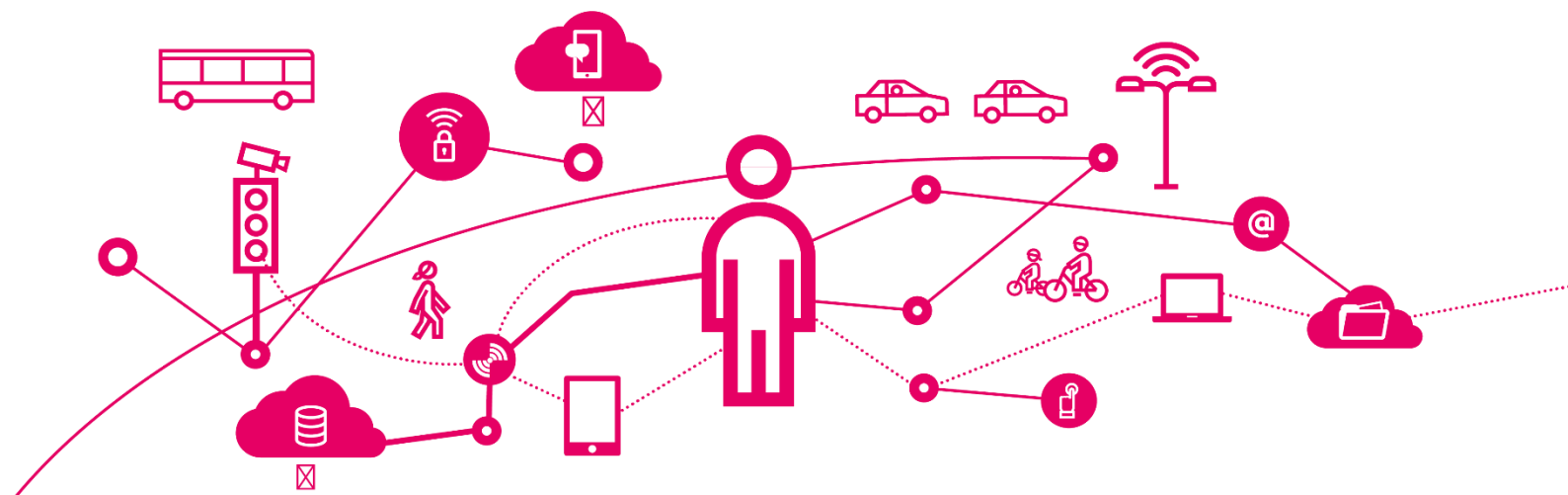


Smart trafikstyrning

Redovisning av resultat:

Projektets samlade rekommendationer för
det fortsatta arbetet mot en smart och
uppkopplad stad



Projektet Smart trafikstyrning

Dnr: KS 2018/000120

Datum: 2020-12-18

Kontaktperson: Petra Robin, stadsledningskontoret

Sammanfattning

Det här dokumentet är projektet Smart trafikstyrnings samlade rekommendationer för det fortsatta arbetet mot en smart och uppkopplad stad. Projektet, som var ett samarbete mellan stadsledningskontoret och trafikkontoret i Stockholms stad, pågick mellan 2018 och 2020 och ingick i programmet Smart och uppkopplad stad.

Projektets uppdrag var att fortsätta utveckla stadens styrning av trafiksignaler genom att införa en lösning och därefter föreslå hur den skulle skalas upp. Projektets uppdrag var även bidra i arbete med att Stockholm ska bli den smartaste staden i världen 2040 och lämna sina rekommendationer för nästa steg i det arbetet.

Projektet har nått sina projektmål och resultat från tester och utredningar är goda. Projektet rekommenderar därför att trafikkontoret:

- inför och fortsätter att utveckla de nya metoderna som projektet arbetat med på flera platser i staden
- arbetar vidare med datakällor om den faktiska trafiksituationen samt med att tillgängliggöra och möjliggöra användningen av intern och extern data
- skyndsamt inför det nya styr- och övervakningssystemet och att systemet har de förmågor som kan hjälpa trafikkontoret att fortsätta utveckla trafikstyrningen.

Projektet har även visat på hur viktigt det är att organisatoriska förutsättningar för verksamhetsutveckling och förändring finns på plats för att kunna dra nytta av nya lösningar och ny kunskap som genereras i projekten. Det måste finnas utrymme att ta över och arbeta vidare med resultaten och projektet rekommenderar att trafikkontoret fortsätter arbetet i projektform och i det arbetet samarbetar över enhetsgränserna.

För att staden ska kunna fortsätta arbetet mot en smart stad ser projektet att det är bra om stadsledningskontoret fortsätter driva och stötta i det arbetet. Det behövs en sammanhållande kraft som kan se de övergripande behoven i staden och som har kunskap om vad som pågår och på det sättet kan koppla samman olika initiativ med varandra.

Projektet har även en hel del lärdomar och erfarenheter gällande användandet av ny teknik och innovativa datakällor. I rapporten har vi sammanfattat våra rekommendationer för det fortsatta arbetet. Vi lyfter även rekommendationer för fortsatt arbete med system, infrastruktur och säkerhet för att möjliggöra utveckling av den smarta staden.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
Inledning	5
Rapportens syfte och upplägg	5
Utgångspunkter för projektet.....	6
Rekommendationer för att fortsätta utveckla trafikstyrningen	9
Skala upp och arbeta vidare med projektets resultat.....	9
<i>Trafikstyrda tidplaneval ökar framkomligheten för gående och cyklister .</i>	<i>10</i>
<i>Dynamisk kapacitetsanpassning förhindrar kö och förbättrar miljön</i>	<i>12</i>
<i>Multifunktionsensor styr trafiksignaler samt samlar och delar data</i>	<i>14</i>
<i>Trafikdata i realtid skapar möjligheter att utveckla nya tjänster</i>	<i>15</i>
<i>Smarta tryckknappslådor kan signalera vid fel</i>	<i>17</i>
<i>Nytt styr- och övervakningssystem möjliggör den smarta staden.....</i>	<i>18</i>
Sammanfattande rekommendationer	19
Rekommendationer för fortsatt arbete mot den smarta staden	20
Organisation	20
<i>Samarbete och dedikerade resurser.....</i>	<i>20</i>
<i>Strategi, modeller och metoder</i>	<i>22</i>
Logik och intelligens	22
<i>Den nya tekniken är fortfarande ung.....</i>	<i>22</i>
System och säkerhet.....	24
<i>Öppna standarder är en förutsättning för modulära lösningar</i>	<i>24</i>
<i>Utveckla testmiljöer för IoT-enheter</i>	<i>25</i>
<i>Behov av tekniska IoT-förmågor</i>	<i>25</i>
<i>Säkerhet för IoT-lösningar.....</i>	<i>26</i>
<i>Informationsklassningar, riskanalyser och integritet</i>	<i>26</i>
Data	27
<i>Hur ska stadens ekosystem av datakällor ut?</i>	<i>27</i>
Bilagor	28

Inledning

Vi är idag fler personer än någonsin som rör sig i Stockholmsregionen och enligt Region Stockholms demografiska prognoser beräknas ytterligare trehundra tusen flytta till regionen under de närmaste tio åren. Den växande befolkningen medför större behov av transportmöjligheter, både kollektiva och individuella. Fler resenärer innebär också ökad trängsel i trafiksystemen. Utvecklingen i omvärlden går mot uppkopplad infrastruktur samt uppkopplade fordon. Denna utveckling innebär nya möjligheter att effektivisera trafiksystemen och möta framtida utmaningar. Det är svårt att säga vilka standarder och tekniska lösningar som kommer att bli dominerande i framtiden, eller exakt när vissa tekniska genombrott kommer inträffa, men det är tydligt att behovet av tillförlitliga och snabba data om trafiksituationen i staden kommer att vara en förutsättning för den här utvecklingen. De utredningar och tekniska piloter som har genomförts inom ramen för projektet Smart trafikstyrning visar på behovet av kvalitetssäkrade data och effektiv förvaltning av de sensorer och system som används i den smarta staden.

Trafikkontoret har en viktig uppgift att vårda befintlig infrastruktur och arbeta för en ändamålsenlig användning av det begränsade utrymme som finns i staden. En smartare trafikstyrning som kan regleras utifrån aktuella trafikflöden eller miljövärden och som kan ge prioritet till vissa trafikslag kan bidra till ett mer effektivt utnyttjande av stadens infrastruktur och därigenom en ökad tillgänglighet för många personer på en begränsad yta. Denna rapport innehåller projektets samlade rekommendationer för fortsatt utveckling av en smart trafikstyrning i Stockholm.

Rapportens syfte och upplägg

I rapporten redovisas projektets rekommendationer för det fortsatta arbetet med att utveckla stadens trafikstyrning samt med att realisera den smarta staden. Rekommendationerna består av två delar. Den första handlar om konkreta förslag på hur projektets resultat kan skalas upp. Den andra delen handlar om rekommendationer för att möjliggöra den fortsatta utvecklingen av den smarta staden.

Rapporten fokuserar på rekommendationer för ett nästa steg. För den som vill fördjupa sig mer i ett delprojekts genomförande och resultat hänvisas till respektive delprojekts resultatrapport. En lista på dessa rapporter finns i bilaga 1. För uppfyllelse av projekt- och effektmål, arbetssätt samt lärdomar hänvisas till projektet slutrapport.

Utgångspunkter för projektet

Projektet Smart trafikstyrnings uppdrag bestod av två delar:

- Att med hjälp av digitalisering och ny teknik fortsätta utveckla stadens trafikstyrning.
- Att bidra i arbetet mot att Stockholm ska bli världens smartaste stad 2040.

Projektet leddes av en projektledare från stadsledningskontoret med delprojektledare från trafikkontoret och bemannades med resurser med en mängd olika kompetenser.

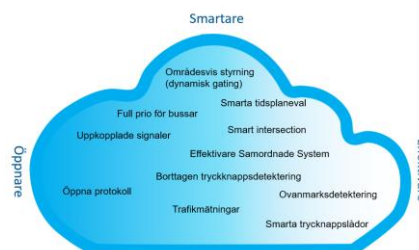


Bild 1. Bilden visar de projektidéer som fanns vid projektstart.

Allt utvecklings- och förändringsarbete behöver utgå från var en verksamhet befinner sig och från befintliga behov. Projektet började därför med att inventera vad som redan pågick på trafikkontoret, se bild ovan, samt vilka utmaningar man såg. Dessa var:

- Inlåsning i tekniska lösningar och beroenden – exempelvis är dagens styr- och övervakningssystem för trafiksignalanläggningar begränsat vad gäller utveckling av nya styrfunktioner och delning av data till andra system. Dagens system är även beroende av en leverantör.
- Omfattande och kostsamt underhåll – exempelvis är underhåll av de induktionsslingor som signalerar till trafiksignalen att ett fordon närmar sig är dyrt och orsakar dessutom störningar i trafiken.

- Planering och styrning görs på historisk data – exempelvis baseras de schema, tidplaner, som styr hur trafiksignalerna ska växla på historiska mätvärden.
- Det fanns inga metoder för att samla in, hantera och dela realtidsdata – dagens verksamhetssystem för trafikdata behöver anpassas för att kunna hantera data i realtid.
- Flera verksamheter och företag har behov av trafikdata och data från gatumiljön – strömmad realtidsdata möjliggör nya trafikstyrningslösningar, men även innovation utanför trafikkontoret när andra aktörer kan bygga tjänster som använder öppen och delad data.

Det projektet sedan gjorde var att diskutera vad smart trafikstyrning innebär. När är man smart? Och hur är Stockholms trafikstyrning? För att få en gemensam bild av det identifierades fyra områden som är viktiga att arbeta med, dessa var: organisation, data, system och logik. En förenklad trappa med tre nivåer togs fram, se nedan.

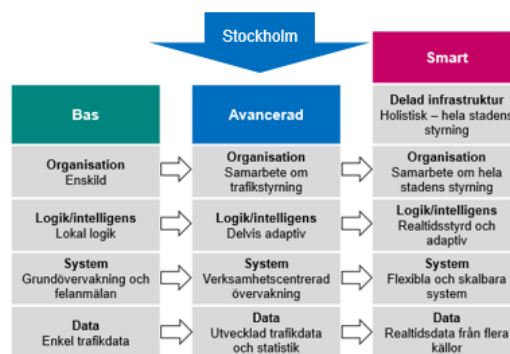


Bild 2. Trafikstyrning i tre nivåer.

Projektet landade i att stadens trafikstyrning är avancerad. Det finns en organisation som samordnar trafiken. Det finns styrfunktioner som bussprioritet, grönvåg, dygnsanpassade tidplaner och behovstidplaner. Det finns även centrala och gemensamma verksamhetssystem för övervakning och felanmälan och utvecklad trafikdata och statistik som klassificering av fordonstyper, restidsmätningar och resemönster.

För att ta sig mot steget, ”smart”, behövs till exempel mer adaptiva funktioner i trafikstyrningen, utvecklade prioritetsfunktioner, möjlighet att styra trafiken utifrån exempelvis väderdata och evenemang, förebyggande underhåll och lärande system. Här finns också lösningar som utgår från hela stadens styrning, exempelvis yttäckande detektering som fångar hela verkligheten i gatumiljön, delade sensorer, möjligheter att planera och optimera bygg- och

vägarbete ur ett störnings- och driftperspektiv samt funktioner för trafikstyrning som inkluderar parkering, lastning och lossning.

Systemlösningar i nivå smart använder öppna standarder och undviker inlåsnings effekter till enskilda leverantörer. Vad gäller trafikdata så nyttjas nya datakällor, systemen hanterar data i realtid och stadens trafikdata publiceras som öppen och delad data.

För att besluta vilka projektidéer som projektet skulle arbeta vidare för att gå mot den smarta nivån mappades idéerna mot principerna i Strategin för en smart och uppkopplad stad.



Bild 3. Strategiska möjliggörande principer



Bild 4. Principer för genomförande

Det arbetet resulterade i att projektet beslutade att arbeta med sex delprojekt, där fyra var tester av ny teknik och datakällor om den aktuella trafiksituationen, och två var mer förutsättningsprojekt för att möjliggöra den smarta staden. Ett av delprojekten, multi-

funktionssensortestet, planerades så att det följde principerna. De andra testerna i projektet planerades med medvetna avsteg från strategins principer eftersom vi insåg att det skulle vara för komplicerat och tidskrävande att följa principerna om vi ville få ett resultat inom projekttiden. Fokus i dessa tester blev istället att undersöka om metoden fungerade, men för att hålla riktningen framåt tog vi fram en målarkitektur för hur lösningen borde göras enligt strategin så att det blev tydligt vilka avsteg vi gjorde.

Rekommendationer för att fortsätta utveckla trafikstyrningen

Rekommendationerna utgår från de resultatrapporter som har tagits fram inom respektive delprojekt och från arbetsmöten med projektgruppen där såväl uppskalning av resultaten som prioritering av aktiviteter framåt har diskuterats. Rekommendationerna har även diskuterats med operativa styrgruppen.

En sammanfattning av rekommendationerna från delprojekten finns sist i detta kapitel.

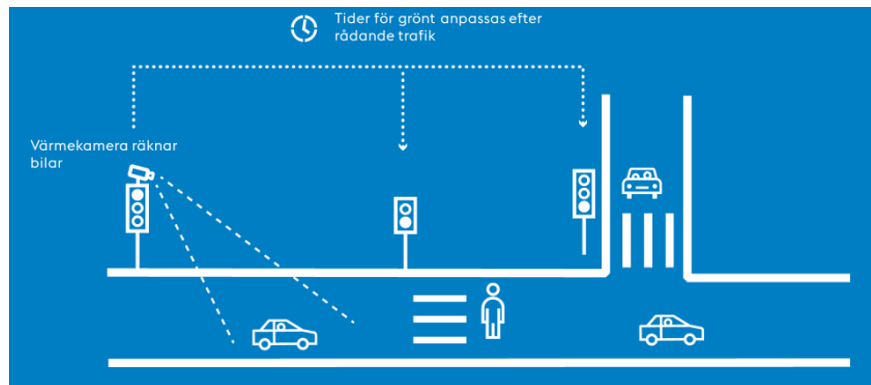
Skala upp och arbeta vidare med projektets resultat

Projektet har arbetat med tester där den gemensamma nämnaren varit att förbättra framkomligheten för alla trafikslag men särskilt för kollektivtrafiken, cyklister och gående. Detta har gjorts genom att tillämpa den nya tekniken, som Artificiell Intelligens och Machine Learning samt använda nya innovativa datakällor men också genom att göra trafiksignalerna lite mer adaptiva genom att styrningen baseras på data om den aktuella trafiksituationen.

Testerna har visat på positiva resultat varför projektet rekommenderar att trafikkontoret skalar upp resultaten. Vissa delar har gjorts i mindre skala och behöver därför testas ytterligare medan andra kan införas direkt. Några av delprojekten har redan skalats upp under hösten. Utifrån projektets resultat kan rekommendationerna sammanfattas i tre delar:

- Inför och fortsatt testa och utveckla de nya metoderna på flera platser i staden
- Arbeta vidare med datakällor om den faktiska trafiksituationen samt med att tillgängliggöra och möjliggöra användningen av intern och extern data

- Nedan beskriver vi rekommendationer lite mer utförligt samt ger en uppskattning av ungefärliga kostnader och nyttor med att skala upp lösningarna.



I ett konventionellt samordnat trafiksignalsystem styrs trafiken med på förhand fastställda tidsplaner med fasta gemensamma omloppstider och gröntider för olika trafikflöden. När bytet av tidplaner sker på förutbestämda klockslag är det inte möjligt att ta hänsyn till variationer i trafiksituation och trafikmängder. I delprojektet testades därför att styra bytet av tidplaner efter aktuellt trafikflöde. Flödet av fordon mättes med sensorer i form av värmekameror som monterades på en vägsträcka med tre korsningar. Testet gjorde vid Västerboplan.

Testet visar att när tidplaner växlar efter aktuellt trafikflöde ökar framkomlighet för gående och cyklister. Det var framförallt mellan kl. 10.00 och 15.30 som tidplanerna justerades. Bilister fick endast en liten försämring, vilket tyder på att fordon under vissa tider på dygnet har grönt ljus längre än vad de behöver. De vinster i restid som blev resultatet uppskattas till ca 250 000 kr per år.¹ Testet visar att det för en relativt liten investering är möjligt att öka framkomligheten för gående, cyklister och bussresenärer.

¹ Se Bilaga 2a

Rekommendation

- För att öka framkomligheten för gående, cyklister och kollektivtrafik rekommenderar projektet att denna metod införs på flera sträckningar. Kostnaden för inköp av sensor/kamera är ca 30 000 kr². Kostnaden för att montering och kabeldragningar beror på platsens förutsättningar men uppskattas till ca 30 000 kr. Till det tillkommer en kostnad för framtagande av underlag och programmering av berörda styrapparater vilken uppskattas till ca 30 000 kr. Införande landar då på mellan 100 -190 000 kr beroende på hur många kameror som behövs.

De sträckningar som föreslås presenteras i tabellen nedan.

Sträckningar	Kameror
Valhallavägen (Birger Jarlsgatan – Lidingövägen)	2–3
Hornsgatan (Ringvägen – Timmermansgatan)	3
Långholmsgatan (Hornstull - Västerbron)	3
Norr Mälarstrand (Kungsholmstorg – Rålambgatan)	2
Ulvsundavägen (Flygplatsinfarten – Köpmanssvägen)	3–4

Tabell 1. Rekommenderade sträckor för införande av trafikstyrda tidplaneval.

- Projektet rekommenderar även att man testar andra datakällor. Under testet visade det sig att kamerabilden ibland låste sig. Ett alternativ till sensorer är att fräsa ned induktionsslingor i gatan. Nackdelen med den lösningen är att den inte ger samma flexibilitet som sensorer som kan flyttas och riktas om, dessutom att dess skadas lätt när vägbanan slits ned. Ett annat alternativ är att testa en annan typ av sensor. Ett tredje är att undersöka om man kan använda restidsdata från Inrix (används av metoden Dynamisk kapacitetsanpassning i projektet på Hornsgatan, se nedan).
- För att öka kostnadseffektiviteten och nyttan för andra i staden rekommenderas att man i nästa steg möjliggör att räkningen av fordon kan delas vidare, dels till trafikdatasystemet, dels som öppen data. Om detta planeras med enheten analys och strategi på trafikkontoret kan sensorerna eventuellt bli permanenta trafikräkningsstationer. Med mer

² Att jämföra med kostnaden för att fräsa ner nya slingor i gatan vilket är 7000–8000 kr per slinga. Vanligtvis behövs 2–4 slingor.

öppen och delad data kan innovation och verksamhetsutveckling möjliggöras.



Dynamisk kapacitetsanpassning förhindrar kö och förbättrar miljön

I delprojektet utvecklades en modell för att styra inflödet av trafik till innerstaden mer dynamiskt och på det sättet minska köer, samt att styra utifrån aktuella utsläppsnivåer i området. Syftet var att förbättra kollektivtrafikens framkomlighet och att minska utsläppsnivåer. Testerna genomfördes i två steg. Det första inriktades mot att skydda gator med viktig busstrafik från köer. Projektet utvecklade en algoritm som utifrån restidsdata från Google kunde prediktera köbildning. I steg två testades att styra utifrån miljödata från miljöstationen vid Sankt Eriksplan. Testet gjordes i korsningen Drottningholmsvägen/Fridhemsgatan.

Resultat

Resultaten från trafikstyrningen visade att metoden gör mest nytta under förmiddagens rusningsperiod och särskilt när framkomligheten är sämst. Fördröjningen i trafiken minskades med nära 40 % vid dessa tillfällen. Testet med miljöstyrning visade att det är möjligt att minska antalet tillfällen då gränsvärdet för miljökvalitetsnormen överskrids.

Effekterna är relativt små sett till hela trafiksituationen och de miljöproblem som biltrafiken orsakar men de enkla och kostnads-effektiva åtgärderna som metoden innebar visar på hög samhälls-ekonomisk lönsamhet med en nettonuvärdeskvot över 10 vilket är ovanligt vid investeringar i infrastruktur. För att uppskatta effekterna av en fullskalig implementering av DynKap-metoden har en simuleringsmiljö använts. Resultaten från testerna på Kungsholmen överfördes till ett fullt utbyggt system på Södermalm. Restidsvinster för bil- och kollektivresor baserad på denna simulering och schab-

loner från provverksamhet på Sankt Eriksgatan motsvarar 7,9 Mkr/år.

Införandet av lösningen på en ny plats, som ofta består av flera korsningar, uppskattas till ungefär 600 000 kr.

Utifrån resultaten från delprojektet har metoden dynamisk kapacitetsanpassning under hösten 2020 tagits vidare i trafikkontorets projekt *Ökad framkomlighet för stomlinjebuss 4*. Den sträcka som är aktuell är Hornsgatan mellan Långholmsgatan och Ringvägen i båda riktningarna. En första analys av testerna kommer att göras i slutet av december. Efter det beslutas om testerna ska fortsätta under våren 2021.

Metoden är utvecklad av trafikkontorets upphandlade trafikanalytiker, Movea, och har under testet driftats av företaget. Vid permanent drift är det inte möjligt att fortsätta att drifva metoden hos utvecklingsföretaget. För att undersöka hur metoden ska kunna etableras på trafikkontoret har projektet gjort en förstudie. I denna undersöktes bland annat möjlig teknisk lösning, behov av kompetenser, lösning för förvaltning och drift samt vilka kostnader utvecklingen medför.

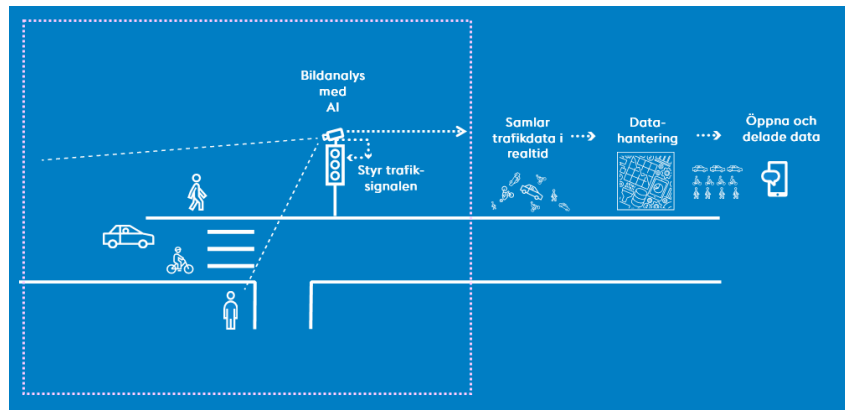
Rekommendation

Trafikstyrning

- Metoden har redan tagits vidare i projektet *Framkomlighetsåtgärder för stombuss 4*. Om resultatet blir positivt rekommenderas att förvaltningsetablera metoden enligt förslag i projektet Smart trafikstyrnings förstudie. I korthet innebär det att i ett första steg hitta en lösning för sms-tjänsten och i nästa att tillsätta ett utvecklingsprojekt.
- Därefter kan det vara lämpligt att införa metoden i fler korsningar på Södermalm.

Miljöstyrning

- Följ upp miljödata från Hornsgatans miljöstation i samband med projektet *Framkomlighetåtgärder för stombuss 4* i syfte att få underlag till att utveckla metoden. Ett nästa steg för att testa miljöstyrningen ytterligare skulle kunna vara att utöka testet på Kungsholmen genom att lägga till en infart norr om miljöstationen på Sankt Eriksgatan. Här har projektet identifierat Karlbergsvägen som möjlig ny regleringspunkt.



Multifunktionsensor styr trafiksignaler samt samlar och delar data

Detektorer nedfrästa i körbanan signalerar till trafiksignaler att ett fordon närmar sig och vill ha grönt. Dessa detektorer har ett högt underhållsbehov eftersom de skadas när schaktarbeten utförs och när vägbanan slits ned. Det medför stora kostnader och ingrepp vid underhåll och skadade detektorer får dessutom trafiksignaler att fungera dåligt med stora samhällskostnader som följd.

Delprojektet har utrett möjligheterna att ersätta induktionsslingor med en multifunktionssensor som förutom att styra trafiken även kan räkna trafikanter samt dela denna trafikdata vidare. Detta har gjorts genom att testa och utvärdera tre olika multifunktionssensorer avseende funktion, utreda förutsättningar för användning av kamerabaserad teknik samt testa stadens tekniska förutsättningar för en säker och effektiv användning av tekniken. Testet genomfördes i korningen Fleminggatan-Sankt Eriksgatan.

Resultat

Resultatet från signalstyrningen nådde inte helt de uppsatta kraven. AI-baserade system med en kamera kan vara ett alternativ till induktionsslingor för signalstyrning, men mer utveckling och test behövs. Inte heller trafikräkningen nådde de uppsatta kraven. Här såg vi goda resultat avseende räkning av bilar och gående, men sämre avseende klassificering av cyklar och tunga motorfordon.

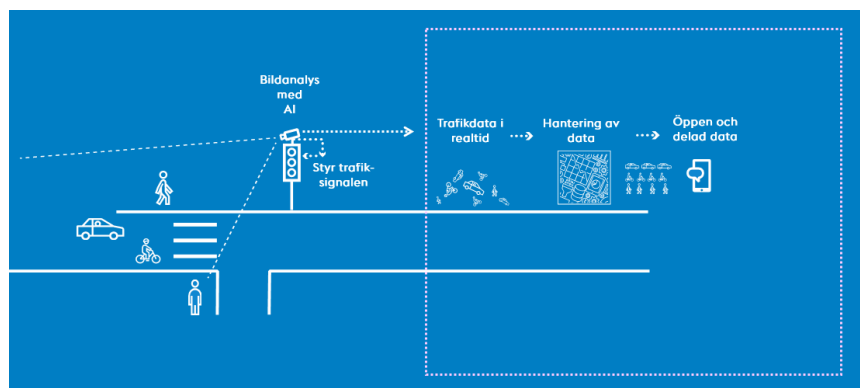
Under testet såg projektet hur leverantörerna förfinade sina lösningar och det verkar troligt att de kan förbättra resultaten och nå de uppsatta kraven genom bättre kameraplacering, fler sensorer samt vidareutvecklade algoritmer för bildigenkänning.

Testet har dock visat att det är möjligt att bygga säkra IoT-lösningar inom stadens it-miljö. Det har dock krävts en relativt stor arbetsinsats för att få denna helhet på plats. Dessutom krävde

processen runt kamerabevakningstillståndet och den långa handläggningstiden en stor arbetsinsats och försenade dessutom projektet. Det sista steget: att dela trafikdata i realtid som öppen data på stadens Dataportal gick däremot väldigt smidigt.

Rekommendation

- Fortsätt utreda användningen av olika sensortekniker för signalstyrning. Det skulle till exempel kunna göras genom att jämföra projektets resultat med en annan sensor i samma korsning eller testa tekniken i en annan korsning.
- Etablera en metod för kontroll och utvärdering av lösningars funktion. Detta för att skapa jämförbarhet över tid mellan olika sensortyper och projekt. Här kan trafikkontoret arbeta vidare med det verktyg och den metod som projektet tagit fram.
- Fortsätta det pågående samarbetet med Multisensorprojektet som bedrivs från stadsledningskontorets innovationskansli för att på det sättet lära mer om delade sensorers potential genom praktiska tester och kostnads- och nyttoberäkningar.
- Samordna aktiviteter relaterade till multifunktionssensorer med andra pågående initiativ, exempelvis Nordic Way 3 som är ett nordiskt samarbete.
- Samverka med stadsledningskontoret och SKR kring arbetet med att förenkla ansökningsprocessen för kamerabevakningstillstånd.



Trafikdata i realtid skapar möjligheter att utveckla nya tjänster

Delprojektet utredde och skapade förutsättningar för att staden ska kunna samla in och hantera trafikdata i realtid. Trafikdata i realtid-funktionen är en av de första tillämpningarna i den kommande IoT-plattformen. Projektet har utrett hur det befintliga verksamhetssystemet behöver anpassas för att hantera realtidsdata. Projektet har

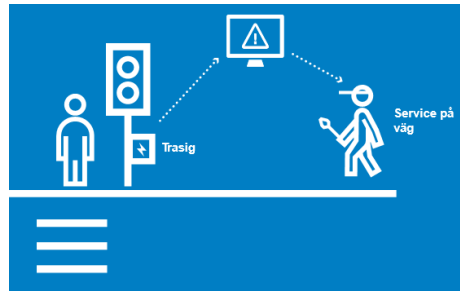
även arbetat för att data från externa parter ska tillgängliggöras för staden på ett enkelt sätt.

Resultat

Projektet har tagit fram rekommendationer kring hantering av realtidsdata, samt utrett vilka förmågor som bör ligga i den kommande centrala IoT-plattformen och vilka som bör ligga i trafikdatasystemet. Projektet har deltagit i testet av multifunktions-sensorer och bland annat tagit fram den datamodell som används för trafikdatan i testet. Projektet har varit kravställare i programmet Smart och uppkopplad stads projekt Tekniska förutsättningar upphandling av en central IoT-plattform. När plattformen inte kom på plats har projektet utvecklat en funktion i stadens tjänsteplattform för att ta emot och dela trafikdata från multifunktionssensorn.

Rekommendationer

- Fortsätt samarbeta med projektet IoT Stockholm kring verksamhetstillämpningen Trafikdata i realtid vid införande av plattformen. Beroende på hur lång tid införandet tar kan multifunktionssensorerna komma att monteras ned (avtalet för de leverantörer som ingick i testet löper ut i april 2021), kan nya sensorer komma att bli nödvändiga.
- Fortsätt samarbeta med IoT Stockholm runt målarkitektur för olika system och datakällor.
- Fortsätt samarbeta med projektet Nytt styr- och övervakningssystem runt behov, förmågor och arkitektur. Flera av de systemlösningar som projektet undersökt inför upphandlingen har även funktionalitet som skulle kunna fylla de behov som analysenheten har på systemstöd.
- Fortsätt samarbetet med Trafikverkets In- och ut-data-projekt som har som mål att tillgängliggöra data via APIer. Fortsätt även att undersöka om det är möjligt att ta del av data från trängselportalerna.
- Fortsätt att jobba för att trafikdatasystemets externa webb publiceras.
- Fortsätt samarbeta med analysenheten på stadsledningskontoret runt öppna och delade data samt informationsarkitektur.



Smarta tryckknappslådor kan signalera vid fel

Till skillnad från trafiksignaler och detektorer i marken är inte tryckknappslådor kopplade till trafikkontorets styr- och övervakningssystem och kan därför inte signalera vid fel. Utan koppling är det endast vid den årliga översynen eller när någon felanmäler dem som trafikkontoret får vetskap om problemet. Testet genomfördes i två korsningar: Mariebergsgatan/Sankt Göransgatan och Norr Mälarstrand/Kungsholms hamnplan.

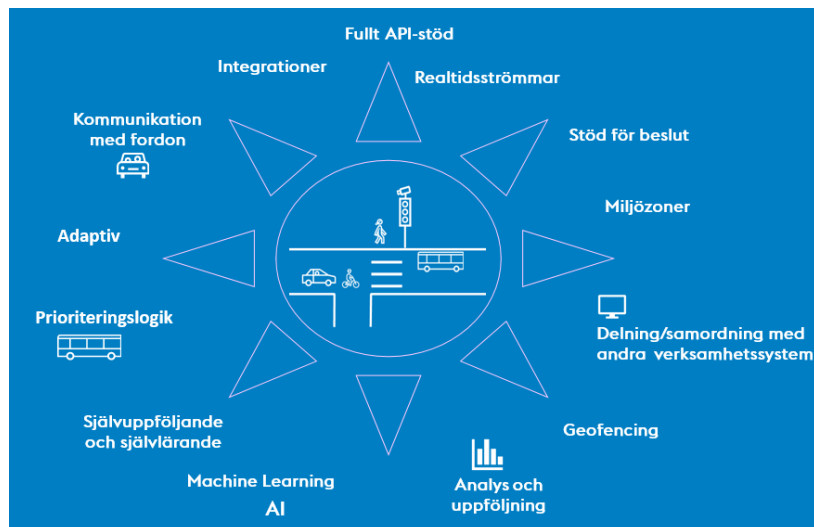
Resultat

I projektet testades och infördes smarta tryckknappslådor i två korsningar. Dessa syns nu i styr- och övervakningssystemet och meddelar om de går sönder.

Trafikkontoret inför nu den modell som prövades i testerna, i alla ny- och ombyggnadsprojekt. Priset för en tryckknappslåda är ungefär 5 000 SEK och det finns ca 4 500 stycken i staden. Kostnaden för den smarta tryckknappslådan är inte högre än för den äldre modellen, men installationen kräver lite mer programmering.

Rekommendation

- Fortsätt införa de smarta tryckknappslådorna i ny- och ombyggnationer för att på det sättet öka säkerheten för gående
- Undersök och testa andra smarta lösningar, t ex sensorer som känner om det finns en väntande person vid övergångsstället samt även om personen lämnar övergångsstället innan det blir grönt. Här rekommenderas att fortsätta ett nära samarbete med multifunktionssensor-projektet men även att testa egna lösningar. Till exempel kan man dra lärdom av korsningen Klarabergsgatan/Drottninggatan där sensorer tar bort anmälan från cyklar om de inte är kvar när det är dags för grönt ljus.



Nytt styr- och övervakningssystem möjliggör den smarta staden

Ett ändamålsenligt verksamhetssystem är en nödvändig förutsättning för strategisk planering och styrning av trafiken i staden. Dagens styr- och övervakningssystem för trafiksignalanläggningar har många brister, bl.a. avseende användning av öppna kommunikationsprotokoll, möjlighet att exportera data och support från systemleverantören. Dagens system närmar sig även slutet av sin livscykel, leverantören av det nuvarande systemet har lanserat en ny generation av systemstöd och support för det gamla systemet kan förväntas upphöra inom ett fåtal år.

Resultat

Projektet har utrett vilka kommunikationsprotokoll som staden bör använda för kommunikation mellan system och styrapparater och rekommenderat den nordiska standarden RSMP (Road Side Message Protocol). Projektet har genomfört nuläges- och behovsanalyser för ett nytt styr- och övervakningssystem samt omvärlds- och marknadsanalyser. Resultatet har presenterats i en anskaffningsstrategi. Utifrån denna har trafikkontoret under hösten 2020 tillsatt ett projekt för att upphandla och införa ett nytt systemstöd enligt de rekommendationer som projektet lämnat.

Rekommendation

- Upphandlings- och införandeprojektet är redan igång. Vi rekommenderar att man redan tidigt i arbetet tar in behov från övriga intressenter på trafikkontoret och utformar en plan för utveckling och test av den utökade funktionalitet som det nya systemet förväntas möjliggöra.
- Projektet bör samverka med IoT Stockholm kring utbyte av data med andra system via den centrala IoT-plattformen,

samt fortsätta utreda gränsdragning mellan styrsystemet och IoT-plattformen, exempelvis möjligheten att ha viss systemlogik för trafikstyrning i IoT-plattformen.

Sammanfattande rekommendationer

Trafikstyrda tidplaneval:

- Inför metoden i flera korsningar.
- Testa andra datakällor.
- Möjliggör delning av fordonsräkningen till trafikdatasystemet samt som öppen data.

Dynamisk kapacitetsanpassning:

- Förvaltningsetablera metoden enligt beskrivning i förstudien.
- Inför metoden i fler korsningar på Södermalm.
- Följ upp testet av miljöstyrning inom projektet *Framkomlighetsåtgärder för stombuss 4*.

Multifunktionssensorer:

- Jämför resultatet från multifunktionssensortestet med andra sensorer i samma korsning med fokus på signalstyrning.
- Gör ett test i större skala, snarare än ett breddinförande
- Etablera en metod för kontroll och utvärdering av lösningars funktion, för att skapa jämförbarhet över tid mellan olika sensortyper och projekt.
- Samarbeta med stadsledningskontorets Multisensorprojekt.
- Samordna projektets aktiviteter med andra pågående initiativ, exempelvis Nordic Way 3.

Trafikdata i realtid:

- Fortsätt samarbeta med projektet IoT Stockholm kring verksamhetstillämpningen Trafikdata i realtid vid införande av plattformen.
- Fortsätt samarbeta med IoT Stockholm runt målarkitektur för olika system och datakällor.
- Fortsätt samarbeta med projektet Nytt styr- och övervaknings-system runt behov, förmågor och arkitektur.
- Fortsätt samarbetet med Trafikverkets In- och ut-data-projekt
- Fortsätt att jobba för att trafikdatasystemets externa webb publiceras.
- Fortsätt samarbeta med analysenheten på SLK runt öppna och delade data samt informationsarkitektur.

Smarta tryckknappslådor:

- Inför smarta tryckknappslådor i alla ny- och ombyggnadsprojekt.

- Fortsätt arbetet med att göra tryckknappslådor smartare eller hitta andra smarta lösningar för funktionen, exempelvis sensorslösningar för automatisk avanmälän.

Rekommendationer för fortsatt arbete mot den smarta staden

I den här delen presenteras de erfarenheter och lärdomar som gjorts under projektets tre år och som kan stötta i att ta resultaten vidare och möjliggöra den smarta staden i enlighet med Strategin för en smart och uppkopplad stad. Lärdomarna kan även vara till nytta för andra liknande projekt i staden.

Tidigt i projektet identifierades fyra områden att arbeta parallellt med för att uppnå en smart trafikstyrning. Dessa var organisation, system, logik och data. Vi har grupperat våra lärdomar och rekommendationerna under dessa områden.

Organisation

I skrivande stund är det inte bestämt hur det övergripande arbetet med den smarta staden kommer att organiseras, drivas och samordnas framöver. Från stadsledningen finns tydliga signaler om att arbetet med den smarta staden ska fortsätta. I det perspektivet kan projektets lärdomar vara ett stöd i att besvara frågor som hur vi behöver organisera oss för att ta arbetet mot den smarta staden vidare och vad som behövs för att fortsätta att utveckla den.

Samarbete och dedikerade resurser

Att projektet Smart trafikstyrning varit en del av programmet Smart och uppkopplad stad har säkrat att tid och resurser varit avsatta för att fokuserat arbeta med projektet. En nyckel till framgång har varit att det har funnits projektledningsresurser från stadsledningskontoret som har varit sammanhållande och lett projektet tillsammans med nyckelkompetenser på trafikkontoret och konsulter med specialistkompetens. I ett projekt av denna karaktär behövs en mängd kompetenser. Projektets framdrift var beroende av kompetenser som verksamhetsexperter från olika enheter på trafikkontoret, trafikanalytiker, lösningsarkitekter, säkerhetsexperter, dataskyddsombud, upphandlare och kommunikatörer.

Det har varit en styrka att ha en grupp med flera olika kompetenser och perspektiv som har träffats regelbundet för att dela resultat och

utbyta erfarenheter från sina respektive delprojekt. Delprojekten har också tjänat på att ha en samlad projektledning som driver på och stöder där det behövs. De delprojekt som vi arbetat med glider in i varandra och vi har sett flera exempel där lösningar på praktiska hinder och förslag på utveckling uppstått i dialog mellan de olika projekten, exempelvis rörande sensorteknik och datakällor.

För att staden ska kunna fortsätta arbetet mot en smart stad ser vi att det är bra om stadsledningskontoret fortsätter driva och stötta i det arbetet. Det behövs en sammanhållande kraft som kan se de övergripande behoven i staden och som har kunskap om vad som pågår och på det sättet kan koppla samman olika initiativ med varandra.

Rekommendation

- Att stadsledningskontoret fortsätter vara drivande och stöttande i utvecklingsarbetet mot den smarta staden över organisationsgränserna och i tvärfunktionella grupperingar. För att få framdrift i smarta staden-arbetet behöver staden fokusera och hitta ett effektivt sätt att dra nytta av alla smarta projekt som pågår i staden.
- Att stadsledningskontoret skapar ett kunskapscenter som kan vara en drivbädd för fortsatt utveckling och innovation.
- På samma sätt bör trafikkontoret se över hur man vill arbeta med sina smarta projekt på förvaltningen. Det pågår många olika projekt inom kontoret exempelvis kring geofencing och digitala tvillingar där den typ av samordning som Projektet Smart trafikstyrning bidragit med kan vara till nytta. Framförallt ser vi stor potential för ett samarbete över enhetsgränserna i upphandlingen och införandet av ett nytt styr- och övervakningssystem för trafiksignalanläggningar, där även andra verksamhetsbehov kan tillgodoses.

Andra rekommendationer som projektet vill lämna till samtliga av stadens verksamheter:

- Utgå från faktiska behov och verksamhetsnyttor när nya projekt sätts upp.
- Delta i externa samarbete där projekten kan bidra till verksamhetsnytta. Det är även ett sätt att omvärldsbevaka och följa utvecklingen.
- Fortsätt stärka sin beställarkompetens. Komplexa och innovativa utvecklingsprojekt ställer särskilda krav på beställarkompetens då det handlar om att förutse det okända.
- Planera in utveckling i linjearbetet – det krävs tid för att arbeta med utveckling.

- Säkra tidigt de kompetenser som utvecklingsarbetet kommer att behöva. Det minimerar även beroenden och ställtider som uppstår då ytterligare resurser behöver tas in löpande.
- Arbetet i innovativa projekt bör bedrivas iterativt och i liten skala för att bygga kunskap och få snabb återkoppling om eventuella justeringar behöver göras.
- I takt med att staden förflyttar sig mot en smart stad ställs nya kompetenskrav på stadens personal. Att kartlägga och identifiera vilka behov av kompetens som behövs är ett långsiktigt arbete som bör göras parallellt med förflyttningen.

Strategi, modeller och metoder

I strategin för smart och uppkopplad stad finns målbilden för arbetet mot den smarta staden. Där finns även de strategiska principerna som stöttar och ger ramar för hur arbetet bör bedrivas. Strategin lyfter fram vikten av att arbeta över organisationsgränser. Förutom att utvecklingsarbetet ska drivas tillsammans är det projektets lärdom att det bör drivas fokuserat, gärna i mindre skala och iterativt.

Rekommendation

- Stadsledningskontoret bör utvärdera Strategin för smart och uppkopplad stad och återanvända det som fungerat bra.
- Stadsledningskontoret bör anpassa arbetssätt och projektmetoder för att främja utveckling och innovation. Nya verktyg och system leder till att vi behöver nya processer. Lilla ratten och övriga projekt-metoder passar inte alltid.

Logik och intelligens

Ett av projektet Smart trafikstyrnings mål var att testa olika lösningar för att möjliggöra en mer adaptiv och dynamisk trafikstyrning.

Den nya tekniken är fortfarande ung

Projektet testade nya, innovativa tekniker som Artificiell Intelligens (AI) och Machine Learning (ML) för att styra trafiksignaler och samla data om trafiken. I delprojektet Dynamisk kapacitetsanpassning utvecklades en algoritm som förutser risk för köbildning och för höga miljövärden. I delprojektet multifunktionssensor användes videokameror med AI för att detektera trafikanter och samla trafikdata.

Projektet har även testat att göra trafiksignalerna lite mer adaptiva genom att använda data om den aktuella trafiksituationen för att besluta hur trafiksignaler ska växla. Det har gjorts inom delprojektet Trafikstyrda tidplaner. Här behövdes ingen ny intelligens utan det räckte med realtidsdata om trafikflödet och den befintliga styrapparaten som i sig är en avancerad dator. Både den metoden och metoden Dynamisk kapacitetsanpassning är kostnadseffektiva sätt att göra signalerna smartare, se ovan under respektive delprojekt.

Med ännu mer logik och intelligens som kan bearbeta stora mängder data och dra slutsatser, se mönster och fatta beslut kan olika behov och utmaningar i trafiken lösas. Lärdomar från testerna är dock att det krävs mycket kapacitet för att köra AI när kvalitetskraven ökar. Tekniken är fortfarande ung, ny hårdvara med flera gånger högre prestanda kommer varje år. Vi tyckte vi hade enkla krav i testet med multifunktionssensorn, men vi körde slut på den AI/ML kraft som leverantörerna hade. Alla våra krav kunde inte lösas med den hårdvara som användes. När en leverantör förbättrade algoritmen och modellen för trafikstyrning så hade de ingen kapacitet kvar för att med hög tillförlitlighet klassificera cyklar.

En annan lärdom är även att det är viktigt att följa upp och utvärdera lösningarna. I Dynamisk kapacitetsanpassning kvalitetssäkrade vi realtidsdata från Google. I utvecklingstestet med multifunktionssensorn la vi ned mycket arbete på att utvärdera och på det sättet ge konkret återkoppling om resultatet gällande både trafikstyrning och trafikräkning. Alla leverantörer hade i upphandlingen av utvecklingsprojektet uppgett att de klarade våra krav. När projektet avslutats kunde vi se att leverantörerna förbättrat sina resultat under resans gång men att ingen hade nått ända fram.

Rekommendationer

- Fortsätta testa och utvärdera den nya tekniken och inför de tester som ger resultat. Tekniken är under utveckling och förändras löpande. Lösningarna är inte smartare än det regelverk och den logik som kodas in i systemet. Det krävs både bildtolkning med Machine Learning och verksamhetslogik för att få till en bra trafikstyrning. Dessutom måste modellerna som sensorn ska agera på tränas för att ge önskat resultat.
- Ta fram en utvärderingsmetodik för att säkerställa riktigheten i lösningarna. Lita inte blint på leverantörerna.
- Skapa möjlighet att testa nya styrmetoder med AI.

- För komplexa uppgifter krävs flera datakällor för att AI ska fungera.
- Omvärldsbevaka och följ utvecklingen.

System och säkerhet

Öppna standarder är en förutsättning för modulära lösningar

En av principerna i Strategin för en smart och uppkopplad stad är att bygga modulärt. Tanken är att system lätt ska kunna bytas ut eller kompletteras. I Multifunktionssensorn testade vi att använda olika moduler och inte en helhetslösning, genom att separera sensorn (kameran monterad på trafiksignalen) från bildigenkänningsfunktionen (i en dator i styrsåpet) och genom att ha en fristående del för att hantera insamlad trafikdata (API-tjänst i stadens tjänsteplattform). På det sättet möjliggörs att fler sensorer kan dela på en bildigenkänningsfunktion och en API-tjänst, vilket är mer kostnadseffektivt och flexibelt samt möjliggör att man kan ersätta en del när behoven eller förutsättningarna ändras.

Ett av målen med det nya styr- och övervakningssystemet vars upphandling startats under projektiden är att säkerställa modularitet och framtida utvecklingsmöjligheter oberoende av en specifik leverantör genom att fokusera på öppna standarder och API-baserade lösningar för utbyte av data.

Detta förhållningssätt tillför dock ett visst mått av komplexitet som ökar kraven på genomförandet. Vi har funnit att en tydlig målarkitektur med beskrivna moduler, flöden och beroenden har varit till stor hjälp när dessa förhållandevis komplexa frågor ska diskuteras i olika grupperingar med olika ansvar och kompetenser. För varje delprojekt har vi tagit fram målarkitekturer (ibland för både testsituationen och uppskalning, i de fall dessa har skiljt sig). Vi har även tagit fram tekniska lösningsbeskrivningar.

Smart Trafikstyrning – Ovanmark detektor (Informationsflöde, Styrning)
 Detta var den bild vi siktade på vid projektets start



Rekommendation

- Ta fram målarkitektur, lösningsbeskrivningar och andra dokument för att tydliggöra arbetet.

Utveckla testmiljöer för IoT-enheter

Våra projekt har visat att trafikkontoret har ett behov av att fortsätta testa och utreda teknisk utrustning. En lärdom från multifunktions-sensorprojektet var att det hade varit bra att testa leverantörernas utrustning i en testmiljö som är så lik den verkliga miljön som möjligt vad gäller nätverk, elförsörjning mm innan driftsättning.

Rekommendation

- Utveckla testmiljöer för IoT-enheter och annan ny teknik som är så lik den verkliga miljön som möjligt. Trafikkontoret har idag bland annat styrapparater av olika modeller installerade på kontoret för testning. Det finns även en testmiljö, i lokalerna på Styckjunkargatan ”Styckis” som delar av trafikkontoret använder. Denna skulle eventuellt kunna utvecklas till att bli en större testbädd.

Behov av tekniska IoT-förmågor

Med fler IoT-enheter och utrustning i gatumiljön kommer behov på nya förmågor i staden för att hantera dessa och den data som genereras. Dessa är:

- Enhetshantering (drift och övervakning av sensorer och datorer i gatumiljön)
- Skalbar insamling och lagring av strömmad data i realtid
- Enhetlig transformering och berikning av realtidsdataströmmar
- Aggregering och analys i realtid av dataströmmar
- Sammanhållen vy över tillgängliga realtidsdataströmmar och enheter

- För förvaltning och vidareutveckling behövs funktioner för automatisering och maskininlärning

Funktionerna ovan skulle kunna tillhandahållas inom stadens kommande centrala IoT-plattform, eller i andra system. För exempelvis trafikkontorets multifunktionssensorer skulle enhetshantering även kunna hanteras i ett nytt styr- och övervakningssystem.

Rekommendation

- Överväg var dessa förmågor bäst hanteras, i t ex den kommande IoT-plattformen eller i ett verksamhetssystem.
- Förutom de rent tekniska förmågorna ser projektet behov av kvalificerade personella resurser som kan agera bollplank med de projekt/verksamheter som sätter upp IoT-enheter i staden för att resonera kring ovanstående förmågor utifrån verksamheternas behov vid utformning av verksamhets-tillämpningar.

Säkerhet för IoT-lösningar

Staden saknar idag vissa grundläggande komponenter för att smidigt införa IoT-lösningar i större skala. För multifunktions-sensorerna har vi satt upp en miljö med hög it-säkerhet för att skydda mot intrång och säkra integriteten. Det var däremot inte helt enkelt och vi fick begära undantag och hitta manuella rutiner för t ex logghanteringen.

Rekommendation

- Det behöver finnas en certifikathantering utanför stadens it-miljö, exempelvis för säker identifiering och uppkoppling.
- Det behöver finnas möjlighet för inloggning i stadens miljö för utländska leverantörer utan svenskt personnummer.
- Processen för beställning, uppföljning och avslutning av brandväggsregler och användarkonton behöver ses över och förenklas. Den person som är behörig beställare är den enda som kan följa upp ärenden, vilket skapar utmaningar i den här sortens projekt.
- Utveckla logghanteringen. Det finns ett behov av verktyg som verksamheten kan använda för att hantera loggar, exempelvis för att följa upp drift av sensorer som någon annan verksamhet är ansvarig för.

Informationsklassningar, riskanalyser och integritet

Lärdomar från informationssäkerhetsarbetet är att det är ett tidkrävande arbete som flera olika resurser behöver vara med i.

Stockholms kommuner och regioner, SKR, har tagit fram en handbok för klassning av IoT som projektet bidragit till och som kan underlätta en del men projektets lärdom är att det även behövs en bra klassningsledare samt ett bra introduktionsmaterial för att underlätta klassningarna. Även kamerabevakningstillståndet som vi behövde för multifunktionssensortestet var ett tidskrävande arbete där vi dessutom behövde stöd från jurister. Här håller SKR på att ta fram en process för att förenkla ansökningsförfarandet.

Rekommendation

- För informationsklassningar ser vi ett behov att förtydliga processen bl a utifrån det material som SKR har tagit fram, men också genom att ta fram ett tydligt workshopsmaterial som kan användas vid informationsklassning.
- Fortsätt samarbeta med SKR kring processen runt kamerabevakningstillstånd.
- Fördjupa stadens egna analys av de juridiska och etiska aspekterna av kameraanvändning. AI-tillämpningar i staden innebär allt större fokus på etiska aspekter av datainsamling och databehandling, särskilt personuppgiftsbehandling.

Data

I ett informationsdrivet samhälle kan stora nyttor skapas genom att samla in, kombinera och analysera olika former av data. För att få tillgång till ett brett spektrum av data kan flera olika datakällor användas, både data som köps från privata aktörer och data som redan finns i stadens olika verksamhetssystem. Egna sensorer utgör en av flera datakällor. En fördel med egna sensorer är att staden äger sin egen rådata och kan använda den efter egna behov och önskemål eller dela den som öppen data.

Genom att dela data från multifunktionssensorer mellan stadens verksamheter kan staden hålla nere antalet sensorer i gatumiljön och samtidigt skapa synergier mellan olika verksamheter och behov. Delning av data från multifunktionssensorer skapar även förutsättningar för utvecklingen av nya tjänster baserade på data som genereras. I projektets test av multifunktionssensorer vill vi undersöka om två verksamheters behov kunde lösas med en sensor. I testet nådde vi inte ända fram och slutsatsen är att de inte är helt enkelt. Här behövs mer testning.

Hur ska stadens ekosystem av datakällor ut?

Det finns många befintliga datakällor inom staden och hos andra organisationer som man kan tycka vore enkla att dela, med det är ofta flera hinder på vägen innan det kan ske. Frågor som uppstod

under projektet och som behöver tas vidare i ett nästa steg är; hur kan man arbeta för att datakällor tillgängliggörs för flera verksamheter? Och hur vet man ens vilken data som finns? När behöver man ha egna datakällor och när är det bättre att använda externa tjänster eller delad data? Finns det behov av att utveckla gemensam metod för bedömning av datakvalité? Bör all data som inhämtas från externa organisationer samlas på en delad plats, snarare än i respektive verksamhetssystem? Hur ser behovet ut gällande snabbbrörlig/realtidsdata respektive långsam/ traditionell data?

Rekommendation

- Skapa informationskataloger för på de datamängder som finns tillgängliga i staden, ju fler informationsströmmar vi har tillgång till desto mer smarta tjänster kan vi bygga.
- Kartlägg de behov av data som finns inom staden; till vad och till vilket syfte? Hur kan data samordnas och delas mellan förvaltningar? Vilken typ av data är prioriterad?
- Fortsätt att tillgängliggöra data som delad inom staden och om möjligt öppna upp den.
- Fortsätt att i olika testa dela och öppna upp data för att på det sättet förstå vilka behov som finns.

Bilagor

1. Övergripande säkerhetsaspekter
2. Delprojekt Trafikstyrda tidplaneval:
 - a) Resultat och rekommendation för uppskalning
 - b) Målarkitektur och lösningsbeskrivning
 - c) Informationsklassning
3. Delprojekt Dynamisk kapacitetsanpassning:
 - a) Resultat och rekommendation för uppskalning
 - b) Målarkitektur och lösningsbeskrivning
 - c) Informationsklassning
4. Delprojekt Smarta tryckknappslådor:
 - a) Resultat och rekommendation för uppskalning
 - b) Målarkitektur och lösningsbeskrivning
 - c) Informationsklassning
5. Delprojekten Ovanmarkdetektering och Trafikdata realtid:
 - a) Resultat och rekommendation för uppskalning

- b) Målarkitektur och lösningsbeskrivning
- c) Informationsklassning
- d) API-beskrivning
- e) Tekniskt integrationsdokument
- f) Beskrivning av teknisk miljö för testet
- g) Datamodell

6. Delprojekt Öppna protokoll och nytt styr- och övervakningssystem:
- a) Utredning öppna kommunikationsprotokoll
 - b) Målarkitektur och lösningsbeskrivning
 - c) Anskaffningsstrategi
 - d) Projektdirektiv