

DIGITALA LÄROMEDEL

MÖJLIGHETER OCH UTMANINGAR I
MATEMATIKUNDERVISNINGEN

AINA SUNDÅS

Examensarbete
2024:E27



LUNDS UNIVERSITET

Naturvetenskaplig fakultet
Matematikcentrum
Matematikdidaktik

Digitala läromedel: möjligheter och utmaningar i matematikundervisningen

Aina Sundås



LUNDS
UNIVERSITET

Digitala läromedel: möjligheter och utmaningar i matematikundervisningen

Copyright © 2024 Aina Sundås

Publicerad av

Naturvetenskaplig fakultet

Matematikcentrum

Matematikdidaktik

Handledare: Kristina Juter

Examinator: Jan-Fredrik Olsen

Sammanfattning

Samhällets digitalisering har medfört en accelererande omsättning och användning av datorer i skolan. Den hastiga utvecklingen har gjort att forskningen inte har kunnat hålla jämna steg med den digitaliserade undervisningspraktiken, däribland övergången från lärares användande av traditionella läroböcker till digitala läromedel. Examensarbetet syftar därför till att öka förståelsen för hur gymnasielärare från en och samma skola använder ett digitalt läromedel och anpassar matematikundervisningen efter de nya förutsättningarna som uppstår i den digitala lärmiljön. Med utgångspunkt i lärarnas upplevelser, besvarar examensarbetet frågeställningarna om vilka funktioner det digitala läromedlet erbjuder som påverkar elevernas och lärarnas interaktion med läromedlet, samt vilka möjligheter och utmaningar som uppstår i samband med användning av det digitala läromedlet i matematikundervisningen. Den andra frågeställningen avser möjligheterna och utmaningarna för såväl elevernas lärande som för lärarnas undervisningspraktik.

Frågeställningarna besvarades genom en kvalitativ design där det digitala läromedlet *NOKflex* analyserades, vilket var det förekommande läromedlet bland informanterna. Därefter genomfördes semistrukturerade intervjuer med informanterna, bestående av sju gymnasielärare i matematik. Materialet analyserades genom användning av tre teoretiska ramverk: den didaktiska tetraedern (Rezat & Sträßer, 2012), ett ramverk av Choppin m.fl. (2014) samt komponenten digital kompetens från TPACK-modellen (Mishra & Koehler, 2006).

Resultatet visar att NOKflex inbyggda funktioner möjliggör en differentierad och individualiserad undervisning, frigör tid för lärarnas planering av undervisningen samt ger såväl lärarna som eleverna en realtidsinsyn i elevernas lärandeprocess. Samtidigt framkommer utmaningar som kan hämma elevernas lärande som elevernas fokus på snabb lösning av uppgifter, distraktioner till att göra annat på datorn samt att lärarna och eleverna kan ingivas en falsk trygghet om elevernas lärandeprocess.

Examensarbetet, tillsammans med tidigare forskning, belyser att digitala läromedel erbjuder lärare och elever funktioner som kan gynna elevers lärande och lärares undervisningspraktik. Utmaningarna som framkommer är framförallt kopplade till elevers lärande snarare än lärares praktik. Digitala läromedels nya förutsättningar kräver därför att lärare har den digitala kompetensen och anpassningsförmågan för att adressera de utmaningar som uppstår vid användning av digitala läromedel. Den digitaliserade undervisningen är vidare i brådskande behov av forskning som klargör konsekvenserna för elevers måluppfyllelse i matematik vid användningen av digitala läromedel.

Nyckelord: Digitala läromedel, matematikundervisning, gymnasieskola, digitala läromedels funktioner, möjligheter, utmaningar, lärares praktik, elevers lärande, digital kompetens

Förord

Det är med glädje jag presenterar detta examensarbete om digitala läromedel i undervisningen. Under arbetets gång har jag fått möjlighet att utforska och fördjupa mig i ett ämne som har berikat mig med insikter och kunskap som blir värdefulla i mitt framtida läraryrke.

Jag vill rikta ett varmt tack till de lärare som generöst delat med sig av sin tid och sina erfarenheter genom att delta i studien. Ert deltagande har varit avgörande för att kunna uppfylla syftet med detta arbete samt gett mig värdefulla perspektiv och förståelse för ämnet.

Slutligen vill jag tacka min handledare Kristina Juter för ditt engagemang och stöd under arbetsprocessen.

Tack till er alla för era bidrag till detta arbete.

Urina Sundin

Innehållsförteckning

1 Inledning	7
1.1 Syfte och frågeställningar	8
2 Bakgrund	9
2.1 Definition av digitala läromedel.....	9
2.2 Svenska skolans digitalisering	10
2.3 Digitalisering av undervisningen internationellt	10
3 Översikt av tidigare forskning.....	12
3.1 Litteratursökning	12
3.2 Digitala läromedels funktioner.....	13
3.3 Möjligheter och utmaningar för elevers lärande	14
3.4 Möjligheter och utmaningar för lärares praktik	17
3.5 Sammanfattning av översikt av tidigare forskning	19
4 Teoretiska ramverk.....	20
4.1 Didaktiska tetraedern	20
4.2 Ramverk av Choppin m.fl.	21
4.3 TPACK-modellen	22
5 Metod	24
5.1 Fallstudiens beskrivning och urval.....	24
5.2 Kvalitativa intervjuer	25
5.3 Analysmetod av läromedlet och intervjuerna	26
5.4 Etiska överväganden	26
5.5 Metoddiskussion	27
6 Analys	29
6.1 Analys av läromedlet	29
6.2 Analys av intervjuer	30
6.3 Kompletterande analys av läromedel och intervjuer.....	32
7 Resultat.....	33
7.1 Möjligheter till interaktion med NOKflex	33
7.2 Möjligheter och utmaningar med digitala läromedel	34
7.3 Sammanfattning	39
8 Diskussion	40
8.1 Möjligheter och utmaningar för elevers lärande	40
8.2 Möjligheter och utmaningar för lärares praktik	43
8.3 Slutsatser och vidare studier.....	44
Referenslista	45
Bilaga A: Samtyckesblankett	50
Bilaga B: Intervjuguide	52
Bilaga C: Tema 1	55
Bilaga D: Tema 2	56
Bilaga E: Tema 3.....	57
Bilaga F: Digital kompetens.....	58

1 Inledning

Samhällets ökade digitalisering och utveckling har medfört en alltmer digitaliserad skola. Därtill har pandemins omständigheter accelererat digitaliseringen av skolan, varav digitala verktyg och digitala läromedel varit avgörande för att undervisningen har kunnat upprätthållas (Skolverket, 2023). Utvecklingen har satt sina spår i allt från förändrade läroplaner, där såväl digitala verktyg som programmering numera ingår i matematikämnet (Skolverket, 2022), till att Sveriges första digitala nationella prov ska genomföras under hösten 2024 (Skolverket, 2024a). Dessutom har utvecklingens snabba framfart skapat ett brådskande behov av forskning om vilka konsekvenser skolans digitalisering får för undervisningens kvalitet (Skolverket, 2023; Utterberg m.fl., 2019; Vaillant m.fl., 2021). Särskilt med tanke på att digitaliseringen har förändrat undervisnings- och inlärningsmiljöerna inom matematikundervisningen (Hwang m.fl., 2023).

Mot bakgrund av sin omfattande litteraturstudie gällande forskningstrender om användning av digital teknik i matematikundervisningen, betonar Hwang m.fl. (2023) att det behövs mer forskning om matematiklärares och elevers användning av digital teknik i matematikundervisningen. Utöver att det behövs mer forskning om användningen av digital teknik, uttrycker Dockendorff och Zaccarelli (2024) att forskningen dessutom behöver tillämpas i dagens lärarutbildning. De hävdar att lärarutbildningen har halkat efter när det kommer till hur lärare kan använda digital teknik i matematikundervisningen så att elevers lärande främjas. Därför argumenterar Dockendorff och Zaccarelli (2024) för att dagens lärare är i behov av en större förståelse för de möjligheter som digital teknik erbjuder samt hur de utmaningar som uppstår vid användningen av digital teknik kan adresseras. Det behövs därför mer kunskap och redskap om hur digital teknik ska användas i undervisningen eftersom detta medför förändringar för undervisningspraktiken (Dockendorff & Zaccarelli, 2024; Weinhandl m.fl., 2021).

Samtidigt menar Skolverket (2023) att forskning inte tyder på några självklara samband mellan ett ökat användande av digitala läresurser i undervisningen och en ökad måluppfyllelse för eleverna. Däremot klargör forskningen att lärares kompetens i att använda digitala läresurser är avgörande för elevers måluppfyllelse (Skolverket, 2023). Lärare uppmanas därför till att utveckla undervisningen genom att reflektera över och utvärdera användningen av digitala läresurser, som exempelvis hur digitala läromedel stöttar och anpassas efter elevernas lärande (Dockendorff & Zaccarelli, 2024; Skolverket, 2023).

Detta uppdrag framstår inte som lika enkelt i praktiken, eftersom den didaktiska situationen påverkas avsevärt av vilken digital läresurs som används (Rezat & Sträßer, 2012). Digitala läromedel är en form av digital läresurs som visar sig ersätta traditionella böcker alltmer i matematikundervisningen (Usiskin, 2018). Detta skapar nya möjligheter och utmaningar för såväl elevers lärande som lärares praktik (Pepin m.fl., 2017; Rezat & Sträßer, 2012). Möjligheterna och utmaningarna utforskas av flera studier (t.ex. Remillard m.fl., 2018; Rosen & Beck-Hill, 2012). Det har dock visat sig vara utmanande för lärare att anpassa undervisningen till de nya förutsättningar som digitala läromedel medför (Utterberg Modén, 2021). Av denna anledning finns det ett ökat behov av att förstå den nya pedagogiska

situationen som kommer med användningen av ett digitalt läromedel, eftersom lärare enligt Pepin m.fl. (2017) har bristande kunskap om hur de ska utvärdera läromedlet. I Sverige finns forskning om hur utformningen av digitala läromedel i matematikundervisningen kopplat till hur innehållet presenteras påverkar elevers lärande och lärares praktik (t.ex. Boström m.fl., 2018; Bergvall & Dyrvold, 2021; Dyrvold, 2022). Det har däremot inte enligt Choppin m.fl. (2014) gjorts många försök i att analysera specifika program med avseende på digitala läromedels funktioner i matematikundervisningen, vilket forskningsöversikten av tidigare litteratur i denna studie bekräftar vara sant än idag. Det är därför av särskilt intresse att undersöka de specifika egenskaper och funktioner som skiljer digitala läromedel från traditionella läroböcker, vilka får inverkan på elevers lärande och lärares praktik. Det finns även ett behov av mer kunskap om lärares anpassningsförmåga utifrån de nya förutsättningar som uppstår vid användning av digitala läromedel. Examensarbetet ämnar därför att adressera detta behov med avseende på de funktioner som erbjuds i ett specifikt digitalt läromedel.

1.1 Syfte och frågeställningar

Syftet med detta examensarbete är att undersöka hur lärare använder digitala läromedel och anpassar undervisningen efter de nya möjligheter och utmaningar som uppstår i matematikundervisningen i gymnasieskolan. Undersökningen görs utifrån ett lärarperspektiv för att få insikt i lärares upplevelser om hur användningen av ett digitalt läromedel påverkar elevers lärande och lärares praktik. Examensarbetet är en fallstudie där lärare från en skolenhet som använder ett specifikt digitalt läromedel i matematikundervisningen kommer att undersökas. Detta mynnar ut i följande frågeställningar:

1. Vilka funktioner erbjuder det digitala läromedlet som påverkar elevernas och lärarnas interaktion med läromedlet?
2. Vilka möjligheter och utmaningar upplever lärarna uppstår i samband med användning av det digitala läromedlet i matematikundervisningen?

Den andra frågeställningen avser möjligheterna och utmaningarna för såväl elevernas lärande som för lärarnas undervisningspraktik.

2 Bakgrund

I detta avsnitt presenteras definitioner och olika typer av digitala läromedel. Därefter ges en kort bakgrund till skolans digitalisering i Sverige och av undervisningen.

2.1 Definition av digitala läromedel

Skolverkets (2024b) definition av digitala läresurser omfattar allt digitalt material som används i undervisningen. Skolverket delar in digitala läresurser i kategorierna digitalt innehåll, digitala läromedel och digitala verktyg. Digitalt innehåll avser material som inte är direkt relaterat till skolans läro-, kurs- eller ämnesplan, som exempelvis webbsidor, lärospel och filmklipp. Digitala verktyg omfattar allt från datorer till grafitande verktyg och annan programvara. Digitala läromedel kan definieras som ett pedagogiskt material kopplat till läro-, kurs- och ämnesplaner. Likt traditionella läroböcker, är digitala läromedel anpassade för undervisning och täcker antingen delar av ett ämne eller ett helt ämne (Skolverket, 2024b). De kan mer specifikt definieras som en digitaliserad version av en traditionell lärobok, med sammanhängande kursinnehåll och utformning enligt läroplanen i matematik (Utterberg Modén m.fl., 2021; Choppin m.fl., 2014).

Digitala läromedel varierar i vilka funktioner och hur många funktioner som finns inbyggda i läromedlet. Usiskin (2018) kategoriserar digitala läromedel i tre olika former som de kan anta: *minimal plattform*, *hybrid plattform* och *exklusiv plattform*. Den minimala plattformen beskrivs som en elektronisk version av läroboken utan interaktivitet, där läroboken är direkt konverterad i PDF-form. Hybrid plattformen är en digital lärobok, fast utöver den minimala plattformens egenskaper, har den interaktiva funktioner och resurser som exempelvis videoföreläsningar, lösningar på uppgifter och inbyggda matematiska program (miniräknare, grafitare etc.). Denna plattform kan ersätta eller komplettera den traditionella läroboken. Den exklusiva plattformen antar oftast en av två former, varav den ena är en öppen källa som är tillgänglig gratis på internet och den andra kräver prenumeration via ett förlag eller annan programvaruleverantör. Den exklusiva plattformen definieras genom att den, utöver den hybrida plattformens funktioner, har möjlighet till att samla realtidsdata över elever och klassen. Denna plattform är enligt Usiskins (2018) definition så pass komplett att den möjliggör distansundervisning. Digitala läromedel kan även vara adaptiva, vilket innebär att uppgifterna och innehållet anpassas utifrån elevernas behov samt beroende på hur de har svarat på tidigare uppgifter (Utterberg Modén, 2021). Olika digitala läromedelstyper och läresurser kan ge upphov till olika resultat kopplat till examensarbetets frågeställningar, därför kommer detta examensarbete att hålla sig till dessa presenterade definitioner av Skolverket (2024b) och Usiskin (2018) för att urskilja olika typer av digitala läromedel och digitala läresurser.

2.2 Svenska skolans digitalisering

Den svenska skolans digitalisering är ett resultat av en ökad digitalisering av samhället (Skolverket, 2023). Med digitaliseringen följer högre krav på den digitala kompetensen, vilket Skolverket rentav hävdar är en demokratisk förmåga i dagens samhälle. Skolverket (2023) menar vidare att digital kompetens handlar om förmågan att förstå digitaliseringens samhällspåverkan, kunna använda och förstå digitala verktyg, ha ett kritiskt och ansvarsfullt förhållningssätt till digital teknik samt kunna lösa problem med digital teknik. Skolverket (2024b) förklarar att dagens läroplaner betonar att undervisningen ska främja elevers digitala kompetens och ge möjlighet att utveckla kunskaper med digitala verktyg. Det är därför viktigt att överväga valet av digitala läresurser och deras roll i undervisningen (Skolverket, 2024b). År 2018 infördes programmering som ett eget obligatoriskt ämne i grundskolans läroplan (Motion 2022/23:1209). Idag ingår programmering i flera ämnen, däribland i ämnena matematik, teknik och samhällskunskap (Motion 2022/23:1209).

Förändringsarbetet i skolan pågår intensivt på flera plan, där exempelvis Skolverket fick i uppdrag av regeringen att lägga fram ett förslag om en ny digitaliseringsstrategi för skolväsendet för åren 2023–2027. Detta fick avslag av regeringen i november 2023 (Betänkande 2023/24: UbU9). Däremot kvarstår planen om att genomföra de första digitala nationella proven i gymnasiet under höstterminen 2024, vilket markerar en viktig milstolpe i den svenska skolans digitala utveckling (Skolverket, 2024a). Syftet med att digitalisera nationella proven är att avlasta hanteringen av proven för skolorna genom att minska arbetstiden för bedömning samt att öka tillgängligheten för elever med funktionsnedsättning (Skolverket, 2024a). Denna förändring har väckt kritiska röster, däribland programansvarige för skolans digitalisering på Sveriges kommuner och regioners (SKR) utbildningssektion (Jällhage, 2024). I en artikel publicerad av *Skolledaren*, riktas skarp kritik mot att införa digitala nationella prov till följd av rådande frustration bland skolchefer och rektorer innan de har det stöd, ekonomiska resurserna och kompetensen bland personalen som krävs för att anta utmaningen. Svenska skolan är enligt den programansvarige på SKR i behov av en tydligare vision och strategi för hur digitaliseringen ska implementeras i skolor (Jällhage, 2024).

Förändringsarbetet visar sig även genom att allt fler skolor och huvudmän väljer att förse elever med digitala verktyg, där ungefär en fjärdedel av grundskoleeleverna och över tre fjärdedelar av gymnasieeleverna har tillgång till ett eget digitalt verktyg (Skolverket, 2018). I takt med skolans digitalisering, ökar utbudet av digitala läresurser vilket enligt Skolverket (2024b) skapar fler möjligheter att variera undervisningen på. Samtidigt blir arbetet med att välja och värdera läresurser mer komplext och tidskrävande (Skolverket, 2024b). Digitaliseringen har vidare inneburit en accelererande omsättning av digitala läromedel i matematikundervisningen (Utterberg m.fl., 2019).

2.3 Digitalisering av undervisningen internationellt

Användningen av digitala läromedel ökar inte bara i Sverige, utan även i andra länder (Gueudet m.fl., 2016). Chen (2022) menar att den internationella uppmärksamheten av det digitala lärandet betyder att den digitala kompetensen är en färdighet som numera är nödvändig i det digitaliserade samhället. I Frankrike används digitala läromedel för att antingen komplettera eller ersätta traditionella läroböcker i matematikundervisningen (Gueudet m.fl., 2016). Covid-19 pandemin var enligt Rhine m.fl. (2021) en faktor som ledde till att skolor i USA övergick till online lärande. Trots detta, fanns det en trend redan innan pandemin där digitala läromedel ersatte traditionella läroböcker i matematik (Rhine m.fl., 2021). Digitaliseringen har även påverkats av hur snabbt datorer har kunnat integreras i klassrummen. Saal m.fl. (2019) menar att en av strategierna för att adressera Sydafrikas utmaningar med elevers låga prestationer i matematik, har varit att integrera digital teknik i utbildningen. Denna åtgärd har vidtagits eftersom forskning har visat på positiva samband mellan användandet av datorer och förbättrade prestationer i matematik. Deras enkätundersökning i Sydafrika visade att uppemot 90% av eleverna undervisas av matematiklärare som inte har datorer i sina klassrum, där en minoritet av lärare använde datorer i undervisningen (Saal m.fl., 2019).

Digitaliseringen bidrar till att lärare kan genomföra alltmer arbete med digital teknik som exempelvis datorer, mobiltelefoner och molntjänster (Trouche m.fl., 2020). Syftet med integreringen av digital teknik i undervisningen, som exempelvis digitala läromedel, är att uppnå ett pedagogiskt värde som inte kan erbjudas vid användning av traditionella matematikböcker (Gulz & Haake, 2014). Sjödén (2014) menar att ett bra digitalt läromedel tar vara på den digitala teknikens möjligheter att framställa och stödja lärande av kunskap på nya sätt. Detta görs genom att digitala läromedel erbjuder stöd för en varierad undervisning genom interaktivitet, återkoppling, samarbete och anpassning till olika lärstilar. För de nya pedagogiska funktionerna spelar även lärares interaktivitet med digitala läromedel en avgörande roll för elevers lärande (Sjödén, 2014).

Användningen av digitala läromedel skapar nya förutsättningar i undervisningen som skiljer sig från när lärare använder traditionella matematikböcker. Boström m.fl. (2018) förklarar att samverkan mellan lärare, elever och innehåll är centralt för elevers lärande, samtidigt som den är komplex och det finns många delar som både kan hjälpa och stjälpa inläringen. Lärare behöver därför utvärdera undervisningen med digital teknik för att främja elevernas inläring (Boström m.fl., 2018). Sjödén (2014) menar att tekniken kräver förändringar av hur lärare använder digitala läromedel. I takt med att digital teknik och utbildning utvecklas, förändras karaktären på lärares arbete såväl i klassrummet, där läraren blir mer av en handledare, som utanför klassrummet kopplat till lektionsförberedelser och samarbete med andra lärare (Trouche m.fl., 2020). Digital teknik möjliggör även att elever kan konstruera och förstå matematik genom problemlösning (Bray & Tangney, 2017) eller undersökande metoder (Ruthven, 2012). Detta kräver dock att lärare utbildas i hur de framgångsrikt ska kunna använda digital teknik i matematikundervisningen (Bray & Tangney, 2017; Ruthven, 2012). I Bray och Tangneys (2017) litteraturstudie menar de att utbildningen bör baseras på tillförlitlig forskning och innefatta hur lärarna pedagogiskt ska gå till väga för att engagera elever när de använder teknik i undervisningen.

3 Översikt av tidigare forskning

Detta avsnitt presenterar en översikt av tidigare forskning kopplat till de möjligheter och utmaningar som digitala läromedel genererar i undervisningen utifrån dess funktioner. Innan litteraturoversikten presenteras, förklaras processen av hur litteratursökningen gick till. Därefter presenteras de funktioner som digitala läromedel erbjuder som påverkar elevers och lärares interaktion med läromedlet. Det redogörs även för de möjligheter och utmaningar för elevers lärande och lärares praktik som uppstår i undervisningen vid användning av digitala läromedel.

3.1 Litteratursökning

Litteratursökningen gjordes genom en datorbaserad sökning i referensdatabasen LUBsearch. LUBsearch integrerar flera stora databaser och är därför en effektiv och trovärdig samlad databas för att söka artiklar, eftersom en enda databas ofta inte är heltäckande (Backman, 2016). Söktermerna utarbetades efter hand utifrån nyckelorden "math", "digital", "textbook" och "upper secondary school". Detta gjordes dels genom att hitta synonymer till begreppen i artiklar. Exempelvis användes artikeln av Koljonen (2020) för att hitta synonymer till nyckelordet textbook, där Koljonen lyfter länders olika definitioner av begreppet lärobok. Engelska söktermer användes eftersom svenska söktermer, exempelvis "digitala läromedel" i kombination med "matematik", resulterade i mycket få sökresultat. Termerna "electronic learning" och "electronic resource" utelämnades eftersom det observerades att dessa söktermer genererade flera i huvudsak irrelevanta artiklar, cirka 200 irrelevanta artiklar. Exempelvis handlade sådana artiklar om digitalt lärande kopplat till appar och distansinläring under covid-19 pandemin. I söksträngen användes orden "secondary school" och "secondary education", även om frågeställningarna är kopplade till gymnasieskolan. Detta var till följd av att forskare använde de orden som ett paraplybegrepp i artiklarna, där till exempel "upper secondary education" ingick. Med denna insikt inkluderades flera relevanta artiklar till sökningen. Sökningen begränsades till att artiklarna var Peer Reviewed, skrivna på engelska och publicerade från och med år 2011 till innevarande år. Årtalen 2011 till 2024 valdes för att integrera artiklar från reformsskiftet (Gymnasieskolan [Gy11], 2011). Här var de nyaste artiklarna som inkluderades i sökningen publicerade under januari 2024, vilket sammanföll med datumet för när den slutgiltiga sökningen gjordes. Följande slutgiltiga söktermer gav 484 artiklar:

```
(math* OR "math* education") AND digital AND ("curriculum resource*" OR "curricul*" OR textbook* OR "curriculum material*" OR "learning material*" OR "teaching material*" OR artifact* OR "curriculum program*" OR "material resource*") AND ("high school" OR gymnasium OR "secondary school" OR "upper secondary school" OR "upper secondary education" OR "Secondary Education")
```

Från 484 artiklar rensades dessa ner till 67 artiklar genom att läsa titlar och abstract utifrån källornas relevans för ämnet samt källornas kvalitet utifrån deras forskningsmetoder (Denscombe, 2019). Flera artiklar föll bort på grund av att deras fokus var på digitala verktyg som exempelvis grafitrande program och inte digitala läromedel. Av de 67 artiklar som återstod efter första rensningen, djuplästes abstract och ofta hela inledningen av artikeln för att bedöma artikelns relevans och kvalitet. Utifrån dessa kriterier rensades ytterligare 16 artiklar bort, vilket lämnade 51 artiklar kvar att läsa. Dessa artiklar har i sin tur genererat ett flertal artiklar via referenslistorna, där artiklar som varit relevanta för frågeställningarna också har lästs.

3.2 Digitala läromedels funktioner

Digitala läromedel kan, beroende på typen av digitalt läromedel, erbjuda lärare och elever olika funktioner (Usiskin, 2018). De funktioner som lyfts fram i detta stycke integrerar flera olika digitala läromedelstyper för att synliggöra de funktioner som framkommer i tidigare forskning. Utterberg m.fl. (2019) lyfter att digitala läromedel erbjuder lärare möjligheten att effektivisera planering, genomförande och utvärdering av elevaktiviteter. Lärare kan exempelvis skapa lektionsplaneringar med hjälp av läromedlet samt anpassa innehållet efter varje elevs behov genom att välja och tilldela lämpliga funktioner till eleverna (Utterberg Modén m.fl., 2021; Utterberg Modén, 2021). Digitala läromedel kan även erbjuda funktioner som instruktionsvideor, aktiviteter, dynamisk geometri, automatisk feedback, handledning och bedömningssystem (Utterberg m.fl., 2019).

Elever kan få automatisk feedback i det digitala läromedlet när de gör uppgifter (Dyrvold, 2022). Den automatiska feedbacken kan exempelvis vara att felaktiga svar markeras med röd färg, synliga för både elev och lärare (Utterberg Modén, 2021). I uppgifterna kan eleverna även ha tillgång till tips och lösningsförslag, vilket hjälper eleverna att förstå matematiken bättre (Utterberg Modén m.fl., 2021; Özyurt m.fl., 2013). I ett adaptivt läromedel anpassar det digitala läromedlet uppgifterna automatiskt efter elevernas prestationer (Utterberg Modén, 2021). Digitala läromedel kan sedan rapportera statistik i realtid till läraren över elevers såväl individuella prestationer som klassprestationer (Choppin m.fl., 2014; Pepin m.fl., 2017). Choppin m.fl. (2014) nämner dock att bedömningssystemen skulle kunna förbättras i den typ av data som rapporteras, vilket ofta domineras av resultatdata, flervals- eller fria svarsbedömningar eller tid på gjorda uppgifter. Allt eftersom programmen utvecklas kan förhoppningsvis mer komplexa och meningsfulla former av data rapporteras, som exempelvis vilka strategiska val elever gör när de löser uppgifter (Choppin m.fl., 2014).

Digitala läromedel som har ett brett utbud av innehåll och funktioner, kan leda till en hög interaktivitet med såväl läromedlet som mellan lärare och elever (Rosen & Beck-Hill, 2012; Utterberg m.fl., 2019). Välgjorda digitala läromedel innehåller enligt Mertasari m.fl. (2023) dessutom kommunikationsmedier så att nätbaserat lärande blir möjligt. Usiskin (2018) har, med användning av ett ramverk av Choppin m.fl. (2014), kommit fram till att det finns möjligheter med att digitala läromedel kan presentera innehållet på ett dynamiskt sätt. Detta kan exempelvis vara förändring över tid och transformationer av figurer. En dynamisk representation av innehåll är fördelaktigt vid exempelvis modellering (Usiskin, 2018). De sju olika digitala läromedel som Dyrvold (2022) har analyserat, visade sig däremot inte alltid nyttja potentialen till dynamiska representationer av innehåll. Dyrvold har undersökt digitala läromedel avsedda för användning i matematikundervisningen i svenska gymnasieskolor, däribland det digitala läromedlet *NOKflex*, och menar att innehållet i teoriavsnitten präglas av statiska representationer. Dyrvold hävdar att innehållet i de undersökta läromedlen ofta är identiskt eller har ett stort inflytande av tryckta läroböcker med få interaktiva element. I linje med vad Usiskin (2018) lyfter, menar Dyrvold (2022) att det finns utrymme för att digitala läromedel nyttjar tekniken på bättre sätt genom att exempelvis uttrycka matematiska processer och relationer i dynamisk form för att främja elevernas engagemang och förståelse av matematik ytterligare.

3.3 Möjligheter och utmaningar för elevers lärande

Tidigare forskning visar på både positiva och negativa samband mellan användningen av digital teknik och elevers prestationer i matematik. En enkätstudie av Saal m.fl. (2019) visar att elever som använder datorer i matematikundervisningen presterar bättre jämfört med elever som inte har datorer. Att användandet av digitala läresurser kan förbättra elevers matematikinlärning är det flera studier som tyder på (Vaillant m.fl., 2021; Rosen & Beck-Hill, 2012; Zwart m.fl., 2017; Turel & Ozer Sanal; 2018; Boström m.fl., 2018; Choppin m.fl., 2014; Utterberg Modén m.fl., 2021). I en metodkombinerad studie av Vaillant m.fl. (2021) med 176 deltagande lärare, visade resultaten från intervjuer och enkäter att 97% av lärarna håller med om att användningen av digitala verktyg underlättar elevers inlärning av matematik. Resultatet visar dessutom att 95,6% av lärarna instämmer med att användningen av digitala verktyg bidrar till att förbättra undervisningen i matematik. Enligt Vaillant m.fl. (2021) är detta till följd av att elever får en ökad motivation när de arbetar med digitala verktyg samt att digitala verktyg integrerar elevers olika inlärningsstilar. Samtidigt visar resultaten från en litteraturstudie av Bray och Tangey (2017) att 76% av de lärare som integrerar digital teknik i matematikundervisningen gör det i syfte att förbättra elevers prestationer, men att i praktiken lever utfallet oftast inte upp till lärarnas förväntningar.

Rosen och Beck-Hill (2012) menar att användningen av digitala läromedel leder till en förbättrad inlärning eftersom det bidrar till en minskad frånvaro och förbättrad disciplin. En studie av Zwart m.fl. (2017) tyder på att förbättringen är till följd av elevers möjlighet till läromedlets videoklipp, handledning, strukturerad innehåll och samarbetsverktyg. Otsukas (2021) studie indikerar dock på en motsatt trend gällande en förbättrad matematikinlärning. Resultatet i Otsukas (2021) studie visar att användningen av digitala läromedel, särskilt minimala plattformar, har negativa effekter på prestationer i matematik. Studien visar att en långvarig användning av digital teknik kan minska elevers lärande (Otsuka, 2021). Skolforskningsinstitutet (2017) ser inte heller några betydelsefulla vinster för elevers kunskapsutveckling vid användning av digitala läromedel. Dock menar Skolforskningsinstitutet (2017) att digitala läresurser kan vara positivt för elevers kunskapsutveckling om de ger eleverna möjlighet att arbeta med matematiska begrepp och processer på ett dynamiskt sätt. Detta resultat är i linje med Boström m.fl. (2018), vars resultat tyder på en förbättrad matematikinlärning när elever arbetar med dynamiska 3D-visualiseringar.

3.3.1 Utmaningar med att byta från bok till dator

Medan flera studier visar att användningen av digitala läromedel kan gynna elevers lärande, visar andra studier att elevers lärande kan hämmas till följd av att elever har svårigheter med att använda och navigera i digitala läromedel (White, 2019; Grönlund m.fl., 2018). Elevers svårigheter med användandet och navigering i digitala läromedel framkommer i fler studier (White, 2019; Bouck m.fl., 2016; Grönlund m.fl., 2018). Bouck m.fl. (2016) hävdar att det kan vara en konsekvens av att elever har svårt för förändringen i att byta från traditionella läroböcker till digitala läromedel. Detta förklaras av att eleverna är vana vid att navigera i traditionella läroböcker, medan det digitala formatet kan upplevas som överväldigande med alla nya funktioner (Bouck m.fl., 2016). I det digitala läromedlet går eleverna dessutom miste om den översiktliga strukturen som pappersböcker erbjuder, där ordningen för lektioner och innehåll är tydligt angiven (Usiskin, 2018; Dyrvold, 2022). Vid integrering av digitala läromedel i undervisningen kan det därför vara viktigt att ta elevers olika personligheter och tidigare kunskaper i beaktning, eftersom detta påverkar deras svårigheter för förändringen från bok till dator (Weinhandl m.fl., 2024; Weinhandl m.fl., 2021).

Weinhandl m.fl. (2021) argumenterar för att klyftor kan uppstå bland eleverna på grund av deras olika digitala kompetens. Resultaten visar att användningen av digital teknik är påfrestande och kan öka risken för trötthet för elever med mindre erfarenhet av teknik. Detta kan leda till en diskriminering av elever genom teknik, där elever med låg digital kompetens riskerar att hamna efter i matematikundervisningen och därmed gå miste om grundläggande matematiska kunskaper och färdigheter (Weinhandl m.fl., 2021).

3.3.1 Interaktioner med digitala läromedel

Förändringen från att använda bok till att använda digitala läromedel skapar även förändringar i undervisningspraktikens olika interaktioner. Några studier tyder på att elevers interaktion med läromedlet, interaktionen mellan lärare och elev samt interaktionen elever emellan kan påverkas på olika sätt när digitala läromedel används i undervisningen. Boström m.fl. (2018) menar att inlärnigen främjas när elever kan interagera i läromedlet, till exempel om elever har tillgång till videoklipp i läromedlet. Att digitala läromedels videoklipp gynnar elevers matematikinläring, överensstämmer med fler studier (Utterberg Modén m.fl., 2021; Choppin m.fl., 2014). Detta förklarar de beror på möjligheten till att elever kan lära sig innehållet på olika sätt och i olika utsträckning kopplat till sin ambitionsnivå och sina förutsättningar (Boström m.fl., 2018; Choppin m.fl., 2014). Dessutom kan elever komma åt samtliga material, innehåll och lösningar till uppgifter på olika platser, vilket möjliggör att eleverna kan arbeta med matematiken hemma (Usiskin, 2018).

Rosen och Beck-Hill (2012) observerade en högre interaktion mellan lärare och elever vid användning av digitala läromedel och betydligt högre elevengagemang. Förutom en ökad interaktion mellan lärare och elever, bidrog användningen av digitala läromedel till mer elevsamarbete (Rosen & Beck-Hill, 2012). Ruthven (2012) och Utterberg Modén (2021) argumenterar dock för motsatsen; att användandet av digital teknik stödjer den individuella inlärnigen snarare än gruppdiskussioner och samarbete elever emellan. Ruthven (2012) menar att samarbetet hindras exempelvis när elever arbetar med dynamisk geometri på datorn. Utterberg Modén (2021) tydliggör att användandet av adaptiva digitala läromedel är beroende av antagandet att eleverna ska lära sig individuellt mot sina egna separata mål snarare än alla elevers intresse genom engagemang i ett kollektivt klassrum. Denna individualiserade inlärningsmiljö leder enligt Utterberg Modén (2021) till en motsättning i nuvarande undervisningspraktik som syftar till att främja samarbete. Trots denna motsättning, är det inte bara studierna av Utterberg Modén (2021) och Ruthven (2012) vars resultat talar för att användningen av digitala läromedel leder till en individualiserad undervisning.

3.3.1 Differentiering och individualisering

Digitala läromedel möjliggör differentiering och individualisering i matematikundervisningen visar flera studier (Weinhandl m.fl., 2021; Remillard m.fl., 2018; Choppin m.fl., 2014; Utterberg m.fl., 2019; Boström m.fl., 2018; Utterberg Modén, 2021; Özyurt m.fl. 2013; Özyurt m.fl., 2012; Ruthven, 2012; Rosen & Beck-Hill, 2012; Courtney, 2021; Hersh, 2020; Muir & Geiger, 2016). Weinhandl m.fl. (2021) använder en egen modifierad didaktisk tetraeder och TPACK-modellen, vilka båda beskrivs i kapitel 4, för att undersöka fördelarna och nackdelarna som matematiklärare upplever vid integrering av digital teknik i matematikundervisningen kopplat till gymnasieelevers lärande. Resultaten från den semistrukturerade intervjustudien visar att differentiering och individualisering möjliggörs genom att uppgifter har olika svårighetsgrad samt att eleverna kan göra uppgifterna i egen takt (Weinhandl m.fl., 2021). Exempelvis främjar möjligheten till ledtrådar, tips och lösningsförslag den individuella inlärnigen eftersom eleverna blir mer självständiga i lärandet (Özyurt m.fl., 2013; Özyurt m.fl., 2012; Remillard m.fl., 2018). Det individuella lärandet gynnas även av läromedlets tillgängliga instruktionsvideor (Boström m.fl., 2018; Remillard m.fl., 2018). Rosen och Beck-Hill menar att den differentierade undervisningen är till följd av möjligheterna till mer lärarfeedback, samarbete och instruktioner i olika former som exempelvis videoklipp. Användningen av instruktionsvideor blir ett sätt att differentiera undervisningen eftersom elever kan titta på videor utifrån sina förutsättningar och i sin egen takt (Rosen & Beck-Hill, 2012).

I en semistrukturerad intervjustudie av Remillard m.fl. (2018) framkommer adaptiva läromedels förmåga till individualisering som särskilt utmärkande. Digitala läromedel som är adaptiva kan ibland ge individualiserade ledtrådar, förklaringar, videor och uppgifter baserade på elevernas behov och förmågor (Remillard m.fl., 2018). Adaptiva läromedel blir på så sätt ett effektivt komplement utöver lärarnas stöd och hjälp i elevernas lärandeprocess (Özyurt m.fl., 2012). Digitala läromedels möjlighet till att elever kan lära sig ämnesinnehållet på olika sätt utifrån deras individuella inlärningsstil visar sig kunna främja elevers lärande (Shores & Smith, 2011; Zhidkikh m.fl., 2023). Sammantaget visade

resultatet i studien av Zhidkikh m.fl. (2023) att eleverna använde alla tillgängliga resurser i det digitala läromedlet, inklusive teori, exempel, videor och uppgifter.

Choppin m.fl. (2014) argumenterar för att differentieringen kan ske på olika sätt beroende på den digitala läromedelstypen. Adaptiva läromedel differentierar undervisningen automatiskt tack vare automatisk anpassning av innehållet, medan icke-adaptiva digitala läromedel ger läraren friheten att differentiera undervisningen genom att anpassa innehållet efter elevernas individuella behov (Choppin m.fl., 2014). Förutom digitala läromedels möjlighet till anpassning av svårighetsnivåer, lyfter Utterberg m.fl. (2019) att undervisningen differentieras tack vare tillgången till automatiserad feedback samt rapportering av resultat för såväl elever som lärare. Courtney (2021) menar att lärares differentiering av undervisningen är beroende av att lärare vet hur man kan använda läromedlets tillgångar för att differentiera undervisningen. Lärare är enligt Shores och Smith (2011) bättre rustade för att anpassa sina undervisningsmetoder för att inkludera alla elever om de har en förståelse för elevengagemang och elevers individuella inlärningsstilar. Utifrån Courtney (2021) samt Shores och Smith (2011), förutsätter lärares differentiering av undervisningen att de har en förståelse för elevernas individuella behov samt kunskap om hur de ska nyttja läromedlets resurser.

3.3.1 Utmaning med redovisning av lösningar

Samtidigt som undervisningen differentieras med elevers tillgång till automatisk och direkt feedback i läromedlet, menar Utterberg Modén (2021) att elevers fokus tenderar att skifta mot snabb lösning av uppgifter. Detta leder enligt Utterberg Modén (2021) till att elever redovisar lösningar i mindre utsträckning. Flera studier tyder på att elever som använder digital teknik i undervisningen tenderar att dokumentera sina lösningar i mindre utsträckning (Weinhandl m.fl., 2021; Zaitoun m.fl., 2023; Utterberg m.fl., 2019). Detta kan enligt Weinhandl m.fl. (2021) hämma elevers förmåga till kommunikation och enligt Zaitoun m.fl. (2023) försämra elevers lärande av matematik. Ur lärarnas perspektiv kan de uppleva en minskad kontroll över undervisningen och känna sig exkluderade från elevernas inlärningsprocess (Utterberg Modén, 2021; Utterberg m.fl., 2019). Eftersom lärarna inte kan se hur eleverna redovisar sina lösningar, kan de inte heller avgöra om eleverna saknar förståelse för begreppen, har missuppfattat uppgiftsbeskrivningen eller helt enkelt gjort ett misstag (Utterberg Modén, 2021; Utterberg m.fl., 2019). Dessutom finns det utmaningar med att elever inte redovisar sina lösningar, vilket har en inverkan på elevers lärande gällande bevisföring (Usiskin, 2018) och problemlösning (Kaplar m.fl., 2022; Utterberg m.fl., 2019).

3.3.2 Motsättning i motivation och distraktion

Användningen av digitala läromedel tyder på positiva effekter för elevers motivation (Turel & Ozer Sanal, 2018; Utterberg Modén m.fl., 2021; Mertasari m.fl., 2023). Enligt Utterberg Modén m.fl. (2021) får elever en ökad motivation tack vare dess intelligenta handledningssystem som kan anpassa sig automatiskt efter hur eleverna presterar. Mertasari m.fl. (2023) menar att den ökade motivationen är följd av digitala läromedels varierade utbud på media i olika format som text, ljud och video. Samtidigt som studier visar på att elever får en ökad motivation, uppstår en motsättning i att andra studier tyder på att användandet av datorer leder till att elever är ineffektiva på lektionerna (tex. Grönlund m.fl., 2018; Boström m.fl., 2018). Denna ineffektivitet kan enligt Boström m.fl. (2018) bero på att tekniken riskerar att bli en distraktion för eleverna till följd av den nära tillgången till att göra annat än att arbeta med matematik på datorn. Detta överensstämmer med Skolverket (2023), som lyfter att användningen av digitala verktyg riskerar att distrahera elever och dessutom försämra deras koncentrationsförmåga.

En nyligen publicerad rapport av OECD (2024) betonar även den, att användningen av digital teknik är distraherande för elever. De utlyser dessutom att den ökade användningen av digital teknik i skolan behöver utvärderas noggrant med avseende på den skärmtid som elever utsätts för. OECD rapporterar att det finns en oro bland föräldrar, lärare, myndigheter och unga själva att ständigt skärmtittande, både i och utanför skolan, kan leda till negativa konsekvenser för elevers mående. Exempelvis kan elever uppleva ökad ångest, depression och dålig sömn. OECD belyser att skolan har ett ansvar i att hantera

och vara uppmärksamma på de utmaningar och risker som användningen av digital teknik medför, samtidigt som det är av vikt att fördelarna nyttjas (OECD, 2024). Till skillnad från resultaten i rapporten av OECD (2024), menar Turel och Ozer Sanal (2018) att elever kan uppleva en minskad ångest inför matematik vid användning av digitala läromedel. Turel och Ozer Sanal (2018) påstår att den minskade ångesten beror på att eleverna i deras studie uppvisade bättre prestationer i matematik när ett digitalt läromedel användes jämfört med ett analogt läromedel. Det framkommer följaktligen såväl möjligheter som utmaningar som lärare behöver anpassa sig till när de planerar och genomför undervisningen med digitala läromedel.

3.4 Möjligheter och utmaningar för lärares praktik

Utterberg m.fl. (2019) menar att användningen av digitala läromedel kan effektivisera lärares planering av undervisningen. Zaitoun m.fl. (2023) lyfter att lärare kan utan stor tidsbelastning variera undervisningen med exempelvis flippade klassrum tack vare lättillgängliga videor, jämfört med om de hade behövt leta upp varje video själva. Antalet lärare som använder multimedia för inlärningsmetoden flippat klassrum har ökat enligt Pepin m.fl. (2017). En metod som flera studier föreslår att lärare kan nyttja genom att använda de instruktionsvideor som finns tillgängliga i digitala läromedel (Zaitoun m.fl., 2023; Weinhandl m.fl., 2021; Muir & Geiger, 2016). Instruktionsvideorna kan även användas av lärare för att få idéer om hur man kan undervisa om ett särskilt ämne (Remillard m.fl., 2018). Remillard m.fl. (2018) förklarar att de flesta deltagande svenska lärare i deras studie använde digitala program för att variera med roliga uppgifter eller för att pausa från den vanliga rutinen. Özyurt m.fl. (2013) lyfter att digitala läromedel möjliggör att undervisningen kan ske på annan plats i form av distansundervisning.

3.4.1 Underutnyttjande av möjligheter påverkar preferensen

Digitala läromedel bidrar till varierande lärmiljöer för lärare att nyttja (Utterberg m.fl., 2019). Samtidigt menar Dyrvold (2022) att lärare inte nyttjar digitala läromedels kapacitet till att skapa varierande lärmiljöer. Dyrvold förklarar att undervisningen genomförs på samma sätt som traditionell undervisning, där eleverna är passiva mottagare av information vid användning av digitala läromedel, och elevaktivitet förväntas främst i uppgifterna. Trots möjligheter till varierad lärmiljö, används till exempel videoklipp främst som föreläsningar snarare än att presentera problem och ge ledtrådar till elever (Dyrvold, 2022). Liknande resultat framkommer i Bray och Tangneys (2017) litteraturstudie som tyder på att lärare inte nyttjar teknikens potential till att förändra elevers lärandeupplevelser, utan tekniken används på ett sätt där man lika gärna kan vara utan.

I undersökningen av Bouck m.fl. (2016), framstod bristen på elevers och lärares preferens för det digitala läromedlet som en konsekvens av att lärare och elever inte visste hur de skulle använda sig av tekniken på ett optimalt sätt. Ett underutnyttjande av möjligheter bidrog därmed till underskattningen av den digitala läroboken (Bouck m.fl., 2016). Liknande resultat framkommer i en studie av Woody m.fl. (2010). De undersöker faktorer som påverkar universitetsstudenters preferenser för e-böcker, vilket enligt Usiskins (2018) definition borde räknas som en minimal plattform. I studien framkom det att majoriteten av studenterna föredrog fysiska läroböcker framför e-böcker, trots att dagens elever ofta besitter den digitala kompetens och erfarenhet som krävs för att framgångsrikt kunna använda e-böcker. Tidigare erfarenheter av datoranvändning gav dock ingen påverkan på resultaten och deltagare som tidigare hade använt en e-bok föredrog fortfarande traditionella läroböcker. Forskarna tror att resultaten kan bero på brist på utnyttjande av de funktioner som kan förhöja e-böcker till ett mer avancerat läromedel (Woody m.fl., 2010).

Pacurar och Clad (2015) urskiljer tre profiler av lärare vid användning av digitala läromedel: passiv användning (använder det digitala verktyget på ett logiskt sätt), reaktiv användning (läraren investerar sig i användningen av digitala verktyg för att möta elevernas förväntningar), och aktiv användning (investerar sig i det digitala verktyget genom att integrera interaktiva funktioner i sin undervisning). Resultatet av studien visar att lärare inom naturvetenskap och matematik utmärker sig för att vara aktiva

användare av digitala läromedel i kontrast till lärare i andra ämnen som inte finner mervärde med digitala verktyg, trots att de är positiva till teknik och nya former av lärande (Pacurar & Clad, 2015). Matematiklärarna i en enkätstudie av Handal m.fl. (2013) med 280 deltagande matematiklärare verkar däremot inte utmärka sig för att vara aktiva användare av digitala läromedel. Studien visar att matematiklärarna väljer att avstå från att använda digitala läresurser, trots att det är obligatoriskt eller rekommenderat. Genom användning av TPACK-modellen, som beskrivs närmare i kapitel 4.3, visar resultaten att detta är på grund av brist på förmåga i att använda digitala läresurser, stöd i att hitta tillräckligt bra digitala läresurser eller lärarnas uppfattningar om att elever lär sig bättre på andra sätt (Handal m.fl., 2013). Lärares och elevers förmåga till att nyttja digitala läromedels möjligheter kan därmed mot bakgrund av presenterad forskning orsaka en mindre preferens för digitala läromedel.

3.4.1 Digital kompetens

Det betonas följaktligen ett behov av att lärare utbildas i digital kompetens för att kunna nyttja de möjligheter som erbjuds i digitala läromedel på ett effektivt sätt (Boström m.fl., 2018; Utterberg m.fl., 2019). Att lärare har begränsad digital kompetens vid användning av digitala läromedel, framkommer i fler studier (Utterberg m.fl., 2019; Pacurar & Clad, 2015; Handal m.fl., 2013; Bray & Tangney, 2017). Pacurar och Clad (2015) menar att många lärare väljer bort digitala läromedel på grund av, inte bara tid och bristande digital kompetens, utan för att klassrummen inte är tillräckligt utrustade för att digital teknik ska kunna integreras. Boström m.fl. (2018) menar att förutom lärares bristande digitala kompetens, så är även elevers digitala kompetens en utmaning i samband med användningen av digitala läromedel. Studien visar på att bristande tekniska färdigheter medför att användningen av digitala läromedel blir både tidskrävande och kognitivt utmanande när elever och lärare navigerar i läromedlet och försöker lösa eventuella tekniska problem (Boström m.fl., 2018).

Intervjustudien av Weinhandl m.fl. (2021) visar dock på en motsatt trend i lärares digitala kompetens. Studiens resultat visar att gymnasielärare ansåg sig vara tillräckligt tekniskt kapabla att integrera teknik i matematikundervisningen. Lärarna i studien kände inte behov av mer stöd än vad som erbjöds. Weinhandl m.fl. (2021), vars resultat skiljer sig från övrig forskning, påpekar dock att det kan bero på den specifika gruppen lärare som intervjuades. Det ska nämnas att i samtliga tre studier av Weinhandl m.fl. (2021), Pacurar och Clad (2015) och Utterberg m.fl. (2019) har urvalet av lärare inte heller tidigare använt teknik respektive digitala läromedel i undervisningen innan studierna genomfördes. Skillnaderna i den digitala kompetensen mellan studien av Weinhandl m.fl. (2021) och de andra två studierna, kan därmed, utöver urvalet av lärarnas allmänna digital kompetens, tyda på att det är svårare att börja använda digitala läromedel jämfört med att använda allmän digital teknik i undervisningen.

3.4.2 Användning av digitala läromedel till bedömning

Digitala läromedel frigör tid vid såväl planering av undervisning som vid bedömning (Utterberg m.fl., 2019). Med digitala läromedels självvärterande system kan det underlätta och effektivisera bedömningen. Däremot menar Utterberg m.fl. (2019) att även om lärare tjänar tid när de inte behöver rätta uppgifter, förlorar lärare i termer av att inte få information om elevers komplexa resonemang. Sjödén (2014) anser att utgångspunkten bör vara att se det digitala läromedlet som en integrerad del i lärandeprocessen, där tekniken kan avlasta snarare än ersätta lärarens återkoppling. Pepin m.fl. (2017) använder ett ramverk av Choppin m.fl. (2014) för att analysera digitala läromedels utformning och kartlägga de möjligheter som erbjuds i digitala läromedel för lärare och elever. Pepin m.fl. argumenterar för att digitala läromedel har potential att fördjupa och utvidga rollen för formativ bedömning i matematikundervisningen. Remillard m.fl. (2018) undersökte lärares motiv till att använda digitala resurser i matematikundervisningen samt möjligheterna till förändring av undervisning och lärande. Deras 80 semistrukturerade intervjuer, fördelade på 40 deltagande lärare, visade att lärare använder digitala läromedels potential till formativ bedömning i matematikundervisningen genom att antingen skapa bedömningsunderlag i läromedlet eller genom att följa upp elevens framsteg via tillgång till statistik.

3.4.3 Lärares tillgång till statistik

Digitala läromedel kan användas som ett effektivt stöd vid formativ utvärdering (Sjödén, 2014; Rosen & Beck-Hill, 2012). Det digitala läromedlets statistik över elevers prestationer används enligt Rosen och Beck-Hill (2012) så att lärare ger feedback både individuellt och gemensamt till klassen i deras lärandeprocess. Statistiken över elevers prestationer kan dessutom fungera som en återkoppling för läraren om de moment som behöver undervisas mer för att nå lärandemålen (Boström m.fl., 2018; Ramli m.fl., 2022). I kontrast till vad som lyfts tidigare av Utterberg Modén (2021), om lärares minskade kontroll över elevers lärandeprocess till följd av att elever inte redovisar lösningar, menar Utterberg Modén (2021) att lärare också kan få en ökad kontroll över elevers lärandeprocess. Denna ökade kontroll är till följd av att lärare får kontroll på elevernas arbetsinsats såväl under som efter lektioner tack vare tillgången till statistik. Utterberg Modén (2021), tillsammans med Boström (2018), betonar att statistiken över elevers prestationer ger lärare möjlighet att snabbt identifiera elever som inte följer den planerade undervisningen. Lärare kan stödja svaga elever genom att exempelvis uppmuntra eleverna i processen om de tappat motivation eller genom att anpassa svårighetsgraden för olika elever utan att det blir synligt för andra. Detta leder till ett mer inkluderande klassrum (Utterberg Modén, 2021).

Utterberg Modén (2021) använder aktivitetsteorin för att synliggöra de motsättningar som uppstår i lärares undervisningspraktik vid användningen av digitala läromedel i matematikundervisningen. Däribland lyfts motsättningen i att skolan betonar långsiktiga mål och en processorienterad syn på lärande, samtidigt som användningen av digitala läromedel tenderar att skifta elevers fokus mot snabb lösning av uppgifter och korrekta svar. Detta är för att statistiken ska bra ut i både lärarens och elevens vy. Denna motsättning förändrar dynamiken mellan lärare och elever eftersom, även om lärares syfte med användningen av digitala läromedel är att stödja elever formativt, undviker elever att göra misstag av rädsla för negativ påverkan på betygen (Utterberg Modén, 2021). Dessutom betonas vikten av att lärare har i åtanke att den tillgängliga statistiken över elevernas prestationer endast informerar om elevernas prestationer, men inte något om deras förståelse och allmänna förmågor (Utterberg Modén, 2021; Utterberg m.fl., 2019). Det finns därför enligt Utterberg Modén (2021) en utmaning med att lärare behöver ha kunskap om hur de kan nyttja det digitala läromedlet för att välja lämpliga resurser och fatta beslut med hjälp av elevdata. Det är viktigt att lärare förstår kunskapsmålen i en vidare mening än vad som kan vara hämtade från statistikdata, som inte visar på förståelse utan bara faktakunskap (Utterberg Modén, 2021).

3.5 Sammanfattning av översikt av tidigare forskning

I Tabell 1 sammanfattas de viktigaste resultaten från tidigare forskning. Det råder framförallt delade meningar om elevers lärande gynnas eller hämmas av användningen av digitala läromedel.

Tabell 1: Sammanfattning av övergripande resultat från tidigare forskningsöversikt

	Möjligheter	Utmaningar
För elevers lärande	• Varierande lärmiljöer och att nyttja • Differentierad och individualiserad undervisning • Elevers motivation kan öka	• Elevers lärande kan hämmas av deras digitala kompetens • Distraction till att göra annat på datorn • Elever redovisar sina lösningar i mindre utsträckning
För lärares praktik	• Effektivisering av planering, genomförande och utvärdering av elevaktiviteter • Varierande lärmiljöer och funktioner att nyttja för att differentiera och individualisera undervisningen	• Minskad kontroll på elevernas lärandeprocess • Underutnyttjande av digitala läromedels möjligheter • Lärares digitala kompetens kan hämma deras användande

4 Teoretiska ramverk

I detta kapitel kommer de teoretiska ramverk som används i examensarbetet att beskrivas. Det övergripande perspektivet utgår från ett sociokulturellt perspektiv och utgörs av en didaktisk tetraeder (Rezat & Sträßer, 2012). Den didaktiska tetraedern kommer att användas för att synliggöra *för vem* möjligheterna och utmaningarna uppstår, för lärarnas praktik eller för elevernas lärande. Tetraedern används tillsammans med ett ramverk av Choppin, m.fl. (2014) för att analysera de funktioner som påverkar lärarnas och elevernas interaktion med det digitala läromedlet i undervisningen, i enlighet med metoderna i flera studier (t.ex. Choppin m.fl., 2014; Usiskin, 2018; Pepin m.fl., 2017). Likt undersökningen av Weinhandl m.fl. (2021), kompletteras den didaktiska tetraedern med en del ur TPACK-modellen av Mishra och Koehler (2006). TPACK-modellen, som även används av Boström m.fl. (2018) och Handal m.fl. (2013), fokuserar på hur lärarnas digitala kompetens påverkar de möjligheter och utmaningar som uppstår vid användning av det digitala läromedlet (Mishra & Koehler, 2006).

4.1 Didaktiska tetraedern

Rezat och Sträßer (2012) expanderar den välkända didaktiska triangeln, bestående av sambandet *Lärare-matematik-elev*, till en didaktisk tetraeder med det fjärde hörnet *artefakt*. Begreppet artefakt förstås i denna mening som något som förmedlar matematikens innehåll, exempelvis ett analogt eller digitalt läromedel. Teorin är en delteori ur Rezat och Sträßers (2012) sociodidaktiska tetraeder, som fördjupar tetraederns samband mot sociokulturella och aktivitetsteoretiska aspekter av användandet av läromedel. De sociokulturella och aktivitetsteoretiska aspekterna handlar om hur läromedel påverkar undervisningsprocessen, lärarens roll och elevernas aktiviteter i ett bredare socialt och kulturellt sammanhang kopplat till exempelvis normer och skolan som organisation (Rezat & Sträßer, 2012). Valet av den didaktiska tetraedern som teoretisk utgångspunkt kopplar till examensarbetets frågeställningar, eftersom den enligt Rezat och Sträßer (2012) bidrar till en förståelse för matematikundervisnings- och lärandeprocessens förutsättningar. Lärandesituationen påverkas avsevärt av vilken typ av artefakt som används, vilket i detta examensarbete är ett digitalt läromedel (Rezat & Sträßer, 2012). Rezat och Sträßer (2012) beskriver att utifrån varje enskild artefakt skapas olika "affordances" och "constraints", där affordances förstås som möjligheter och constraints som begränsningar. Utifrån examensarbetets frågeställningar, kommer i stället begreppen *möjligheter* och *utmaningar* att användas, där begränsningar ryms inom begreppet utmaningar eftersom begränsningar kan ge upphov till utmaningar. Nedan följer en beskrivning av tetraederns olika ytor som ger upphov till följande samband:

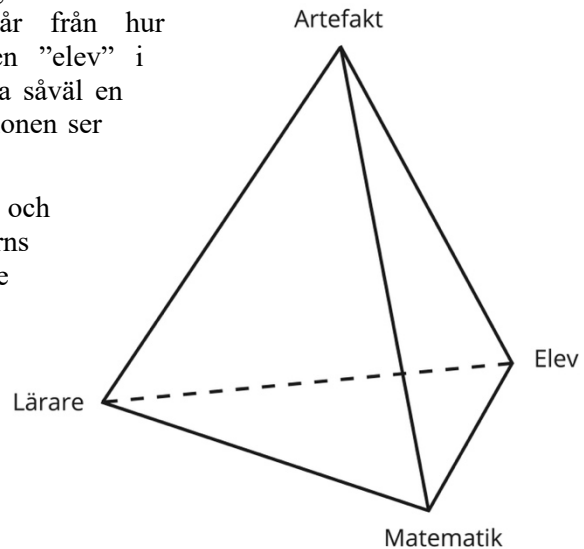
1. *Elev-artefakt-matematik*: hur elevens lärande av matematik påverkas genom användningen av läromedel, antingen främjande eller hämmande.

2. *Lärare–artefakt–elev*: lärares roll som förmedlare av artefakt till eleven. Läraren påverkar genom att välja vilka artefakter som ska användas samt när och hur de ska användas. Därmed påverkas relationen *Elev–artefakt–matematik*, där elevens användning av artefakterna är direkt beroende av läraren som förmedlare.
3. *Lärare–artefakt–matematik*: lärarens användning av läromedel och verktyg för att utföra och planera matematikundervisning, där läraren spelar den huvudsakliga rollen för hur kunskapen förmedlas till eleven och de förutsättningar som denne får för att lära sig innehållet i matematiken.

I tetraedern omfattas den didaktiska situationens helhetsbild av samspelet mellan de olika kombinationerna av de fyra hörnen, som är sammanvävda och inte kan skiljas åt (Figur 1). Artefakten är i detta fall ett digitalt läromedel.

Eftersom den didaktiska tetraedern alltid utgår från hur undervisningssituationen ser ut, kan benämningen "elev" i tetraedern enligt Rezat och Sträßer (2012) inbegripa såväl en elev som flera elever beroende på hur lärandesituationen ser ut.

Med utgångspunkt i examensarbetets syfte och frågeställningar kan den didaktiska tetraederns relationer kopplas till hur lärarna i denna fallstudie använder och anpassar undervisningen utefter de förutsättningar, möjligheter och utmaningar som uppstår med det digitala läromedlet. Den didaktiska tetraedern kan dessutom enligt Rezat och Sträßer (2012) bidra med en förståelse för hur lärarnas användning av digitala läromedel påverkar elevernas lärande av matematik.



Figur 1: Omskapad bild av Rezat och Sträßers (2012) didaktiska tetraeder.

4.2 Ramverk av Choppin m.fl.

Choppin m.fl. (2014) har skapat ett ramverk för att analysera digitala läromedels funktioner och egenskaper. Ramverket fokuserar på de resurser och funktioner som digitala läromedel erbjuder lärare att använda sig av och hur dessa påverkar undervisningen. Choppin m.fl. (2014) delar in ramverket i tre teman. Dessa teman utgår från digitala läromedels funktioner kopplade till elevernas lärandeupplevelser, lärares flexibilitet i utformning och anpassning av lektionsinnehåll samt bedömning och rapportering av data. Ramverket kompletterar därmed den didaktiska tetraedern av Rezat och Sträßer (2012) genom att urskilja de möjligheter och utmaningar som utformningen av det digitala läromedlet ger upphov till, kopplat till lärarnas användning, elevernas lärandeupplevelser och undervisningssituationen i sin helhet.

Sektionerna 4.2.1–4.2.3 nedan utgör en sammanfattning som utgår direkt från hur Choppin m.fl. (2014) beskriver ramverket.

4.2.1 Funktioner som påverkar elevernas interaktion med digitala läromedel

1. *Lärandeupplevelsen* innebär elevernas upplevelse i vad de ser och gör i det digitala läromedlet. Detta inkluderar material, aktiviteter och tillgängliga resurser och om dessa är interaktiva, till exempel att eleverna har möjlighet att ändra parametrar i figurer och ekvationer, modellera

figurer eller välja olika typer av verktyg och resurser (miniräknare, grafitare, formelblad). Det kan även inbegripa interaktiva och dynamiska representationer av innehållet i det digitala läromedlet.

2. *Differentiering och individualisering* handlar om tillgången på funktioner. Exempelvis att elever kan välja olika förklaringar, aktiviteter eller stöd som möjliggör för såväl lärare som elever att kunna välja och anpassa innehållet utifrån elevernas individuella behov och kunskapsnivå. Det kan även finnas adaptiva funktioner som automatiskt anpassar innehållet baserat på elevens prestation eller användning av resurser.
3. *Sociala funktioner* inbegriper hur utformningen av digitala läromedel uppmuntrar till och möjliggör samarbete och socialt lärande elever emellan. Detta kan göras genom att inkludera komponenter såsom diskussionsforum, delade dokument och delat innehåll, vilket gör samarbetet möjligt även på distans.

4.2.2 Användning och anpassning av digitala läromedel

Lärarens möjlighet att organisera och presentera innehåll samt flexibiliteten läromedel erbjuder lärare när det gäller att tillhandahålla verktyg och resurser för att anpassa och utforma lektioner. Dessa fyra kategorier av funktioner som kan finnas i digitala läromedel ger lärare möjligheten att:

1. *Kartlägga och organisera innehåll*, så lektioners innehåll kan anpassas i en viss ordning.
2. *Skapa och välja innehåll till lektioner*, inklusive resurser till genomgångar och exempelvis arbetsblad för eleverna.
3. *Lokalisera och använda multimedia-material* genom exempelvis ett multimedialbibliotek där det finns tillgång till bilder, videoklipp, animationer, simuleringar och andra digitala resurser som kan användas i undervisningen.
4. *Skapa och spara anteckningar* eller andra resurser för framtida planering och bruk.

4.2.3 Analys av bedömningssystem

Digitala läromedel kan ha integrerade funktioner för bedömning som kontinuerligt sparar och rapporterar såväl elevers individuella resultat som gruppresultat. Möjliggör att läraren kan anpassa sin undervisning och effektivt bedöma elevers individuella inlärning och klassens övergripande pedagogiska framsteg. Bedömningssystem i digitala läromedel kan ofta skapa prov och automatiskt analysera samt rapportera resultaten av dessa. Det tredje temat fokuserar på lärares möjligheter till följande funktioner i digitala läromedel:

1. *Skapa, välja och spara prov för bedömning*.
2. *Registrera och automatiskt spara resultat från prov* så att läraren senare kan hänvisa till dessa resultat.
3. *Generera statistiköversikt över elevdata*, som inbegriper sammanfattningar av data över såväl elevers individuella resultat som gruppresultat.
4. *Generera och möjlighet att överföra resultat* till externa målgrupper, inklusive lärare, föräldrar och administratörer.

4.3 TPACK-modellen

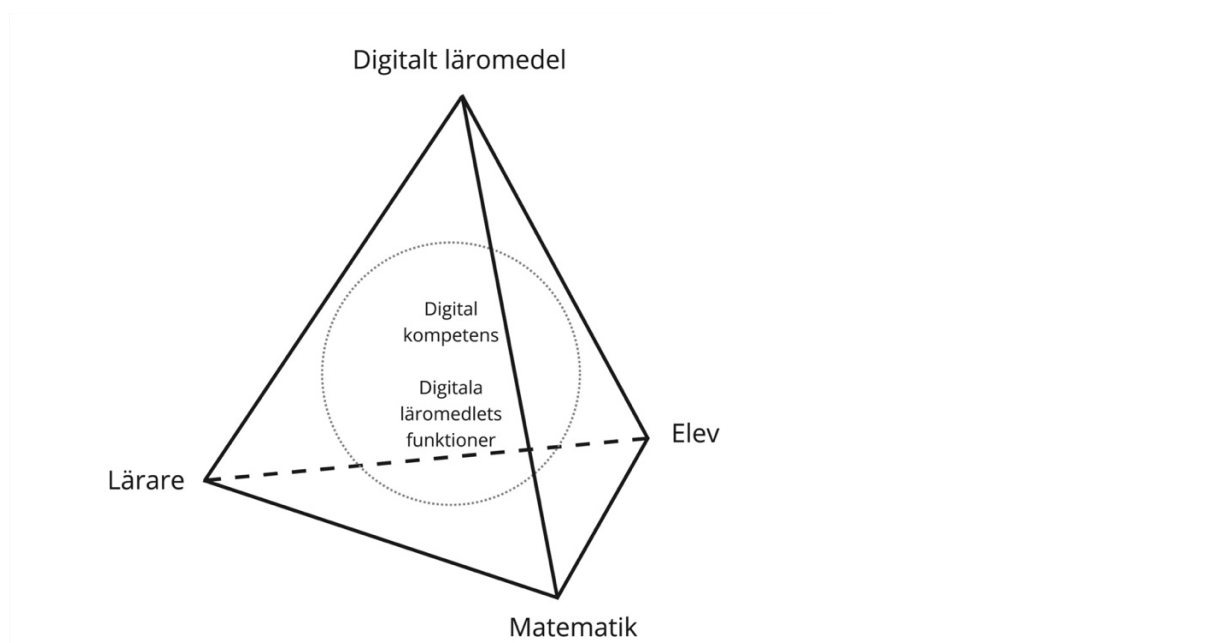
Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) är en modell utvecklad av Mishra och Koehler (2006) för att skapa förståelse för och få kunskap om hur lärare använder teknologi för att

undervisa ämnesinnehåll på ett pedagogiskt, effektivt och meningsfullt sätt så att det stödjer elevers lärande. TPACK-modellen utgår från tre typer av kunskap:

1. *Ämneskunskap* (Content Knowledge, CK) är kunskapen om ämnesinnehållet som ska undervisas, inklusive dess struktur, principer, begrepp och relationer. Med detta menas kunskapen läraren har om ämnet, men även förståelsen läraren har för hur innehållet relaterar till de förmågor som elever ska lära sig i matematikämnet.
2. *Pedagogisk kunskap* (Pedagogical Knowledge, PK) omfattar förståelsen för undervisnings- och elevernas inlärningsprocesser. Det innebär att läraren har kunskap om pedagogiska strategier, metoder och principer i planering, genomförande och utvärdering av undervisning kopplat till elevers lärande samt bedömning av elever.
3. *Teknologisk kunskap* (Technological Knowledge, TK) handlar om hur lärare använder olika typer av teknik som exempelvis datorer, interaktiva tavlor eller digitala läromedel och andra verktyg som är relevanta för undervisningen. Detta innebär exempelvis att man har kunskap om de funktioner som ett digitalt läromedel erbjuder.

Från TPACK-modellen (Mishra & Koehler, 2006) kommer endast den teknologiska kunskapen att användas i examensarbetet för att komplettera relationerna i den didaktiska tetraedern. Detta görs eftersom den teknologiska kunskapen påverkar lärarnas förutsättningar, möjligheter och utmaningar att undervisa med ett digitalt läromedel jämfört med ett analogt läromedel (Mishra & Koehler, 2006). Trots att examensarbetet endast fokuserar på den teknologiska kunskapen, ses inte den pedagogiska kunskapen och ämneskunskapen som avklippta från teorin, utan de finns i bakgrunden och styr den teknologiska kunskapen. Den teknologiska kunskapen kommer härmed att benämnas som *digital kompetens* i examensarbetet. Anledningen till detta är för att inte skapa förvirring för läsaren med användningen av två olika begrepp, samt för att visa på att digital kompetens är en mera specifik kunskap om just teknologi. Vidare så är begreppet digital kompetens mera utbrett i den tidigare forskning som refereras till i detta arbete. Det tas i beaktning att, även om ett annat begrepp används, så behålls innebörden av begreppet teknologisk kunskap när teorin används i examensarbetet.

Se Figur 2 för en helhetsbild av hur de teoretiska ramverken kommer att samverka i examensarbetet. Figur 2 visar hur relationerna i undervisningen (Rezat och Sträbers didaktiska tetraeder) ger upphov till möjligheter och utmaningar för elevernas lärande och lärarnas praktik. Relationerna påverkas av det digitala läromedlets funktioner (ramverk av Choppin m.fl.) samt den digitala kompetensen (TPACK-modellen av Mishra och Koehler).



Figur 2: Anpassad modell till detta arbete om hur den didaktiska tetraedern samspelar med ramverket av Choppin m.fl. (2014) och den digitala kompetensen (teknologisk kunskap) som är en beståndsdel i TPACK-modellen av Mishra och Koehler (2006).

5 Metod

I detta kapitel beskrivs metoden för den empiriska studien i examensarbetet. I metoden redogörs det för hur designen av fallstudien, urvalet och analysen av det insamlade materialet gick till. Med utgångspunkt i examensarbetets syfte och frågeställningar genomfördes en analys av det digitala läromedlet som förekom bland informanterna och sedan genomfördes kvalitativa intervjuer med informanterna. Avslutningsvis diskuteras etiska överväganden samt metodens för- och nackdelar i en metoddiskussion.

5.1 Fallstudiens beskrivning och urval

I denna fallstudie fokuserades det på ett digitalt läromedel som var en exklusiv plattform (Usiskin, 2018), se definition i kapitel 2.1. Lärarna för studien valdes ut för intervjuer genom ett kriteriebaserat urval (Christoffersen & Johannessen, 2018). Kriterierna var att lärarna skulle använda ett digitalt läromedel i matematikundervisningen och att det digitala läromedlet skulle vara en exklusiv plattform. Det digitala läromedlet *NOKflex* användes av samtliga tillgängliga informanter, varav beslutet togs om att fallstudien skulle analysera detta digitala läromedel. *NOKflex* är ett vanligt förekommande digitalt läromedel som ges ut av förlaget *Natur & Kultur*, vilket är ett av Sveriges ledande förlag när det kommer till läromedel och kurslitteratur (Natur & Kultur, u.å.). För att beskriva *NOKflex* funktioner gjordes en analys av läromedlet, vilket förklaras närmare i kapitel 5.3 och i kapitel 6.

Fallstudiens informanter rekryterades genom att det skickades ut förfrågan via mejl till ett tjugotal rektorer på gymnasieskolor i södra Sverige. Detta gjordes för att erhålla godkännande om att kunna genomföra examensarbetet på skolorna samt informera rektorerna om examensarbetet. De lärare som var villiga att ställa upp i studien, fick alla ta del av en blankett om samtycke till deltagande i examensarbetet (Bilaga A) i god tid innan intervjuerna. Sammantaget var sju lärare villiga att ställa upp från en och samma gymnasieskola där jag hade ett kontaktnätverk sedan tidigare. Lärarna på skolan rekryterades genom att en lärare gav kontaktuppgifter till de andra lärarna på skolan som arbetar med digitala läromedel. I samråd med respektive matematiklärare diskuterades sedan en lämplig tid för att genomföra intervjuerna. Antalet intervjuer begränsades utifrån examensarbetets tidsram, omfattning och tillgångar på informanter.

Urvalet av lärarna i studien undervisade i matematik på naturvetenskapsprogrammet, samhällsvetenskapsprogrammet och teknikprogrammet, varav majoriteten av lärarna undervisade på teknikprogrammet. Samtliga lärare i studien hade själva valt att använda *NOKflex* och hade använt det digitala läromedlet mellan 1–8 år och hade arbetat som lärare mellan 8–35 år. Mot bakgrund av lärarnas beskrivningar och en hög intagningspoäng till gymnasieskolan, framträdde eleverna som motiverade och kom ofta från en hög socioekonomisk bakgrund.

5.2 Kvalitativa intervjuer

De kvalitativa intervjuerna användes för att besvara frågeställningen om vilka funktioner det digitala läromedlet erbjuder som påverkar elevernas och lärarnas interaktion med läromedlet. Intervjuerna användes även för att ta reda på vilka möjligheter och utmaningar som lärarna upplever i samband med användning av det digitala läromedlet. Syftet med intervjuerna var att komma åt lärarnas erfarenheter från användningen av det digitala läromedlet där intervjuer, i enlighet med Denscombe (2018), ger värdefulla insikter om uppfattningar och erfarenhetsbaserad kunskap. Intervjuerna genomfördes i form av individuella semistrukturerade intervjuer i enlighet med flera studier (Remillard m.fl., 2018; Utterberg Modén, 2021; Weinhandl m.fl., 2021; Muir & Geiger, 2016). Semistrukturerade intervjuer möjliggör att man kan komma åt självrapporteringen, det vill säga människors uppfattning om vad de gör, tror och deras åsikter (Denscombe, 2018). Semistrukturerade intervjuer möjliggör dessutom för forskaren att standardisera och jämföra data från respondenternas intervjuer med varandra (Christoffersen & Johannessen, 2018). Tidsspannet för respektive intervju var mellan 45–60 min. Dokumentationen av intervjuerna gjordes genom ljudinspelning på diktafon som var en krypterad enhet.

5.2.1 Utformning av intervjuguide

I intervjuerna användes en intervjuguide som stöd, se Bilaga B. Denna intervjuguide utformades, i enlighet med Meany m.fl. (2023), med utgångspunkt i arbetets teoretiska ramverk. De teoretiska ramverken beskrivs i kapitel 4. Intervjuguiden skapades därmed utifrån ramverket av Choppin m.fl. (2014) och valda komponenten digital kompetens ur TPACK-modellen (Mishra & Koehler, 2006). Följaktligen blev de tre övergripande teman i intervjuguiden *Funktioner som påverkar elevers interaktion*, *Planering och genomförande av undervisning* och *Bedömning* kopplat till digitala läromedel. Exempelvis utformades frågan “På vilka sätt, om några, tycker du att det digitala läromedlet bidrar till att du kan möta elevers olika behov eller anpassa för elever som behöver stöd?” (Bilaga B) utifrån kategorin *Differentiering och individualisering* i ramverket av Choppin m.fl. (2014). I intervjuguiden listades NOKflex funktioner under flera frågor där de kunde vara relevanta för lärarna att koppla till i en intervjufråga. De funktioner som listades, var de som framkom i analysen av NOKflex och kunde användas om lärarna hade svårt att komma på svar på frågorna. Utifrån ovanstående exempel på intervjufråga, fanns funktionerna statistiköversikt, videoklipp, lektionsaktiviteter, diagnosverktyg, stödmaterial och stödfunktioner som ett stöd i intervjuguiden. Intervjuerna utformades med allmänna frågor i början för att informanterna skulle känna sig bekväma från början av intervjun, vilket Denscombe (2018) lyfter som fördelaktigt när man genomför intervjuer. I intervjuerna ställdes även följdfrågor vid motsägelser. Intervjufrågorna var av övergripande karaktär med operationaliserade frågor för att uppnå nyanserade svar samtidigt som intervjuarens flexibilitet bibehölls av att göra ytterligare fördjupning i svaren (Christoffersen & Johannessen, 2018).

5.2.2 Pilotstudie

Innan intervjuerna ägde rum, gjordes en pilotstudie på en matematiklärarstudent för att förbättra och kvalitetssäkra den intervjuguide som skapades. Detta kan enligt Denscombe (2018) öka chansen för att intervjuerna ska fungera i praktiken. Lärarstudenten använde inte själv NOKflex, men fick en timmes genomgång på samtliga funktioner som NOKflex erbjuder. Lärarstudenten skapade sig sedan en uppfattning genom att detaljerat skriva ned hur studenten hade undervisat med det digitala läromedlet i en matematikkurs på gymnasiet. Lärarstudenten gjorde detta för att kunna besvara intervjufrågorna på ett trovärdigt sätt samt för att öka pilotstudiens trovärdighet. Efter pilotstudien reviderades intervjuguiden genom att förtydliga enstaka formuleringar eller ta bort ett fåtal frågor eftersom antalet frågor var för många. Exempelvis raderades frågan “Hur anpassar du innehållet i den digitala läroboken efter eleverna?” eftersom frågan inte var tillräckligt kopplad till de egenskaper som skiljer ett digitalt läromedel från en traditionell lärobok. Detta bidrog till en bättre kvalitet av intervjuguiden vid de första intervjutillfällena. Intervjuguiden användes utvecklingsmässigt, vilket enligt Denscombe (2018) innebär

att det finns möjlighet till att ändra och utveckla frågorna under projektets gång till nästkommande intervju. Exempelvis adderades ett fåtal funktioner till intervjuguiden i efterhand som inte framkommit i analysen av läromedlet, som exempelvis att det fanns videolösningar i vissa uppgifter.

5.3 Analysmetod av läromedlet och intervjuerna

För att besvara frågeställningen om vilka funktioner det digitala läromedlet erbjuder som påverkar elevernas och lärarnas interaktion med läromedlet, gjordes en analys av läromedlet i enlighet med metoden i undersökningen av Choppin m.fl. (2014). Analysen av läromedlet gjordes genom att klicka igenom programmets olika avsnitt och sidor samt identifiera samtliga funktioner som fanns tillgängliga i NOKflex. Detta gjordes genom att ha ramverket av Choppin m.fl. (2014) kontinuerligt i åtanke. Exempelvis på ett avsnitt, innehållande bland annat teorigenomgång och uppgifter, gjordes en genomgång av samtliga flikar, videor, hjälpfunktioner och andra tillgängliga funktioner. Här gjordes en avgränsning i att analysera ett godtyckligt antal innehållsavsnitt (ungefär 15 avsnitt av drygt 100 avsnitt), eftersom syftet var att få en uppfattning om de funktioner som skiljer det digitala läromedlet åt från ett analogt läromedel. NOKflex tillgängliga funktioner identifierades systematiskt och fördes in i en tankekartor, och sorterades sedan i tabeller enligt kategorierna i ramverket av Choppin m.fl. (2014). Funktionerna kunde på detta sätt analyseras i förhållande till samtliga teman. Läs kapitel 6 för exempel och hur detta gjordes i detalj.

Det transkriberade materialet från intervjuerna analyserades genom en tematisk analys, vilket enligt Denscombe (2018) innebär att det insamlade materialet kategoriseras och kodas. Intervjuerna transkriberades eftersom detta gör det enklare att analysera och jämföra data (Denscombe, 2018). Transkriberingen gjordes med ett program med riktlinjer enligt GDPR och samtliga data förvarades på en krypterad enhet. Ljudfilerna för respektive intervju lyssnades igenom för att kontrollera att transkriberad data var korrekt. Här korrigerades de fel som förekom i transkriberingarna som exempelvis stavfel, felaktiga ordval eller ord som inte kom med. Den tematiska analysen gjordes utifrån samtliga teoretiska ramverk: ramverket av Choppin m.fl. (2014), valda aspekten digital kompetens ur TPACK-modellen (Mishra & Koehler, 2006) samt den didaktiska tetraedern (Rezat & Sträßer, 2012). Detta gjordes genom att identifiera återkommande teman i intervjuerna, vilka skapade kodord som sedan kategoriserades in i tabeller uppbyggda av de teoretiska ramverken. I analysen i kapitel 6 redogörs det för hur detta gjordes i detalj. Vid analysprocessen lästes materialet igenom flera gånger för att kontrollera att kodad data och valda citat inte togs ur sin ursprungliga kontext.

5.4 Etiska överväganden

Fallstudien följer de forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning som Christoffersen och Johannessen (2018) lyfter fram. De etiska överväganden som togs i beaktning var att, i enlighet med Vetenskapsrådet (2017), säkerställa anonymitet i skriftlig och muntlig presentation av studien. Detta gjordes genom att använda fingerade namn och eliminera kopplingar mellan svar på intervjuerna och informanterna. Personuppgifter som insamlades i samband med examensarbetet behandlades enligt vad Christoffersen och Johannessen (2018) beskriver som *Konfidentialitetskravet* och *Nyttjandekravet*. Detta innebär att materialet inte delades med andra, användes för andra syften eller lagrades efter att examensarbetet har examinerats med godkänt betyg (Christoffersen & Johannessen, 2018). Materialet behandlades konfidentiellt genom att förvara samtliga data på krypterade enheter (Vetenskapsrådet, 2017). Samtliga deltagande lärare informerades, enligt *Informationskravet* (Christoffersen & Johannessen, 2018), om syftet och genomförandet för undersökningen. Samtliga lärare som intervjuades informerades om vilka personuppgifter som skulle behandlas, hur de skulle behandlas och att de behöll rätten att närsomhelst dra sig ur och avbryta sitt deltagande under examensarbetets gång utan några negativa konsekvenser (Christoffersen & Johannessen, 2018). Informanterna var även medvetna om förutsättningarna, eftersom det var ett examensarbete, att

handledare och examinator gavs möjlighet att få tillgång till grundmaterialet. Enligt *Samtyckeskravet* (Christoffersen & Johannessen, 2018) hade samtliga deltagare möjlighet att själva avgöra om de önskade delta i studien genom att samtliga informanter skrev under ett samtycke till deltagande i examensarbetet, se blankettens utformning i Bilaga A. I blanketten bekräftade respondenterna om samtycke till deltagande i examensarbetet, att det inspelade materialet skulle användas som datamaterial och analyseras i enlighet med Vetenskapsrådet (2017). Examensarbetet hade endast fokus på lärarnas perspektiv på användningen av det digitala läromedlet, varför personuppgifter och samtycke till deltagande endast behövde beviljas av lärarna och inte eleverna.

5.5 Metoddiskussion

Här kommer den använda metodens relevans diskuteras i förhållande till examensarbetets frågeställningar. Diskussionen lyfter fram de begränsningar, fördelar och nackdelar som finns med fallstudien och metoden för fallstudien.

5.5.1 Fördelar och nackdelar med fallstudien

Metoden för fallstudien genererade relevanta svar om hur användandet av det digitala läromedlets erbjudna funktioner påverkar interaktionen, samt de möjligheter och utmaningar som uppstår i undervisningen. En inbyggd nackdel med genomförandet av en fallstudie är att resultaten inte kan generaliseras (Denscombe, 2018). Samtidigt belyser Denscombe (2018) att fallstudier blir mer djupgående för det specifika fallet, vilket synliggörs genom att arbetet fördjupar användningen av NOKflex för den specifika gruppen lärare i fallstudien. Small (2009) understryker att generaliserbarhet och representativitet inte alltid är tillämpligt och bör inte heller tillämpas där det inte är relevant. Att uppnå generaliserbarhet och representativitet för digitala läromedel var inte syftet med examensarbetet, vilket gjorde fallstudien till en lämplig forskningsdesign för arbetet.

Det övervägdes om systematiska observationer hade varit en mer effektiv metod istället för att genomföra både en analys av ett läromedel och sedan intervjuer. Systematiska observationer skulle dessutom visat på hur lärarna och eleverna faktiskt interagerar med läromedlet efter möjligheterna och utmaningarna, till skillnad från att registrera vad lärarna *säger* att de gör vilket kan ifrågasätta validiteten i insamlade data (Denscombe, 2018). Däremot hade observationer inte resulterat i en god validitet gällande förståelsen för hur läromedlet fungerar och vilka funktioner läromedlet erbjuder. Intervjuer var ett bättre tillvägagångssätt framför observationer eftersom intervjuer, till skillnad från enskilda observationer av lektioner, baseras på en mängd lektioner och ibland år av erfarenhet. Intervjuer kan på detta sätt uppnå högre reliabilitet. Intervjuerna kunde även komplettera analysen av läromedlet genom att bekräfta svaren på den första frågeställningen vilket gav en omfattande förståelse för det som undersöktes. Analysen av läromedlet skapade dessutom goda förutsättningar för utformandet och genomförandet av djupgående intervjuer. Insamlade data representerade därmed en djupgående bild av examensarbetets syfte, vilket enligt Christoffersen och Johannessen (2018) ökar validiteten.

5.5.2 Intervjuareffekten

En nackdel med intervjuer som metod är intervjuareffekten, att informanterna kan påverkas omedvetet i hur de svarar till följd av uppfattningar som skapas kopplat till intervjuarens kön, ålder, etniskt ursprung (Denscombe, 2018; Christoffersen & Johannessen, 2018). I mina intervjuer fick detta däremot inte lika stor betydelse eftersom inga känsliga och personliga frågor behandlades. Dessutom är jag en nyfiken lärarstudent som vid intervjutillfället såg till att representera mig själv i en passiv och neutral roll genom att exempelvis vara tillmötesgående, förhålla mig neutralt till respondentens svar och ha neutrala kläder vid intervjutillfället. Detta är parametrar som enligt Denscombe (2018) gör att intervjuareffekten minimeras. Intervjuareffekten kan dock påverkas negativt till följd av brist på intervjuträning

(Christoffersen & Johannessen, 2018). Denna effekt minskades med pilotstudien där jag tog till mig feedback från den intervjuade lärarstudenten samt att intervjufrågorna användes utvecklingsmässigt. Här finns en begränsning i att pilotstudien gjordes på en lärarstudent. Detta är en konsekvens av det befintliga kontaktnätverket samt att det ännu inte är vanligt att arbeta med digitala läromedel som ersätter läroboken. Det övervägdes här om den första intervjun med en av informanterna skulle fungera som en pilotintervju. Dock med tanke på de förberedelser som lärarstudenten gjorde inför pilotstudien, vilka beskrivs i kapitel 5.2.2, ansågs detta inte nödvändigt.

5.5.3 Begränsningar med genomförda intervjuer

En begränsning som upptäcktes vid analysen av transkriberade data var att jag inte hade varit konsekvent med några frågor i intervjuerna med de olika informanterna. Detta förklarar Denscombe (2018) är en nackdel med semistrukturerade intervjuer kopplat till tillförlitligheten. Hade intervjuerna gjorts på nytt, hade jag varit mer konsekvent i användningen av intervjuguiden för att ge samtliga intervjuade samma kontext till frågorna, exempelvis genom att lista alla NOKflex relevanta funktioner till varje fråga. I sådana fall hade fler kortsvarsfrågor ställts, som exempelvis vilken lärarnas främsta anledning till att de använder digitala läromedel är eller hur lärarna värderar sin digitala kompetens. Detta hade fått ett tydligt svar på vilka möjligheter de får av det digitala läromedlet och för vem möjligheterna uppstår samt vilken digital kompetens de anser att de har.

Emellertid fanns det fördelar med att genomföra semistrukturerade intervjuer som var flexibla och där alla intervjuer inte täckte exakt samma innehåll. Tack vare dess flexibla design, till skillnad från strukturerade intervjuer, kunde det generera en rikare data och insikter som annars hade kunnat förbigås (Denscombe, 2018). Dessutom, om fler frågor och aspekter hade adderats till intervjuerna, hade det kunnat leda till längre intervjuer än 45–60 minuter. Nackdelen med långa intervjuer är att de hade kunnat leda till bortfall av informanter (Denscombe, 2018), vars antal redan var en begränsning för den empiriska studien. Istället analyserades lärarnas svar på frågorna från intervjuerna utifrån deras sätt att använda det digitala läromedlet, till exempel om vilken digital kompetens som lärarna hade.

Användningen av semistrukturerade intervjuer har en nackdel med att vara tidskrävande att bearbeta, koda och analysera data till följd av den öppna och flexibla svarsdesignen (Denscombe, 2018). Här övervägdes fokusgrupper som alternativ intervjumetod eftersom det hade kunnat synliggöra vilka synpunkter gruppen var samstämmiga eller oense om (Denscombe, 2018). Det hade därmed kunnat underlätta kodningen och analysen. Dock bedömdes risken för bortfall av informanter vara för stor vid användande av fokusgrupper, vilket gjorde individuella intervjuer till en fördelaktig metod eftersom de är relativt lätta att arrangera. Bearbetningen av materialet gynnades även tidsmässigt genom att intervjuerna till stor del kunde transkriberas med hjälp av ett transkriberingsprogram.

6 Analys

I detta kapitel redogörs det i detalj för hur analysen av det digitala läromedlet NOKflex och analysen av intervjuerna gick till. Det beskrivs även hur de två analyserna sammanfördes till en kompletterande analys, där läromedelsanalysen integrerades med analysen av intervjuerna.

6.1 Analys av läromedlet

Läromedlet NOKflex funktioner analyserades utifrån de tre olika teman som förekommer i ramverket av Choppin m.fl. (2014): *Funktioner som påverkar elevernas interaktion med digitala läromedel*, *Användning och anpassning av digitala läromedel* och *Analys av bedömningssystem*. Dessa teman utgjorde grunden för tre tabeller som innehöll respektive temas samtliga kategorier, se Bilagor C, D och E. Varje funktion som identifierades i läromedlet, sattes därmed i relation till samtliga kategorier under varje tema. Exempelvis analyserades funktionen diagnosverktyg med hjälp av kategorin *Skapa och välja prov för bedömning* under temat *Analys av bedömningssystem*. Resultatet av analysen av diagnosverktyget blev därmed:

Lärare kan skapa diagnoser genom att i diagnosverktyget lägga till eller ta bort färdiga uppgifter för ett valfritt avsnitt eller kapitel. Det finns inte tillräckliga verktyg i läromedlet för att skapa prov eftersom de färdiga uppgifterna inte kan redigeras. Egna uppgifter kan endast skapas genom att ställa öppna frågor i kommentarsfältet.

Se Tabell 2 för hur detta resultat av analysen fördes in i tabellen under temat *Analys av bedömningssystem*. Diagnosverktyget kunde även relateras till fler kategorier under temat *Analys av bedömningssystem*. Exempelvis synliggjorde kategorin *Registrera och automatiskt spara resultat från prov* följande egenskaper för diagnosverktyget:

Resultat från diagnoser sparas och sammanställs automatiskt i NOKflex så att läraren senare kan hänvisa till dessa resultat. Detta gäller inte de uppgifter som lärare själv har skapat i diagnosens kommentarsfält.

Se Tabell 2 för hur detta fördes in i tabellen under temat *Analys av bedömningssystem*. Samtliga tre teman i ramverket av Choppin m.fl. (2014) med respektive temas kategorier hölls kontinuerligt i åtanke. Exempelvis kunde diagnosverktyget även analyseras med hjälp av kategorin *Differentiering och individualisering* under temat *Funktioner som påverkar elevernas interaktion med digitala läromedel*. Resultatet av analysen av diagnosverktyget blev därmed:

Diagnosverktyg: Lärare kan se enskilda elevers resultat från diagnoser.

Se Tabell 3 för en visualisering över hur detta fördes in i tabellen under temat *Funktioner som påverkar elevernas interaktion med digitala läromedel*. Förklaringen till denna analys av diagnosverktyget är att funktionen möjliggör för lärarna att kunna differentiera och individualisera undervisningen genom att stödja elever utifrån deras enskilda resultat som blir synligt för lärarna i diagnosverktyget. Enligt denna procedur synliggjorde användningen av ramverket av Choppin m.fl. (2014) hur lärarna och eleverna kan interagera med de tillgängliga funktionerna i NOKflex. Tabell 2 och Tabell 3 visar hur ovanstående exempel kategoriserades in i tabellerna, varav fullständiga tabeller över samtliga resultat från analysen återfinns i kolumnen *Digitala läromedlets erbjudna funktioner* i Bilaga C, D och E.

Tabell 2: Exempel från temat: Analys av bedömningssystem

Kategori	Digitala läromedlets erbjudna funktioner
Skapa, välja och spara prov för bedömning	Lärare kan skapa diagnoser genom att i diagnosverktyget lägga till eller ta bort färdiga uppgifter för ett valfritt avsnitt eller kapitel. Det finns inte tillräckliga verktyg i läromedlet för att skapa prov eftersom de färdiga uppgifterna inte kan redigeras. Egna uppgifter kan endast skapas genom att ställa öppna frågor i kommentarsfältet.
Registrera och automatiskt spara resultat från prov	Resultat från diagnoser sparas och sammanställs automatiskt i NOKflex så att läraren senare kan hänvisa till dessa resultat. Detta gäller inte de uppgifter som lärare själv har skapat i diagnosens kommentarsfält.
Generera statistiköversikt över elevdata	
Generera och möjlighet att överföra resultat	

Tabell 3: Exempel från temat: Funktioner som påverkar elevernas interaktion med digitala läromedel

Kategori	Digitala läromedlets erbjudna funktioner
Lärandeupplevelsen	
Differentiering och individualisering	Diagnosverktyg: Lärare kan se enskilda elevers resultat från diagnoser.
Sociala funktioner	

6.2 Analys av intervjuer

Analysen av intervjuerna gjordes genom att kategorisera lärarnas möjligheter och utmaningar efter ramverket av Choppin m.fl. (2014), digital kompetens från TPACK-modellen (Mishra & Koehler, 2006) och den didaktiska tetraedern (Rezat & Sträßer, 2012). Följande citat kategoriserades som en möjlighet under *Lärandeupplevelsen* under temat *Funktioner som påverkar elevernas interaktion med digitala läromedel* eftersom det handlar om ett mervärde som det digitala läromedlet skapar för elevernas upplevelse i inläringen:

Vissa elever blir det väldigt sporrande för. Den här gamification-grejen att de får poäng.

Alltså det finns ju det här poängsystemet, det känner du ju till. Och jag antar att det är motiverande för vissa att se att det blir färglagt det de gör.

Citaten kodades som *Poäng och färger upplevs leda till ökad motivation*, där det angavs vid kodningen hur många av lärarna som höll med. I nästa steg kategoriserades kodad data efter den didaktiska tetraedern (Rezat & Sträßer, 2012), vilket i detta fall innebar om möjligheten antingen gynnar elevernas lärande av matematik (*elev-digitalt läromedel-matematik*) eller relationen mellan eleverna och läraren (*elev-digitalt läromedel-lärare*). Kodad data, *Poäng och färger upplevs leda till ökad motivation*, kategoriserades som en möjlighet under *elev-digitalt läromedel-matematik* (se Tabell 4) eftersom interaktionen med det digitala läromedlet bidrar till ett mervärde för elevernas inläring av matematik.

Följande citat kategoriserades som möjligheter under kategorin *Generera statistiköversikt över elevdata* under temat *Analys av bedömningssystem* eftersom lärarna beskriver fördelen med att kunna använda läromedlets statistiköversikt vid individuella samtal:

När jag har utvecklingssamtal med elever som jag har i matte, då brukar jag kunna gå igenom. Så här ser det ut. De här områdena syns att du inte har jobbat med och så vidare.

Ja, jag brukar ju ha individuella samtal med eleverna en gång per, eller möjligen två gånger per kurs. Alla i klassen och vissa behöver man prata med ytterligare någon gång. Men då tar jag ju upp och visar deras egen statistik och grejer. Så där dyker det upp.

Möjligheten kodades som *Hänvisar till statistik vid individuella samtal med elever*. Koden kategoriserades enligt den didaktiska tetraederns relation *lärare-digitalt läromedel-elev* (se Tabell 5) eftersom möjligheten utgår från hur lärarens interaktion med det digitala läromedlet påverkar relationen mellan läraren och eleverna. Utmed analysen angavs en ungefärlig frekvens för respektive kod om hur många av lärarna som instämde med koden, som exempelvis "ett fåtal av lärarna", "de flesta av lärarna" och ibland "samtliga av lärarna". Inga exakta frekvenser angavs eftersom syftet med denna studie inte var att generalisera resultaten, utan snarare att belysa de olika möjligheter och utmaningar som kan förekomma för det specifika fallet.

Enligt denna procedur kategoriserades och kodades samtliga transkriberade intervjuer in i möjligheter och utmaningar med hjälp av komponenten digital kompetens från TPACK-modellen (Mishra & Koehler, 2006), ramverket av Choppin m.fl. (2014) och den didaktiska tetraedern (Rezat & Sträßer, 2012). Se Tabell 4 och Tabell 5 för hur ovanstående exempel på koder kategoriserades in i tabeller, varav fullständiga tabeller över samtliga resultat från analysen återfinns i kolumnerna *Möjligheter från lärarnas perspektiv* och *Utmaningar från lärarnas perspektiv* i Bilaga C, D, E och F.

Tabell 4: Exempel från temat: Funktioner som påverkar elevernas interaktion med digitala läromedel

Kategori	Möjligheter från lärarnas perspektiv	Utmaningar från lärarnas perspektiv
Lärandeupplevelsen	<i>elev-digitalt läromedel-matematik</i> Poäng och färger upplevs leda till ökad motivation	
Differentiering och individualisering		
Sociala funktioner		

Tabell 5: Exempel från temat: Analys av bedömningssystem

Kategori	Möjligheter från lärarnas perspektiv	Utmaningar från lärarnas perspektiv
Skapa, välja och spara prov för bedömning		
Registrera och automatiskt spara resultat från prov		
Generera statistiköversikt över elevdata	<i>lärare-digitalt läromedel-elev</i> Hänvisar till statistik vid individuella samtal med elever	
Generera och möjlighet att överföra resultat		

6.3 Kompletterande analys av läromedel och intervjuer

Analysen av läromedlet och intervjuerna slogs samman till en och samma tabell för respektive tre teman för ramverket av Choppin m.fl. (2014) och den valda komponenten digital kompetens från TPACK-modellen (Mishra & Koehler, 2006). Vid sammanslagningen av analyserna gjordes enstaka justeringar av analysen, där analyserat material som inte längre var tillräckligt relevant togs bort för att göra resultatet mer översiktligt. Exempelvis togs data bort som ingen av de intervjuade lärarna använde, som exempelvis NOKflex funktion i att lärarna kan skicka meddelanden i NOKflex. Det hade kunnat ses som en möjlighet att lärarna kan kommunicera till klassen genom att skriva meddelanden i läromedlet, men det blev ingen funktion som utmärkte läromedlet eftersom samtliga av lärarna använde andra resurser för detta syfte. Se Tabell 6 för ett exempel på hur den kompletterande analysen såg ut, där analysen från läromedlet och intervjuerna har slagits samman. I Tabell 6 synliggörs det även för hur ovanstående exempel i kapitel 6.1 och 6.2 kategoriserades in i den sammanslagna analysen som var kopplade till temat *Funktioner som påverkar elevernas och lärarnas interaktion med digitala läromedel*. Tabell 6 innehåller dessutom andra exempel från analysen för att visualisera hur analysen ser ut med fler exempel än de som redogörs för tidigare i kapitel 6. Fullständiga tabeller över samtliga resultat från analysen återfinns i Bilaga C, D, E och F.

Tabell 6: Exempel från temat: Funktioner som påverkar elevernas interaktion med digitala läromedel

Kategori	Digitala läromedlets erbjudna funktioner	Möjligheter från lärarnas perspektiv	Utmaningar från lärarnas perspektiv
Lärandeupplevelsen	Elever får direkt feedback om de svarar rätt eller fel svar på en uppgift.	<i>elev-digitalt läromedel-matematik</i> Poäng och färger upplevs leda till ökad motivation.	<i>elev-digitalt läromedel-lärare</i> Elever är ofta skeptiska till att arbeta i digitalt läromedel i början och några lärare upplever att elever generellt föredrar en fysisk bok.
Differentiering och individualisering	Diagnosverktyg: Lärare kan se enskilda elevers resultat från diagnoser.	<i>elev-digitalt läromedel-lärare</i> Differentiering och individualisering möjliggörs genom att lärarna kan använda diagnosverktyget för att skapa diagnoser för enskilda elever utifrån deras individuella behov. Detta var dock inget de intervjuade lärarna som gjorde.	<i>elev-digitalt läromedel-lärare</i> Tillgången på stödfunktioner kan leda till att en väldigt tyst elev kan föredra att använda det digitala läromedlet framför att fråga läraren, vilket leder till mindre interaktion med en sådan elev.
Sociala funktioner	Man kan tillåta elever gå med i tävlingarna i NOKflex. Då kan elever tävla enskilt eller klassvis mot andra elever eller klasser som exempelvis i NOKflex tävlingar Klasskampen och Sverigekampen.	<i>elev-digitalt läromedel-matematik</i> Flera av lärarna beskriver att användning av digitala läromedel bidrar till mer samarbete tack vare olika faktorer, som exempelvis att elever kan få hjälp i datorn, diskuterar en inmatning eller om en elevs dator har slut på batteri leder det till samarbete. Ungefär hälften av lärarna upplever dock ingen skillnad från när elever arbetar med en bok. <i>elev-digitalt läromedel-lärare</i> För de lärare som använder lektionsaktiviteterna, kopplade till begrepp och problemlösning samt aktiviteten då elever skickar in en lösning i läromedlet, upplever de att aktiviteterna leder till diskussioner.	Lärarna nämner ingen utmaning kopplat till denna kategori.

7 Resultat

I detta kapitel presenteras resultatet för att uppfylla examensarbetets syfte som var att, utifrån lärarnas perspektiv, undersöka hur lärarna använder det digitala läromedlet och anpassar undervisningen efter de möjligheter och utmaningar som uppstår, med följande frågeställningar:

1. Vilka funktioner erbjuder det digitala läromedlet som påverkar elevernas och lärarnas interaktion med läromedlet?
2. Vilka möjligheter och utmaningar upplever lärarna uppstår i samband med användning av det digitala läromedlet i matematikundervisningen?

Samtliga resultat från analysen av läromedlet och intervjuerna återfinns i Bilaga C, D, E och F. I slutet av detta kapitel sammanfattas resultatet kopplat till frågeställningarna.

7.1 Möjligheter till interaktion med NOKflex

NOKflex innehåller videogenomgångar, lektionsaktiviteter, diagnosverktyg samt ett programmeringsverktyg. Lärarna kan skapa diagnoser genom att i diagnosverktyget lägga till eller ta bort färdiga uppgifter för ett valfritt avsnitt eller kapitel. Diagnoserna rättas automatiskt av läromedlet. Det finns inte tillräckliga verktyg i läromedlet för att skapa prov eftersom de färdiga uppgifterna inte kan redigeras. Egna uppgifter kan endast skapas genom att ställa öppna frågor i kommentarsfältet. Resultat från diagnoser sparas och rapporteras automatiskt till lärarna. Utöver resultat från diagnoser, har lärarna tillgång till såväl generell som detaljerad statistik i realtid över individuella elevernas och klassens prestationer samt aktivitet i läromedlet. Detta inkluderar statistik som exempelvis hur mycket tid som eleverna har spenderat i läromedlet, hur mycket hjälp som eleverna har tagit i läromedlet samt vilka uppgifter eleverna har fastnat på.

Eleverna har i övningarna tillgång till stödfunktioner som exempelvis ledtråd, titta på lösning eller videolösning, inmatningshjälp och länk till formelblad. Det finns även en funktion "skicka in lösning" där eleverna kan skicka en fotograferad lösning till läraren. Lärarna kan sedan ge återkoppling på enskilda elevers lösningar i läromedlet. Läromedlet utgår till viss del från en spelbaserad inläring där eleverna får poäng och statistik färgkodas efter hur de löser uppgifterna. Poäng, mönster och färg i statistiken kodas därmed efter hur mycket hjälp de tar av läromedlet samt om de svarar rätt eller fel på uppgiften. Det är valbart för såväl lärarna som eleverna om NOKflex ska bete sig som ett adaptivt läromedel i uppgifterna. För mer förklaringar av läromedlets erbjudna funktioner återfinns dessa i Bilaga C, D och E.

7.2 Möjligheter och utmaningar med digitala läromedel

Här beskrivs de möjligheter och utmaningar som de intervjuade lärarna upplever vid användning av det digitala läromedlet. Möjligheterna och utmaningarna presenteras tematiskt utifrån det teoretiska ramverket av Choppin m.fl. (2014), digitala kompetensen från TPACK-modellen (Mishra & Koehler, 2006) samt efter vilken relation som avses i den didaktiska tetraedern (Rezat & Sträßer, 2012). I kapitel 6 finns en beskrivning av resultatets indelning enligt de teoretiska ramverken. Möjligheterna och utmaningarna som uppstår vid elevernas- och lärarnas interaktion med NOKflex kopplas till den didaktiska tetraedern. Detta synliggörs genom att visa på om det är möjligheter eller utmaningar för elevernas lärande av matematik (*elev-digitalt läromedel-matematik*), lärarnas praktik i att lära ut matematik (*lärare-digitalt läromedel-matematik*) eller för relationen mellan eleverna och läraren (*elev-digitalt läromedel-lärare*) eller (*lärare-digitalt läromedel-elev*). Relationerna i den didaktiska tetraedern är sammanvävda och kan inte skiljas åt, enligt beskrivningen i kapitel 4. Detta innebär att när resultatet presenteras nedan, avses den relation i den didaktiska tetraedern som sätts i förgrunden, snarare än att relationerna är avklippta från varandra. Se Tabell 7 för en kort sammanfattning av resultatet kopplat till de möjligheter och utmaningar som lärarna upplever vid användning av det digitala läromedlet.

Tabell 7: Kort sammanfattning av resultatet kopplat till lärarnas upplevda möjligheter och utmaningar vid användning av NOKflex.

	Möjligheter	Utmaningar
För elevers lärande	• Varierande lärmiljöer att nyttja • Kontroll på sin lärandeprocess • Läromedlet differentierar och individualiserar undervisningen • Elevernas motivation kan öka	• Falsk trygghet om sina kunskaper • Fokus på snabb lösning av uppgifter • Distraktion till att göra annat på datorn • Inmatning av matematikspråk på datorn
För lärares praktik	• Varierande lärmiljöer att nyttja • Frigör tid i lärarnas planering • Kontroll på elevernas lärandeprocess • Statistiköversikten kan användas som ett effektivt underlag vid individuella samtal med eleverna. • Möjliggör för lärarna att differentiera och individualisera undervisningen • NOKflex kan uppdateras utifrån den senaste kursplanen.	• Falsk trygghet om elevernas kunskaper

7.2.1 Lärandeupplevelsen

Elev-digitalt läromedel-matematik

Lärarna som intervjuades ser både fördelar och nackdelar med elevernas tillgång till stödfunktioner i det digitala läromedlet. Majoriteten av lärarna upplever att poäng och färger kan vara motivationshöjande för elever, där exempelvis poängjakten leder till att eleverna vill klara och göra fler uppgifter. Alla lärarna upplever dock att det finns elever som överanvänder läromedlets stödfunktioner och fokuserar på snabb lösning av uppgifter. Flera av lärare upplever att elevernas fokus på att lösa uppgifter snabbt leder till att eleverna inte redovisar lösningar när de gör uppgifter. Någon enstaka lärare beskriver att detta leder till att många elever är bättre på att lösa uppgifter än att redovisa sina lösningar. Dock är majoriteten av lärarna osäkra på om detta egentligen beror på användningen av det digitala läromedlet, utan att eleverna ändå inte hade redovisat lösningarna.

Majoriteten av lärarna upplever att eleverna blir fokuserade på poäng och färg i statistiken snarare än att lära sig matematik, särskilt när det kommer till uppgifter utan direkta svar, som vid bevis- och resonemangsuppgifter. Några lärare tror att detta kan bero på att statistiken ska se bra ut i lärarens vy. Elevers fokus på färg och poäng i läromedlet synliggörs genom att elever "bluffar" statistiken eller att elever inte vågar använda stödfunktioner.

En lärare beskriver att:

Det kanske inte är dåligt, men de frågar mig om hjälp långt, långt innan de skulle någonsin kolla på en lösning. Det kan vara bra eller dåligt. Men jag tror ändå att det ofta handlar om att de är oroliga för färgen. Om de trycker fel nu så får de fel färg.

Samtidigt förklarar en lärare att tillgången på stödfunktioner kan leda till att en väldigt tyst elev kan föredra att använda det digitala läromedlet framför att fråga läraren, vilket blir till nackdel för läraren eftersom det leder till mindre interaktion med en sådan elev:

Jag upplever kanske att det är lite färre frågor på grund av att de trycker på kanske först ledtråd och sen om inte det duger så trycker de på lösning.

Majoriteten av lärarna upplever att kravet på inmatning i svarsrutan som kommer med ett digitalt läromedel bidrar positivt till elevernas lärande, exempelvis när det kommer till decimaltal och antal gällande siffror. Samtidigt är de flesta lärarna överens om att inmatningen i svarsrutan är en utmaning för eleverna, särskilt de mindre motiverade eleverna, eftersom det tar tid och energi från inläringen. Inmatningen blir särskilt utmanande när det kommer till tal på mer komplex form:

På papper är det så enkelt att skriva 5 upphöjt till 3. Att göra det på tangentbordet blir det så mycket bökigare. Och framför allt när det blir lite längre grejer i exponenten, du ska in med parenteser och skit och nämnare och hitan och ditan.

Detta är bland annat en anledning till att ett fåtal lärare valt att avstå från det digitala läromedlet i Matematik 4. Lärarna är överens om att distraktion till att göra annat kan vara ett problem när eleverna arbetar på datorer. Detta kräver påminnelser om att stänga flikar eller att läraren ställer sig längst bak i klassrummet för att se skärmarna. Trots detta, upplever ungefär hälften av lärarna att distraktionen inte är ett stort problem, vilket de tror kan bero på elevernas höga motivation för matematikämnet. Flera av lärarna lyfter att eleverna ofta är skeptiska till att arbeta i ett digitalt läromedel i början, exempelvis belyser några av lärarna att de uppfattar att elever generellt föredrar en fysisk bok. Dock upplever ungefär hälften av lärarna att majoriteten av eleverna oftast blir övertygade och vill fortsätta använda digitala läromedel trots möjlighet till att byta till en bok. Hälften av lärarna upplever en ökad disciplin bland eleverna. Majoriteten av lärarna kan däremot inte uttala sig om användningen av NOKflex leder till bättre kunskapsinläring av matematik eftersom det är svårt att mäta när varje klass är unik.

7.2.2 Differentiering och Individualisering

Elev-digitalt läromedel-matematik

Läromedlets funktioner bidrar till lärarnas differentiering och individualisering av undervisningen genom att eleverna kan använda det digitala läromedlets stödfunktioner och resurser utifrån sin individuella kunskapsnivå, preferens och behov. Eleverna kan lära sig innehållet på ett sätt som passar deras inlärningsstil, exempelvis säger hälften av lärarna att de upplever att flera elever tittar på videogenomgångar och videolösningar. Undervisningen differentieras även genom, enligt några lärares beskrivningar, att videoklippen och stödfunktionerna stödjer elever som vill utvärdera sina lösningar, inte har förstått lärarens förklaring eller som inte hinner få hjälp av läraren i stunden. Det blir en individualisering genom läromedlets adaptiva funktion i att anpassa sig efter elevernas kunskapsnivå och prestationer, där eleverna kan anpassa vilka funktioner som ska vara aktiva och inte. Dessutom, med elevernas tillgång till statistik möjliggörs en individualisering genom att eleverna blir medvetna och får kontroll på sin lärandeprocess. Samtidigt kan elevernas tillgång till statistik få en motsatt effekt, där några lärare nämner att eleverna kan få en falsk trygghet om deras gjorda arbete och förståelse på ett avsnitt till följd av att de har överanvänt läromedlets stödfunktioner.

Elev-digitalt läromedel-lärare

Flera lärare upplever, enligt resultaten ovan under Lärandeupplevelsen, att eleverna redovisar sina lösningar i låg utsträckning. Här differentierar och individualiserar ungefär hälften av lärarna

undervisningen genom användningen av NOKflex funktion "skicka in lösning", där eleverna fotograferar sin lösning som läraren sedan kan ge individuell feedback på i läromedlet. Här upplever flera av lärarna en utmaning i att den individuella feedbacken till eleverna är tidskrävande samt att läromedlets funktion inte är tillräckligt användarvänlig. Några av lärarna tror att detta är orsaken till att eleverna inte kollar på sin feedback. Det sker dock ingen ytterligare differentiering eller individualisering genom att be enskilda elever skicka in en lösning i läromedlet efter behov, vilket framkom som en möjlighet i analysen av läromedlet. För ett fåtal lärare har användandet av NOKflex synliggjort nya aspekter av undervisningen som de inte har arbetat med tidigare, där exempelvis en lärare förklarar att:

Sen jag började undervisa i NOKflex så tror jag att jag har blivit mer medveten om att jobba på det här planet med redovisningar. Jag tror inte att jag lika aktivt tänkte på det när jag hade en bok. För min egen del bara. Vilket är bra. Det är utvecklande för mig att jag börjar tänka i de banorna på ett annat sätt.

Det digitala läromedlet möjliggör en differentiering och individualisering av undervisningen genom att rapporteringen av data åskådliggör vad eleverna har gjort respektive inte gjort och lärarna kan därmed stödja elever efter enskilda behov. Samtliga av lärarna använder statistiköversikten för att initiera någon typ av anpassning av undervisningen eller för att stödja eleverna efter deras behov. Detta synliggörs exempelvis genom att flera lärare beskriver att statistiken och resultat från diagnoser hjälper dem att snabbare se och följa upp en elev som har halkat efter. Ett flertal lärare nämner att de hänvisar till statistiköversikten för att sätta upp individuella mål eller strategier för lärande vid individuella samtal med eleverna, vilket bidrar till en individualisering av undervisningen. Ett fåtal av lärarna hävdar att deras uppfattning om var eleverna befinner sig skulle varit lika god utan tillgång till statistiköversikten. Dock nämner någon enstaka lärare att det går snabbare att få en uppfattning om elevernas status med tillgång till statistiköversikten.

7.2.3 Sociala funktioner

Elev-digitalt läromedel-matematik

Flera av lärarna beskriver att användning av digitala läromedel bidrar till mer samarbete. Ungefär hälften av lärarna upplever dock ingen skillnad från när eleverna arbetar med en bok. För de lärare som använder lektionsaktiviteterna kopplade till begrepp och problemlösning, upplever de att utformningen kan bidra till diskussioner. Dessutom använder några av lärarna funktionen "skicka in lösning" i läromedlet som diskussionsunderlag i helklass och elever emellan.

7.2.4 Skapa och välja lektionsinnehåll

Lärare-digitalt läromedel-matematik

Den främsta möjligheten som de flesta av lärarna upplever är att användning av det digitala läromedlet frigör tid vid planering tack vare att det finns färdigt och lättillgängligt material att variera undervisningen med. Exempelvis använder några lärare diagnosverktyget ibland som "exittickets", vilket är en aktivitet som används för att snabbt utvärdera elevernas förståelse av det som har undervisats i slutet av en lektion. Ett fåtal av lärarna varierar undervisningen genom att använda funktionen "skicka in lösning" för läxor och ungefär hälften av lärarna nyttjar de färdiga lektionsaktiviteterna kopplade till begrepp och problemlösning. Se Bilaga D för fler exempel som de intervjuade lärarna upplever frigör tid vid användning av NOKflex. En lärare, som främst skapar eget material, upplever inte att användningen av NOKflex frigör tid:

Jag skulle ju kunna välja att liksom bara köra begreppsaktiviteter från NOKflex och bara köra diagnoser därifrån. Då hade jag ju såklart frigjort tid. Om jag hade valt det liksom. Samtidigt som jag hade haft hyfsad kvalitet liksom. Ja, nu gör inte jag det.

Samtliga lärare använder NOKflex tillsammans med den digitala anteckningsresursen OneNote. Detta upplever majoriteten av lärarna som en tidseffektiv kombination av digitala lärresurser, eftersom de kan kopiera material från NOKflex och klistra in i OneNote. De kan exempelvis kopiera och klistra in lösningar som eleverna har skickat in, definitioner, exempel, bilder, och diagram. Lärarna ser det som en möjlighet att såväl lärarna som eleverna har tillgång till funktionerna i NOKflex, trots att funktionerna inte alltid används. En lärare beskriver att:

Du har ju som lärare alternativet att använda dem eller inte använda dem. Så det är nog det viktigaste med digitala läromedel tycker jag, att det finns så mycket alternativ för lärare att nyttja. Vilka du nyttjar som lärare och inte är helt upp till dig. Men att de finns där är ju super, superbra.

En annan aspekt kopplat till planering är att innehållet är uppdaterat efter den senaste kursplanen. Exempelvis nämner några lärare att de var tvungna att använda NOKflex i Matematik 5 en termin eftersom det inte hade hunnit komma en ny upplaga av den analoga matteboken. Dessutom upplever många av lärarna att det är fördelaktigt med det digitala läromedlets möjlighet till att uppdateras utmed kurserna.

7.2.5 Lokalisering och användning av multimedia-material

Lärare-digitalt läromedel-matematik

Flera av lärarna nämner att videoklippen är användbara eftersom läraren kan hänvisa till videogenomgångarna om det exempelvis inte blir en lektion eller om eleverna inte kan komma till lektionen. Ingen av lärarna hämtar inspiration från videoklippen för egen planering. En lärare såg videoklippen som en möjlighet för att variera undervisningen med flippat klassrum, detta fungerade däremot inte eftersom eleverna inte tittade på videoklippen.

7.2.6 Skapa, välja och spara prov för bedömning

Lärare-digitalt läromedel-matematik

Majoriteten av lärarna skapar och använder diagnoser för att se om eleverna har förstått ett innehåll. Dock påpekar vissa av lärarna begränsningarna med att diagnoserna främst består av rutinuppgifter med korta svar. Dessa lärare menar att diagnoserna varken stimulerar elevers tänkande eller genererar någon värdefull information till läraren om hur eleven har tänkt. I högre kurser som Matematik 4 och Matematik 5, har en lärare valt att avstå från att använda diagnosverktyget eftersom uppgifterna inte är tillräckligt utvecklade.

7.2.7 Generera statistiköversikt över elevdata

Lärare-digitalt läromedel-elev

Alla intervjuade lärare använder statistik över elevernas aktivitet och prestationer för att stödja elevernas lärandeprocess, däremot i olika utsträckning. Ungefär hälften av lärarna använder statistiköversikten för att se samband mellan resultat på prov och statistik i NOKflex. Ungefär hälften av lärarna nämnde att de ser tydliga samband mellan hur mycket eleverna räknar i NOKflex och elevernas resultat på prov. Några av lärarna upplever att statistiken ger starka argument vid individuella samtal med eleverna, som exempelvis varför det inte går bra för eleven. En lärare beskriver att det får eleven att förstå problemet:

Och att medvetandegöra det för eleverna själva och säga att du kan inte ställa högre krav på att få högre resultat än så här, för ditt jobb motsvarar inte högre arbetsinsats.

Däremot påpekar majoriteten av lärarna att de inte kan använda och lita på statistiköversikten i allt för stor utsträckning eftersom statistiken kan vara missvisande eller felaktig av olika orsaker, se Bilaga D.

Här finns en motsättning i att majoriteten av lärarna litar på statistiken genom att de inte ser några problem med att eleverna ligger före i planeringen, utan endast när elever har halkat efter. Detta gjorde att en lärare fick en falsk trygghet om en elevs kunskaper vid ett tillfälle:

Så märkte jag att han alltid var en eller två lektioner framför. Men jag kommenterade inte det. Jag tänkte bara att det var säkert en ambitiös elev. Sen när vi skrev prov så skrev han inte ett godkänt prov. Det mesta var väldigt, mycket konstigt och mycket nonsens. Alltså en elev som var väldigt svag. Men det passade inte med bilden jag hade av eleven.

Flera lärare betonar även att det är viktigt att skilja på att statistiken över elevernas prestationer i läromedlet eftersom det inte har något att göra med elevernas förmågor. En lärare använder statistiköversikten för egen återkoppling eftersom den kan synliggöra om läraren har gått igenom något lite otydligt.

7.2.8 Elevers digitala kompetens och preferens

Elev-digitalt läromedel-matematik

Alla lärare i fallstudien ser att samtliga elever har en tillräcklig digital kompetens för att navigera i NOKflex. Dock upplever ett fåtal av lärarna att det är svårare för eleverna att få en överblick över det digitala läromedlets innehåll jämfört med att bläddra i en bok. Det framstod däremot inte som ett stort hinder enligt ungefär hälften av lärarna eftersom NOKflex är ett lättanvänt digitalt läromedel, även om det kan ta mer eller mindre tid för olika elever att lära sig navigera i innehållet. Enstaka lärare förklarar att elevernas svårigheter med att använda läromedlet är beroende av när och hur eleverna har introducerats till läromedlet. Exempelvis upplevs det som en mindre utmaning att introducera NOKflex i årskurs ett på gymnasiet jämfört med i senare årskurser där eleverna i tidigare matematikkurser har arbetat med traditionella matematikböcker. Det påverkar även om läraren har gått igenom navigeringen tillräckligt tydligt för eleverna vid kursens början.

7.2.9 Lärares digitala kompetens

Lärare-digitalt läromedel-matematik

Alla lärare har själva valt att använda det digitala läromedlet och ingen av lärarnas digitala kompetens hämmar dem vid användandet av NOKflex. Alla lärare förklarar att de primärt har lärt sig använda programmet själva, med möjlighet till stöd från kollegor. En lärare nämner att detta hade kunnat vara mer av en utmaning om en lärare som använder det digitala läromedlet inte har kollegor att vända sig till. En lärare lyfter att det kan vara en utmaning för nya eller mer oerfarna lärare att använda ett digitalt läromedel eftersom det kan ta tid innan man lär sig nyttja fördelarna och innan fördelarna överväger nackdelarna. Lärarna upplever även att NOKflex hade kunnat vara mer användarvänlig i vissa avseenden så att en del funktioner i det digitala läromedlet hade kunnat nyttjas i större utsträckning.

7.3 Sammanfattning

Sammanfattningsvis synliggör användningen av ramverket av Choppin m.fl. (2014) att NOKflex erbjuder såväl lärarna som eleverna flera olika funktioner att nyttja. NOKflex är ett adaptivt läromedel som bland annat erbjuder videogenomgångar, lektionsaktiviteter, diagnosverktyg samt statistik över elevernas prestationer och aktivitet i läromedlet. NOKflex har ett inbyggt självvärterande system och lärarna kan ge återkoppling på elevernas lösningar i läromedlet, två funktioner som båda möjliggör differentiering och individualisering av undervisningen. I intervjuerna framkom det att NOKflex frigör tid i lärarnas planering tack vare läromedlets färdiga aktiviteter och att läromedlet fungerar väl tillsammans med den digitala anteckningsboken OneNote. Eleverna har tillgång till stödfunktioner som hjälper dem att lösa uppgifter samt statistik som färgkodas efter hur eleverna presterar i läromedlet.

Statistiken bidrar till att såväl eleverna som lärarna kan få kontroll på elevernas lärandeprocess, samtidigt som det kan ge båda en falsk trygghet om elevernas kunskaper till följd av missvisande statistik. Lärarna kan använda statistiken som ett effektivt underlag vid individuella samtal. Stödfunktionerna kan vara motivationshöjande för eleverna, samtidigt som de riskerar att rikta fokus mot snabb lösning av uppgifter, de överanvänds eller leder till en minskad interaktion med läraren. NOKflex stödfunktioner, videogenomgångar och statistik möjliggör differentiering och individualisering av undervisningen. Det finns en utmaning i att eleverna redovisar lösningar i låg utsträckning, vilket dock förblir ovisst om det beror på användningen av det digitala läromedlet. Däremot har NOKflex funktion ”skicka in lösning” bidragit till att synliggöra denna problematik för lärarna samt att de kan använda funktionen för att anpassa för utmaningen.

Lärarna upplever att elevernas motivation till att lära sig matematik påverkar i vilken utsträckning skrivandet av matematik på datorn och distraktion till att göra annat på datorn blir en utmaning för elevernas lärande. Dock kan skrivandet av matematik på datorn uppmärksamma eleverna på detaljer i matematiken som annars hade kunnat förbises. Användningen av begreppet digital kompetens från TPACK-modellen (Mishra & Koehler, 2006) visar att både lärarna och eleverna upplevs besitta en tillräcklig digital kompetens för att navigera, använda och effektivt nyttja det digitala läromedlets möjligheter. Lärarna ser det som en möjlighet att NOKflex kan uppdateras utifrån den senaste kursplanen. Samtidigt finns det en utmaning, men också en utvecklingspotential, med att skapa en ännu mer användarvänlig upplevelse i programmet för såväl lärarna som eleverna.

Avslutningsvis, visar användningen av den didaktiska tetraedern (Rezat & Sträßer, 2012) och ramverket av Choppin m.fl. (2014) att det digitala läromedlet NOKflex erbjuder lärarna och eleverna funktioner som kan gynna elevernas lärande och lärarnas praktik. Det uppstår däremot fler utmaningar kopplade till elevernas lärande jämfört med lärarnas praktik. Lärarna upplever alternativet att använda det digitala läromedlets samtliga erbjudna funktioner som en möjlighet, eftersom detta möjliggör för såväl lärarna som eleverna att undervisa respektive lära på ett sätt som passar individen bäst. Utmaningen för lärarna är att kunna anpassa undervisningen efter de nya förutsättningar som skapas så att användningen av det digitala läromedlet främjar elevernas lärande.

8 Diskussion

I diskussionen ställs fallstudiens resultat mot den tidigare forskning som presenterats i examensarbetet. Därefter kopplas resultaten och slutsatserna i relation till konsekvenserna för lärarprofessionen och undervisningens praktik. Fallstudiens begränsningar diskuteras i kapitel 5.5 i metoddiskussionen.

8.1 Möjligheter och utmaningar för elevers lärande

Resultatet visar att det digitala läromedlets stödfunktioner kan vara motivationshöjande för eleverna, vilket även framkommer i studien av Utterberg Modén m.fl. (2021). Enligt lärarna upplevdes stödfunktionerna fungera som ett effektivt komplement utöver lärarnas stöd i elevernas lärandeprocess, vilket är i enlighet med vad Utterberg Modén m.fl. (2021) och Özyurt m.fl. (2012) lyfter. I resultatet framkommer det att eleverna i studien kan få en ökad disciplin när de använder det digitala läromedlet, vilket stämmer överens med studien av Rosen och Beck-Hill (2012). Rosen och Beck-Hill (2012) menar att denna ökade disciplin är en bidragande faktor till att elevers matematikinläring förbättras vid användning av digitala läromedel. En förbättring av elevernas matematikinläring är dock inget som majoriteten av de intervjuade lärarna kunde uttala sig om, eftersom detta är svårt att mäta när varje klass är unik. Lärarna upplevde däremot att det digitala läromedlet gynnar elevernas lärande av decimaltal och antal gällande siffror. Enligt tidigare forskning visar flera studier på en förbättrad matematikinläring vid användning av digitala läresurser (Vaillant m.fl., 2021; Zwart m.fl., 2017; Turel & Ozer Sanal; 2018; Boström m.fl., 2018; Choppin m.fl., 2014; Utterberg Modén m.fl., 2021).

Studien av Vaillant m.fl. (2021) baseras på lärares uppfattningar och tyder på att den förbättrade inläringen är till följd av elevers ökade motivation vid användningen av digitala verktyg. Lärarna i denna fallstudie upplevde inte att de kunde göra ett sådant ställningstagande om en förbättring av elevernas inläring, däremot såg flera av lärarna att användningen av NOKflex bidrar till en ökad motivation hos eleverna likt studien av Vaillant m.fl. (2021). En möjlig förklaring till skillnaden avseende om elevernas inläring förbättras eller inte, skulle kunna förklaras av skillnader i elevgrupperna, där både denna studie och studien av Vaillant m.fl. (2021) baseras på lärarnas uppfattningar av dessa. En annan potentiell förklaring skulle kunna vara att studien av Vaillant m.fl. (2021) baseras på användningen av digitala verktyg, vilket enligt Skolverkets (2024b) definition kan inkludera tillgång till grafitande verktyg med dynamiska representationer, en funktion som inte är tillgänglig i NOKflex. Den förbättrade matematikinläringen som framkom i studierna av Boström m.fl. (2018) och Skolforskningsinstitutet (2017) baseras nämligen på att eleverna hade möjlighet till dynamiska representationer i läromedlet. Med utgångspunkt i flera studier (Boström m.fl., 2018; Dyrvold, 2022; Usiskin, 2018; Skolforskningsinstitutet, 2017), skulle NOKflex möjligtvis kunna ha potential att främja elevernas engagemang och förståelse av matematik ytterligare om det fanns möjlighet till att uttrycka matematiska processer i dynamisk form.

8.1.1 Utmaningar i lärandet åtgärdas av anpassningar

Samtidigt som stödfunktionerna i NOKflex visar sig kunna stödja elevernas inläring, kan tillgången till stödfunktioner bli kontraproduktiv för elevernas lärande om de överanvänds eller leder till fokus på snabb lösning av uppgifter. Detta resultat överensstämmer med Utterberg Modén (2021). Dock menar Utterberg Modén (2021) att elevers fokus på snabb lösning av uppgifter dessutom leder till att elever redovisar sina lösningar i mindre utsträckning. Flera studier tyder på att elever dokumenterar lösningar i mindre utsträckning vid användning av digitala läromedel (Weinhandl m.fl., 2021; Zaitoun m.fl., 2023; Utterberg m.fl. 2019). Utterberg Modén (2021) argumenterar för att detta leder till en motsättning i att lärare och styrdokument betonar långsiktiga mål och en processororienterad syn på lärande, samtidigt som elever vid användning av digitala läromedel tenderar att skifta deras fokus mot snabb lösning av uppgifter. Det kan dessutom enligt Zaitoun m.fl. (2023) hämma elevers lärande.

Majoriteten av lärarna i denna studie ställer sig tveksamma till ifall eleverna hade redovisat lösningar även om traditionella böcker hade använts istället för ett digitalt läromedel. Däremot instämmer någon enstaka lärare med Weinhandl m.fl. (2021) om att digitala läromedel kan hämma elevers förmåga till kommunikation eller resonemang i enlighet med Usiskin (2018). Ett fåtal av lärarna uttrycker däremot att användningen av NOKflex har bidragit till att synliggöra hur de kan arbeta med elevernas förmåga med att redovisa lösningar. Exempelvis har NOKflex funktion att ”skicka in lösning” uppmärksammat dessa lärare på att de med jämna mellanrum kan be eleverna att skicka in lösningar så att eleverna kan få återkoppling på dessa samt att lösningarna kan diskuteras i helklass. Detta var ett arbetssätt som några av lärarna upplevde att de annars kanske inte hade tänkt på att genomföra. Detta resultat talar emot Utterberg Modén (2021) och Utterberg m.fl. (2019) som hävdar att lärare exkluderas från elevernas lärandeprocess till följd av att elever inte redovisar sina lösningar vid användning av digitala läromedel. Det talar även emot Dyrvold (2022) påstående om att digitala läromedel frångår eleverna möjligheten till att skriva med penna och papper. Denna studie visar snarare att elevernas förmåga till att redovisa lösningar är en förmåga som lärarna potentiellt behöver vara uppmärksamma på och arbeta aktivt med. I denna studie anpassar sig gruppen lärare till utmaningen med att elever redovisar i låg utsträckning, vilket kan vara en anledning till att lärarna inte upplever nämnvärda problem med elevernas redovisningar jämfört med studierna av Utterberg Modén (2021), Utterberg m.fl. (2019) och Dyrvold (2022). Den motiverade elevgruppen i fallstudien kan även vara en bidragande faktor till att eleverna väljer att träna på att redovisa sina lösningar, trots att användningen av ett digitalt läromedel enligt studierna av Utterberg Modén (2021), Utterberg m.fl. (2019) och Dyrvold (2022) medför att elever redovisar i mindre utsträckning.

8.1.2 Användning av datorer medför utmaningar

Examensarbetets resultat tyder på att användandet av dator kan bli en utmaning för elevernas lärande. Framförallt framkommer elevernas distraktion till att göra annat än matematik samt inmatning av matematikspråk på datorn som två utmaningar vid inläringen. Att distraktion kan vara problematiskt i elevers inläring överensstämmer med OECD (2024), Boström m.fl. (2018) och Skolverket (2023). Distraktionen var däremot inget stort problem upplevde lärarna i denna studie, särskilt inte bland de mest motiverade eleverna. Detta fall tyder därmed på att elevernas motivation till att lära sig matematik kan få betydelse för i vilken utsträckning distraktion till att göra annat på datorn blir en utmaning för elevernas lärande.

Inmatning av matematikspråk på datorn är dock ingen utmaning som framkommer i tidigare forskning, däremot framstår elevers digitala kompetens i att kunna navigera i det digitala läromedlet som ett hinder (Bouck m.fl., 2016) och som kan hämma elevers lärande (White, 2019; Grönlund m.fl., 2018). Detta upplevdes inte som en särskilt stor utmaning utifrån lärarnas upplevelser. Det kan enligt lärarna bero på att NOKflex är ett lättanvänt digitalt läromedel, att eleverna främst bestod av teknikelever, eleverna var motiverade samt att lärarna har gått igenom tydligt hur eleverna ska navigera sig i läromedlet. Lärarnas uppfattning är dock att det kan vara svårare för elever att skapa sig en överblick över innehållet i det digitala läromedlet, vilket överensstämmer med Usiskin (2018) och Dyrvold (2022). Dessutom kan eleverna, enligt lärarna i denna studie, ha svårt för förändringen i bytet från att använda bok till ett

digitalt läromedel i enlighet med fler studier (Bouck m.fl., 2016; Weinhandl m.fl., 2024; Weinhandl m.fl. 2021). Dock menar flera av lärarna i detta fall att majoriteten av elevernas uppfattningar ofta tenderar till att ändras till det positiva. Återigen är det viktigt att belysa elevgruppens betydelse för den positiva förändringen i elevernas uppfattningar av att arbeta i det digitala läromedlet.

Tidigare studier visar att elever inte föredrar att arbeta i ett digitalt läromedel vilket beror på att lärare inte nyttjar digitala läromedels möjligheter till att skapa varierande lärmiljöer (Woody m.fl., 2010; Dyrvold, 2022, Bouck m.fl., 2016). Resultatet av denna studie visar att lärarna nyttjar flera av funktionerna i det digitala läromedlet för att skapa varierande lärmiljöer, vilket därmed kan vara en anledning till att eleverna uppskattar NOKflex. Läromedelstypen kan påverka skillnaderna i resultatet här, eftersom NOKflex är en exklusiv plattform (Usiskin, 2018) med fler funktioner att nyttja, jämfört med den minimala plattformen (Usiskin, 2018) i studien av Woody m.fl. (2010) som var en e-bok. En annan möjlig förklaring kan vara att fallstudiens lärare själva har valt att använda det digitala läromedlet, vilket kan vara en indikation på att de är engagerade till att använda det digitala läromedlet till dess fulla potential. Skillnaderna i resultaten kan dessutom bero på att lärarna har den digitala kompetens som krävs för att nyttja de möjligheter som det digitala läromedlet erbjuder, utifrån vad Boström m.fl. (2018) och Utterberg m.fl. (2019) lyfter.

Resultaten om att lärarna hade en god digital kompetens skiljer sig dock från många studier (Boström m.fl., 2018; Utterberg m.fl., 2019; Pacurar & Clad, 2015; Handal m.fl., 2013; Bray & Tangney, 2017). Denna skillnad kan bero på att urvalet av lärare i denna studie utgick från lärare som redan använder, och dessutom själva valt att använda, digitala läromedel samt att flera av lärarna arbetade på teknikprogrammet. Detta är parametrar som kan indikera att lärarna var intresserade och erfarna av att arbeta med digital teknik, till skillnad från lärarna i studierna av Pacurar och Clad (2015) och Utterberg m.fl. (2019) där urvalet inte tidigare hade använt digitala läromedel. Urvalet av lärare får därmed betydelse för hur lärare använder digitala läromedel, i enlighet med resultatet av Pacurar och Clad (2015).

8.1.3 Varierade lärmiljöer, differentiering och individualisering

Resultaten visade att lärarna använder det digitala läromedlet för att variera undervisningen samt att NOKflex bidrar till varierande lärmiljöer för lärarna att nyttja, vilket överensstämmer med Remillard m.fl. (2018) och Utterberg m.fl. (2019). Lärarna i denna studie använder dock inte de tillgängliga videoklippen för att variera undervisningen med exempelvis flippat klassrum, vilket flera studier föreslår (Rosen & Beck-Hill, 2012; Zaitoun m.fl., 2023; Weinhandl m.fl., 2021; Muir & Geiger, 2016; Pepin m.fl., 2017). En lärare har dock prövat flippat klassrum, vilket inte fungerade eftersom eleverna inte tittade på videoklippen. Detta överensstämmer inte med Muir och Geigers (2016) intervjustudie som visade att elever slutförde läxan när den bestod av att de skulle kolla på en video. Däremot upplevdes videoklippen som användbara för att hänvisa till att eleverna kan titta på utanför klassrumstid, vilket även framkom som en möjlighet i studien av Özyurt m.fl. (2013). Även om lärarna inte varierar undervisningen med alla läromedlets tillgängliga funktioner, finns det varierande lärmiljöer för eleverna att nyttja utifrån sin individuella kunskapsnivå, preferens och behov i enlighet med flera studier (Choppin m.fl., 2014; Zhidkikh m.fl., 2023; Utterberg Modén m.fl., 2021; Boström m.fl., 2018, Shores & Smith, 2011). Dessa källor menar dessutom att tillgången på videoresurser främjar ett djupare lärande.

I enlighet med resultatet, visar flera studier att de varierande lärmiljöerna främjar en differentierad och individualiserad undervisning (Weinhandl m.fl., 2021; Remillard m.fl., 2018; Rosen & Beck-Hill, 2012; Courtney, 2021; Hersh, 2020; Utterberg m.fl., 2019; Muir & Geiger, 2016; Choppin m.fl., 2014). Exempelvis differentieras och individualiseras undervisningen tack vare elevernas möjlighet till stöd i det digitala läromedlet, vilket även framkommer i studierna av Özyurt m.fl. (2012), Remillard m.fl. (2018) och Özyurt m.fl. (2013). Differentiering och individualisering möjliggörs även eftersom, i enlighet med Utterberg m.fl. (2019), det digitala läromedlet är adaptivt, har tillgång till automatiserad feedback samt rapporterar resultat till såväl eleverna som lärarna. I denna studie framkommer det dessutom att resultatdata som rapporteras till lärarna, kan möjliggöra differentiering och individualisering genom att den synliggör hur och vilka elever som behöver stöd.

8.2 Möjligheter och utmaningar för lärares praktik

Den främsta möjligheten som de flesta av lärarna upplever är att användning av det digitala läromedlet frigör tid vid planering tack vare att det finns färdigt och lättillgängligt material att variera undervisningen med. Detta stämmer överens med vad Zaitoun m.fl. (2023) och Utterberg m.fl. (2019) lyfter. Dessutom indikerar denna studie att NOKflex kan fungera effektivt tillsammans med den digitala resursen OneNote, vilket majoriteten av lärarna upplever är en tidseffektiv kombination. NOKflex diagnosverktyg har ett inbyggt självvärterande system som möjliggör för lärarna att effektivt kunna variera undervisningen med exempelvis exittickets eller korta diagnoser som direkt rapporterar elevernas resultat. Lärarna upplever att detta ger dem en snabb, men dock begränsad, överblick över elevernas kunskaper. Detta är i linje med Utterberg m.fl. (2019) som lyfter att digitala läromedel kan effektivisera bedömningen tack vare de självvärterande system som finns tillgängliga, samtidigt som det finns begränsningar i den information som digitala läromedlets självvärterande system kan förse lärarna med. Resultatet överensstämmer dock inte med argumentationen som Utterberg m.fl. (2019) för om att lärare därmed förlorar information om elevers komplexa resonemang. Lärarna i denna studie ser snarare diagnosverktygets självvärterande system som ett sätt att snabbt få en överblick av elevernas kunskaper på enstaka lektioner, medan de får insikt i elevernas komplexa resonemang på andra sätt.

I enlighet med Sjödén (2014), ser lärarna i denna studie det digitala läromedlet som en avlastning för lärarnas planering, genomförande och bedömning, snarare än en ersättning. Däremot framkom det en utmaning i att resultaten från diagnoserna inte alltid är pålitliga eftersom diagnosverktygets automatiska rättning blir fel. Det finns även andra aspekter av NOKflex som tyder på att det finns en utvecklingspotential i utformningen av det digitala läromedlet (se kapitel 7) för att gynna lärarnas användande av NOKflex ytterligare, vilket överensstämmer med studierna av Choppin m.fl. (2014) och Dyrvold (2022). Resultatet i denna studie visar dessutom att många av lärarna ser en fördel med det digitala läromedlets möjlighet till att kunna uppdateras och utvecklas på ett sätt som inte är möjligt med en traditionell bok.

8.2.1 Statistik för återkoppling

Resultatet visar att statistiken över elevernas prestationer används för att stödja och följa upp elever i linje med Remillard m.fl. (2018). Det framkommer dessutom att lärarnas sätt att nyttja statistiken medför att de differentierar och individualiserar undervisningen. Detta bekräftar Courtneys (2021) konstaterande om att differentieringen av undervisningen beror av att lärare vet hur man kan använda läromedlets tillgångar för att differentiera undervisningen. Lärarna stödjer eleverna genom att ge individuell återkoppling till elever på deras lärandeprocess utifrån statistiken, i enlighet med studien av Rosen och Beck-Hill (2012). Dessutom möjliggör statistiken för lärarna att snabbare identifiera elever som inte följer den planerade undervisningen, vilket överensstämmer med Utterberg Modén (2021) och Boström m.fl. (2018). Förutom att lärarna får en ökad kontroll över elevernas arbetsinsats, som även Utterberg Modén (2021) belyser, bidrar statistiken till att eleverna får ökad kontroll över sin lärandeprocess. I resultatet identifierades en utmaning här, eftersom både lärarna och eleverna kan få en falsk trygghet om elevernas kunskaper till följd av missvisande statistik av olika anledningar.

Flera av lärarna betonar vikten av att inte likställa statistiken över elevernas prestationer i läromedlet med elevernas förmågor i linje med studien av Utterberg Modén (2021). Till skillnad från Utterberg Modéns (2021) studie, uttrycks detta inte som en utmaning av de deltagande lärarna. I detta avseende visar resultatet att lärarna i denna studie har den förståelse för kunskapsmålen som krävs för att kunna använda statistiken på ett relevant sätt. En lärare använder även statistiken för egen återkoppling för att exempelvis synliggöra vilket innehåll som behöver förtydligas, vilket är en möjlighet som framkommer i flera studier (Boström m.fl., 2018; Ramli m.fl., 2022; Vaillant m.fl., 2021).

8.2.2 Förändrade interaktioner i klassrummet

Det framkommer i resultatet att elevernas tillgång på stödfunktioner kan leda till mindre interaktion mellan läraren och eleverna, vilket skiljer sig från studien av Rosen och Beck-Hill (2012) som observerade en högre interaktion i relationen vid användning av digitala läromedel. Interaktionen kan även förändras i den mening att eleverna undviker att göra misstag, vilket Utterberg Modén (2021) ser som en utmaning i lärarens och elevens kommunikation med varandra. Samtidigt visar resultatet att det digitala läromedlet främjar interaktionen genom att möjliggöra att lärarna kan ge formativ återkoppling på elevernas lösningar i det digitala läromedlet samt fånga upp de elever som halkar efter i statistiken.

Att digitala läromedel har potential till att gynna den formativa bedömningens roll i matematikundervisningen är det flera studier som talar för (Sjödén, 2014; Pepin m.fl.; 2017). Interaktionen visar sig även förändras elever emellan vid användning av digitala läromedel, där studien av Rosen och Beck-Hill (2012) visade på ett ökat elevsamarbete. Detta stämmer överens med resultatet, där flera av lärarna upplevde att NOKflex inbyggda aktiviteter uppmuntrar till elevsamarbete. Detta talar delvis emot Ruthven (2012) och Utterberg Modén (2021), som menar att digitala läromedel inte uppmuntrar till samarbete elever emellan, vilket även stämmer överens med ungefär hälften av lärarna i denna studies upplevelser. Detta kan bero på hur lärarna nyttjar funktionerna i läromedlet, eftersom de lärarna som använde NOKflex aktiviteter som diskussionsunderlag i helklass och elever emellan, var de lärare som oftast upplevde ett ökat samarbete mellan elever.

8.3 Slutsatser och vidare studier

Examensarbetet, tillsammans med tidigare forskning, belyser att digitala läromedel erbjuder lärare och elever funktioner som kan gynna elevers lärande och lärares undervisningspraktik. I denna studie framgår det att användningen av digitala läromedel kan frigöra tid för lärarnas planering samt ger såväl lärarna som eleverna en realtidsinsikt i elevernas lärandeprocess. Digitala läromedel möjliggör för både lärarna och eleverna att nyttja varierande lärmiljöer, vilket möjliggör en differentierad och individualiserad undervisning.

I denna fallstudie identifieras utmaningar med det digitala läromedlet NOKflex som framförallt är kopplade till elevernas lärande. Utmaningarna som framkommer är att det finns en ökad tendens för mindre motiverade elever att lösa uppgifter snabbt samt att de lätt distraheras till att göra annat på datorn. Dessutom kan lärarna och eleverna ingivas en falsk trygghet om elevernas kunskaper till följd av missvisande statistik. Utmaningarna är till stor del beroende av lärarnas kompetens när det gäller att hantera dem i undervisningen. I denna fallstudie innebär detta att lärarna har den digitala kompetensen, anpassningsförmågan samt förtroendet med styrdokumentet för att nyttja det digitala läromedlet så att det främjar elevernas lärande trots utmaningarna.

Eftersom interaktionerna mellan lärare och elever samt elever emellan visar sig kunna förändras vid användningen av digitala läromedel, är det viktigt att lärare kontinuerligt utvärderar hur de använder läromedel, så att det gynnar relationerna i klassrummet och elevers lärande. Detta kan appliceras oavsett vilket läromedel som används. I enlighet med Skolverkets (2023) analys beror elevers måluppfyllelse av lärarens kompetens i att använda digitala läromedel. I detta arbete identifieras att de möjligheter och utmaningar som lärarna upplever vid användning av det digitala läromedlet dessutom kan förstärkas respektive förminsкас beroende av lärarens digitala kompetens samt dess förmåga att anpassa undervisningen utefter det digitala läromedlets förutsättningar.

Trots att digitala läromedel har potential att främja både undervisning och lärande, finns det ännu inte forskning som fastställer dess inverkan på elevers måluppfyllelse. I väntan på sådan forskning är det därför viktigt att lärare fortsätter att utvärdera användningen av digitala läromedel och anpassar undervisningen för att främja elevers lärande, i samstämmighet med Skolverkets (2023) slutsats. Den digitaliserade undervisningen är vidare i brådskande behov av forskning som klargör konsekvenserna för elevers måluppfyllelse i matematik vid användningen av digitala läromedel.

Referenslista

- Backman, J. (2016). *Rapporter och uppsatser*. (3 rev uppl.). Studentlitteratur.
- Bergvall, I., & Dyrvold, A. (2021). A Model for Analysing Digital Mathematics Teaching Material from a Social Semiotic Perspective. *Designs for Learning*, 13(1), 1–7.
- Betänkande 2023/24:UbU9. *Övergripande skolfrågor*. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/betankande/overgripande-skolfragor_hb01ubu9/html/
- Boström, L., Sjöström, M., Karlsson, H., Sundgren, M., Andersson, M., Olsson, R. & Åhlander, J. (2018). *Digital visualisering i skolan: Mittuniversitetets slutrapport från förstudien*. Sundsvall: Mittuniversitetet
- Bouck, E. C., Pei-Lin Weng, & Satsangi, R. (2016). Digital versus Traditional: Secondary Students with Visual Impairments' Perceptions of a Digital Algebra Textbook. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 110(1), 41–52. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1177/0145482X1611000105>
- Bray, A., & Tangney, B. (2017). Technology usage in mathematics education research - A systematic review of recent trends. *COMPUTERS & EDUCATION*, 114, 255–273. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1016/j.compedu.2017.07.004>
- Chen, J. (2022). Construction of a Random Matrix Model of Curriculum System Based on Digital Technology in the Context of Smart Education. *Mathematical Problems in Engineering*, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2022/3226087>
- Choppin, J., Carson, C., Borys, Z., Cerosaletti, C., & Gillis, R. (2014). A Typology for Analyzing Digital Curricula in Mathematics Education. *International Journal of Education in Mathematics. Science and Technology*, 2(1), 11–25.
- Courtney, S. (2021). Differentiating Mathematics Instruction in Remote Learning Environments: Exploring Teachers' Challenges and Supports. *Mathematics Teacher Education and Development*, 23(3), 182–206.
- Christoffersen, L., & Johannessen, A. (2018). *Forskningsmetoder för lärarstudenter*. (S. Andersson, Övers.; 4 uppl.). Studentlitteratur. (Originalutgåvan publicerad 2015)
- Denscombe, M. (2018). *Forskningshandboken: för småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna* (P. Larson, Övers.; 4 uppl.). Studentlitteratur. (Originalutgåvan publicerad 2014)
- Dockendorff, M., & Zaccarelli, F. G. (2024). Successfully preparing future mathematics teachers for digital technology integration: a literature review. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1080/0020739X.2024.2309273>
- Dyrvold, A. (2022). Missed Opportunities in Digital Teaching Platforms: Under-Use of Interactive and Dynamic Elements. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 41(2), 135–161.
- Grönlund, Å., Wiklund, M., & Böö, R. (2018). No name, no game: Challenges to use of collaborative digital textbooks. *Education and Information Technologies*, 23(3), 1359–1375.
- Gueudet, G., Pepin, B., Sabra, H., & Trouche, L. (2016). Collective Design of an E-Textbook: Teachers' Collective Documentation. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19(2–3), 187–203. <https://doi.org/10.1007/s10857-015-9331-x>

- Gulz, A., & Haake, M. (2014). Att stödja och utforska lärande med hjälp av digitala läromedel. I A. Persson & R. Johansson (Red.), *Vetenskapliga perspektiv på lärande, undervisning och utbildning i olika institutionella sammanhang: utbildningsvetenskaplig forskning vid Lunds universitet* (s. 45–64). Lunds universitet.
- Gymnasieskolan. (2011). Skolverket. <https://www.skolverket.se/undervisning/gymnasieskolan/laroplan-program-och-amnen-i-gymnasieskolan/laroplan-gyll-for-gymnasieskolan>
- Handal, B., Campbell, C., Cavanagh, M., Petocz, P., & Kelly, N. (2013). Technological Pedagogical Content Knowledge of Secondary Mathematics Teachers. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education (CITE Journal)*, 13(1), 22–40.
- Hersh, M. (2020). *Technology for inclusion (Background paper prepared for the 2020 global education monitoring report: Inclusion and education)*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Global Education Monitoring Report.
- Hwang, S., Flavin, E., & Lee, J.-E. (2023). Exploring Research Trends of Technology Use in Mathematics Education: A Scoping Review Using Topic Modeling. *Education and Information Technologies*, 28(8), 10753–10780. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1007/s10639-023-11603-0>
- Järlhage, L. (2024, 9 februari). Skarp kritik från SKR: "Staten tar inte sitt ansvar". *Skolledaren*. <https://www.skolledaren.se/aktuellt/nyheter/2024/2/skarp-kritik-fran-skr-staten-tar-inte-sitt-ansvar/>
- Kaplar, M., Radovic, S., Veljkovic, K., Simic-Muller, K., & Maric, M. (2022). The Influence of Interactive Learning Materials on Solving Tasks That Require Different Types of Mathematical Reasoning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(2), 411–433. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1007/s10763-021-10151-8>
- Koljonen, T. (2020). *Finnish mathematics curriculum materials and teachers' interaction with them in two cultural-educational contexts*. [Doktorsavhandling, Åbo Akademi University]. LUBsearch. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-12-4002-7>
- Meany, T., Huru, H. L. & Kvivesen, M. (2023). Preservice and inservice teachers' views on digital tools for diverse learners in mathematics education. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 28 (3-4), 103-123.
- Mertasari, N. M. S., Paraniti, A. A. I., & Mahardika, P. A. (2023). COVID-19 effect: Profile of student learning motivation during online learning. *NURTURE: Journal of Pakistan Home Economics Association*, 17(2), 129–136. <https://doi.org/10.55951/nurture.v17i2.245>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Motion 2022/23:1209. *Programmering som ett eget obligatoriskt ämne*. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/motion-programmering-som-ett-eget-obligatoriskt-amne_ha021209/
- Muir, T., & Geiger, V. (2016). The Affordances of Using a Flipped Classroom Approach in the Teaching of Mathematics: A Case Study of a Grade 10 Mathematics Class. *Mathematics Education Research Journal*, 28(1), 149–171. <https://doi.org/10.1007/s13394-015-0165-8>
- Natur & Kultur. (u.å). *Förlaget*. Hämtad 2024-05-13 från <https://www.nok.se/om-natur-kultur/forlaget>
- OECD. (2024). *Students, digital devices and success* (102). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9e4c0624-en>
- Otsuka, Y. (2021). Evaluation of the effect of ICT in education on the academic literacy of high school students. *2021 Ninth International Symposium on Computing and Networking Workshops (CANDARW)*, 305–308. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1109/CANDARW53999.2021.00058>

- Pacurar, E., & Clad, N. (2015). Interactive Whiteboards and Digital Teaching Book to Secondary School Teachers and Contextual Affordances: Hybrid or Substitute?. *Journal of Educational Technology Systems*, 43(3), 266–288. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1177/0047239515570577>
- Pepin, B., Choppin, J., Ruthven, K., & Sinclair, N. (2017). Digital curriculum resources in mathematics education: Foundations for change. *ZDM*, 49(5), 645–661. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0879-z>
- Ramli, I. S. M., Maat, S. M., & Khalid, F. (2022). Digital Game-Based Learning and Learning Analytics in Mathematics. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 13(1), 168–176. <https://doi.org/10.47750/pegegog.13.01.19>
- Remillard, J., van Steenbrugge, H., Machalow, R., Koljonen, T., Hemmi, K., & Krzywacki, H. (2018). Examining Elementary Teachers' Use of Digital Instructional Resources: A CrossCultural Study. I H.-G. Weigand, A. Clark-Wilson, A. Donevska-Todorova, E. Faggiano, N. Grønbaek, & J. Trgalova (Red.), *Proceedings of the Fifth Erme Topic Conference (ETC 5) on Mathematics Education in the Digital Age (MEDA), 5-7 September 2018, Copenhagen, Denmark* (s 201–208). European Society for Research in Mathematics Education, University of Copenhagen.
- Rezat, S., & Sträßer, R. (2012). From the didactical triangle to the socio-didactical tetrahedron: artifacts as fundamental constituents of the didactical situation. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 44(5), 641–651. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1007/s11858-012-0448-4>
- Rhine, S., Driskell, S. O. S., Rolf, K. R., Hurdle, Z., & Bundock, K. (2021). The Mathematics Digital Curriculum Boom: How Are Programs Selected?. *Curriculum and Teaching Dialogue*, 23(1–2), 213–228.
- Rosen, Y., & Beck-Hill, D. (2012). Intertwining Digital Content and a One-to-One Laptop Environment in Teaching and Learning: Lessons from the Time to Know Program. *Journal of Research on Technology in Education*, 44(3), 225–241.
- Ruthven, K. (2012). The didactical tetrahedron as a heuristic for analysing the incorporation of digital technologies into classroom practice in support of investigative approaches to teaching mathematics. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 44(5), 627–640. <https://doi.org/10.1007/s11858-011-0376-8>
- Saal, P. E., van Ryneveld, L., & Graham, M. A. (2019). The Relationship between Using Information and Communication Technology in Education and the Mathematics Achievement of Students. *International Journal of Instruction*, 12(3), 405–424.
- Small, M. L. (2009). “How many cases do I need?” On science and the logic of case selection in field-based research. *Ethnography*, 10(1), 5–38.
- Shores, M. L., & Smith, T. G. (2011). Designing and Developing Lesson Plans for K-12 Classrooms. *Computers in the Schools*, 28(1), 27–38. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1080/07380569.2011.551087>
- Sjödén, B. (2014). Vad är ett bra digitalt läromedel?. I A. Persson & R. Johansson (Red.), *Vetenskapliga perspektiv på lärande, undervisning och utbildning i olika institutionella sammanhang: utbildningsvetenskaplig forskning vid Lunds universitet* (s. 79–94). Lunds universitet.
- Skolverket. (2018). *Digitaliseringen i skolan-möjligheter och utmaningar*. <https://www.skolverket.se/publikationsserier/forskning-for-skolan/2018/digitaliseringen-i-skolan---mojligheter-och-utmaningar>
- Skolverket. (2022, 1 juli). *Ämne - Matematik*. <https://www.skolverket.se/undervisning/gymnasieskolan/laroplan-program-och-amnen-i-gymnasieskolan/gymnasieprogrammen/amne?url=907561864%2Fsyllabuscw%2Fjsp%2Fsubject.htm%3FsubjectCode%3DMAT%26version%3D11%26tos%3Dgy&sv.url=12.5dfce44715d35a5cdfa92a3>
- Skolverket. (2023). *Digitalisering i förskolan och skolan – vad och varför?*. Hämtad 2024-04-29 från <https://www.skolverket.se/om-oss/var-verksamhet/skolverkets-prioriterade-omraden/digitalisering-i-forskolan-och-skolan---vad-och-varfor>

- Skolverket. (2024a). *Om digitala nationella prov*. Hämtad 2024-05-04 från <https://www.skolverket.se/skolutveckling/digitala-nationella-prov/om-digitala-nationella-prov>
- Skolverket. (2024b). *Så väljer och värderar du digitala lärresurser*. Hämtad 2024-04-29 från <https://www.skolverket.se/skolutveckling/inspiration-och-stod-i-arbetet/stod-i-arbetet/sa-valjer-och-varderar-du-digitala-larresurser>
- Trouche, L., Rocha, K., Gueudet, G., & Pepin, B. (2020). Transition to digital resources as a critical process in teachers' trajectories: the case of Anna's documentation work. *ZDM: Mathematics Education*, 52(7), 1243–1257. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01164-8>
- Turel, Y. K., & Ozer Sanal, S. (2018). The effects of an ARCS based e-book on student's achievement, motivation and anxiety. *Computers & Education*, 127, 130–140. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.08.006>
- Usiskin, Z. (2018). Electronic vs. Paper Textbook Presentations of the Various Aspects of Mathematics. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 50(5), 849–861. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1007/s11858-018-0936>
- Utterberg Modén, M. (2021). *Teaching with Digital Mathematics Textbooks - Activity Theoretical Studies of Data-Driven Technology in Classroom Practices*. [Doktorsavhandling, Göteborgs universitet]. LUBsearch. <http://hdl.handle.net/2077/69472>
- Utterberg, M., Tallvid, M., Lundin, J., & Lindström, B. (2019). Challenges in Mathematics Teachers' Introduction to a Digital Textbook: Analyzing Contradictions. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 38(4), 337–359.
- Utterberg Modén, M., Tallvid, M., Lundin, J., & Lindström, B. (2021). Intelligent Tutoring Systems: Why Teachers Abandoned a Technology Aimed at Automating Teaching Processes. *Proceedings of the 54th Hawaii International Conference on System Sciences*, 1538–1547. DOI:10.24251/HICSS.2021.186
- Vaillant, D., Zidán, E. R., & Bentancor-Biagas, G. (2021). Plan CEIBAL and the incorporation of digital tools and platforms in the teaching of mathematics according to the teachers' perceptions. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 17(12).
- Vetenskapsrådet. (2017). *God forskningssed*. <https://www.vr.se/analys/rapporter/vara-rapporter/2017-08-29-god-forskningssed.html>
- Weinhandl, R., Houghton, T., Lindenbauer, E., Mayerhofer, M., Lavicza, Z., & Hohenwarter, M. (2021). Integrating technologies into teaching and learning mathematics at the beginning of secondary education in Austria. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 17(12). <https://doi.org/10.29333/ejmste/11428>
- Weinhandl, R., Mayerhofer, M., Houghton, T., Lavicza, Z., Kleinförchner, L. M., Anđić, B., Eichmair, M., & Hohenwarter, M. (2024). Enhancing user-centred educational design: Developing personas of mathematics school students. *Heliyon*, 10(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24173>
- White, T. (2019). Artifacts, Agency and Classroom Activity: Materialist Perspectives on Mathematics Education Technology. *Cognition and Instruction*, 37(2), 169–200. <https://doi.org/10.1080/07370008.2019.1578775>
- Woody, W. D., Daniel, D. B., & Baker, C. A. (2010). E-books or textbooks: Students prefer textbooks. *Computers & Education*, 55(3), 945–948. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1016/j.compedu.2010.04.005>
- Zaitoun, E., Shana, Z., Shater, A., Naser, K., & Mukattash, Z. (2023). Does flipping the classroom with videos and notetaking promote high school students' performance in mathematics?. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 19(6), 1–16. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.29333/ejmste/13200>

- Zhidkikh, D., Saarela, M., & Kärkkäinen, T. (2023). Measuring self-regulated learning in a junior high school mathematics classroom: Combining aptitude and event measures in digital learning materials. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(6), 1834–1851. <https://doi-org.ludwig.lub.lu.se/10.1111/jcal.12842>
- Zwart, D. P., Van Luit, J. E. H., Noroozi, O., & Goei, S. L. (2017). The Effects of Digital Learning Material on Students' Mathematics Learning in Vocational Education. *Cogent Education*, 4(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2017.1313581>
- Özyurt, Ö., Özyurt, H., Baki, A., Güven, B., & Karal, H. (2012). Evaluation of an adaptive and intelligent educational hypermedia for enhanced individual learning of mathematics: A qualitative study. *Expert Systems with Applications*, 39(15), 12092–12104. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.04.018>
- Özyurt, Ö., Özyurt, H., Baki, A., & Güven, B. (2013). Integration into mathematics classrooms of an adaptive and intelligent individualized e-learning environment: Implementation and evaluation of UZWEBMAT. *Computers in Human Behavior*, 29(3), 726–738. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.11.013>

Bilaga A: Samtyckesblankett

Samtycke till deltagande i examensarbete vid avdelningen Matematik NF, Lunds universitet

Jag samtycker till att medverka i examensarbetet *Lärares möjligheter och utmaningar vid användning av digitala läromedel i matematikundervisningen*.

Detta examensarbete undersöker frågeställningarna:

1. Vilka funktioner erbjuder digitala läromedel som påverkar elevers och lärares interaktion med läromedlet?
2. Vilka möjligheter och utmaningar uppstår i samband med användning av digitala läromedel i matematikundervisningen i gymnasieskolan?

Datainsamlingen kommer att göras genom kvalitativa intervjuer, med fokus på lärares användning av digitala läromedel utifrån de möjligheter och utmaningar som de upplever när de använder digitala läromedel. Därför behöver de personuppgifter om läraren som kan ha påverkan på resultaten samlas in.

Information om personuppgiftsbehandlingen

Följande personuppgifter kommer att behandlas:

- Vilket program läraren arbetar på.
- Ungefär hur många år läraren har varit yrkesverksam.
- Ungefär hur många års erfarenhet läraren har av att använda digitala läromedel i matematikundervisningen.
- Lärares kontaktuppgifter.

Följande känsliga personuppgifter kommer att behandlas:

- Inga känsliga personuppgifter kommer att behandlas.

Personuppgifterna kommer att behandlas på följande sätt:

- Kontaktuppgifter används endast i syfte att boka tider för intervju.
- Personuppgifterna kommer att behandlas konfidentiellt.
- Fingerade namn kommer att användas.
- Data (tex kontaktuppgifter och ljudinspelning från intervju) kommer endast användas i samband med examensarbetet och därmed inte delas med andra eller användas för andra syften.
- Ljudinspelning vid intervju sker med diktafon.
- Förvaring av samtliga data sker på en krypterad enhet.
- Samtliga personuppgifter och data som har samlats in i samband med examensarbetet kommer att raderas när examensarbetet är examinerat med godkänt betyg.

Respondenter bibehåller rätten att när som helst dra sig ur och avbryta sitt deltagande under examensarbetets gång utan några negativa konsekvenser.

Vi delar inte dina personuppgifter med tredje part.

Lunds universitet, Box 117, 221 00 Lund, med organisationsnummer 202100-3211 är personuppgiftsansvarig. Du hittar Lunds universitets integritetspolicy på www.lu.se/integritet

Du har rätt att få information om de personuppgifter vi behandlar om dig. Du har också rätt att få felaktiga personuppgifter om dig själv rättade. Om du har klagomål på vår behandling av dina personuppgifter kan du kontakta vårt dataskyddsombud via dataskyddsombud@lu.se. Du har även rätt att inge klagomål till tillsynsmyndigheten (Integritetsskyddsmyndigheten, IMY) om du tycker att vi behandlar dina personuppgifter på ett felaktigt sätt.

Jag samtycker till att medverka i examensarbetet *Lärares användning av digitala läromedel utifrån dess möjligheter och utmaningar i undervisningen*.

Ort	Underskrift
Datum	Namnförtydligande

Bilaga B: Intervjuguide

Fetstilt och kursiverad text är kommentarer som ska ge stöd till intervjuaren.

Intervjuguide

1. Se till att inspelningsutrustningen är redo och står på ett optimalt sätt.
2. Få en bekräftelse på att det är okej att spela in diskussionen på band och försäkra om att informationen kommer att behandlas konfidentiellt.
3. Berätta om undersökningens syfte och kort om bakgrunden till varför jag är intresserad av ämnet.

Intervjuns förlopp

1. Hur länge har du jobbat som matematiklärare?
 - a. Vilka fler ämnen har du?
 - b. Vilka mattekurser har du just nu?
2. Hur länge har du arbetat med digitala läromedel?
 - a. Vilket/vilka digitala läromedel arbetar du med?
3. Varför valde du att arbeta med digitala läromedel?
 - a. Ej självvalt: vem har tagit beslutet?
4. Hur ser en typisk lektion ut för dig?
 - a. Genomgång, eget räknande, gruppaktiviteter eller andra aktiviteter.
 - b. Fördelning mellan genomgång och eget räknande.

Tema 1: Funktioner som påverkar elevers interaktion

Lärandeupplevelsen

1. Hur tycker du att det digitala läromedlet bidrar till elevernas lärande av matematik?

Exempelvis:

- *högre motivation hos eleverna*
- *högre prestation*
- *automatisk feedback: poäng, färgkodad data, direkt feedback (rätt/fel svar), elever kan se sin statistik.*
- *stödfunktioner/material: ledtrådar, titta på lösning, inmatningshjälp, videoklipp, programmeringsverktyg (kontrollfrågor & problemlösningsprincip), flaggade uppgifter, adaptiv funktion.*
- *ökad kontroll på eleverna: blir det minskad frånvaro, förbättrad disciplin, bättre prestationer etc.*

2. På vilka sätt, om några, tycker du att digitala läromedel hämmar elevernas inläring?

Exempelvis:

- *digital kompetens*
- *Tekniska problem → elever gör inget på en lektion om datorn är urladda*
- *elever överanvänder stödfunktioner*
- *Snabb lösning av uppgifter: stödfunktioner som titta på lösning (→ tappa kontroll), automatisk feedback, adaptiv funktion, antecknar inte, skriver endast svar och inte lösningar på uppgifter, antecknar inte.*
- *Svårt att navigera, inte tillräckligt bra stödfunktioner, hittar inte avsnitten de ska arbeta på*
- *Ingen preferens för läromedlet, gå in på andra hemsidor när datorn är framme, distraktion.*

3. Hur anpassar du för att motverka att det digitala läromedlet hämmar elevernas inläring?

Exempelvis:

- *be enskilda elever skicka in lösning*
- *anpassar tillgängliga stödfunktioner i NOKflex*

Differentiering/individualisering

1. På vilka sätt, om några, tycker du att det digitala läromedlet bidrar till att du kan möta elevers olika behov eller anpassa för elever som behöver stöd?

Exempelvis:

- *formativ bedömning: tex genom att be enskilda elever skicka en lösning, diagnosverktyg, utifrån statistiköversikt.*
 - *videoklipp, lektionsaktiviteter*
 - *diagnosverktyg: skapa diagnoser till enskilda elever*
 - *statistiköversikt: Vad gör du när du ser att en elev inte följer den planerade undervisningen? Tex om de hamnar efter/Är jättemycket före? → Hur stödjer du eleverna?*
 - *stödmateriel och stödfunktioner till elever*
2. På vilka sätt, om några, tycker du att det digitala läromedlet hämmar dig i att möta elevers olika behov/anpassa för elever som behöver stöd?

Exempelvis:

- *antecknar i mindre grad → man ser inte elevernas uträkningar utan bara svar*
- *inte tillräckligt utvecklat program: om läraren ändrar tillgängliga stödfunktioner så ändras detta för alla.*
- *digital kompetens*
- *Stödfunktioner som titta på lösning, man vet inte hur elevernas inlärningsprocess har varit (→ tappa kontroll)*

Sociala funktioner

1. På vilket/vilka sätt, om några, ser du att det digitala läromedlet bidrar till socialt lärande och samarbete mellan eleverna till skillnad från när de arbetar med en traditionell lärobok?

Exempelvis:

- *Elever diskuterar och samarbetar med varandra när de gör uppgifter, tävlingar, poängsystem (elever uppmuntrar varandra till att få mer poäng), lektionsaktiviteter kopplade till begrepp och problemlösning samt att elever kan skicka in en lösning som kan diskuteras i helklass, högre elevengagemang.*
- a. Bidrar inte till att elever samarbetar mer: Hur ser du till detta, fördel/nackdel?
 - Nackdel: varför? *Hur anpassar du för detta?*
 - Fördel: varför? *Exempelvis fördel att elever kan arbeta mer individuellt?*

Tema 2: Planering och genomförande av undervisning

1. Vilka fördelar kopplat till planering och genomförande av undervisningen upplever du med NOKflex kopplat till... vilka nackdelar kopplat till planering och genomförande av undervisningen upplever du med NOKflex

Kopplat till

- *videoklipp (tex varierande lärmiljöer för lärarna att utnyttja, nackdel att inte kunna kontrollera materialet som den digitala läroboken förser eleverna med, som exempelvis videoklipp, skrivna texter och uppgiftslösningar, tycker inte videoklippen löser uppgiften på ett bra sätt)*
- *aktiviteter (kopplade till begrepp och problemlösning, de som liknar lärobokens)*
- *Diagnosverktyg*
- *Läxor (diagnosverktyg, meddelanden)*
- *Lärrarhandledning*
- *Programmeringsverktyget*
- *Statistiköversikten över eleverna*

Tema 3: Bedömning

1. På vilka sätt, om några, använder du det digitala läromedlet kopplat till bedömning?

Exempelvis:

- *För att skapa prov/diagnoser? Dela diagnoser med varandra?*
- *Formativ bedömning*
- *Använder inte: Varför använder du det inte? (andra resurser, läromedlet är otillräckligt)*

2. Vilka fördelar kopplat till bedömning upplever du med NOKflex?

Kopplat till exempelvis:

- *Diagnosverktyg (formativ bedömning, återkoppling)*
- *Statistiköversikt (formativ bedömning, återkoppling, hänvisa till resultat vid möten)*
- *Skicka in lösning (formativ bedömning)*

3. Vilka nackdelar kopplat till bedömning upplever du med NOKflex?

Kopplat till exempelvis:

- *Diagnosverktyg (begränsade funktioner)*
- *Statistiköversikt (läser sig, begränsad statistik, man kan inte se elevernas faktiska kunskaper)*

4. På vilka sätt upplever du att användning av NOKflex bidrar eller hämmar kopplat till:

- *inspiration*
- *tid (att navigera i NOKflex, eller att det digitala inte funkar ibland)*
- *relationer med eleverna (ökad kontroll?)*
- *varierande lärmiljöer att utnyttja (som exempelvis aktiviteter, diagnoser, distansundervisning)*
- *ditt eget utvecklingsarbete*
- *(formativ bedömning)*

Avslutande frågor

1. Något annat du vill tillägga kopplat till möjligheter och utmaningar när du använder NOKflex?

Avslutning av intervjun

Tacka den som intervjuas för tiden

Tema 1: Funktioner som påverkar elevernas interaktion med digitala läromedel

Kategori	Digitala läromedlets erbjudna funktioner	Möjligheter från lärarnas perspektiv	Umaningar från lärarnas perspektiv	
Lärandeupplevelsen	I teoriavsnittet kan elever välja om de vill visa eller dölja lösningen för de exempel som finns. Elever har även tillgång till videogenomgångar i teoriavsnittet. Elever har tillgång till ett programmeringsverktyg. NOKflex är ett adaptivt läromedel som presenterar övningar i en ordning som beror på elevens individuella svar i det inre bakgrundssnittet som eleven arbetar på. Eleven kan välja om övningarna ska lösas i grupp eller enskilt och länkar till forumbid. NOKflex tillåter till viss del från att behålla sin hjälplösning och elever får poäng och statistik från förskottade efter hur de löser uppgifterna, som beror på hur mycket hjälp de tar av läromedlet samt om de svarar rätt eller fel på uppgiften. Elever kan välja vilka funktioner som ska vara aktiva och inte som exempelvis färgkodad statistik och adaptiv funktion. Elever får direkt feedback om de svarar rätt eller fel svar på en uppgift. Elever kan se statistik över deras klarade uppgifter och arbetade minuter en särskild tidsperiod. Elever kan räcka upp handen i läromedlet om läraren aktiverar denna funktion. Läraren kan se vilken elev och hur många elever som behöver hjälp och vilken övning det handlar om.	<i>elev-digitalt läromedel-matematik</i> Halften av lärarna upplever att elever tittar på videogenomgångar och videobeskrivningar. Dessa, nämner några lärare, är bra för elever när de arbetar hemma, om de inte har förstått lärarens förklaring eller behöver ta igen material från en lektion. Några lärare lyfter att programmeringsverktyget är bra för elever med syftet att låra sig programmera. Majoriteten av lärarna upplever att poäng och färger upplevs leda till ökad motivation, där exempelvis poängjakten leder till att eleverna vill kora och göra till sig uppgifter. Majoriteten av lärarna upplever att poäng och färger upplevs leda till ökad motivation, där exempelvis poängjakten leder till att eleverna vill kora och göra till sig uppgifter. Majoriteten i svararna bär på positiva till elevernas lärande upplever majoriteten av lärarna eftersom de behöver tänka mer själva när de behöver skriva in exakt rätt svar, som exempelvis när det kommer till decimaltal där läromedlet inte nöjer sig med ett ungefärligt rätt svar. Kopplat till avrundning och antal gällande siffror. Den direkta feedbacken, menar ungefär halften av lärarna, bidrar till elevernas lärande eftersom elever måste testa sig fram först för att få feedback eftersom de inte kan se svaret på nästa uppgift. Det är även färre fel i facit eftersom dessa kan redigeras direkt av förläggaren när lärare ger feedback, vilket är en fördel vid ny utgiven kursplan. De lärare som använder läromedlets handuppräddning upplever att det bidrar till en lugnare lärandemiljö i klassrummet samt att elever kan räkna fler uppgifter på lektionen när de inte behöver vänta på läraren med en hand uppe. Flera lärare betonar att det finns en fördel med att använda digitala läromedel i undervisningen eftersom det tar mindre tid från undervisningen när elever byter mellan andra digitala resurser som exempelvis kunskapsmaprisen eller Geogebra. Majoriteten av lärarna kan inte uttala sig om användningen av digitala läromedel leder till bättre matematikinläring.	<i>elev-digitalt läromedel-matematik</i> Alla lärarna upplever att elever överanvänder läromedlets stödfunktioner och fokuserar på snabb lösning av uppgifter. Detta leder till att elever helst inte redovisar lösningar när de gör uppgifter, vilket leder till att många lärare bättrare på att lösa uppgifter än på att redovisa dem. Dock, är majoriteten av lärarna osäkra på om detta egentligen beror på användningen av det digitala läromedlet, utan att de ändå inte hade redovisat. Däremot beskriver enskilda lärare att elevernas mindre grad av redovisningar av lösningar inte ger lärarna så bra överblick eftersom de har koll på eleverna på andra sätt samt att de tränar eleverna på att redovisa lösningar, exempelvis genom att ge hela klassen skicka in värsin lösning. Samtliga av lärarna finner elevernas överanvändning av läromedlets stödfunktioner samt fokus på snabb lösning av uppgifter som ett problem, särskilt när det kommer till övningar och resursernas uppgifter, eftersom eleverna främst bryr sig om poäng eller färg i statistiken snarare än att låra sig matematik. Detta, nämner några lärare, leder till att eleverna får en felaktig uppfattning om hur mycket de har gjort eller förstått på ett avsnitt. <i>elev-digitalt läromedel-lära</i> Tillgången på stödfunktioner kan leda till att en väldigt tytt elev kan föredra att använda det digitala läromedlet framför att fråga läraren, vilket leder till mindre interaktion med en sådan elev. Ett fåtal lärare upplever att funktionen att skicka in lösning inte är tillräckligt användbar för värdan lärare att skriva feedback till elever (man kan inte rita eller skriva bilden och det är svårt att skriva matematik i text) eller elever att se att de har fått feedback. Den individuella feedbacken kostar även lärarna mycket tid upplever ungefär halften lärarna. Flera lärare beskriver dessutom problem med att eleverna inte kollar på sin feedback. Detta är en anledning till varför en lärare väljer att inte använda funktionen, utan hellre går runt i klassrummet för att kolla på elevernas lösningar i stunden. Några av lärarna upplever att användning av statistiköversikten leder till att elever fokuserar på att lösa uppgifter snabbt eller bluffar statistik för att statistiken ska se bra ut i lärarens vy. Detta kan enligt någon lärare exempelvis vara till följd av att elever blir rädda för att blottas sina fel för läraren. Statistiköversikten över elevernas prestationer i uppgifterna har heller inte något att göra med elevernas förmågor lyfter några lärare. Dessa leder till att lärarna inte alltid kan lita på statistiken för att stöda elever.	Lärarna nämner ingen utmaning kopplat till denna kategori.
Differentiering och individualisering	Stödfunktioner och stödmaterial: Elever kan exempelvis använda videogenomgångar, uppgifternas ledtrådar, titta på lösningar eller videolösningar och inlämningshjälp efter behov. Videoklipp och aktiviteter: I exempelvis i funktionen "skicka in lösning", där elever skickar en foto av sin lösning till läraren, kan lärare se hur individuella elever har tänkt och resonerat i lösningar och ge återkoppling till enskilda elever. Statistiköversikt: Lärare kan se statistik över eleverna på olika sätt (siffror, färg- och mustrakodad data) som exempelvis hur mycket tid elever har spenderat i läromedlet, hur mycket hjälp elever har tagit i läromedlet samt vad elever har räknat på. Programmeringsverktyg: Programmeringsverktygets övningar finns som stödmaterial för eleverna i lärandeprocessen och exempelvis förklarar till svar, kontrollfärgar samt att programmeringsverktyget följer problemlösningsprincipen. Diagnosverktyg: Lärare kan se enskilda elevers resultat från diagnoser.	<i>elev-digitalt läromedel-matematik</i> Differentiering och individualisering möjliggörs genom att eleverna kan använda digitala läromedlets stödfunktioner och stödmaterial utifrån sin individuella kunskapsnivå, preferens och behov. Detta kan exempelvis handla om när hjälpen från läraren inte finns med, elever arbetar hemma eller använder stödfunktioner för att självständigt lösa lösningar genom att jämföra läromedlets lösning med deras egna lösning. Det blir även en individualisering genom läromedlets adaptiva funktion i att anpassa sig efter elevernas kunskapsnivå och prestationer samt att elever kan själva välja att aktivera eller koppla bort funktioner för att anpassa sin lärandeprocess. Individualisering möjliggörs genom att eleverna blir medvetna och får kontroll på sin lärandeprocess när de kan se statistik över deras klarade uppgifter, hur de har klarat uppgifterna och arbetade minuter en särskild tidsperiod. Differentiering och individualisering möjliggörs genom att programmeringsverktyget är utformat på ett sätt så att elever läser in materialet till stor del själva med tillgången till stöd som en utförlig handledning i läromedlet, feedback och integrerade stödfunktioner.	<i>elev-digitalt läromedel-lära</i> Det blir en differentiering genom läromedlets tillgångar på videoklipp och aktiviteter vilka tillåter lärare att integrera fler inlämningsförlar som kan möta fler elevers olika behov vid inlämningen. Exempelvis nämner ungefär halften av lärarna att de använder NOKflex funktion "skicka in lösning" för att ge en skriftlig feedback till enskilda elever på deras lösningar eftersom elever inte redovisar lösningar när de gör uppgifter. Individualisering möjliggörs genom att eleverna själva är flexibla i att ta till sig innehållet på ett sätt som passar deras inlärningsstil samt lärare använder funktionen att ge individuell feedback till elever när de skickar in lösning, vilket ungefär halften av lärarna gör. Det blir en differentiering och individualisering genom att det digitala läromedlet åskådliggör saker som sker och att elever blir sedda genom att läraren kan använda statistik över elevernas prestationer i uppgifter, aktiviteter och resultat från diagnoser för att anpassa undervisningen och stöda eleverna efter deras behov. Flera lärare nämner att statistiköversikten hjälper dem i att snabbare få koll på vad elever har gjort respektive inte gjort, jämfört med vid användning av en fysisk lärobok. Halften av lärarna upplever även en ökad disciplin bland eleverna. Det blir även en individualisering genom att läraren kan använda statistik över elevernas prestationer och resultat från diagnoser för att stöda och följa upp enskilda elever i deras lärandeprocesser. Detta kan exempelvis göras genom individuella samtal där lärare och elev kan sitta upp individuella mål eller strategier för lärande. Majoriteten av lärarna använder statistiköversikten för att stöda elever som har hamnat efter. Ett fåtal lärare upplever dock inte att det digitala läromedlet bidrar för att möta elevers olika behov, utan det är beroende av läraren. Ett fåtal lärare menar också att även utan tillgång till statistiköversikten, hade de haft lika bra koll på var eleverna befinner sig. Differentiering och individualisering möjliggörs genom att lärarna kan använda diagnosverktyget för att skapa diagnoser för enskilda elever utifrån deras individuella behov. Detta var dock inget de intervjuade lärarna som gjorde.	
Sociala funktioner	Det digitala läromedlet uppmuntrar till socialt lärande och samarbete i lektionsaktiviteterna som är kopplade till begrepp och problemlösning. Där nyttjas den digitala miljöns interaktivitet genom videoklipp, läromedlet kan slumpa grupper i läromedlet (läraren kan redigera gruppsammansättning och gruppsstorlek) och läromedlets vyer anpassas efter om eleverna ska svara enskilt, i grupp eller i helklass. Man kan tillåta elever gå med i tävlingarna i NOKflex. Då kan elever tävla enkelt eller klassvis mot andra elever eller klasser som exempelvis i NOKflex belysningar i klasskampen och Sverigekampen. Där försöker eleverna samla så mycket poäng som möjligt. Lärare kan ge feedback på elevers lösningar i funktionen "skicka in lösning".	<i>elev-digitalt läromedel-matematik</i> Flera av lärarna beskriver att användning av digitala läromedel bidrar till mer samarbete tack vare olika faktorer, som exempelvis att elever kan få hjälp i datorn, diskutera en inmatning eller om en elevs dator har slut på batteri leder det till samarbete. Ungefär halften av lärarna upplever dock ingen skillnad från när elever arbetar med en bok.	<i>elev-digitalt läromedel-lära</i> För de lärare som använder lektionsaktiviteterna, kopplade till begrepp och problemlösning samt aktiviteten då elever skickar in en lösning i läromedlet, upplever de att aktiviteterna leder till diskussioner.	

Bilaga C: Tema 1

Bilaga D: Tema 2

Kategori	Digitala läromedlets erbjudna funktioner	Möjligheter från läraernas perspektiv	Utmanningar från lärarnas perspektiv
Kartlägga lektioner och organisera innehåll	Lärare kan använda läromedlet för planering av lektioner genom att översiktligt se samtligt innehåll med alla avsnitt och har möjlighet att förhandsgranska övningarna eleverna får tilldelade på ett specifikt avsnitt. Lärare kan även använda NOKiflex förslag på tidsplan eller NOKiflex generella statistik för att kartlägga hur lång tid som behövs för ett avsnitt. Statistiken visar exempelvis genomsnittstiden för hur länge elever i NOKiflex arbetar med övningar i ett avsnitt och vilka övningar flest elever haft problem med. Lärare kan till viss del organisera innehåll i en viss ordning genom att dölja eller visa hela eller delar av avsnitt, men inte ändra i vilken ordning avsnitten kommer.	<i>Lärare-digitalt läromedel-matematik</i> Majoriteten av lärarna använder statistik över elevernas prestationer i övningar och aktiviteter samt resultat från diagnoser för att välja innehåll till kommande lektioner och därmed anpassa planeringen av undervisningen efter elevernas och gruppens behov. <i>Lärare-digitalt läromedel-elev</i> En lärare följer innehåll som inte är relevant för eleverna.	<i>Lärare-digitalt läromedel-matematik</i> Ett fåtal lärare upplever att det är svårare att planera tidsåtagelsen för innehåll i en kurs med ett digitalt läromedel eftersom det inte är lika översiktligt som med en vanlig lärobok, där exempelvis alla uppgifter syns direkt till skillnad från när man skrollar på en dator. Det blir svårt att se helheten. Dock nämnde några av lärarna att detta inte blir så stor utmaning tack vare deras erfarenhet, men det hade kunnat vara bil en utmaning för en lärare med mindre erfarenhet.
Skapa och välja innehåll till lektioner	Lärare kan till viss del påverka vilka uppgifter eleverna gör eftersom att lärare (men även elever) kan välja om den adaptiva funktionen i verktyget ska vara aktiv eller inte. Lärare kan välja, men inte ändra, innehåll till lektioner genom att exempelvis flaggmarkera de uppgifter som läraren vill att elever uppmärksammar under lektionen. Lärare kan dock inte ta bort specifika övningar för eleverna på avsnitten och inte heller ändra innehållet som presenteras för elever i exempelvis teoriavsnittet. Lärare har till varje avsnitt tillgång till teoriavsnitt, motsvarande lärobokens, med lösta exempel, video genomgång, minst en lektionsaktivitet samt en färdig diagnos som kan användas för undervisningen. Lärare kan även själv skapa eller redigera färdiga diagnoser som behandlar antingen ett eller flera olika avsnitt. I teori genomgången finns lösta exempel, motsvarande utformningen av teori genomgång i läroboken. Lärare kan välja följande innehåll och aktiviteter till lektioner: - Teoriavsnitt med lösta exempel och videoklipp med lärarledda genomgångar. - Diagnoser - Lektionsaktiviteter kopplade till begrepp och problemlösning samt att elever kan fotografera och skicka in lösning. - Programmeringsuppgifter i programmeringsverktyg	<i>Lärare-digitalt läromedel-matematik</i> Den främsta möjligheten som de flesta av lärarna upplever är att användning av det digitala läromedlet frigör tid till planering, förutom en lärare som skapar mycket eget material. "Jag skulle ju kunna välja att liksom bara köra begreppsaktiviteter från NOKiflex och bara köra diagnoser därifrån. Då hade jag ju skårat frigtid tid. Om jag hade valt det liksom. Samtidigt som jag hade haft hyfsad kvalitet liksom. Ja, nu gör inte jag det." Lärarna tycker generellt det är bra att resurserna finns för elevernas skull trots att de inte använder allt själva, eftersom såväl lärarna som eleverna har möjlighet till att använda resurserna om de vill. Lärarna beskriver att det digitala läromedlet frigör tid kopplat till flera olika parametrar i planeringen: - NOKiflex fungerar effektivt tillsammans med den digitala resursen OneNote eftersom lärarna kan kopiera material från NOKiflex och klistra in i OneNote. Exempelvis kan de kopiera och klistra in lösningar som elever har skickat in, definitioner, exempel, bilder och diagram. Detta upplever de flesta av lärarna som en stor fördel. Någon nämner även att det är fördelaktigt att kunna projicera läroboken direkt på tavlan tack vare att det är digitalt. - Det finns färdigt och lättillgängligt material som lektionsaktiviteter och diagnoser för att variera undervisningen. Exempelvis använder några lärare diagnosverktyget som "exit tickets" och funktionen att "skicka in lösning" använder flera lärare i undervisningen för gruppdiskussioner medan ett fåtal av lärarna använder funktionen till läxor. - Flera ser det som en fördel att det finns färdigt material i programmeringsverktyget som de kan använda sig av, särskilt om läraren själv inte har programmerat mycket innan. Dock har de flesta av lärarna tillgång till ett annat material, kollegiets egenskapade material, som är mer relevant för deras elever (teknikelever). - NOKiflex automatiska anpassning av uppgifter efter elevernas prestationer underlätar lärarens arbete genom att man inte behöva välja ut uppgifter till eleverna, upplever en lärare. Innehållet är uppdaterat efter den nyaste kursplanen. Exempelvis nämner några lärare att de var vungna att använda NOKiflex i Matematik 5 en termin för att det inte hade hunnit komma en ny upplaga av den analoga matteboken. De flesta lärarna ser det inte som en begränsning att aktiviteterna inte kan redigeras, utan de har andra resurser för att skapa eget material som exempelvis Kunskapsmatrisen.	<i>Lärare-digitalt läromedel-matematik</i> NOKiflex nyttjar inte alltid den digitala miljön: - Det finns inte tillräckligt med uppgifter i läromedlet, istället anpassar flera av lärarna med andra resurser eller eget material för såväl elever som behöver stöd som utmaning. Detta upplevs generellt dock inte som en begränsning av läromedlet eftersom att de använder andra lättillgängliga resurser för dessa syften. Dock nämner en lärare att det kunde funnits fler uppgifter som exempelvis är snabba och som kan plockas fram i slutet av en lektion. - En av lärarna nämner att det i aktiviteterna inte finns möjlighet att ändra i aktiviteterna, samtidigt som det är skönt att materialet är färdigt. - Teorin är presenterad i statistik form som i en lärobok trots möjligheter till dynamiska representationer och uppgifter. Om datorn inte fungerar behöver lärarna alltid ha en plan B i planeringen. Ett fåtal lärare upplever att lektionsaktiviteterna och diagnoser är tidskrävande från lektionerna. När eleverna skickar in lösningar kan det även bli "ett hot mot arbetsron" eftersom denna aktiviteten ibland görs enklast med hjälp av mobilen. <i>Lärare-digitalt läromedel-elev</i> Den adaptiva funktionen är mindre bra på områden med ett mindre antal uppgifter, då hade en lärare önskat kunna styra så att eleverna behöver göra alla uppgifter på avsnittet.
Lokalisera och använda multimedia-material	Lärare kan använda följande multimedia-material: - Videoklipp med lärarledda genomgångar - Videolösningar	<i>Lärare-digitalt läromedel-elev</i> Möjligheten till att lärare kan flagga uppgifter ger eleverna en överblick över vilka uppgifter som är relevanta och inte.	<i>Lärare-digitalt läromedel-matematik</i> En lärare har testat att använda videoklipp för flippat klassroom, vilket inte fungerade eftersom eleverna inte tittade på videoklippen.
Skapa och spara anteckningar	Man kan inte skapa eller spara anteckningar i det digitala läromedlet.		

Bilaga E: Tema 3

Kategori	Digitala läromedlets erbjudna funktioner	Möjligheter från lärarnas perspektiv	Utmaningar från lärarnas perspektiv
Skapa, välja och spara prov för bedömning	Lärare kan skapa diagnoser genom att i diagnosverktyget lägga till eller ta bort färdiga uppgifter för ett valfritt avsnitt eller kapitel. Det finns inte tillräckliga verktyg i läromedlet för att skapa prov eftersom de färdiga uppgifterna inte kan redigeras. Egna uppgifter kan endast skapas genom att ställa öppna frågor i kommentarsfältet. Lärare kan välja färdiga diagnoser för respektive avsnitt. Diagnoserna kan kopieras, redigeras och exporteras till andra kurser samt sparas för att genomföras vid ett eller flera senare tillfällen av elever.	<i>lärare-digitalt läromedel-elev</i> Majoriteten av lärarna skapar diagnoser för formativ bedömning.	<i>lärare-digitalt läromedel-matematik</i> Delar inom diagnosverktyg är inte tillräckligt utvecklade. Exempelvis nämner en lärare att diagnosverktygets uppgifter ibland inte är tillräckligt utvecklade för att alltid kunna användas i undervisningen högre kurser som Matematik 4 och Matematik 5. Någon lärare upplever att diagnosverktyget mestadels består av rutinuppgifter och att det därmed inte finns så mycket utrymme för elevers tänkande i uppgifterna. Ett fåtal lärare upplever det som en nackdel att diagnoserna tar tid från lektionen.
Registrera och automatiskt spara resultat från prov	Resultat från diagnoser sparas och sammanställs automatiskt i NOKflex så att läraren senare kan hänvisa till dessa resultat. Detta gäller inte de uppgifter som lärare själv har skapat i diagnosens kommentarsfält. Lärare kan välja om och när resultatet blir synligt för eleverna.	<i>lärare-digitalt läromedel-elev</i> Flera av lärarna använder diagnosverktyget för att hänvisa till resultat senare.	<i>lärare-digitalt läromedel-matematik</i> Några lärare upplever att resultaten från diagnoserna inte alltid är pålitliga eftersom att diagnosverktygets automatiska rättning ibland inte fungerar eller att det är fel i fäct. <i>lärare-digitalt läromedel-elev</i> Diagnoser ger endast resultat i form av korta svar och visar inte hur eleven har tänkt.
Generera statistiköversikt över elevdata	Läromedlet genererar detaljerade och generella statistiköversikter över såväl individuella elevers som klassens prestationer samt genererar resultat från diagnoser (endast svar). Lärare kan även följa elevers aktivitet i läromedlet för att kumma följa elevernas arbete, när om de är aktiva i läromedlet samt hur deras arbetade tid i läromedlet ser ut. Statistiköversikten inkluderar statistik över vilka uppgifter elever fastnar mest på för respektive avsnitt i vald tidsperiod.	<i>lärare-digitalt läromedel-matematik</i> En lärare använder statistiköversikten för egen återkoppling eftersom den kan synliggöra om läraren har gått igenom något lite otydligt. <i>lärare-digitalt läromedel-elev</i> Majoriteten av lärarna använder statistiköversikten i formativ syfte. Lärarna hänvisar till statistik vid individuella samtal med elever. Ungefär hälften av lärarna använder statistiköversikten för att se samband mellan resultat på prov och statistik i NOKflex, vilket ger läraren starka argument vid individuella samtal med elever om varför det exempelvis inte går bra för eleven. Ungefär hälften av lärarna har upplevt sambandet att desto mer elever räknar i NOKflex, desto bättre går det för dem på prov. Ett fåtal lärare nämner även att de tittar på hur eleven förhåller sig till klassens snitt i arbetad tid, vilket kan synliggöra problem som exempelvis att elever kommer till lektioner men inte räknar. Någon lärare nämner att statistiken på dessa sätt kan befria läraren från lite skuld, eftersom det syns att eleven inte har arbetat.	<i>lärare-digitalt läromedel-elev</i> Majoriteten av lärarna beskriver att de inte kan använda statistiköversikten allt för mycket eftersom att statistiken kan vara missvisande eller felaktig på grund av exempelvis tekniska orsaker. En lärare ger exempel på att statistiken kan bli fel när elever byter mellan programmen Geogebra och NOKflex. En lärare upplever att statistiköversikten inte ger så mycket information som man kan använda sig av.
Generera och möjlighet att överföra resultat	Resultat från diagnoser och statistik över elevers prestationer kan exporteras till en Excelfil. Detta resultat kan man sedan använda för att exportera till externa målgrupper som exempelvis lärare.	Lärarna nämner ingen möjlighet kopplat till denna kategori.	Lärarna nämner ingen utmaning kopplat till denna kategori.

Bilaga F: Digital kompetens

Digital kompetens

Kategori	Möjligheter från lärarnas perspektiv	Utmaningar från lärarnas perspektiv
Lärare	<i>lärare-digitalt läromedel-matematik</i> Ingen av lärarna upplever att användandet av NOKflex har hämmat dem på grund av deras digitala kompetens.	<i>lärare-digitalt läromedel-matematik</i> Någon lärare nämner att det kan vara en utmaning för nya eller mer oerfarna lärare att använda ett digitalt läromedel eftersom det kan ta tid innan man lär sig nyttja fördelarna och innan fördelarna överväger nackdelarna. Alla lärare har primärt lärt sig programmet själva, med möjlighet till stöd från kollegor. Detta nämner någon lärare hade kunnat vara mer av en utmaning om läraren inte hade kollegor att vända sig till.
Elev	<i>elev-digitalt läromedel-matematik</i> Alla lärare upplever att eleverna har tillräcklig digital kompetens för att navigera sig i NOKflex. Däremot tar det mer eller mindre tid för elever att lära sig navigera i läromedlet, men det är inget hinder eftersom det är ett lättanvänt digitalt läromedel. <i>elev-digitalt läromedel-lärare</i> Ett fåtal lärare nämner att hur enkelt det är för eleverna att arbeta i NOKflex beror på hur och när de introducerades till läromedlet.	<i>elev-digitalt läromedel-lärare</i> Några lärare nämner att de upplever det enklare att introducera ett digitalt läromedel i årskurs ett på gymnasiet. I senare årskurser kan det finnas ett större motstånd och utmaning med att introducera NOKflex.

Master's Theses in Mathematical Sciences 2024:E27
ISSN 1404-6342
LUNFMD-3010-2024
Matematikdidaktik
Matematikcentrum
Lunds universitet
Box 118, 221 00 Lund
<http://www.maths.lu.se/>