryckte i utdraget ovan att hen inte tyckte om matematiken. Samtidigt var de negativa känslorna i majoritet kopplade till programmeringen och uppgiften snarare än matematikinnehållet. Generellt verkade eleverna ha mer roligt än tråkigt med matematiken under workshopen. Grupp 2 uttryckte däremot inte mycket känslor, men de känslorna som kunde identifieras var positiva och indikerade att de ansåg att matematiken var rolig, såsom skämt och fascinerande kopplat till matematikinnehållet.

Under intresse kunde även flera kategorier identifieras utifrån definitionen (se Hidi & Renninger, 2006; se teoridel). Båda grupperna visade på en vilja att arbeta. Detta kunde främst ses i grupp 2 som ville fortsätta arbeta när tiden tog slut.

Misha: Eh, jag måste tyvärr avbryta er just nu, det gör ingenting om ni inte hunnit göra allt.

A: (viskar) fortsatt! [till C]

Gruppen ville alltså fortsätta arbeta efter att tiden hade tagit slut. Denna grupp visade inte några negativa koder kopplat till deras intresse för matematiken till skillnad från grupp 1. Varje gång grupp 1 fastnade i matematiken bemötte eleverna det genom att ta avstånd till det istället för att försöka resonera sig fram till ett svar. Gruppen uttryckte samtidigt en viss benägenhet och vilja, men valde också att avstå eller ge upp vid vissa tillfällen då de behövde använda sina matematiska kunskaper. Detta kan eventuellt bero på att de ansåg att det var för svårt och inte hade kunskaperna för att svara på frågorna, snarare än att de var ointresserade.

Självförmågan skiljde sig också mellan grupperna. Grupp 2 var relativt säker på matematikinnehållet och hade säkra argument och förklaringar av matematiken under workshopen. Grupp 1 uttryckte däremot en hel del osäkerheter under programmeringen kopplat till matematiken. Även när de hade korrekta svar, sa de själva att de inte var säkra på det och verkade generellt ha ett lågt självförtroende kopplat till deras matematikkunskaper. Samtidigt kunde det observeras att när de använde sig av programmeringen för att se om deras resonemang stämde, verkade de mer säkra. Detta presenterades även under analysen av elevernas förståelse. Säkerhet och självförtroende kan kopplas till självförmåga genom att det är en del av definitionen (se Hackett & Betz, 1989; se teoridel). Elevernas beteende i den gruppen kring att avstå från matematiken kan även kopplas till en bristande självförmåga som eventuellt funnits innan workshopen.

Båda grupper fastnade däremot inte på någon av uppgifterna i fråga om hur de skulle få fram svar på dem. Om de gjorde det, var det kopplat till att de var osäkra på vad de skulle få fram, men när de väl förstod vad som förväntades för resultat så kom de direkt på olika metoder för att genomföra det. Detta tydde på att eleverna hade en högre självförmåga kopplat till verktyget, det vill säga programmeringen, eftersom de inte tvekade över hur de skulle lösa uppgifterna.

5.2.2 Enkäter

Enkäten före och efter workshopen innehöll frågor kopplade till de fyra attityderna presenterade tidigare - självförmåga, intresse, nöje och värdefullhet. De kodade svaren kopplades till dessa attityder utifrån teorin för att visa skillnaderna mellan elevernas attityder före och efter workshopen. Något att ha i åtanke är att eleverna svarade mer kortfattat i efterenkäten, så även om antalet koder minskat mellan enkäterna innebär det inte att en negativ påverkan skett. Vid analysen tittades det alltså främst på hur positiva alternativt negativa koderna var. Koderna är presenterade i tabellerna nedan.

Tabell 3

Enkätkoderna kopplade till självförmåga

Elev	Före	Efter
A	Självförtroende	Hyfsat självförtroende
B	Självförtroende	Lätt, självförtroende
C	Delvis självförtroende, svårt	Delvis självförtroende
D	Lågt självförtroende	Lågt självförtroende
E	Delvis självförtroende	Delvis självförtroende

Kommentar. Självförtroende benämns från lågt, till delvis, hyfsat och sedan till självförtroende.

Under självförmåga kunde ingen större skillnad ses, se Tabell 3. Självförtroendet minskade för endast en av eleverna, medan två av elevernas syn på matematikinnehållets svårighetsgrad minskade vilket tyder på en ökad självförmåga enligt teorin (se Hackett & Betz, 1989; se teoridel).

Tabell 4*Enkätkoderna kopplade till intresse*

Elev	Före	Efter
A	Fascinerad, benägenhet	Fascinerad
B	Benägenhet	Intressant ^a
C	Fascinerande	Fascinerad
D	Potentiellt lockande	Ej lockande
E	Benägenhet	Delvis lockande

^aElev B svarade endast “ja” på frågan kopplad till intresse i efterenkäten, vilket är anledningen till varför hen fick koden intressant.

Intresset verkade däremot ha minskat enligt analysen, se Tabell 4, särskilt i fallet med elev D. Endast elev B och Cs intresse påverkades ej av programmeringen. Det som kunde observeras var att eleverna ansåg att matematiken var mindre lockande samt att deras benägenhet minskade, vilka båda tyder på minskat intresse enligt den presenterade definitionen (se Hidi & Renninger, 2006; se teoridel).

Tabell 5*Enkätkoderna kopplade till nöje*

Elev	Före	Efter
A	Variation, utmanande, roligt	Roligt
B	Likgiltig	Hyfsat roligt
C	Belönande, utmanande, roligt	Utmanande, lärorikt
D	Trist	Trist
E	Variation, roligt	Delvis roligt

Kommentar: Hyfsat benämns som mer positivt än delvis.

I Tabell 5 kan det ses att nöjet påverkades någorlunda negativt, särskilt för elev E. Däremot var påverkan positiv på elev B samtidigt som flera av elevernas nöje inte påverkades alls. De kategorier som kunde identifieras var att eleverna ansåg att matematiken var mer lärorik samt att deras syn på uppgifter inom området som varierade minskade. Detta kan kopplas till definitionen av begreppet nöje (se Pekrun, 2006; se teoridel) eftersom det är känslor gentemot matematiken.

Tabell 6

Enkätkoderna kopplade till värdefullhet

Elev	Före	Efter
A	Användbart	Ej användbart
B	Viktigt	Lätt, viktigt
C	Koppling, användbart	Koppling, användbart
D	Ej användbart	Ej användbart
E	Ej användbart	Potentiellt användbart

Värdefullheten verkade ha påverkats positivt vilket kan ses på elev B och Es svar i Tabell 6. Elev A gick däremot från användbart till ej användbart. Detta kan bero på att eleven svarade mer kortfattat i enkäten efter. Dessutom kodades elevens svar till användbart i enkäten innan för att hen nämnde hur det kan användas under nöjesfrågan, även fast hen sedan under värdefullhetsfrågan skrev att hen inte tyckte det var användbart. Av denna anledning tolkades det därför som att eleven inte insåg själv att hen såg det som användbart. I enkäten efter skrev eleven inte något kopplat till värdefullhet under nöje, men svarade likadant, negativt, på värdefullhetsfrågan. Därför visar resultatet en negativ påverkan, men det går inte att säga om detta stämmer eller ej då hen eventuellt inte insett själv att hen ser det som användbart. De identifierade kategorierna var att eleverna ansåg att matematiken var mer användbar samt mindre ansträngande att arbeta med vilka båda tyder på en ökad värdefullhet (se Eccles et al., 1983, 1998; se teoridel).

5.2.3 Intervju

Under intervjun uttryckte läraren att elevernas intresse för matematiken ökar då programmering används i matematikundervisningen. Läraren påstod att programmering ökar viljan att räkna matematik eftersom att den kan användas som ett hjälpverktyg i undervisningen, vilket kan kopplas till teorin (se Hidi & Renninger, 2006; se teoridel). Det framgick också att läraren hade uppfattningen av att eleverna anser att det är intressant att koppla matematiken till programmeringen.

L: Jag tycker den [workshopen] gick bra, eleverna var ju väldigt engagerade, eh, och jag tror nog att de gillade och koppla integralbegreppet som vi arbetade med in till programmeringen. Så jag tror nog de, jag fick den känslan att de tyckte det var väldigt intressant.

Läraren nämnde alltså både att eleverna verkade uppfatta programmeringen som intressant och att det engagerade dem (se Hidi & Renninger, 2006; se teoridel). Samtidigt framgick det av läraren att elevernas vilja att beräkna matematik utan digitala verktyg minskar.

L: Utan. Ja men det blir det, asså, en gång, om eleverna en gång har fått smaka på liksom att, eh, nu får de använda Geogebra så är det jättesvårt att motivera tillbaka de och göra det utan digitala verktyg.

Läraren sa alltså att när eleverna väl fått använda sig av programmering, är det svårt att få dem att arbeta med matematiken utan programmering. Elevernas intresse för matematiken kan alltså öka men samtidigt också minska då programmering används i matematikundervisningen enligt det som har framgått i intervjun, beroende på om eleverna har tillgång till programmering eller inte vid senare tillfällen. Elevernas självsäkerhet ökar däremot enligt läraren, som påstod att programmering och digitala verktyg underlättar visualiseringen inom matematiken och konkretiserar det abstrakta (se Hackett & Betz, 1989; se teoridel).

L: Asså de, asså på deras nivå så tror de nu att de blir mer självsäkra eftersom nu kan de se framför sig för det som är problemet idag att vi

alla tror att vi måste se någonting för att förstå det. Eh så de tror ju att de blir säkrare för att de kan se saker istället för att visualisera det i huvudet, så att de blir säkrare, så de känner sig säkrare absolut.

Hen kopplade alltså samman självsäkerheten med konkretiseringen. Läraren påstod även att elevernas nöje för matematiken ökar då eleverna får programmera i matematikundervisningen.

L: Eh. De blir nog gladare, just för att det blir lättare för de så jag tror många elever tar emot det väldigt positivt /.../ Så att de blir gladare, deras attityder blir bättre gentemot matematiken.

Utdraget pekar på att elevernas nöje gentemot matematiken ökar, då programmeringen gör matematiken mindre ansträngande, genom att eleverna blir gladare vilket innebär att deras känslor blir mer positiva (se Pekrun, 2006; se teoridel). Det vill säga, läraren kopplar elevernas nöje till deras uppfattning om värdefullheten, främst i form av ansträngning (se Eccles et al., 1983, 1998; se teoridel). Läraren påstår vid flera andra tillfällen att digitala verktyg i matematikundervisningen gör det mindre ansträngande för eleverna.

L: /.../ med Geogebra så slipper de rita för hand, då har de ett extra verktyg som gör att det kan rita grafer liksom snabbare.

L: Ja då blir det mindre ansträngande tycker de, så det blir det lättare för dem.

Läraren sa att programmeringen gör beräkningarna snabbare, vilket därmed minskar elevernas ansträngning. Samtidigt uttrycker hen sig som att det endast blir mindre ansträngande när eleverna använder programmeringen, och att denna påverkan inte syns då eleverna sedan arbetar med matematiken utan programmering. Under intervjun framgick det även att eleverna uppfattar matematiken som något användbart och något som även kan användas utanför skoltiden, när eleverna använder programmering som en resurs.

L: Ja men det blir ju positiv ändå för att där, med digitala verktyg så ser de ju hur matematiken kan användas och inte bara typ sitter och räknar och så får de får de fram någonting. Utan de får ju faktiskt veta var den används och sen så hur den används även utanför skolan.

Matematikens värdefullhet verkar alltså öka då programmering används i matematikundervisningen genom att eleverna får en bild av att matematiken är mer användbar. Samtidigt påstår läraren att hen använder de digitala verktygen på ett abstrakt sätt och kopplar inte matematiken till verkligheten. Det indikerar att eleverna själva kan dra slutsatser kring hur det kan användas i verkligheten utifrån den visuella användningen av matematiken i programmeringen.

5.2.4 Kristalliserade resultat för forskningsfråga 2

Sammanfattningsvis observerades ingen större skillnad under någon av attityderna under enkätundersökningen men några förändringar kunde ändå ses, särskilt under värdefullhet och självförmåga. Dessa positiva kategorier var *användbart*, *mindre ansträngande*, *lärorikt*, samt *lättare*. De negativa var *mindre variation*, *mindre lockande* samt *ovilja*. I workshopen observerades det *glädje*, *vilja*, *distansering*, *fascinerande*, *ökat självförtroende*, *ökat självförtroende (med programmering)*. Under intervjun med elevernas lärare lyftes det fram hur elevernas attityder påverkas såsom deras *vilja (med programmering)*, *ovilja (utan programmering)*, *ökat självförtroende*, *engagemang (med programmering)*, *roligt*, *mindre ansträngande (med programmering)*, *användbart*. *Med programmering* och *utan programmering* innebär att påverkan kan ses specifikt när programmering används eller inte används i matematikundervisningen. Kategorierna presenteras närmare i Tabell 7 där de även kopplas till teorin.

Tabell 7*Påverkningar på elevers attityder*

Kategori	Förklaring	Teori
Nöje		
Glädje	Elever är glada.	Nöje positiv känsla
Lärorikt	Elever anser att de lär sig mycket.	Nöje positiv känsla
Mindre variation	Elever anser att matematikuppgifter inom området är mindre varierade.	Ej nöje negativ känsla
Roligt	Elever har roligt.	Nöje positiv känsla
Intresse		
Distansering	Elever tar avstånd till matematiken.	Ej intresse minskad benägenhet
Engagemang	Elever är delaktiga.	Intresse ökad benägenhet
Fascinering	Elever blir fängslade av matematiken.	Intresse ökad benägenhet
Mindre lockande	Elever lockas mindre till matematiken.	Ej intresse minskad benägenhet
Ovilja	Elever vill inte arbeta med matematiken.	Ej intresse minskad benägenhet
Vilja	Elever vill arbeta med matematiken.	Intresse ökad benägenhet
Värdefullhet		
Användbart	Elever ser matematiken som användbar.	Värdefullhet användbarhet
Mer ansträngande	Elever upplever matematiken som jobbig.	Ej värdefullhet ökad ansträngning
Mindre ansträngande	Elever upplever matematiken som mindre jobbig.	Värdefullhet minskad ansträngning

Kategori	Förklaring	Teori
Självförmåga		
Lättare	Elever anser att matematiken är lättare.	Självförmåga ökat självförtroende
Ökat självförtroende	Elever är mer självsäkra när de löser matematikuppgifter.	Självförmåga ökat självförtroende

Utifrån allt datamaterial så går det att se att elevernas attityder påverkas på olika sätt då programmering integreras i matematikundervisningen. En del elever påverkas positivt medan andra påverkas negativt. Likaså kan det ses att olika perspektiv har olika syn på påverkan.

Under workshopen var det möjligt att observera att eleverna i grupp 1 aktivt valde att avstå från att använda matematiken. Däremot var det möjligt att se en positiv påverkan på elevernas självförtroende då de fick programmera, men inte när de resonerade kring matematiken utan hjälpmedel. Att elevers självförtroende ökar med programmeringen är också något som läraren påpekade under intervjun, men ingenting eleverna verkade uppleva enligt enkäterna.

Det framgick även under intervjun med läraren att elever är mer villiga att göra matematikuppgifter med programmering eftersom det underlättar deras beräkningar. I enkäten kunde det ses att eleverna upplevde matematiken som mindre ansträngande, men också att deras vilja att arbeta med matematikområdet utan programmering minskade. Detta kan kopplas till en annan sak läraren talade om, nämligen att då programmering inte är integrerad i undervisningen, efter att eleverna arbetat med matematikområdet med programmering, så visar elever en större ovilja att arbeta med matematikuppgifter jämfört med innan. Samtidigt observerades det under workshopen att eleverna distanserade sig från matematiken och att de upplevde den som svår, samtidigt som eleverna ansåg att matematiken var mindre ansträngande efter workshopen. Detta kan alltså eventuellt vara en uppfattning eleverna fått som inte stämmer överens med verkligheten, särskilt eftersom även läraren påstod att elever ser matematiken som mindre ansträngande än vanligtvis då de programmerar i undervisningen. Detta kan ha och göra med att elevernas självförtroende verkade öka

under workshopen då de använde sig av programmeringen, vilket även läraren påstod, och att de därmed fick en uppfattning av att matematiken är mindre ansträngande. Samtidigt uttryckte inte eleverna i enkäterna att deras självförmåga hade ökat, även fast läraren påstod att den gör det, så det kan även vara så att eleverna inte insett själva att de blivit mer självsäkra.

Likheter som kunde ses mellan de olika datamaterialen var även att både workshopen och lärarintervjun pekade på att användningen av programmeringen gjorde matematiken roligare. Likaså ökade även användbarhetsuppfattningen enligt enkäterna och lärarintervjun.

Sammanfattningsvis verkar programmering öka självförtroendet hos elever då de programmerar, tillsammans med en vilja och glädje att arbeta med matematik med programmering, samt en ovilja att arbeta med matematik utan programmering. Elever verkar även få en mindre ansträngande bild av matematikområdet, även fast de eventuellt senare upplever matematiken som lika ansträngande som innan, samt de verkar se det som mer användbart.

6. Diskussion

Nedan presenteras de sammanfattande svaren på forskningsfrågorna i kontrast med tidigare forskning. Även metoden, resultatet och vidare forskning diskuteras. Det dras även slutsatser för lärarprofessionen genom att resultatets betydelse för professionen diskuteras.

6.1 Hur kan elevers relationella förståelse påverkas då programmering används i matematikundervisningen?

Enligt kristalliseringen verkar det inte finnas någon tydlig påverkan på elevers relationella förståelse då programmering integreras i matematikundervisningen. Samtidigt observerades det i workshopen att programmering har potential att påverka den positivt. Detta genom att eleverna *reflekterade* över sina metoder, *generaliserade* matematiken och hittade mönster, *bekräftade* sina resonemang med hjälp av programmeringen samt *diskuterade* och konkretiserade begreppen. Däremot upptäcktes även en möjlig negativ påverkan i form av att eleverna tänkte mer *procedurellt* enligt läraren. En anledning till att ingen skillnad observerades i enkätuppgifterna kan vara att elevernas förutfattade meningar om deras kunskaper kan ha haft en påverkan på deras prestationer. Som nämnt innan, visar en studie av Street et al. (2022) att det finns en koppling mellan elevers självförmåga och tidigare prestationer på svårare uppgifter. I och med detta kan eleverna ha tittat på uppgifterna och inte försökt lösa dem i och med att de ansett att de varit för svåra när de tidigare försökt lösa dem i förenkäten. Detta kunde även ses i efterenkäterna där flera av eleverna gav svaret "vet ej" på den tredje frågan. Därför kan den relationella förståelsen ha påverkats positivt fastän matematikuppgifterna inte visade det, eftersom eleverna själva inte uppfattat att deras förståelse påverkats.

Lärarens uppfattning om att förståelsen påverkas negativt kan ha att göra med användningen. I workshopen hade uppgifterna en undersökande karaktär, medan läraren snarare använde sig av programmering som ett hjälpmedel som förenklar beräkningar. Som nämnt innan har lärarens roll, i form av kompetenser, samt användningen av digitala verktyg en påverkan på elevernas lärande (Drijvers, 2015). Det innebär att om

läraren hade använt programmeringen på ett annat sätt i sin undervisning eller om den hade haft mer programmeringskunskaper, hade programmeringen eventuellt haft en annan påverkan på elevernas relationella förståelse, och därmed hade lärarens uppfattning om påverkan varit annorlunda.

Sammanfattningsvis har alltså programmering potential till att påverka elevers relationella förståelse positivt på olika sätt enligt analysen, även om det inte observerats tydligt i denna studie. Detta kan också bero på att workshopen endast pågick under en kortare period, vilket kan orsaka att ingen påverkan observeras enligt Rich et al. (2014). Resultatet stämmer dock till stor del överens med tidigare forskning, som också pekar på en potentiell positiv påverkan (Sáez-López et al., 2019; Triantafyllou et al., 2017).

6.2 Hur kan elevers attityder gentemot matematik påverkas då programmering används i matematikundervisningen?

Det som går att observera i resultatet är att lärarens uppfattning om påverkan på elevernas attityder skiljer sig från elevernas egna uppfattningar om sig själva samt till viss del det som observerades i workshopen. Som skrivet innan kan det bero på att läraren använt sig av programmering på ett annat sätt, men även att läraren upplevt större skillnader för att hen har genomfört programmeringen under en längre tid jämfört med denna studie vilket ofta ger tydligare resultat enligt Rich et al. (2014). I resultatet var det möjligt att se positiva och negativa påverkningar på elevernas attityder gentemot matematik då programmering integrerades i matematikundervisningen. Det var möjligt att observera att eleverna påverkades positivt i form av *ökat självförtroende*, *vilja* och uppfattade matematiken som *mindre ansträngande* kopplat till programmeringsanvändningen i matematikundervisningen. Däremot fanns det även en viss *ovilja* kopplad till matematiken utan programmering. Likaså verkade inte elevernas uppfattningar av matematiken som mindre ansträngande överföras till ordinarie matematikundervisning.

Mycket av den tidigare forskningen undersöker elevers attityder gentemot matematik under programmeringslektioner, och inte attityderna i ordinarie matematikundervisning

efter att programmering har inkluderats i undervisningen. Seebut et al. (2022) är ett exempel på en sådan studie. Denna studie kom fram till att elever får mer positiva attityder gentemot programmering då det integreras i matematikundervisningen. Psycharis och Kallias (2017) studie kom fram till att elevers självförmåga förbättrades då programmering integrerades i matematikundervisningen, som även vårt arbete pekar på. En annan studie som visar på att självförmågan ökar är en studie av Sáez-López et al. (2019), men precis som Seebut et al. (2022) undersökte de elevers självförmåga då de programmerade vilket innebär att deras resultat kopplas till elevernas attityder endast då de har tillgång till programmering. En svensk studie av Kilhamn et al. (2021) kom fram till att lärare upplever det som att elevers nöje, intresse och värdefullhet ökar i matematikundervisningen då eleverna får programmera, vilket även läraren i detta arbete påstod, men även denna studie är kopplad till elevers attityder mot programmering snarare än matematik.

Detta arbete pekar på att elever, enligt enkätundersökningarna, anser att värdefullheten samt självförmågan ökar kopplat till matematiken då de får programmera i undervisningen, men inte deras nöje eller intresse för matematiken. Däremot kom Seebut et al. (2022) fram till att integrerad programmering ökar alla fyra attityder gentemot programmering i matematiken. Skillnaden mellan detta arbetes enkäter och Seebut et al. är alltså att detta arbete undersökte elevers attityder gentemot matematik, medan Seebut et al. undersökte elevers attityder gentemot programmering i matematikundervisning. Det innebär att det verkar finnas en skillnad, även om det är värt att notera att denna studie endast hade fem deltagare jämfört med Seebut et al. som hade 28, vilket också gör att resultatet på detta arbetes enkätundersökning inte går att generalisera. Alltså kan det vara så att elevers attityder mot matematik och mot programmering i matematikundervisning påverkas olika, vilket även detta arbetes analys pekar på.

Elevperspektivet på påverkan, som samlades in före och efter workshopen, samt observationerna under workshopen bidrog till det mångsidiga svaret på frågeställningen. Lärarperspektivet på elevers attityder gentemot matematik var ytterligare ett annat perspektiv som förtydligade och bidrog till en djupare förståelse av elevperspektivet. Detta eftersom datainsamlingen gällande elevernas egna uppfattningar om sina attityder endast var insamlad under en kortare period. Eleverna hade alltså inte haft möjlighet att

reflektera över sina attityder. Läraren däremot hade en lång relation med sina elever och hade därmed en annan kännedom om påverkan, som eventuellt inte gick att observera genom enkäterna och under workshopen. Samtidigt använde läraren sig av programmeringen på ett annat sätt i sin undervisning än workshopen vilket kan ha en möjlig påverkan på attitydförändringarna. Till skillnad från den relationella förståelsen, verkade däremot lärarens uppfattningar stämma överens med annat datamaterial från workshopen.

Sammanfattningsvis har det varit möjligt att få inblick i hur elevers attityder påverkas gentemot matematiken, däremot ska det påpekas att det finns olika perspektiv på området. Det beror främst på under vilka omständigheter attityder observeras samt vems röst det är som kommer till tals.

6.3 Metoddiskussion

Enkäten bestod av matematikuppgifter som eleverna fick skriva kortare svar på. På grund av detta var det inte möjligt att analysera elevernas förståelse. Enkätuppgifterna gav alltså inte djupare svar på på vilket sätt eleverna förstod matematiken. Då elevlösningar inte analyserades var det därför inte möjligt att upptäcka mindre förbättringar eller försämringar av deras relationella förståelse gentemot matematiken. Dessutom var det inte heller möjligt att få inblick i vad eleverna hade gjort fel och rätt i sina beräkningar, som i sin tur kan ha påverkat deras svar i enkäterna.

Enkäten efter workshopen bestod inte heller av lika utförliga svar som enkäten före workshopen. Då efterenkäten genomfördes mot lektionens slut så kan detta ha varit en konsekvens av tidsbrist och elevernas trötthet. Under studien noterades det även att eleverna behövde mer tid för att svara på frågorna, vilket kan ha resulterat i mindre utförliga svar. Därför vore det lämpligt om eleverna fick mer tid till att genomföra enkäten.

Utöver tidsbrist i enkäterna så noterades det även tidsbrist under workshopen. Workshopen var tidskrävande och eleverna lyckades inte bli helt klara med alla uppgifterna, vilket kan ha påverkat undersökningens resultat. På grund av detta vore det därför lämpligt att avsätta mer tid för programmeringsworkshopen, alternativt att ha en

sådan workshop under flera lektioner. Detta hade även gett eleverna möjlighet att få bekanta sig med upplägget och hade motverkat förvirring, då eleverna var vana vid sin ordinarie lärares undervisningsupplägg. Ett annat problem med workshopen som datamaterial var att det var i vissa fall svårt att urskilja elevernas attityder gentemot programmeringen respektive matematiken. Däremot motverkades detta genom användningen av kristallisering, det vill säga genom att resultatet från workshopen sattes i kontrast med de andra datamaterialen.

Eftersom eleverna slumpmässigt delades upp i två olika grupper under workshopen, som dessutom uppfattades som väldigt olika, så vore det också lämpligt att intervjua läraren om dessa grupper och skillnaderna mellan dem. Med sådana intervjufrågor hade det varit möjligt att få en djupare inblick i de individuella elevernas attityder och relationella förståelse, som eventuellt inte var möjliga att analysera genom enkätsvaren och workshopen. En eventuell fråga som kunde ha ställts under intervjun hade varit vilka skillnader som fanns mellan grupperna, för att ge en djupare förståelse för hur olika elever påverkas av programmering.

6.4 Slutsatser för lärarprofessionen

Resultatet ger lärarprofessionen kunskaper om hur programmering kan användas i matematikundervisningen på ett givande sätt. Resultatet visar på att programmering kan öka elevers relationella förståelse om det används på ett sätt där eleverna behöver använda sina matematiska kunskaper, samtidigt som resultatet också visar att elevers attityder gentemot matematik kan påverkas negativt. Implementeras programmering på ett sätt där elever får vänja sig vid att arbeta förenklat med matematiken, blir det eventuellt svårare att sedan motivera dem att arbeta med matematiken utan programmering genom att deras vilja för att arbeta med det minskar. Samtidigt kan programmering öka elevers självförtroende och är ett sätt att motivera elever till att arbeta med matematikinnehåll. Därför behöver lärare tänka över hur och när de implementerar programmering i sin undervisning för att dra nytta av de positiva påverkningar programmering har på både elevers attityder och relationella förståelse och vara medveten om konsekvenserna av de valen.

6.5 Förslag till vidare forskning

Eftersom denna studie undersökte relationell förståelse och attitydförändringar generellt, identifierades det ingen koppling mellan frågeställningarna. Däremot kunde det ses i resultatet att elev D och E hade negativa attityder samtidigt som de dessutom hade bristande kunskaper i matematik. Detta stämmer överens med Wong och Wong (2019) som kom fram till att det finns en koppling mellan lägre presterande elevers prestationer och attityder. Däremot kom Pesek och Kirshner (2000) fram till att elever som inte har ett intresse för matematik inte uppskattar relationellt lärande. Detta stämmer inte överens med elev D som inte hade något intresse för matematik, men uttryckte intresse under workshopen i form av främst vilja. I och med att det endast är en elev kan det däremot vara ett undantag, vilket innebär att författarnas påstående generellt stämmer. Likaså kan det bero på att det relationella lärandet involverade just programmering i detta arbete. Som skriver tidigare kan inte några slutsatser om kopplingarna mellan påverkningarna av attityder och relationell förståelse dras, men om materialet hade analyserats annorlunda, med frågeställningar anpassade till en individnivå, hade kanske någon koppling kunnat identifierats. Detta kan alltså vara värt att undersöka vidare för att se hur olika typer av elever, till exempel elever med olika matematikkunskaper, påverkas olika av programmering i matematikundervisningen, i form av både attityder och förståelse.

Något som framgick under intervjun med läraren var också att hen hade en uppfattning av att flera attitydförändringar hörde ihop, såsom nöje och värdefullhet i form av ansträngning. Läraren beskrev det som att eftersom matematiken upplevs som lättare av elever, så ökar deras nöje när de programmerar. Liknande kopplingar kan även hittas i Kilhamn et al. (2021) studie. Det kan alltså också vara intressant att undersöka detta vidare för att se om det finns någon koppling mellan elevers olika attitydförändringar då programmering integreras i matematikundervisningen.

Som nämnts i metoddiskussionen, hade det även varit intressant att göra en liknande undersökning angående elevers relationella förståelse där elevernas lösningar på enkätuppgifterna analyseras för att få fram en tydligare bild av påverkan. Eftersom detta arbete är en fallstudie, kan resultatet dessutom skilja sig i olika grupper. Därför hade det varit intressant att göra liknande forskning i andra typer av klasser samt med andra

lärare för att se om resultaten skiljer sig samt för att identifiera eventuella faktorer som har en påverkan på resultatet.

7. Referenser

- Bryman, A. (2018). *Samhällsvetenskapliga metoder* (3. uppl.). Liber.
- Drijvers, P. (2013). Digital technology in mathematics education: Why it works (or doesn't). *PNA*, 8(1), 1–20. <https://doi.org/10.30827/pna.v8i1.6120>
- Eccles, J. S., Adler, T. F., Futterman, R., Goff, S. B., Kaczala, C. M., & Meece, J. L., et al. (1983). Expectancies, values, and academic behaviors. I J. T. Spence (Red.), *Achievement and achievement motivation* (s. 75–146). Freeman.
- Eccles, J. S., Wigfield, A., & Schiefele, U. (1998). Motivation to succeed. I W. Damon & N. Eisenberg (Red.), *Handbook of child psychology: Social, emotional, and personality development* (Vol. 3, 5 uppl., s. 1017–1095). Wiley.
- Hackett, G., & Betz, N. E. (1989). An exploration of the mathematics self-efficacy/mathematics performance correspondence. *Journal for research in Mathematics Education*, 20(3), 261-273. <https://doi.org/10.2307/749515>
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational psychologist*, 41(2), 111-127. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4
- Holmes, V.-L. (2012). Depth of Teachers' Knowledge: Frameworks for Teachers' Knowledge of Mathematics. *Journal of STEM education: Innovations and research*, 13(1), 55-71.
- Humble, N. (2021). Teacher observations of programming affordances for K-12 mathematics and technology. *Education of Information Technologies*, 27, 4887-4904. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10811-w>
- Humble, N., Mozelius, P., & Sällvin, L. (2020). Remaking and reinforcing mathematics and technology with programming: teacher perceptions of challenges, opportunities and tools in K-12 settings. *The International Journal of Information and Learning Technology*, 37(5), 309-321. <https://doi.org/10.1108/IJILT-02-2020-0021>

Kilhamn, C., Bråting, K., Helenius, O., & Mason, J. (2022). Variables in early algebra: exploring didactic potentials in programming activities. *ZDM - Mathematics Education*, 54, 1273-1288. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01384-0>

Kilhamn, C., Bråting, K., & Rolandsson, L. (2021). Teachers' arguments for including programming in mathematics education. I *NORMA 20, The ninth Nordic Conference on Mathematics Education, Oslo, Norway, 1-4 June 2021* (s. 169-176).

Kilhamn, C., & Rolandsson, L. (2021). Utmaningar och möjligheter. I K. Bråting, C. Kilhamn & L. Rolandsson (Red). *Programmering i skolmatematiken: möjligheter och utmaningar* (s. 105-121). Studentlitteratur.

Regeringen. (2017). *Stärkt digital kompetens i skolans styrdokument*. Hämtad 29 mars, 2023, från https://medarbetarportalen.gu.se/digitalAssets/1621/1621603_regingens_beslut_digital_kompetens_170309.pdf

Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational psychology review*, 18, 315-341.

Pesek, D. D. & Kirshner, D. (2000). Interference of Instrumental Instruction in Subsequent Relational Learning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(5), 524-540. <https://doi.org/10.2307/749885>

Psycharis, S., & Kallia, M. (2017). The effects of computer programming on high school students' reasoning skills and mathematical self-efficacy and problem solving. *Instructional science*, 45(5), 583-602.

Rich, P. J., Bly, N., & Leatham, K. R. (2014). Beyond Cognitive Increase: Investigating the Influence of Computer Programming on Perception and Application of Mathematical Skills. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 33(1), 103-128.

Sáez-López, J. M., Sevillano-García, M. L., & Vazquez-Cano, E. (2019). The effect of programming on primary school students' mathematical and scientific understanding: educational use of mBot. *Education Technology Research and Development*, 67, 1405–1425. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09648-5>

Schettino, C. (2016). A Framework for Problem-Based Learning: Teaching Mathematics with a Relational Problem-Based Pedagogy. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 10(2), 42–67. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1602>

Seebut, S., Wongsason, P., Kim, D., Putjuso, T., & Boonpok, C. (2022). Python-based simulations of the probabilistic behavior of random events for secondary school students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology*, 18(9). <https://doi.org/10.29333/ejmste/12309>

Skemp, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching*, 77, 1–7.

Skemp, R. R. (1987). *The psychology of learning mathematics: Expanded American edition*. Routledge.

Skemp, R. R. (1993). *Theoretical foundations of problem-solving: A position paper*. <http://www.davidtall.com/skemp/sail/theops.html>

Skolverket. (2022a). *Ändrad ämnesplan i matematik*. Hämtad 23 mars, 2023, från Skolverket, <https://www.skolverket.se/skolutveckling/inspiration-och-stod-i-arbetet/stod-i-arbetet/andrad-amnesplan-i-matematik>

Skolverket. (2022b). *Ämne - Matematik*. Hämtad 23 mars, 2023, från <https://www.skolverket.se/undervisning/gymnasieskolan/laroplan-program-och-amnen-i-gymnasieskolan/gymnasieprogrammen/amne?url=-996270488%2Fsyllabuscw%2Fjsp%2Fsubject.htm%3FsubjectCode%3DMAT%26version%3D11%26tos%3Dgy&sv.url=12.5dfce44715d35a5cdfa92a3>

Street, K. E., Stylianides, G. J., & Malmberg, L. E. (2022). Differential relationships between mathematics self-efficacy and national test performance according to perceived task difficulty. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 29(3), 288-309.

Tracy, S. J. (2010). Qualitative quality: Eight “big-tent” criteria for excellent qualitative research. *Qualitative inquiry*, 16(10), 837-851. <http://doi.org/10.1177/1077800410383121>

Triantafyllou, E., Timcenko, O., & Misfeldt, M. (2017). Mathematics Learning by Programming in a Game Engine: Development of Knowledge and Student Motivation. *International Journal of Engineering Education*, 33(3), 944-955.

Trost, J. (2010). *Kvalitativa intervjuer* (4. uppl.). Studentlitteratur.

Vetenskapsrådet (2002). *Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning*. Vetenskapsrådet. https://www.vr.se/download/18.68c009f71769c7698a41df/1610103120390/Forskningsetiska_principer_VR_2002.pdf

Vinnervik, P. (2022). Implementing programming in school mathematics and technology: teachers' intrinsic and extrinsic challenges. *International Journal of Technology and Design Education*, 32, 213-242. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09602-0>

Wong, S. L., & Wong, S. L. (2019). Relationship between interest and mathematics performance in a technology-enhanced learning context in Malaysia. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 14(1), Artikel 21. <https://doi.org/10.1186/s41039-019-0114-3>

Yuan, Y. (2009). Taiwanese elementary school teachers apply web-based virtual manipulatives to teach mathematics. *Journal of Mathematics Education*, 2(2), 108–121.

8. Bilagor

8.1 Bilaga 1 - Instruktioner till workshop (dokument)

Programmeringsworkshop

Trigonometriska integraler

I denna workshop ska ni arbeta i par med funktionen $f(x) = \sin(kx)$ och dess integral. Ni ska använda er av ett färdigt program i denna workshop som ni ska redigera för att svara på diverse frågor. Koden hittar ni här:

<https://replit.com/@TovaAlema/Integral-Workshop#main.cs>

Manipulera inte de redan skapade C#-funktionerna, utan utnyttja dessa när ni skriver egen kod (exempelvis i main, eller lägger ni till egna funktioner). Den första funktionen, "table", skriver ut en tabell med hjälp av två listor. Den andra funktionen, "integral", returnerar värdet på en $\sin(kx)$ integral med integrationsgränserna a och b där a , b , och k är parametrar. Det vill säga, den räknar ut följande integral:

$$\int_a^b \sin(kx) dx$$

1. Använd koden för att undersöka hur integralen förändras då ni ändrar på integrationsgränserna. Håll a och k konstant (förslagsvis kan ni sätta $a=0$ och $k=1$) och variera b . Förklara resultatet.
2. Utgå från funktionen ni använde er av i uppgift 1. Vad är funktionens största möjliga integralvärde? Vilka integrationsgränser används då?
3. Gör nu en tabell över $\sin(kx)$ -funktionens största möjliga integralvärde beroende på k . Använd table-funktionen för att göra tabellen. Förklara resultatet.

8.2 Bilaga 2 - Instruktioner till workshopen (kod)

```
main.cs
main.cs
1 using System;
2 using System.Collections.Generic;
3
4
5 public class Program
6 {
7     public static void Main()
8     {
9
10
11     }
12
13     //Skriver ut en tabell med integralvärden och k-värden.
14     public static void table(List<double> integrals, List<int> k)
15     {
16         Console.WriteLine("k    Integral");
17         Console.WriteLine("-----");
18         for(int i=0; i<integrals.Count;i++)
19         {
20             Console.WriteLine(k[i]+"    "+Math.Round(integrals[i]*100)/100);
21             Console.WriteLine("-----");
22         }
23     }
24
25     //Räknar ut integral (sin(kx) från a till b)
26     public static double integral(int k, double a, double b)
27     {
28         double integral=(Math.Cos(k*a)-Math.Cos(k*b))/k;
29         return integral;
30     }
31 }
32 }
```

8.3 Bilaga 3 - Enkät före

Hej!

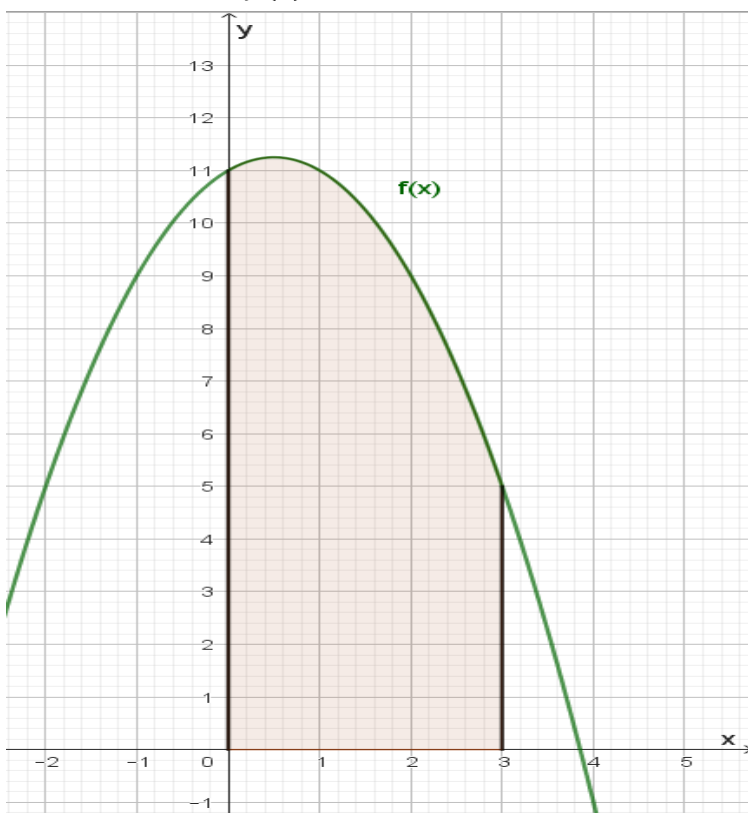
Här nedan ska du besvara 9 frågor innan workshopen. Denna enkät består av 4 stycken matematikuppgifter som ni ska lösa utan digitala verktyg och 4 uppgifter om era attityder gentemot matematik. I början ska du ange vilken bokstav du har

1) Vad har du för bokstav?

2) Beräkna följande integral.

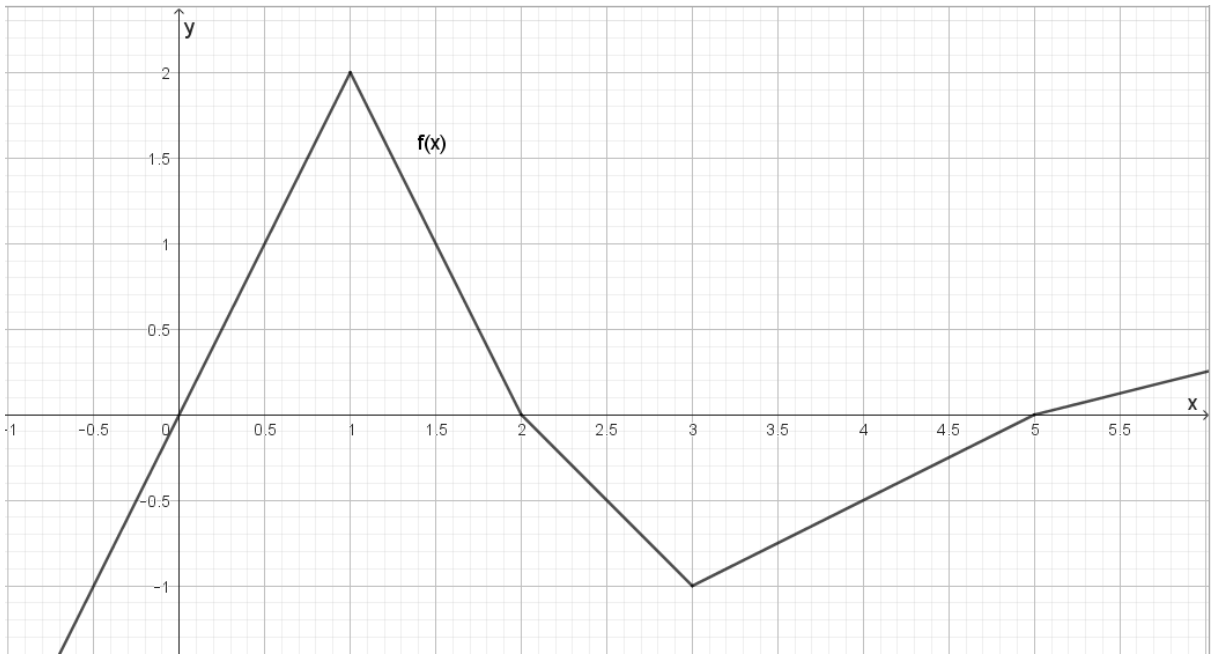
$$\int_1^2 x^2 dx$$

3) Beräkna **exakt** den markerade arean i figuren nedan som avgränsas av funktionen $f(x) = 11 + x - x^2$.

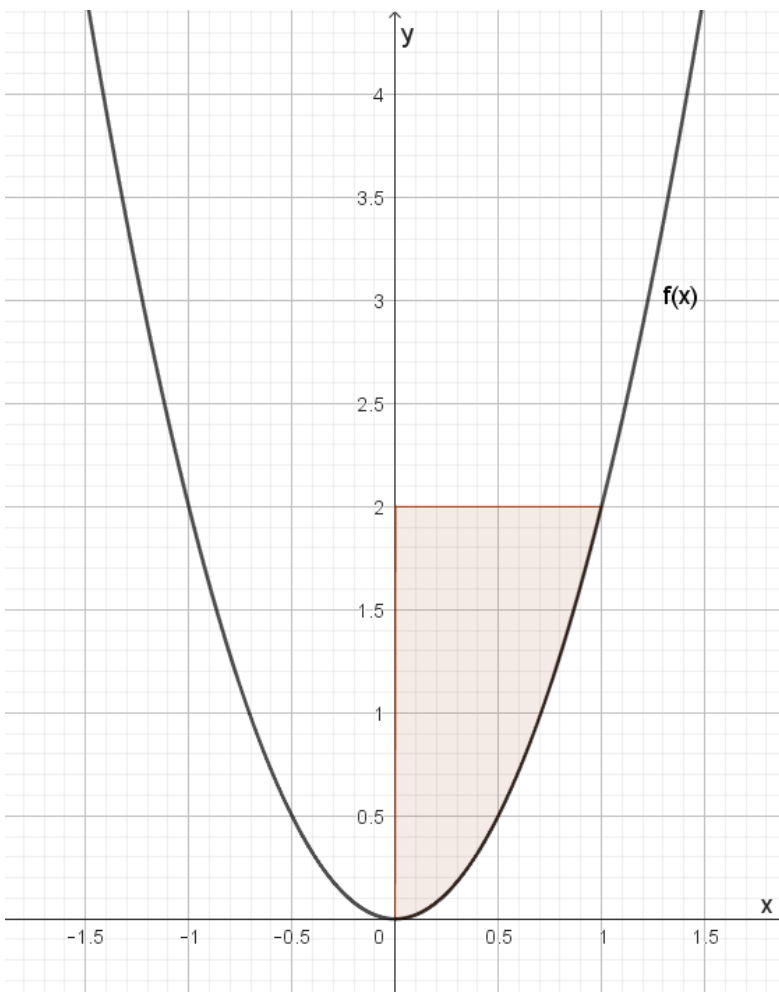


4) Figuren visar grafen till funktionen $y = f(x)$. Beräkna värdet av integralen

$$\int_1^5 f(x) dx.$$



- 5) Figuren nedan visar funktionen $f(x) = 2x^2$ och dess integral med integrationsgränserna $y=0$ och $y=2$. Beräkna integralen och svara exakt.



- 6) Anser du att du har bra självförtroende när du löser matematikuppgifter kopplat till integraler? Motivera ditt svar och förklara varför du upplever det så.
- 7) Anser du att integraler är intressanta/lockande? Motivera ditt svar och förklara varför du upplever det så.
- 8) Upplever du att det är kul att räkna matematikuppgifter kopplade till integraler? Motivera ditt svar och förklara varför du upplever det så.
- 9) Upplever du att integraler känns som något värdefullt, som t.ex. att matematiken är användbar? Motivera ditt svar och förklara varför du upplever det så.

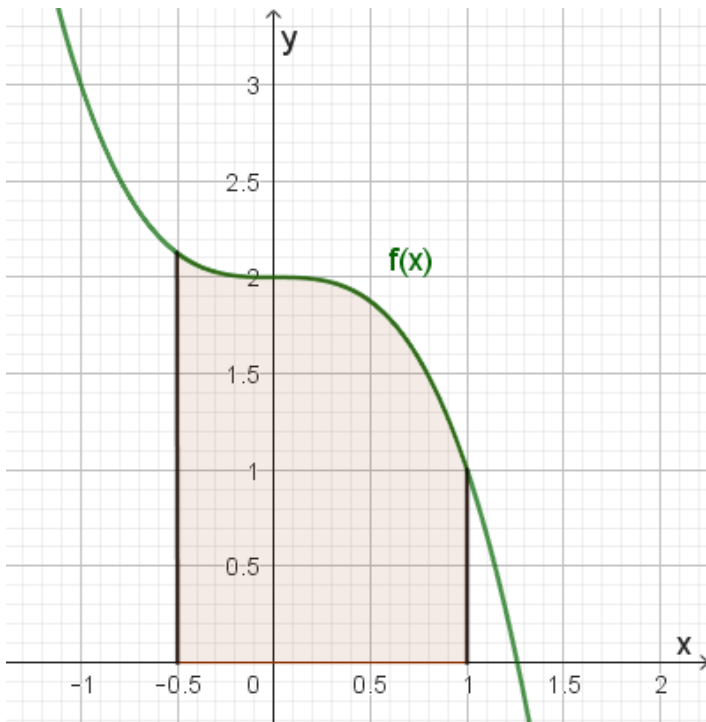
Tack för dina svar!

8.4 Bilaga 4 - Enkät efter

Hej!

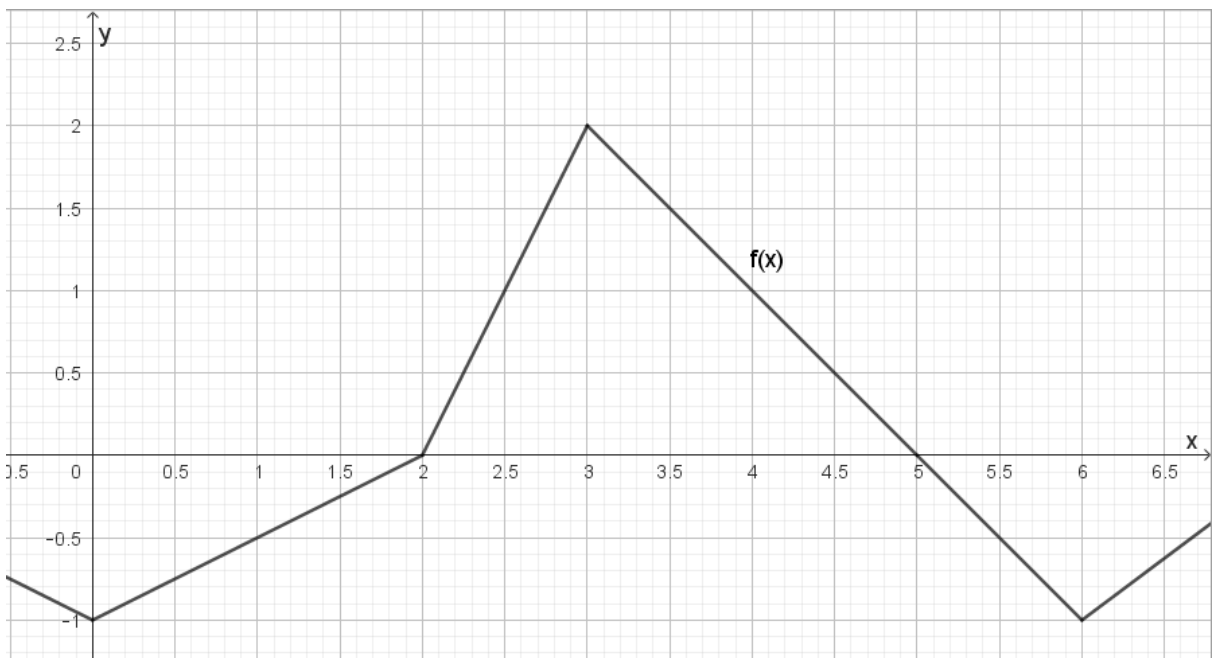
Nu är det dags för eftertest efter workshopen. Enkäten består av 10 frågor var av 4 stycken är matematikuppgifter, 4 stycken är om era attityder gentemot matematik, 1 fråga om programmering. Enkäten börjar med att ni ska ange din bokstav.

- 1) Vad har du för bokstav?
- 2) Anser du att du har bra självförtroende när du löser matematikuppgifter kopplat till integraler?
Motivera ditt svar och förklara varför du upplever det så.
- 3) Anser du att integraler är intressanta/lockande?
Motivera ditt svar och förklara varför du upplever det så.
- 4) Upplever du att det är kul att räkna matematikuppgifter kopplade till integraler?
Motivera ditt svar och förklara varför du upplever det så.
- 5) Upplever du att integraler känns som något värdefullt, som t.ex. att matematiken är användbar?
Motivera ditt svar och förklara varför du upplever det så.
- 6) Beräkna följande uppgift
$$\int_1^4 x + 3 dx$$
- 7) Beräkna **exakt** den markerade arean i figuren nedan som avgränsas av funktionen $f(x) = -x^3 + 2$.

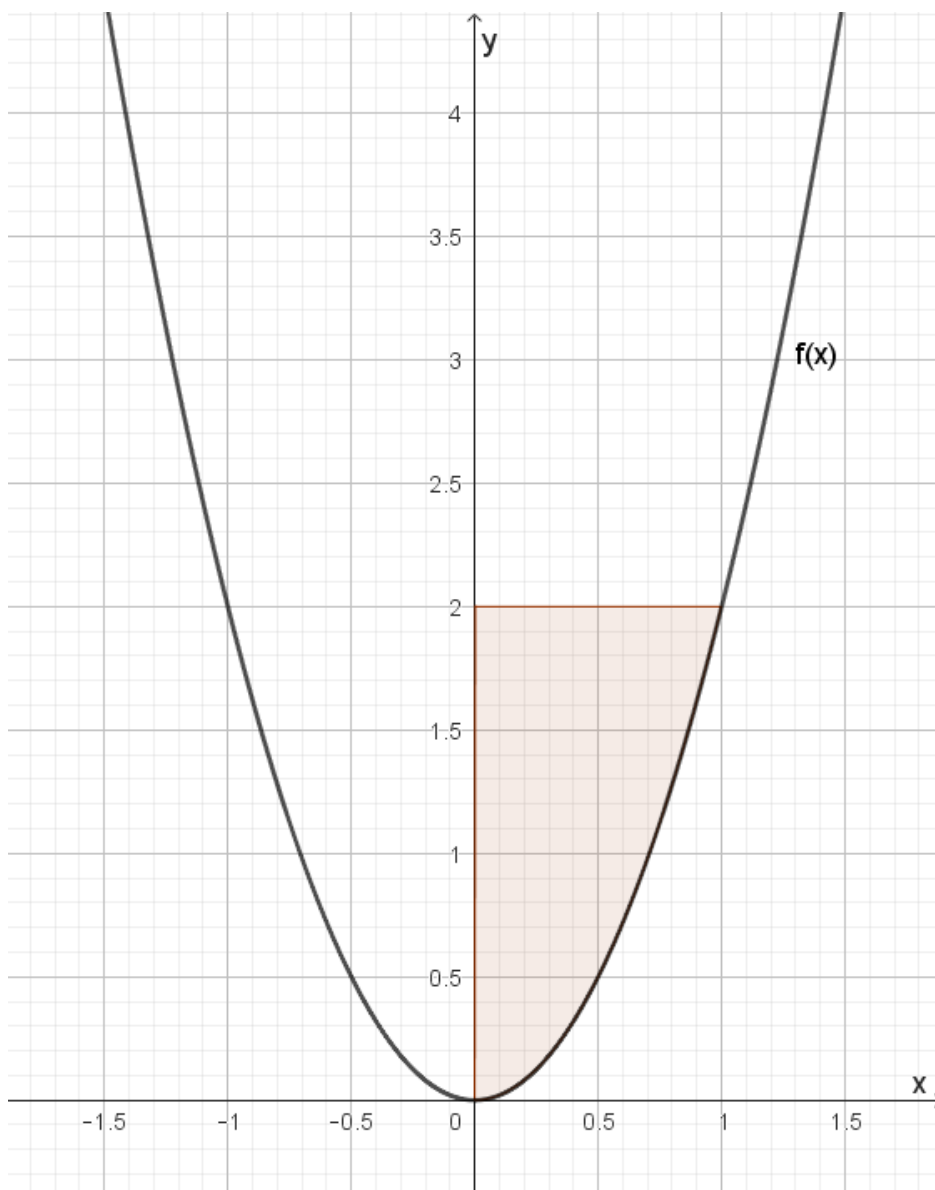


8) Figuren visar grafen till funktionen $y = f(x)$. Beräkna värdet av integralen

$$\int_2^6 f(x) dx.$$



- 9) Figuren nedan visar funktionen $f(x) = 2x^2$ och dess integral med integrationsgränserna $y=0$ och $y=2$. Beräkna integralen och svara exakt.



- 10) Hur upplevde du workshopen? Motivera ditt svar.

Tack för din tid!

8.5 Bilaga 5 - Intervjuguide

1. På vilket sätt har du använt dig av programmering i matematikundervisningen innan?
 - a. Vad har programmeringen haft för syfte?
 - b. Vilka matematikområden har du använt det inom?
 - c. Vad har eleverna tyckt om det?
2. Hur upplever du att elevernas förståelse för matematiken påverkas när de får programmera i matematikundervisningen?
 - a. Vad har eleverna blivit bättre på och/eller mindre bra på?
3. Hur upplever du att elevernas attityder gentemot matematikinnehållet påverkas när de får programmera inom det?
 - a. Upplever du att eleverna känner sig säkrare eller mindre säkra på matematikinnehållet när de får programmera i matematikundervisningen?
 - b. Upplever du att eleverna tycker matematikinnehållet är roligare efter att de fått programmera inom det?
 - c. Upplever du att det är lättare eller svårare att få eleverna att försöka lösa uppgifter kopplade till matematikinnehållet efter att eleverna programmerat inom det?
 - d. Hur upplever du att elevernas uppfattning av matematikinnehållets användbarhet påverkas när eleverna får programmera i matematikundervisningen?
 - e. Verkar eleverna tycka att matematikinnehållet är mindre ansträngande eller jobbigt att arbeta med efter programmeringen?
4. Om du utgår från de aspekter vi diskuterat under denna intervju, hur upplevde du workshopen?
 - a. Har du upplevt någon skillnad på eleverna i ordinarie undervisning efter workshopen?

8.6 Bilaga 6 - Samtyckesblankett lärare



LÄRANDE OCH SAMHÄLLE INSTITUTION

Datum 2023-04-21

På lärarutbildningen vid Malmö universitet skriver studenterna ett examensarbete på avancerad nivå. I detta arbete ingår att göra en egen vetenskaplig studie, utifrån en fråga som kommit att engagera studenterna under utbildningens gång. Till studien samlas ofta material in vid skolor, i form av t.ex. intervjuer och observationer. Examensarbetet motsvarar 15 högskolepoäng, och utförs under totalt 10 veckor. När examensarbetet blivit godkänt publiceras det i Malmö universitets databas MUEP (<http://dspace.mah.se/handle/2043/599>).

Samtycke till medverkan i studentprojekt

Hej!

Vi heter Tova Alemo och Misha Izadi-shad och är studenter på Malmö Universitet på lärarhögskolan på termin 10. Båda två studerar ämneslärarprogrammet mot gymnasiet med förstaämne matematik samt andraämne fysik. Vår examensarbete har fått godkännande att genomföras.

Vårt examensarbete handlar om “Programmeringens påverkan på elevers attityder och relationella förståelse i matematikundervisningen” och går ut på att undersöka följande områden: Om programmering utvecklar matematiska kunskaper? Hur förändras attityder gentemot matematiken då programmering integreras i undervisningen? Finns det någon koppling mellan attityder och kunskapsutveckling inom matematik då programmering integreras i matematikundervisningen? Det som vi kommer att fokusera på under intervjun är att få en inblick i lärarens perspektiv gällande ovanstående områden.

Planen är att eleverna ska först göra en enkät, sedan en workshop och avsluta undersökningen med ytterligare en enkät. Tanken är att allt detta ska ta ca 1 timme. Respektive enkät kommer att pågå i cirka 15 min. Eleverna kommer att få frågor om attityder och kunskaper inom matematikområdet. Under workshopen kommer du som lärare att vara med och observera elevernas arbete. Efter workshopen skulle vi vilja att du ställer upp för en intervju för att diskutera elevernas arbete.

Workshopen kommer att filmas genom att eleverna filmas bakifrån för att spela in deras diskussioner och datorskärm. Detta så att varken ditt eller elevernas ansikten syns i bild. Under intervjun kommer du även att filmas bakifrån.

OBS! Ljud- och filminspelning sker INTE via privata elektroniska verktyg. All insamlad data/material och personuppgifter lagras på Malmö universitets server under arbetet med examensarbetet, samt samtyckesblanketterna förvaras oåtkomligt på Malmö universitet. All material kommer endast att användas för aktuell studie och kommer att förstöras när denna är examinerad. Du har rätt att avbryta din medverkan i studien, även om du har tackat "ja". Ditt deltagande kommer att avidentifieras i det färdiga

arbetet. Projektet utgår från Vetenskapsrådets forskningsetiska principer, se länk:

https://www.vr.se/download/18.68c009f71769c7698a41df/1610103120390/Forskningsetiska_principer_VR_2002.pdf

8.7 Bilaga 7 - Samtyckesblankett elev



LÄRANDE OCH SAMHÄLLE INSTITUTION

Datum 2023-04-21

På lärarutbildningen vid Malmö universitet skriver studenterna ett examensarbete på avancerad nivå. I detta arbete ingår att göra en egen vetenskaplig studie, utifrån en fråga som kommit att engagera studenterna under utbildningens gång. Till studien samlas ofta material in vid skolor, i form av t.ex. intervjuer och observationer. Examensarbetet motsvarar 15 högskolepoäng, och utförs under totalt 10 veckor. När examensarbetet blivit godkänt publiceras det i Malmö universitets databas MUEP (<http://dspace.mah.se/handle/2043/599>)

Samtycke till elevers medverkan i studentprojekt

Hej!

Vi heter Tova Alemo och Misha Izadi-shad och är studenter på Malmö Universitet på lärarhögskolan på termin 10. Båda två studerar ämneslärarprogrammet mot gymnasiet med förstaämne matematik samt andraämne fysik. Vår examensarbete har fått godkännande att genomföras.

Vårt examensarbete handlar om “Programmeringens påverkan på elevers attityder och relationella förståelse i matematikundervisningen” och går ut på att undersöka följande områden: Om programmering utvecklar matematiska kunskaper? Hur förändras attityder gentemot matematiken då programmering integreras i undervisningen? Finns det någon koppling mellan attityder och kunskapsutveckling inom matematik då programmering integreras i matematikundervisningen? Det som vi kommer att fokusera på är alltså era attityder och er utveckling av matematiska kunskaper då programmering integreras i matematiken.

Planen är att ni ska först göra en enkät, sedan en workshop och avsluta undersökningen med ytterligare en enkät. Tanken är att detta ska ta ca 1 timme. Ni kommer att få svara på en kort enkät om era attityder och kunskaper inom matematikområdet på cirka 15 min. Sedan kommer ni att ha workshop i grupper och arbeta med matematiska uppgifter med programmering som verktyg i ungefär 30 min. Efter workshopen kommer ni att få genomföra en ny enkät, som är lik enkäten före workshopen på cirka 15

min.

Workshopen kommer att spelas in genom att ni filmas bakifrån (med ljud) för att ingen ska synas samt för att filma er datorskärm. Ni kommer att tilldelas en bokstav för att vi ska kunna koppla samman enkäterna med era diskussioner i vår analys.

OBS! Ljud- och filminspelning sker INTE via privata elektroniska verktyg. All insamlad data/material och personuppgifter lagras på Malmö universitets server under arbetet med examensarbetet, samt samtyckesblanketterna förvaras oåtkomligt på Malmö universitet. All material kommer endast att användas för aktuell studie och kommer att förstöras när denna är examinerad. Du har rätt att avbryta din medverkan i studien, även om du har tackat "ja". Ert deltagande kommer att avidentifieras i det färdiga arbetet. Projektet utgår från Vetenskapsrådets forskningsetiska principer, se länk:

https://www.vr.se/download/18.68c009f71769c7698a41df/1610103120390/Forskningsetiska_principer_VR_2002.pdf