

IoT och pedagogisk verksamhet

Litteraturstudie kring
IoT och sensorer i skolan

Johanna Astland Hardy
Anna Olsson



Institutionen för data-
och systemvetenskap

Examensarbete 15 hp
Data- och systemvetenskap
Digitala medier (180 hp)
Vårterminen 2020
Handledare: Robert Ramberg
English title: IoT and educational activities



Stockholms
universitet

Sammanfattning

IoT-system är något som implementeras i många verksamheter, men användningen är sparsam inom skolan och utbildning. Dagens konventionella strukturer inom utbildning skapar utmaningar för IoT att ta plats i skolan. I syfte att utvärdera nyttan IoT kan ha i pedagogiska verksamheter har en litteraturstudie genomförts för att undersöka i vilka områden IoT används, och hur dessa kan tänkas tillämpas. Resultatet i denna studie visar på att det i stora drag saknas forskning kring IoT i skolan, i flertalet artiklar som hittats diskuteras hypotetiska möjligheter och få faktiska utvärderingar har gjorts. Men den forskning som har hittats och bedömts som relevant indikerar på att det finns potentiella användningsområden för IoT i skolan. Främst i den mån att lätta administrativt arbete för lärare, men även i syfte att öka elevers kommunikation och deltagande. För att dessa möjligheter ska nyttjas inom verksamheten skola, behöver IoT-systems standard förbättras i syfte att möta lärares förväntningar och behov.

Nyckelord

IoT, Sensorteknik, Utbildning, Pedagogisk Verksamhet,

Abstract

Internet of things (IoT) devices have made inroads in diverse commercial industries, but the usage is sparse in the education sector. Today's conventional educational infrastructures creates challenge for IT architects wanting IoT to take place in school. In the purpose of evaluating what purpose IoT may have in education, a literature study has been conducted to see in which areas IoT is being used, and how it could be applied. The result of the study shows that there is not much research conducted in this area, most of the articles found discuss hypothetical possibilities and few actual evaluations have been made. But the research that has been found and considered relevant in this study indicates that there is potential use of IoT in school. Mainly to facilitate administrative work for teachers, but also with the aim of increasing student communication and participation. In order for these opportunities to be exploited within the business of education, the IoT system's standard needs to be improved in order to meet teachers' expectations and needs.

Keywords

Internet of Things, IoT, Sensor Technology, Education

Synopsis

Bakgrund

Sedan 1960-talet har olika satsningar gjorts inom den digitala skolutvecklingen. *Internet of things* (IoT), *sensorsystem* och *learning analytics* (LA) är hjälpmedel som i stor eller liten skala implementeras inom sammanhang för utbildning världen över. Vi kommer att utföra denna studie utifrån ett sociokulturellt synsätt på lärande, med dess grundidé att medierande artefakter agerar resurs för distribuerad kunskap inom fältet för pedagogiska verksamheten.

Problem

Problemet som ligger till grund för denna studie är att IoT- och sensorsystem inte nyttjas på ett produktivt och innovativt sätt inom pedagogisk verksamhet. Hållbara lösningar inom fältet skola kan vara mer aktuellt än någonsin pga. rådande epidemiska situation. Det är av generell intresse att finna svar på hur möjligheterna för IoT- och sensorsystem, i större utsträckning kan plockas upp av skolan, för att möta framtidens utmaningar menar Digitaliseringskommissionen (2014).

Frågeställning

Följande frågeställning ligger till grund för denna uppsats:

- Hur rapporterar forskning att IoT kan nyttjas för att stödja pedagogisk verksamhet?

Frågeställningen besvaras genom en litteratursökning och analys av forskning inom IoT och pedagogisk verksamhet.

Metod

Forskningsstudien kommer anta en kvalitativ ansats med en litteraturstudie för insamling av data. Litteraturen analyseras genom en induktiv tematisk analys. Sökmotorerna Google Scholar och IEEE Xplore kommer nyttjas för sökning av vetenskapliga artiklar, följt av en gallringsprocess bestående av exklusions - och inklusionskriterier för ett ändamålsenligt analysunderlag.

Resultat

Resultat visar på att det i stora drag saknas forskning kring IoT i skolan, men den forskning som hittats indikerar på att det finns användningsområden för IoT i skolan. Främst i den mån att lätta administrativt arbete, men även i syfte att öka elevers kommunikation och deltagande. I många artiklar diskuteras hypotetiska möjligheter i form av idéer som interaktiva skolbänkar. Ett experiment med sensorer i växthus med direkt feedback menade att denna interaktion ger verkliga upplevelser som ökar elevers behov av att söka sig till information och lärande.

Diskussion

För att bättre nyttja möjligheter för IoT inom pedagogisk verksamhet krävs mer utvecklade teknologiska produkter. Ett problem studien uppdagat, är att dagens IoT-verktyg inte lever upp till den standard som förväntas, och att lärare oroar sig för elevers integritet. IoT kan innebära en mer hållbar pedagogisk verksamhet, oberoende av klassrummets fysiska väggar. Rådande epidemiska situation kan innebära ökat intresse för forskning inom fältet. Hypotesen kan innebära en hållbar teknologisk utveckling, som möter samhällets behov och arbetsmarknad.

Tack

Stort tack till vår handledare Robert Ramberg som gett oss aktivt stöd under detta arbete, och som tillsammans med Patrik Hernwall gjort tidigare forskningsarbete vilket gjorde denna studie möjlig.

Innehåll

1. Introduktion	2
1.1. Problem	4
1.2. Syfte och frågeställning	4
1.3. Avgränsningar	5
2. Vetenskaplig förankring	6
2.1. Begrepp utifrån tidigare forskning	7
3. Metod	8
3.1. Forskningsstrategi	8
3.2. Datainsamlingsmetod	8
3.3. Forskningsetik	9
3.4. Alternativa metoder	9
3.5. Litteratursökning	9
3.6. Analysmetod	11
4. Resultat	13
4.1. Framtagna teman	13
4.1.1. Motivation	13
4.1.2. Kommunikation	14
4.1.3. Hållbarhet	15
4.1.4. Administrativt arbete	16
5. Diskussion och slutsats	17
5.1. Diskussion	17
5.2. Slutsats	18
5.3. Studiens trovärdighet	18
5.4. Samhälleliga och etiska konsekvenser	19
5.5. Studiens begränsningar och framtida forskning	19
Referenser	20
Bilagor	23
Bilaga 1	23
Bilaga 2	25

1. Introduktion

På 90-talet inrättades det i Sverige datorer, datorsalar och Skolöverstyrelsen, som idag kallas Skolverket, begärde en start på programmering som skolämne. Detta kan ses som den främsta satsningen inom den digitala skolutvecklingen sedan 60-talet. Och trots dagens satsningar i kartläggning kring IoT i olika samhällsområden menar Michelsen och Johansson (2019) att teknologiska möjligheter inte nyttjas inom skolverksamheten som de gör i andra områden som t.ex. transport och sjukvård. I samma rapport menar författarna att trots goda avsikter kan IoT och sensorsystem vara en källa till frustration hos lärare.

Vinnova är en svensk innovationsmyndighet och forskningsfinansierare som erbjuder finansiellt stöd för forskning kring hur teknik kan bidra till en hållbar tillväxt i Sverige och uppmuntrar särskilt till projekt inom området för skola och utbildning, detta för att förbättra förutsättningarna för användningen av IoT.

Det finns mycket forskning om teknikstött lärande och begreppen *technology enhanced learning*, TEL (teknikstött lärande) och *computer supported collaborative learning*, CSCL (digitala redskap som möjliggör kollaborativt lärande) är flitigt återkommande inom forskningsfältet för teknik och utbildning (Bayne, 2015). Forskningen handlar om hur teknikstödda undervisningsmodeller bidrar till förstärkt lärande genom utökade möjligheter för samarbete, teknikanvändning, lärandemiljöer och verktyg (Juan, 2018). Digitala redskap utökar skolans resurser och kan möjliggöra kommunikation mellan olika nationella kulturer. Förstärkta språkkunskaper sker genom teknikstött, kollaborativt lärande (Hillman & Säljö, 2016). Samtidigt poängterar annan forskning att lärares förhållningssätt till undervisning kräver förändring, för att teknik ska bidra med förstärkt lärande hos eleverna (Hämäläinen & Wever, 2013).

IoT är en förkortning av *Internet of Things* och är enkelt uttryckt system med sammankopplade enheter, som kan nämnas i sammanhang kring smarta föremål, t.ex. smarta hus, fordon eller hushållsprodukter. Denna uppsats tolkar begreppet som vardagliga föremål, försedda med internetuppkoppling. I rapporten *A Review on Internet of Things* (2015) talar författarna om visionen att allt ifrån bilars däck till klädsel är som en del av ett stort nätverk. Att kunna göra en Google sökning kring vart du tappat din klocka i huset, är i rapporten nämnd ovan ett "framtidsscenario" men idag en verklighet med s.k. *smartwatches*.

Den snabba teknikutvecklingen erbjuder utökade möjligheter för nyttjandet av teknik i samhället och IoT kan implementeras i sammanhang för utbildning. Möjlighet för tekniskt stöd nyttjas inte i den utsträckning den skulle kunna och Sverige ligger efter inom fältet för digitalisering av skolan (Digitaliseringskommissionen 2014, s. 14). Marknaden idag erbjuder ett stort antal digitala resurser som kan användas inom den pedagogiska verksamheten. Dock menar Skolverket (2016) att det är läraren själv som fattar beslut kring vilka resurser som ska användas, samt hur dessa ska nyttjas. Höga krav på läraryrket består och digital teknik som inte lever upp till lärares förväntningar och nyttjas optimalt är en bidragande faktor till att digitala resurser inte används (Michelsen & Johansson, 2019). Annan forskning menar att kraftfulla digitala redskap som implementerats i skolan, utmanar lärare då de behöver anpassa sina undervisningsmetoder, i enlighet med digitala hjälpverktyg för att uppnå en ändamålsenlig undervisningsmodell (Säljö (2015, s. 149).

Vi vill med denna studie se om, och i så fall hur teknologiska möjligheter plockas upp av skolan för en hållbar digital utveckling. Vad finns det för IoT- och sensorsystem i skolan, och finns det behov av mer djupgående utvärdering av systemen innan dessa implementeras i pedagogiska sammanhang? Huvudfokus i studien ligger i att ta reda på hur forskning rapporterar att IoT- och sensorsystem kan användas i skolan från 2018 och framåt, som ett hjälpmedel inom pedagogisk verksamhet.

Pedagogisk verksamhet är ett återkommande begrepp och syftar till att beskriva den verksamhet som har i uppdrag att förvalta och reformera grundskolan. Begreppet inkluderar lärare, rektorer och skolchefer på kommunal nivå i deras praktiska arbete, men likaså administrativa arbete. Utvecklingsprojektet *IoT Hubb Skola* (Hernwall & Ramberg, 2019) har hittills rapporterat att skolan inte utnyttjat möjligheterna som finns för IoT i utbildningssyfte. Eftersom teknikutvecklingen går snabbt, publicering av forskning tar tid, och litteratursökningen gjordes 2018, vill vi se om några förändringar har skett och isåfall vilka sedan utvecklingsprojektets delredovisning rapporterats 2019.

1.1. Problem

Problemet som ligger till grund för denna uppsats är att IoT- och sensorsystem inte nyttjas på ett produktivt och innovativt sätt inom pedagogisk verksamhet. SOU rapporterar att det är ett problem att teknologiska hjälpmedel inte nyttjas i sin fulla potential, då det på sikt kan leda till ökade digitala kunskapsklyftor och jämställdhet på arbetsmarknaden. Samma rapport menar i tillägg att Sverige ligger i topp vad gäller tillgänglighet av teknik i skolan, men trots dessa resurser, ligger efter i själva användandet av teknologin. (Digitaliseringskommissionen 2014, s. 18).

IoT Hubb Skola behovsanalys (Michelsen & Johansson, 2019) rapporterar att dagens IT-lösningar, trots goda avsikter bidrar till ytterligare krav på läraryrket. Det är ett problem att teknologiska resurser motverkar skolans verksamhet, istället för att stötta den. Det är av generellt intresse att finna svar på hur möjligheterna för IoT- och sensorsystem, i större utsträckning kan plockas upp av skolan, för att möta framtidens arbetsmarknad menar Digitaliseringskommissionen (2014).

Hållbara lösningar inom fältet skola kan vara mer aktuellt än någonsin, då verksamhetens struktur förändrats radikalt pga. rådande epidemiska situation. Starka teknologiska system har varit avgörande i övergången till hemundervisning i Kina rapporterar Leung, Lam och Cheng (2020). Forskningen indikerar vikten av en hållbar digitalisering som kan möta framtidens utmaningar inom den pedagogiska verksamheten.

1.2. Syfte och frågeställning

Stora satsningar görs kring att kartlägga hur *Internet of things* (IoT) kan stötta och utveckla olika områden i samhället. Forskning (Michelsen & Johansson, 2019) visar att teknologiska möjligheter, inte nyttjas inom verksamheten skola, i samma utsträckning som t.ex. verksamheter för transport och sjukvård. Trots goda avsikter rapporterar samma forskning att IoT och sensorsystem inom skolverksamhet idag, är en källa till frustration hos lärare (Michelsen & Johansson, 2019). Vinnova (forskningsfinansierare) utlyser stora summor för forskning kring hur teknik kan bidra till en hållbar tillväxt i Sverige, och har gjort detta i flera år (Vinnova, 2020).

Följande frågeställning ligger till grund för denna uppsats, i syfte att bidra till en hållbar utveckling av den pedagogiska verksamheten:

- Hur rapporterar forskning att IoT kan nyttjas för att stödja pedagogisk verksamhet?

Denna frågeställning besvaras genom en litteratursökning och analys av forskning inom området IoT och pedagogisk verksamhet. Att besvara denna frågeställning är av generellt intresse, framförallt i Sverige, då Digitaliseringskommissionen (2014, s. 15) rapporterat att trots god tillgång på teknik inom skola och undervisning, ligger själva användningen på en genomsnittlig nivå i jämförelse med övriga EU-länder. Rapporteringen uttrycker i tillägg att avsaknaden på it-arbetare inom EU inte beror på antal utbildningsplatser, utan antalet sökande. Att göra teknologi till en naturlig del av undervisningen redan från förskolan, skulle kunna bidra med ett ökat intresse för IT och även bidra till ökad jämställdhet inom IT-området menar Jan Gulliksen (Digitaliseringskommissionen 2014, s. 12).

1.3. Avgränsningar

Avgränsningar behöver göras då detta arbete inte är ekonomiskt finansierat. I brist på ekonomiskt stöd kommer därför bara kostnadsfri publicerad forskning användas i denna litteratursökning.

De inkluderingskriterier som tagits hänsyn till är att artiklarna är skrivna på språk som behärskas av oss som utför studien, skrivna antingen på svenska eller engelska. Samtliga artiklar ska vara referegranskade för att bidra till studiens tillförlitlighet. Ytterligare avgränsningar som gjorts är att exkludera artiklar och avhandlingar som handlar kring högre utbildning än grundskola och gymnasier.

I denna studie fokuserar vi forskning rapporterad efter augusti 2018, i syfte att se vad som hänt sedan *IoT Hub Skola* (Hernwall & Ramberg, 2019) presenterade resultat från sin litteratursökning inom samma fält.

2. Vetenskaplig förankring

Syftet med detta arbete är att genom en litteratursökning, kartlägga hur tillgänglig och publicerad forskning resonerar kring möjligheter för nyttjande av IoT, för att stödja den pedagogiska verksamheten. Den snabba teknologiska utvecklingen erbjuder utökade möjligheter för att bättre nyttja teknik i skolan. Neil Selwyns menar dock att processen att digitalisera skolverksamhet, är beroende av kloka och genomtänkta val för att få en hållbar digitalisering av skolan (Skolriksdag, 2019).

Begreppen *technology enhanced learning*, *TEL* (teknikstött lärande) och *computer supported collaborative learning*, *CSCL* (digitala redskap som möjliggör kollaborativt lärande) är flitigt återkommande inom fältet för teknik och utbildning (Bayne, 2015). Det finns mycket forskning (Juan, 2018) kring hur teknikstödda och kollaborativa undervisningsmodeller bidrar till förstärkt lärande genom utökade möjligheter för samarbete, teknikanvändning, lärandemiljöer och verktyg. Teknologier som elever använder utanför skolan, kan på liknande sätt användas i skolan för att exempelvis förstärka språkinläring rapporterar forskarna Hillman & Säljö (2016). Forskarna ger exempel på genomförd studie som lät elever från olika länder, med engelska som andraspråk, interagera med varandra via en sociala medier-grupp. Digitala redskap stöttar redan befintliga resurser och ger förbättrade kommunikationsmöjligheter som i sin tur leder till kollaborativt lärande. Elevernas språkkunskaper stärks i ett socialt sammanhang, oberoende av nationella gränser tack vare digitala redskap rapporterar forskarna. Annan forskning (Hämäläinen & Wever, 2013) rapporterar dock att vid implementation av digitala redskap i skolans undervisning, uppkommer nya utmaningar. När ny teknologi implementeras, behöver lärare ändra sitt förhållningssätt till undervisningen, för att implementationen faktiskt ska stödja den pedagogiska verksamheten.

Vi har hög tillgång på teknik inom skola och undervisning i Sverige. Trots det ligger själva nyttjandet av tekniken lågt i jämförelse med andra delar av världen. Rapporteringen uttrycker vikten av att göra teknologi till en naturlig del av undervisningen redan från förskolan, i syfte att inte tappa konkurrenskraft gentemot länder som gör större satsningar inom fältet för teknik och skola (Digitaliseringskommissionen, 2014).

Tidigare forskning rapporterar försök att med hjälp av IoT och sensorer mäta i vilket grad lärande uppstår genom ansiktsigenkänning och registrering av elevers rörelser och gester. I försöket ville forskarna uppmärksamma grad av engagemang hos eleven vid användandet av digitala lärplattformar. Genererade utdata skulle kunna indikera hur framgångsrik processen för lärande varit och stödja lärares administrativa arbete (Andrejevic & Selwyn, 2019). Delade meningar råder kring hur lämpligt ansiktsigenkänning är, framförallt ur en etisk aspekt. Dock visar en nyligen gjord australiensisk opinionsundersökning, att hög andel av befolkningen godkänner införande av sensorteknik för närvarokontroll och säkerhet i pedagogiska verksamheter (Selwyn, 2019).

Detta arbete vill kartlägga forskning och beskriva nyttan som IoT och sensorer kan ha inom pedagogisk verksamhet, med ansats att dessa artefakter kan påverka skolans utveckling och elevers lärandeprocess på ett hållbart sätt. Verktyg ses inom det sociokulturella och situerade perspektivet som ett bidragande sätt

att hjälpa lärandet, allt från spadar, teleskop, transportmedel och datorer. Redskap påverkar människors sätt att uppfatta och förstå världen, rapporterar Säljö (2015, s. 148). Forskaren menar att det finns en självklar koppling till hur den digitala tekniken har sin påverkan gällande elevers sätt att minnas, räkna, lösa problem, skriva och söka information. Säljö (2015, s. 148) teorier är essentiella eftersom detta arbete utgår ifrån att IoT och sensorteknik resulterar i nya sätt att tolka och förstå världen. Forskaren rapporterar att med nya kraftfulla redskap, blir lärande i större utsträckning en fråga om att kunna koordinera sig med denna teknik och bruka dess möjligheter på ett ändamålsenligt sätt.

2.1. Begrepp utifrån tidigare forskning

I denna studie ligger fokus på IoT inom pedagogisk verksamhet, ett begrepp som används för att beskriva skolverksamhet för barn mellan 5 och 18 år. Den internationella benämningen för just denna skolverksamhet är K12 (Relocate Magazine, 2016) och förekommer därför i denna uppsats.

Sensorer är likaså ett centralt begrepp i denna rapport. Implementerade sensorer i system känner av och mäter förändringar i en miljö. Insamlad data sänds därefter vidare till en annan enhet. Sensorer kan använda mekaniska, elektriska, kemiska, optiska eller andra effekter för mätning av fysikaliska egenskaper. Vanlig utdata från sensorer är temperatur, position, vikt, eller identitetsinformation. (Hernwall & Ramberg, 2019; Everipedia, 2020)

Skolverket (2020) skriver om hur artificiell intelligens (AI) kan komma att förändra förutsättningarna när det kommer till lärande i skolan. Intelligent adaptiva system är något som blir allt vanligare när det kommer till diskussionen kring digitalisering i skolan. Kortfattat är adaptiva system en digital lärmiljö som anpassar undervisningen efter enskilda elevers olika förmågor och behov. Denna anpassning och adaptivitet sker genom användningen av AI. I Skolverkets artikel skriver forskarna att med AI i undervisning kan elevernas framsteg följas, och genom att förstå elevers styrkor och svårigheter även ge snabb feedback i form av förklaringar och lämpliga uppgifter. När eleverna använder dessa system så skapas användardata som kan användas i syfte att analysera elevernas lärande, vilket är det som kallas *Learning Analytics*.

Learning Analytics (LA) är en kvantitativ ansats för att hitta korrelationer i stora datamängder, att utifrån analyser av stora datamängder kunna dra slutsatser om viss undervisning och stöd fungerar bättre eller sämre, som inom pedagogisk verksamhet kan användas för att identifiera och i molnet, lagra elevers aktivitet vid användning av digitala läromedel. Denna utdata kan därefter visualiseras och stödja den pedagogiska verksamheten och lärarens reflektion kring undervisning och bedömning av elev. Visualiserad utdata kan även användas av eleven själv för att utvärdera sitt eget lärande (Hernwall & Ramberg, 2019; Skov Foug et al. 2018). *Learning Analytics* blir i denna studie intressant då den i kombination med IoT och sensorteknik samlar in sensordata som kan erbjuda nya möjligheter gällande reflektion, förbättring eller förändring i pedagogiska verksamheter.

Ett begrepp som centralt återkommande i denna uppsats är STEM-undervisning. Begreppet STEM är ett samlingsnamn för ämnen inom fältet data-och systemvetenskap och står för: vetenskap (science), teknologi (technology), programmering (engineering) och matematik (mathematics). Begreppet används inom alla nivåer av utbildning (Isabelle, Wilkerson, L'ivia & Ana Liz Souto, 2018)

3. Metod

3.1. Forskningsstrategi

Detta arbete tar en kvalitativ ansats, där datainsamlingsmetoden är litteraturstudie, följt av en tematisk analys med ett induktivt analysarbete. I boken *Successful Qualitative Research: A Practical Guide for Beginners* (2014, s. 24) menar författarna att kvalitativa analyser erbjuder djupare förståelse kring de företeelser som studeras genom att undersöka komplexiteten i datan till skillnad från kvantitativa tillvägagångssätt. I denna studie studeras nyttan av IoT i pedagogiska sammanhang och därför lämpar sig en ansats där data kan innehålla och bekräfta teorier, men även ge oförutsedda resultat. Att välkomna det oförutsedda är en viktig aspekt för att kunna ge ett forskningsetiskt resultat, som i allra största mån inte påverkats av forskarnas egna teorier och förutfattade meningar.

I boken *Successful Qualitative Research: A Practical Guide for Beginners* (Denscombe et al., 2014, s. 254-262) skriver författarna om analysarbete vid litteratursökning och hur data tolkas genom upprepad genomgång av materialet. Författarna kallar processen för induktivt analysarbete. Viktigt innehåll registreras och samlas i koder, som sedan i en iterativ process organiseras under övergripande teman. Övergripande teman reformeras sedan till ytterligare definierade teman som berättar en historia kring funnen data. Denna forskningsstrategi kommer tillämpas i vårt arbete eftersom vi anser en flexibel strategi, oberoende av ett specifikt ramverk, är mest lämpad för att besvara uppsatsens forskningsfråga. Att låta data styra arbetets analysprocess, anses vara den mest användbara metoden i syfte att frambringa ett objektiva och tillförlitligt resultat, opåverkat av egna förutfattade meningar och idéer. Denscombe et al., (2014, s. 300) poängterar dock att forskningsresultat alltid är en tolkning utifrån hur forskaren uppfattat datat. Författarna skriver att det ligger i forskarens egna ansvar att ha kontroll över dennes resonemang och tolkningar av datat, i syfte att minimera risken för subjektiva forskningsresultat.

Analysarbetet kommer angripa publicerad forskning med grundantagandet om att IoT och sensorteknik, på ett eller annat sätt kan påverka elevers lärande och skolans verksamhet. Ansatsen har genererats utifrån forskning (Säljö, 2015 s. 148-149) som utifrån en sociokulturell syn på lärande, talar om människan likt en hybridvarelse. Med detta påstående menar forskningen att människans kognitiva och fysiska förmåga, i mindre utsträckning begränsas av dennes kropp och hjärna, när digitala verktyg blir en del av dennes vardag.

3.2. Datainsamlingsmetod

I detta arbete kommer artiklar sökas fram genom nätbaserade databaser. För att avgränsa litteratursökningen kommer exklusions- och inklusionskriterier appliceras. Metoden innebär att specifika kriterier väljs ut i syfte att begränsa sökningen, och tillämpas för att finna artiklar med lämpligt innehåll för denna studies tematik och frågeställning. Vilka dessa avgränsningar är, beskrivs mer djupgående under rubriken *Litteratursökning*. Utvecklingsprojektet *IoT Hubb Skola* använder i sin arbetsrapport (2019) ett upplägg med avgränsningar för den nätbaserade datainsamlingen och då denna studie är en vidareforskning av det utvecklingsprojektet inspireras denna datainsamlingsmetod till viss del därefter.

3.3. Forskningsetik

Etiska överväganden beskriver Denscombe (2014, s. 324) som vikten av att presentera alla resultat som framkommit under analysprocessen, utan att förvränga eller utesluta fakta. Alla artiklar som är relevanta för studiens syfte redovisas, även om dessa kan tänkas stödja eller inte stödja hypoteser eller tidigare presenterade resultat.

Alla forskare förväntas bedriva forskning på forskningsetiska sätt. Detta menar Denscombe et al., (2014, s. 306) grundar sig i att allmänheten bör skyddas från forskning som uttrycker kunskap eller teorier för egen vinst, samt ogrundade forskningsresultat. Vetenskapliga arbeten ska följa etablerade samhällsnormer och regler inom forskning och baseras på etiska, lagliga och säkra metoder. Denna forskningsetik är vad detta arbete eftersträvar, i syfte att besvara forskningsfrågan så sanningsenligt som möjligt.

3.4. Alternativa metoder

En alternativ metod som kunnat tillämpats i syfte att utforska nyttan av IoT i pedagogiska sammanhang hade varit att genom observation i klassrum försöka begripa detta. Barn räknas som en utsatt grupp när det kommer till observation (Denscombe, 2014, s. 307) och skulle kräva tillstånd från föräldrar eller motsvarande vårdnadshavare, med flertal etiska överväganden innan utförande. En noggrann förstudie hade då varit väsentlig för att se vart det förekommer användning av IoT innan observation kan genomföras.

Utöver etiska svårigheter som kan vara problematiska att förhålla sig till i samband med tidsramarna för detta examensarbete, är vi också i en epidemisk situation som begränsar möjligheten att utföra en klassrumsbaserad observationsstudie. Pandemin COVID-19 har resulterat i flertal restriktioner att förhålla sig till för att minska spridningen av viruset och i stora delar av världen har skolundervisningen reformerats till distansundervisning. Sveriges ställningstagande, som dels handlar om att undvika stora sociala sammanhang, gör att en observationsstudie i allra största mån skulle bli problematisk att genomföra.

Det har även funnits intresse av att intervjua lärare för att lyssna in på deras perspektiv, men detta har inte heller varit genomförbart pga. ovan nämnd pandemi.

3.5. Litteratursökning

Litteratursökningen bygger på systematiskt utvalda källor i form av vetenskapliga publikationer inom fältet IoT och skola, där sökmotorerna Google Scholar och IEEE Xplore används. Tabellerna nedan visar hur sökningarna gått till, samt vilka avgränsningar som utförts och sökord som använts. Google Scholar innefattar ett enormt fält av forskning världen runt och har expertgranskade tidskrifter, uppsatser, artiklar och böcker. Sökningen sker med fritextord och hela artiklarna granskas efter orden som eftersöks, även om träffsäkerheten blir mindre, blir träffmöjligheterna många. IEEE Xplore valdes som sökmotor då deras databas innehåller ett stort urval med vetenskapliga artiklar som berör de tekniska fält vår studie behandlar.

En första sökning på IoT med sökmotorn Google Scholar gav över en miljon träffar, i syfte att ge indikation på hur begreppet tangerar över många forskningsfält. Främst med artiklar om IoT kring sjukvård, transport, byggnad och arkitektur. Detta visade även på nödvändigheten av att avgränsa

sökningen genom kombinationer av sökbegrepp. I andra sökningen användes sökorden *IoT K12 school* från år 2018. Sökningen gav 179 träffar och gav en överblick av hur mycket som hänt inom fältet (Se tabell 1).

I syfte att se om sökresultatet ger indikation på om intresset för forskning inom fältet följer ett mönster, i form av att det successivt publiceras mer alternativt mindre forskning, så var det av intresse att se fördelningen av publikationer per år med identiska sökord och avgränsade årtal, därför gjordes tre ytterligare sökningar med förutsättning att 2020 följer samma kurva. Hur många träffar som de olika sökningarna genererade se (tabell 1).

I syfte att samla in ändamålsenlig data, relevant för studiens tematik, gallrades sökresultaten ut i en iterativ urvalsprocess på abstraktnivå. De artiklar som sparades i urvalsprocessen innehöll alltid IoT och nyckelbegrepp som; *Education, Evaluation, School, Classroom, Learning, Learning Analytics*. Det som söktes efter var kombination av skola och IoT. Publikationer som valdes bort handlade om teknik, högre utbildning, lärande inom fältet industri och arbetsplats och begreppet K12 som "K12", dvs. matematisk formelbegrepp och ej skola. Publikationer skrivna på språk obehärskade av författarna i denna studie, samt litteratur i bokform gallrades i tillägg bort. Artiklar publicerade innan augusti 2018 valdes bort då forskarna i utvecklingsprojekten IoT Hubb Skola (2019) redan sett över dessa. Intressant för detta arbete är främst att se vad som hänt sedan dess, publikationer mellan januari - augusti 2018 gallrades därför bort. Kvar återstod 10 artiklar.

Flertal publikationer handlade om lärande, men inom fältet för högre utbildning. Dessa artiklar är därför inte med bland de 10 artiklarna, eftersom vi i denna studie valt att avgränsa från forskning inom fältet för högre studier.

Sökbegrepp 1	Sökbegrepp 2	Sökbegrepp 3	Avgränsning	Antal träffar
IoT				1 040 000
IoT	K12	School	Från 2018-2020	179
IoT	K12	School	Från 2018-2018	72
IoT	K12	School	Från 2019-2019	88
IoT	K12	School	Från 2020-2020	19

Tabell 1. Google Scholar sökning gjord onsdag 8 april 2020

Sökbegrepp 1	Sökbegrepp 2	Sökbegrepp 3	Avgränsning	Antal träffar
IoT	Education		Från 2018	844
IoT	Education		Från 2018 -higher education; -campus	655
IoT	Education		Från 2018 -higher education; - campus; - engineering education	220

Tabell 2. IEEE Xplore sökning gjord onsdag 8 april.

Likt sökningen gjord på Google Scholar gick sökningen på IEEE Xplore i iterationer och vi fick avgränsa med att utesluta vissa ord för att avlägsna innehåll som inte förhöll sig till forskningsfrågan. Publikationer gällande teknik, högre utbildningar, samt användningsområden inom industri och arbetsplatser, och som inte var kopplat till pedagogiska verksamheter, gallrades bort i iterationer. Flertalet av de 220 träffarna hade teknikfokus i samband med arbetsförhållanden, utan koppling till skola, efter att de gallrats bort på abstraktnivå återstod 16 artiklar.

Totalt genererade sökning på Google Scholar och IEEE Xplore på abstraktnivå 26 relevanta artiklar att studera vidare och göra en tematisk analys på. (se bilaga 2)

3.6. Analysmetod

Den tematiska analysen delades in i tre delar, den första delen bestod av att läsa igenom de 26 artiklar som samlats in på abstraktnivå och markera relevanta stycken och meningar i text för det framtida kodningsarbetet. Den andra delen bestod av att plocka ut det relevanta innehållet och sätta de i koder, koderna kopplade vi till artiklarna som vi även hade numrerat, exempelvis; *10.3 Installera RFID-läsare vid skol-entréer för att identifiera elever* - då visste vi att det var den tredje koden från artikel nummer 10. Den sista delen av den tematiska analysen bestod av att söka efter mönster och teman funna i dessa koder, denna process gick i två omgångar och gav 4 teman; *motivation, kommunikation, hållbarhet och administrativt arbete* (se bilaga 1).

Det som utmärktes som relevant innehåll utgick helt och hållet från forskningsfrågan i syfte att generera svar på den. Vi som utfört denna studie granskade alla artiklar men valde att dela upp artiklarna under kodningsarbetet i syfte att undvika dubbeljobb och dubletter av koder. Efter varje artikel som kodats diskuterade vi våra koder oss emellan i syfte att värdera dess relevans för studien och för att ge våra olika tolkningar kring dem. Som nämnt innan är det oundvikligt att hålla denna typ av forskning helt fri från

påverkan av egna fördomar och slutsatser, och vi tog därför dessa åtgärder i syfte att upprätthålla så hög reliabilitet som möjligt. Därför diskuterades alla upptäckter i förhållande till studiens syfte och granskades oss emellan för att se att dessa inte var personligt genererade resultat.

Efter den tematiska analysen var det dags att skriva in resultaten i rapporten och då användes mallen för vilka koder som hamnat under respektive tema (*se bilaga 1*) i syfte att skriva mer utförligt kring upptäckterna. De artiklar som var med under den tematiska analysen men som föll bort under denna process var främst åsiktsbaserade teorier eller som vid närmre granskning inte hade innehåll som gav något svar på forskningsfrågan. Under denna del av analysarbetet, att utförligt skriva in upptäckterna i resultatet, sorterades 16 artiklar bort och totalt var det **10 artiklar** kvar som nämndes och fick ta plats i resultatdelen.

4. Resultat

4.1. Framtagna teman

I följande kapitel presenteras resultatet från studiens tematiska analys. Resultatet presenterar forskning där faktiska experiment gjorts att implementera IoT inom pedagogisk verksamhet, men också forskning som rapporterar hur tekniken skulle kunna nyttjas. Resultatet är fördelat under fyra kategorier/rubriker: *motivation, kommunikation, hållbarhet och administrativt arbete*. Kategorierna representerar de fyra teman som framstod under studiens tematiska analys. Viss forskning nämns under flera kategorier/rubriker, eftersom resultatet överskrider fler teman än ett.

4.1.1. Motivation

Studiens analysarbete uppdagade temat *motivation* i tre av tio artiklarna. Artikeln *Case Study on "STEM+Computational Thinking" Education Model in Chinese K-12 Schools* (Xiaoya & Xingram, 2018) rapporterar att IoT- och sensorteknik kan nyttjas inom pedagogisk verksamhet för att höja elevers *motivation*. Författarna skriver att IoT har en positiv effekt på elevers *motivation* och förståelse kring sensorteknik och hur dess uppbyggnad verkar. Studien gick ut på att eleverna (med viss hjälp av läraren) formulerade ett problem följt av en frågeställning. Frågeställningen låg därefter till grund för nästa steg i undervisningsmodeller: experimentellt ingenjörarbete. Eleverna fick experimentera med IoT-artefakter (hjärtmonitorsystem) och använda datalogiskt tänkande för att lösa problem kring dess olika enheter: sensorer, kommunikation och kontrollsystem. Eleverna fick individuellt möjlighet att styra och utvärdera sin lärandeprocess (*Self Regulated Learning*), och i samspel med klasskamrater, utveckla förmåga att samarbeta och driva projekt (*Project Based Learning*). Författarna rapporterar att denna undervisningsmodell ger möjlighet att möta elevens individuella behov, som i sin tur leder till ökad *studiemotivation*.

Tematiken *motivation* uppdagades likaså i artikeln *A Systematic Review on the use of LEGO Robotics in Education* (Isabelle et al., 2018). Författarna skriver att IoT-verktyg i form av Educational Robotics (ER) har en positiv inverkan på elevers *studiemotivation*. Undervisningsmodellen går ut på att elever i grupp bygger och programmerar robotar av lego. Genom fantasifullt experimenterande, stärks elevernas datalogiska tänkande skriver författarna. Artikeln rapporterar dessutom att elevers förmåga att samarbeta, tänka kritiskt och lösa problem stärks genom denna lekfulla undervisningsmodell.

I artikeln *Sensate Benches - A Modern Approach to Education* (Arora & Hariharan, 2019) intresserar sig författarna kring hur IoT-system kan stödja pedagogisk verksamhet genom interaktiva skolbänkar. Författarnas idé är att med den redan existerande smarta skärmen, kombinera ett multi-touch system som låter elever titta, interagera och samarbeta med andra via sin skolbänk. Författarna skriver att denna interaktiva skolbänk, gör det enklare att se och spara skolmaterial. Elever som sitter längre bak i klassrummet kan även enklare delta i undervisningen, då materialet läraren visar, är det som syns på skolbänken. Författarna skriver att interaktiva skolbänkar kan bidra till ökat deltagande, *motivation* och samarbete i klassrummet, då undervisningen blir mer individuellt utformat. I den interaktiva skolbänken ska det finnas ett biometriskt-system, som anpassar skolbänken beroende på vilken elev som använder den. Den biometriska funktionen kan kontrollera elevernas närvaro och autentisera vid provskrivning. Författarna påpekar i tillägg att den interaktiva skolbänken bidrar till minskad pappersanvändning.

Vår tolkning av IoT som redskap att påverka elevers *motivation* är hur dessa digitala redskap (hjärtmonitorn, ER och interaktiva skolbänken) agerar resurs inom skolans verksamhet. Utifrån ett sociokulturellt perspektiv tolkas resultatet på så sätt att elevernas lärande stöts genom teknologiska verktyg. I en lekfull och experimentell undervisningsmiljö medierat av tekniska verktyg får eleverna möjlighet att förstå och agera med sin omvärld. Lärandet sker situerat i sociala praktiker där eleverna utvecklar sin förmåga att använda sina kunskaper på ett ändamålsenligt sätt. *Motivation* är något som kan drivas av olika saker, men vanligast är nyfikenhet, intresse, belöning samt lärande och glädje från själva orienteringen kring aktiviteten som utförs. Vi tolkar det som att elevens *motivation* kan påverkas när det kommer till sitt lärande med hjälp av IoT som resurs i skolan. Genom att erbjuda individanpassade verktyg och plattformar finns det möjlighet för inläringen att formas efter elevens förutsättningar och drivande intressen.

4.1.2. Kommunikation

Temat *kommunikation* upptäcktes i två av tio artiklar som analyserats i denna studie. I artikeln *Involving teachers in learning analytics design: Lessons learned from two case studies* (Konstantinos et al., 2020) skriver författarna att IoT och Learning Analytics (LA) kan stödja pedagogisk verksamhet genom förbättrade *kommunikationsmöjligheter*. LA-verktyg skulle kunna registrera och bearbeta data gällande elevens närvaro, läxor och beteende. Författarna skriver att informationen därefter skulle kunna presenteras för elevens föräldrar per automatik, och på så sätt förbättra *kommunikationsmöjligheterna*. Trots möjligheten, rapporterar artikeln att lärare inte är redo att släppa denna kontroll eftersom teknologin ännu inte lever upp till förväntad standard. Författarna skriver att bristen på tillit är ett problem och framtidens LA-verktyg erfordrar bättre visualiserad och kvalitativ utdata.

I artikeln *Internet of Things (IoT) Instructional Devices in STEM Classrooms: Past, Present and Future Directions* (Fidai et al., 2019) rapporterar forskarna att IoT-system har potential att förändra hela utbildningssektorn genom förbättrad distansundervisning, bättre *kommunikation* elever emellan samt ökad tillgänglighet av skolmaterial. Genom IoT-system kan elever få direkt feedback vid utförandet av prov skriver forskarna. Läraren kan avgöra direkt om undervisningens upplägg bör struktureras om, eftersom direkt feedback ges av elevernas resultat. IoT-verktyg kan i tillägg stödja bedömningsförloppet ytterligare genom algoritmer som stödjer kalkyleringsprocessen.

Vi tolkar resultatet om förbättrade *kommunikationsmöjligheter* ur ett sociokulturellt perspektiv på så sätt att läraren enklare kan stötta eleven i att uppfylla sina mål. Med algoritmer som räknar ut elevers styrkor och svårigheter erbjuds direkt feedback till elever, även lärare erbjuds mer direkt *kommunikation* med hjälp av dessa verktyg. Trots lärares tveksamhet till att sluta vara mellanhand mellan elevprestation och vårdnadshavare, erbjuder IoT-system och Learning Analytics möjlighet för föräldrar att kontrollera sina barns framsteg. Detta genom insamling av elevens användardata presenterat via plattformar framtagna för föräldrar/vårdnadshavare. Om detta endast är till fördel är dock svårt att svara på. Säljö (2019, s. 94) skriver om hur barn formas och lär sig i samspel med andra, *kommunikation* som en stor del av barn identitetsutveckling och vitalt till att lära sig en mängd saker om sig själv och omvärlden. Barn som föddes för 50 år sedan hade inte de redskapen som finns idag för lek, spel, lärande och *kommunikation* medan de som föds in i den digitala eran som är idag utvecklar tidigt vanor att kommunicera och lösa problem på som vi inte sett tidigare i historien menar Säljö. Med det i åtanke finns det intresse i hur nya IoT-system kan komma att påverka *kommunikation* och lärande i skolan. Med nya sätt för datainsamling och analys, samt nya möjligheter för distanskommunikation så får skolan nya förutsättningar för sitt lärande.

4.1.3. Hållbarhet

I tre av artiklarna som analyserats förekom temat *hållbarhet*. Temat förekom främst ur perspektivet att IoT kan nyttjas i skolan för att stärka medvetenheten kring miljöfrågor hos unga människor. Temat *hållbarhet* förekom dessutom i avseendet att IoT-teknik kan nyttjas i syfte att göra skolan mindre beroende av fysiska klassrum.

I artikeln *Scenarios for Educational and Game Activities using Internet of Things Data* (Tziortzioti et al., 2018) beskriver forskarna hur IoT och gamification nyttjas i skolans undervisning för att stärka elevers kunskaper kring miljöfrågor. Forskarna skriver om GAIA Challenge, en befintlig plattform där skolor tävlar mot varandra gällande energiförbrukning med hjälp av sensorer som övervakar allt från energiförbrukning till temperatur och placering av fönster för ljusinsläpp. Elever tävlar med andra klasser för att minska sitt klimatavtryck. Forskarna rapporterar om deras förslag att utveckla GAIA-konceptet, genom att med sensorer mäta t.ex placering av klassrum i samband till temperatur och energiförbrukning. Syftet menar forskarna, är att genom sensorer och direkt feedback (från en mobilapplikation), skapa miljöengagerade elever, som strävar efter minskad energiförbrukning i och utanför skolan.

I artikeln *A proposal of an educational approach based on the application of Internet of Things and Urban Agriculture concepts to motivate and improve learnings outcomes* (Rodrigo & Ailton, 2018) rapporteras hur de i Brasiliens fattiga områden inkluderat IoT-sensorer på s.k *gröna tak*, i syfte att stödja skolans STEM-undervisning. Forskarna rapporterar att elever tillsammans i grupp fick sköta odlingar, försedda med IoT monitorer. Genom systematiskt underhåll och analysarbete, gällande biologisk process i korrelation till sensordata (temperatur och ph-värde), skapades logiska samband mellan biologi, kemi och teknik. Kunskapen kunde därefter användas utanför skolan, i syfte att lösa vardagliga problem, och leda till ett mer *hållbart* förhållningssätt till jordens resurser. Forskarna poängterar även att denna *hållbara* undervisningsmodell kan bidra till hälsosammare matvanor och minskade klyftor i samhället. Den verklighetsrelaterade undervisningsmodellen, ökade elevernas självförtroende och teknologiska intresse, vilket resulterade i att stor del övervägde universitetsstudier efter grundskolan.

Artikeln *Smart Objects Linked to Learning Educational Platform with the Internet of Things* (2019) rapporterar om SOLL-projektet som avsåg att stödja en *hållbar* STEM-undervisning genom realtidsanalys av sensor-data i en växthusmiljö. Sensorer installerades i växthus som fastställde temperatur, fukt i jord, vattenkvalité, pH-värde samt avstånd, i syfte att kartlägga plantornas tillväxt. Sensor-enheterna kommunicerade med en plattform där elever kunde ta del av informationen i realtid. Denna teknikstödda undervisningsmodell menar författarna hade positiv inverkan på elevernas inläring och intresse kring miljö- och teknik.

Ur ett sociokulturellt perspektiv kan resultatet under temat *hållbarhet* förklaras genom att den kunskap som distribueras i skolan, också ska kunna appliceras utanför skolan för att få en *hållbar* samhällsutveckling. Vi tolkar resultatet enligt sociokulturella teorier om att lärande inte bara är en fråga om att använda kunskaper och förmågor i en isolerad situation med ett specifikt redskap, utan också kan användas i vardagliga situationer. Elever behöver också kunna nyttja kunskapen i olika situationer på ett relevant och produktivt sätt. Flertal artiklar diskuterade kring nyttan av att lära elever att tänka mer ur ett miljöperspektiv och hur det kan appliceras i deras vardagliga liv. *Hållbarhet* och klimatundervisning är något som ingår i STEM-undervisning, och ett par artiklar indikerade att sensorteknik och direkt feedback kan erbjuda elever nytänk inom dessa fält. Utöver att lära elever ett *hållbart* förhållningssätt till jordens resurser, finns det även syfte i att mäta energiförbrukning och minska användning av materiella resurser.

4.1.4. Administrativt arbete

Temat *administrativt arbete* uppdagades i tre artiklar och valdes ut eftersom forskningen belyser tänkbara lösningar om hur IoT kan stödja lärares administrativa arbete inom pedagogisk verksamhet.

I artikeln *Smarter Education* (Kassab et al., 2018) skriver forskarna om RFID-taggar i samband med säkerhet, vilket kan sammanlänkas med *administrativt arbete*. Det rapporteras i artikeln om användning av RFID-taggar i syfte att få överblick om elevers mönster när det kommer till närvarohantering och bruk av skolmaterial. Genom användning av RFID och programvara med algoritmer som kan spara och läsa av mönster kan detta ge exempelvis lärare översikt kring elevers bruk av material, samt närvaro och koppla det till prestation i skolan. Det kan även ge överblick kring hur lärarna kan komma att bruka skolmaterial, i syfte att förbättra elevers lärande, men främst i syfte att se vad som är ineffektivt. Forskarna rapporterar dessutom att RFID-läsare vid ingångar och entréer kan stödja skolsäkerhet, då elever kan identifieras och deras position kartläggas. RFID-taggar och läsare, kan tillika stödja skolverksamheten att överblicka position av diverse skolmaterial.

Gällande examination i form av prov i skolan är det upp till läraren att manuellt ansvara för ordning och att inget fusk sker rapporterar artikeln *A mobile system to increase efficiency of the lecturers when preventing academic dishonesty during written exams* (Maroco et al., 2019). Forskarna ville i studien undersöka om ett mobilsystem skulle kunna förbättra effektiviteten och förhindra fusk under prov. Ett tänkt mobilsystem, som anpassar sig efter lokalens byggnad och dess sittplatser, beräknat på antal elever som deltar i provet, skulle kunna minska risken för oordning och fusk. Mobilsystemet är en intressant idé men detta arbete intresserar sig i större utsträckning att kartlägga sensorernas roll. I studien nyttjade forskarna sensorer genom att läsa av och registrera elevers ID-kort vid entré för att ge sittplats och kontrollera att eleven var behörig att delta i provet. Sensorer nyttjades dessutom för att läsa av studiemiljön vid provtid: ljud- och ljusnivå samt temperatur i rummet.

I artikeln *Internet of Things (IoT) Instructional Devices in STEM Classrooms: Past, Present and Future Directions* (Fidai et al., 2019) skriver forskarna om nyttjandet av IoT inom STEM-undervisning. Studien kartlägger hur IoT kan nyttjas i undervisning, men ger också exempel på hur eleverna själva kan bygga IoT-produkter med hjälp av *Mathbot* som är en matematiskt uppbyggd programmeringsmjukvara och *Arduino* som erbjuder användare att skapa interaktiva elektroniska objekt. Forskarna rapporterar att IoT kan nyttjas genom närvarohantering med hjälp av ansiktigenkänning. Med insamlad data (angående elevens närvaro) kan kopplingar till dennes prestation genomföras, och därmed ge läraren överblick kring elevens skolgång och närvaro. Forskarna skriver att automatiserad närvarokontroll minskar lärarens *administrativa* arbete och därmed kan stödja pedagogisk verksamhet.

Ur ett sociokulturellt perspektiv kan resultatet under temat *administrativt arbete* tolkas och förklaras genom att digitala resurser och redskap hjälper lärarna förstå och integrera med den skolmiljö de befinner sig i. IoT-verktyg som stöttar närvarokontroll, bruk av skolmaterial och allmän ordning och säkerhet i skolan skulle kunna stödja verksamheten genom att resurser nyttjas på ett mer ändamålsenligt sätt, och minska lärares *administrativa* arbete.

5. Diskussion och slutsats

5.1. Diskussion

Följande kapitel analyserar och resonerar kring litteratursökningens resultat som besvarar uppsatsens frågeställning. Analysarbetet uppdagade att publicerad forskning fokuserar på IoT-verktyg som stödjer pedagogisk verksamhet genom påverkan på *motivation*, förbättrade kommunikationsmöjligheter, hållbar utveckling och *administrativt* arbete. Kapitlet diskuterar därför hur forskning rapporterar att IoT kan nyttjas utifrån identifierade teman: *motivation*, *kommunikation*, *hållbarhet* och *administrativt arbete*. Resultatet rapporterar till synes forskning som föreslår hur IoT skulle kunna nyttjas för att stödja pedagogisk verksamhet, färre förslag baserat på faktisk implementation och utvärdering av tekniken. Uptäckten indikerar behovet av mer komplex forskning där IoT-enheter implementerats, testats och analyserats.

Resultatet i denna litteratursökning rapporterar att IoT-teknik och sensorer kan stödja pedagogisk verksamhet genom att förstärka eleverns *motivation*, främst beträffande skolans STEM-undervisning. IoT-teknik och sensorer kan implementeras i innovativa undervisningsmiljöer, där elever i grupp får möjlighet att på ett fantasifullt sätt lösa verkliga problem. Resultatet går i linje med tidigare forskning (Juan, 2018) som rapporterar att digitala redskap möjliggör kollaborativt lärande, som i sin tur förstärker lärande genom samarbete, innovativa lärandemiljöer och teknologiska verktyg. Resultatet i denna litteratursökning rapporterar dessutom att IoT möjliggör att elevens individuella behov och intressen kan mötas, vilket tillika kan ha positiv inverkan på elevens *motivation* till studier.

Analysarbetet fann att temat *motivation* och *hållbarhet* hade anknytning till varandra. Resultatet rapporterar att IoT kan nyttjas för att stödja pedagogisk verksamhet genom att stärka unga människors medvetenhet kring miljöfrågor. Resultatet rapporterar att IoT-teknik som implementeras i innovativa lärandemiljöer, tex. växthus, har positiv inverkan på eleverns *motivation* och teknologiska kunskaper. Samma modell kan användas för att stödja undervisning kring miljö och *hållbarhet*. Resultatet stödjer Säljös (2015 s. 149) teori om en framtida skola där undervisningen går ut på att utveckla färdigheter kring hanterandet av teknologiska redskap. Vi kan därmed dra slutsatsen att elever som i tidig ålder löser verklighetsförankrade problem (som motiverar dem) genom datalogiskt tänkande, kan vara en framgångsrik ansats mot en *hållbar* digitaliserad skolverksamhet.

Förbättrade möjligheter till *kommunikation* genom IoT-system kan stödja pedagogisk verksamhet genom förbättrad distansundervisning. Lärare, elever och föräldrar skulle enklare kunna kommunicera. Skolmaterial skulle kunna göras mer tillgängligt och elever och lärare skulle kunna få direkt feedback vid utförande av prov och uppgifter. Hjälperktyg bestående av bra algoritmer kan ge en överskådlig bild och automatisera kalkylering och analys av elevens prestation. Temat *kommunikation* korrelerar till *administrativt arbete*, och IoT som stöttar *kommunikation* skulle kunna minska lärares *administrativa* arbete.

Det *administrativa* arbetet skulle kunna automatiseras genom IoT som exempelvis möjliggör automatiserad närvarokontroll, ansiktsgenkänning och LA-system. Trots tidigare forskning (Michelsen & Johansson, 2019) som rapporterar att lärare uttrycker en önskan om minskat *administrativt* arbete, visar resultatet i denna studie att lärare inte är beredda att ge teknologiska verktyg för mycket kontroll, pga. oro rörande eleverns integritet. Arbetets litteraturgranskning visar oväntat lite forskning kring temat säkerhet.

Åsikter kring huruvida elevdata bör samlas in eller inte varierar i olika delar av världen rapporterar Andrejevic och Selwyn (2019) i tidigare forskning. Forskarna rapporterar att USA, Storbritannien och Australien länge utnyttjat övervakningssystem och andra former av teknikbaserad spårning i skolan, och därav väcker lite motsättningar. Forskarna poängterar dock att ställningstagandet varierar beroende på kontrollsystemets syfte. Det råder högre acceptans för kontrollsystem vars syfte är att höja skolsäkerheten och skydda mot icke behöriga inom skolans område, gentemot lägre, för kontrollsystem som syftar till att reformera pedagogisk undervisning.

Att bättre nyttja teknologiska möjligheter inom den pedagogiska verksamheten kan tänkas vara mer aktuell än någonsin pga. den rådande epidemiska situationen kring COVID-19. Tidigare forskning (Digitaliseringskommissionen, 2014) rapporterar att Sverige ligger efter i nyttjande av teknologiska hjälpmedel i skolan jämfört med andra EU-länder. Resultatet i detta arbete belyser hur IoT-teknik kan förbättra *kommunikationsmöjligheter* och stödja skolverksamhet genom att i mindre utsträckning förlita sig på specifik geografisk plats. IoT möjliggör dessutom ett mer frekvent mätande av elevers kunskaper och utveckling än vad traditionella prov gör, vilket indikerar en möjlighet för mer rättvisa bedömningar, men även en framtida pedagogisk verksamhet oberoende av klassrummets fyra väggar.

5.2. Slutsats

IoT kan nyttjas för att stödja den pedagogiska verksamheten genom att minska lärares *administrativa* arbetsuppgifter, bidra till ökad *hållbarhet*, *motivera* elever och förbättra *kommunikationsmöjligheter*. Trots dessa möjligheter är lärare motvilliga att ge teknologin för mycket kontroll, eftersom tekniken inte lever upp till förväntad standard. Skolans framtid är oviss och den pandemiska situationen COVID-19 innebär nya möjligheter och utmaningar för forskning inom IoT och utbildning. Detta arbete har kartlagt att publicerad forskning visar på att IoT har möjlighet att stödja pedagogisk verksamhet genom ökad *motivation*, förbättrade *kommunikationsmöjligheter*, *hållbar* utveckling och *administrativt arbete*. Det blottläggs att lite forskning handlar om IoT som kan bidra med ökad säkerhet och skyddande av elevers integritet. Resultatet i denna studie bidrar med ny kunskap och möjliggör att forskning i framtiden kan stödja och möta skolans behov i större skala.

Resultatet i denna studie rapporterar till synes kring forskning som föreslår hur IoT skulle kunna nyttjas för att stödja pedagogisk verksamhet, färre förslag baserat på faktisk implementation och utvärdering av tekniken. Detta ger en indikation på behovet av mer komplexa analyser kring användning av IoT-enheter implementerade i pedagogiska verksamheter.

5.3. Studiens trovärdighet

Validiteten i denna forskningsstudie försvagades då ett flertal artiklar som publicerats 2018, ej angivit vilket datum dessa publicerats. Som tidigare nämnts i metoddelen, intresserar sig denna studie för att granska forskning som publicerats efter augusti 2018. I brist på information kan studien inte säkert fastställa att alla artiklar publicerats efter satt datum. Eftersom studien inte är ekonomiskt finansierad har endast kostnadsfria artiklar använts, vilken påverkar studiens reliabilitet. All forskning inom fältet IoT och skola har inte granskats.

5.4. Samhälleliga och etiska konsekvenser

Trots de möjligheter IoT-teknik innebär för den pedagogiska verksamheten, råder delade meningar kring hur etiskt försvarbar denna form av kontroll, övervakning och insamling av elevdata är. Den teknologiska utvecklingen går snabbt och samhället bör ta kloka val kring dess digitalisering för en önskvärd utveckling (Skolriksdag, 2019). Implementering av IoT-teknik i skolans undervisning visar positiva resultat på elevers intresse och engagemang kring teknik och samhällsfrågor (Rodrigo & Ailton, 2018). IoT-satsningar inom den pedagogiska verksamheten skulle kunna generera fler sökande till högre utbildning inom IT, vilket i sin tur skulle lösa problemet kring bristande IT-kunskaper på arbetsmarknaden (digitaliseringskommissionen 2014). Implementationen skulle dessutom kunna innebära ökad jämställdhet och mångfald bland sökande.

Projektbaserad inläring inom STEM-undervisning innebär förändringar inom läraryrket. Som tidigare nämnt i denna studie, innebär projektbaserad undervisning att läraren i större utsträckning stödjer eleven istället för att förmedla själva kunskapen. Slutsatsen kan göras att denna förändring innebär ett nytt förhållningssätt till undervisning hos lärare, vilket tidigare forskning (Hämäläinen & Wever, 2013) menar är en förutsättning vid implementation av teknikstött och kollaborativt lärande. Konsekvensen kan innebära en minskad kontroll av vad eleverna lär sig.

5.5. Studiens begränsningar och framtida forskning

Brown et al., (2019) förutspådde att skolundervisning i framtiden, skulle gå utanför klassrummets fysiska väggar. Att denna framtid, i stora delar av världen skulle ske inom loppet av ett år pga. rådande pandemi, var det troligtvis ingen som förutsåg.

Den situation som råder pga. COVID-19 har förändrat skolverksamheten i stora delar av världen. Leung et al., (2020) rapporterar att starka administrativa och teknologiska system gjorde övergången till hemundervisning möjlig. Forskarna uttrycker dock oro att denna övergång kan ha negativ påverkan hos eleverna.

Utbudet forskning kring nyttjandet av IoT-teknik inom den pedagogiska verksamheten var som förväntat smalt (Hernwall & Ramberg, 2019). Den litteratursökningen som gjordes i denna studie genererade ett flertal artiklar som beskrev hur IoT-teknik skulle kunna användas inom pedagogisk verksamhet, färre faktiska försök där IoT-teknik implementerats och dess resultat analyserats. För framtida forskning finns stora utmaningar men också möjligheter, att genom IoT-teknik stödja en eventuellt ny och stärkt pedagogisk verksamhet.

Referenser

Andrejevic, M. & Selwyn, N. (2019). *Facial recognition technology in schools: critical questions and concerns*. UK: Learning, Media and Technology.

Arora, A. & Hariharan, P. (2019). *Sensate Benches - A Modern Approach to Education*. Mumbai: NMIMS University

Bayne, S. (2015). *What's the matter with 'technology-enhanced learning'?* Edinburgh: The University of Edinburgh.

Braun, V. & Clarke, V. (2011). *Thematic Analysis*. Auckland: The university of Auckland.

Braun, V. & Clarke, V. (2013). *Successful Qualitative Research: A Practical Guide for Beginners*. London: SAGE publications.

Brown, M., Conole, G. & Beblavý, M. (2019). *Education outcomes enhanced by the use of digital technology: Reimagining the school learning ecology*. EENEE Analytic Report No. 38. Prepared for the European Commission.

Denscombe, M. (2014). *The Good Research Guide: for small-scale social research projects*. 5. uppl. Berkshire: McGraw Hill Education.

Everipedia. (2020). Sensors
https://everipedia.org/wiki/lang_en/sensor (Hämtad 2020-04-10)

Farooq, M.U. Waseem, M. Mazhar, S. Khairi, A. & Kamal, T. (2015). *A Review on Internet of Things*. Manisa: International Journal of Computer Applications.

Fidai, A., Capraro, M., Kwon, H., Jarvis, C., Buettner, G., Benzor, M., Capraro, R.M. & Verma, S. (2019). *Internet of Things (IoT) Instructional Devices in STEM Classrooms: Past, Present and Future Directions*. Texas: Texas A&M University

Hillman, T. & Säljö, R. (2016). *Learning, knowing and opportunities for participation: technologies and communicative practices*. UK: Learning, Media and Technology, 41:2, 306-309.

Hämäläinen, R. & Wever, B. (2013). Vocational education approach: *New TEL settings—new prospects for teachers' instructional activities?*. International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 8 (3), 271-291.

Isabelle, M. L. S., Wilkerson, L. A., L'ivia, M. R. S. & Ana Liz Souto, O. A. (2018). *A Systematic Review on the use of LEGOR Robotics in Education*. Rio Tinto: Federal University of Paraíba.

Juan, C., Minhong, W., Paul, A. K. & Chin-Chung, T. (2018). *The Role of Collaboration, Computer Use, Learning Environments, and Supporting Strategies in CSCL: A Meta-Analysis*. Taiwan: National Taiwan Normal University.

Kassab, M., DeFranco, J. & Voas, J. (2018). "Smarter" Education. Published in: IT Professional, vol. 20 (5).

Konstantinos, M., Davina, H. L., Charles, L. & Detra, P. D. (2020). *Involving teachers in learning analytics design: Lessons learned from two case studies*. Valladolid, Barcelona, New York: Universidad de Valladolid, Universitat Pompeu Fabra & Columbia University.

Leung, C. C, Lam, T. H., & Cheng, K. K., (2020). *Mass masking in the COVID-19 epidemic: people need guidance*. Hong Kong: The University of Hong Kong.

Magalhães, A., Andrade, A. & Alves Matias, J. (2019). *SOLL: Smart Objects Linked to Learning Educational Platform with the Internet of Things*. Coimbra: 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)

Maroco, P., Cambeiro, J. & Amaral, V. (2019). *A mobile system to increase efficiency of the lecturers when preventing academic dishonesty during written exams* Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

Michelsen, J. & Johansson, M. (2019). *IoT Hubb Skola – Kartläggning och beskrivning av behov*. Arbetsrapport RISE - Research Institutes of Sweden.

Hernwall, P. & Ramberg, R. (2019). *IoT Hubb Skola – State-of-the-art kring undervisning och lärande*. Arbetsrapport RISE - Research Institutes of Sweden.

Rodrigo, F. M. & Ailton, P. A. F (2018). *A proposal of an educational approach based on the application of Internet of Things and Urban Agriculture concepts to motivate and improve learning outcomes*. São Bernardo: Centro Universitário FEI.

Relocate Magazine. (2016). *K-12 Curriculum and pupil assessment*.
<https://www.relocatemagazine.com/articles/education-k-12-curriculum-the-us-education-system> (Hämtad 2020-04-12)

Selwyn, N. (2019). *Public Opinions on the Use of Technologies in Australian Schools*. Melbourne: Monash University.

Skolriksdag. (2019). *Neil Selwyn*. <http://skolriksdag.se/sr19/information/medverkande/neil-selwyn.html> (Hämtad 2020-04-12)

Skolverket. (2016). *Söka och värdera digitala läromedel*.
[https://larportalen.skolverket.se/LarportalenAPI/api-v2/document/path/larportalen/material/inriktningar/0-digitalisering/Grundskola/201 Leda och%20lara i tekniktata klassrum/del_03/Material/Flik/Del_03 MomentA/Artiklar/D1_GRGY_03A_01_artikel.docx](https://larportalen.skolverket.se/LarportalenAPI/api-v2/document/path/larportalen/material/inriktningar/0-digitalisering/Grundskola/201%20Leda%20och%20lara%20i%20tekniktata%20klassrum/del_03/Material/Flik/Del_03_MomentA/Artiklar/D1_GRGY_03A_01_artikel.docx) (Hämtad 2020-04-10)

Skolverket. (2020). *Artificiell Intelligens i skolan kräver ökad insikt hos lärarna*.
<https://www.skolverket.se/skolutveckling/forskning-och-utvarderingar/forskning/artificiell-intelligens-i-skolan-kraver-okad-insikt-hos-lararna> (Hämtad 2020-06-03)

Skov Fougts, S. Siebert-Evenstone, A. Tabatabai, S. Eagan, B. (2018). *Pedagogical Visualizations of longer written assignments: Epistemic Network Analysis as a formative evaluation tool?* Proceedings LASI-Nordic, 2018.

<https://doi.org/10.1145/3170358.3170414> (Hämtad 2020-04-20)

SOU [Digitaliseringskommissionen]. (2014). *En digital agenda i människans tjänst – en ljusnande framtid kan bli vår.* (SOU: 2014:13). Stockholm: Fritzes offentliga publikationer.

<https://www.regeringen.se/49bbaa/contentassets/99c1e965d6ff46b6a8f81e6b508c203a/en-digital-agenda-i-manniskans-tjanst--en-ljusnande-framtid-kan-bli-var-sou-201413-del-1-av-2> (Hämtad 2020-04-19)

Säljö, R. (2015). *Lärande – en introduktion till perspektiv och metaforer.* Malmö: Gleerups.

Tziortzioti, C., Mavrommati, I., Mylonas, G., Vitaletti, A. & Chatzigiannakis, I. (2018). *Scenarios for Educational and Game Activities using Internet of Things Data.* Maastricht: (2018) IEEE Conference on Computational Intelligence and Games (CIG)

Xiaoya, Y. & Xingram, G. (2018). *Case Study on “STEM+Computational Thinking” Education Model in Chinese K-12 Schools.* Beijing. Capital Normal University.

Bilagor

Bilaga 1

Motivation	Kommunikation	Hållbarhet	Administrativt arbete
<p>1.1 Hands-on övningar skapar inlärning associerad till verklighet-ökat engagemang.</p> <p>1.3 Implementera projekt baserat lärande (PBL). Kombinerar forskningsfråga med ingenjörsexpraxis: Bygga hårdvara (sensorer), automatisera, implementation av mjukvara (app)</p> <p>1.5 Skapa förståelse för IoT genom hjärtmonitor system och dess 3 lager: comprehensive sense, reliable delivery, intelligent process</p> <p>1.6 Bidra till elever som arbetar självständigt, sökande och kan samarbeta (PBL).</p> <p>1.10 Möta studenters individuella behov genom PBL och anpassa till framtidens samhälle (s.174)</p> <p>2.7 Jobbar i projekt i klassen- varje steg- ”do at home”- ökad motivation genom IoT</p> <p>3.2 Learning by doing- leka och bygga</p> <p>3.4 Kunskap om STEM på ett fantasifullt sätt + problemlösning + kritiskt tänkande + samarbete</p>	<p>10.3 IoT kan ha en roll i att observera elevers känslotillstånd</p> <p>14.6 IoT-användning för mer direkt feedback</p> <p>4.1 Nutidsdata förenklar undervisning av grupper</p> <p>4.5 Använda data för att informera om olika instruktioner för olika elever.</p> <p>4.8 Lärare är ovilliga att ge upp kontroll över kommunikation</p> <p>4.15 Sharing data promotes knowledge - praktiskt. exempel TILE tool</p> <p>14.2 IoT hjälpa elever att kommunicera med klasskamrater, dela skolmaterial</p> <p>5.9 Genom chatbots och AI- intelligenta system läser av och analyserar eleven och ger individanpassad inlärning (s. 27)</p>	<p>10.12 IoT erbjuder möjlighet att upprepa uppgifter/experiment utan kostnad eller påfrestelse på verktyget</p> <p>2.2 Ta hänsyn till ökade urbanisering</p> <p>2.3 Mer effektivt använda resurser för t.ex. jordbruk i skolklimat</p> <p>2.9 Fördelar för miljö - hållbart</p> <p>5.1 Genom lärande utan väggar och gå bortom fokus på prov</p> <p>5.6 Bidra till rörliga och flexibla lärandemiljöer - inget klassrum</p> <p>16.1 Implementering av sensorer i syfte att bevaka elkonsumtion, klimat</p> <p>16.4 Satta sensorer i naturen bidrar till bevakning och deltagande hos elever, kan bidra till ökat miljötänk</p> <p>16.5 Sensorer om klimat och energiförbrukning i skolan, kombinerat med gamification, tävla om minskad förbrukning med andra skolor/klasser/elever</p> <p>16.6 The GAIA-challenge - elever/skolor tävlar i sitt miljötänk och</p>	<p>1.4 Datalogiskt tänkande lösa praktiska problem (s.165)</p> <p>4. 2 Involvera lärare i design av LA för att öka meningsfullhet</p> <p>3.3 Lärare behöver inte ha speciellt stora kunskaper inom programmering</p> <p>4.4 Lärarnas reflektioner över eleven- data bevisar ökad kunskap</p> <p>4.7 LA kan effektivisera enligt lärare genom påminnelser, automatisk betygsättning, belysa problem, hålla reda på beteende problematik, dialog med föräldrar, närvaro, läxor.</p> <p>4.9 Lärare hoppfulla att genom att delta i utformningen, kunna fördela undervisning och resurser bättre.</p> <p>5.4 Förbättra möjligheter för bedömning av elevens arbete</p> <p>5.8 Genom att mäta känslor- ansiktsgenkänning (s. 28)</p> <p>10.2 Automatiskt samla data om elevers prestationer, deltagande, intressen, och beteende</p>

<p>3.5 Lärare agerar medlare och själva lärande aktivitet är den som stimulerar eleven “learning by making”</p> <p>5.2 Skräddarsytt lärande-möter elevens där denne är och dess behov</p> <p>5.3 Förståelse/intresse för teknik genom “real-world connection”</p> <p>10.7 IoT för att analysera fysiska skolklimatet (temperatur) -> ökad fokus</p> <p>10.13 Elever med specialbehov blir sannolikt mindre frustrerade och skamfulla då de kan arbeta mer individuellt</p> <p>14.5 IoT i STEM-klasser för att ge hands-on learning för ökad motivation och deltagande</p> <p>16.3 IoT och Gamification ökar social aktivitet och deltagande</p> <p>16.7 Sensorernas mätning av skolklimat bidrar till gamification men även för att jämföra och mäta skillnader och likheter</p>		<p>förbrukning med hjälp av sensorer</p> <p>16.10 sensorer gällande klimat och energiförbrukning kan bidra till ett ökat miljötänk hos elever</p> <p>17.2 Sensorerna i växthus ger direkt feedback om nuvarande situation</p>	<p>10.6 Med RFID-taggar också se mönster och trender inom användning av skolmaterial</p> <p>11.2 Scanna in text, direkt in i ett skrivdokument</p> <p>14.1 IoT kan hjälpa att hålla koll på elevers närvaro</p> <p>16.8 Sensorerna kopplade till smartphone för att se ruminform och ledighet, för att se öppna fönster, användning av AC/element etc.</p> <p>18.2 IoT-system vid examination för ökad effektivitet genom att identifiera elev, ge plats</p> <p>18.3 IoT-system vid examination mäter ljud och temperatur, räknar ut sittplats, loggar aktivitet under examination för möjligt fusk</p> <p>18.4 IoT-system vid examination för att validera att elev är vid rätt examination direkt vid entré -> spara tid?</p>
---	--	---	---

(Bilaga 1 - Koder och teman)

Bilaga 2

IEEE Xplore	Google Scholar
Kassab, M. DeFranco, J. & Voas, J. (2018). "Smarter" Education.	Xiaoya, Y. & Xingram, G. (2018). Case Study on "STEM+Computational Thinking" Education Model in Chinese K-12 Schools.
Leong, Y. & Letchumanan, C. (2019). Effective Learning in Higher Education in Malaysia by Implementing Internet of Things related Tools in Teaching and Introducing IoT courses in Curriculum.	Borowczak, M. (2018). Enabling Advanced Topics in Computing and Engineering Through Authentic Inquiry: A Cybersecurity Case Study.
Arora, A. & Hariharan, P. (2019). Sensate Benches - A Modern Approach to Education.	Padlipsky, S. (2018). Using Offline Activities to Enhance Online Cybersecurity Education.
Yakoubovsky, R. & Sarian, V. (2019). IoT in Effective Distance Learning Process.	Isabelle, M. L. S. Wilkerson, L. A. L'ivia, M. R. S. & Ana Liz Souto, O. A. (2018). A Systematic Review on the use of LEGO Robotics in Education.
Fidai, A. (2019) Internet of Things (IoT) Instructional Devices in STEM Classrooms: Past, Present and Future Directions.	Cheli, M. Danahy, E. Rogers, C. & Sinapov, J. (2018). Towards an Augmented Reality Framework for K-12 Robotics Education.
Zaharov, A. A. Nissenbaum, O. V. Ponomarov, K. Y. & Shirokih, A. V. (2018). Use of Open-Source Internet of Things Platform in Education Projects.	Rodrigo, F. M. & Ailton, P. A. F (2018). A proposal of an educational approach based on the application of Internet of Things and Urban Agriculture concepts to motivate and improve learning outcomes.
C. Tziortzioti, I. Mavrommati, G. Mylonas, A. Vitaletti and I. Chatziannakis. (2018). Scenarios for Educational and Game Activities using Internet of Things Data.	Bakla, A. (2018). A critical overview of internet of things in education.
Magalhães, A. Andrade, A. & Alves, J. M. (2019). SOLL: Smart Objects Linked to Learning Educational Platform with the Internet of Things.	Konstantinos, M. Davina, H. L. Charles, L. & Detra, P. D. (2020). Involving teachers in learning analytics design: Lessons learned from two case studies.
Maroco, P. Cambeiro, J. & Amaral, V. (2019). A Mobile System to Increase Efficiency of the Lecturers when Preventing Academic Dishonesty During Written Exams.	Javidi, G. & Sheybani, E. (2019). Design and Development of a Modular K-12 Cybersecurity Curriculum.
Debauche, O. Mahmoudi, S. & Mahmoudi, S. A. (2018). "Internet of Things: learning and practices. Application to Smart City.	Haseki, I. (2019). What Do Turkish Pre-Service Teachers Think About Artificial Intelligence?
	Eriksson, E. Iversen, O. Baykal, G. Van Mechelen, M. Smith, R. Wagner, M. Vognstrup Fog, B. Klokmoose, C. Cumbo, B. Hjorth, A. Musaeus, L. Graves Petersen, M. & Bouvin, N. (2019). Widening the scope of FabLearn Research.
	Konstantinos, M. Davina, H. L. Charles, L. & Detra, P. D. (2020). Involving teachers in learning analytics design: Lessons learned from two case studies.
	Howard, I. (2020). Perceptions of tertiary educators and their students toward the integration of AI mentors to support learning .
	Brown, M., Conole, G. & Beblavý, M. (2019). Education outcomes enhanced by the use of digital technology: Reimagining the school learning ecology.
	Stefanidi, E. Leonidis, M. Doulgeraki, A. Margherita, M. (2018). Educator-Oriented Tools for Managing the Attention-Aware Intelligent Classroom.
	Jsuté, E. & Pozdniakov, S. (2019). 12th International conference on informatics in schools Situation, evaluation and perspectives.

(Bilaga 2 – Utvalda artiklar som använts i tematiska analysen)