

Design Guidelines - IoT i skolan

Skapandet av design guidelines för nyttjande av IoT i undervisningen

David Kloth

Kevin Tirado

Institutionen för data-
och systemvetenskap

Examensarbete 15 hp

Data- och systemvetenskap

Data- och systemvetenskapligt kandidatprogram (180 hp)

Vårterminen 2021

Handledare: Robert Ramberg

English title: Design Guidelines - IoT in school



Stockholms
universitet

Sammanfattning

Internet of Things (IoT) nyttjas idag inom de flesta organisationer och verksamheter. Nyttjande inom skolan och pedagogiska verksamheter är dock inte lika vanligt. Detta beror på ett flertal faktorer, bland annat brist på kompetens, integritetsfrågor samt interoperabilitet med redan existerande system i skolan. För att skapa en förståelse hur IoT kan användas inom pedagogiska verksamheter har en tematisk analys utförts inom studien. Den tematiska analysen har grundat sig i rapporter innehållande dokumenterade erfarenheter och tester inom forskningsprojektet IoT Hubb skola, vars syfte är att utveckla möjligheter och potential med IoT i skolan. En litteratursökning har också genomförts inom studien för att fungera som ett komplement till rapporterna, detta för att förankra upptäckterna i ytterligare forskningsstudier på området. Processen i sin helhet har inneburit att en bättre förståelse har skapats för hur IoT kan användas för att stödja pedagogisk verksamhet och dess utveckling. Studiens resultat indikerar att det finns en plats för IoT i skolan och att det är något som både elever och lärare efterfrågar. Detta är något som påvisas av studiens tematiska analys där fem teman identifierades; *Motivation, Personalisering, Administration, Undervisning* och *Integritet, säkerhet och juridik*. Det råder i nuläget en problematik rörande att lärare inte vet hur de ska använda IoT i sin undervisning, vilket ofta resulterar i konsekvenser i form av att IoT-teknik som finns inte används alls. För att adressera problemet i fråga har följande frågeställning formulerats inom studien:

Vilka teman kan identifieras i det dokumenterade materialet, och vilka resultat redogör litteratursökningen för, och baserat på detta, vilka design guidelines kan formuleras för att stödja pedagogisk verksamhet och utveckling?

Studiens slutsats beskriver att IoT-teknik kan nyttjas inom skolan på sådant sätt att det stödjer pedagogisk verksamhet och dess utveckling. De 14 design guidelines som formulerats inom studien anses kunna fungera som ett stöd för lärare när de ska designa undervisning som nyttjar IoT.

Nyckelord

IoT, IoT-teknik, Design Guidelines, Pedagogisk Verksamhet, Skola, Sensorer

Abstract

The Internet of Things (IoT) is used today in most organizations and businesses. However, the use in school and educational activities is not as common. This is due to a number of factors, including a lack of competence, integrity issues and interoperability with already existing systems in school. To create an understanding of how IoT can be used in educational activities, a thematic analysis has been performed within the study. The thematic analysis has been based on reports containing documented experiences and tests within the research project IoT Hubb school, whose purpose is to develop opportunities and potential with IoT in school. A literature search has also been carried out within the study to function as a complement to the reports, in order to anchor the findings in further research studies in the field. The process as a whole has meant that a better understanding has been created of how IoT can be used to support educational activities and their development. The results of the study indicate that there is a place for IoT in school and that it is something that both students and teachers have a demand for. This is something that is demonstrated by the study's thematic analysis where five themes were identified; Motivation, Personalization, Administration, Education and Integrity, Security and Law. There is currently a problem that teachers do not know how to use IoT in their teaching, which often results in consequences in the form of existing IoT technology not being used at all. To address the problem in question, the following question has been formulated within the study:

What themes can be identified in the documented material, and what results does the literature search account for, and based on this, what design guidelines can be formulated to support educational activities and development?

The study concludes that IoT-technology can be used within schools in such a way that it supports educational activities and their development. The 14 design guidelines formulated within the study are considered to be able to function as a support for teachers when they have to design their teaching containing IoT.

Keywords

IoT, IoT-technology, Design Guidelines, Educational Activites, School, Sensors

Synopsis

Bakgrund

IoT är föremål med uppkoppling och internet som kan kommunicera med andra föremål och dela med sig av information till människor. IoT nyttjas mycket i samhället överlag men introduktionen till skolan har dröjt. Detta med anledning av frågetecken kring användning samt frågor som berör den personliga integriteten. Skolan har en tendens att vara något mer konservativ vilket också är en bidragande faktor. Projekt har initierats på området i form av IoT Hubb skola vars syfte är att utveckla möjligheter och potential med IoT i skolan. Studien tillhör området människa-datorinteraktion och berör hur IoT kan användas för att stödja pedagogisk verksamhet.

Problem

Det problem som studien specifikt adresserar är osäkerheten kring hur IoT kan användas i skolan för att stödja den pedagogiska verksamheten och dess utveckling, samt vad som måste beaktas ur ett integritetsperspektiv. Utifrån den litteratursökning som gjordes i studien var det svårt att identifiera existerande design guidelines på området IoT i skolan och design guidelines kan ha en viktig roll i att besvara de frågetecken som finns kring användningen av tekniken.

Frågeställning

Med utgångspunkt i dokumenterade erfarenheter kring nyttjande av IoT-teknik inom projektet IoT Hubb skola, samt litteratursökning inom ämnet IoT och skola, formuleras följande frågeställning:

Vilka teman kan identifieras i det dokumenterade materialet, och vilka resultat redogör litteratursökningen för, och baserat på detta, vilka design guidelines kan formuleras för att stödja pedagogisk verksamhet och utveckling?

Metod

Forskningsstudien är av kvalitativ ansats där datainsamlingsmetoden varit dokumentstudier. Dokumentstudierna är bestående av dokumenterade erfarenheter och tester i form av rapporter publicerade av IoT Hubb skola samt artiklar från studiens litteratursökning. Den valda forskningsstrategin är Grounded theory och utifrån denna strategi analyserades rapporterna genom en induktiv tematisk analys för att få fram teman relaterade till studiens syfte. Därefter utfördes en litteratursökning för att förankra dessa teman i redan gjord forskning. För sökning av vetenskapliga artiklar har sökmotorn Google scholar använts.

Resultat

Resultatet påvisar att det finns stora fördelar med implementering av IoT-teknik i pedagogiska verksamheter, dessa var att öka motivationen bland sina elever, skapa en mer personifierad utbildning och hjälp med administrativa uppgifter. Däremot är det svårt för lärare att veta hur de ska använda sig av IoT-tekniken i sin undervisning. De design guidelines som har formulerats har haft syftet att hjälpa lärare implementera IoT-teknik i sin undervisning.

Teman som identifierades i det dokumenterade materialet samt litteratursökningen var följande: *Motivation, Personalisering, Administration, Undervisning, Integritet, säkerhet och juridik*. Utifrån dessa teman formulerades 14 design guidelines för att stödja pedagogisk verksamhet och utveckling.

Diskussion

Studien ger konkreta riktlinjer för hur IoT kan stödja den pedagogiska verksamheten och dess utveckling. Tidigare forskning ger indikationer på att det krävs mer komplexa analyser på området. Man kan hävda att denna studie bygger vidare på de indikationer som finns om att mer komplexa analyser behövs, och denna studie är således ett svar på dessa. Studien uppmanar till att ytterligare studier görs på området då det finns begränsat med design guidelines på området IoT och skola. Om IoT-tekniken inte används på rätt sätt finns det en risk att etiska och samhällsliga konsekvenser uppstår.

Tack

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare Robert Ramberg som varit tillgänglig och gett oss stöd genom hela uppsatsskrivandet. Vi vill även rikta ett stort tack till de som varit involverade inom projektet IoT Hubb skola då projektet till stora delar legat till grund för denna studie.

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Problem	2
1.3	Frågeställning	2
2	Utökad Bakgrund	3
2.1	IT i skolan	3
2.2	IoT i skolan	3
2.2.1	IoT Hubb skola	4
2.2.2	LoV-sensor	5
2.2.3	Robbit	5
2.2.4	Testcase för lärares rörelsemönster & Learning analytics	6
2.3	Design guidelines	7
2.3.1	Guidelines	7
2.3.2	Design guidelines	7
3	Metod	9
3.1	Forskningsstrategi	9
3.2	Datainsamlingsmetod	9
3.3	Alternativa datainsamlingsmetoder	10
3.4	Alternativa forskningsstrategier	10
3.5	Forskningsetik	11
3.6	Forskningens validitet och reliabilitet	11
3.7	Litteratursökning	11
3.8	Analysmetod	13
4	Resultat	14
4.1	Identifierade teman	14
4.1.1	Motivation	14
4.1.2	Personalisering	16
4.1.3	Administration	17
4.1.4	Undervisning	18
4.1.5	Integritet, säkerhet & juridik	19
4.2	Design guidelines	20
4.3	Design guidelines - Generella	20
4.3.1	IoT-teknik ska kopplas till läroplan som kursplaner	20
4.3.2	Använd IoT-teknik inom den praktiska undervisningen	20
4.3.3	IoT-teknik som naturlig del av undervisningen	21

4.3.4	Använd sensorer för att monitera rörelsemöster i klassrummet	21
4.3.5	Undersök standardinställning	21
4.3.6	Användning av sensorer för att mäta elevhälsa	22
4.3.7	Använd digitala och bedömningsbara frågor i slutet av lektioner	22
4.3.8	Användning av RFID för närvarohantering	22
4.3.9	Användning av RFID för personifierad undervisning	23
4.3.10	Låt elever bygga ihop IoT-teknik inom undervisningen	23
4.4	Design guidelines - Specifika	23
4.4.1	LoV-sensor	23
4.4.1.1	Ökad motivation vid användning av data från LoV-sensor	23
4.4.1.2	Jämför data från olika platser	24
4.4.2	Distansrobot	24
4.4.2.1	Informera elever och vårdnadshavare	24
4.4.2.2	Distansrobot endast ett komplement	24
5	Diskussion	25
6	Slutsats	26
6.1	Studiens trovärdighet	26
6.2	Samhälleliga och etiska konsekvenser	26
6.3	Studiens begränsningar och framtida forskning	27
	Referenser	28
	Bilaga 1 – Kodning av teman	31

Figurer

Figur 1 Bild på Robbit..... 6

Tabeller

Tabell 1 Visar sökresultat från Google Scholar	12
Tabell 2 Koder från studiens tematiska analys.....	31

Förkortningar

GDPR - General Data Protection Regulation

IoT - Internet of Things

IT - Informationsteknik

LA - Learning Analytics

RFID - Radio frequency identification

RISE - Research institutes of sweden

STEM - Science, Technology, Engineering, and Mathematics

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Internet of Things (IoT), eller vad som på svenska benämns sakernas internet, är ett samlingsnamn för föremål med uppkoppling och internet som kan kommunicera med andra föremål och dela med sig av information till oss människor (Hernwall & Ramberg 2019). IoT har hittills gjort stora inbrott i samhället överlag, men introduktionen till skolan har dröjt. Det kan grundas i att skolan har en tendens att vara något mer konservativ då förändring av väl fungerande system måste göras med försiktighet (ibid.). Det är viktigt att ha i åtanke att skolan är en samhällsbärande institution och innehar rollen som viktig grundpelare för ett välfungerande samhälle.

Anledningar till varför introduktionen av IoT till skolan har dröjt rör framförallt frågetecken kring hur IoT ska användas, samt frågor relaterat till integritet, etik och juridik. Det belyses särskilt av rättsliga frågor som väckts och berör den personliga integriteten (ibid.). Ett konkret exempel är i samband med införandet av ansiktsgenkänningssensorer. En skola ville introducera tekniken i syfte att kontrollera elevers närvaro, införandet resulterade dock i starka reaktioner och gymnasieskolan blev som konsekvens ålagd en sanktionsavgift utfärdad av integritetsmyndigheten (Integritetsskyddsmyndigheten [IMY] 2019).

För att minska gapet mellan skola och IoT har projekt numera initierats på området. Bland dessa IoT Hubb skola vilket är ett forsknings- och utvecklingsprojekt vars syfte är att utveckla möjligheter och potential med IoT i skolan. Projektet är finansierat inom strategiska innovationsprogrammet för sakernas internet, vars syfte är att Sverige ska vara en ledande aktör vad gäller användning av IoT (IoThubb 2021). Inom projektet har olika IoT-tekniker testas i skolor, detta i syfte att teknikerna ska vara så goda som möjligt ur ett pedagogiskt perspektiv. Utifrån projektets dokumenterade erfarenheter och tester är studiens mål att skapa design guidelines utefter dessa, detta för att stödja pedagogisk verksamhet och utveckling.

Vad är då guidelines? Oxfords ordbok beskriver det enkelt som “regler eller instruktioner som berättar hur du ska göra något” (Oxford learners dictionaries [OALD] 2021). Människor är överlag rutinbaserade varelser, av den anledningen tenderar vi också att uppnå bäst resultat när vi får tydliga råd och riktlinjer om hur vi ska utföra arbete. Med hjälp av goda råd och riktlinjer behöver man inte uppfinna hjulet på nytt varje gång och undviker att begå misstag och ödsla tid. Isaac Newton beskrev värdet av tidigare kompetens som att “man kan se längre när man står på jättars axlar” (Discover 1675). Ett citat som kan förstärka bilden av den nytta guidelines kan ha i sin rådgivande roll. Det finns i nuläget väl beprövade design guidelines (Hartson & Pyla 2018) och det kan vara av värde att beakta dessa när man designar hur man ska använda sig av ny teknik.

Guidelines kan utformas på en mängd olika sätt och kan fungera som en kompass för att ge riktning och vägledning. Design guidelines är framförallt tänkta att ses som mål som ska hjälpa till att vägleda en designer i rätt riktning så att denne kan fatta det beslut som lämpar sig bäst för situationen. (Johnson 2014). I vårt fall ska design guidelines fungera som kompass för hur lärare kan designa sin undervisning med hjälp av IoT-teknik som verktyg. Det vill säga riktlinjer för hur lärare kan använda IoT-teknik i undervisningen för att stödja den pedagogiska verksamheten och dess utveckling.

1.2 Problem

Nyttjande av IoT i skolan är ett relativt nytt fenomen vilket resulterar i många frågetecken. Etablerade design guidelines relevanta för IoT inom svensk skola har inte hittats vid en litteratursökning, men kan vara ett viktigt element för att stödja den pedagogiska verksamheten. Skolan är en samhällsbärande institution med en viktig funktion, därav är det viktigt att introduktionen av IoT stödjer undervisningen istället för att stjälpa den.

För att undvika komplikationer i undervisningen med svårförstådd IoT-teknik kan det därav vara viktigt att man formulerar design guidelines som stödjer den pedagogiska verksamheten och kan bidra till utveckling av densamma. Det problem som studien specifikt adresserar är osäkerheten kring hur IoT-teknik ska användas i skolan för att stödja den pedagogiska verksamheten och dess utveckling, och vad som måste beaktas ur ett juridiskt-, etiskt- samt integritetsperspektiv vid användningen.

1.3 Frågeställning

Med utgångspunkt i dokumenterade erfarenheter kring nyttjande av IoT-teknik inom projektet IoT Hubb skola, samt litteratursökning inom ämnet IoT och skola, formuleras följande frågeställning:

Vilka teman kan identifieras i det dokumenterade materialet, och vilka resultat redogör litteratursökningen för, och baserat på detta, vilka design guidelines kan formuleras för att stödja pedagogisk verksamhet och utveckling?

2 Utökad Bakgrund

2.1 IT i skolan

Skolan har en lång tradition av att använda teknik som stöd för undervisning. När det gäller implementering av IT i skolan har det dock inte alltid varit med framgångsrika resultat. Skolan ligger inte ofta i framkant när det gäller användning av IT, och de projekt som har initierats har varit föremål för diskussion (Hernwall & Ramberg 2019). Det är därav viktigt att IT-teknik som introduceras till skolan tillför ett värde, och hjälper till att stödja undervisning och pedagogisk verksamhet, och inte implementeras bara för saken skull.

Det har därmed inte alltid funnits ett samband mellan användning av IT i skolan och gynnsamma resultat ur ett pedagogiskt perspektiv. I en rapport utfärdad av Skolverket konstaterades att IT kompetensen överlag är låg inom skolväsendet (Skolverket 2013). Fördelar med IT i skolan i en rapport framställd av myndigheten för skolutveckling (2007) är ökad motivation och ökad självständighet. Det belyses dock att man måste fokusera inte bara på tekniken i sig, utan teknikanvändningen kopplat till en pedagogisk idé, vilket blir relevant för denna studie.

IoT är nu på framfart (The internet of things 2016), och om tekniken används på rätt sätt kan det innebära en värdefull resurs för undervisningen (Hernwall & Ramberg 2019). Men IoT innebär även utmaningar, det ter sig då logiskt att det krävs kompetens kring området så att man tacklar de utmaningar som IoT bär med sig på ett bra sätt (ibid.). De utmaningar som IoT innebär för skolan och lärare kommer specifikt presenteras och avhandlas under nästa avsnitt "IoT i skolan".

2.2 IoT i skolan

IoT är idag vanligt förekommande inom näringslivet, men är relativt sällsynt inom skolan (Dominguez & Ochoa 2017). Det rör både forskning om IoT i skolan, samt praktisk användning av IoT i skolan. Det är något som framgår enligt den arbetsrapport som författats av Hernwall och Ramberg (2019) inom projektet IoT Hubb skola. Projektet syftar till att "utveckla möjligheter och potential med IoT i skolan och i dess utbildningsmiljöer" (Internet Of Things Sverige 2021). I arbetsrapporten belyser författarna att det finns studier inom IoT och skola, men att det finns få studier som specifikt berör vilken inverkan IoT har på den pedagogiska verksamheten och dess utveckling. Den forskning som i nuläget finns på området berör vilken potentiell effekt IoT kan ha på skolan och dess pedagogiska verksamhet, men att det är brist på relevant forskning som har gjorts i syfte att stödja pedagogisk verksamhet i praktiken (Hernwall & Ramberg 2019).

Vilka är anledningarna till bristen på forskning och begränsad användning av IoT inom skolan? Hernwall och Ramberg (2019) beskriver att många av de tekniska lösningarna som finns i nuläget presenterades innan integritetsbestämmelserna som omfattas av GDPR blev aktuella. Problematiken belyses särskilt i samband med ett rättsfall där införandet av ansiktsgenkänningsensorer vid en skola där man ville införa tekniken för att kontrollera elevers närvaro ansågs integritetskränkande. Gymnasieskolan blev som resultat tvungen att betala en sanktionsavgift utfärdad av integritetsmyndigheten (IMY 2019). En sådan tydlig markering av integritetsmyndigheten kan innebära att skolor har blivit mer restriktiva med att införa IoT i skolan då användandet kan riskera juridiska påföljder (IoThubb 2021). Skäl till den begränsade användningen av IoT inom skolan är dock inte endast juridiska och etiska. Hernwall

och Ramberg (2019) beskriver att bidragande faktorer även är brist på kompetens, frågor om hur man ska behandla och lagra data, samt interoperabilitet.

Om man bortser från de utmaningar som implementering av IoT innebär, vad är det IoT kan bidra med? Ett specifikt exempel som har diskuterats är att man genom IoT kan se vilka elever som är i riskgrupp att hoppa av skolan, och följa upp de elever som väl hoppat av (Rahman, Himanshi, Deep & Rahman 2016). Författarna nämner i artikeln att lärare kan monitorera olika elevers framgång med hjälp av smarta quiz appar. Dessa applikationer kan innehålla olika typer av kunskapstest för eleverna att genomföra. Testen kan exempelvis beröra de kapitel som eleverna arbetat med under veckan. Vid användningen ska elever koppla upp sig med sina personliga inloggningar då läraren lätt se hur de olika eleverna ligger till när diverse frågor besvaras. Verktuget är tänkt att hjälpa läraren upptäcka om elever halkar efter eller har svårt med olika moment. Detta för att kunna hjälpa eleven så att denne inte tappar studiemotivationen, och istället se till att eleven får den hjälp denne behöver för att klara av diverse moment. Författarna beskriver även hur skolor kan använda sig av sociala nätverk och bloggar för att publicera utbildningsmaterial, likt videoföreläsningar, nätbaserade artiklar och kunskapstest. Anledningar till detta beskrivs vara eftersom det blir lättare för studenter på den aktuella skolan att dela med sig av undervisningsmaterial och att följa kursens upplägg. Författarna tar även upp hur information kan tillgås av de som bor i mindre utvecklade områden i landet för att se till att även de har tillgång till det senaste utbildningsmaterialet.

Ett annat område där IoT kan användas är inom den faktiska undervisningen. Vi lever i ett samhälle där vi omges av distraktioner på ett sätt som människor tidigare aldrig upplevt, och vår uppmärksamhet utmanas konstant (Hansen 2019). Därav kan det vara av nytta att stimulera elever i deras lärande för att förbättra möjligheterna till att fokusera. Exempelvis genom användning av IoT-teknik i undervisningen, detta för att elever ska få bättre förståelse för tekniken i sig, samt för att ytterligare stimulera undervisningen vilket kan bidra till ökat lärande. Det är vad som skedde i tester inom projektet IoT Hubb skola där elever fick bygga ihop en sensor inom projektet kallad LoV-sensor. Eleverna fick dessutom ta del av den data som sensorerna hade samlat (Hernwall & Ramberg 2019). Brittiska studier visar även på att låg koldioxidhalt i klassrum hämmar elevers möjlighet till att koncentrera sig, genom att få tillgång till data som visar koldioxidhalten kan man se till att minska koldioxidhalten om det anses nödvändigt för att öka koncentrationen bland elever (Pålsson 2019).

Att minska det administrativa arbetet i form av att ta närvaro, vilket tar stor del av lärarnas tid är också ett tänkt område där IoT kan bidra med inom skolan. Enligt rapporter från lärare (Hernwall & Ramberg 2019) läggs mycket av undervisningstiden på att ta närvaro samt att låsa upp klassrum etc, tid som skulle kunna läggas på undervisningen istället med hjälp av IoT-teknik. Även att undersöka lärare och elevers positionering i skolan för att utveckla undervisningen i skolan med hjälp av sensorer är ett område där IoT kan vara till nytta (ibid.).

2.2.1 IoT Hubb skola

IoT Hubb skola är ett statligt finansierat forsknings- och utvecklingsprojekt och är en gemensam satsning av Vinnova, Formas och Energimyndigheten. Projektet är tre år långt med slutdatum den 31 maj 2021. För att skapa goda förutsättningar för arbetet med IoT inom skolan samt utveckla möjligheterna och potentialen med IoT har ett samarbetsprojekt skapats, detta mellan RISE, nio skolhuvudmän, Stockholms universitet samt två teknikpartners (IoThubb 2021). Enligt projektbeskrivningen framgår det att målet och syftet bakom projektet bland annat varit att utveckla möjligheter och potential med IoT i skolan.

Inom projektet har tre arbetsrapporter utformats rörande IoT i skolan, de tre rapporterna berör kartläggning och beskrivning av behov (Hernwall & Ramberg 2019), integritet, säkerhet & juridik (Hernwall & Ramberg 2019) samt state-of-the-art kring undervisning och lärande (Hernwall & Ramberg 2019). Dessutom har två rapporter rörande testning av två IoT-tekniska lösningar publiceras inom forskningsprojektet. De IoT-tekniker som har implementerats och testats är sensorn kallad LoV-sensor samt en robot kallad "Robbit". De dokumenterade erfarenheter som ligger till grund för de design guidelines som skapats, är dessa rapporter. De dokumenterade erfarenheterna är en av två delar som ligger till grund för de design guidelines som ska skapas inom studien, den andra delen består av resultat från litteratursökning.

2.2.2 LoV-sensor

LoV-sensor är det första av IoT-tekniker som testats inom projektet IoT Hubb skola och är det första exemplet på sensorer som använts i skolmiljö i praktiken för att stödja den pedagogiska verksamheten. Tidigare exempel på utvecklingsprojekt där sensorer använts för att stödja den praktiska verksamheten kunde inte hittas när Hernwall och Ramberg (2020) genomförde sin litteraturstudie för projektet.

Valet av LoV-sensor var inom projektet särskilt lämpligt då integritetskränkande faktorer inte behöver beaktas med anledning av att data som samlas in om luftfuktigheten inte berör individers personliga integritet (ibid.).

LoV-sensorns grundläggande syfte är att mäta luftfuktigheten utomhus. Sensorn är dessutom uppkopplad till Wi-Fi vilket innebär att den data som samlas in är tillgänglig och kan analyseras (ibid.). LoV-sensorn är av tyskt ursprung och har tagits fram inom Citizen Science-projektet "Luftdaten.info". Sensorn kostar 700 kr styck och har levererats till skolorna i form av byggsats vilket har inneburit att sensorn har kunnat användas i undervisningen i form av att lärare och elever har fått bygga ihop sensorn själva. Det innebär att eleverna och lärarna har fått bättre förståelse av hur sensorn fungerar på detaljnivå (ibid.). Totalt 20 sensorer har levererats till skolor runt om i landet och till sensorerna levererades utförliga instruktioner framtagna av Research Institutes of Sweden AB (RISE).

De komponenter som LoV-sensorn består av enligt rapporten för utvecklingstestet är en mikrokontroller på utvecklingskort med Wi-Fi (NODEMCUESP8266 v3), partikelsensor (SDS011), Temperatur-, lufttryck- & lufttryck- & luftfuktighetssensor (BME280) samt kopplingsdosa. En mer specifik teknisk beskrivning av diverse komponenter och LoV-sensor i övrigt finns tillgänglig i rapport som författats av Hernwall, Hylén, Johansson, Lingman, Nielsen och Ramberg (2020) inom projektet IoT Hubb skola under namnet *IoT Rapport 1 – LoV-sensor*.

2.2.3 Robbit

"Robbit" är en robot som framförallt använts inom grundskolan och gymnasieskolan vars primära syfte är att vara en fjärrnärvarolösning för barn och elever som inte kan närvara fysiskt vid den undervisning som utspelar sig i klassrumsmiljö. Syftet med Robbit är således att vara ett hjälpmedel för elever som är frånvarande av diverse anledningar, exempelvis med anledning av sjukdom, och fungerar som ett verktyg för att delta i klassrumsundervisningen på distans på liknande villkor som om eleven vore fysiskt närvarande.

Robbit används rent praktiskt av elever genom att eleven kopplar upp sig och loggar in med sitt användarnamn via dator, surfplatta eller dylikt och därefter kan kontrollera roboten och kommunicera via den. I nuläget kan elever se undervisningen via Robbit genom videosamtal, samt kan uttrycka sig via Robbit genom att röra roboten, tala, räkka upp handen, skicka emojis och visa sig själv bland annat. Roboten fungerar således som en typ av "avatar".

Det är värt att lägga till att Robbit i skrivande stund är en prototyp som fortfarande är under utveckling av RISE. Den beskrivs vara ”designad för att monteras ihop av fritt tillgängliga komponenter till en mycket låg kostnad”. Robbit är även designad för att kunna 3D printas.

De komponenter som Robbit består av är *en smartphone, BBC: microbit, Giggiebot, ett servo* samt delar som utgör skalet som kan 3D printas. En mer specifik teknisk beskrivning av diverse komponenter och Robbit i övrigt finns tillgänglig i den rapport som författats av Hernwall, Hylén, Johansson, Lingman, Nielsen och Ramberg (2020) inom projektet IoT Hub skola under namnet *IoT Rapport 2 – Robbit*.



Figur 1 Bild på Robbit

2.2.4 Testcase för lärares rörelsemönster & Learning analytics

Ett pågående experiment inom IoT Hub skola undersöker just nu hur lärare kan använda sig av rörelsesensorer. Detta för att undersöka lärares rörelsemönster i klassrum. Experimentet har gjorts inom fyra skolor och lärare som använt sig av tekniken i undervisningen har efter användningen genomfört intervjuer med forskare inom projektet. Syftet med intervjuerna har varit att ge forskarna en förståelse kring hur läraren har använt sig av tekniken, samt frågor kring hur läraren tyckt tekniken fungerat. För att sensorn ska kunna samla in data om lärarens rörelsemönster har läraren haft sensorn runt halsen under en hel lektion. Efter varje lektion som rörelsesensorn använts skapas en heat map där läraren kan se hur denne har rört sig i klassrummet, ju mer rött ett område är desto mer tid har läraren spenderat där. Syftet med detta är att läraren ska kunna reflektera över hur denne rör sig i klassrummet och på så vis upptäcka vissa rörelsemönster. Detta kan hjälpa läraren att upptäcka om denne spenderar mer eller mindre tid vid ett visst ställe och göra reflektioner utifrån den informationen. Läraren kan även med hjälp av enkäter som elever fyller i se hur elever upplevt lektionen för att kunna avgöra om det finns något samband mellan hur läraren rört sig i klassrummet och hur de olika eleverna upplevt lektionerna. Något som nämns i *State-of-the-art-kring-undervisning-och-lärande-2019* (Hernwall & Ramberg 2019) är hur man kan kombinera heatmapsen med något som kallas Learning Analytics för att kunna analysera massdata och lättare kunna hitta samband mellan elevprestation och lärarens rörelsemönster.

Learning analytics är nära relaterat till begreppet analytics, vilket innebär hur man med hjälp av datorer och statistik kan analysera stora delar av data, för exempelvis ett företag. Detta för att skapa en förståelse om varför det man analyserar händer och vad som kommer hända i framtiden, så att man kan fatta beslut som leder företaget i rätt riktning. När det kommer till learning analytics handlar även det om hur man kan analysera data. Syftet är dock menat åt

lärare så att de ska kunna analysera data om sina elever och datans kontext för att kunna förstå och optimera sin undervisning (Everipedia 2020).

Om lärare på ett bra sätt kan integrera IoT-teknik i sin undervisning blir Learning analytics ett kraftfullt verktyg eftersom läraren kan samla mycket data som sedermera kan analyseras och hjälpa läraren att förstå sin undervisning och på så sätt även utveckla den.

2.3 Design guidelines

2.3.1 Guidelines

Guidelines är ett relativt brett begrepp och är enligt oxfords ordbok definierat som “regler eller instruktioner som berättar hur du ska göra något” (OALD 2021). Det innebär att det går att finna guidelines inom flera olika kontext. Exempel på sådana kontext är; vad ska regeringen göra när en pandemi bryter ut? Alternativt; hur ska du montera en byrå från ikea med en manual som hjälpmedel. Guidelines kan således utformas på flera olika sätt beroende på vilket område de ska appliceras inom. Inom området människa-datorinteraktion, vilket är relevant område för denna studie, brukar guidelines benämnas för Design Guidelines.

2.3.2 Design guidelines

Hartson och Payla (2018) beskriver i sin bok *The UX Book* att principerna för design guidelines inte har förändrats över tid, utan att den nya tekniken endast förändrar hur guidelines används. Det leder i sin tur till att området är väl utforskat och att det finns vältestade design guidelines att använda sig utav. Många av dessa design guidelines är till för att hjälpa en designer att skapa en bra användarupplevelse inom digitala artefakter. Johnson (2014) nämner i sin bok ”Designing with the Mind in Mind” att reglerna inom design guidelines kan ses som mål istället för handlingar, med syftet att vägleda en designer i rätt riktning. Det med anledning av vikten att design guidelines är öppna för tolkning eftersom samma guidelines kan vara applicerbara i flera olika situationer. Dessa regler ska inte vara långa förklarande meningar utan de är oftast bara några få ord som beskriver målet med regeln, exempelvis “förhindra errors”. Han nämner även att det oftast är svårt att applicera alla design guidelines när en data-baserad produkt ska skapas vilket leder till vikten av att kompromissa och hitta de design guidelines som är väsentligast för systemet som ska skapas.

I denna studie har det undersökts hur design guidelines kan appliceras i en skolmiljö för att hjälpa läraren nyttja IoT-teknik på bästa sätt i sin undervisning. För att skapa en bättre förståelse om hur dessa design guidelines kan tänkas se ut och användas i en skolmiljö har inspiration tagits från Selanders artikel *Designs for Learning – A Theoretical Perspective* (Selander 2008). I artikeln presenteras en modell som heter LDS (Learning design sequences). I denna modell tar Selander upp hur lärare betraktas likt en designer som med hjälp av olika resurser kan designa sin undervisning, där av kommer guidelines i denna studie kallas för design guidelines. Anledningen till att Selander ser lärare som designers av sin undervisning är för att läraren behöver anpassa hur denne lägger upp sin undervisning beroende av vilken miljö eller vad för information som ska läras ut och vad för material och resurser som finns tillgängliga. Syftet med studien är att förse lärare med design guidelines som lärarna sedan kan använda sig av och ha som stöd när de ska designa sin undervisning och på ett lämpligt sätt kunna integrera IoT-teknik inom sin undervisning.

Hur detta påverkar utformandet av design guidelines är främst i form av att design guidelines är att de bör vara lätta att applicera i en skolmiljö, samt att de ska vara anpassningsbara för flera olika situationer. Vilket är viktigt med anledning av att en lärare kan vara ansvarig för flera

olika kurser och klasser samtidigt, samt att sättet hur design guidelines används på kan skiljas mellan olika situationer.

3 Metod

3.1 Forskningsstrategi

Studien utgår ifrån en kvalitativ forskningsansats, där datainsamlingsmetoden i första hand är dokumentstudier. Dokumentstudierna är främst baserade på dokumenterade erfarenheter och tester som gjorts inom projektet IoT Hubb skola. Sedermera har en litteratursökning utförts inom ämnet IoT och skola. Detta för att kunna förankra de upptäckter som gjorts i rapporterna från IoT Hubb skola, vilket består av redan gjord forskning inom ämnet, detta för att lättare kunna ta fram design guidelines. Litteratursökningen har utförts med hjälp av söktjänsten Google Scholar, en etablerad tjänst som kan användas för att hitta akademisk litteratur och vetenskapliga artiklar. Denscombe (2010) beskriver kvalitativ forskning som en lämplig strategi när analysen tar en induktiv ståndpunkt. Samt att kvalitativ forskning ofta leder till att en djupare förståelse kring ämnet som det forskas om i jämförelse med om man tar en kvantitativ inriktning. Detta passar väl in på denna forskning eftersom målet är att ta fram design guidelines utifrån erfarenheter från lärare och skolhuvudmän som har dokumenterats i olika rapporter samt användning av de artiklar som tas fram via litteratursökningen.

Den forskningsstrategi som har tillämpats i denna studie är grounded theory (ibid.). Det är en forskningsstrategi som lämpar sig för små forskningsprojekt där kvalitativ data används. Strategin används ofta för att skapa nya teorier och lägger stor vikt vid att använda sig av empiriska data från fältarbeten, detta för att kunna analysera vad som sker i den riktiga världen. En viktig del i grounded theory är den tematiska analysen då den står i grund för de nya teorierna som ska skapas, i denna studie så liknas de nya teorierna med de design guidelines som ska tas fram. För att kunna analysera och använda datan för forskningen så genomförs en tematisk analys. Den tematiska analysens första steget är öppen kodning, det innebär att forskaren läser igenom den empiriska datan och tilldelar olika koder, oftast ord eller fraser för den relevanta datan. Det är viktigt att forskaren genom arbetets gång har ett öppet sinne för att kunna ändra och förfina koderna. Nästa steg benämns axis kodning, i detta steg konstruerar forskaren relevanta kategorier genom att hitta likheter mellan de olika koderna. Sista steget är selektiv kodning, där forskaren utifrån de tidigare framtagna kategorierna ska utforma koncept som ligger till grund för de nya teorierna som ska skapas. Denna typ av tematisk analys lämpar sig väl för syftet med denna studie, med anledning av att syftet med att skapa design guidelines kan liknas med de koncept som utformas utifrån den tematiska analysen.

3.2 Datainsamlingsmetod

I studien har dokumenterade erfarenheter och tester från IoT Hubb skola först samlats in, detta för att få en grund till studien via den tematiska analysen. För att kunna förstärka och komplettera dessa erfarenheter och teman som togs fram utfördes en litteratursökning med syftet att hitta forskningsartiklar via sökmotorer inom ämnet IoT och skola, detta för att sedan kunna skapa design guidelines. Fördelen med att söka forskningsartiklar via sökmotorer är att utbudet är stort, och att forskaren med stor sannolikhet kan hitta artiklar som är relaterade till studien som skall utföras. Det är dock av stor vikt att forskaren inte tar artiklarnas trovärdighet för givet, utan trovärdigheten måste testas och fastställas (Denscombe 2010). Avgränsningen av de artiklar som kommer användas kommer främst utgå ifrån den information som återfinns i arbetets huvudartiklar från IoT Hubb skola. Dessa artiklar ska hjälpa till att förstärka och komplettera den data som identifierats från tidigare dokumenterade erfarenheter och tester, och

ska ligga till grund för de design guidelines som skapas. I denna rapport kommer den tematiska analysen utgå ifrån strategin bottom-up, vilket kan liknas med en induktiv analys. Vad detta innebär är teorier ska skapas utifrån studien. Till skillnad från en deduktiv analys där redan existerande teorier testas (Hjerm, Lindgren & Nilsson 2020).

3.3 Alternativa datainsamlingsmetoder

Syftet med forskningsstudien är att formulera design guidelines som är tillämpbara vid användning av IoT inom skolan, vilket i sin tur kan stödja pedagogisk verksamhet och utveckling. De formulerade design guidelinesen är i första hand baserade på dokumenterade erfarenheter vid nyttjande av IoT-teknik i skolan, dessa erfarenheter har därefter förstärkts och kompletterats av en litteratursökning inom ämnet IoT och skola. En lämplig, alternativ forskningsstrategi hade därav kunnat vara intervjuer. Detta med anledning av att intervjuer i sin form är snarlika de dokumenterade erfarenheter som studien i första hand är baserad på.

Användningen av intervjuer som datainsamlingsmetod lämpar sig väl för kvalitativ forskning med anledning av att forskaren kan få en djupare förståelse för ämnet i fråga. Samt att det är lättare att få en representativ bild av de personer som intervjuas på det relevanta området. Transkriberade intervjuer är även en vanlig och populär datakälla att utföra tematiska analyser på (Denscombe 2010). Vilket hade passat väl in för denna studie.

Intervjuer hade kunnat vara en föredragen forskningsmetoden om det hade funnits mer tid för studien. Problematiken med intervjuer är dock att de är tidskrävande, och för att kunna genomföra en trovärdig forskningsstudie där intervjuer är vald som datainsamlingsmetod krävs goda tillvägagångssätt för att bekräfta dess validitet (ibid.). Detta hade kunnat innebära svårigheter i samband med denna studie då antal intervjuer som hade behövt genomföras beräknas vara för många, samt svårigheter i form av att det kan vara svårt att finna lärare som har tid att ställa upp på intervjuer.

Tre av de fem rapporter som den genomförda studiens tematiska analys utgår ifrån är till stor del baserat på workshops med ett flertal olika lärare. Dessa rapporter är *State-of-the-art kring undervisning och lärande* (Hernwall & Ramberg 2019), *Kartläggning och beskrivning av behov* (Hernwall & Ramberg 2019), samt *Integritet, säkerhet och juridik* (Hernwall & Ramberg 2019). Vad det innebär är att om intervjuer hade genomförts hade de troligtvis inte bidragit med ytterligare väsentlig information. Detta med anledning av att intervjuer hade ägt rum med samma lärare som redan deltagit vid workshop inom projektet IoT Hub skola.

3.4 Alternativa forskningsstrategier

Denscombe (2010) nämner en forskningsstrategi vid namn Action research. Det är en forskningsstrategi som likt grounded theory lämpar sig för mindre forskningsprojekt som är av sociologisk karaktär. Forskningsstrategins syfte är att få fram information från verkliga händelser som sedan kan analyseras. En vanlig datainsamlingsmetod för denna forskningsstrategi är ofta observationer eller intervjuer istället för redan dokumenterade rapporter, vilket som tidigare nämnts inte var aktuellt för denna studie. En större skillnad med action research är att den lämpar sig bäst för när forskarna kan ha kontakt med de subjekten som varit med i studien och att forskningsstrategin är deltagardriven. Detta hade troligtvis varit den valda forskningsstrategin om det fanns tid att ha denna typ av aktiv kontakt med deltagare. Men på grund av rådande omständigheterna med COVID-19 och svårigheten att boka in flertalet möten med lärare resulterade i att denna forskningsstrategi inte blev aktuell för denna studie.

3.5 Forskningsetik

Denscombe (2010) beskriver en del av forskningsetik som vikten av vetenskaplig integritet. Vilket innebär att forskarna ska samla in, analysera och presentera data på ett objektivt och tillförlitligt vis. Forskarna ska inte låta ens egna värderingar eller ideer styra forskningen i en riktning som leder till att en obalanserad och partisk tolkning av deras forskning presenteras. Forskningen ska även drivas genom att följa de lagar som landet har. Det är även viktigt att samhället skyddas från att forskningen bedrivs för egen vinning och på samhället eller deltagarnas bekostnad.

Denna studie följer god forskningssed för att bibehålla en hög standard av integritet. För att bibehålla god forskningssed har de fyra principerna som presenterats i artikeln *The European Code of Conduct for Research Integrity* (All European Academies [ALLEA] 2017) tillämpats. Dessa fyra principer består av tillförlitlighet, ärlighet, respekt och ansvar. Vad detta innebär är att forskarna ska försäkra att forskningen sker av hög kvalite vilket kan reflekteras i studiens uppbyggnad samt vilka resurser som används inom forskningen. De ska även säkerställa att forskningen sker på ett transparent och opartiskt tillvägagångssätt. Detta genom hur datan tas fram, analyseras och presenteras. För att följa dessa principer har forskarna av denna studie fokuserat på att all data som tas fram kommer presenteras samt att hålla en opartisk ställning, så att inga förutfattade meningar skapas innan det analyseras.

Ytterligare något Denscombe (2010) tar upp om etik i forskning är hur forskarna måste se till att subjekten som deltar i forskningen inte ska påverkas negativt eller utsättas för någon form av skada. En fördel med datainsamlingsmetoden som tillämpats i denna studie är att all interaktion med subjekt redan har gjorts av de som författat artiklarna. Vilket innebär att någon direktkontakt med subjekt inte kommer vara nödvändigt och därav behövs denna typ av etiska fråga inte tas i åtanke för denna studie.

3.6 Forskningens validitet och reliabilitet

Att bibehålla hög validitet genom studien är något som varit av stor vikt. En fördel med den forskningsstrategi som valts för denna studie är att datan som använts för den tematiska analysen kommer från grundad forskning som skett under en längre tid, detta är något som ökar validiteten för studien (Denscombe 2010). Något som ökat reliabilitet i tolkningen för denna studie ytterligare är att den tematiska analysen byggd på interbedömarreliabilitet. Vad detta innebär är att författarna av studien har gjort varsin bedömning av samma data för att sedan diskutera de olika upptäckterna och kommit fram till en gemensam bedömning. Detta leder till att reliabilitet för studien ökar då denna typ av bedömning och diskussion bidrar till minskad risk att subjektiva åsikter styr bedömningen av datan (Fink 2010).

3.7 Litteratursökning

Litteratursökningen har grundat sig i vetenskapliga publikationer om IoT och dess användning i skolan. För att hitta relevanta vetenskapliga publikationer har Google Scholar använts. Google Scholar är en databas med allt från artiklar till domstolsyttranden och är skrivna av akademiska förläggare, yrkesföreningar och universitet från hela världen. För att göra en sökning på Google Scholar skriver användaren text i en ruta, denna text kan innehålla flera olika ord och begrepp, därmed kan sökningen avgränsas och relevanta publikationer visas. I denna litteratursökning och studie var artiklar relaterade till IoT och skola av intresse.

Fältet IoT är väldigt stort och en sökning med endast begreppet IoT på Google Scholar gav ett resultat på ca 1.2 miljoner publikationer. Detta ledde till att en del avgränsningar var tvungna att göras, hur dessa gjordes demonstreras nedan i *Tabell 1*. Eftersom frågan om hur IoT teknik kan implementeras i ”skolan” varit av primärt intresse togs beslutet att lägga till School i sökningen. De rapporter som presenterats inom IoT Hubb skola omfattar skolor från lågstadiet till och med gymnasiet, därför gjordes en ytterligare avgränsning med begreppet K12. Begreppet K12 är ett begrepp som innefattar alla klasser från grundskolan till och med gymnasiet, vilket är de klasser som var av intresse för denna studie. Eftersom IoT är ett snabbt växande och utvecklande område gjordes en avgränsning av sökningen så att endast publikationer skrivna från 2018 och senare visades, detta valdes eftersom projektet IoT Hubb skolas första rapporter kommer från 2019 vilket innebär att en litteratursökning redan gjorts för artiklar som publicerades innan 2019. Att gå igenom artiklar som forskarna från IoT Hubb skola redan gjort hade varit överflödigt. All denna avgränsning gjorde att antalet publikationer endast uppgick till 348, vilket är en rimlig mängd att gå igenom för att hitta relevanta artiklar för denna studies syfte.

För att hitta ett urval av artiklar genomfördes en läsning av dem på abstrakt nivå, vad som utgicks ifrån vid denna läsning var att abstraktet skulle innehålla information om utbildning och användning av IoT-teknik. Publikationer som var i bokform eller artiklar skriva på andra språk än svenska och engelska valdes bort. Detta ledde till att totalt 19 artiklar hittades som var relevanta för denna studie.

En intressant upptäckt som gjordes under litteratursökningen relaterat till begreppen IoT, School och K12 var hur utveckling av antalet publikationer har ökat exponentiellt under de senaste åren. Om sökningen filtrerades mellan åren 2010–2014 hittades endast 25 publikationer, mellan åren 2015–2017 hittades 92 publikationer och mellan åren 2018-nu hittades 348 publikationer. Detta visar på att det finns ett ökat intresse för IoT-teknik i skolan och att det finns en efterfrågan relaterat till användning av IoT-teknik i skolan. Något som noterades var dock att det fanns mycket få artiklar som hade tydliga exempel på IoT-teknik som faktiskt använts och undersökts inom skolan.

Tabell 1 Visar sökresultat från Google Scholar

Sökbegrepp 1	Sökbegrepp 2	Sökbegrepp 3	År	Antal publikationer
IoT				1 280 000
IoT	School			223 000
IoT	k12	School		739
IoT	k12	School	2010-2014	25
IoT	k12	School	2015-2017	92
IoT	k12	School	2018-nu	348

3.8 Analysmetod

Studiens tematiska analys har utgått ifrån fem rapporter publicerade inom projektet IoT Hubb skola. Dessa rapporter har valts med anledning av att de varit relevanta för studiens syfte. Syftet med den tematiska analysen har varit att identifiera teman utifrån de dokumenterade erfarenheter och tester som presenterats inom projektet. Första steget av den tematiska analysen har bestått av att läsa igenom samtliga rapporter och markera stycken eller meningar som bedömdes vara av värde för att besvara studiens frågeställning. Dessa markeringar har därefter kommenteras med en kort förklarande beskrivning. Kommentarer har inom studien varit synonymt för koder och samtliga koder finns tillgängliga i *bilaga 1*.

Följande är praktiskt exempel på hur koder identifierats inom studien; I nedanstående citat identifierades koderna “måste ta närvaro, vilket är mycket tidskrävande” ur rapporten *kartläggning och beskrivning av behov* (Hernwall & Ramberg 2019):

“Det som tydligast identifieras som ett problematiskt arbetsmoment är närvarohantering, särskilt i grundskolan och gymnasiet. Här har skolan en skyldighet att dokumentera elevnärvaro samtidigt som uppgiften inte tillför något till kärnverksamheten. Det upplevs som en administrativ bisyssla som stjälar tid från lektioner.”

Efter att diverse kommentarer skrivits ut i rapporten har därefter samband och mönster mellan de olika koderna eftersökt och hittats. Utefter dessa samband och mönster bildades därefter teman. Eftersom det endast varit fem rapporter som ingått i den tematiska analysen ansågs det lämpligt att respektive författare initialt utförde analyserna individuellt. För att därefter diskutera och jämföra respektive analyser och enas kring teman. Detta tillvägagångssätt har stärkt reliabilitet i analys och tolkning. Efter att koderna diskuterats identifierades fem teman, bland dessa: *Motivation, Administration, Personalisering, Undervisning* samt *Integritet, säkerhet och juridik*.

För att kunna förankra dessa teman i existerande litteratur gjordes därefter den litteratursökning som beskrevs i *kapitel 4.1*. När relevanta forskningsartiklar hittades, analyserades de därefter för att undersöka om de innehöll forskning relaterat till de teman som identifierats i den tematiska analysen. Detta för att göra det lättare att hitta samband mellan rapporter och artiklar. Totalt valdes 8 av 19 artiklarna som sammanställs genom litteratursökningen, detta med anledning av att de vid noggrannare genomläsning av diverse artiklar visade sig att samtliga artiklar inte var tillräckligt relevanta för syftet med studien.

Efter att den tematiska analysen slutförts har resultat skrivits ut, i resultatet presenterades alla teman för sig. Detta för att ge en bra översikt om vad som hittades i analysen för diverse teman. Strukturen för resultatet inleds med att presentera de teman som identifierades från rapporterna inom IoT Hubb skola, för att sedermera förankra de upptäckterna som gjort genom artiklar från litteratursökningen.

4 Resultat

4.1 Identifierade teman

I följande kapitel redovisas teman som identifierats under den tematiska analysen. Dessa teman har tagits fram i samband med analys av de rapporter som blivit publicerade inom IoT Hubb skola och de dokumenterade erfarenheter och tester som rapporterna innefattar. Efter att relevanta teman identifierats genomfördes en litteratursökning och analys för att förankra teman i publicerad forskning. Detta för att skapa en djupare och förankrad förståelse inför formulerandet av design guidelines. De fem teman som identifierades är motivation, administration, personalisering, undervisning samt integritet, säkerhet och juridik. Diverse teman kan ha överlappande material som har hittat under den tematiska analysen i och med att materialet kan vara temaöverskridande.

4.1.1 Motivation

I rapporten *IoT rapport 1 – LoV-sensor* (Hernwall et al. 2020) beskrivs hur LoV-sensorer har använts som ett verktyg i undervisningen. Detta gjordes genom att elever som läst naturkunskap fått använda sig av den data som samlats in av LoV-sensorn, och därefter analyserat och använt datan i olika uppgifter och projekt. När eleverna har fått ta del av data har det visat på ökat engagemang i undervisningen då de tyckt att det varit roligt och intressant att använda sig av verklighetsbaserad data.

I artikeln *The Use of Learning Technologies and Student Engagement in Learning Activities* (Bergdahl, Fors, Hernwall & Knutson 2018) beskriver författarna att det finns forskning som påvisar att användandet av teknik istället för traditionella verktyg i undervisningen leder till högre engagemang hos eleverna, och att högre engagemang i sin tur ofta leder till högre motivation i skolan. Studien gick ut på att undersöka hur elevers engagemang påverkas av om teknik användas i undervisningen. De resultat som studien fick fram var att elever oftare rapporterar om ett högre engagemang under lektionen när de fick använda sig av tekniska lösningar, exempelvis att använda sig av mobilen istället för att läsa boken för att lösa en viss uppgift. Det har dock i vissa fall varit svårt att se ett ökat engagemang då läraren haft svårt att implementera tekniska lösningar i sin undervisning. Att låta elever använda sig av teknik istället för traditionella verktyg i undervisningen kan relateras till hur läraren kan använda sig av viss IoT-teknik för att motivera sina elever. Vilket i detta fall skulle kunna vara att låta eleverna använda datan som samlas in av LoV-sensorer i undervisningen.

Att engagera eleverna praktiskt genom att låta dem bygga ihop sensorer och sedan använda sig av tekniken har påvisat ökad motivation bland eleverna vilket redovisas i artikeln *A Systematic Review of Studies on Educational Robotics* (Anwar, Bascou, Menekse & Kardgar 2019). Denna artikel tar upp hur skolor inom STEM ämnen använt sig av byggandet robotar i utbildningen för att öka engagemanget och motivationen bland eleverna. Detta med anledning av att eleverna fått använda sig av kritiskt tänkande och problemlösning vid byggandet och användningen av robotarna. Både LoV-sensorn och Robbit skulle kunna användas utifrån detta syfte där lärare låter elever vara med att bygga ihop dem och vara med att starta upp dem för att öka elevernas motivation.

Något som presenteras i rapporten *IoT rapport 2 – robbit* (Hernwall et al. 2020) är att elever som historiskt haft en hög frånvaro, vilket ofta innebär sämre betyg, med hjälp av robbit blivit

mer engagerade i skolan. Användningen av robbit har således i vissa fall inneburit att eleven börjat återkomma till skolan samt att dennes betyg har förbättrats. Det framgår dessutom av studier där AV1, vilket är en robot som är lik Robbit men utan en skärm, har använts som hjälpmedel för elever som varit socialt isolerade och erfarit långtidssjukdom, att IoT-tekniken har haft positiva effekter på elevers motivation och intresse, samt ökat den generella glädjen (No isolation 2020). Man har således kunnat hitta ett samband mellan användning av IoT-teknik på distans och ökat intresse och motivation. Bergdahl, Nouri, Fors och Knutsson (2020) nämner att forskningen konstant belyser vikten av den sociala aspekten av lärande i samband med teknik. Kombinationen är kritiska element för engagemang.

I artikeln *The Use of Learning Technologies and Student Engagement in Learning Activities* (Bergdahl et al. 2018) observerade lärarna att elever reagerade positivt om de var aktiva i klassrummet och interagerade med eleverna. I den pågående studien inom projektet IoT Hub skola berörs hur lärare kan använda sig av en rörelsesensor för att kunna se hur de rör sig i klassrummet. Genom frågeformulär eller liknande kan eleverna efter lektionen besvara om de exempelvis upplevt lektionen vara lärorik, eller om de kände sig engagerade/motiverade under lektionen. Detta kan hjälpa läraren att bli medveten om den spenderar mer tid bland vissa elever än andra, och läraren skulle då kunna använda sig av Learning Analytics som hjälpmedel för att se om det finns korrelation mellan engagerade/motiverade elever och hur mycket tid läraren spenderar vid eleven i fråga. Läraren kan på så sätt experimentera med placeringar och hur läraren rör sig i klassrummet. På så sätt kan läraren undersöka hur denne kan agera i klassrummet för att öka engagemanget/motivationen hos vissa elever.

Skordeli (2019) redogör att lärare uppmärksammat att elever visar ett ökat engagemang och ökad motivation när de kan bevittna sina resultat, och hur de ligger till i diverse kurser i realtid. Ett möjligt sätt för lärare att ge direkt feedback till eleverna tas upp i artikeln *Teaching Management System with Applications of RFID and IoT Technology* (Tan, Wu, Li & Xu 2018). I artikeln tar författarna upp hur lärare kan använda sig av QR-koder och RFID-taggar för att ge eleverna direkt feedback om hur de ligger till i diverse kurser. Detta gjordes genom en applikation vilket eleverna skulle använda sig av både i klassrummet och vid självstudier. Syftet med denna applikation var att eleverna kunde scanna in QR-koder som skapas av läraren för att få tillgång till olika kursmaterial och instuderingsfrågor. Vilket kan ge läraren en indikation på elevens kunskapsnivå beroende på hur denne svarar på instuderingsfrågorna. Författarna tar även upp hur RFID-taggar kan samarbeta med applikationen för QR-koderna. Så att de tillsammans med en RFID mottagare vid varje skrivbord gör att läraren kan få upp hur varje elev ligger till i kursen och vilka som gått igenom kursmaterialet på förhand, genom att eleven lägger sin RFID-tagga på RFID mottagaren. Läraren kan då under lektionens gång ge eleverna feedback på hur de ligger till och ge tips på vad de kan göra för att förbättra studieresultatet. Denna direkta och personliga feedback skulle kunna leda till en ökad motivation hos eleverna.

Temat motivation har skapat en bättre förståelse om hur lärare kan använda sig av olika typer av IoT-teknik i sin undervisning för att öka motivationen bland eleverna. Användningen av IoT-teknik kan grupperas under två rubriker. Den ena handlar om hur läraren kan få eleverna att integrera med IoT-tekniken, antingen genom att låta eleverna delta vid ihopbyggande IoT-teknik, eller att läraren låter eleverna använda datan som IoT-tekniken samlar in under undervisningen. Detta för att kunna öka engagemanget bland sina elever och på så vis även innebära ökad motivation. Den andra kategorin innefattar hur lärarna själva kan använda sig av IoT-teknik för att få en bättre förståelse av vad som får de olika eleverna att bli motiverade.

4.1.2 Personalisering

Något som behandlas i rapporten *State of the art kring undervisning och lärande* (Hernwall & Ramberg 2019) är att lärare gärna vill se en mer individanpassad undervisning, detta med anledning av att elevers lärande sker på olika sätt. Det uppdagas att det med dagens teknik borde finnas fler möjligheter till detta, dock rapporterar lärare att det är problematiskt då det både är tidskrävande och svårt att ha en individanpassad undervisning.

I artikeln *The Effect of the Internet of Things (IoT) on Education Business Model* (Bagheri & Movahed 2016) förklarar lärarna hur skolan kan implementera smarta klassrum som använder sig av sensorer, videokameror, ansiktsgenkänning, algoritmer, med mera. Detta för att skapa en bättre och mer individanpassad utbildning vilket resulterar i en större medvetenhet om hur olika elever presterar i olika moment. Författarna tar upp hur användningen av bärbara sensorer (smartklockor) kan ge lärare en bättre förståelse om elevers inlärningsmönster. De beskriver även hur skolan kunna använda sig av individuella RFID-taggar för att se var i skolan olika elever brukar befinna sig och på så vis kunna se samband mellan prestation och elevers rörelsemönster. På detta vis kan läraren se om vissa elever presterar bättre i vissa miljöer, exempelvis diverse elever presterar bättre om de får jobba självständigt i biblioteket. Det ger möjlighet till att låta elever studera i de miljöer som passar de bäst utefter dennes individuella behov.

I artikeln *A critical overview of internet of things in education* (Bakla 2019) tas det upp mer genomgående hur dessa smartklockor kan användas. Författaren syftar på hur smartklockor kan samla mätdata om elevernas sömnmönster och stressnivåer. Med denna data skulle det vara av intresse för läraren att jämföra och avgöra hur elever presterar i skolan under olika perioder. Detta skulle kunna hjälpa läraren i hur denne ska planera sina lektioner och använda sig av olika aktiviteter för att hjälpa eleverna att komma igång med studierna. Den insamlade datan kan hjälpa läraren planera hur lektionen ska se ut då det i vissa fall kanske lämpar sig bättre att tillåta individuellt arbete medan det en annan lektion är bättre lämpat med grupparbete eller arbete av mer teoretisk karaktär. Läraren kan även i ett förebyggande syfte se vilka elever som behöver mer stöd under diverse perioder beroende på vad den insamlade datan visar.

Även några av de delar som presenterades i temat motivation kan appliceras för att skapa en mer individanpassad utbildning. Detta med anledning av att användningen av rörelsesensorer, QR-koder och RFID taggarna kan underlätta för läraren att få förståelse kring vad olika elever föredrar. Det kan i sin tur kan användas för att skapa en mer individanpassad undervisning.

Ytterligare en teknik som skulle kunna bidra till en mer individuellt anpassad undervisning är hur skolan använder sig av Robbit. Detta med anledning av att en undervisningsplan med digitala material som möjliggör användning av robbit skapar fler möjligheter för distansundervisning. Det bidrar i sin tur till att det blir lättare att ge elever alternativ till distansundervisning under vissa moment, då detta skulle kunna vara bättre lämpat för vissa elever.

Individanpassad undervisning är något som lärare gärna vill tillämpa då det uppfattas ha en stor påverkan på elevers studier. Det är dock svårt att hinna anpassa undervisningen utefter alla elever, detta då det ofta är frågan om stora klasser och olika preferenser bland eleverna. Ett sätt att underlätta detta är implementering av IoT-teknik som gör det lättare för läraren att se hur diverse elever ligger till i olika kurser och var deras kunskapsnivå befinner sig. Med denna information kan läraren sedan ge personlig feedback till de olika eleverna. Läraren kan även med hjälp av personliga sensorer få en förståelse om olika elevers inlärningsmönster. Med denna information får läraren individualisera sin undervisning så att den lämpar sig bäst för eleverna. Dock finns det stora problem med att samla in personlig data från elever både ur integritets- samt GDPR-perspektiv. Vilket är något som nämns i rapporten integritet, säkerhet

& juridik (Hernwall & Ramberg 2019). Dessa typer av frågor måste man ha i åtanke när sensorteknik av denna typ används.

4.1.3 Administration

Något som beskrivs i rapporten *Kartläggning och beskrivning av behov 2019* (Hernwall & Ramberg 2019) är lärares syn på att det är tidskrävande att ta närvaro vid lektioner. Samt att betygssättning och bedömning både är tidskrävande och ångestladdat för många lärare. Holmqvist (2019) nämner att en skola i Skellefteå med 1250 elever och 175 lärare spenderade cirka 17 000 timmar under ett år på administrativa uppgifter och att närvarohantering upptar en stor del av timmarna. Detta är timmar som istället skulle kunna läggas på pedagogisk utveckling. En lösning på detta problem skulle kunna vara att man automatiserar närvarohantering och ett tillvägagångssätt som beskrivs i ett flertal av de artiklarna som hittades i litteratursökningen är RFID-taggar. RFID-taggar kan vara en viktig del av skolans framtid och ett lämpligt sätt att integrera IoT med skolan. RFID-taggar kan ha många olika användningsområden inom skolan varav ett av dem kan vara närvarohantering.

Som tidigare nämnt i denna rapport har Tan (2019) forskat om hur individuella RFID-taggar och mottagare vid varje skrivbord i ett klassrum kan användas för att hjälpa läraren se hur olika elever presterat i tidigare moment. Samma implementation skulle även kunna användas för att ta närvaro, där läraren ber alla elever att lägga sin RFID-bricka på skrivbordet och på så sätt se vilka elever som är i klassrummet. I artikeln *The Effect of the Internet of Things (IoT) on Education Business Model* (Bagheri & Movahed 2016) beskrivs även hur NFC (Near Field Communication) kan användas likt RFID-taggar. Fördelen med användningen av NFC är att samtliga relativt nya smartphones har det integrerat i mobilen. En stor del av dagens skolungdomar har egna smartphones som tas med till skolan, en mobiltelefon till skillnad mot en RFID-tagga innebär mindre chans att glömmas hemma, vilket skulle öka användningen av denna typ av närvarohantering.

I rapporten *State-of-the-art kring undervisning och lärande 2019* (Hernwall & Ramberg 2019) beskrivs hur ansiktsigenkänning också kan vara ett smidigt sätt för lärare att ta närvaro vid sina lektioner. Detta är något som Holmqvist (2019) skrivit om i artikeln *Ansiktsigenkänning för närvarohantering i skolan* där han utfört experiment om ansiktsigenkänning i en gymnasieskola. Ansiktsigenkänning fungerar på sådant sätt att eleverna ställer sig framför en skärm med en kamera och väntar på att deras ansikte registreras, och därefter kan gå in i klassrummet. Resultatet från denna studie avslöjade att det finns en mycket positiv inställning till ansiktsigenkänning för närvarohantering bland eleverna. Många av eleverna var av åsikten att det fanns en stor sannolikhet att detta system skulle spara mycket tid i början av lektionerna. Det tyder på att en implementation av ansiktsigenkänning för närvarohantering inte är något som elever skulle ha problem med, samt att det troligtvis skulle spara läraren mycket tid om de undviker att ta närvaron manuellt. Det största problemet med ansiktsigenkänning är som tidigare nämnt integritets och etikfrågor, vilket är något som skolan måste ta hänsyn till.

I artikeln *Involving teachers in learning analytics design: Lessons learned from two case studies* (Konstantinos, Davina, Charls & Detra 2020) beskriver författarna hur man kan involvera lärare i skapandet i analytic design. Vilket innebär hur lärare kan implementera LA i sin undervisning för att kunna ha det som ett stöd när denne designar sin undervisning. Hur detta kan hjälpa en lärare med dennes administrativa uppgifter beskrivs i artikeln och presenteras som lösningar, vilket lärarna i studien identifierat att LA kan hjälpa till med. Dessa lösningar handlade delvis om hur stora delar av lärarens uppgifter kan automatiseras genom bland annat automatisk betygssättning, hjälpa läraren att se hur elever ligger till i olika moment,

kunna förutse hur olika elever kommer prestera i framtida moment. Detta för att kunna hjälpa dem i ett förebyggande syfte samt genom att skicka automatiska uppdateringar om elevernas närvaro eller hemuppgifter till elevens föräldrar. Alla dessa lösningar leder till att läraren sparar tid och kan fokusera på sin egen undervisning istället.

Temat administration avhandlar framförallt hur läraren kan använda sig av IoT-teknik för att underlätta tidskrävande moment, såsom närvarohantering, betygsättning, med mera. Genom att använda sig av ovannämnd IoT-teknik såsom RFID, ansiktsgenkänning och LA kan många av lärares administrativa uppgifter automatiseras vilket leder till att läraren sparar tid och istället kan fokusera på att planera, designa och genomföra sin egen undervisning.

4.1.4 Undervisning

I den tematiska analysen har temat undervisning identifierats. Temat omfattar hur IoT-tekniken ska användas rent praktiskt i undervisningen samt vilken nytta IoT-tekniken kan ha i undervisningssyfte och ur ett lärande perspektiv. Exempelvis hur IoT-tekniken kan främja lärandet och öka kompetensen och därav förbättra resultaten bland elever. Enligt de dokumenterade erfarenheterna av IoT-teknik framgår att de flesta klasser som använt sig av LoV-sensorn och Robbit byggt ihop tekniken som en del av den praktiska undervisningen. Det har i de flesta fall inte inneburit några större problem och installationen har gått enkelt och bra. Inga ytterligare riktlinjer och hjälpmedel om hur IoT-tekniken ska byggas ihop inom undervisningen har således behövts. Det framgår dock att det i vissa fall har tagit längre tid att bygga ihop tekniken med anledning av att den tekniska kompetensen har skiljt sig åt. Av de tentativa råd och rekommendationer som presenterats i rapporten rörande LoV-sensorn (Hernwall et al. 2020) framgår det att för att öka relevansen och nyttan av IoT-teknik likt LoV-sensorn bör dess användning tydligt kopplas till läroplan som kursplaner.

Det framgår specifikt att byggandet av LoV-sensorn i enstaka fall har fördröjts med anledning av man glömt ändra tillbaka till standardinställning från tidigare användning. Det innebär därav att ett viktigt steg i den praktiska användningen av IoT-tekniken i undervisningen bör inledas med att återställa IoT-tekniken till standardinställning, då det är grunden för den resterande användningen av IoT-tekniken inom undervisningen. Diverse manualer och information som har delats ut i samband med IoT-tekniken bygger på att tekniken från början är standardinställd. Av erfarenheter från rapporten framgår det att IoT-tekniken i vissa fall inte stämt överens med manualer och instruktioner vilket har berott på att tekniken inte varit standardinställd. Det kan därav vara av värde att som ett första steg vid användning av IoT-tekniken att undersöka och eventuellt återställa IoT-tekniken till standardinställning.

I rapporten *IoT Rapport 1 - LoV-sensor* (Hernwall et al. 2020) har råd och rekommendationer givits. Dessa råd och rekommendationer är riktade till andra skolor som tänkt testa samma teknik. Bland dessa råd framgår det att insamlad data bör användas i den praktiska undervisningen samt att man vid användning av LoV-sensorn kan jämföra data som kommer från olika platser.

Det framgår av rapporten att de svarande anser att LoV-sensorn har bidragit till en ökad förståelse och ett större intresse för miljöfrågor specifikt. Detta med anledning av att man diskuterat luften i sin närmiljö. Således har användningen av LoV-sensorn i sin tur bidragit till en ökad diskussion om luften i sitt närområde bidragit till att elever ökat sitt engagemang samt ökat sin kompetens rörande miljörelaterade frågor. Något som framgår av *The Use of Learning Technologies and Student Engagement in Learning Activities* (Bergdahl et al. 2018) samt *Engagement and performance when learning with technologies in upper secondary school* (Bergdahl et al. 2020) är att vid praktisk användning av teknologi i undervisningen kan

engagemanget, lärandet och resultaten förbättras om man inom ämnet använder sig av teknologi i lärandet. Det innebär i praktiken att man vid användning av IoT-teknik i specifika ämnen kan öka lärandet. I det här specifika fallet kan lärare således använda sig av LoV-tekniken för att öka elevers kompetens inom miljöfrågor vilket är en viktig samhällsfråga och något som uppmuntras i enlighet med diverse kursplaner.

Det framgår enligt *IoT Rapport 2 - Robbit* (Hernwall et al. 2020) att det har uppkommit problem vid användningen av robbit när man använt en annan telefon än vad som rekommenderats. Det är därav viktigt att använda telefonen som rekommenderas i diverse instruktioner, detta för att undvika komplikationer. Vad gäller distansrobotar har kritik givits gällande AV1:s bild och ljudkvalitet. Det har således varit fördelaktigt att använda sig av mobil som verktyg i dessa syften.

Det framgår av samma rapport att det vid användning av Robbit är viktigt att eleven som använder distansroboten inte sticker ut. Det vill säga kan delta i undervisningen på ett naturligt sätt. Det framgår även att roboten i undervisningen endast ska fungera som ett komplement och ett stöd, vilket innebär att man bör vara noga med att stödja och engagera den frånvarande eleven och bjuda in denne i undervisningen. Man ska således undvika att förlita sig på Robbit som enda lösning för att förbättra den frånvarande elevens undervisning och lärande.

4.1.5 Integritet, säkerhet & juridik

Det framgår av *IoT Rapport 1 - LoV-sensor* (Hernwall et al. 2020) att användningen av LoV-sensorn inte har inneburit några större integritets, säkerhets samt juridiska utmaningar. Detta med anledning av att LoV-sensorn har placerats utomhus och endast samlat in data som är relaterat till luftkvalitet. Persondata har således inte samlats in i fallen då LoV-sensorn har använts. De säkerhetsaspekter som har framkommit enligt rapporten är att kommunen i två fall har haft synpunkter och krav för att IoT-tekniken ska ha fått kopplas upp till kommunens IT-system. Något man kan behöva ha i åtanke och eventuellt komma överens med kommunen om, vilket gjordes i de två fallen. Sammanfattningsvis är det således säkert för lärare att använda sig av LoV-tekniken utan att behöva oroa sig över integritets- och juridiska konsekvenser i samband med användningen av tekniken.

Det framgår av *IoT Rapport 2 - Robbit* (Hernwall et al. 2020) att större frågetecken rörande integritetsfrågor har väckts i samband med användningen av robbit. Framförallt frågor och diskussioner om klassen vid filmande av klassrumsmiljö ska synas eller inte. Det har således inte varit några större diskussioner huruvida eleven som använder robbit vill synas eller ej. Dessutom i enstaka fall om lärare ska synas eller inte, då det funnits en oro om film på läraren ska spridas eller ej. Hälften av de svarande i rapporten, vilket uppgår till nio personer, har uppgett att endast tavlan och läraren har varit i bild, man har således endast kunnat höra andra elever. Vid enstaka fall har man låtit elever rotera på Robbit men de svarande uppger att det då har varit viktigt att informera elever och vårdnadshavare om detta. Endast en svarande har uppgett att skriftligt samtycke har inhämtats. Huruvida klassen får synas eller ej vid användning av robbit är således en fråga som lärare kan behöva stöd i hur de ska navigera. Design guidelines som ger lärare riktning och klarhet i dessa integritetsfrågor är såldes av värde.

Vad gäller juridiska frågor uppges det i rapporten att varken Robbit eller AV1 haft någon möjlighet att spara ljud och bild. Därav har inte användningen av roboten varit problematisk ur ett GDPR-perspektiv. Viktigt att tillägga är att testerna och rapporterna utgår från tiden innan Covid 19 pandemin. Covid 19 pandemin innebar förändringar och juridiska lättnader i distansundervisningen vilket har iakttagits i denna studie. Det framgår dock enligt rapporten att de svarande haft få juridiska frågor rörande användningen av roboten. Det framgår dock enligt

rapporten att Robbit i några fall inte använts i och med att lärare ställs inför osäkerhet vad gäller integritet, säkerhet och juridiska frågor. Därav kan det vara av värde att tydligt instruera läraren hur denne ska använda Robbit som är säkert ur just dessa perspektiv. Detta för att undvika osäkerhet och förvirring vid användning. I och med osäkerhet kring dessa frågor har lärare inte vetat i vilken utsträckning de kan använda IoT-tekniken, den har således inte alltid haft så stor inverkan som önskat eller övergivits av dessa anledningar.

4.2 Design guidelines

I följande kapitel presenteras design guidelines som formulerats inom studien. Totalt har 14 design guidelines formulerats, dessa bygger på vad som har identifierats i den tematiska analysen samt litteratursökningen och bedöms stödja pedagogisk verksamhet och dess utveckling. Formulerade design guidelines har rubricerats under två olika kategorier, generella design guidelines samt specifika design guidelines. Design guidelines av generell karaktär berör IoT-teknik generellt, dvs användning av IoT generellt och olika tekniker. De design guidelines av specifik karaktär berör dock endast IoT-teknik som har testats inom projektet IoT Hub skola, vilket är LoV-sensorn samt distansrobot (Robbit/AV1).

4.3 Design guidelines - Generella

4.3.1 IoT-teknik ska kopplas till läroplan som kursplaner

“När du designar din undervisning, och IoT-teknik är planerad att användas inom denna, bör IoT-tekniken tydligt kopplas till läroplan som kursplan. Tydlig koppling till läroplan som kursplan innebär ökad relevans och nytta av IoT-tekniken.”

Motivering bakom denna design guideline är baserat på tentativa råd och rekommendationer som har givits i samband med den rapport där LoV-sensorn har testats (Hernwall et al. 2020). Av rapporten framgår att rekommendationen inte endast är specifikt tillämpbar på den IoT-teknik som användes i testet, utan IoT-teknik i allmänhet.

4.3.2 Använd IoT-teknik inom den praktiska undervisningen

“När du implementerar IoT-teknik bör denna användas inom den praktiska undervisningen. Detta med anledning av att praktisk användning av IoT-teknik engagerar eleverna samt ökar motivationen bland eleverna. Det förenklar dessutom för senare användning av IoT-tekniken då elevernas interaktioner med tekniken innebär ett större intresse för tekniken i sig.”

Motivering bakom denna design guideline är baserat på tidigare studier (Anwar et al. 2019). I studien framgår att om man engagerar elever praktiskt, och låter dem bygga ihop robotar inom undervisningen, och därefter låter eleverna använda sig av tekniken resulterar det i ökad motivation. Det har påvisats att elever behöver använda sig av kritiskt tänkande samt problemlösning vid byggandet och användandet, vilket förbättrar elevernas uppfattning av undervisningen. Det har även inneburit att eleverna visat ökat engagemang, samt visat större intresse för IoT-tekniken i sig.

4.3.3 IoT-teknik som naturlig del av undervisningen

“När du använder IoT-teknik i klassrummet, använd denna på sådant sätt att den är en naturlig del av undervisningen, det vill säga att tekniken inte väcker för mycket uppmärksamhet och att respektive elev som använder sig av IoT-tekniken inte sticker ut från resten av klassen. IoT-tekniken bör inte vara ett störningsmoment, eller få eleven att känna sig särskilt utsatt.”

Motivering bakom denna design guideline är bland annat baserat på de erfarenheter och reflektioner som givits efter test av distansrobot i klassrumsmiljö (Hernwall et al. 2020). Det framgår av rapporten att den som deltar via distansroboten ska delta på ett naturligt sätt så att eleven i fråga inte sticker ut i klasskamraternas ögon.

4.3.4 Använd sensorer för att monitera rörelsemöster i klassrummet

“För att få en bättre förståelse kring hur du rör dig i klassrummet kan du använda dig av rörelsesensorer som visar var och hur länge du varit på olika platser i klassrummet. Om detta kombineras med en enkel enkät som eleverna kan svara på om lektionen, kan du få ökad förståelse för vilka elever som eventuellt behöver ytterligare stöd under lektionstid.”

Motiveringen bakom denna design guideline är baserat på (Bergdahl et al. 2018). Artikelnen beskriver att elever visar högre motivation när de blir uppmärksammade under lektionens gång samt får feedback från läraren. Det kan underlättas genom det pågående projektet inom IoT Hub skola som berör rörelsesensorer i klassrummet.

4.3.5 Undersök standardinställning

“När du ska använda IoT tekniken för första gången inom den praktiska undervisningen, se till att IoT-tekniken är standardinställd. Detta med anledning av att du undviker komplikationer vid montering av tekniken samt sparar undervisningstid.”

Motivering bakom denna design guideline är baserad på erfarenheter och reflektioner efter ihopbyggandet av LoV-sensorn (Hernwall et al. 2020). När man byggde ihop sensorn inom undervisningen uppstod problem i vissa fall när IoT-tekniken inte var standardinställd, detta med anledning av instruktioner och manualer varit anpassade efter standardinställningar.

4.3.6 Användning av sensorer för att mäta elevhälsa

“För att skapa en mer individualiserad utbildningsplan bör du använda IoT-teknik, detta för att få mer information kring dina elever. Detta kan göras med hjälp av sensorer som kan läsa av elevers hälsa, exempelvis stressnivåer och sömnvanor. Genom användning av LA kan insamlad data sedan analyseras mot elevers prestation, vilket innebär att du kan få en större förståelse kring hur du bör lägga upp din undervisning för diverse elever.”

Motivationen bakom denna design guideline bygger på hur (Bagheri & Movahed 2016) och (Bakla 2019) identifierat hur elevers användning av sensorer, likt smarta klockor och armband kan ge läraren större förståelse för elevers inlärningsmönster. Om denna data sedan kombineras med LA får läraren mycket värdefull information som denne kan använda för att designa sin undervisning.

4.3.7 Använd digitala och bedömningsbara frågor i slutet av lektioner

“För att du lättare ska kunna ge direkt feedback till dina elever kan du använda dig av digitala frågor, helst flervalsfrågor som eleverna kan svara på i slutet av lektionerna. Eleverna måste ange vem som svarar på frågan, med anledning av att du då snabbt och enkelt kan se vilken kunskapsnivå eleverna besitter, och utefter det kunna ge din personliga feedback. Frågorna kan göras lättillgängliga genom att länka dem via en QR-kod.”

Motiveringen för denna design guideline bygger på (Tan et al. 2018) som beskriver hur en lärare kan använda sig av QR-koder som leder till en eller flera frågor för eleverna att svara på. Eftersom läraren lätt kan se hur dennes elever svarar, blir det lättare att ge personlig feedback till eleverna. Vilket enligt *Skordeli (2019)* kan leda till en ökad motivation bland eleverna.

4.3.8 Användning av RFID för närvarohantering

“För att spara tid under närvaromomentet kan du använda dig av RFID-brickor som eleverna ska lägga på sin bänk där en RFID-mottagare finns. Detta gör att du lätt kan se vilka elever som är närvarande i klassrummet.”

Motiveringen bakom denna design guideline bygger på rapporten *Kartläggning och beskrivning av behov* (Hernwall & Ramberg 2019) där författarna benämner att närvarohantering är ett mycket tidskrävande jobb. Tan et al. (2019) beskriver i sin forskning hur RFID-brickor och mottagare kan användas för att samla information om elever, denna typ av implementation skulle även kunna användas för närvarohantering.

4.3.9 Användning av RFID för personlig undervisning

“RFID brickor kan även användas för att se var i skolan elever rör sig, exempelvis se vad de gör på håltimmar eller vilka lokaler som används för självstudier. Om du använder dig av LA för att analysera denna data kan du identifiera olika elevers inlärningsmönster, vilket kan ge ökade möjligheter för självstudier för vissa elever. Eller att du kan ge personlig feedback på vad de kan göra på sina håltimmar samt vilka lokaler som rekommenderas för självstudier.”

Motivering för dessa design guideline bygger på Bagheri & Movahed (2016) forskning om hur RFID-brickor kan användas för se elevers rörelsemönster i skolan. Detta ger läraren möjligheter att se var elever befinner sig vid håltimmar och självstudier. Utifrån denna information kan läraren sedan ge feedback till de elever som inte använder sin lediga tid på bästa sätt. Eller låta de elever som visar sig klara av självstudier under lektionen i exempelvis biblioteket få bestämma själva var de vill plugga.

4.3.10 Låt elever bygga ihop IoT-teknik inom undervisningen

“När du låter elever delta och bygga ihop IoT-teknik i undervisningen, ökar elevernas engagemang och motivation. Det bidrar även till att eleverna får ett större intresse för IoT-tekniken i sig, vilket möjliggör att tekniken kan användas mer i undervisningen.”

Motiveringen bakom denna design guideline bygger delvis på artikeln *A Systematic Review of Studies on Educational Robotics* (Anwar et al. 2019). Där beskriver författarna att elever visar högre engagemang när de får vara med och bygga ihop IoT-teknik inom undervisningen. Detta är även något som togs upp i *IoT rapport 1 – LoV-sensor* (Hernwall et al. 2020) där lärare uppmärksammade att elever tyckte det var stimulerande att bygga ihop IoT-teknik.

4.4 Design guidelines - Specifika

4.4.1 LoV-sensor

4.4.1.1 Ökad motivation vid användning av data från LoV-sensor

“När du vill öka engagemanget och motivationen bland dina elever kan du använda dig av insamlad data från olika typer av IoT-teknik, exempelvis LoV-sensorn. Denna data kan eleverna därefter analysera för att använda i olika uppgifter.”

Motiveringen bakom denna design guideline bygger på rapporten *IoT rapport 1 – LoV-sensor* (Hernwall et al. 2020) där lärare uppmärksammat att elever visat ökat engagemang när de fått använda sig av data från LoV-sensorn i olika uppgifter. Vilket också är något som författarna för artikeln *The Use of Learning Technologies and Student Engagement in Learning Activities* (Bergdahl et al. 2018) observerat då de i sitt experiment såg att elever påvisat ett högre engagemang och motivation när de fick använda sig av teknik istället för traditionella material i undervisningen, vilket kan liknas med användningen av datan från LoV-sensorer.

4.4.1.2 Jämför data från olika platser

“När du använder dig av LoV-sensorn inom din undervisning, jämför den data som samlas in från olika platser. Detta med anledning av att det kan öppna upp för samarbete bland annat.”

Motivationen bakom denna design guideline bygger på rapporten *IoT rapport 1 – LoV-sensor* (Hernwall et al. 2020). Där har författarna beskrivit att datan som samlas in av LoV-sensorn kan delas mellan olika skolor. Denna data kan användas för att analysera de olika miljöaspekterna på de olika platserna. Men det kan även leda till samarbete mellan skolorna där elever kan göra uppgifter där de jämför datan, vilket därefter kan öka engagemanget kring miljöfrågor.

4.4.2 Distansrobot

4.4.2.1 Informera elever och vårdnadshavare

“När du använder dig av distansrobot inom undervisningen, och andra elever är synliga, var noga med att informera elever och vårdnadshavare om detta. Försök även att inhämta samtycke från elever och vårdnadshavare. Detta med anledning av integritets- samt etiska aspekter.”

Denna design guideline är baserad på den integritets- samt etiska frågor som uppstod när lärare skulle använda sig av distansrobot i sin undervisning (Hernwall et al. 2020). Det framgår i rapporten att osäkerhet gällande hur roboten fick användas och inte användas uppstod och därav har roboten i vissa fall inte använts. Det framgår av rapporten att det framförallt är viktigt att informera elever och vårdnadshavare vid användande. På så vis kan man säkerställa att man uppfyller en viss integritets- samt etisk standard.

4.4.2.2 Distansrobot endast ett komplement

“När du använder distansroboten i syfte att motivera hemmavarande elev bör IoT-tekniken endast användas som komplement till den individuella plan som finns kring den hemmavarande eleven. Detta med anledning av att IoT-teknik i sig inte är en tillräcklig lösning för att öka motivation bland annat.”

Denna design guideline är baserat på rapporter om att distansrobot endast ska användas som komplement för hemmavarande elev och att individuell plan och stöd måste ges för att motivera eleven i fråga (Hernwall et al. 2020).

5 Diskussion

Studiens resultat ger konkreta riktlinjer relevanta för hur IoT-teknik kan användas för att stödja pedagogisk verksamhet och dess utveckling. Av de resultat som studien presenterar framgår det att IoT-teknik kan ha en motiverande och stödjande inverkan på undervisningen. Det samstämmer med tidigare studier som har gjorts på området. I studien (Astland & Olsson 2020) beskriver författarna att resultatet är ett förslag på hur IoT skulle kunna användas för att stödja den pedagogiska verksamheten, och att det behövs mer komplexa analyser kring användandet av IoT-enheter i pedagogiska verksamheter. Med det i åtanke kan man hävda att denna studies resultat har byggt vidare på Astland & Olsson (2020) indikation på att det finns ett behov av mer komplexa analyser. Vad som har gjorts i denna studie är att konkreta riktlinjer har skapats, vilket bidrar med att förklara hur IoT-teknik kan användas inom skolan för att stödja den pedagogiska verksamheten och dess utveckling. Något som har saknats och efterfrågats.

Något som framkommit av studien är att LA troligtvis kommer vara en viktig del av skolans framtid. Detta med anledning av att ju mer IoT-teknik som används, desto mer data kommer samlas in. Om lärare kan använda sig av LA för att analysera data öppnas många dörrar upp för hur deras undervisning kan utvecklas, vilket nämns av (Hernwall & Ramberg 2019) och (Konstantinos et al. 2020). Med hjälp av LA skulle lärare kunna automatisera delar av betygsättningen, få fram elevers individuella inlärningsmönster, kunna förutspå vilka moment vissa elever kommer ha svårigheter för, och mycket mer. Användningen av LA skulle kunna innebära att en bättre upplevelse för elever i skolan samt att stora delar av lärares uppgifter underlättas, vilket innebär att de kan fokusera mer på att lära ut.

Med anledning av att IoT inom skola är ett relativt nytt område, har det hittills framförallt gjorts studier om hur IoT kan påverka den pedagogiska verksamheten, men få konkreta tester har gjorts. Denna studie är därav en av de första studier som ger konkreta riktlinjer till lärare om hur IoT kan användas inom skolan. Vilken effekt de utformade design guidelinen har återstår således att se, och vid skapande av denna studie har inga andra design guidelines funnits på området, vilket framgick av den litteratursökning som gjordes inom studien. Det innebär i sin tur att studiens specifika resultat inte kan jämföras med andra studier och forskning på området. Av den anledningen kan man i nuläget endast jämföra teman som upptäckts i denna studie med teman identifierade i andra studier. Det vill säga att IoT-teknik kan användas för att öka motivationen, öka lärandet, personalisering, etc. På det planet samstämmer vår tematiska analys med flera andras studiers resultat. Bland dessa en masteruppsats skriven av Skordeli (2021).

Med anledning av brist på studier där design guidelines skapats och att design guidelines hittills inte har använts i praktiken, kan det vara av värde att flera studier görs på området för att se vilka design guidelines som fungerar bäst för att stödja den pedagogiska verksamheten och dess utveckling. Studien uppmanar således att fler studier görs på området.

6 Slutsats

I det dokumenterade materialet identifierades fem teman:

- Motivation
- Personalisering
- Administration
- Undervisning
- Integritet, säkerhet och juridik

Det framgår enligt studien att IoT kan nyttjas inom skolan för att öka motivation bland elever, personalisera undervisning, underlätta för administrativa uppgifter och öka lärandet. Vid nyttjande av IoT-teknik måste dock frågor rörande integritet, säkerhet samt juridik beaktas. Resultatet från litteratursökningen har förankrats i det som framkommit i det dokumenterade materialet.

Det påvisas av studien att IoT-teknik kan nyttjas inom skolan på sådant sätt att det stödjer pedagogisk verksamhet och dess utveckling. De design guidelines som har formulerats inom studien anses kunna stödja pedagogisk verksamhet och dess utveckling om lärare använder sig av dessa, och beaktar dessa, när denne designar sin undervisning.

6.1 Studiens trovärdighet

Genom studien har *The European Code of Conduct for Research Integrity (ALLEA 2017)* tillämpats. Detta för att försäkra en hög trovärdighetsstandard genom studien. Det finns en risk att några forskningsstudier har missats genom studien, detta med anledning av att artiklar innan år 2018 inte undersökts. Primärt för studien har dock varit det dokumenterade material som publicerats inom projektet IoT Hubb skola, vilket gör att trovärdigheten inte anses ha påverkats anmärkningsvärt. Något som potentiellt kan ha en negativ inverkan på studiens validitet är dock att studiens resultat är tänkt att användas i praktiken, det är inget som skett inom studien.

6.2 Samhälleliga och etiska konsekvenser

Användning av IoT-teknik inom skolan väcker många frågor ur ett samhälleligt samt etiskt perspektiv. Detta delvis med anledning av att IoT teknik ofta berör insamling och användning av data. Eftersom denna studie berör IoT användning inom skolan kan elever bli relevanta personer varav personlig data inhämtas ifrån, detta innebär ett stort ansvar. Vikten av dessa frågor belyses bland annat genom att man inom projektet IoT Hubb Skola valt att publicera en rapport vid namn *Integritet, säkerhet och juridik*. Inom rapporten framgår det att man inom skolan alltid ska utgå utifrån elevers bästa, och att IoT bör analyseras utifrån det perspektivet. Det är dock inte i samtliga fall som personlig data samlats in, ett exempel från denna studie är LoV-sensorn. I det fallet inhämtas data från den externa miljön och luftkvalitén mäts, vilket inte innebär några samhälleliga eller etiska konsekvenser.

I studien har det dock förekommit fall där personlig data blir relevant. Detta exempelvis vid användning av kamera (Robbit), ansiktsgenkänning eller sensorer som samlar in data. I dessa

fall är det viktigt att data inte behandlas på fel sätt. Några av de design guidelines som skapats inom studien berör IoT-teknik som samlar in personlig data, om dessa använts på fel sätt eller utan lärares uppsikt kan samhällsliga och etiska konsekvenser uppstå. Därav är det viktigt att lärare är väl informerade och utbildade, på så sätt undviker man att IoT-teknik används på ett sätt som kan vara skadligt för elevers integritet och säkerhet. Inom studien har design guidelines skapats som särskilt fokuserar på integritet, säkerhet och juridiska frågor vid användning av Robbit. Dessa är skapade i syfte att skapa klarhet för läraren hur denne ska använda IoT-teknik för att undvika tidigare nämnda konsekvenser. För tillämpning av viss IoT-teknik kan politiska beslut och lagändringar behöva göras, detta berör framförallt teknik som samlar in personlig data, exempelvis genom ansiktsigenkänning, hälsodata eller rörelsemönster.

Det råder i nuläget stor osäkerhet rörande vad som är tillåtet och inte vid användande, det har tidigare nämnts i studien att sanktioner har ålagts skolor som använt IoT-teknik på fel sätt. IoT-teknik och hur snabbt dess infart blir inom skolan är således delvis beroende av att klarhet skapas på området ur ett juridiskt perspektiv för att undvika konsekvenser i form av sanktioner och dylikt.

Trots att IoT innebär många frågetecken, är det viktigt att poängtera att IoT innebär många positiva samhällskonsekvenser. Det framgår enligt studien att man bland annat kunnat iaktta högre motivation bland elever, kunna locka hemmavarande elever till skolan, individualisera undervisning, samt att elever genom IoT-teknik fått större intresse för miljöfrågor. Samtliga är positiva ur ett samhällsperspektiv.

6.3 Studiens begränsningar och framtida forskning

Nyttjande av IoT i pedagogiska sammanhang är något som är relativt outforskat, och få studier har gjorts på området. Det var något som noterades under den litteratursökning som gjordes inom studien. Något som framgick av den forskning som gjordes inom projektet IoT Hub skola är dock att nyttjandet av IoT i skolan har en framtid, och att möjligheter finns med tekniken. Det är även något som påvisades av denna studies resultat. Något som framgick under studiens gång var dock att det behövs mer forskning rörande användning av IoT i praktiken, samt mer forskning rörande diverse design guidelines då det finns lite forskning även på det området. Genom detta kan man få en bättre förståelse för hur IoT ska användas för att kunna stödja den pedagogiska verksamheten. Sammanfattningsvis behövs fler studier genomföras där IoT och design guidelines används i praktiken för att kunna dra säkrare slutsatser hur tekniken ska användas för att optimera det pedagogiska värdet av IoT i skolan.

Referenser

- Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M. & Kardgar, A. (2019). *A Systematic Review of Studies on Educational Robotics*. Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 9(2), Article 2.
- Bagheri, M. & Movahed, S. (2016). The Effect of the Internet of Things (IoT) on Education Business Model. *2016 12Th International Conference On Signal-Image Technology & Internet-Based Systems*.
- Bakla, A. (2019). A Critical Overview Of Internet Of Things In Education. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi , (49) , 302-327.
- Bergdahl, N., Fors, U., Hernwall, P. & Knutsson, O. (2018). *The Use of Learning Technologies and Student Engagement in Learning Activities*. Nordic Journal Of Digital Literacy.
- Bergdahl, N., Nouri, J., Fors, U. & Knutsson, O. (2020) *Engagement, disengagement and performance when learning with technologies in upper secondary school*. Stockholm: Department of Computer and Systems Sciences.
- Denscombe, M. (2010). *The good research guide: for small-scale social research projects*. 4th ed. Maidenhead: Open University Press.
- Everipedia. (2020). *Learning analytics* [Online], https://everipedia.org/wiki/lang_en/Learning_analytics [2021-05-20]
- Flink, A. (2010) *International Encyclopedia of Education (Third Edition)*. Los Angeles: University of California.
- Hansen, A. (2019). *Skärmhjärnan : hur en hjärna i osynk med sin tid kan göra oss stressade, deprimerade och ångestfyllda*. Stockholm: Elib.
- Hartson, R. & Pyla, P. (2018). *The UX Book. Agile UX Design for a Quality User Experience*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publisher.
- Hernwall, P., Hylén, J., Johansson, M., Lingman, L., Nielsen, J. & Ramberg, R. (2020). *IoT Rapport 1 - LoV-sensor*. Arbetsrapport RISE - Research Institutes of Sweden.
- Hernwall, P., Hylén, J., Johansson, M., Lingman, L., Nielsen, J. & Ramberg, R. (2020). *IoT Rapport 2 - Robbit*. Arbetsrapport RISE - Research Institutes of Sweden.
- Hernwall, P. & Ramberg, R. (2019). *Integritet, säkerhet och juridik*. Arbetsrapport RISE - Research Institutes of Sweden.
- Hernwall, P. & Ramberg, R. (2019). *Kartläggning och beskrivning av behov*. Arbetsrapport RISE - Research Institutes of Sweden.

- Hernwall, P. & Ramberg, R. (2019). *State-of-the-art kring undervisning och lärande*. Arbetsrapport RISE - Research Institutes of Sweden.
- Hjerm, M., Lindgren, S. & Nilsson, S. (2014). *Introduktion till samhällsvetenskaplig analys*. (2., [utök. och uppdaterade] uppl.) Malmö: Gleerup.
- Holmqvist, S. (2019). *Ansiktsgenkänning för närvarohantering i skolan : Möjligheter och utmaningar utifrån ett användarperspektiv*. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan.
- Integritetsskyddsmyndigheten. (2019). *Tillsyn enligt EU:s dataskyddsförordning 2016/679 – ansiktsgenkänning för närvarokontroll av elever*.
<https://www.imy.se/globalassets/dokument/beslut/beslut-ansiktsgenkanning-for-narvarokontroll-av-elever-dnr-di-2019-2221.pdf>
- Internet Of Things Sverige (2021). *Vad är IoT [Online]*, <https://iotsverige.se/om-oss/vad-ar-iot/> [Hämtad 2021-05-02]
- IoTHubb (2021). *Intro*. <https://iothub.se/intro/> [2020-04-28]
- IoTHubb (2021). *Projektbeskrivning*. <https://iothub.se/om-iot-hub-skola/> [2020-04-28]
- Isaac Newton letter to Robert Hooke, 1675 [Online], <https://discover.hsp.org/Record/dc-9792/Description#tabnav>[2021 05 02]
- Johnson, J. (2014). *Designing with the Mind in Mind: Simple Guide to Understanding User Interface Design Guidelines*. 2nd Ed, Morgan Kaufmann Publisher.
- 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.
- No Isolation. (2020). *Impact of AV1 on children with long-term illness and school absence*. [Online] <https://www.noisolation.com/global/research/the-impact-of-av1-on-children-with-long-term-illness-and-absence/>[2021 05 02]
- Pålsson, P. (2019). *Hur kan IoT användas i skolan?*, [Online], <https://www.spaningen.se/hur-kan-iot-anvandas-i-skolan>[2021 05 04]
- Rahman, M., Himanshi., Deep, V. & Rahman, S. (2016). *ICT and internet of things for creating a smart learning environment for students at education institutes in India*. In proceedings of 6th International Conference - Cloud System and Big Data Engineering (Confluence).
- Selander, S. (2008). *Designs for Learning: A theoretical perspective*. 1(1). Sverige: Stockholms universitet.
- Skordeli, E. (2019). *How can Internet of Things (IoT) change learning?*. Stockholm: Computer and Systems Sciences.
- Tan, Ping; Wu, Han; Li, Peng; Xu, He. (2018). *Teaching Management System with Applications of RFID and IoT Technology Educ*. Yangzhou, New York, Nanjing, Nanjing:

Tongda College of Nanjing University of Posts and Telecommunications, School of Engineering and Computing Sciences, Nanjing University of Posts and Telecommunications & Jiangsu High Technology Research Key Laboratory for Wireless Sensor Networks.

Bilaga 1 – Kodning av teman

Förkortningar (rapporter)

St: State of the art kring undervisning och lärande 2019

Ka: Kartläggning och beskrivning av behov 2019

Rob: IoT Rapport 2 - Robbit

LoV: IoT Rapport 1 - LoV-sensor

Tabell 2 Koder från studiens tematiska analys

Motivation	Administration	Personalisering	Undervisning	Integritet, Säkerhet och Juridik
St: Se hur elever och lärare rör sig i under en lektion	Ka: Måste ta närvaro	St: Kunna se hur eleverna rör sig i skolans lokaler	Ka: Tekniken ska användas på rätt sätt	Rob: Inte använts för läraren är osäker kring etiska frågor
St: Användning av LA för att kunna analysera studieresultat	Ka: Mycket tidskrävande att ta närvaro	Ka: Se vart elever vistas i skolan	Ka: Tekniken kan skapa mer problem än som löses.	RoB: Lärare oroade om att bli filmade
LoV: Elever tycker att användningen av datan är kul	Ka: Svårt att ge betyg	Ka: Se vad elever gör på håltimmar	LoV: Behövs en tydlig koppling till läroplanen	RoB: Svårt att förstå alla lagar
LoV: Eleverna har byggt sensorerna	Ka: För dålig återkoppling på inlämnade uppgifter	Ka: Förstå hur skolmiljön kan påverka elevers hälsa	Rob: Användning där hög frånvaro är vanligt	Ka: Svårt med hantering av personuppgifter
Rob: Behövs motivation och stöd för eleven	St: Använd RFID för närvaro	St: Kunna individanpassa undervisningen	Rob: Skillnad i tid av driftsättning Robbit	Rob: Osäkerhet med juridiska frågor
RoB: Lett till flera godkända betyg	St: Använd ansiktsgenkänning för närvaro	Ka: Kunna individualisera undervisningen	Rob: Byggt ihop Robbit i undervisning	LoV: Inga säkerhets eller integritetsfrågor

Rob: Lett till att eleven återvänder till skolan	St: Användning av LA för att stödja undervisningen	St: Se hur elever och lärare rör sig i under en lektion	Rob: Byggt ihop LoV i undervisningen	Rob: Informera elever och vårdnadshavare
Rob: Byggt ihop Robbit i undervisning			Rob: Problem när den icke rekommenderade telefon använts	
Rob: Använts för att elever ska delta i undervisningen			Rob: Ska användas som komplement	
			LoV: Ökad förståelse miljöfrågor	