

**RI.  
SE**

V 2.0 30 MARS 2022

# IoT Hubb skola

IoT Rapport 3  
Lärares rörelsemönster  
i klassrummet

Version: 2.0  
Datum: 30-03-2022  
Site/Info: [www.iothubb.se](http://www.iothubb.se)  
Projektägare: Kungsbacka Kommun  
Projektledare: Lars Lingman  
Leverantörer: Jan Hylén, Lars Lingman  
Lärare och Pedagoger: Patrik Hernwall, Robert Ramberg  
Skolhuvudmän och skolledning: Jan Hylén, Lars Lingman

Dessa riktlinjer är framtagna inom projektet IoT Hubb Skola som är en del av det strategiska innovationsprogrammet för sakernas internet (IoT Sverige), en gemensam satsning av Vinnova, Formas och Energimyndigheten.



# Innehållsförteckning

Lärares rörelse i klassrummet	6
IoT Hubb Skola	6
Publicerade rapporter	7
Metodredovisning	7
Insamling av erfarenheter om teknik och implementation	7
Insamling av erfarenheter om integritet, säkerhet och juridik	8
Insamling av erfarenheter om pedagogisk och didaktisk nytta	8
Insamling av erfarenheter kring teknik och implementation	11
Insamling av erfarenheter/reflektioner kring integritet, säkerhet och juridik	12
Positionssensorer i klassrummet	14
Presentation av tekniken för mätning av lärares rörelsemönster	14
Rapporterade erfarenheter	16
Implementering av tekniken	16
Pedagogisk och didaktisk nytta	18
Testa och utforska tekniken	19
Visualisering av rummet	19
Ofärdig och skrymmande teknik	20
Bidrag till pedagogisk verksamhet	21
Stöd för dialog	22
Kompletterande och utvecklande data	22
Integritet, säkerhet och juridik	23
Frivillighet	23
Information	23
Använda resultat	23
Diskussion	24
Pedagogisk och didaktisk nytta	24
Implementering och teknik	25
Integritet, säkerhet och juridik	26
Bilaga 1	28
Bilaga 2	29

# Sammanfattning

IoT Hubb skola är ett treårigt tillämpat forskningsprojekt finansierat av Vinnova, Formas och Energimyndigheten. Projektet syftar till att utveckla möjligheter och potential med IoT i skolan och i dess utbildningsmiljöer genom upprättandet av en IoT hubb för skolan. Projektet har sedan tidigare publicerat ett antal rapporter på ämnet IoT i skolan.

Centralt för projektet är att inhämta erfarenheter och reflektioner som görs av skolhuvudmän, skolledare, lärare, tekniker när olika tekniska (IoT-) lösningar prövas i skolmiljön. Denna rapport redogör för erfarenheter som gjorts kring implementering och användning av positionssensorer i klassrummet, som möjliggör visualisering av Lärares rörelsemönster i klassrummet inom projektet IoT Hubb skola.

Att med hjälp av teknik registrera och kontinuerligt logga en lärares rörelsemönster under en lektion med syftet att datan ska utgöra underlag för pedagogiska utveckling är på många sätt ett utforskat område. I denna fallstudie undersökte vi detta närmare genom att använda IoT teknik för att registrera och visualisera lärares rörelse under en lektion. Till detta kopplades ledda reflekterande samtal kring resultaten av mätningarna. Dessa samtal syftade till att belysa olika pedagogiska aspekter av undervisningen relaterat till lärarens rörelse. Ansatsen har varit att undersöka om läraren utifrån datan göra några interventioner i sin undervisning som utvecklar densamma på ett sätt som främjar elevers lärande.

Partners i projektet IoT Hubb skola är Kungsbacka kommun (projektägare), RISE Research Institutes of Sweden (projektledning), Falköpings kommun, Lidingö stad, NTI-gymnasierna, Skellefteå kommun, Västerviks kommun, Stadsmissionens skolstiftelse, Rytmus, Eskilstuna kommun, Stockholms Universitet, Microsoft och ATEA.

# Lärares rörelse i klassrummet

Denna text rapporterar om erfarenheter som gjorts kring implementering och användning av rörelse/positionssensorer vid undervisning i klassrum inom ramen för projektet IoT Hubb skola. Rörelse/positionssensorer, dokumentation samt visualisering av lärares rörelse i klassrummet under lektioner kan utgöra underlag för reflektioner som läraren kan göra kring sin genomförda undervisning, samt ligga till grund för planering och uppföljning av undervisning.

Denna rapport utgör en sammanställning av erfarenheter från de första initiala testerna med tekniken för att registrera lärares rörelsemönster. Den 1 januari 2022 påbörjades ett fortsättningsprojekt finansierat av Vinnova för att vidareutveckla teknik och metoder, vilket går att följa via [www.iothub.se](http://www.iothub.se).

## IoT Hubb Skola

IoT-hubb skola ([www.iothub.se](http://www.iothub.se)) är ett treårigt tillämpat forskningsprojekt finansierat av Vinnova, Formas och Energimyndigheten. Projektet syftar till att utveckla möjligheter och potential med IoT i skolan och i dess utbildningsmiljöer genom upprättandet av en IoT hubb för skolan. Projektet är treårigt och slutdatum är den 30 sept 2021. Följande övergripande mål finns för projektet:

- ökad kunskap och förståelse om strategi, standardisering, säkerhet, integritet och juridik,
- iterativ testning och analys av IoT-teknik i skarpa undervisningsmiljöer,
- utveckling och upprättandet av IoT-hubb för skolan för kommunikation och spridning.

Projektet ska slutligen leverera riktlinjer (s.k. guidelines) riktade till både offentlig sektor och näringsliv kring utveckling, implementering och användning av IoT tekniska lösningar i utbildnings- och skolmiljöer.

Projektpartners: Kungsbacka kommun (projektägare), RISE Research Institutes of Sweden (projektledning), Falköpings kommun, Lidingö stad, NTI-gymnasierna, Skellefteå kommun, Västerviks kommun, Stadsmissionens skolstiftelse, Rytmus, Eskilstuna kommun, Stockholms Universitet, Microsoft, ATEA.

## Publicerade rapporter

Under projektets första år publicerades tre rapporter: en som beskrev den behovsinventering som genomfördes hos de involverade skolhuvudmännen<sup>1</sup>, en som beskrev forskningsläget för IoT i skolan<sup>2</sup> och en som diskuterade frågor om integritet, säkerhet och juridik kring IoT i skolan<sup>3</sup>. Under det andra året publicerades två rapporter som rapporterade om erfarenheter från implementerade fallstudier LoV-sensor<sup>4</sup> och Robbit-videomötesrobot<sup>5</sup>. Under projektets tredje år publicerades ett antal studentarbeten kring IoT i skolan samt att projektets samlade erfarenheter och rekommendationer sammanställdes i rapporten "IoT i skolan - riktlinjer"<sup>6</sup>. Samtliga rapporter och ytterligare material finns att ta del av via <https://iothub.se/publikationer/>.

## Metodredovisning

Centralt för projektet är att inhämta erfarenheter och reflektioner som görs av skolhuvudmän, skolledare, lärare och tekniker, när olika tekniska lösningar prövas i skolmiljön. I fallet Lärares rörelsemönster i klassrummet har olika modeller för att inhämta erfarenheter tillämpats.

### Insamling av erfarenheter om teknik och implementation

Data har samlats in genom att läraren utrustats med en sensor (lärartagg) som möjliggör mätning och loggning av positionen i klassrummet. Datan har sparats i och visualiserats i form av en s.k. värmekarta (eng. "heatmap") på en webbsida med inloggning. Den utrustning som använts bygger på Ultra Wide Band (UWB) teknik. UWB kan användas för att göra positionsmätningar i realtid med centimeterprecision i inomhusmiljö. Data har sparats och visualiserats i en IoT-plattform.

<sup>1</sup> <https://media1.iothub.se/2020/05/Kartla%CC%88ggning-och-beskrivning-av-behov-2019.pdf>

<sup>2</sup> <https://media1.iothub.se/2020/05/State-of-the-art-kring-undervisning-och-la%CC%88rande-2019.pdf>

<sup>3</sup> <https://media1.iothub.se/2020/05/Integritet-sa%CC%88kerhet-och-juridik-2019.pdf>

<sup>4</sup> <https://media1.iothub.se/2021/07/loT-Rapport-1-LoV-sensor.pdf>

<sup>5</sup> <https://media1.iothub.se/2021/07/loT-Rapport-2-Rabbit.pdf>

<sup>6</sup> <https://media1.iothub.se/2021/11/Riktlinjer.pdf>

Erfarenheter som gjorts angående den tekniska utrustningen har skett i flera steg.

- Efterforskning kring lämplig teknik där information samlats in från tillverkare.
- Interna tester av teknik.
- Externa tester i skolmiljö där input kommit via IT-tekniker och lärare som både installerat och testat utrustningen. Kontakt med skolpersonal har skett via videomöten och mail. Kontinuerlig kontakt har upprätthållits mellan lärare och tekniker på RISE under testperiod.
- Tekniska aspekter har även kommit upp i de coachande samtal som gjorts med lärare.

### Insamling av erfarenheter om integritet, säkerhet och juridik

Erfarenheter kring frågor om integritet, säkerhet och juridiska frågor har samlats in via frågor som skickats till lärargruppen per mail. Förfrågan gick ut i samband med terminsslutet och endast två svar har inkommit, men från lärare som arbetat länge med tekniken.

### Insamling av erfarenheter om pedagogisk och didaktisk nytta

Den tekniska lösningen som beskrivs i denna rapport där lärares rörelsemönster i klassrummet dokumenteras och kan visualiseras efter genomförd undervisning, öppnar upp för reflektioner som inte enkelt låter sig fångas i den typ av web-enkäter som använts vid tidigare fallstudier. Erfarenheter och reflektioner kring pedagogisk och didaktisk nytta har därför istället samlats in i anslutning till s.k. coachande samtal, vilka förts mellan forskare och lärare som testat den tekniska lösningen, samt vid en avslutande workshop med de lärare som deltagit i projektet (se också nedan). Samtalen liksom workshopen har genomförts via zoom, och har spelats in för dokumentation och uppföljande analys.<sup>7</sup>

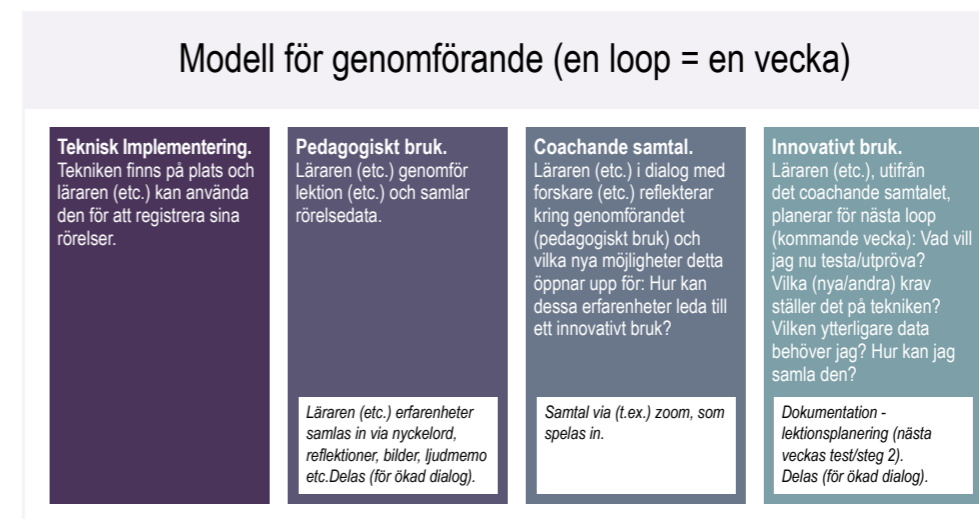
Datainsamling kring pedagogisk och didaktisk nytta består alltså av dokumenterade reflektioner och diskussioner som genomförts vid coachande samtal mellan forskare och lärare som testat tekniken i sin undervisning. Datainsamlingen har följt en iterativ process bestående av 4 steg, som sammantaget syftar till reflektion och utveckling av den pedagogiska praktiken samt kravställning.

Upplägget för att fånga lärares reflektioner kring den tekniska lösningen Lärares rörelsemönster i klassrummet, har följt ett upplägg som byggt på två grundläggande villkor, nämligen att:

- Tekniken finns på plats i ett klassrum och är installerad, testad och fungerar.
- Aktuell(a) lärare har bekantat sig med tekniken, vet hur den fungerar och vet vilken typ av data den genererar/tillhandahåller (visualiseringar i form av värmekartor av lärares rörelsemönster i klassrummet under genomförd lektion).

<sup>7</sup> Detta upplägg är delvis en effekt av den under projektiden pågående covid 19 pandemin. Men viktigt att understryka är att vi genom detta upplägg haft möjlighet att följa fler lärare på närmare håll och med högre intervall, än om vi varit hänvisade till fysiska möten.

Skälet till att ställa dessa mer grundläggande villkor var att i de coachande samtalen kunna fokusera på frågor om pedagogik och didaktik, snarare än frågor om hur tekniken fungerar och hur den ska användas. Ytterligare ett villkor var att läraren/na hade satt sig in i och godkänt det större upplägget kring utvärdering av pedagogisk och didaktisk nytta som följde 4 steg, vilka redogörs för i det följande.



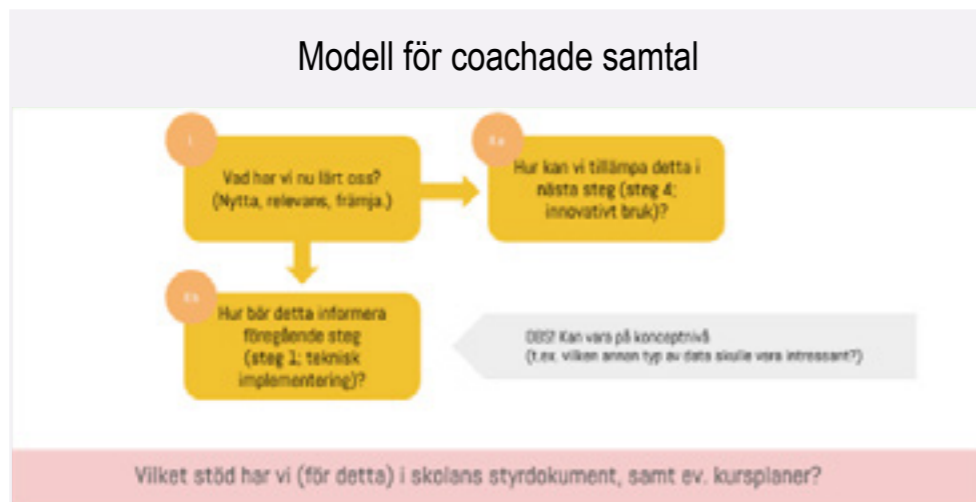
Figur 1: Modell för genomförande av fallstudie "Lärares rörelsemönster".

Genomförandet bestod av 4 steg och startade med ett förberedande samtal mellan lärare och forskare där de tillsammans formulerade förväntningar/ambitioner med testet (idé om målbild). Vad läraren ville uppnå? Varför detta var viktigt/intressant? Vilka instrument (metoder) läraren hade för att bedöma/värdera utfallet/resultaten? Utöver detta bokades tider för (a) genomförande av tre-fyra iterationer av test samt (b) coachande samtal mellan lärare och forskare.

Stegen 2-4 itererades 3-4 gånger under testperioden där steg 2 fokuserade på erfarenheter samt reflektioner kring den tekniska lösningen och pedagogiskt bruk som byggde på lektioner som läraren genomfört. Ambitionen var att läraren efter varje genomförd lektion skulle fylla i en kort "enkät"<sup>8</sup> (se bilaga 1) som fungerade informerande inför de coachande samtalen som fördes i varje iteration. Även om lärarna inte fyllde i enkäten efter varje lektion, så fungerade enkäten och dess frågor ändå som ett stöd inför och under de coachande samtalen.

Steg 3 bestod av coachande samtal mellan lärare och forskare som genomfördes via zoom. Samtalen spelades in och låg till grund för analys av erfarenheter som lärare gjort baserat på sin användning av tekniken. Exempel

på frågor som fokuserades på är: Vilka är erfarenheterna du gjort från steg 2 (använt tekniken under lektion)? Vad leder dessa erfarenheter till för nya frågor och/eller önskemål? På vilket sätt påverkar detta planeringen inför nästa lektion? Samtalen började med att summera enkätsvaret/n, för att sedan fördjupas.



Figur 2: Modell för genomförda coachade samtal.

Steg 4 fokuserade vad vi kallat innovativt bruk som inbegrep planering av nästa lektion där tekniken skulle användas. Med grund i diskussioner och reflektioner som gjorts under de coachade samtalen, planerade läraren för nästa användning av tekniken (kommande vecka). Frågor som vägledde läraren i detta var t.ex.: Vad vill jag nu testa/utpröva? Vilka (nya/andra) krav ställer det på tekniken? Vilken ytterligare data behöver jag? Hur kan jag samla in den? I reflektion kring lektionsplanering ingick också ett fokus på teknisk komplettering och implementering, för att öka pedagogiskt värde och måluppfyllelse. Detta steg motiverade till kravställning utifrån erfarenheter som gjorts samt för att reflektera över hur kompletterande teknik och/eller data skulle kunna användas för att ytterligare stärka och utveckla den pedagogiska praktiken.

Sammantaget deltog 4 skolor och 5<sup>9</sup> lärare. Nedan presenteras en sammanställning av skolor/lärare och hur många samtal/iterationer som genomförts vid respektive skola/lärare.

Ort	Lärare	Nivå	Samtal	Tidsintervall
Lidingö	Christian Svedenkrans	högstadiet	9 samtal	20.11.09 - 21.02.15
Skellefteå	Linda Lindahl	högstadiet	6 samtal	21.02.23 - 21.04.28
Falköping	Mikael Olsson	mellanstadiet	6 samtal	21.03.15 - 21.05.04
Kungsbacka	Karin Carlsson & Madeleine Brännsten	årskurs 6	4 samtal	21.03.29 - 21.05.10
			25 samtal	

Tabell 1: Deltagande skolor och lärare, samt antal coachade samtal/iterationer som genomförts vid respektive skola.

Utöver ovanstående genomfördes en workshop där fyra av fem deltagande lärare deltog. Tanken med genomförandet av workshopen var att låta deltagande lärare tillsammans diskutera och reflektera över sina erfarenheter av att ha använt tekniken, vilken övrig information/data och funktionalitet i den använda tekniken som ytterligare skulle stärka den pedagogiska verksamheten, samt, tillsammans reflektera kring riktlinjer för nyttjande av tekniken.

#### Insamling av erfarenheter kring teknik och implementation

Arbetet med Lärares rörelsemönster i klassrummet inleddes med efterforskning av vilken typ av teknik som skulle kunna lämpa sig för denna typ av mätning och som inte är för dyr för tester i större skala. Dessa efterforskningar resulterade i att ett utvecklingskit från företaget Pozyx användes då det visade på god precision, rimligt pris och stora möjligheter till att testa egna mjukvarulösningar för visualisering av data.

Innan tester utfördes i skolmiljö behövdes en hel del tekniska förutsättningar finnas på plats. En mjukvarulösning skapades för att skicka data från sensorerna till en IoT-plattform. IoT-plattformen tillhandahölls av ATEA och i den sparades data i en databas. IoT-plattformen användes också för att visualisera data från klassrummet.

Under det förberedande arbetet drogs erfarenheter kring mjukvaru och hårdvaruförutsättningar. När utrustning sedan började testas i olika skolmiljöer med skiftande förutsättningar i sina IT-infrastrukturer och personalens erfarenhet drogs nya lärdomar kring användarbehov.

Den tekniska lösningen för att samla in och visa upp lärarens rörelser utvecklades av ATEA som också genomförde den första installationen tillsammans med en skola. Med erfarenheter från de första testerna gjordes anpassningar för att underlätta datainsamling i en större testgrupp och arbetet med tester övertogs av personal på RISE. En utförlig instruktion skrevs för att underlätta

<sup>8</sup> Varje lärare fick en länk till en kort enkät som fylldes i efter lektioner där tekniken använts. Se bilaga 1.

<sup>9</sup> Ytterligare en lärare var tänkt att delta, men p.g.a. tekniska problem, samt effekter av den pågående coronapandemin, fick denna lärare aldrig möjlighet att använda tekniken i klassrummet.

för de personer som installerade utrustningen då det under covid-19 pandemin inte var möjligt att skicka tekniker för att sköta installationen. Erfarenheter från tester, installation och support av utrustningen har skett löpande med korrespondens via mail eller videomöten.

#### Insamling av erfarenheter/reflektioner kring integritet, säkerhet och juridik

Den tekniska lösningen innebär att inga personuppgifter samlas in eller bearbetas. Därmed aktualiseras inga juridiska frågeställningar. Några säkerhetsfrågor är inte heller aktuella. Det som återstår att undersöka är olika integritetsaspekter för lärare och elever. Dessa undersöktes genom att några korta frågor ställdes till lärarna via e-post. Förfrågan skickades ut vid terminsslutet vilket sannolikt var skälet till att endast två av lärarna besvarade frågorna. Viktigare var att detta var de två lärare som hade mest erfarenhet av tekniken.

Den första frågan gällde om lärarna själva inledningsvis, när förfrågan kom, hade några tankar runt att deras personliga integritet eventuellt skulle kunna bli hotad, eller att de eventuellt skulle kunna känna sig övervakade. Några sådana tankar hade de inte. Förfrågan om att delta vände sig ju också till lärare som ville delta, och de måste själva aktivt sätta sig in i hur tekniken fungerade. En av lärarna menar dock att det inledningsvis kändes lite sårbart att data skulle samlas in, innan hen kunde förvissa sig om vilka som skulle kunna ta del av denna data. Lärarna menar att det inte heller förelåg någon risk för att elevernas integritet skulle hotas. Den ene läraren säger att hen i det inledande skedet tänkte på frågan, men det var tydligt att ingen data om eleverna skulle samlas in. Hen har genomfört momentana korta enkäter om elevernas upplevelse av pågående lektion. Den andra läraren anser inte heller att det föreligger något problem för elevernas integritet. Hen har inte pratat om elever vid namn, inte heller klasser vid namn med projektledare eller forskare.

Lärarna har vid flera tillfällen använt och delat ut enkäter till eleverna under eller i samband med lektionerna. Av dessa framkommer att eleverna inte uppfattar att tekniken inkräktat på deras integritet. Tvärtom verkar de ha tyckt att det var roligt att titta på enkäten och värmekartor tillsammans med läraren.

Nästa fråga avsåg om det faktum att viss data sparades i form av värmekartor uppfattades som ett problem för lärares integritet. Men inte heller här menar lärarna att de ser några problem. Den ena läraren menar att en ensam värmekarta inte säger så mycket. För att tolka en karta behövs annan information och så länge denna information inte föreligger, så är det inga problem. Den andra läraren svarar att hen inte ser några problem med att kartorna delas i informations- eller kommunikationssyfte. Reservationer uppstår dock om

skolledningen skulle använda dessa data för att utvärdera och analysera läraren frikopplat från kontexten för aktuell lektion. Kartorna får inte ersätta de ordinarie årliga skolledarutskultationer som sker på skola, men kan komplettera dessa.

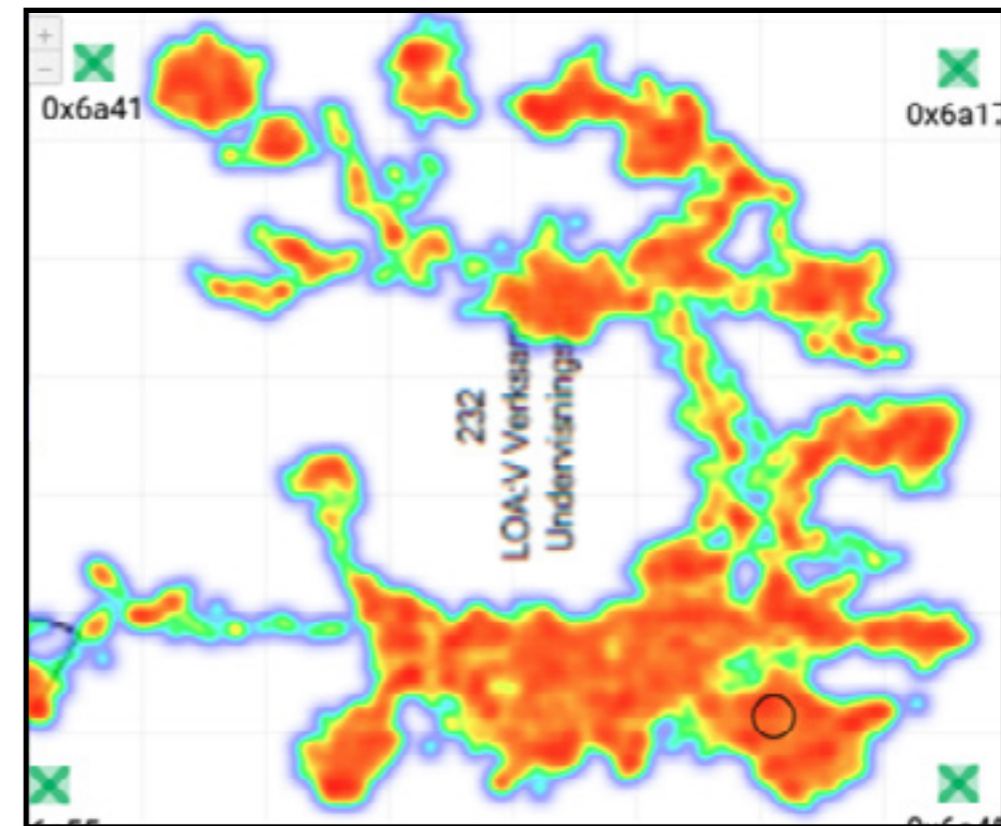


Bild 1: Exempel på värmekarta över lärares rörelse i ett klassrum

Vidare frågades om försöket med att kartlägga rörelsemönster väckt farhågor och kritik hos lärarkollegor. Ingen av lärarna säger att de mött sådana reaktioner.

Den sista frågan handlade om huruvida lärarna berättat om försöken för elevernas vårdnadshavare och om dessa i så fall gett uttryck för några reaktioner. Den ena läraren har inte berättat om försöken för vårdnadshavarna. Den andra har gjort det och mött nyfikenhet och intresse även hos vårdnadshavare.

# Positionssensorer i klassrummet

Med hjälp av positionssensorer i klassrummet så kan Lärares rörelsemönster i klassrummet synliggöras. Sådan data kan utgöra en grund för reflektion om hur lärare fördelar uppmärksamhet och ger stöd till elever, ge insikter som utgör en grund för planering av undervisning och i en föreläsning därmed utveckla den pedagogiska verksamheten.

## Presentation av tekniken för mätning av lärares rörelsemönster

Utöver att UWB (Ultra Wideband) är en teknik som tillåter precisa mätningar i inomhusmiljö, är UWB intressant också för att det är en teknik som i och med de senaste årens utveckling i bland annat mobiltelefoni kan ses som något som har potential att dyka upp i många framtida tekniska lösningar. Utrustningen som använts i dessa tester heter "Pozyx Creator Kit" och riktar sig till de som vill utveckla eller laborera med UWB-teknik. En hel del arbete behövs för att konfigurera utrustningen och för att få insamling och visualisering av data att fungera. Att denna utrustning ändå valts är för att den har god prestanda i form av mätprecision, ett relativt lågt pris, ger goda förutsättningar för egen vidareutveckling av tekniken samt att initiala tester visade på lovande resultat. Värt att nämna är att Pozyx som företag inte tillhandahåller support kring denna typ av gör-det-självt-utrustning.



Bild 2: Lärartagg.

Denna utrustning mäter avstånd mellan en liten UWB-enhet (hädanefters kallad lärartagg) (bild 2) till fyra ankare (bild 3) som satts upp i testmiljön/ klassrummet. Genom att mäta den tid det tar för signaler att färdas mellan ankare och lärartagg, så kan avstånd beräknas och lärartaggens position relativt ankare beräknas med hjälp av triangulering. När en längre tidsserie av positionsdata sparats så kan den användas för att skapa en visualisering av ett rörelseförlopp, vad som här kallas en värmekarta, som visualiserar lärarens rörelsemönster. Möjlighet finns också att efter genomförd undervisning spela upp visualiseringen av lärarens rörelser i klassrummet.



Bild 3: Ankare.

Lärartaggen utrustades med ett 3D-printat skal som skydd och för att kunna montera en mindre powerbank för strömförsörjning.

Utrustningen erbjuder god noggrannhet med en precision på ca 10-30 cm enligt tillverkaren<sup>10</sup>. Mätningar kan göras upp till 15 gånger per sekund i det utförande som här användes med 4 ankare.

ATEAs IoT Portal bygger på ThingsBoard<sup>11</sup> som är en mjukvara med open source licens som erbjuder möjligheten att själv vidareutveckla mjukvaran.

<sup>10</sup> <https://pozyx.io/faq/>

<sup>11</sup> <https://thingsboard.io/>



# Rapporterade erfarenheter

Erfarenheter som görs vid implementering och användning av teknik är helt avgörande för fortsatt kravställning och anpassning av tekniken. I det följande redogörs för implementering av rörelse/positionssensorer i skolorna, erfarenheter som lärare gjort när tekniken använts, samt aspekter av integritet, säkerhet och juridik.

## Implementering av tekniken

### Visualisering

Riktlinje:  
Redundans och säkerhet i mätningar

För att kunna göra mätningar behöver minst 3 men upp till 6 ankare sättas upp och anslutas till en 5V-strömkälla. Anledning till att använda fler än 3 ankare är att det tillåter större mätyta och säkerhet då mätningar endast kan göras om direkt kontakt finns mellan lärartaggen och minst tre av ankaren. Mätningar av lokalens dimensioner och ankarens koordinater i rummet noteras i mjukvaran Pozyx Creator Controller.

### Visualisering

Riktlinje:  
För att skapa bästa möjliga för lärares analys av datan genom visualiseringsprogramvaran bör en bakgrund läggas in som visar relevanta delar av rummet.

För att få en tydligare bild av vad datan visar användes en bild av klassrummet som bakgrund till rörelseinformationen både i Pozyx Creator Controller och i IoT-plattformens visualisering. Här varierade precision, från några centimeter till enstaka decimeter, men även detaljrikedom mellan de olika installationerna. Planlösningar och utrymningskartor kunde i flera fall användas med gott resultat då bilder av klassrummet skulle ordnas. I de fall där möbler skulle läggas till i bilden av klassrummet eller ingen planlösning fanns att tillgå baserade sig bilden på mätningar gjorda av skolpersonal.

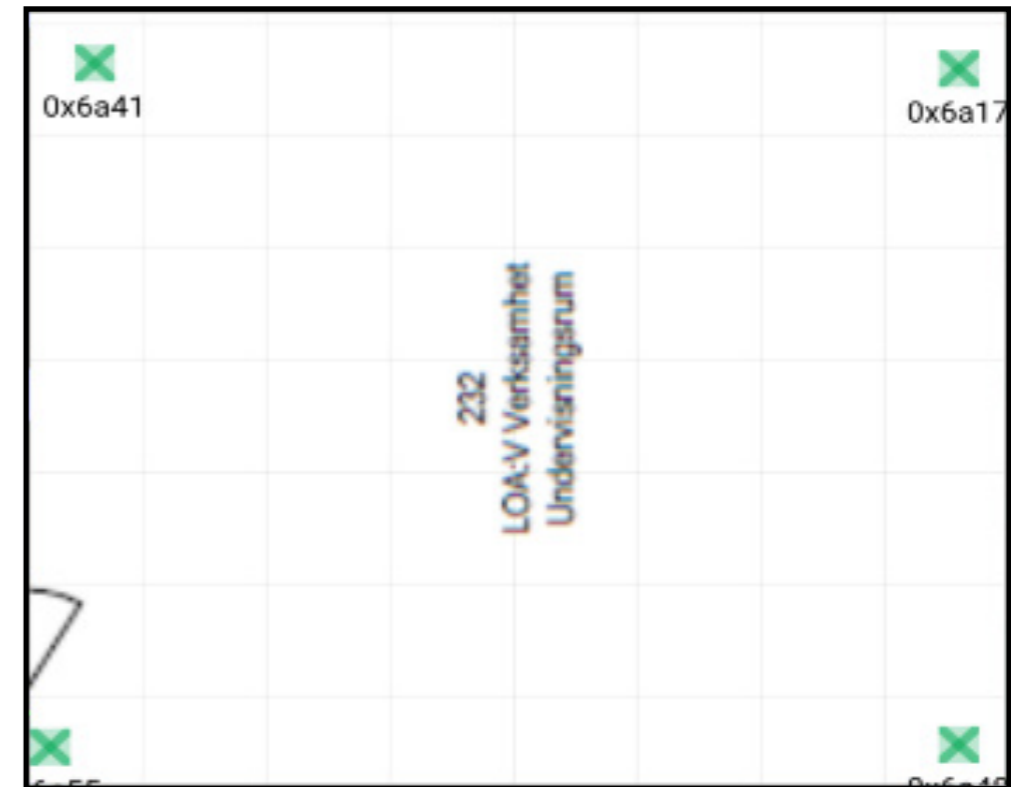


Bild 4: Bakgrund i plattformen utan möblering. Ankarens position märkta med "X".

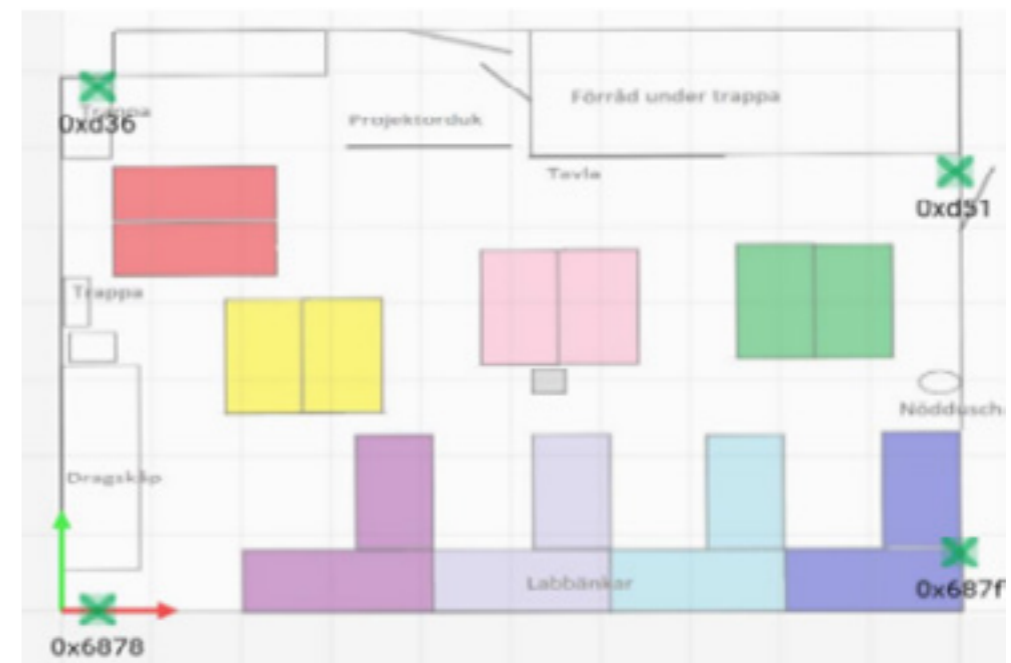


Bild 5: Bakgrund i plattformen med möblering. Ankarens position märkta med "X".

Implementera tekniken enbart i lokaler där lärarna som använder lokalen ifråga godkännt att tekniken finns monterad. Tvinga inte någon att använda tekniken mot sin vilja. Är användningen frivillig är erfarenheterna att den inte upplevs som övervakning, men en sådan känsla kan tänkas uppstå om tekniken används mot någons vilja.



Bild 6: Mottagartagg inkopplad i dator.

Tekniken följer den lärartagg som bärs runt halsen (en sändare och mottagare) som mäter avstånd till de ankarpunkter som satts upp. Lärartaggen skickar därefter vidare information till en liknande mottagartagg (bild 6) som kopplas till en dator via usb-anslutning. Datorn, som är uppkopplad till Pozyx molntjänst, skickar med hjälp av ett script information via mqtt till IoT-plattformen med tillhörande databas för lagring.

## Pedagogisk och didaktisk nytta

Den tekniska lösning som testats och utvärderats är jämförelsevis enkel och på flera sätt intuitiv. Redan genom att använda tekniken så kan läraren se sitt rörelsemönster under lektioner visualiseras i realtid på en skärm. Här ges då rörelsemönstret en "objektiv" representation av t.ex. vilket/vilka områden i klassrummet som är mer frekvent besökta, och vilka som inte är det. Visualiseringarna som skapas kan med detta ligga till grund för reflektioner kring genomförd undervisning och formulering av frågor och idéer inför kommande undervisning, vilket sedan kan följas upp med stöd i nya visualiseringar. Det kan handla om klassrummets möblering, vilka elever som har fått mer eller mindre uppmärksamhet och stöd under lektioner, om ett planerat lektionsupplägg fungerat som tänkt, m.m. Möjlighet att involvera elevernas

perspektiv på lärarens nyttjande av tekniken och vad detta i sin tur erbjuder elever finns t.ex. genom att distribuera korta anonymiserade enkäter före, under, och/eller efter genomförd undervisning (exempel på elevenkät, se bilaga 2). Eftersom tekniken inte är specifikt utvecklad för verksamheten skola, så finns det möjlighet att fortsatt kravställa och anpassa tekniken till verksamheten skola. Detta öppnar för reflektion om vilken annan data och teknik som skulle kunna komplettera och stärka värdet av dokumentationen av lärares rörelsemönster samt på vilket sätt detta då kan stärka verksamheten skola.

Den fortsatta redogörelsen av erfarenheter och reflektioner som lärare gjort i anslutning till användning av tekniken och de coachande samtalen, följer ett antal teman som har sin grund i de riktlinjer (guidelines) som formulerats för att stödja lärares nyttjande av tekniken i sin undervisning och utveckling av densamma. Se rapport "IoT i skolan - riktlinjer"<sup>12</sup>.

### Testa och utforska tekniken

Riktlinje:

För att tekniken skall fungera friktionsfritt i vardagen (undervisningssituationen) är det viktigt att läraren på ett tidigt stadium testat ut och bekantat sig med tekniken.

För att teknik ska komma till god användning är det naturligtvis viktigt att den fungerar och att användare har bekantat sig med den. Tid stjåls från kärnverksamheten om det finns frågetecken om hur tekniken fungerar, hur den ska startas, hur och var i programvaran inspelade lektioner och värmekartor kan hittas, etc. Av dessa skäl är det viktigt att tekniken tidigt testas ut för att komma till rätta med eventuella tekniska frågor och problem. Ytterligare fördelar med att förstå och kunna tekniken är att användaren känner sig mer bekväm och hemtam med tekniken vilket i sin tur kan leda till ett mer aktivt utforskande om hur den kan stödja reflektion kring genomförd - samt planering av undervisning.

### Visualisering av rummet

Riktlinje:

Säkerställ att visualiseringen av det aktuella rummet (etc.) stämmer överens med det, eller de, fysiska rummet.

Eftersom tekniken möjliggör spårning av lärares rörelsemönster i klassrummet är det viktigt att de visualiseringar som skapas utgör en korrekt spegling av det aktuella klassrummet. Man kan i den medföljande programvaran importera bilder av planlösningar som visualiserar klassrum och på så vis konkretiserar rörelsemönster. I flera värmekartor av genomförd undervisning

<sup>12</sup> <https://media1.iothub.se/2021/11/Riktlinjer.pdf>

där visualiseringen saknar möblering, är det ändå möjligt att med relativt stor precision ana var bänkar är placerade. En värmekarta där möblering ingår ger dock en bättre spatial uppfattning och högre precision om relationen lärare, rörelsemönster och möblering. I och med detta presenteras också mer precis information i termer av vilka bänkrader (eller viktigare; elever) som mer eller mindre frekvent besöks i klassrummet. Det är dock viktigt att möbleringen som illustreras i kartan av klassrummet är korrekt spatialt placerad. I annat fall kan det t.ex. uppstå tveksamhet mellan vilka bänkrader läraren rört sig. Vid placering av sensorer är det också viktigt att beakta angränsande rum om rörelsen ska registreras även där.

### Ofärdig och skrymmande teknik

Riktlinje:

Eftersom den tekniska lösningen kan vara iögonfallande, är det viktigt att lärare och elever tidigt ges möjlighet att bekanta sig med och naturalisera tekniken.

- Iögonfallande och synlig teknik (befintlig prövad lösning) gör det tydligt att tekniken är närvarande och kan fungera som påminnelse för elever (viktigt för begrepp om integritet, anonymisering, etc.).

I sin nuvarande form (jfr bild 7) kan tekniken som läraren bär upplevas som något skrymmande. För att den då inte skall upplevas som störande, bör den bli underlag för ett gemensamt utforskande av såväl lärare som elever. Erfarenheterna säger att elever upplevt det som spännande med ny teknik i klassrummet samt att både lärare och elever snabbt "glömmer bort" tekniken, i betydelsen att den inte fångar och stjäl deras uppmärksamhet under användning/registrering.

Bild 7: Buren lärartagg. I bakgrunden en värmekarta.



Eftersom registrering av lärares rörelsemönster per automatik inbegriper lag-

ring av data, erbjuder användandet av denna teknik en möjlighet att diskutera frågor om integritet, anonymisering, datalagring, o.s.v. tillsammans med eleverna. En något mer framträdande teknik (som den nuvarande lösningen), gör att denna typ av frågor pockar på uppmärksamhet.

### Bidrag till pedagogisk verksamhet

Riktlinje:

Uppmuntra till/främja reflektion över representationen (visualiseringen) av rörelsedata/-mönster, samt på vilket sätt den kan bidra till pedagogisk verksamhet i mer generella termer, alternativt i relation till planerad och/eller genomförd pedagogisk verksamhet.

- Detta kan göras av lärare och grupper av lärare, och/eller;
- Av lärare och elever, och/eller;
- Av elever.

Återkoppling av lärares rörelsemönster i form av värmekartor erbjuder lärare, som de själva beskriver det, ett objektivet stöd för reflektion av genomförd och/eller planerad verksamhet i exempelvis klassrummet. Denna "objektiva" data kan ställas i relation till lärarens upplevelser av sina rörelser i klassrummet under genomförd undervisning. Lärare som använt tekniken och studerat visualiseringarna rapporterar att de i högre grad kommit att reflektera över sina rörelser i klassrummet och att områden som besökts i mindre utsträckning genererat olika typer av frågor. Lärares rörelse/position ska i det här sammanhanget ses i relation till kommunikation med elever, där de frågor som lärare formulerat handlar bland annat om antaganden som lärare kan göra om elevers självständighet och färdighet. Vilket kan handla om att elever som sitter i områden som är mindre besökta i hög utsträckning klarar sig själva. I ett flertal fall har den typen av reflektioner och frågor resulterat i att lärare i sin planering av undervisning inkluderat att söka svar på sådana frågor, där de alltså uttryckligen har intentionen att initiera dialog med elever och söka säkerställa att antaganden stämmer. Lärare har också baserat på reflektioner som gjorts kring visualiseringar av genomförd undervisning ändrat lektionsupplägg, och i förekommande fall också placerat om elever i klassrummet. Kort sagt, reflektioner görs baserat på ett "objektivt" material som sätts i relation till subjektiva upplevelser, vilket leder till frågor och hypoteser som kan testas i undervisning och utvärderas i nya "objektiva" data - allt i en strävan att förbättra och utveckla verksamheten.

Ytterligare exempel på reflektioner som kan göras i olika konstellationer lärare – elever:

- Kollegiala samtal med utgångspunkt i visualiseringar av genomförd undervisning, likaväl som att använda tekniken vid auskultation.
- Rörelsedata kan kombineras med annan data för att bland annat anta ett elevperspektiv (t.ex. att använda elevenkäter, se ovan).

- Beroende av elevernas ålder, kan även motsvarande diskussioner om relationen undervisningens kvalitet och lärarens rörelsemönster föras eleverna emellan.

#### Stöd för dialog

Riktlinje:

Med underlag i rörelsedata uppmuntra till/främja stöd för dialog med/om elever (och vårdnadshavare, etc.).

Även om denna rörelsedata endast registrerar lärarens rörelsemönster, erbjuder den - tillsammans med olika grad av granularitet i visualisering och uppspelning (rörelse, frekvens, etc.) - möjligheter till dialog både med och om elever, samt deras vårdnadshavare. Denna typ av data-baserade samtal bör då vara öppna(nde) till sin karaktär, för att uppmuntra till erkännandet av perspektiv och erfarenheter från elev/er. Detta understryker betydelsen av att data är tillgängliga, men samtidigt att denna tillgänglighet är i enlighet med rådande lagstiftning. På detta sätt kan skolan och skolans personal själva bli "ägare" och förvaltare av data.

#### Kompletterande och utvecklande data

Riktlinje:

Främja reflektion kring nyttjandet av rörelsedata i relation till annan data (big data, learning analytics, elevenkäter, mentometer, etc.).

Även om det finns ett värde i att reflektera över lärares rörelsemönster, är det viktigt att öppna upp för hur denna data kan berika pedagogisk verksamhet och didaktiska beslut genom att komplettera med annan data. En sådan typ av data kan vara elevernas upplevelse av genomförd lektion (interaktion med läraren besvarad via enkäter, upplevelse av lektionen via mentometer, etc.). Annan typ av data kan bestå av ytterligare IoT-baserad data, som fångas upp automatiskt och som kan vara av dels okänslig/opersonlig natur (lufttemperatur och syrenivå i klassrummet, antalet elever närvarande i rummet, tid på dagen, möblering, etc.), dels privat/individbaserad natur (individernas uppmärksamhet, talutrymme, osv., men även fysiska data som hjärtslag/puls). Till detta kan förstås även elevernas betyg (och/eller lärarnas bedömning) kopplas. Här blir då tekniker som big data och learning analytics ansatser som med stöd av fler/kontinuerliga mätpunkter kan stärka planering av verksamhet, undervisning, främjandet av individens lärande samt stöd för betygsättning och bedömning.

## Integritet, säkerhet och juridik

### Frivillighet

Riktlinje:

Frivillighet.

Implementera tekniken enbart i lokaler där lärarna som använder lokalen ifråga godkänt att tekniken finns monterad. Tvinga inte någon att använda tekniken mot sin vilja. Är användningen frivillig är erfarenheterna att den inte upplevs som övervakning, men en sådan känsla kan tänkas uppstå om tekniken används mot någons vilja.

### Information

Riktlinje:

God information.

Lärare, elever och vårdnadshavare bör informeras om att tekniken kommer att användas och hur den fungerar. Speciellt viktigt att framhålla är att den inte medför någon personuppgiftshantering, att den inte samlar in någon information om elever och ingen personlig information om lärare. Med god information undviker man missförstånd.

### Använda resultat

Riktlinje:

Använd resultatet enbart till det datat är avsett för.

De kartor som blir resultatet av tekniken bör inte användas i andra syften än de ursprungligen avsedda, såvida inte den medverkande läraren själv initierar ett nytt användningsområde.

## Diskussion

I denna rapport har redogjorts för erfarenheter kring användande av rörelse/positionssensorer i skolan. Detta inbegriper erfarenheter kring pedagogisk och didaktisk nytta, implementering av tekniken, samt frågor om integritet, säkerhet och juridik, som utvecklas vidare i det följande.

### Pedagogisk och didaktisk nytta

Det finns en styrka i att tekniken är enkel och på många sätt intuitiv, det blir lättare att förstå vad den gör och som lärare rapporterat, inse hur användning av den kan bidra till utveckling av verksamheten. En upplevelse en deltagande lärare gjorde tidigt i sin användning illustreras väl av följande två citat "här kan jag ju inte stå" och "tekniken pushar mig ut i klassrummet". Lärare som deltagit beskriver bland annat hur tekniken har medvetandegjort vikten av rörelse i klassrummet och citaten illustrerar en medvetenhet om närvaron av tekniken, som också för samma lärare senare i processen resulterade i ett medvetet experimenterande med lektionsupplägg och komplettering med annan data. En central kvalitet med denna tekniska lösning kan sägas vara att den på ett tydligt sätt fokuserar på lärarens undervisning/praktik och med det utgör ett stöd för läraren att reflektera över och utveckla densamma.

Tekniken och vad den erbjuder kan nyttjas individuellt av lärare för att reflektera kring och utveckla sin undervisning. Genom kombination med annan data (t.ex. elevenkät) kan läraren perspektivisera och sätta sin subjektiva uppfattning om rörelse i klassrummet i relation till objektiva data, samt elevers upplevelser och uppfattningar. Utöver en individuell användning av tekniken i reguljär skolverksamhet skulle den också kunna utgöra underlag för kollegial diskussion och reflektion i (och mellan) lärarlag om t.ex. spänningar mellan subjektiv upplevelse och objektiva fakta, förändringar i lektionsplanering som gjorts med grund i sådana reflektioner och vad som blivit utfallet, vilken annan data som skulle kunna komplettera och bidra till utveckling av verksamheten, delande av erfarenheter, tankar och nya idéer. Redan efter några få iterationer med tekniken i klassrummet lyfte medverkande lärare själva frågor om pedagogisk utveckling, kollegiala samtal/kollegialt lärande och inte minst möjligheter till stöd för ett förändrat arbetssätt. Kort sagt, stöd för en kollektiv diskussion med utgångspunkt i objektiva fakta med syfte att utmana och utveckla verksamheten. Ett ytterligare användningsområde är auskultation där mindre erfarna lärare tillsammans med mer erfarna kollegor tillsammans kan reflektera kring genomförd undervisning med grund i värmekartor, exempelvis värmekartor från bådas genomförda undervisning.

Lärarna som deltagit, likaväl som vi forskare, kan se en stor potential i tekniken och i en fortsatt kravställning och utveckling av tekniken för att anpassa den ytterligare till verksamheten skola. Lärare har i samtal uttryckt önskemål om ytterligare funktionalitet, t.ex. att i visualiseringar/värmekartor tydligt kunna se i vilken riktning läraren tittar, att enkelt kunna sammanställa en serie av värmekartor från olika lektioner för att underlätta jämförelser, samt att utforska potential och möjlighet att korrelera värmekartor med annan data för att ytterligare stödja lärare i reflektion kring och planering av sin undervisning, t.ex. utveckling av mer elaborerade verktyg för att samla in erfarenheter från elever. Erfarenheter säger därmed å den ena sidan att tekniken behöver bli mer användarvänlig och tillhandahålla en utökad funktionalitet, och å den andra sidan att möjligheten att koppla rörelsedata till annan data genom learning analytics (LA) behöver utforskas.

### Implementering och teknik

Denna typ av specialbyggda "gör det själv"-lösningar kommer ofta med oväntade problem vilket i kombination med skolornas skiftande tekniska förutsättningar kan bli särskilt utmanande. En lösning som fungerar i en miljö gör det nödvändigtvis inte i en annan. En stor utmaning för testet har varit att navigera förutsättningarna inom de olika IT-system som användes. Försök gjordes att implementera tekniken inom rådande infrastruktur men vid några tillfällen blev det nödvändigt att istället för att förlita sig på skolans utrustning att använda en dator utanför skolans IT-system, som kopplades till mobilt bredband via en 4G-Dongle.

Det script som utvecklats för att skicka data till databasen behövde certifieras för att kunna användas på skolorna. Här fastnade scriptet i de olika virusprogram som användes tills det att certifikat kunde ordnas.

En hel del teknisk support behövdes för att komma igång med tekniken och felsöka när det inte fungerat. Driftstörningar på grund av dåliga sladdar till lärartagg, uppkoppling, databas som inte var igång, tappad kontakt om datorn hamnar i viloläge, spontana episoder av tappad kontakt som kräver omstart av lärartaggen, batterier med sämre kapacitet än annonserat är bara några av de problem som dök upp under dessa felsökningstillfällen.

Lärare har en ofta pressad arbetssituation och detta test gjordes till viss del för att försöka åstadkomma en överblick av rörelsemönster som skulle gå snabbare att analysera. I de fall data kommit in som tänkt så har detta mål uppnåtts, men den tekniska lösningen gjorde att mycket tid alltför ofta behövde läggas på felsökning och support. Situationen förvärrades av att tekniker inte kunnat vara på plats för installation och överlämning/introduktion av utrustning på grund av restriktioner i samband med covid-19 pande-

min. Driftsättning var det mest problematiska där det i många fall varit svårt att öppna upp för nätverkstrafik till de molntjänster som Pozyx använder sig av i de nätverk som används på skolorna.

Den utrustning som använts under detta test kräver en hel del installationsarbete. Detta gör det opraktiskt att flytta den mellan olika klassrum för att på så vis tillåta samma utrustning att användas för mer än en lokal. Detta är en punkt som skulle behöva göras mindre tidskrävande då det blir kostsamt att köpa in utrustning för alla klassrum. Här behövs ytterligare utvecklingsarbete.

De installationer där mindre precis bakgrundsgrafik användes (som visade rummets utformning och möblering) upplevdes ofta som bristfälliga och svåra att förstå efter att testet genomförts och data visualiserades. Det skapade en känsla av att visualiseringen av data inte stämde överens med verkligheten. Erfarenheten här är att utgå ifrån autentiska planlösningar eller noggranna egna mätningar snarare än grövre skisser av möblering och klassrummets planlösning. Ändringar efter första installationen är tidskrävande och bör därför undvikas om möjligt.

## Integritet, säkerhet och juridik

Som framgått av beskrivningarna av hur tekniken i detta fall fungerar och hur fallstudien genomförts, så samlas inga persondata in under processen. Den information som sparas i form av värmekartor innehåller inte heller någon känslig information. Det innebär att det inte finns några juridiska synpunkter att lägga på testerna.

Trots det kan en situation där en persons rörelsemönster kartläggs och visas upp upplevas som närgången och hotande. De lärare som genomfört denna fallstudie har anmält sig frivilligt och de har haft en positiv inställning till testsituationen. De har också satt sig in i vilken data som sparas och vem som har tillgång till denna data och känt sig trygga med detta. Elevernas integritet har inte heller ansetts hotad. Kollegor på skolorna har inte heller kommenterat försöken negativt eller uttryckt oro för att de själva skulle bli övervakade. Den enda gång frågan om hot mot integriteten kommer upp är när frågan diskuteras om vad som skulle hända till exempel om en skolledning började använda kartorna i andra syften än de som ursprungligen var syftet.

Följ vårt fortsatta arbete med *Lärares rörelse i klassrummet* via [iothub.se](https://iothub.se).

## Bilaga 1

Enkät som läraren skulle fylla i efter varje lektion. Tillhandahölls via google forms. Första frågan ("ämne") anpassades efter respektive lärares situation (och kunde vara just ämne, eller t.ex. klass). Den enda tvingande frågan (som läraren var tvungen att besvara) var fråga 3; "I vilken grad är du nöjd med genomförandet?".

**Ämne**

Matematik

Teknik

---

Vilka är dina spontana erfarenheter? 3-5 ord/fraser.

Lång svarstext

---

I vilken grad är du nöjd med genomförandet? \*

1     2     3     4     5

---

Hur påverkar dig detta i din nästa/kommande lektionsplanering?

Lång svarstext

## Bilaga 2

Enkät (ursprunglig) som elever på högstadiet ombads fylla i efter genomförd lektion. Tillhandahölls via google forms. Enkäten utökades till att även inkludera placering i rummet (ett av fyra alternativ) samt uppdatering av frågornas formulering och anpassning till elevernas ålder.

**Det var en intressant lektion/lektionspass**

1: Inne alla / 5: Jant

1     2     3     4     5

---

Jag blev utmanad i mina tankar

Ja

Nej

---

...

Jag hade lätt för att vara fokuserad på det här passet (lektionen)

Ja

Nej

---

Jag har lärt mig något nytt

Ja

Nej

---

Jag fick hjälp när jag hade frågor

Ja

Nej

Jag hade inga frågor