

# Lägesredovisning av Senseable Stockholm Lab

September 2021

**Lägesredovisning av Senseable Stockholm Lab**  
September 2021

**Kontaktperson:** Lukas Ljungqvist SBK

## Sammanfattning

Samarbetet Senseable Stockholm Lab är inne på sitt tredje år sedan starten i mars 2019. En förlängning vad gäller två års ytterligare finansiering förbereds i enlighet med det ingångna konsortieavtalet. Rapporten beskriver arbetet i labbet under de första åren, resultat från projekt, nytta och lärdomar för staden samt ger en bild av möjlig utveckling av labbet under kommande år.

Under de första tre åren startades sju projekt i labbet med olika tematiskt fokus och omfattning. Covid-19-pandemin har påverkat framdrift och innehåll på flera sätt. Nedstängda lab både på KTH och MIT har orsakat förseningar i de projekt där forskarna behöver tillgång till teknisk utrustning för att kunna arbeta. Leverans av material från tredje part har också påverkats vilket orsakat förseningar. Sist men inte minst har den data som samlats in i några av projekten varit av en annan karaktär än ursprungligen var tänkt vilket har inneburit utmaningar men också möjligheter. I några fall har inriktningen i projekten också ändrats på grund av detta. Detta till trots har ett antal resultat uppnåtts och bl.a. har ca 11 artiklar och en rapport publicerats. Ett antal av projekten har lett till fortsättningar och det finns god utvecklingspotential inom samtliga forskningsområden.

Samarbetet har under de första åren haft en stark inriktning på att få igång labbets verksamhet och att driva och starta upp projekt. Det har funnits en rad utmaningar i detta. Till en del beroende på att de tre parterna som är operativa i forskningssamarbetet kommer från väsentligt olika organisationer, både i storlek och styrning.

Inför förnyelse av avtal och under kommande år strävar labbet att åstadkomma en ökad tydlighet i arbetet genom att utveckla en konkret strategisk plan. Vidare undersöks möjligheterna att öka finansieringen med externa medel för att säkra verksamheten och möjliggöra expansion. Tre alternativ har hittills identifierats och kommer att utvecklas under de kommande åren.

Staden och KTH har redan idag en mängd andra samarbeten utöver Senseable Stockholm Lab och synergierna mellan dessa, samt tätare samverkan med de strategiska innovationsprogram där både staden och KTH sitter med i styrelserna, behöver utvecklas. Från och med juni 2021 ligger labbet centralt på KTH och samordnas direkt från rektors kansli vilket innebär att målsättningen att bredda samarbetet till större delar av organisationen säkras.

# Innehåll

<b>Sammanfattning</b> .....	<b>3</b>
<b>Bakgrund</b> .....	<b>5</b>
<b>Labbets uppbyggnad</b> .....	<b>6</b>
Staden och Senseable Stockholm Lab.....	6
<b>Framdrift under de första åren</b> .....	<b>7</b>
Kommunikation .....	7
Covid19.....	7
<b>Projekt</b> .....	<b>9</b>
<i>01 Urban Segregation, perspectives on urban segregation and inequalities</i> .....	9
02 Stockholm Sensing Platform .....	16
<i>03 Ethical issues and AI in the city of Stockholm</i> .....	18
<i>04 Flow Imbalance, improving Stockholm´s transport system by eliminating flow imbalance</i> .....	20
05 AI safety perception patterns .....	21
06 City Change: Effects of Urban Interventions .....	22
07 Stockholm Heat .....	22
<b>Slutsatser, utmaningar och möjligheter</b> .....	<b>23</b>
Utvecklingspotential av Senseable Stockholm Lab .....	23
<i>Internt i staden</i> .....	25

## Bakgrund

Stockholms stad och KTH har sedan år 2014 ett strategiskt partnerskap i syfte att ytterligare långsiktigt och gemensamt utveckla kunskap och innovationsförmåga. I syfte att fortsätta bidra till Stockholms utveckling och planering för en långsiktigt hållbar stadsutveckling beslutade kommunfullmäktige under 2019 att tillsammans med KTH, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Stockholms Handelskammare och NEWSEC att etablera ett forskningslabb som fick namnet *Senseable Stockholm Lab* för som ska bedriva forskning med inriktning på hur digital teknik påverkar och förändrar människors liv i urbana miljöer.

Syftet med stadens deltagande i *Senseable Stockholm Lab* är att, genom att kombinera design, teknik och vetenskap, bidra till Stockholms utveckling och planering för en långsiktigt hållbar stadsutveckling. I labbet har ett nära samarbete mellan stadens medarbetare och forskare vid de båda lärosätena ägt rum där man gemensamt identifierat viktiga frågeställningar utifrån stadens behov och utmaningar och utveckla nya och innovativa lösningar. Stockholms stad får därigenom tillgång till helt ny metodik och nya forskningsbaserade kunskapsunderlag som kan stärka den egna kompetensen för en långsiktigt hållbar stadsutveckling i en växande stad. Denna rapport är en lägesredovisning av arbetet de första åren.

## Labbets uppbyggnad

Organisationen i *Senseable Stockholm Lab* beskrivs i det konsortieavtal som tecknats mellan parterna. Den högsta beslutsinstansen i labbet kallas General Meeting där staden företräds av finansborgarrådet. Vidare finns en styrgrupp närmare den operativa verksamheten bestående av representanter från KTH, MIT, Handelskammaren och staden. Styrgruppen beslutar om labbets framdrift, uppstart och utveckling av projekt. Till sin hjälp har de en koordinationsgrupp med medlemmar från KTH, MIT och staden.

Forskningen i labbet bedrivs i projektform där stordata och AI används för att ta fram nya metoder och ny kunskap som kan användas för att planera en hållbar stad. Fokus är att ta fram kunskap som kan användas i ett strategiskt skede men de data och metoder som används är ofta viktiga och av värde även för många andra skeden i stadsutvecklingsprocessen. I alla projekt ingår forskare från KTH och MIT samt en referensgrupp från staden. Flertalet av projekten har även deltagare från företag som tillhandahåller och eller hjälper till att samla in data.

### Stadens roll i Senseable Stockholm Lab

Staden är med i labbet som finansiär samt som behovsägare och implementeringsansvarig. Labbets verksamhet förväntas också driva på stadens utveckling som en smart, innovativ och hållbar stad.

För att förankra labbets projekt i stadens egen organisation och hitta synergier med andra liknande satsningar inom staden finns en samordningsgrupp inom staden med representanter från exploateringskontoret, trafikkontoret, miljöförvaltningen, stadsledningskontoret samt stadsbyggnadskontoret.

Till varje projekt som initierats i labbet finns också en av staden utsedd kontaktperson. Denna person ansvarar bland annat för att sammankalla en referensgrupp för möten med forskarna med ca 4-6 veckors mellanrum. Referensgruppen består av tjänstepersoner från relevanta delar av stadens verksamheter som ska delta som behovsägare och implementeringsansvariga under projektens löptid.

# Framdrift under de första åren

## Initial planering

I mars 2019 skrevs avtalet under och samarbetet kom igång under våren. I det första skedet ingick bland annat att definiera utmaningar och ta fram mallar för projektbeskrivningar, utarbeta en kommunikationsplan och andra för labbets framdrift nödvändiga dokument. I augusti 2019 arrangerades en gemensam workshop på KTH för att definiera projekt inom de fem tematiska områden, urbana utmaningar som definierats av staden som relevanta för labbet. Första temat var ”Data Capture” som syftade till att utreda hur labbet och i förlängningen staden kan arbeta för att samla in egna datamängder som kan användas för att bedriva forskning inom olika områden. Detta resulterade i projektet Stockholm Sensing Platform och i nästa steg Stockholm Heat. ”Green Infrastructure” var nästa tema där vi har börjat titta på tillgång till och användning av parker i projektet Urban Segregation. ”Mobility and Sharing Economy ” resulterade i uppstart av projektet Mobility Flow. ”Ethics and Privacy” resulterade i ett eget etikprojekt, och slutligen ”Labour Market” som är i fokus för delstudie fem i Urban Segregation men också i projektet City Change.

Under hösten 2019 startades det första projektet Urban Segregation och under 2020 startade ytterligare tre projekt. Totalt har sju projekt initierats i labbet sedan starten år 2019. Styrgruppen sammanträdde första gången i juni 2019 och har därefter träffats ytterligare åtta gånger.

## Kommunikation

Under det första halvåret upprättades en kommunikationsplan för labbet och en [webbsida](#) lades upp som presenterar labbets verksamhet. Den årliga konferensen för labbet har fått ställas in upprepade gånger på grund av pandemin. Under år 2020 anordnades istället fyra webinarier med presentation av labbets projekt som nådde ut till en blandad publik med inbjudna från staden, KTH och allmänheten. Under första veckan i oktober 2021 planeras för en hel veckas aktiviteter med möten mellan labbets forskare, staden anställda och näringsliv med syfte att stärka labbets identitet och att lägga grunden för nya samarbeten.

## Covid19

Pandemin har drabbat verksamheten i labbet på flera sätt. Möjligheten att skapa en miljö för att tillsammans utveckla ett innovativt och gemensamt *Senseable Stockholm Lab* har påverkats

starkt negativt. Pandemin har gjort det omöjlig för labbets medlemmar att mötas fysiskt, all verksamhet har sköts digitalt sedan januari 2020. De lokaler som finns för labbet på KTH har endast använts vid ett tillfälle sedan invigningen. Detta har naturligtvis påverkat samverkan negativt och minskat kommunikationen mellan projekten och också känslan hos forskare och stadens anställda av att vara del i ett labb.

De enskilda projektens innehåll och utveckling har också påverkats mera direkt av pandemin på flera sätt. Nedstängda labb både på KTH och MIT har orsakat förseningar i de projekt där forskarna behöver tillgång till teknisk utrustning för att kunna arbeta. Leverans av material från tredje part har också påverkats vilket orsakat förseningar. Sist men inte minst har den data som samlats in i några av projekten varit av en annan karaktär än ursprungligen var tänkt, vilket har inneburit utmaningar men också möjligheter, vilket utvecklas i de projektbeskrivningar som följer i nästa avsnitt. I några fall har inriktningen i projekten också ändrats på grund av detta.



# Projekt i Senseable Stockholm Lab

Under de första tre åren har sju projekt startats i labbet med olika tematiskt fokus och omfattning. Nedan följer en kort beskrivning av varje projekt.

## 01 Urban Segregation, perspectives on urban segregation and inequalities

Tidplan: okt 2019 till okt 2021

Budget: 3,4 miljoner SEK

Projektet delades in i fem delstudier som nedan presenteras var för sig. I den andra respektive den femte studien skrev forskarna ett samarbetsavtal med Telia AB och deras utvecklingsavdelning för att få ta del av abonnentdata från kundernas mobiltelefoner. Den fjärde studien var enbart för visualisering av resultat och redogörs inte för nedan. I projektet ingick förutom forskarna även en referensgrupp från staden med representanter från olika delar av stadsledningskontoret (SLK), stadsbyggnadskontoret (SBK), exploateringskontoret (Explo), och miljöförvaltningen (MF). Referensgruppsmöten har hållits med 4-6 veckors intervall och samordnande för staden var stadsbyggnadskontoret (SBK).

### Studie 1

Studien syftar till att utveckla en modell för att undersöka social segregation i Stockholm med utgångspunkt av data inhämtade från sociala nätverk, i första hand från Twitter där data går att koppla till en viss geografisk position. Analysen var ursprungligen tänkt att baseras på information som innehöll uppskattning av användarnas bostadsadress och/eller socioekonomiska egenskaper hos enskilda Twitter-användare. Tillgängligt Twitter-data visade sig emellertid inte vara av tillräckligt god kvalitet för att göra en sådan beräkning på ett tillförlitligt sätt. Forskarna utvecklade istället en ny metodik där man genom att analysera samma användares Tweets inom en viss tidsrymd kunde synliggöra användarens resor mellan olika platser i staden. Genom att sedan addera information om dessa platser socioekonomiska struktur, i första hand genomsnittlig inkomst på per hushåll, utbildningsnivå per capita och etnicitet och relatera det till hur stark kopplingen var mellan olika platser kunde man sedan uppskatta blandningen av olika människor på basområdesnivå i staden.

Metoden ger ett intressant nytt perspektiv på hur människors rörelser i staden påverkar blandningen i olika delar av staden, och den kommer att vara användbar i många sammanhang där spatiotemporalt täta data inte är tillgängliga. D.v.s. där det är svårt att få tillgång till kvalitativa data som beskriver en viss förekomsts utbredning såväl geografiskt som över tid. MIT Senseable City Lab tillämpar redan nu denna metodik i en ny studie på en större samling städer för vilka Twitter-data har samlats in, inklusive de 30 största storstadsområden i USA och två städer i Portugal.

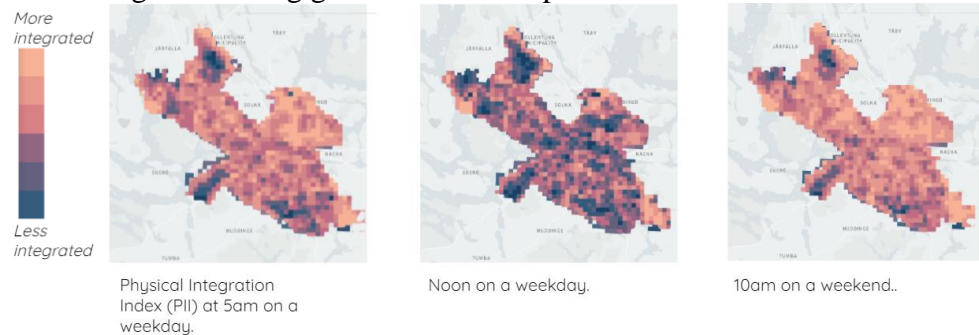
För att göra resultat från studien lättare att ta till sig för en bredare grupp användare har forskarna byggt en dynamisk datavisualisering på en hemsida som kan användas för att förstå blandningen i staden på ett interaktivt sätt. (<https://senseable.mit.edu/stockholm-flows/>). Resultaten har också publicerats i den tvärvetenskapliga tidskriften PLOS ONE. Publikationen med titeln "Analysis of mobility homophily in Stockholm based on social network data" beskriver den nya metoden för att analysera "urban blandning" och dess tillämpning till Stockholms stad. Av artikeln framgår dels hur forskarna har gjort för att kvantifiera styrkan i kopplingen mellan de olika stadsdelarna i Stockholm dels att de funnit att det geografiska områdets totala mängd av målpunkter, befolkning, likhet i socioekonomisk fördelning och restid mellan områden har betydande effekter på hur stark kopplingen mellan två områden i staden är. I analysen av Stockholm tyder resultaten på att socioekonomiska parametrar påverkar vilka områden befolkningen i första hand tenderar att resa mellan. Områden med liknande medelinkomst, utbildningsnivå och etnisk blandning är starkare kopplade till varandra än till andra områden i staden.

## Studie 2

Syftet med denna delstudie är att analysera hur befolkningen interagerar i staden genom att använda mobiltelefondata. Forskarna har haft tillgång till mobiltelefondata från Telia som används för att ta fram ett "Physical Segregation Index" (PSI) för Stockholm som beskriver blandningen i befolkningen i en viss geografi vid en viss tidpunkt. Med hjälp av detta PSI har man därefter kartlagt staden för att hitta de områden i Stockholm som är mest och minst segregerade när det gäller mångfalden av möten mellan invånare när de rör sig genom staden. Målet är att dessa kartor och de bakomliggande PSI-värdena ska kunna användas för att synliggöra hur segregation och inkludering ser ut i Stockholms stads geografi, hur den förändras över tid och hur det har påverkats av COVID-19-pandemin. Genom att på detta sätt tydliggöra vilka områden i Stockholm som är väl integrerade respektive segregerade

med utgångspunkt i hur stor eller liten blandning det är i befolkningen över dygnet kan analyser av platserna göras för att därefter ta fram åtgärder i linje med stadens mål.

Metoden bygger på rörelsedata från mobiltelefoner och en indelning av staden i ett rutnät om 500\*500 meter. För varje timme på dygnet har man därefter identifierat blandningen av invånare i varje ruta genom att räknat fram den genomsnittliga skillnaden mellan individerna när det gäller medelinkomst, utbildningsnivå och etnisk tillhörighet för att få fram platsens "segregations index" (PSI). Framtagandet av detta index gör också att data från mobiltelefonanvändarna anonymiseras på ett sätt som gör det omöjligt att identifiera enskilda individer. PSI indexet ger ett någorlunda finkornigt mått på social segregation vilket forskarna menar kan användas för att identifiera områden med hög respektive låg inkludering gällande de valda parametrarna i Stockholm.



Forskarna har också börjat göra statistiska analyser av detta index för att förstå sambandet mellan segregation och urbana funktioner som skolor och parker. Syftet med detta är att undersöka i vilken utsträckning dessa funktioner främjar interaktion mellan Stockholmare och därmed kan sägas verka inkluderande för en mångsidig grupp invånare.

I ett första steg har man börjat titta på vilken effekt skolor har på mångfalden av interaktioner inom sitt omgivande område 500\*500 meter. Resultaten av studien visar på relativt små effekter för grundskolor men ett statistiskt signifikant bidrag från vissa typer av skolor (privata gymnasieskolor). Intressant nog kvarstår dessa effekter, även om de är reducerade, på helgdagar vilket antyder att skolor har en funktion för att skapa och vårda nya sociala relationer. Resultaten av studien kommer att lämnas in för publicering till en tvärvetenskaplig tidskrift. Denna del av Urban Segregation har också beviljats nya medel för att forskarna ska kunna genomföra liknande analyser på andra funktioner i staden som kontorskluster, bibliotek, idrottsanläggningar med mera.

### Studie 3a, New Urban habits

Analys av hur människor rör sig och använder staden, och människors närvaro i stadens rum, kan användas för att beskriva segregation i staden. Under Covid-19-pandemin har dessa mönster som beskriver livet i Stockholm genomgått omfattande förändringar då människor på grund av restriktioner börjat använda stadens rum på nya sätt. Syftet med studien har varit att öka förståelsen för denna nya användning av staden och att därigenom undersöka hur olika delar av staden fungerar under en kris, i vilken utsträckning de ger befolkningen tillgång till funktioner, service och platser som har identifierats som viktiga för medborgarna.

Vilka funktioner som går att nå från olika delar av staden definierar i stor utsträckning livsvillkoren för de människor som vistas där. Studien visar att områden med sämre tillgång till service och bekvämligheter har missgynnats under pandemin.

I studien jämförde forskarna data som samlats in med hjälp av [Maptionnaire](#) och från Twitter för att studera hur restriktionerna påverkat användningen av stadens platser och funktioner i olika delar av Stockholm. Forskarna jämförde först 87 000 geolokaliserade Tweets i kombination med enkätsvar som beskrev vilka funktioner och platser som användes före och under pandemin. I nästa steg analyserades enkätsvar där de uppmanat svaranden att identifiera de platser som de "fortfarande besöker", "använd mer" och "undviker". I enkäten angav respondenterna även varför de använder platserna vilket gav forskarna en mer nyanserad förståelse för om och hur restriktioner har påverkat människors vardag. Som ett sista steg gjordes stadsrumsanalyser i Place Syntax Tool (PST) av tillgänglighet till funktioner, parker och grönområden samt service i olika delar av staden, för att undersöka hur den förändrade användningen relaterade till förutsättningarna i den byggda miljön.

Resultaten har publicerats i tre artiklar och ytterligare en är under framtagande. De visar att stadens förmåga att leverera goda livsvillkor påverkas olika mycket under en kris beroende på stadsstrukturens utformning, tätheten, tillgång till offentligt rum, samt andel integrerade och tillgängliga grönytor. Detta kan bidra med värdefull insikt för hur städer bör planeras och byggas så att de bli mer motståndskraftiga och mindre segregerade.

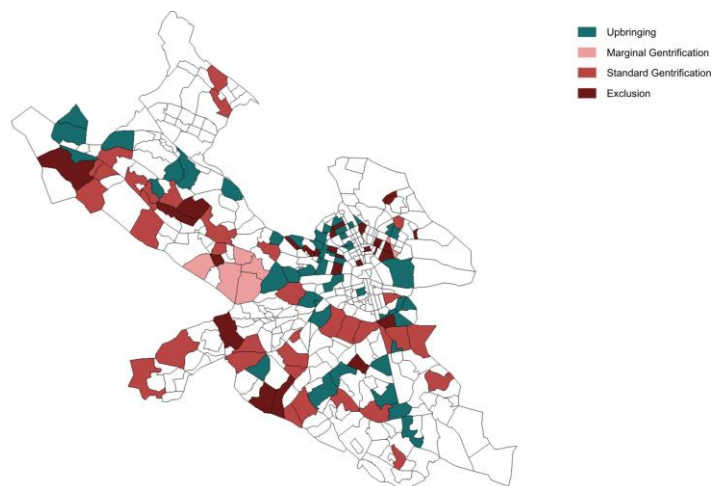
Styrgruppen har beslutat att fördjupa och utveckla denna delstudie i nästa fas av projektet Urban Segregation. Det sker under kommande år.

### Studie 3b, Neighbourhood Change

I delstudie 3b har forskarna börjat utveckla en metodik att mäta visuella förändringar i stadsrummet över tid och att samköra det med information om demografin för att se om det finns en korrelation mellan stadens visuella attribut och demografiska förändringar. Syftet är att tekniken ska kunna användas som uppföljning för att se tendenser över tid och för att förutsäga kommande utveckling i staden, kunskap som kan användas för att styra utvecklingen i linje med stadens mål.

Forskarna började med att analysera demografiska förändringar på basområdesnivå mellan åren 2010 till 2020. Inkomst, befolkning och utbildningsnivå användes för att beskriva förändringen över tid och resultaten delades sedan in i fyra kategorier som är tänkta att beskriva hur tillgänglig en geografi är för olika grupper av medborgare. Ett område som redan år 2010 hade hög inkomstnivå men som ändå har ökat markant mellan 2010-2020 klassades som "exclusion" undanträngning. Ett område som hade lägre inkomstnivå till en början och som fått en stor befolkningsökning och som har förlorat låginkomsthushåll klassades som "gentrifiering" och om det har skett en generell ökning i området över alla parametrar klassades det som "upbringning".

Cluster Labels



I projektet förfinas fortfarande metodiken och förklaringsmodellerna men vissa iakttagelser kan göras. Exempelvis syns tydligt "kransen" runt den centrala staden i diagrammet som är det område där Stockholm expanderat mycket i linje med utbyggnadsordningen som föreskrevs i tidigare översiktsplan (ÖP 99).

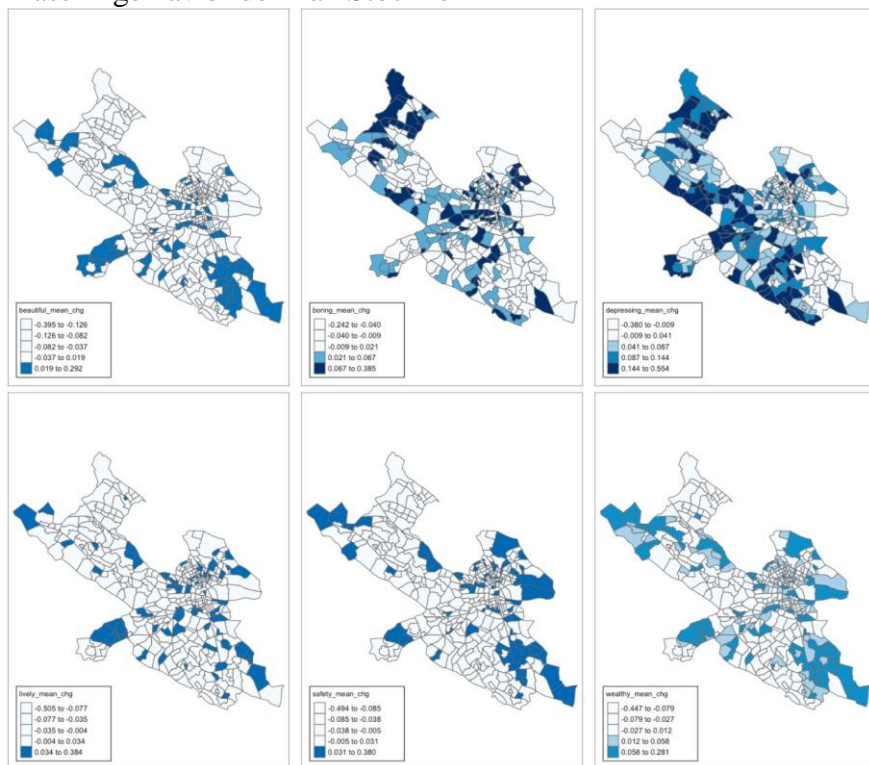
Nästa steg var att använda automatiserade bildigenkänningstekniker på gatuvyer från Google, eller "street view data" insamlade för Stockholm för samma tidsperiod. I analysen användes två olika



metoder. Dels klassades bilderna i sex kategorier med hjälp av en AI som tränats genom att en miljon användare i en global paneltyckt till om hur livlig, tråkig, välbärgad, säker, deprimerande, och vacker varje bild upplevs i en databas där 110 000 olika bilder samlats in från 56 olika städer. Sedan aggregerades dessa resultat till gatunivå och därefter till områden.



Klassningen av bilder från Stockholm



Klassningen aggregerad till statistiska områden i staden.

Forskarna använde också objektsigenkänning för att kunna räkna antal visuella kännetecken i gaturummet som gatlyktor, träd och andra objekt som används för att möblera gaturummet som en indikator på hur väl omhändertaget gaturummet är.

Forskarna ville därefter se om dessa resultat kunde understödja en teori om att det finns en ”tipping point”, ett gränsvärde, för dessa parametrar i stadsmiljön som kan indikera att förhållanden kommer att förvärras och vice versa, när trevligare områden kommer att bli bättre. Metodiken och resultaten kan bidra med kunskap för att planera ett mer jämlikt Stockholm och synliggöra de tidiga tecknen på gentrifiering och undanträngningseffekter som stadsutvecklingen har i staden.

Forskarna kommer under nästa år utveckla metodiken inom projektet City Change som styrgruppen har beviljat med syfte att i första hand utvärdera de långsiktiga effekterna av stadsbyggnadsprojekt i staden, för att utvärdera om utvecklingen är i linje med uppsatta mål för stadsutvecklingen.

### Studie 5: Agentbaserad simulering

Syftet med studie 5 var att använda operatörsdata från Telia data, så kallat CDR-data, för att skapa en syntetisk modell av befolkningen som därefter kunde användas för att utveckla en befintlig agentbaserad simuleringsmodell för resevanor, TDM-modell som kallas *Scaper*. Modellen skulle sedan användas för att analysera segregationen i Stockholm. *Scaper* gör det möjligt att beräkna hur människor reser inom Stockholm mellan olika funktioner i staden och även att simulera individuella aktivitetsresemönster för hela befolkningen baserat på den syntetiska befolkningsmodellen. Detta gör det möjligt att studera effekterna på resandet av olika planeringsscenarier. De scenarier som simuleras av modellen kan även användas för att undersöka hur människor i områden med olika socioekonomiska egenskaper reser och var de möts.

I TDM-modeller som *Scaper* används vanligtvis data från resevanorundersökningar, därför blev en av projektets främsta utmaningar att utveckla en ny metodik som skulle göra det möjligt att istället använda CDR-data. En ny metod utvecklades som en anpassning av [Hidden Markov](#)-Modellen (HMM) för att möjliggöra uppskattning av dynamiska diskreta valmodeller (varav *Scaper* är ett exempel), och en lösningsalgoritm för det nya HMM-baserade

uppskattningsförfarandet härleddes som kunde återanvända tidigare uppskattningsmetoder redan implementerat för Scaper.

Scaper användes slutligen för att analysera scenarier: 1) hur befolkningen i olika områden i Stockholm har förändrat sina resvanor under pandemin; och 2) hur fördelningen av nya arbetsplatser till olika platser i Stockholm skulle kunna påverka segregationen i staden.

För närvarande håller tre artiklar på att slutföras:

Artikel 1 fokuserar på den metodiska utvecklingen av ett nytt uppskattningsförfarande samt en fallstudie som analyserar skillnader i resebeteende och beräknar segregeringsindex på simulerade data.

Artikel 2 har fokus på hur pandemin påverkade hur människor med olika socioekonomiska egenskaper att ändra sina resvanor under pandemin

Artikel 3 undersöker scenarier för hur olika placering av nya arbetsplatser skulle kunna påverka segregationen i staden.

## 02 Stockholm Sensing Platform

Tidplan: april 2020 till april 2021

Budget: 3 miljoner SEK

I projekt nummer två i labbet, Stockholm Sensing Platform, designades och testades en multisensorplattform för att samla in olika miljödata från gaturummet. Målet var att implementera, testa och utvärdera möjligheterna för labbet och därefter för staden, att med enkla sensorer samla in hyperlokala data från gaturummet i Stockholm. Multisensorplattformen testades också under en vecka hösten 2020 på busslinje 72 mellan Ropsten och Karolinska institutet.



Bild: Prototyp med tillägg sensorer för luftkvalitet monterad på buss i Stockholm under en veckas pilotstudie



En viktig del av projektet var att få tekniken att fungera autonomt och i enlighet med GDPR och svenska föreskrifter. Syftet var också att undersöka hur väl denna typ av datainsamling kan komplettera den metod som idag används i staden där SLB-analys samlar in miljödata med fasta mätstationer på ett fåtal platser och sedan beräknar värden för stadens övriga gator. Fördelen med rörliga sensorer är att staden till jämförelsevis låg kostnad kan få uppmätta data från gaturummet över hela staden men utmaningen ligger i att tekniken är förhållandevis enkel så valideringen av mätresultaten är mycket viktig för att kunna bedöma användbarheten.

I projektet utvecklades en fungerande prototyp av Stockholm Sensing Platform (SSP) som multisensorn kallas. En solcellsdriven plattform för olika sorters datainsamling som enkelt kan monteras på ett fordon med hjälp av magneter och sedan samlar in data och kommunicerar över 4G-nätverk. Varje SSP består av:

- o Sensorer för luftkvalitet som mäter partiklar (PM1-PM2.5-PM10), temperatur, luftfuktighet och buller samt en IR-kamera för att möta värmestrålning i staden som aldrig användes.
- o En molnarkitektur som aggregerar och validerar data från flera sensornoder i realtid

Resultat i projektet är prototypen och ”backend”, d.v.s. den tekniska plattform som används för dataöverföring, analys och styrning av sensorerna, som båda har utvecklats i två varianter under projekttiden. Forskarna har också sammanställt en teknisk dokumentation som beskriver plattformens funktionalitet och resultat från pilotstudien på linje 72 där det även ingick sensorkalibrering med hjälp av en referensmonitor, sensorutplacering på stadsfordon (bussar), datavalidering, dataanalys och visualisering.

Inför pilotstudien samlade forskarna och referensgruppen också på sig en rad erfarenheter kring de krav som finns kring insamling av data i Sverige, inklusive krav på datasäkerhet, integritet och etiska utmaningar. En etikansökan med rådgivande yttrande angående användning av IR-kameror i Sverige har också sammanställts men ännu inte skickats in till Etikprövningsmyndigheten.



Bild: Prototyp med luftkvalitet och IR-kamera som inte användes.

Projektet påverkades av pandemin på flera sätt. En planerad workshop med medborgare för att ta fram idéer kring hur man kan använda insamlade data blev inte av. Framtagandet av prototypen försenades också kraftigt.

I Stockholm Sensing Platform tydliggjordes genomförbarheten och potentialen i att samla in data med rörliga sensorer. Styrgruppen beslutade därför att utveckla metodiken i ett nytt projekt med tydligare tillämpning (Stockholm Heat, se nedan) som använder sig av en uppgraderad och utökad version av multisensorn.

### **03 Ethical issues and AI in the city of Stockholm**

Tidplan: april 2020 till september 2021

Budget: 1,065 miljoner SEK

Etikprojektet var uppdelat i två delar, en intervju baserad del för att förstå hur staden arbetar med etik i digital verksamhet och en med fokus på Stockholm Sensing Platform och insamlingen av IR-data.

Under maj 2020 intervjuades sex personer (tre män och tre kvinnor) som har nyckelpositioner inom följande sex projekt som staden driver: IoT-plattformen; Smart belysning; Smart trafikstyrning; Öppna och delade data; Beslutsstödsfunktionen samt Modernisering

av sociala system. De fyra förstnämnda projekten ingick alla i programmet *Smart och Uppkopplad Stad*.

Stadens arbete i dessa projekt sker i enlighet med GDPR vilket medför att vissa etiska frågeställningar hanteras, men projektet fokuserade på att bredda diskussionen för att omfatta fler etiska aspekter.

I intervjuerna ringades ett antal centrala etiska aspekter inom AI och datahantering in och intervjupersonerna uppmuntra att reflektera relativt fritt och erfarenhetsbaserat kring ämnet. Forskarna ville undersöka både vilka etiska utmaningar informanterna stött på i sitt arbete och hur de har hanterat dessa frågor. Forskarna ville även få en uppfattning om vilket stöd de upplevde att de haft, och vilket de önskat, i sitt arbete med etiken samt i vilken utsträckning och på vilket sätt de involverat olika användargrupper.

Exempel på etiska aspekter som diskuterades under intervjuerna var: integritet, tillit, transparens, ansvarsfördelning, social hållbarhet, datahantering (sammanläggning och presentation) och rättvisa (inklusive bias). Därtill lyftes en rad värdekonflikter fram t ex

1. Tillit kontra integritet,
2. Precision och effektivitet kontra integritet,
3. Säkerhet och risk kontra transparens.

Intervjuerna sammanställdes i en rapport. I rapporten upplevde samtliga informanter att de fanns etiska utmaningar inom deras projekt. Ett flertal reflekterade över transparens och vikten av att skapa förtroende när man utvecklar och introducerar ny teknik, även i de fall man inte hanterar känsliga data. På frågan om värdekonflikter så höll alla informanter med om att värdekonflikter uppstår då och då, och ett flertal ansåg att de ofta uppstår. Flera informanter reflekterade på olika sätt över att det kan vara svårt att riktigt ringa in de etiska aspekterna och att detta kan leda till att etiken reduceras till juridiska frågor. Flertalet ställde sig positiva till ett mer enhetligt sätt att arbeta med de etiska aspekterna. Exempel på förslag som kom fram under intervjuerna: att ha som rutin att göra en genomlysning av etiska aspekter tidigt i ett projekt; etiskt råd eller en etikrådgivare som kan fungera som ett bollplank; tydligare riktlinjer kring etiken för att minska risken att det blir personberoende; checklistor, mallar, manualer på temat etik och etikworkshops skulle kunna höja medvetenheten och hjälpa till att sätta igång arbetet. Slutsatserna från rapporten tas nu vidare internt.

Den andra delen i projektet bestod i att stötta i etikarbetet, t ex med att identifiera de etiska aspekterna och föreslå strategier för hur de

kan hanteras vid insamlande av avbildande datamängder som IR-data. Resultaten av diskussionerna blir underlag i etikansökan som labbet avser att skicka in till Etikprövningsmyndigheten. Övriga resultat är två artiklar i olika stadier av antagande.

#### **04 Flow Imbalance, improving Stockholm's transport system by eliminating flow imbalance**

Tidplan: okt 2020 till okt 2021, pga. Covid19 relaterade förseningar  
feb 2021 till feb 2022

Budget: 2,3 miljoner SEK

Detta projekt syftar till att stärka Stockholms transportsystem genom att analysera "flödesobalans". En "flödesobalans" avser en stor skillnad i restider mellan två platser i en stad för olika resesätt. Till exempel, om en medborgare kan resa från plats A till plats B med bil på 15 minuter, men restiden med buss är 2 timmar, är det en stor flödesobalans mellan dessa två platser.

Flödesobalans i en stads trafiksystem kan skapa allvarliga problem. På en grundläggande nivå medför flödesobalans ineffektivitet: det skapar svaga länkar som begränsar transportsystemets övergripande prestanda. Dessutom kan flödesobalans medföra djupare, samhälleliga effekter, det kan till exempel påverka var en medborgare väljer att bo. Om en invånare inte har tillgång till en bil, kan han/hon inte bo i områden med hög flödesobalans eftersom det blir för dyra att resa till och från området. En medborgare med bil kan dock välja dessa platser utan att drabbas av samma nackdelar. Det kan i sin tur leda till stora skillnader i fastighetspriser och tillgång till service m.m. i olika områden. Således kan flödesobalans vara en förstärkare av social ojämlikhet. Det kan också orsaka andra oönskade effekter som inte ligger i linje med stadens framkomlighetsstrategi.

Projekt syftar till att identifiera relevanta flödesobalanser i Stockholm. Det ska också att identifiera lösningar på både på kort och lång sikt. Ett övergripande syfte med projektet är att hitta rätt plats för nya transportsätt och en bättre blandning mellan bostäder och kontor/service etc. i staden så att människor använder mer effektiva, billigare och mer miljövänliga transportsätt.

Metoden bygger på att samla in data från flera källor, från bl.a. [Trafiklab](#) som Uber-rörelsedata, General Transit Feed Specification,

etc. som används för att analysera restiden mellan olika delar av staden och med olika mobilitetsslag. Förutom att ta fram en övergripande analys av var och när luckorna i transportinfrastrukturen finns i Stockholm har forskarna också gjort en fokusanalys på några utvalda platser i staden, bland annat för det nya Järvabadet på Järvafältet.

Den övergripande analysen visar att finns områden i Stockholms stad som inte betjänas effektivt av det nuvarande transportsystemet. En trolig anledning till detta är stadens vattenrum samt utformningen av Stockholms tunnelbanesystem som ett centralt nav med ekrar vilket ger snabba restider med kollektivtrafik till/från stadens centrum, men inte mellan mer perifera stadsdelar där kopplingarna på tvärs mellan "ekrarna" ibland är svaga.

I analysen av Järvabadet som ligger i ett sådant perifert område har forskarna använt sig av data från Uber och hittat regioner med hög efterfrågan av billiga taxitjänster som överensstämmer med områden som är dåligt försörjda av kollektivtrafik. Om resultaten kan verifieras så kan de tyda på behov av nya mobilitetstjänster i dessa lägen.

Såhär halvvägs in i projektet sammanfattas resultaten av studien i en teknisk rapport och kommer att skickas för publikation i en transport-/planeringstidskrift.

## **05 AI safety perception patterns**

Tidplan: juni 2021 till augusti 2022

Budget: 3,08 miljoner SEK

Trygghet är en mycket viktig parameter att ta hänsyn till vid planering av hållbara städer och tidigare forskning har visat att den byggda miljöns utformning kan påverka förekomsten av olika typer av brott, likväl som intensitet och fördelning av olika brott i tid och rum. Staden har som mål att halvera den upplevda otryggheten i Stockholm till 2025 och detta projekt syftar till att ta fram en modell för att klassa hela stadens gaturum utifrån hur trygga de upplevs av stadens befolkning för att sedan jämföra resultaten med andra data källor och slutligen studera vilka parametrar som karakteriserar de rum i staden som klassats som trygga respektive otrygga.

I nuläget förbereds en webbenkät som kommer skickas ut till stadens medborgarpanel som ska få klassa bilder hämtade ur Google street view. Dessa bilder kommer därefter användas för att

träna upp en artificiell intelligens som analyserar alla bilder från gaturummet i staden för att skapa en karta över den upplevda tryggheten i staden. Informationen kommer sedan att överlagras med data från stadens trygghetsmätning, trafikkontorets Tyck till-app som används för att samla in medborgarnas synpunkter på stadsmiljön samt ett urval andra externa datakällor för att validera och bättre förstå resultatet. Målet är att ta fram en metodik som kan reproduceras över tid.

## **06 City Change: Effects of Urban Interventions**

Tidplan: juni 2021 till augusti 2022

Budget: 2,8 miljoner SEK

Stockholm är en växande stad och stadsomvandlingen innebär utmaningar men också stora möjligheter att utveckla staden i linje med uppsatta mål. Projektets syfte är att utveckla en prototyp för ett uppföljningssystem som kan användas för att förstå dessa förändringar och undersöka och utvärdera påverkan av enskilda stadsutvecklingsprojekt för att skapa en djupare förståelse för vilken effekt dessa projekt har i tid och rum. I projektet kommer effekterna studeras utifrån påverkan på fastighetspriser, aktiva bottenvåningar, blandning av verksamheter, omvandling av gatumiljön och andra mått för att mäta påverkan på gatulivet. Målet är att utveckla en metodik för ett mer kunskapsbaserat stadsbyggande där staden kan utvärdera och mäta måluppfyllelse i stadsbyggnadspraktiken och förutse effekterna av planerade framtida projekt.

Forskningen kommer att utgå från projekt som genomfördes omkring år 2010 för att därefter följa upp ovan angivna parametrar över tid fram till idag i syfte att studera om effekterna varit i linje med de mål man satt upp för projekten. Metodiken kommer att baseras på två metoder där den ena är kvantitativ och går ut på att följa upp alla projekt som färdigställdes under ett visst år och den andra mer kvalitativ med fokus på 3-5 utvalda projekt som studeras i detalj. Under september har data börjat samlas in och projektförslag diskuterats mellan staden och forskarna.

## **07 Stockholm Heat**

Tidplan: juni 2021 till augusti 2022

Budget: 3,1 miljoner SEK

Värmeböljor blir allt vanligare förekommande även på Stockholms breddgrader på grund av klimatförändringarna. De påverkar

folkhälsan i städerna och sammanfaller med inrapporterade högre nivåer av hjärt- och kärlsjukdom, slaganfall och död. Projektet syftar till att ta fram en metod för att förstå den urbana grönstrukturens förmåga att lindra de negativa hälsoeffekterna av värmen. Med hjälp av rörliga sensorer samlas hyperlokala värmedata in för att identifiera urbana värmeöar. Värmedata från sensorerna överlagras sedan med data som beskriver stadens urbana grönstruktur för att göra det möjligt att förstå och utvärdera ekosystemstjänsten (EST) värmereglering. Påverkan på mikroklimatet som beror på gaturummets orientering och utformningen av ”The urban canyon” och befintlig topografi kommer också tas med i beräkningen. Resultaten i form av kunskap och metodik från projektet kommer vara viktig som grund för stadsplanering på flera olika nivåer och för de klimatanpassningsinvesteringar som behövs för att åstadkomma en god livsmiljö i staden.

Projektet startade upp under juli med framtagande av fem nya prototyper av multisensorplattformen som förutom buller, luftkvalitet och värme och även innehåller en enkel IR-sensor som mäter ytttemperaturen i stadsrummet. Sensorerna monterades i slutet av juli på fem stycken el-taxibilar tillhörande BZZT AB som sedan dess samlat in data i centrala Stockholm.

## **Slutsatser, utmaningar och möjligheter**

### **Utvecklingspotential av Senseable Stockholm Lab**

Ett Stockholmsbaserat labb

Målsättningen för samarbetet var ursprungligen att genom nära samarbete med MIT Senseable City Lab etablera ett liknande labb på KTH med fokus på Stockholms urbana utmaningar. Av den anledningen placerades labbet på KTHs Skola för arkitektur och samhällsbyggnad och i stadens organisation på stadsbyggnadskontoret där ansvaret för övergripande fysisk planering av framtidens stad ligger.

Samarbetet har under de första åren haft en stark inriktning på att få igång labbets verksamhet och att driva och starta projekt. Det har funnits en rad utmaningar i detta. En utmaning är att Senseable Stockholm Lab består av tre väsentligt olika organisationer både i

storlek och styrning som ska samarbeta. Staden och KTH är stora medan MIT är en mindre enhet där beslutsvägarna är snabbare och personalresurserna mindre. Enligt konsortialavtalet ska KTH öppna upp för brett deltagande från de delar av den egna organisationen som är mest lämpad och det visade sig av olika skäl svårt under de första två åren.

Inför förnyelse av avtal och under kommande år strävar labbet åt att åstadkomma en ökad tydlighet i framdriften genom att utveckla nuvarande forskningsprogram till en mer konkret strategisk plan. Det ska även tas fram en handbok för labbet som beskriver "day to day" operations för de forskare, tjänstepersoner i staden och externa aktörer som är intresserade av att ansluta sig till labbets projekt.

Förutom organisation, bemanning och styrning behöver en organisation som Senseable Stockholm Lab också en infrastruktur som gör att organisationen fungerar som ett labb. En gemensam server för datahantering och avtal för datadelning mellan labbet (KTH), staden och MIT behöver komma på plats för att samarbetet ska kunna flyta ändamålsenligt. Processen med att etablera en fungerande labserver är igång på KTH och möten för att hantera datadelning finns inplanerade.

### Finansiering

För att verksamheten ska fungera bättre är det önskvärt att öka finansieringen i labbet. Möjligheter finns idag att fatta beslut om att använda nuvarande finansiering som så kallad "seed funding" för att initiera projekt och idéer som sedan kan få ökad finansiering via externa medel, från exempelvis EU, Vinnova. För att det ska fungera behöver idéer om vidare finansiering komma in redan i projektbeskrivningarna. Ett annat sätt att öka finansieringen är att starta upp samarbeten med stiftelser och andra aktörer som har liknande inriktning på sin verksamhet och som skulle kunna ansluta sig till labbet utan att påverka inriktningen/styrningen i stort. Ett tredje sätt är att etablera samarbeten med företag som finansiärer antingen på projektnivå eller i labbet. I styrgruppen representeras företaget av Stockholm Handelskammare. I skrivande stund pågår samtal mellan *Senseable Stockholm Lab* och Ericsson och Scania för att utreda möjligheterna för den typen av mer långsiktigt samarbete.

### Ökat samarbete och synergier

Staden och KTH har redan idag en mängd andra samarbeten utöver *Senseable Stockholm Lab* och synergier med dessa behöver stärkas, liksom samverka med de [strategiska innovationsprogram](#)



där både staden och KTH sitter med i styrelsen. Från och med juni 2021 är labbet centralt placerat på KTH och samordnas direkt från rektors kansli vilket underlättar en bred förankring på KTH. En rad kontakter har också tagits under sista halvåret med inplanerade möten med [Live-in-Lab](#), [Viable-Cities](#) och [Digital Futures](#) för att nämna några.

På medellång sikt skulle *Senseable Stockholm Lab* kunna utvecklas till att bli en bredare bas för forskningssamarbetet (partnerskapet) mellan KTH och staden när det gäller FoI inom stadsutvecklingsområdet. Labbet skulle kunna fungera som ett nav för att utveckla en gemensam portfölj av projekt inom olika tematiska områden för att synliggöra synergier mellan gemensamma forsknings- och innovationsprojekt.

I Amsterdam, där MIT också har ett pågående samarbete finns [AMS Institute for metropolitan solutions](#) som fungerar som nod för mängder av projekt som bedrivs för att strategiskt stärka utvecklingen i storstadsregionen. Det är en intressant modell som skulle kunna fungera som förebild för labbets långsiktiga utveckling.

I nuläget har Senseable Stockholm Lab initierat ett samarbete med [Kista Science City](#) som via Stiftelsen Electrum har en liknande bredd som AMS institute med representation i styrgruppen av staden, regionen, företag och akademi. Syftet med nuvarande kontakt är att koppla aktiviteterna i labbet närmre behoven i Kistas geografi men det finns även möjligheter till ett bredare strukturellt samarbete som kan ta stadens behov hela kedjan via forskningen till företagande och implementering i verkligheten.

## **Internt i staden**

### **Smart stad**

Ett av stadens mål med Senseable Stockholm Lab är att verksamheten i labbet och de behov som denna har gett upphov ska driva på stadens utveckling mot ökad digitalisering och flytta fram positionerna inom Smart stad. För stadens interna verksamheter har labbet också fungerat som en pådrivande kraft inom en rad olika områden.

Inom området datadelning har labbet bidragit till att driva på och stärka staden i frågor om informationsklassning av data och juridiska frågor kring delning av data i de förvaltningar som är

engagerade i labbet, men också generellt i staden. Andra områden där labbets behov varit pådrivande är inom frågor som rör stadens informationsarkitektur samt arbete i IoT-projekt (Stockholm Sensing Platform) gällande säkerhets objekt men också för kunskapsåterföring och kommunikation kring de piloter inom IoT som bedrivs inom staden. Etikprojektet har också understrukt behovet av ett gemensamt förhållningssätt när staden går in i projekt som innehåller nya digitala arbetsätt.

Inom stadsbyggnadskontoret har labbet drivit på upphandlingen av ett nytt GIS-system som ska göra det möjligt att implementera vissa av de metoder som utvecklas inom labbet. Redan under år 2019 ansöktes om medel från programmet *Smart stad* med syfte att göra en förstudie kring behovet av ett nytt Beslutsstöd GIS på förvaltningen. Nu pågår en upphandling där de första delarna ska vara i drift under våren 2022.

För att ytterligare utveckla stadens ambitioner som en smart stad kan samarbetet inom labbet utvecklas genom närmre samverkan med olika satsningar på KTH såsom beskrivits ovan. Det som särskilt behöver stärkas och utvecklas är *implementeringen* av projekten i staden.

### Innovation

Verksamheten i labbet har drivit på för att samordna stadens berörda förvaltningar inom innovationsområdet. Denna kraft bör användas för att fånga upp synergier andra pågående projekt.

Nuvarande arbetsformer internt i staden fungerar väl. Operativt är placeringen av labbet på stadsbyggnadskontoret logisk då den innebär direkt kontakt med den förvaltning där projektens resultat har potential att göra störst nytta. För insamling av behov och för samordning inom stadsutvecklingsområdet fungerar organisationen med en förvaltningsövergripande samordningsgrupp också mycket bra. För att utveckla labbet enligt vad som beskrivits ovan kan samordningen med KTH och med andra innovationsprojekt i staden på både mjuka och hårda sidan emellertid behöva stärkas.

### Utvärdering och implementering

Utvärdering och implementering av projektresultat är ett utvecklingsområde som det av naturliga skäl har varit svårt att arbeta med innan det funnits konkreta resultat i labbet. Inför kommande finansieringsperiod och i de projekt som startats under sommaren 2021 har förutom ordinarie referensgruppsmöten krav lagts in i projektmallarna om att bjuda in till större

referensgruppsmöten vid uppstart, i mitten av och under slutskedet av projekten. Mötena är tänkta att ha ett tydligt fokus på nytta, ägarskap och implementering. Till dessa möten bör även chefer i de organisationer som är involverade i projekten bjudas in för att stärka förankringen mellan innovationsprojekten och arbetet i linjen. En utmaning gällande detta steg är dock även stadens digitala mognadsgrad. Steget från daglig verksamhet i staden till det forskarna gör är många gånger för stort när det gäller tillgången till teknisk utrustning och kunskapsnivå. För att överbrygga detta glapp och finna lösningar är det viktigt med deltagande från forskarna och ett stort engagemang från den referensgrupp som är delaktig i projektet.

### **Slutord**

De gångna årens aktivitet i labbet har trots utmanande förutsättningar under pandemin visat på potentialen i denna typ av samarbete. Nyttan för staden är både direkt i form av ny kunskap som tas fram i projekt men även indirekt då verksamheten inom labbet driver på stadens digitala utveckling. Deltagande organisationer i Senseable Stockholm Lab ser fram emot kommande år och den expansion och djupare förankring av verksamheten som vi har framför oss.

SLUT