



NMS – NATURVETENSKAP,
MATEMATIK OCH SAMHÄLLE

Examensarbete i Matematik och lärande

15 högskolepoäng, avancerad nivå

Implementeringen av digitala verktyg i matematikundervisningen: En undersökning av lärares uppfattningar

*Implementation of digital tools in mathematics education: An
investigation of teachers' perceptions*

Mikael Nord

Ämneslärarutbildningen 7-9, Matematik, 270 hp
Examensarbete i fördjupningsämne (LL701G) 15 hp
2024-08-26

Examinator: Marie Sjöblom
Handledare: Jöran Petersson

Förord

Jag vill rikta ett stort tack till alla lärare och kollegor som har hjälpt mig att utvecklas under utbildningens gång. Ett särskilt tack till min handledare Jöran Petersson, som har bidragit med värdefulla idéer och kommentarer för att förbättra mitt arbete.

Abstract

This study investigates the perceptions and experiences of mathematics teachers regarding the implementation of digital tools, particularly GeoGebra, in their teaching practices. Aligning with the Swedish National Agency for Education's emphasis on digital competence, the research aims to explore how these tools are perceived and utilized by math teachers to enhance learning and meet contemporary educational needs. A mixed-methods approach was employed, integrating quantitative survey data with qualitative responses from open-ended questions to provide a comprehensive understanding of teachers' views.

The primary research question focuses on how mathematics teachers perceive and use digital tools for teaching geometry and graphs, and what measures can be taken to improve the integration of these tools based on their technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK). The survey collected data from a broad sample of math teachers across Sweden, examining the frequency and types of digital tool usage, as well as teachers self-reported comfort and effectiveness in using these tools. Additionally, open-ended questions captured detailed insights into teachers' personal experiences, challenges, and perceived benefits of integrating digital tools.

Findings indicate that teachers generally perceive digital tools like GeoGebra positively, recognizing their potential to make abstract mathematical concepts more accessible and engaging for students. However, challenges such as technical issues, resistance to new technologies, and insufficient professional development were identified. The study emphasizes the need for ongoing, high-quality professional development that combines practical training with theoretical knowledge, enabling teachers to effectively incorporate digital tools like GeoGebra into their teaching. Addressing these challenges through targeted professional development and improved technical infrastructure is crucial for supporting teachers in utilizing digital tools to enhance mathematics instruction. Future research should focus on developing specific training programs to strengthen teachers' TPACK competence and evaluating the long-term impacts of digital tool integration on student learning outcomes.

Nyckelord: *Digitala verktyg, GeoGebra, Lärares uppfattningar. Matematikundervisning, TPACK-ramverket.*

Innehållsförteckning

1. Inledning	7
2. Teoretisk utgångspunkt	8
2.1 TPACK - Teoretisk grund för studien	8
2.1.1 Teknologisk kunskap (TK)	8
2.1.2 Pedagogisk kunskap (PK)	8
2.1.3 Ämneskunskap (CK).....	8
2.1.4 Integrering av TPACK i studien	9
3. Syfte	10
3.1 Forskningens relevans	10
3.2 Frågeställningar	10
4. Tidigare forskning.....	11
4.1 Inledning.....	11
4.2 Påverkan på elevers förmågor	11
4.2.1 Förbättring av geometriska förmågor	11
4.2.2 Förbättring av problemlösningsförmåga och matematiskt resonemang	12
4.2.3 Variation i effekter beroende på undervisningskontext	13
4.3 Lärares syn på digitala verktyg	14
4.3.1 Lärarnas teknologiska kompetens och avsikter	14
4.3.2 Pedagogisk integration av GeoGebra i undervisningen.....	14
4.3.3 Behov av professionell utveckling och stöd	15
5. Metod	17
5.1 Analytisk ansats.....	17
5.2 Urvalsstrategi.....	17

5.3	Datainsamlingsmetod	18
5.4	Struktur och innehåll i enkäten.....	18
5.4.1	Inkludering av demografiska frågor.....	18
5.4.2	Kvantitativa frågor	19
5.4.3	Kvalitativa frågor	20
5.4.4	TPACK-Komponenter i Utformningen av Enkäten	20
5.4.4	Koppling till TPACK och analys	22
5.5	Dataanalys	22
5.5.1	Dataöversikt och förberedelse.....	22
5.5.2	Deskriptiv analys av demografiska data	23
5.5.3	Kvantitativ analys av kvantitativa frågor	23
5.5.4	Korrelationsanalys	24
5.5.5	Kvalitativ analys av öppna frågor	24
5.5.6	Jämförande analys mellan grupper	24
5.5.8	TPACK-anpassning och professionell utveckling	26
5.6	Etiska överväganden.....	26
5.7	Reliabilitet och validitet	27
6.	Resultat.....	29
6.1	Inledning.....	29
6.2	Deskriptiv statistik.....	29
6.2.1	Sammanfattande demografiska data	29
6.2.2	Sammanfattande kvantitativa data	30
6.3	Korrelationsmönster	33
6.3.1	Huvudfynd från korrelationsanalysen:.....	34
6.4	Jämförande analys mellan demografiska grupper	36

6.4.1 Sammanvägd diskussion av ANOVA-tester.....	36
6.5 Kvalitativ analys av öppna svar.....	37
6.5.1 Metod	37
6.5.2 Resultat från analys av kvalitativa svar	37
7. Diskussion och slutsats	40
7.1 Slutsatser	40
7.2 Diskussion av resultaten i relation till tidigare forskning.....	43
7.3 Metoddiskussion.....	46
7.3.1 Begränsningar i den kvalitativa delen av studien	47
7.3.2 Begränsningar i den kvantitativa delen av studien	47
7.4 Implikationer för lärarprofessionen.....	49
7.4.1 Implikationer för undervisningspraktiken och professionell utveckling	49
7.4.2 Implikationer för framtida forskning	49
7.4.3 Sammanfattning och svar på frågeställningarna	49
8. Referenser	51
Bilaga 1 – Enkät	55
Bilaga 2 – Svarsdata Fråga 7–12.....	62
Bilaga 3 – ANOVA Tester	68

1. Inledning

Att förstå och främja användningen av digitala verktyg i matematikundervisningen är av stor betydelse för att möta dagens utbildningsbehov och förbereda elever för en alltmer digitaliserad värld. I Sverige har Skolverket (2022) betonat vikten av att integrera digitala verktyg i undervisningen för att främja elevernas lärande och utveckla deras digitala kompetens. I enlighet med Skolverkets (2022) riktlinjer och de globala trenderna inom utbildning, syftar denna studie till att undersöka matematiklärarnas uppfattningar och erfarenheter av användningen av digitala verktyg, med särskilt fokus på GeoGebra, i matematikundervisningen för årskurs 7-9.

Skolverket (2022) har framhävt vikten av att digitalisera undervisningen för att möta dagens krav på flexibilitet, differentiering och interaktivitet. Genom att använda digitala verktyg kan lärare skapa engagerande och interaktiva lärandemiljöer som främjar elevernas förmåga att utforska, resonera och lösa problem som är en del av de förmågor som lyfts fram i kursplanen för matematikämnet (Skolverket, 2022). Dessutom kan digitala verktyg som GeoGebra bidra till att visualisera abstrakta matematiska begrepp och göra dem mer tillgängliga och begripliga för eleverna.

Denna studie är av betydelse för att belysa hur matematiklärare i Sverige använder och uppfattar digitala verktyg i undervisningen samt vilka åtgärder som kan vidtas för att förbättra integrationen av digitala verktyg i matematikundervisningen. Genom att förstå lärarnas perspektiv och erfarenheter kan en utveckla riktlinjer och resurser som stödjer och främjar användningen av digitala verktyg i matematikundervisningen.

2. Teoretisk utgångspunkt

2.1 TPACK - Teoretisk grund för studien

Den teoretiska grunden för denna studie vilade på TPACK-ramverket (Technological Pedagogical Content Knowledge), utvecklat av Mishra och Koehler (2006). TPACK-ramverket beskriver den nödvändiga samverkan mellan teknologisk kunskap (TK), pedagogisk kunskap (PK) och ämneskunskap (CK) som krävs för att framgångsrikt integrera digitala verktyg i undervisningen. Ramverket var centralt för att förstå hur matematiklärare använde digitala verktyg som GeoGebra i sin undervisning och hur dessa verktyg integrerades i deras pedagogiska praktik.

2.1.1 Teknologisk kunskap (TK)

Teknologisk kunskap (TK) inom TPACK-ramverket avsåg lärarnas förståelse av de teknologiska verktygen och hur dessa kunde tillämpas i undervisningen. I denna studie undersöktes hur lärares teknologiska kompetens påverkade deras förmåga att använda verktyg som GeoGebra. Angeli och Valanides (2009) betonade vikten av att utveckla en specifik teknologisk kunskap för att effektivt kunna använda digitala verktyg i undervisningen.

2.1.2 Pedagogisk kunskap (PK)

Pedagogisk kunskap (PK) inom TPACK-ramverket omfattade lärarnas förmåga att tillämpa undervisningsstrategier som stödjer elevers lärande. När teknologi integrerades i undervisningen, som vid användning av GeoGebra, behövde lärarna anpassa sina pedagogiska metoder för att dra full nytta av de möjligheter som teknologin erbjöd. Detta krävde att lärarna inte bara hade en solid pedagogisk grund utan även förmågan att kombinera denna med teknologiska verktyg, vilket underlättade en mer dynamisk och engagerande undervisningsmiljö.

2.1.3 Ämneskunskap (CK)

Ämneskunskap (CK) avsåg lärarens djupa förståelse för matematikämnet, i detta fall specifikt geometri och grafer. Inom ramen för TPACK var det inte bara viktigt att lärare hade en solid ämneskunskap, utan också att de kunde integrera denna med teknologi för att underlätta elevernas förståelse av komplexa matematiska begrepp. GeoGebra, som

användes i studien, spelade en central roll genom att göra abstrakta koncept mer visuella och därmed mer tillgängliga för eleverna. Angeli och Valanides (2009) underströk också hur viktigt det är att integrera ämneskunskap med teknologiska verktyg för att förbättra undervisningens effektivitet och relevans.

2.1.4 Integrering av TPACK i studien

Denna studie använde TPACK-ramverket för att analysera hur lärare upplevde och hanterade integrationen av digitala verktyg i sin undervisning. TPACK betonar samverkan mellan teknologisk kunskap (TK), pedagogisk kunskap (PK) och ämneskunskap (CK) för att skapa en effektiv undervisning. Ramverket hjälper till att förstå hur dessa kunskapsområden inte bara existerar var för sig utan kompletterar och förstärker varandra. Som illustreras av Ollinens forskning (2019), är en viktig aspekt av TPACK hur lärarnas tekniska, pedagogiska och ämnesmässiga kunskaper integreras för att stödja undervisning och lärande på ett holistiskt sätt. Genom att fokusera på lärarnas självskattade TPACK-kompetens undersöktes hur väl förberedda de kände sig för att använda teknologi i undervisningen, samt hur detta påverkade deras pedagogiska metoder. Detta inkluderade en djupgående analys av hur teknologisk kunskap, pedagogisk kunskap och ämneskunskap integrerades i lärarnas arbete, vilket gav insikter om både framgångsfaktorer och utmaningar i implementeringen av digitala verktyg som GeoGebra.

3. Syfte

Det övergripande syftet med denna studie är att utforska matematiklärares uppfattningar och erfarenheter av användningen av digitala verktyg, såsom GeoGebra, i matematikundervisningen för årskurs 7-9, särskilt inom områdena geometri och grafer. Studien syftar även till att identifiera möjliga åtgärder för att förbättra integrationen av digitala verktyg i undervisningen baserat på lärarnas teknologiska, pedagogiska och ämnesmässiga kunskaper (TPACK).

För att uppnå detta syfte undersöker studien både de positiva och negativa aspekterna av att använda digitala verktyg, och strävar efter att identifiera både möjligheter och utmaningar med integrationen av dessa verktyg i undervisningen. Den syftar också till att utforska vilka specifika åtgärder som kan vidtas för att underlätta och förbättra denna integration.

3.1 Forskningens relevans

Genom att använda en mixad metodansats och TPACK-ramverket, strävar studien efter att inte bara kvantifiera användningen av och attityderna mot digitala verktyg, utan också att förstå de underliggande pedagogiska och tekniska dynamikerna som påverkar denna användning (Voogt et al., 2013). Denna holistiska ansats möjliggör en djupare förståelse för hur och varför matematiklärare väljer att integrera (eller inte integrera) dessa verktyg i sin dagliga undervisning.

3.2 Frågeställningar

1. **Hur uppfattar och använder matematiklärare digitala verktyg för geometri och grafer i sin undervisning?** Denna fråga syftar till att förstå lärarnas erfarenheter, uppfattningar och de pedagogiska fördelarna och utmaningarna med att använda digitala verktyg som GeoGebra i undervisningen.
2. **Vilka åtgärder kan vidtas för att förbättra integrationen av digitala verktyg i matematikundervisningen?** Denna fråga undersöker möjliga åtgärder, såsom professionell utveckling och kollegialt lärande, som kan stödja och förbättra lärarnas användning av digitala verktyg baserat på deras TPACK-kompetens.

4. Tidigare forskning

4.1 Inledning

I detta kapitel utforskas delar av den befintliga litteraturen kring användningen av det digitala verktyget GeoGebra inom matematikundervisningen. GeoGebra, ett dynamiskt verktyg för geometri, algebra och kalkyl, har fått ökad uppmärksamhet som ett sätt att förbättra elevers lärandeupplevelser och prestationer i matematik. Det finns ett växande behov av att förstå hur teknologiska verktyg som GeoGebra kan integreras i undervisningen för att maximera deras pedagogiska värde. Detta kapitel syftar till att sammanfatta några forskningsstudier om hur GeoGebra påverkar elevers matematiska prestationer, inklusive deras problemlösningsförmåga och geometriska förståelse, utforska lärarnas uppfattningar om och erfarenheter av att använda detta verktyg i sina klassrum, samt vilka åtgärder som forskning visar på kan vidtas för att förbättra integrationen av digitala verktyg i matematikundervisningen

4.2 Påverkan på elevers förmågor

4.2.1 Förbättring av geometriska förmågor

GeoGebra har visat sig vara särskilt effektivt inom geometriundervisning, vilket framgår av flera studier. Birgin och Topuz (2021) genomförde en omfattande kvantitativ studie där de undersökte effekterna av GeoGebra på sjundeklassares geometriska förmågor. De använde en experimentell design med kontrollgrupper för att säkerställa att resultaten var tillförlitliga. Resultaten visade att elever som använde GeoGebra presterade signifikant bättre i geometri jämfört med de som undervisades med traditionella metoder. Denna förbättring tillskrivs främst GeoGebras förmåga att visualisera komplexa geometriska koncept, vilket gör det lättare för eleverna att förstå och interagera med materialet.

Liknande resultat återfinns i en studie utförd av Uwurukundo et al. (2022) i Rwanda. Här visade resultaten att elever som undervisades med hjälp av GeoGebra presterade avsevärt bättre i tredimensionell geometri än de som undervisades med traditionella metoder. Denna förbättring var särskilt märkbar bland elever som tidigare haft svårigheter att förstå tredimensionella koncept, vilket understryker verktygets potential att stödja elever med olika inlärningsbehov.

GeoGebra hjälper inte bara till att förbättra elevernas geometriska förståelse, utan också deras långsiktiga retention av denna kunskap. Birgin och Topuz (2021) noterade att elever som använde GeoGebra inte bara uppnådde bättre resultat på sina prov utan även behöll denna kunskap över tid. Detta tyder på att GeoGebras interaktiva och visuella natur inte bara förbättrar den initiala förståelsen utan också hjälper eleverna att internalisera och minnas geometriska koncept längre fram.

En studie av Markkanen (2021) undersökte hur undervisning i digitala miljöer kan utformas för att förbättra elevernas förståelse för geometri. Genom två delstudier, en etnografisk studie och en designforskning, undersöktes hur digitala verktyg kan användas för att skapa matematiska situationer som stimulerar elevernas visuella och analytiska resonemang kring geometriska figurer. Resultaten visade att digitala verktyg kan stödja elevernas utveckling av geometriska kunskaper genom att möjliggöra interaktiv utforskning och visualisering. Dock framkom också vissa utmaningar. Markkanen (2021) betonade att medan digitala verktyg erbjuder fler didaktiska möjligheter, kan de också leda till att elever fokuserar mer på verktygens tekniska aspekter än på matematiska begrepp. En annan utmaning var att säkerställa att alla elever har lika tillgång och stöttning kring att använda verktygen effektivt. Brist på tillgång kan påverka deltagande och inläring negativt.

4.2.2 Förbättring av problemlösningsförmåga och matematiskt resonemang

Förutom dess inverkan på geometriska förmågor, har GeoGebra också visat sig förbättra elevernas problemlösningsförmåga och matematiska resonemang. Joshi och Singh (2020) undersökte effekten av GeoGebra på åttondeklassares förståelse av linjära ekvationer. Genom att använda för- och eftertest kunde forskarna visa att eleverna inte bara förbättrade sin förståelse av linjära ekvationer, utan också sina övergripande problemlösningsförmågor. Denna studie betonar att GeoGebra kan fungera som ett kraftfullt verktyg för att utveckla elevernas förmåga att resonera matematiskt och att tillämpa matematiska begrepp olika sammanhang.

En intressant aspekt som Joshi och Singh (2020) lyfte fram är att GeoGebra inte bara hjälper eleverna att hitta rätt svar, utan också att förstå processen bakom lösningen. Detta innebär att eleverna utvecklar en djupare förståelse för matematiska begrepp, vilket är avgörande för att kunna lösa mer komplexa problem i framtiden. Detta stärker argumentet

för att använda digitala verktyg som GeoGebra för att främja analytiskt och kritiskt tänkande i matematikundervisningen.

Birgin och Topuz (2021) bidrog också till denna diskussion genom att visa att elevernas attityder till matematik förbättrades genom användningen av GeoGebra. Detta ökar motivationen att engagera sig i problemlösning och matematiska resonemang, vilket i sin tur kan leda till bättre prestationer och en mer positiv inställning till ämnet.

4.2.3 Variation i effekter beroende på undervisningskontext

Trots de positiva resultaten som observerats i många studier, är det viktigt att notera att effekterna av GeoGebra inte är universella. Martinez (2017) genomförde en studie på gymnasieelever där han undersökte effekten av GeoGebra på elevernas matematiska prestationer över en fem veckors period. I denna studie delades eleverna in i en experimentgrupp, som använde GeoGebra, och en kontrollgrupp, som undervisades med traditionella metoder. Resultaten visade att även om båda grupperna förbättrade sina resultat, var skillnaden mellan grupperna inte statistiskt signifikant.

Martinez (2017) argumenterar för att variationer i resultat kan bero på faktorer som undervisningsmetoder, lärarens erfarenhet och elevernas tidigare kunskapsnivå. Detta indikerar att GeoGebras effektivitet kan vara beroende av hur verktyget integreras i undervisningen och hur väl det stödjer lärarnas befintliga pedagogiska strategier. Det framgår att kontextuella faktorer spelar en stor roll i hur framgångsrikt GeoGebra kan vara i att förbättra elevernas prestationer.

Det är också möjligt att elevernas sätt att lära sig påverkar hur väl de drar nytta av verktyg som GeoGebra. Martinez (2017) påpekar att vissa elever kan dra större fördel av traditionella undervisningsmetoder eller andra typer av digitala verktyg, vilket ytterligare understryker behovet av att anpassa undervisningen efter elevernas behov och förutsättningar.

4.3 Lärares syn på digitala verktyg

4.3.1 Lärarnas teknologiska kompetens och avsikter

För att GeoGebra ska kunna användas effektivt i klassrummet är det viktigt att lärare har tillräcklig teknologisk kompetens och en positiv inställning till att använda digitala verktyg i undervisningen. Belgheis och Kamalludeen (2018) genomförde en studie bland malaysiska matematiklärare där de undersökte relationen mellan lärarnas teknologiska kompetens och deras avsikt att använda GeoGebra. Studien visade en stark positiv korrelation mellan lärarnas upplevda kompetens med verktyget och deras benägenhet att använda det i undervisningen. Detta indikerar att ju mer bekväma och kompetenta lärare känner sig med teknologin, desto mer benägna är de att integrera den i sin undervisning.

Yildiz och Arpaci (2023) stödjer dessa fynd genom att visa att en välutvecklad teknologisk pedagogisk innehållskunskap (TPACK) är avgörande för att lärare ska kunna integrera GeoGebra effektivt i matematikundervisningen. TPACK-modellen belyser vikten av att lärare inte bara förstår teknologin i sig, utan också hur den kan användas för att stödja specifika ämnesområden, i detta fall matematik. Lärarnas förmåga att kombinera sin ämneskunskap med teknologisk och pedagogisk kunskap är avgörande för att kunna skapa meningsfulla lärandeupplevelser för eleverna.

4.3.2 Pedagogisk integration av GeoGebra i undervisningen

Pedagogisk integration av GeoGebra kräver att lärare inte bara förstår hur verktyget fungerar, utan också hur det kan användas för att förbättra undervisningen. Açıkgül (2022) genomförde en kvalitativ studie där han intervjuade matematiklärare som hade erfarenhet av att använda GeoGebra för att undervisa om polygoner. Lärarna rapporterade att verktyget inte bara förbättrade elevernas förståelse av geometriska figurer, utan också gjorde undervisningen mer engagerande och tillgänglig. En central insikt från denna studie är att GeoGebra kan hjälpa lärare att implementera mer avancerade undervisningsmetoder, vilket i sin tur kan leda till förbättrad elevprestation.

En annan studie av Horzum och Ünlü (2017) visade att förskollärare som genomgått en 14-veckors utbildning i GeoGebra upplevde att verktyget hade en positiv inverkan på deras professionella utveckling. Lärarna betonade särskilt att GeoGebra hjälpte dem att göra matematikundervisningen mer dynamisk och kreativ, vilket bidrog till att öka

elevernas engagemang och prestationer. Denna studie lyfter fram vikten av att lärare får tillräcklig utbildning och stöd för att kunna integrera digitala verktyg effektivt i sin undervisning.

Samtidigt visade Horzum och Ünlü (2017) att trots de positiva effekterna uttryckte många lärare att deras framtida användning av GeoGebra berodde på tillgången till resurser och stöd i klassrummet. Detta indikerar att även om lärare ser värdet i digitala verktyg som GeoGebra, är det viktigt att skolor och utbildningssystem tillhandahåller de nödvändiga förutsättningarna för att dessa verktyg ska kunna användas effektivt.

En studie av Sjöblom et al. (2024) undersökte de spänningar som uppstår när matematisk dialog och användningen av digitala verktyg kombineras i matematikundervisningen. I ett designbaserat forskningsprojekt samarbetade forskare och lärare för att främja elevernas deltagande i matematiska diskussioner med hjälp av digitala verktyg som GeoGebra. Studien identifierade två huvudsakliga spänningar: dels vilken aspekt som prioriteras i klassrummet - den matematiska dialogen eller det digitala verktyget - och dels hur användningen av digitala verktyg kan leda till antingen inkludering eller exkludering av elever i den matematiska dialogen. Resultaten visade att digitala verktyg kan underlätta matematiskt resonemang och visualisering, men också skapa barriärer för deltagande om inte alla elever har lika tillgång och möjlighet att interagera med verktygen.

4.3.3 Behov av professionell utveckling och stöd

Behovet av kontinuerlig professionell utveckling och stöd för att effektivt kunna använda GeoGebra och andra digitala verktyg i undervisningen är ett återkommande tema i forskningen. Belgheis och Kamalludeen (2018) fann att många lärare uttryckte ett behov av ytterligare utbildning för att kunna dra full nytta av GeoGebra. Detta behov är särskilt tydligt i situationer där lärare inte känner sig fullt bekväma med teknologin eller där de upplever att deras nuvarande kunskap och färdigheter inte räcker till för att integrera verktyget på ett pedagogiskt meningsfullt sätt.

Yildiz och Arpaci (2023) understryker också vikten av kontinuerlig professionell utveckling genom att visa att en utvecklad TPACK är avgörande för att kunna integrera GeoGebra effektivt i undervisningen. För att lärare ska kunna utveckla denna kompetens behövs det både formell utbildning och pågående stöd, såsom fortbildningskurser,

workshops och kollegialt lärande. Detta kan hjälpa lärare att bättre förstå hur de kan använda GeoGebra för att förbättra elevernas lärandeupplevelser och prestationer.

Sunzuma (2022) genomförde en systematisk översikt av litteraturen och fann att integrationen av digitala verktyg som GeoGebra i matematikundervisningen har potential att förbättra elevernas förståelse för matematiska koncept och underlätta undervisningsprocessen. Men hon betonade också att lärarna behöver stöd och professionell utveckling för att kunna använda teknologin på ett effektivt sätt. Sunzuma påpekar att detta stöd inte bara bör fokusera på tekniska färdigheter utan också på att utveckla lärares förmåga att integrera teknologin i sina pedagogiska strategier.

En annan viktig aspekt som framkommer i studier av både Horzum och Ünlü (2017) och Sunzuma (2022) är att lärare ofta behöver anpassa sina lektionsplaner och undervisningsmetoder för att kunna utnyttja GeoGebras fulla potential. Detta kan innebära en betydande förändring i hur lärare närmar sig undervisningen, vilket ytterligare understryker behovet av professionellt stöd och utveckling.

5. Metod

5.1 Analytisk ansats

Detta examensarbete bygger på en enkätundersökning med både kvantitativa och kvalitativa frågor. Med hänsyn till Tondeur et al. (2017) som understryker betydelsen av lärarnas kompetens och komfort med digitala verktyg för framgångsrik integration i undervisningen är enkäten utformad för att reflektera över flera dimensioner inom teknologisk implementering genom kvantitativa och kvalitativa frågor. Koehler och Mishra (2009) samt Voogt et al. (2013) betonar vikten av TPACK-ramverket för att förstå hur lärare integrerar teknik i sitt pedagogiska arbete vilket ytterligare motiverar fokuset på professionell utveckling och pedagogisk effektivitet i enkäten. Den kvantitativa datan har analyserats statistiskt för att identifiera mönster, trender samt eventuella korrelationer mellan olika variabler, såsom exempelvis lärarnas självrapporterade kompetens och deras användning av GeoGebra. Den kvalitativa analysen av de öppna svaren har genomförts genom tematisk analys (Braun & Clarke, 2006) där syftet är att urskilja återkommande teman och insikter som kan förklara de kvantitativa resultaten på ett djupare plan. Genom att kombinera dessa metoder kan var förhoppningarna att inte bara förstå hur digitala verktyg används och uppfattas, utan även identifiera och kunna föreslå specifika åtgärder för att förbättra deras integration i undervisningen. Denna integrerade analysstrategi gjordes för att få en nyanserad förståelse av hur och varför lärare använder (eller inte använder) digitala verktyg i matematikundervisningen för geometri och grafer.

5.2 Urvalsstrategi

Urvalet siktar på att vara så inkluderande för att återspegla en mångfald av erfarenheter och perspektiv bland matematiklärare i Sverige. Totalt deltog 47 lärare i undersökningen, varav 36 var högstadielärare. Genom att distribuera enkäten via digitala plattformar såsom lärargrupper på Facebook och andra forum var målet att få en bred mängd deltagare. Den här strategin var tänkt att underlätta tillgången till en geografiskt och pedagogiskt spridd population av lärare för att erhålla en representativ översikt av digitala verktygsanvändning i matematikundervisningen inom geometri och grafer.

5.3 Datainsamlingsmetod

En enkätundersökning som datainsamlingsmetod för denna typ av undersökning erbjuder flera fördelar, särskilt när målet är att samla in data från en bred och geografiskt spridd population av matematiklärare. Genom att använda enkäter var tanken att på effektivt sätt nå ut till många respondenter, vilket är avgörande för att uppnå statistisk relevans i en kvantitativ studie. Dessutom tillåter enkäten en strukturerad insamling av både kvantitativa data (genom slutna frågor) och kvalitativa insikter (genom öppna frågor), vilket ger en rik och mångdimensionell bild av ämnesområdet (Fowler, 2014). Creswell och Clark (2023) påpekar även att en mixad metod ansats möjliggör en mer omfattande analys genom att kombinera styrkorna hos både kvantitativa och kvalitativa metoder.

5.4 Struktur och innehåll i enkäten

Utformningen av enkäten (se Bilaga 1) i denna studie baseras på TPACK-ramverket (Technological Pedagogical Content Knowledge) enligt Mishra och Koehler (2006). TPACK-ramverket integrerar teknologisk, pedagogisk och ämnesmässig kunskap, vilket är centralt för att förstå hur lärare effektivt kan använda digitala verktyg i undervisningen. Detta ramverk har varit vägledande för att formulera enkäten på ett sätt som möjliggör en djupare analys av lärarnas erfarenheter och uppfattningar.

5.4.1 Inkludering av demografiska frågor

Demografiska frågor har inkluderats för att samla in information om deltagarnas bakgrund, såsom ålder, utbildningsnivå, undervisningserfarenhet och typ av skola. Enligt Creswell och Creswell (2023) är insamling av sådan bakgrundsinformation avgörande för att kunna undersöka hur olika bakgrundsfaktorer kan påverka lärarnas teknologiska, pedagogiska och ämnesmässiga kunskap, vilket är kärnan i TPACK-ramverket. Denna information gör det också möjligt att analysera hur dessa faktorer samspelar och påverkar lärarnas användning av digitala verktyg. Genom att enkätundersökningen inkluderar svar från olika typer av lärare, tydliggörs dess relevans i att försöka fånga upp en bredd av perspektiv och erfarenheter i relation till användningen av digitala verktyg i undervisningen.

5.4.2 Kvantitativa frågor

De kvantitativa frågorna (fråga 7-12) är strukturerade för att täcka de tre centrala komponenterna i TPACK:

- **Teknologisk kunskap (TK):** Frågor inom denna kategori undersöker lärarnas teknologiska kunskap, särskilt deras bekvämlighet och erfarenhet av att använda digitala verktyg som GeoGebra i undervisningen. Teknologisk kunskap är en grundläggande del av TPACK och handlar om lärarnas förmåga att hantera och använda teknologi effektivt i sin undervisning.
- **Pedagogisk kunskap (PK):** Dessa frågor fokuserar på hur digitala verktyg integreras i undervisningen och hur de stödjer olika pedagogiska metoder. Pedagogisk kunskap inom TPACK innebär att kunna anpassa undervisningsstrategier för att förbättra lärandet med hjälp av teknologi, vilket är avgörande för att uppnå effektiva undervisningsresultat.
- **Ämnesmässig kunskap (CK):** Denna del av enkäten undersöker hur digitala verktyg stödjer undervisningen av specifika matematiska koncept, inom geometri och grafer. Inom TPACK-ramverket är ämnesmässig kunskap avgörande för att kunna använda teknologi på ett sätt som fördjupar elevernas förståelse av det specifika ämnesinnehållet.

Användningen av kvantitativa frågor i denna studie ger flera fördelar. För det första möjliggör kvantitativ data en objektiv och systematisk insamling av information som kan analyseras statistiskt (Bryman, 2018). Kvantitativa metoder gör det även möjligt att dra generella slutsatser för samband som kan vara representativa för en större population av matematiklärare, vilket stärker studiens evidensbaserade resultat och potentiella praktiska tillämpningar (Bryman, 2018).

5.4.3 Kvalitativa frågor

De kvalitativa frågorna i enkäten (fråga 13-14) är utformade för att ge lärarna möjlighet att uttrycka sina personliga erfarenheter och reflektioner kring användningen av digitala verktyg i matematikundervisningen. Enligt Creswell och Creswell (2023) kan kvalitativa insikter ge en djupare förståelse för hur lärarnas teknologiska, pedagogiska och ämnesmässiga kunskaper samverkar i praktiken. Dessa öppna frågor syftar till att fånga upp detaljerade erfarenheter och insikter som kan komplettera den kvantitativa analysen och ge en rikare bild av hur digitala verktyg används i undervisningen.

5.4.4 TPACK-Komponenter i Utformningen av Enkäten

Enkäten i denna studie utformades specifikt för att undersöka olika aspekter av TPACK-modellen (Technological Pedagogical Content Knowledge). Varje fråga i enkäten fokuserar på att belysa en eller flera komponenter av TPACK-ramverket för att förstå hur dessa områden integreras i lärarnas användning av digitala verktyg i matematikundervisning.

Fråga 7: Förberedelse och genomförande med digitala verktyg

Fråga: Hur bedömer du tidsåtgången för att förbereda och genomföra lektioner med digitala verktyg för geometri och grafer jämfört med traditionella metoder?

Betonar främst: Teknologisk Kunskap (TK) – Fokuserar på lärarens uppfattning om den tid som krävs för att använda digitala verktyg effektivt.

Berör också: Pedagogisk Kunskap (PK) – Relaterar till hur tidsåtgången påverkar lektionsplanering och undervisningsstrategier.

Fråga 8: Komfort med digitala verktyg för geometri och grafer

Fråga: Hur bekväm känner du dig med att integrera digitala verktyg för geometri och grafer i din matematikundervisning?

- **Betonar främst: Teknologisk Kunskap (TK)** – Mäts genom lärarens självförtroende och komfort i användningen av tekniska verktyg.
- **Berör också: Pedagogisk Kunskap (PK)** – Komforten påverkar hur läraren använder dessa verktyg i undervisningen.

Fråga 9: Differentiering med digitala verktyg

Fråga: Hur effektivt är användningen av digitala verktyg för geometri och grafer för att möjliggöra differentierad undervisning?

- **Betonar främst: Pedagogisk Kunskap (PK)** – Fokus på hur digitala verktyg kan stödja och anpassa undervisningen för olika elever.
- **Berör också: Teknologisk Kunskap (TK) och Ämneskunskap (CK)** – Involverar förståelsen för vilka verktyg som är mest lämpliga för att möta elevernas behov inom geometri.

Fråga 10: Pedagogisk effektivitet av digitala verktyg

Fråga: I vilken grad anser du att användningen av digitala verktyg för geometri och grafer bidrar till effektiviteten i din matematikundervisning?

- **Betonar främst: Pedagogisk Kunskap (PK)** – Bedömning av hur digitala verktyg påverkar undervisningens effektivitet.
- **Berör också: Teknologisk Kunskap (TK) och Ämneskunskap (CK)** – Hur teknologin stödjer undervisning i matematik.

Fråga 11: Professionell utveckling kring digitala verktyg (Utbildning)

Fråga: Hur tillfredsställande har din utbildning varit när det gäller att använda digitala verktyg för geometri och grafer?

- **Betonar främst: Teknologisk Kunskap (TK)** – Fokus på hur utbildningen har bidragit till lärarens tekniska färdigheter.
- **Berör också: Pedagogisk Kunskap (PK)** – Utbildningens stöd för pedagogisk användning av teknik.

Fråga 12: Professionell utveckling kring digitala verktyg (Fortbildning)

Fråga: Hur tillfredsställande har din fortbildning varit när det gäller att använda digitala verktyg för geometri och grafer?

- **Betonar främst: Teknologisk Kunskap (TK)** – Fortbildningens inverkan på lärarens tekniska färdigheter.
- **Berör också: Pedagogisk Kunskap (PK)** – Stöd för att använda teknik pedagogiskt.

Fråga 13: Erfarenheter av att integrera digitala verktyg

Fråga: Kan du dela med dig av en erfarenhet där integreringen av digitala verktyg för geometri och grafer antingen ledde till pedagogiska framgångar eller utmaningar? Vilka insikter gav detta dig?

- **Betonar främst: Teknologisk Kunskap (TK) och Pedagogisk Kunskap (PK)**
– Reflektion över praktiska erfarenheter med digitala verktyg.
- **Berör också: Ämneskunskap (CK)** – Erfarenheter kopplade till specifika undervisningssituationer inom geometri.

Fråga 14: Kollegialt samarbete kring digitala verktyg

Fråga: Hur har samarbeten med kollegor påverkat ditt användande av digitala verktyg för geometri och grafer? Har detta samarbete lett till nya pedagogiska metoder eller insikter?

- **Betonar främst: Pedagogisk Kunskap (PK)** – Undersöker hur samarbeten med kollegor har påverkat undervisningsmetoder.
- **Berör också: Teknologisk Kunskap (TK) och potentiellt Ämneskunskap (CK)**
– Hur samarbetet har påverkat användningen av digitala verktyg i matematikämnet.

5.4.4 Koppling till TPACK och analys

Genom att strukturera enkäten enligt TPACK-ramverket säkerställs att de insamlade data kan analyseras för att förstå hur lärarnas teknologiska, pedagogiska och ämnesmässiga kunskaper påverkar deras undervisningspraktik. Detta tillvägagångssätt ger en djupare insikt i hur dessa kunskapsområden samspelar och vilka åtgärder som kan vidtas för att bättre stödja lärarnas användning av digitala verktyg. Mishra och Koehler (2006) betonar att en sådan integrerad förståelse av teknologi, pedagogik och ämneskunskap är avgörande för att utveckla effektiva utbildningsstrategier och stöd för lärare.

5.5 Dataanalys

5.5.1 Dataöversikt och förberedelse

Inledningsvis gjordes en noggrann översikt av insamlad data. Detta inkluderade att säkerställa att alla enkätsvar var korrekt dokumenterade och organiserade för att undvika

bristfällig data. Eventuell personligt identifierbar information som samlats in togs bort för att bevara deltagarnas integritet och anonymitet.

5.5.2 Deskriptiv analys av demografiska data

Efter förberedelsefasen gjordes en deskriptiv analys av demografiska data. Detta inkluderade att skapa datatabeller för varje demografisk variabel, såsom ålder, utbildningsnivå och typ av skola, för att beräkna frekvensfördelningen för varje kategori. Vidare användes stapeldiagram (se Bilaga 2) för att visualisera fördelningen av respondenter och identifiera eventuella mönster eller trender.

5.5.3 Kvantitativ analys av kvantitativa frågor

En kvantitativ analys av de kvantitativa frågorna i enkäten genomfördes för att bilda en djupare förståelse för respondenternas uppfattningar. Detta inkluderade att visualisera resultaten med diagram och tabeller för att underlätta tolkningen. Genom att jämföra IQR-värden med medianen får vi en mer nyanserad bild. Medianen visar den centrala tendensen eller det genomsnittliga värdet, medan IQR ger en uppfattning om spridningen kring detta värde (Field, 2013). Detta ger en djupare insikt om hur enhetliga eller varierande lärarnas upplevelser är, och kan hjälpa till att identifiera områden där ytterligare stöd eller resurser kan behövas.

IQR 1: Visar att lärarnas upplevelser är ganska enhetliga. De flesta lärarna har en liknande syn på hur digitala verktyg påverkar undervisningen, och det finns liten variation i deras svar.

IQR 2: Indikerar att det finns en måttlig variation i lärarnas upplevelser. Medan det finns några skillnader i åsikter och erfarenheter, är de flesta svar fortfarande relativt nära varandra. Detta kan tyda på att det finns vissa allmänna trender men också några individuella variationer.

IQR 3 eller högre: Pekar på en stor variation i upplevelsorna. Lärarnas åsikter och erfarenheter av digitala verktyg varierar mycket, vilket kan bero på olika faktorer som teknisk kompetens, tillgång till resurser, och de specifika undervisningssituationer de befinner sig i.

Genom att analysera både medianvärden och spridningar kan vi få en klarare bild av både de centrala tendenserna och variationerna i lärarnas upplevelser av digitala verktyg. Denna förståelse är viktig för att kunna adressera specifika behov och förbättra användningen och implementeringen av digitala verktyg i undervisningen.

5.5.4 Korrelationsanalys

Efter den kvantitativa analysen utfördes en korrelationsanalys för att undersöka sambandet mellan olika kvantitativa variabler. Detta inkluderade att undersöka sambandet mellan lärarnas bekvämlighet med digitala verktyg och deras upplevelse av professionell utveckling. Korrelationskoefficienter, såsom Pearson's, användes för att bedöma graden av samband mellan variablerna.

Analysen genomfördes med hjälp av statistikprogrammet SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), vilket är ett väl etablerat verktyg för statistisk analys inom utbildningsforskning och andra samhällsvetenskapliga områden (Field, 2013). SPSS användes för att beräkna korrelationskoefficienter och testa signifikansnivåer, vilket gav insikter i hur olika aspekter av TPACK-komponenterna samverkar i praktiken.

5.5.5 Kvalitativ analys av öppna frågor

En kvalitativ analys av de öppna frågorna i enkäten genomfördes för att generera insikter och förståelse för respondenternas perspektiv och erfarenheter. Detta inkluderade att koda öppna svar genom att identifiera nyckelord och teman samt att skapa en kodningsmall för att kategorisera svaren (Braun & Clarke, 2006).

5.5.6 Jämförande analys mellan grupper

Efter den kvalitativa analysen utfördes en jämförande analys mellan olika demografiska grupper för att identifiera potentiella skillnader i deras uppfattningar och erfarenheter av att använda digitala verktyg i matematikundervisningen. För att undersöka dessa skillnader användes det statistiska testet ANOVA (Analysis of Variance), vilket är en metod för att avgöra om det finns statistiskt signifikanta skillnader i medelvärden mellan två eller fler grupper.

ANOVA (Analysis of Variance) är en statistisk metod som används för att undersöka om medelvärdena för en kvantitativ beroende variabel skiljer sig åt mellan flera oberoende grupper (Field, 2013; Howell, 2012). ANOVA är särskilt användbar i utbildningsforskning och andra samhällsvetenskapliga områden när man vill jämföra tre eller fler grupper för en kvantitativ variabel, såsom lärarnas upplevda bekvämlighet med digitala verktyg eller deras bedömning av den professionella utvecklingen.

Ett enkelt ANOVA test används när man har en kvantitativ beroende variabel och en kategorisk oberoende variabel med tre eller fler kategorier (grupper). ANOVA testet gör det möjligt att avgöra om de observerade skillnaderna i gruppmedelvärden är tillräckligt stora för att inte ha uppstått av en slump.

Förfarande för ANOVA-analysen:

För varje demografisk variabel och varje svar på de kvantitativa frågorna genomfördes följande fyra steg:

1. Formulering av hypoteser

- **Nollhypotes (H0):** Det finns ingen skillnad i medelvärden mellan grupperna.
- **Alternativ hypotes (H1):** Minst en grupp skiljer sig från de andra.

2. Förberedelse av data

Data sorterades och kategoriserades baserat på demografiska variabler såsom ålder, erfarenhet eller utbildningsbakgrund. Varje kategori behandlades som en separat grupp i analysen.

3. Utförande av ANOVA

Ett ANOVA test utfördes för varje kvantitativ fråga för att jämföra medelvärdet mellan de definierade grupperna. Den statistiska modellen som användes relaterar den kvantitativa beroende variabeln (t.ex. upplevd bekvämlighet med digitala verktyg) till de kategoriska demografiska variablerna (t.ex. ålder). Modellen specificeras som kvantitativ variabel ~ C(Demografisk variabel), där C() anger att variabeln behandlas som kategorisk. Dessa analyser utfördes i

statistikprogrammet SPSS, vilket är ett etablerat verktyg för att genomföra statistiska analyser inom utbildningsforskning (Field, 2013).

4. Analysera Resultat:

Resultatet av ANOVA ger ett värde på F-kvoten och en signifikansnivå (p-värde). F-kvoten hjälper till att bedöma storleken på variationen mellan grupper jämfört med variationen inom grupperna. Ett högt värde på F-kvoten (vanligtvis över 1) indikerar att variationen mellan gruppernas medelvärden är större än variationen inom grupperna, vilket tyder på att grupperna är olika. Generellt sett, ju högre F-kvoten är, desto mer sannolikt är det att skillnaderna mellan grupperna är verkliga och inte bara beror på slumpen. Signifikansen (p-värdet) används för att avgöra om resultaten är statistiskt signifikanta baserat på en förutbestämd signifikansnivå (vanligtvis 0.05). Om p-värdet är mindre än 0.05, förkastas nollhypotesen och det antas att det finns en signifikant skillnad mellan grupperna (Field, 2013; Howell, 2012).

5.5.8 TPACK-anpassning och professionell utveckling

Slutligen gjordes en analys av sambandet mellan lärarnas självskattade TPACK-kompetens och deras upplevelser av professionell utveckling. Analysens syfte var att ge ett strukturerat och metodiskt tillvägagångssätt för att sedan analysera enkätdata om användningen av digitala verktyg i matematikundervisningen. Genom dess steg eftersträvades en djupare förståelse för respondenternas uppfattningar och erfarenheter.

5.6 Etiska överväganden

I utformningen av studien om matematiklärarnas åsikter och erfarenheter av användningen av GeoGebra har riktlinjerna för god forskningssed som beskrivs av Vetenskapsrådet (2017) i publikationen "God forskningssed" noggrant följts. Dessa riktlinjer erbjuder en omfattande ram för etiska principer och praxis inom forskning.

Detta är avgörande för att säkerställa integritet och kvalitet i vetenskapligt arbete. Nedan beskrivs några sätt på vilka studien har integrerat dessa riktlinjer:

I enlighet med Vetenskapsrådets (2017) betoning på vikten av informerat samtycke har alla potentiella deltagare fått detaljerad information om studiens syfte, metod, eventuella risker, och hur deras data kommer att hanteras. I enkäten (se Bilaga 1) finns denna information detaljerat beskriven, och i början av enkäten gavs deltagarna möjlighet att samtycka till att delta i studien. Detta säkerställer att deltagandet är baserat på en välgrundad förståelse och är helt frivilligt. För att skydda deltagarnas integritet har studien implementerat åtgärder för att säkerställa anonymitet och konfidentialitet, vilket är i linje med Vetenskapsrådets (2017) riktlinjer. I studien samlades inga personuppgifter in, såsom namn, e-postadress eller IP-adress, och ingen annan information som kan identifiera enskilda individer. Detta minimerar riskerna för integritetsintrång. Vetenskapsrådet (2017) understryker även vikten av att forskare gör en noggrann riskbedömning. Studien följer Vetenskapsrådets (2017) rekommendationer om hantering och skydd av personuppgifter. Detta inkluderar åtgärder för säker datalagring och behandling, i enlighet med gällande lagstiftning såsom GDPR. I enlighet med Vetenskapsrådet (2017) strävar studien efter högsta möjliga transparens i rapporteringen av forskningsresultaten. Detta innebär en ärlig och noggrann presentation av data och resultat, utan att förvanska eller dölja information. Genom att följa dessa principer för god forskningssed som föreskrivs av Vetenskapsrådet (2017) var målet att både respektera och skydda deltagarnas rättigheter och integritet.

5.7 Reliabilitet och validitet

För att säkerställa hög vetenskaplig standard i denna studie, har särskild uppmärksamhet ägnats åt att stärka reliabiliteten och validiteten i forskningsmetoderna. Reliabilitet refererar till pålitligheten i mätningarna som används (Bryman, 2018). För att stärka reliabilitet har enkäten som används i studien granskats av andra studenter på lärarutbildningen som har bidragit med sina åsikter för att säkerställa att frågornas formuleringar är tydliga, vilket minimerar risken för missförstånd. Den kvantitativa delen av enkäten använde en validerad Likert-skala med fem svarsalternativ, där varje fråga hade specifika alternativ anpassade till kontexten, men som fungerade liknande en skala från "instämmer inte alls" till "instämmer helt". Valideringen gjordes genom en

granskning av andra lärarstudenter för att säkerställa tydlighet och relevans. Genom att använda en validerad Likert-skala säkerställs att mätinstrumentet konsekvent mäter det som är avsett, vilket minskar risken för slumpmässiga fel och därmed ökar resultatens tillförlitlighet (Boone & Boone, 2012). Den systematiska processen för tematisk analys enligt Braun och Clarke (2006) säkerställer att identifieringen av teman i den kvalitativa datan sker på ett konsekvent och reproducerbart sätt. Validitet behandlar frågan om forskningsmetoderna verkligen mäter det de är avsedda att mäta (Bryman, 2018). För att säkerställa interna validiteten, har enkätfrågorna inte bara granskats av kollegor utan även godkänts av examensarbetets handledare. Detta steg garanterar att frågorna är relevanta och väl anpassade för att utforska de specificerade forskningsfrågorna och syftet med studien. Den mixade metodansatsen med både kvantitativa och kvalitativa data tillåter även triangulering, vilket stärker tolkningen av resultaten och möjliggör en mer robust slutsats om de undersökta fenomenen (Creswell & Clark, 2023).

6. Resultat

6.1 Inledning

Detta kapitel presenterar resultaten av de data som samlats in. Analysen inkluderar deskriptiv statistik över demografiska data och svarsdata, korrelationsanalyser mellan olika variabler samt en tematisk analys av kvalitativa svar för att utforska djupare insikter.

6.2 Deskriptiv statistik

Detta avsnitt presenterar statistiska analyser av data som samlats in genom enkäten, vilket inkluderar respondenternas demografiska bakgrund samt deras svar på de kvantitativa frågorna. Dessa analyser ger en kvantitativ översikt över respondenterna och deras syn på användningen av digitala verktyg i matematikundervisningen.

6.2.1 Sammanfattande demografiska data

Nedan följer en sammanfattande tabell av demografiska data från undersökningen. Tabell 1 inkluderar kategorier, antal svar och motsvarande procentandelar.

Tabell 1: Demografiska data för tillfrågade lärare

Fråga	Kategori	Antal	Procent
1: Ålder	Under 25 år	10	21%
	25-34 år	9	19%
	35-44 år	5	11%
	45-54 år	12	26%
	55-64 år	5	11%
	65 år eller äldre	6	13%
2: Utbildningsnivå	Gymnasieutbildning eller lägre	2	4%
	Eftergymnasial utbildning utan examen	8	17%

	Kandidatexamen	35	74%
	Masterexamen eller högre	2	4%
3: Undervisningsår	Mindre än 1 år	7	15%
	1–5 år	10	21%
	6–10 år	13	28%
	11–20 år	8	17%
	Mer än 20 år	9	19%
4: Typ av skola	Kommunal skola	36	77%
	Privatskola	10	21%
	Internationell skola	1	2%
5: Geografiskt läge	Storstad	13	28%
	Stad	16	34%
	Landsbygd	10	21%
	Annat	8	17%
6: Årskurs	Förskola	1	2%
	Lågstadiet (åk 1–3)	1	2%
	Mellanstadiet (åk 4–6)	3	6%
	Högstadiet (åk 7–9)	36	77%
	Gymnasiet	6	13%

6.2.2 Sammanfattande kvantitativa data

Nedan följer en tabell som sammanfattar svaren på de kvantitativa frågorna (se bilaga 1) undersökningen. För varje fråga redovisas medianen samt interkvartilavståndet (IQR).

Tabell 2: Kvantitativ data för fråga 7-12

Fråga	Median	IQR	Beskrivning
7	2	2	Tidsåtgång för förberedelse och genomförande av digitala verktyg för geometri och grafer jämfört med traditionella metoder.
8	4	2	Komfortnivå vid integrering av digitala verktyg för geometri och grafer i matematikundervisningen.
9	4	1	Effektiviteten av digitala verktyg för geometri och grafer för att möjliggöra differentierad undervisning.
10	4	2	Bidrag av digitala verktyg för geometri och grafer till pedagogisk effektivitet i matematikundervisningen.

11	3	2	Nivå av tillfredsställelse med utbildning i användning av digitala verktyg för geometri och grafer.
12	3	2	Tillfredsställelse med fortbildning gällande användning av digitala verktyg för geometri och grafer.

I Tabell 2 framhävs en nyanserad bild av lärarnas erfarenheter, uppfattningar, utbildning och fortbildning inom digitala verktyg i undervisningen.

När det gäller tiden för förberedelse och genomförande av digitala verktyg, som framgår i Fråga 7 där medianen är 2, upplever majoriteten av lärarna att det tar längre tid eller är lika tidskrävande som traditionella metoder. Denna uppfattning varierar något, med en IQR på 2. Medan vissa lärare upplever att digitala verktyg kan spara tid, finner andra dem tidskrävande.

I Fråga 8, som undersöker hur bekväma lärarna känner sig med att använda digitala verktyg, visar medianen på 4. Detta innebär att de flesta lärare känner sig relativt bekväma med verktygen. Trots denna övergripande komfort, finns det en viss spridning i upplevelserna med en IQR på 2.

Vid bedömningen av hur väl digitala verktyg stödjer differentierad undervisning, som diskuteras i Fråga 9, är medianen 4. Detta indikerar att lärarna överlag tycker att verktygen är effektiva för att möjliggöra varierade undervisningsmetoder. Här är variationen i upplevelserna liten, med en IQR på 1, vilket visar att de flesta har en liknande uppfattning om verktygens effektivitet för differentiering.

När det kommer till hur digitala verktyg bidrar till pedagogisk effektivitet, enligt Fråga 10, är medianen 4. Den något större spridningen i svaren (IQR 2) tyder på att åsikterna kan variera.

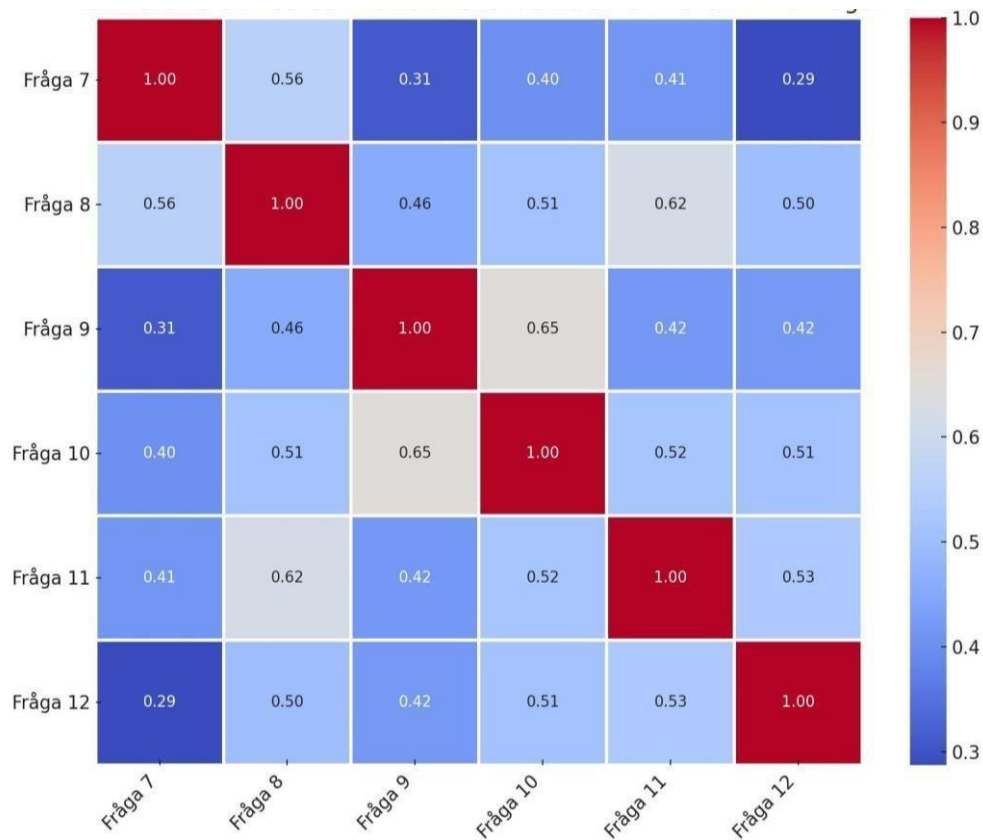
Fråga 11, som handlar om lärarnas tillfredställelse med utbildningen i användning av digitala verktyg, visar en median på 3. Detta tyder på att lärarna är neutrala till något nöjda med utbildningen. Variationerna i upplevelserna (IQR 2) indikerar att kvaliteten och omfattningen av utbildningen varierar, vilket innebär att vissa lärare känner sig väl förberedda medan andra upplever utbildningen som otillräcklig.

Slutligen visar Fråga 12 att lärarna är något nöjda med fortbildningen om digitala verktyg, med en median på 3. Här är spridningen i upplevelserna (IQR 2). Variationerna tyder på att vissa lärare har haft stor nytta av fortbildningen medan andra kanske inte fått tillräckligt stöd.

6.3 Korrelationsmönster

Nedan följer en korrelationsanalys av sambanden mellan olika kvantitativa variabler baserade på data insamlade från lärare gällande användningen av digitala verktyg i matematikundervisningen. Resultaten från denna korrelationsanalys visualiseras genom en värmekarta, vilken illustrerar styrkan och riktningen på korrelationerna mellan de olika frågorna (Field, 2013).

Figur 1: Värmekarta av Pearsons korrelationskoefficienten mellan enkätfrågor



Värmekartan som presenteras ovan visualiserar Pearson korrelationskoefficient mellan de kvantitativa enkätfrågorna relaterade till användningen av digitala verktyg i matematikundervisningen. Varje cell i kartan representerar styrkan och riktningen på korrelationen mellan två frågor, där färgskalan sträcker sig från blått till rött.

6.3.1 Huvudfynd från korrelationsanalysen:

Korrelationerna mellan dessa frågor visar på flera viktiga samband mellan de olika aspekterna av TPACK-kompetens och professionell utveckling:

Tidsåtgång och komfort med digitala verktyg:

Analysen visar en stark positiv korrelation ($r=0,56$) mellan lärarnas upplevelse av tidsåtgången för användning av digitala verktyg och deras komfortnivå med dessa verktyg. Lärare som är mer bekväma med digitala verktyg tenderar att uppleva en mer

effektiv tidsanvändning. Detta tyder på att ökad teknologisk kunskap (fråga 8) kan minska den upplevda tidsåtgången i pedagogiska sammanhang (fråga 7).

Komfort med digitala verktyg och tillfredsställelse med utbildning och fortbildning:

Lärarnas komfort med digitala verktyg (fråga 8) visar en tydlig positiv korrelation ($r=0,62$) med deras tillfredsställelse med utbildning (fråga 11). Dessutom finns en korrelation på ($r=0,50$) mellan komfort med digitala verktyg och tillfredsställelse med fortbildning (fråga 12). Dessa resultat antyder att kvalitativa utbildnings- och fortbildningsprogram är avgörande för att öka lärarnas teknologiska kompetens och självförtroende i användningen av digitala verktyg.

Digitala verktygs effektivitet för differentierad undervisning och pedagogisk

effektivitet:

En stark positiv korrelation ($r=0,65$) framträder mellan lärarnas uppfattning om digitala verktygs effektivitet för differentierad undervisning (fråga 9) och deras allmänna uppfattning om verktygens pedagogiska effektivitet (fråga 10). Detta resultat betonar att digitala verktyg som stödjer differentierad undervisning kan förbättra den övergripande pedagogiska effektiviteten i klassrummet.

Pedagogisk effektivitet och tillfredsställelse med utbildning:

Lärarnas upplevelse av den pedagogiska effektiviteten hos digitala verktyg (fråga 10) är kopplad till deras tillfredsställelse med utbildning (fråga 11), med en korrelation på ($r=0,52$). Detta indikerar att en positiv utbildningsupplevelse inom TPACK-komponenterna kan höra ihop med en positiv uppfattning om digitala verktygs pedagogiska värde.

Pedagogisk effektivitet och tillfredsställelse med fortbildning:

En positiv korrelation ($r=0,51$) har observerats mellan lärarnas upplevelse av den pedagogiska effektiviteten hos digitala verktyg (fråga 10) och deras tillfredsställelse med fortbildning (fråga 12). Detta resultat understryker betydelsen av kontinuerlig

fortbildning för att förbättra lärarnas uppfattning om digitala verktygs pedagogiska effektivitet.

6.4 Jämförande analys mellan demografiska grupper

I denna del av studien genomförs en jämförande analys för att undersöka hur olika demografiska grupper av matematiklärare upplever och använder digitala verktyg, såsom GeoGebra, i sin undervisning. Syftet med denna analys är att förstå om faktorer som ålder, utbildningsnivå, undervisningserfarenhet, skoltyp, undervisningsnivå och geografiskt läge påverkar lärarnas upplevelser och användning av digitala verktyg.

Denna jämförande analys är relevant för studiens övergripande syfte och forskningsfrågor, eftersom den bidrar till en djupare förståelse av de varierande behov och utmaningar olika lärargrupper kan ha i samband med digitala verktygsanvändning. Genom att identifiera dessa skillnader kan en bättre förstå vilka specifika stöd och resurser som behövs för att förbättra integrationen av digitala verktyg i matematikundervisningen, och hur de påverkar lärarnas TPACK-kompetens (Technological Pedagogical Content Knowledge) och hur denna kan stärkas.

6.4.1 Sammanvägd diskussion av ANOVA-tester

Resultaten från ANOVA-analyserna som genomfördes i programvaran SPSS indikerar att det generellt sett inte finns några signifikanta skillnader i hur olika demografiska grupper upplever användningen av digitala verktyg i matematikundervisningen (se Bilaga 3). Specifika observationer inkluderar:

- **Ålder:** För alla frågor visade sig åldern att inte vara en signifikant faktor, vilket tyder på att upplevelser av digitala verktyg är relativt konsekventa över olika åldersgrupper.
- **Utbildningsnivå:** Här noterades vissa tendenser, särskilt för tidsåtgång och differentiering, även om dessa inte nådde statistisk signifikans.
- **Undervisningserfarenhet:** Inga signifikanta skillnader identifierades baserat på undervisningserfarenhet.
- **Skoltyp:** Inga signifikanta skillnader baserat på skoltyp.

- Undervisningsnivå: Undervisningsnivå var en signifikant faktor för komfort med digitala verktyg.
- Geografiskt läge: Inga signifikanta skillnader baserat på geografiskt läge.

6.5 Kvalitativ analys av öppna svar

Detta avsnitt utforskar lärarnas erfarenheter och åsikter om användningen av digitala verktyg i matematikundervisningen genom en kvalitativ analys av de öppna svaren från fråga 13 och 14 i enkäten. Antalet respondenter för fråga 13 uppgick till 11 och för fråga 14 till 10, vilket bör beaktas vid tolkningen av resultaten.

6.5.1 Metod

En tematisk kodningsprocess genomfördes där svaren systematiskt granskades för att identifiera återkommande mönster och teman. Datan organiserades i fyra huvudkategorier: Tekniska utmaningar, motstånd mot förändring, pedagogiska framsteg, samt kollegialt stöd och samarbete. Varje svar analyserades för att matcha dessa teman och koppla dem till relevanta delar av TPACK-modellen (Teknisk Pedagogisk Ämneskunskap), vilket underlättade en strukturerad analys.

6.5.2 Resultat från analys av kvalitativa svar

Analysen belyser flera viktiga teman som återspeglar lärarnas upplevelser med digitala verktyg:

TK: "Tekniska utmaningar"

Antal svar (fråga 13): 5

Antal svar (fråga 14): 2

Citat 1 och 2 från lärare:

1: "Ett problem vi stötte på var bristen på enheter som kunde stödja programvaran, vilket ledde till ojämlig tillgång bland eleverna."

2: "Digitala verktyg ställer till med mer problem."

Analys: Dessa svar understryker problem med teknisk pålitlighet och tillgång, vilket är en central del av Teknisk Kunskap (TK) i TPACK-modellen. Tillgång till adekvat teknik och dess funktionalitet är grundläggande för att digitala verktyg ska kunna integreras effektivt i undervisningen.

PK/TK: ”Motstånd mot förändring”

Antal svar (fråga 13): 2

Antal svar (fråga 14): 1

Citat 3 från lärare:

3: "Vi har alla gett upp att tvinga in digitala verktyg."

Analys: Svaren reflekterar en motvilja mot att använda digitala verktyg, vilket kan kopplas till både Pedagogisk Kunskap (PK) och Teknisk Kunskap (TK). Motståndet kan bero på en osäkerhet kring att förändra etablerade undervisningsmetoder (PK) eller på bristande teknisk färdighet och förtroende (TK).

CK/PK: ”Pedagogiska framsteg”

Antal svar (fråga 13): 3

Antal svar (fråga 14): 2

Citat 4 och 5 från lärare:

4: "GeoGebra har revolutionerat sättet jag undervisar geometri på, vilket möjliggör mer interaktiva och engagerande lektioner."

5: "Erfarenheten av att använda GeoGebra under en lektion var mycket positiv."

Analys: Positiva erfarenheter med digitala verktyg som GeoGebra framhäver deras potential att förbättra undervisningskvalitet och elevengagemang. Detta kan kopplas till både Pedagogisk Kunskap (PK), genom förbättrade undervisningsmetoder, och Ämnesdidaktisk Kunskap (CK), genom användning av verktyg specifikt anpassade för matematikundervisning.

TPACK: "Kollegialt stöd och samarbete"

Antal svar (fråga 13): 0

Antal svar (fråga 14): 8

Citat 6, 7, 8 och 9 från lärare:

6: "Workshops med kollegor har infört nya pedagogiska metoder i mitt klassrum."

7: "Att dela erfarenheter och utmaningar med kollegor har varit avgörande för att implementera GeoGebra."

8: "Genom att samarbeta med tekniskt kunniga kollegor kunde vi övervinna initiala problem."

9: "Samarbete med kollegor har infört nya pedagogiska metoder i mitt klassrum."

Analys: Denna kategori visar på vikten av professionellt samarbete och stöd i teknikintegration. Kollegialt stöd kan inkludera teknisk kunskap (TK), ämnesdidaktisk kunskap (CK), och pedagogisk kunskap (PK) eller en kombination av alla tre. Sådant samarbete kan hjälpa lärare att utveckla sin förmåga att integrera teknik på ett sätt som förbättrar både undervisning och lärande.

7. Diskussion och slutsats

Denna sektion diskuterar de viktigaste insikterna och temana från både kvantitativa och kvalitativa analyser. Diskussionen integrerar resultat från olika delar av studien för att ge en helhetsbild av lärares syn på digitala verktyg, särskilt GeoGebra och andra liknande verktyg för geometri och grafer. Genom att belysa både styrkor och begränsningar i studien, samt hur resultaten relaterar till tidigare forskning och teoretiska ramar, strävar jag efter att ge en djupgående förståelse av lärarnas erfarenheter och uppfattningar samt lyfta fram möjliga åtgärder som kan stödja och förbättra lärarnas användning av digitala verktyg.

7.1 Slutsatser

Det övergripande syftet med denna studie var att utforska matematiklärares uppfattningar och erfarenheter av användningen av digitala verktyg, såsom GeoGebra, i matematikundervisningen för årskurs 7-9, särskilt inom områdena geometri och grafer. Studien syftade även till att identifiera möjliga åtgärder för att förbättra integrationen av digitala verktyg i undervisningen baserat på lärarnas teknologiska, pedagogiska och ämnesmässiga kunskaper (TPACK).

TPACK-ramverket, som beskriver den nödvändiga samverkan mellan teknologisk kunskap (TK), pedagogisk kunskap (PK) och ämneskunskap (CK), är centralt för att förstå hur digitala verktyg som GeoGebra integreras i undervisningen. Studien visar att lärarnas tekniska, pedagogiska och ämnesmässiga kunskaper måste integreras holistiskt för att effektivt använda digitala verktyg i matematikundervisningen.

Resultaten från den kvantitativa analysen (se Tabell 2 i avsnitt 6.2.2) visar att lärarnas uppfattningar om tiden det tar att använda digitala verktyg varierar. Fråga 7 hade en median på 2 och ett interkvartilavstånd (IQR) på 2, vilket tyder på att en betydande andel av lärarna upplever att användningen av digitala verktyg tar lika mycket eller mer tid än traditionella metoder. Samtidigt visade fråga 9 ett medianvärde på 4 och ett IQR på 1, vilket indikerar att många lärare tycker att digitala verktyg är effektiva för att möjliggöra varierade undervisningsmetoder. Detta belyser en paradox där teknologins pedagogiska potential erkänns, men att dess praktiska implementering kan vara tidskrävande, vilket kräver en balanserad teknologisk och pedagogisk kunskap enligt TPACK-modellen.

Det framgår också från den korrelationsanalys som presenterades i Figur 1 (se avsnitt 6.3.1) att det finns en positiv korrelation ($r = 0,56$) mellan lärarnas tekniska kompetens och deras upplevda effektivitet av digitala verktyg i undervisningen. Denna korrelation understryker vikten av teknologisk kunskap (TK) inom TPACK, eftersom lärare som är tekniskt kunniga är bättre rustade att dra nytta av digitala verktyg som GeoGebra för att förbättra undervisningens effektivitet och kvalitet. En annan viktig korrelation är den mellan lärarnas deltagande i fortbildning och deras användning av digitala verktyg i klassrummet ($r = 0,62$), vilket indikerar att kontinuerlig professionell utveckling är avgörande för att stödja teknikintegration och stärka lärarnas tekniska kompetens.

De kvalitativa resultaten (se avsnitt 6.5.2) belyser ytterligare de pedagogiska fördelarna och utmaningarna med att använda digitala verktyg i matematikundervisningen. Flera citat från lärare indikerar att GeoGebra kan göra abstrakta matematiska begrepp mer tillgängliga och engagerande. Till exempel nämner en lärare i citat 4 att GeoGebra "har revolutionerat sättet jag undervisar geometri på, vilket möjliggör mer interaktiva och engagerande lektioner." Detta belyser hur ämneskunskap (CK) integreras med teknologisk kunskap (TK) för att skapa en mer dynamisk och förståelig presentation av komplexa matematiska begrepp.

Vidare lyfter citat 5 fram att digitala verktyg kan öka elevernas engagemang och förståelse genom att erbjuda visuella och interaktiva inlärningsmiljöer. Detta understryker den viktiga rollen av pedagogisk kunskap (PK) i TPACK, där lärare använder digitala verktyg för att utveckla och anpassa sina undervisningsstrategier för att stödja olika inlärningsstilar och behov.

Utmaningar med teknisk infrastruktur och motstånd mot förändring framkom också som betydande hinder för en effektiv integration av digitala verktyg. Citat 1 beskriver hur "bristen på enheter som kunde stödja programvaran" ledde till ojämlig tillgång bland eleverna, vilket indikerar att tekniska hinder kan skapa ojämlikheter i lärandet. Dessutom framhåller citat 3 motstånd mot att "tvinga in digitala verktyg" i undervisningen, vilket antyder ett kulturellt motstånd och behov av stöd för att främja en positiv attityd mot teknikanvändning.

Betydelsen av kollegialt stöd och samarbete för att övervinna dessa hinder framhävs också i de kvalitativa svaren. Citat 6 och 8 betonar hur kollegialt stöd och workshops har varit

framgångsfaktorer i arbetet med digitala verktyg. Den gemensamma problemlösningen och delningen av erfarenheter hjälper lärare att utveckla sina tekniska och pedagogiska kunskaper, vilket är avgörande för att övervinna de utmaningar som identifierats och främja en framgångsrik teknikintegration enligt TPACK.

ANOVA-analyser (se avsnitt 6.4.1) visar att demografiska faktorer såsom ålder, utbildningsnivå och undervisningserfarenhet inte har signifikant inverkan på lärarnas uppfattningar om digitala verktyg. Detta antyder att det snarare är individuella skillnader i teknikkunskap och pedagogisk skicklighet som är centrala för att förstå variationer i upplevelser och attityder kring digitala verktyg, vilket ytterligare stöder TPACK som ett integrerat ramverk där alla kunskapsområden spelar en avgörande roll.

Studien visar att matematiklärare uppfattar digitala verktyg som GeoGebra som användbara för att stödja undervisningen i geometri och grafer, särskilt när det gäller att visualisera komplexa matematiska koncept och engagera eleverna. Lärarna rapporterade att dessa verktyg kan förbättra undervisningens kvalitet genom att erbjuda interaktiva och dynamiska representationer av matematiska objekt, vilket gör abstrakta begrepp mer tillgängliga för eleverna (se citat 4 och 5, avsnitt 6.5.2). Denna uppfattning bekräftas av de kvantitativa resultaten, där en majoritet av lärarna angav att digitala verktyg är effektiva för att stödja differentierad undervisning och förbättra pedagogisk effektivitet (se Tabell 2, Fråga 9 och 10).

Trots de pedagogiska fördelarna finns det också utmaningar med att använda digitala verktyg i undervisningen. Lärarna upplever att integrationen av digitala verktyg kräver tid och teknisk kompetens, vilket inte alla lärare har. Vissa lärare känner sig osäkra på hur de ska använda verktygen effektivt och behöver mer stöd och utbildning för att utveckla sin tekniska kompetens (TK) inom TPACK-ramverket. Dessutom kan tekniska problem, såsom bristande tillgång till adekvata digitala resurser och verktyg, skapa hinder för en effektiv användning (se citat 1, avsnitt 6.5.2). För lärarprofessionen innebär detta att det behövs mer stöd för att hjälpa lärare att övervinna dessa utmaningar och dra full nytta av digitala verktyg i undervisningen.

För att förbättra integrationen av digitala verktyg i matematikundervisningen, identifierar studien flera viktiga åtgärder som kan vidtas. En central åtgärd är att stärka lärarnas tekniska kompetens (TK) genom kontinuerlig professionell utveckling och fortbildning.

Utbildningsprogram bör inriktas på att öka lärarnas tekniska färdigheter och deras förmåga att använda digitala verktyg på ett sätt som kompletterar deras pedagogiska kunskaper (PK) och ämneskunskaper (CK). Detta kan inkludera praktiska workshops och möjligheter för lärare att experimentera med olika digitala verktyg och teknologier i en stödd miljö.

För att främja en effektiv integration av digitala verktyg bör också kollegialt lärande och samarbete uppmuntras. Studien visar att lärarna drar stor nytta av att dela erfarenheter och strategier med sina kollegor och att gemensamt lösa problem relaterade till teknikanvändning i undervisningen (se citat 6 och 8, avsnitt 6.5.2). Genom att skapa och stödja lärare där de kan utbyta idéer och lära av varandra, kan skolor bidra till att utveckla en kultur av kollegialt samarbete, vilket i sin tur stärker lärarnas TPACK-kompetens.

En annan åtgärd är att säkerställa att det finns adekvat teknisk infrastruktur och tillgång till digitala verktyg i skolorna. För att kunna använda digitala verktyg effektivt behöver lärare tillgång till fungerande teknik och tekniskt stöd. Det är också viktigt att skolor investerar i teknologisk infrastruktur och erbjuder resurser och support till lärarna, så att de kan fokusera på att förbättra sina undervisningsmetoder och använda digitala verktyg för att stödja elevernas lärande i matematik.

Studien belyser att en framgångsrik integration av digitala verktyg i matematikundervisningen kräver en holistisk tillämpning av TPACK-ramverket, där teknologisk, pedagogisk och ämnesmässig kunskap samverkar för att skapa en effektiv och inkluderande lärmiljö. Genom att förbättra lärarnas förståelse och kompetens inom dessa områden kan utbildningssystemet stödja en mer effektiv användning av digitala verktyg, vilket i sin tur kan förbättra elevernas matematiska lärande och engagemang.

7.2 Diskussion av resultaten i relation till tidigare forskning

Resultaten betonar betydelsen av TPACK-ramverket (Technological Pedagogical Content Knowledge), som lyfter fram vikten av att integrera teknologisk kunskap (TK), pedagogisk kunskap (PK) och ämneskunskap (CK) för att effektivt använda digitala verktyg i undervisningen. Enligt Ollinen (2014) bör TPACK betraktas som ett holistiskt ramverk där dessa kunskapsområden inte existerar i isolation, utan kompletterar och förstärker varandra.

Forskning av Birgin och Topuz (2021) samt Joshi och Singh (2020) har visat att digitala verktyg som GeoGebra kan förbättra elevers förståelse av geometriska och algebraiska koncept genom visuella och interaktiva representationer. Detta resultat stöds av studiens kvalitativa fynd, där lärare har rapporterat att GeoGebra har förändrat deras undervisningsmetoder och gjort abstrakta matematiska begrepp mer tillgängliga och engagerande (se citat 4 och 5, avsnitt 6.5.2). Dessa pedagogiska framsteg (CK) möjliggörs genom att använda teknologiska verktyg (TK) för att förstärka och illustrera ämnesinnehållet på ett mer begripligt sätt. Dessutom visar Tabell 2 (se avsnitt 6.2.2) att många lärare anser att digitala verktyg stödjer en varierad undervisningsmetod och anpassning till olika elevers behov, vilket understryker betydelsen av att kombinera teknologisk och pedagogisk kunskap (TK + PK).

Resultaten från den kvantitativa analysen ger ytterligare stöd för en integrerad användning av CK, TK och PK. Enligt Tabell 2, Fråga 9 och 10, upplever många lärare att digitala verktyg är effektiva för att möjliggöra differentierad undervisning (median = 4, IQR = 1) och bidrar till pedagogisk effektivitet (median = 4, IQR = 2). Detta överensstämmer med Yildiz och Arpaci (2023), som betonar att en stark TPACK-kompetens gör det möjligt för lärare att kombinera teknologiska och pedagogiska strategier för att skapa engagerande lärmiljöer. Vidare fann studien en stark korrelation ($r = 0,65$) mellan lärarnas uppfattning om digitala verktygs effektivitet för differentierad undervisning och deras allmänna uppfattning om verktygens pedagogiska effektivitet (se Figur 1, avsnitt 6.3.1). Detta antyder att lärare med en god förståelse för hur digitala verktyg kan användas för att anpassa undervisningen är bättre rustade att integrera dem på ett sätt som gynnar elevernas lärande och stärker deras förståelse av ämnesinnehållet (CK).

Sjöblom et al. (2024) belyser de spänningar som kan uppstå när digitala verktyg kombineras i matematikundervisningen. Deras studie identifierade att digitala verktyg som GeoGebra kan både underlätta matematiskt resonemang och visualisering (CK) men också skapa barriärer för deltagande om inte alla elever har lika tillgång till verktygen eller möjlighet att interagera med dem (TK). Denna insikt överensstämmer med utmaningar som identifierats i den aktuella studien, där lärare rapporterar att brist på tillgång till adekvat teknologi kan påverka elevernas förmåga att delta fullt ut i aktiviteter som kräver användning av digitala verktyg (se citat 1, avsnitt 6.5.2). Detta understryker vikten av att noggrant balansera användningen av teknologisk kunskap (TK) med

ämneskunskap (CK) och pedagogisk kunskap (PK) för att säkerställa att tekniken inte bara stödjer lärandet utan också inkluderar alla elever i lärprocessen.

Martinez (2017) och Markkanen (2021) lyfter fram utmaningar relaterade till teknisk infrastruktur och motstånd mot förändring. Dessa forskare betonar att begränsad tillgång till teknologi och motstånd mot att använda nya verktyg kan utgöra betydande hinder för teknikintegration. Denna studie bekräftar dessa resultat, där lärarna (se citat 3, avsnitt 6.5.2) rapporterar att tekniska problem och motstånd mot att införa digitala verktyg påverkar deras möjligheter att fullt ut integrera dessa verktyg i undervisningen. Dessutom visar Tabell 2 att lärarnas tillfredsställelse med utbildning och fortbildning om digitala verktyg varierar (median = 3, IQR = 2 för Fråga 11 och 12), vilket antyder att utbildningskvaliteten och omfattningen av utbildning kan vara otillräcklig för vissa lärare (PK). Detta belyser behovet av att inte bara utveckla teknisk kunskap (TK) utan också öka förståelsen för hur teknologin kan integreras pedagogiskt (PK) för att skapa en meningsfull lärmiljö.

Korrelationsanalysen (se avsnitt 6.3) ger ytterligare insikter om sambanden mellan olika TPACK-komponenter och lärarnas upplevelser. En positiv korrelation ($r = 0,56$) identifierades mellan lärarnas upplevelse av tidsåtgång för användning av digitala verktyg och deras komfortnivå med dessa verktyg (TK). Detta indikerar att lärare som är mer bekväma med tekniken tenderar att uppleva en mer effektiv tidsanvändning, vilket antyder att teknologisk kunskap (TK) kan minska den upplevda tidsåtgången i pedagogiska sammanhang. Dessutom är lärarnas komfort med digitala verktyg positivt korrelerad med deras tillfredsställelse med både utbildning ($r = 0,62$) och fortbildning ($r = 0,50$), vilket understryker att kvalitativa utbildnings- och fortbildningsprogram är avgörande för att öka lärarnas teknologiska kompetens och självförtroende i användningen av digitala verktyg (Horzum & Ünlü, 2017).

Den kvalitativa analysen av de öppna svaren (se avsnitt 6.5) ger ytterligare kontext och djup till resultaten. Lärarnas erfarenheter av tekniska utmaningar (TK), motstånd mot förändring (PK) och pedagogiska framsteg (CK) visar på behovet av en balanserad strategi som adresserar både tekniska och kulturella aspekter av teknikintegration. Citat 6 och 8 (se avsnitt 6.5.2) framhäver vikten av kollegialt stöd och samarbete, vilket kan hjälpa lärare att övervinna initiala utmaningar med att integrera GeoGebra och andra digitala verktyg (TK + PK). Detta pekar på behovet av att främja en kultur av delat lärande

och kontinuerlig professionell utveckling, vilket är avgörande för att stärka TPACK-kompetensen. Som Sunzuma (2022) och Belgheis och Kamalludeen (2018) betonar, är kollegialt stöd och professionell fortbildning viktiga faktorer för att lyckas med teknikintegration.

För att uppnå en holistisk integrering av TPACK i undervisningen måste alla tre komponenterna (CK, TK, PK) samverka. Birgin och Topuz (2021) och Uwurukundo et al. (2022) betonar att lärare behöver en djup förståelse för det matematiska innehållet de undervisar (CK), en förmåga att använda digitala verktyg effektivt (TK), och kunskap om hur man bäst förmedlar detta innehåll till eleverna (PK). När dessa tre komponenter kombineras effektivt, skapas en dynamisk och inkluderande lärmiljö där tekniken inte bara används som ett verktyg för att stödja lärande utan också som en katalysator för att förbättra förståelse och engagemang. Denna helhetssyn är avgörande för att säkerställa att digitala verktyg som GeoGebra används på ett sätt som stöder alla elevers lärande och utveckling.

Sammanfattningsvis indikerar både resultaten från denna studie och tidigare forskning att en framgångsrik integration av digitala verktyg i matematikundervisningen kräver en djupgående förståelse och kunskap inom alla de ingående delarna i TPACK, så att teknologisk, pedagogisk och ämnesmässig kunskap kan kombineras för att skapa en effektiv och inkluderande lärmiljö. Lärarnas erfarenheter visar att denna kombination är nödvändig för att anpassa undervisningen till elevernas olika behov och för att övervinna de tekniska och pedagogiska utmaningar som kan uppstå. Genom att fortsätta förbättra lärarnas förståelse och kompetens inom dessa områden kan utbildningssystemet effektivare integrera digitala verktyg i matematikundervisningen.

7.3 Metoddiskussion

Syftet med denna studie var att utforska matematiklärares uppfattningar och erfarenheter av användningen av digitala verktyg, såsom GeoGebra, i matematikundervisningen för årskurs 7-9, särskilt inom områdena geometri och grafer. Studien syfte var även att identifiera möjliga åtgärder för att förbättra integrationen av digitala verktyg i undervisningen baserat på lärarnas teknologiska, pedagogiska och ämnesmässiga kunskaper (TPACK). För att uppnå dessa mål användes en mixed methods-ansats, som kombinerade både kvantitativa och kvalitativa metoder för att få en bredare och djupare

förståelse av lärarnas tekniska, pedagogiska och ämnesmässiga kunskaper. Trots de insikter som erhöles finns det metodologiska begränsningar som påverkar resultaten och tolkningarna.

7.3.1 Begränsningar i den kvalitativa delen av studien

Den kvalitativa delen av studien syftade till att ge djupare insikter i lärarnas erfarenheter och uppfattningar om användningen av digitala verktyg och identifiera möjliga åtgärder för att stödja deras teknikintegration. Dock är det viktigt att erkänna vissa begränsningar. Antalet deltagare i de kvalitativa intervjuerna var relativt litet, med endast 11 svar på fråga 13 och 10 på fråga 14 (se avsnitt 6.6.2). Detta begränsade antal svar gör det svårt att dra generaliserbara slutsatser om alla matematiklärares upplevelser och uppfattningar, vilket också påverkar hur väl möjliga åtgärder som professionell utveckling och kollegialt lärande kan identifieras och bedömas.

Dessutom samlades de kvalitativa svaren in genom öppna frågor i enkäten, vilket kan begränsa möjligheten att få fram djupare insikter jämfört med metoder som djupintervjuer eller fokusgrupper. Medan öppna frågor tillåter deltagarna att uttrycka sina tankar fritt, finns det en risk att de ger ytliga svar eller inte diskuterar alla aspekter av sina erfarenheter, särskilt vad gäller deras tekniska kompetens (TK) inom TPACK och deras behov av professionell utveckling. Risken för att endast de mest engagerade eller tekniskt kunniga lärarna deltar, kan också ha lett till en vridning i svaren, vilket påverkar studiens representativitet av det faktiska läget ute på fältet.

För framtida forskning skulle en mer omfattande kvalitativ metod, såsom semi-strukturerade intervjuer eller fokusgrupper, kunna ge en djupare förståelse för lärarnas erfarenheter och uppfattningar, särskilt i relation till deras tekniska kompetens och behov av stödåtgärder. Detta skulle också ge en mer detaljerad bild av hur professionell utveckling och kollegialt lärande kan stödja lärarnas användning av digitala verktyg inom ramen för TPACK. Att inkludera fler deltagare skulle dessutom säkerställa att resultaten är mer representativa för en bredare grupp lärare.

7.3.2 Begränsningar i den kvantitativa delen av studien

Den kvantitativa delen av studien baserades på en enkät som besvarades av 47 lärare, vilket gav viss insikt i lärarnas uppfattningar om digitala verktyg i undervisningen och

deras behov av professionell utveckling. Ändå finns det begränsningar som bör beaktas. En större urvalsstorlek skulle ha ökat studiens statistiska kraft och möjliggjort mer detaljerade analyser av hur olika faktorer, såsom teknisk kompetens (TK) inom TPACK, påverkar användningen av digitala verktyg och behovet av stödåtgärder. Ett större urval hade också gjort det möjligt att undersöka skillnader mellan olika grupper av lärare mer ingående, till exempel variationer i deras erfarenheter av och behov för professionell utveckling och kollegialt lärande.

En ytterligare begränsning i den kvantitativa delen är att enkäten förlitade sig på självrapportering, vilket kan leda till biaser som social önskvärdhet. Lärare kan ha svarat på ett sätt som de tror är förväntat eller önskvärt snarare än att ge en helt ärlig och exakt beskrivning av sina erfarenheter och behov. Detta kan särskilt påverka bedömningen av deras tekniska kompetens (TK) och behovet av professionell utveckling, eftersom vissa lärare kan överdriva sina färdigheter eller underskatta sitt behov av stöd. Detta kan påverka tolkningen av resultaten och begränsa förståelsen för hur teknisk kompetens inom TPACK kan stärkas genom specifika åtgärder.

För att övervinna dessa begränsningar i framtida forskning skulle det vara fördelaktigt att använda en större och mer diversifierad urvalsstorlek samt att inkludera mätningar av teknisk kompetens, till exempel praktiska bedömningar eller observationer i klassrummet. Detta skulle kunna ge en mer tillförlitlig bild av lärarnas faktiska tekniska färdigheter och deras behov av professionell utveckling. Dessutom skulle en mer omfattande mixed methods-design, som kombinerar både kvantitativa och kvalitativa metoder, ge en holistisk bild av lärarnas upplevelser och behov och bättre belysa hur CK, TK och PK integreras och stöds i undervisningen.

Sammanfattningsvis, trots de metodologiska styrkorna med att använda en mixed methods-ansats för att undersöka matematiklärares användning av digitala verktyg och deras TPACK-kompetens, bör begränsningarna i både den kvalitativa och kvantitativa delen beaktas. Genom att adressera dessa begränsningar i framtida forskning kan en mer representativ och djupgående förståelse för hur professionell utveckling och kollegialt lärande kan stödja och förbättra lärarnas användning av digitala verktyg baserat på deras TPACK-kompetens uppnås.

7.4 Implikationer för lärarprofessionen

Resultatet av studien har viktiga implikationer för lärarprofessionen och ger insikter om matematiklärares syn på digitala verktyg samt hur undervisningen kan förbättras med hjälp av dem.

7.4.1 Implikationer för undervisningspraktiken och professionell utveckling

För lärarprofessionen innebär resultaten att det är viktigt att fokusera på att utveckla en helhetssyn på undervisning där teknisk (TK), pedagogisk (PK) och ämnesmässig kunskap (CK) integreras. Lärare bör inte bara utveckla sin tekniska kompetens utan också förbättra sin förmåga att använda digitala verktyg på ett sätt som är pedagogiskt meningsfullt och ämnesmässigt korrekt. Detta innebär att lärarutbildningar och fortbildningsprogram måste utformas för att stödja en bredare förståelse av hur digitala verktyg kan användas för att förbättra både undervisningens kvalitet och elevernas lärande.

Vidare är det viktigt att främja en flexibel och adaptiv undervisningskultur där lärare uppmuntras att experimentera med nya verktyg och teknologier och att kontinuerligt reflektera över och anpassa sina undervisningsmetoder. Genom att skapa en miljö där lärare känner sig stödda och bemyndigade att utforska digitala verktyg kan skolor och utbildningsinstitutioner bidra till att bygga en mer dynamisk och innovativ undervisningspraktik.

7.4.2 Implikationer för framtida forskning

Framtida forskning bör fokusera på att utveckla och utvärdera specifika utbildningsprogram som stärker lärares TPACK-kompetens och undersöka långsiktiga effekter av digitala verktyg på elevprestationer i matematik. Dessutom behövs fler studier som utforskar hur olika skolmiljöer och organisatoriska strukturer påverkar integrationen av teknologi i undervisningen.

7.4.3 Sammanfattning och svar på frågeställningarna

Studien svarar på frågeställningarna genom att belysa hur matematiklärare uppfattar och använder digitala verktyg som GeoGebra för att undervisa i geometri och grafer, och identifiera de pedagogiska fördelarna och utmaningarna med denna användning. Dessutom pekar resultaten på specifika åtgärder som kan förbättra integrationen av

digitala verktyg i undervisningen, inklusive professionell utveckling, kollegialt lärande, och investeringar i teknisk infrastruktur. Dessa implikationer är avgörande för att säkerställa att lärare är väl rustade att möta de krav och möjligheter som digitala verktyg erbjuder och för att stödja en kontinuerlig förbättring av undervisningens kvalitet och elevernas lärande i matematik.

8. Referenser

Açıkgül, K. (2022). Mathematics teachers' opinions about a GeoGebra-supported learning kit for teaching polygons. *International journal of mathematical education in science and technology*, 53(9), 2482-2503.
<https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1895339>

Angeli, C., & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT–TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers & education*, 52(1), 154-168. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.07.006>

Belgheis, S., & Kamalludeen, R. (2018). The Intention to Use GeoGebra in the Teaching of Mathematics among Malaysian Teachers. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 6(1), 109-115. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1165486.pdf>

Birgin, O., & Topuz, F. (2021). Effect of the GeoGebra software-supported collaborative learning environment on seventh grade students' geometry achievement, retention and attitudes. *The Journal of Educational Research*, 114(5), 474-494.
<https://doi.org/10.1080/00220671.2021.1983505>

Boone Jr, H. N., & Boone, D. A. (2012). Analyzing likert data. *The Journal of extension*, 50(2), 48.
<https://open.clemson.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2868&context=joe>

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>

Bryman, A. (2018). *Samhällsvetenskapliga metoder* (3 upplagan). Liber.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage publications.

- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2023). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. Sage Publications.
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. Sage.
- Fowler, F. J. (2014). *Survey research methods* (5th ed.). SAGE Publications.
- Horzum, T., & Ünlü, M. (2017). Pre-Service Mathematics Teachers' Views about GeoGebra and Its Use. *Acta Didactica Napocensia*, 10(3), 77-90.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1160574.pdf>
- Joshi, D. R., & Singh, K. B. (2020). Effect of Using GeoGebra on Eight Grade Students' Understanding in Learning Linear Equations. *Mathematics Teaching Research Journal*, 12(3), 76-83. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1384850.pdf>
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?. *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60-70. <https://www.learntechlib.org/primary/d/29544>
- Markkanen, P. (2021). *Representationer, visualisering och resonemang i geometri: Praktisknära studier i digitala lärmiljöer* (Örebro Studies in Mathematics 2). Örebro University. ISBN 978-91-7529-371-4
- Martinez, Ashley Rose, "The Effects of Using GeoGebra on Student Achievement in Secondary Mathematics" (2017). *Capstone Projects and Master's Theses*. 137.
https://digitalcommons.csumb.edu/caps_thes_all/137
- Ollinen, K. (2019). Digitala verktyg i en naturvetenskaplig undervisningspraktik: Lärares beskrivningar och hur deras TPACK påverkar undervisningen. [Licentiatavhandling, Utbildningsvetenskap]. Institutionen för utbildningsvetenskap, Lunds universitet.
https://lucris.lub.lu.se/ws/portalfiles/portal/71132317/Karin_Ollinen_komplett_med_spi_kblad.pdf

Sjöblom, M., Björklund Boistrup, L., Ideland, J., & Ollinen, K. (2024). *Tensions in combining two practices: Promoting mathematical dialogue using digital tools*. I L. Björklund Boistrup & B. Di Paola (Red.), *CIEAEM 74 Proceedings: Mathematics and practices: Actions for futures* (s. 81-89). G.R.I.M., Dipartimento di Matematica e Informatica, University of Palermo.

Skolverket (2022). *Läroplan (Lgr22) för grundskolan samt för förskoleklassen och fritidshemmet*. Skolverket.

Skolverket (2022). Så arbetar Skolverket med digitalisering.

<https://www.skolverket.se/omoss/var-verksamhet/skolverkets-prioriterade-omraden/digitalisering/sa-arbetar-vi-medskolans-digitalisering>

Sunzuma, G. (2023). Technology Integration in Geometry Teaching and Learning: A Systematic Review (2010-2022). *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 11(3), 1-18. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1412184.pdf>

Tondeur, J., Van Braak, J., Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2017). Understanding the relationship between teachers' pedagogical beliefs and technology use in education: A systematic review of qualitative evidence. *Educational technology research and development*, 65, 555-575. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9481-2>

Uwurukundo, M. S., Maniraho, J. F., & Tusiime Rwibasira, M. (2022). Effect of GeoGebra software on secondary school students' achievement in 3-D geometry. *Education and Information Technologies*, 27(4), 5749-5765. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10852-1>

Vetenskapsrådet (2017). *God forskningsсед*. Vetenskapsrådet. <https://www.vr.se/analys/rapporter/vara-rapporter/2017-08-29-god-forskningssed.html>

Voogt, J., Fisser, P., Pareja Roblin, N., Tondeur, J., & van Braak, J. (2013). Technological pedagogical content knowledge—a review of the literature. *Journal of computer assisted learning*, 29(2), 109-121. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2012.00487.x>

Yildiz, E., & Arpaci, I. (2024). Understanding pre-service mathematics teachers' intentions to use GeoGebra: The role of technological pedagogical content knowledge. *Education and Information Technologies*, 29(2). 1-22. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12614-1>

Bilaga 1 – Enkät

Samtycke till deltagande i forskning

Genom att delta i denna enkät ger du ditt samtycke till att den information du tillhandahåller kommer att användas för forskningsändamål i samband med ett examensarbete. Studien syftar till att undersöka lärares synpunkter på användningen av GeoGebra och liknande digitala verktyg i matematikundervisningen.

Vänligen notera:

Anonymitet: Din deltagelse i denna studie är helt anonym. Inga personligt identifierbara uppgifter, såsom namn, e-postadresser eller IP-adresser, kommer att samlas in eller lagras. Alla svar du ger kommer att behandlas konfidentiellt och kommer endast att användas i sammanställt format för att analysera och rapportera forskningsresultaten.

Frivillighet: Ditt deltagande är helt frivilligt. Du har rätt att avstå från att svara på någon fråga eller avbryta din medverkan i enkäten när som helst utan att ange någon anledning.

Syfte: Den insamlade informationen kommer att användas uteslutande för att analysera lärares erfarenheter och åsikter om implementeringen av GeoGebra och liknande digitala verktyg i matematikundervisningen, som en del av det examensarbete som genomförs vid Malmö Universitet.

Genom att markera rutan nedan och fortsätta med enkäten bekräftar du att du har läst och förstått ovanstående information, och att du frivilligt ger ditt samtycke till att delta i studien under de angivna villkoren.

[-] Jag har läst ovanstående information och ger mitt samtycke till att delta i studien.

1. Ålder

- *Under 25 år*
- *25–34 år*
- *35–44 år*
- *45–54 år*
- *55–64 år*
- *65 år eller äldre*

2. Utbildningsnivå

- *Gymnasieutbildning eller lägre*
- *Eftergymnasial utbildning utan examen*
- *Kandidatexamen*
- *Masterexamen eller högre*

2. Undervisningsår (Hur länge har du arbetat som lärare?)

- *Mindre än 1 år*
- *1–5 år*
- *6–10 år*
- *11–20 år*

- *Mer än 20 år*

2. Typ av skola där du undervisar

- *Kommunal skola*
- *Privatskola*
- *Internationell skola*
- *Annan*

2. Undervisningsnivå

- *Förskola*
- *Grundskola (åk 1–3)*
- *Mellanstadiet (åk 4–6)*
- *Högstadiet (åk 7-9)*
- *Gymnasiet*
- *Vuxenutbildning*

2. Geografiskt läge för skolan

- *Storstad*
- *Stad*

- *Landsbygd*
- *Annat*

Kvantitativa Frågor (Använder en skala från 1 till 5) Alla kvantitativa frågor nedan utgår från en skala 1-5.

7. Förberedelse och genomförande med digitala verktyg

- Fråga: Hur bedömer du tidsåtgången för att förbereda och genomföra lektioner med digitala verktyg för geometri och grafer jämfört med traditionella metoder?

1: Kräver avsevärt mer tid än traditionella metoder

2: Kräver något mer tid än traditionella metoder

3: Kräver ungefär lika mycket tid som traditionella metoder

4: Sparar tid jämfört med traditionella metoder

5: Sparar avsevärt mycket tid jämfört med traditionella metoder

8. Komfort med digitala verktyg för geometri och grafer

- Fråga: Hur bekväm känner du dig med att integrera digitala verktyg för geometri och grafer i din matematikundervisning?

1: Mycket obekvä

2: Något obekvä

3: Neutral

4: Något bekväm

5: Mycket bekväm

9. Differentiering med digitala verktyg

- Fråga: Hur effektivt är användningen av digitala verktyg för geometri och grafer för att möjliggöra differentierad undervisning?

1: Inget bidrag till differentierad undervisning 2: Liten bidrag till differentierad undervisning

3: Måttligt bidrag till differentierad undervisning

4: Stor bidrag till differentierad undervisning

5: Avgörande bidrag till differentierad undervisning

10. Pedagogisk effektivitet av digitala verktyg

- Fråga: I vilken grad anser du att användningen av digitala verktyg för geometri och grafer bidrar till effektiviteten i din matematikundervisning?

1: Minskar pedagogisk effektivitet

2: Påverkar knappt pedagogisk effektivitet 3: Neutral effekt på pedagogisk effektivitet

4: Förbättrar pedagogisk effektivitet

5: Förbättrar pedagogisk effektivitet avsevärt

11. Professionell utveckling kring digitala verktyg

- Fråga: Hur tillfredsställande har din utbildning varit när det gäller att använda digitala verktyg för geometri och grafer?

1: Mycket otillfredsställande

2: Något otillfredsställande

3: Tillfredsställande

4: Mycket tillfredsställande

5: Överträffar förväntningarna

12. Professionell utveckling kring digitala verktyg

- *Fråga: Hur tillfredsställande har din fortbildning varit när det gäller att använda digitala verktyg för geometri och grafer?*

1: Mycket otillfredsställande

2: Något otillfredsställande

3: Tillfredsställande

4: Mycket tillfredsställande

5: Överträffar förväntningarna

Öppna Frågor

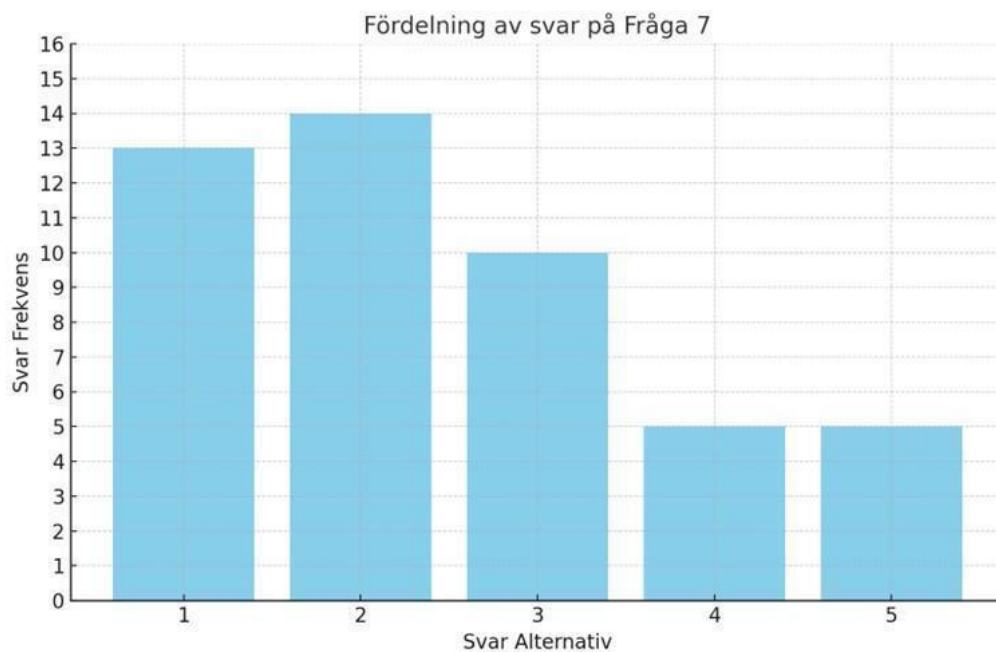
13. Erfarenheter av att integrera digitala verktyg

- Fråga: Kan du dela med dig av en erfarenhet där integreringen av digitala verktyg för geometri och grafer antingen ledde till pedagogiska framgångar eller utmaningar? Vilka insikter gav detta dig?

14. Kollegialt samarbete kring digitala verktyg

- Fråga: Hur har samarbeten med kollegor påverkat ditt användande av digitala verktyg för geometri och grafer? Har detta samarbete lett till nya pedagogiska metoder eller insikter?

Bilaga 2 – Svarsdata Fråga 7–12



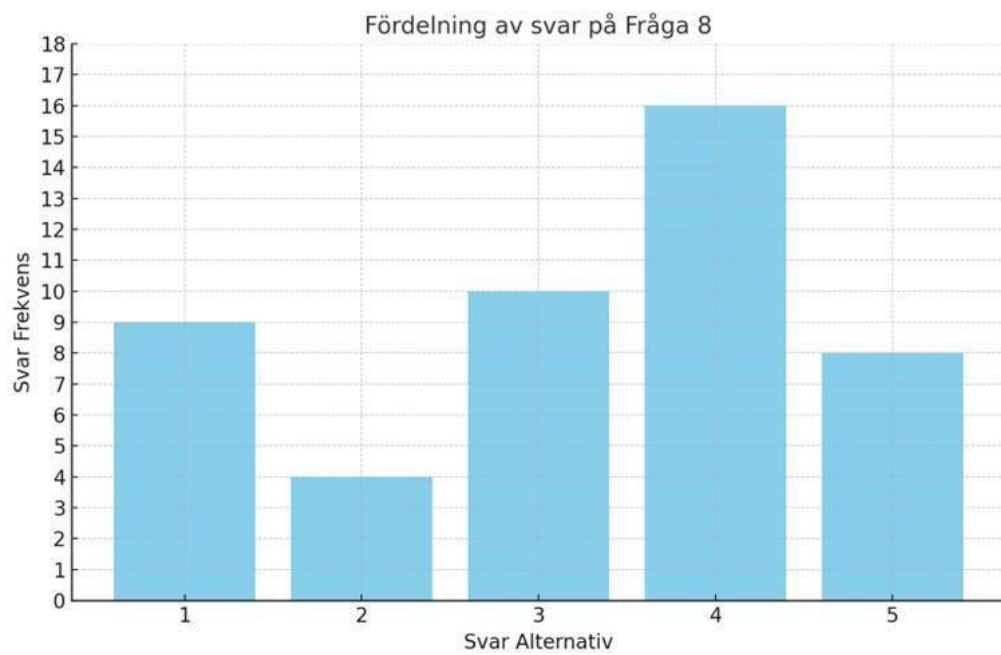
1: Kräver avsevärt mer tid än traditionella metoder (13)

2: Kräver något mer tid än traditionella metoder (14)

3: Kräver ungefär lika mycket tid som traditionella metoder (10)

4: Sparar tid jämfört med traditionella metoder (5)

5: Sparar avsevärt mycket tid jämfört med traditionella metoder (5)



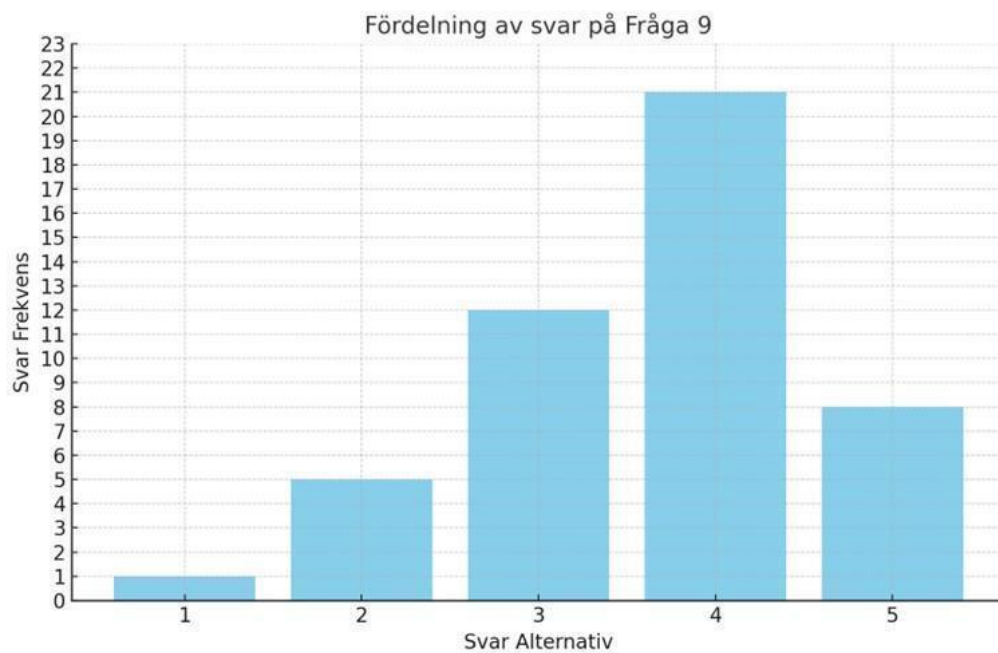
1: Mycket obekväm (9)

2: Något obekväm (4)

3: Neutral (10)

4: Något bekväm (16)

5: Mycket bekväm (8)

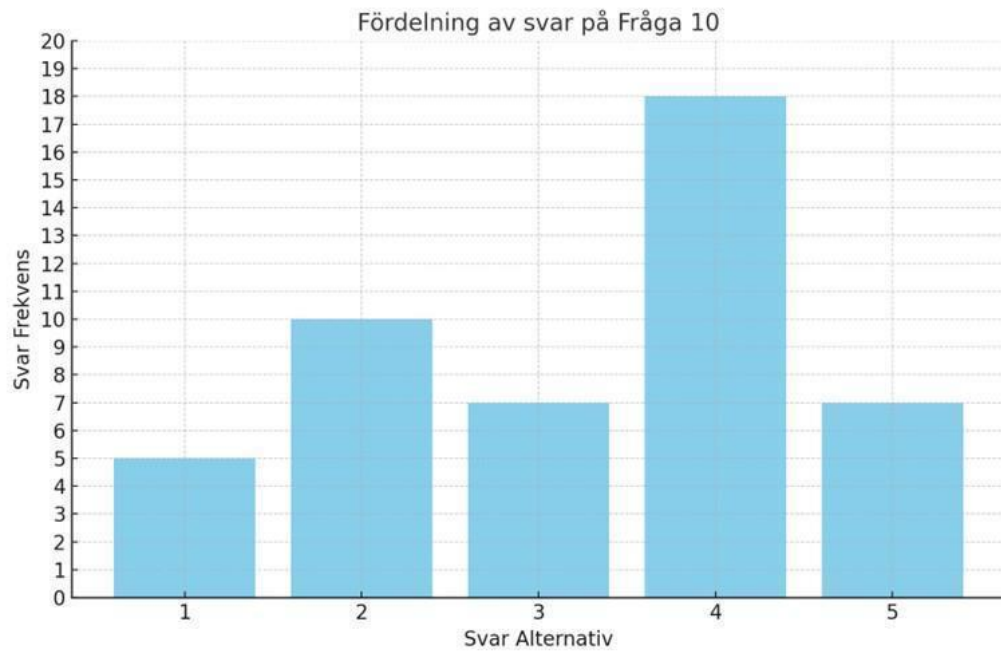


1: Inget bidrag till differentierad undervisning (1) 2: Liten bidrag till differentierad undervisning (5)

3: Måttligt bidrag till differentierad undervisning (12)

4: Stor bidrag till differentierad undervisning (21)

5: Avgörande bidrag till differentierad undervisning (8)



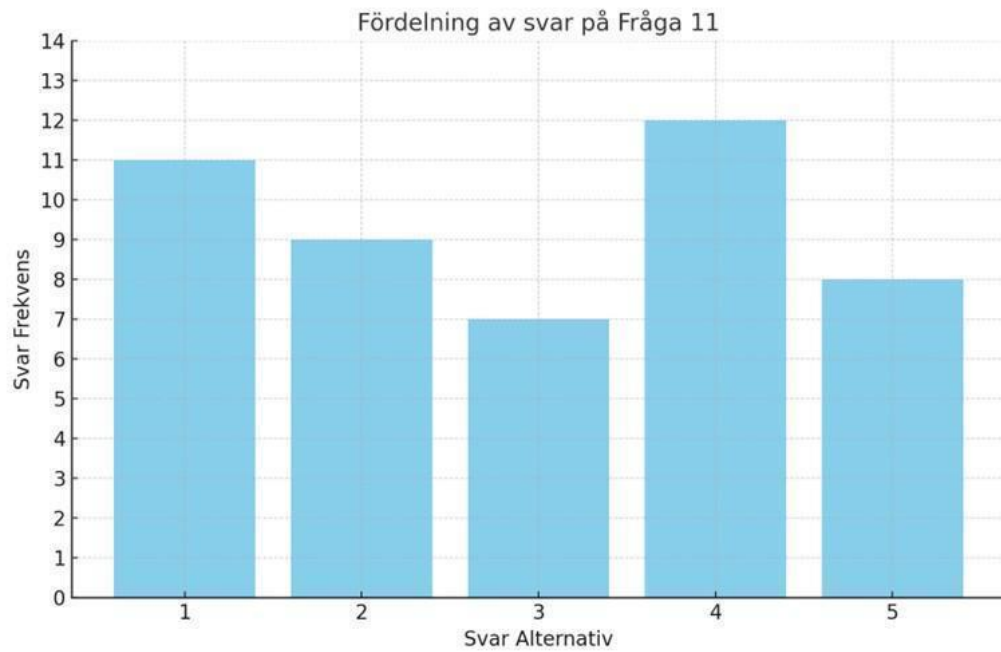
1: Minskar pedagogisk effektivitet (5)

2: Påverkar knappt pedagogisk effektivitet (10)

3: Neutral effekt på pedagogisk effektivitet (7)

4: Förbättrar pedagogisk effektivitet (18)

5: Förbättrar pedagogisk effektivitet avsevärt (7)



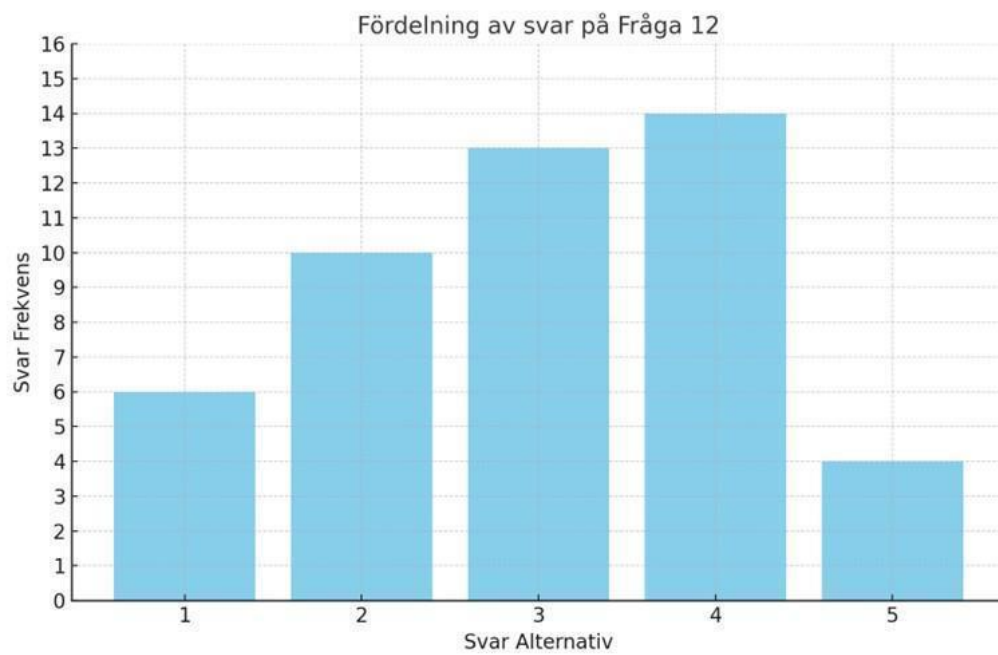
1: Mycket otillfredsställande (11)

2: Något otillfredsställande (9)

3: Tillfredsställande (7)

4: Mycket tillfredsställande (12)

5: Överträffar förväntningarna (8)



1: Mycket otillfredsställande (6)

2: Något otillfredsställande (10)

3: Tillfredsställande (13)

4: Mycket tillfredsställande (14)

5: Överträffar förväntningarna (4)

Bilaga 3 – ANOVA Tester

Fråga 7: Tidsåtgång

Faktor	F-värde	P-värde	Slutsats
Ålder	0.31	0.904	Ingen signifikant skillnad
Utbildningsnivå	2.761	0.074	Tendens till skillnad, ej signifikant
Undervisningserfarenhet	0.251	0.907	Ingen signifikant skillnad
Skoltyp	2.015	0.145	Ingen signifikant skillnad
Undervisningsnivå	0.64	0.697	Ingen signifikant skillnad
Geografiskt läge	1.257	0.301	Ingen signifikant skillnad

Fråga 8: Komfort med Digitala Verktyg

Faktor	F-värde	P-värde	Slutsats
Ålder	0.97	0.447	Ingen signifikant skillnad
Utbildningsnivå	2.292	0.113	Nära signifikans, potentiell trend
Undervisningserfarenhet	0.926	0.458	Ingen signifikant skillnad
Skoltyp	0.502	0.609	Ingen signifikant skillnad
Undervisningsnivå	2.541	0.035	Signifikant skillnad
Geografiskt läge	1.423	0.249	Ingen signifikant skillnad

Fråga 9: Differentiering med Digitala Verktyg

Faktor	F-värde	P-värde	Slutsats
Ålder	0.713	0.617	Ingen signifikant skillnad
Utbildningsnivå	2.235	0.119	Nära signifikans, potentiell trend
Undervisningserfarenhet	1.317	0.28	Ingen signifikant skillnad
Skoltyp	0.26	0.772	Ingen signifikant skillnad
Undervisningsnivå	2.247	0.058	Nära signifikans, potentiell skillnad
Geografiskt läge	1.378	0.262	Ingen signifikant skillnad

Fråga 10: Pedagogisk Effektivitet av Digitala Verktyg

Faktor	F-värde	P-värde	Slutsats
Ålder	0.869	0.51	Ingen signifikant skillnad
Utbildningsnivå	1.503	0.234	Ingen signifikant skillnad
Undervisningserfarenhet	0.794	0.536	Ingen signifikant skillnad
Skoltyp	0.12	0.887	Ingen signifikant skillnad
Undervisningsnivå	1.794	0.125	Nära signifikans, potentiell trend
Geografiskt läge	0.16	0.922	Ingen signifikant skillnad

Fråga 11: Tillfredsställelse med Utbildning om Digitala Verktyg

Faktor	F-värde	P-värde	Slutsats
Ålder	1.854	0.124	Ingen signifikant skillnad
Utbildningsnivå	0.152	0.859	Ingen signifikant skillnad
Undervisningserfarenhet	0.617	0.653	Ingen signifikant skillnad
Skoltyp	0.215	0.808	Ingen signifikant skillnad
Undervisningsnivå	1.268	0.294	Ingen signifikant skillnad
Geografiskt läge	0.171	0.916	Ingen signifikant skillnad

Fråga 12: Tillfredsställelse med Fortbildning om Digitala Verktyg

Faktor	F-värde	P-värde	Slutsats
Ålder	0.241	0.942	Ingen signifikant skillnad
Utbildningsnivå	1.055	0.357	Ingen signifikant skillnad
Undervisningserfarenhet	0.927	0.457	Ingen signifikant skillnad
Skoltyp	0.359	0.7	Ingen signifikant skillnad
Undervisningsnivå	0.993	0.443	Ingen signifikant skillnad
Geografiskt läge	0.196	0.898	Ingen signifikant skillnad