



Stockholms
stad

Anskaffningsstrategi

Smart och uppkopplad belysning

stockholm.se

Sammanfattning

Följande anskaffningsstrategi har tagits fram för att fastslå vad som ska anskaffas och hur upphandling ska ske inför pilotinförande av en smart och uppkopplad belysning i utvalda områden i Spånga-Tensta. Inför framtagande av anskaffningsstrategin har behovs-, marknads- och omvärldsanalyser genomförts. Följande huvudsakliga rekommendationer lämnas inför anskaffning:

- Piloten ska genomföras i tre utvalda typmiljöer i Spånga-Tensta.
- Två upphandlingsområden har identifierats:
 - Hårdvaror för belysningsanläggningen (LED-armaturer, belysningsstolpar, belysningscentraler och sensorer)
 - Styrssystem för styrning av belysningsanläggningen inklusive mottagare/enhet för kommunikation.
- Projektets arbetshypotes är att föremålen för inköp till piloten anskaffas enligt följande:
 - För hårdvaror: Avropas inom befintliga avtal, alternativt upphandlas genom ett öppet förfarande i det fall efterfrågade funktioner inte finns inom befintliga avtal. För sensorer, belysningscentraler samt smarta belysningsstolpar behöver projektet genomföra en Request For Information (RFI) innan beslut om upphandlingsförfarande kan fattas.
 - För styrsystem: Upphandlas genom förhandlat förfarande med föregående annonsering, alternativt konkurrenspräglad dialog om projektet vid upphandlingstillfället inte har tillräckligt med kunskap om de funktionella kraven som krävs för ett förhandlat förfarande.
- Styrsystemets funktioner kravställs utifrån resultatet från behovsanalysen, Styrsystemet ska även kravställas på standarder och öppna API:er för integration till andra komponenter och system.
- Rekommenderad avtalslängd för styrsystemet är 2+1+1 år
- Sensorer kan placeras i belysningscentraler och i lyktstolpar. Inför och under pilot ska de alternativa placeringarna av sensorer utredas för att säkerställa bästa möjliga placering med hänsyn till funktion och design.
- Med hänsyn till uppskattad leveranstid, samt tekniskt införande, bör projektet först upphandla LED- armaturer,

Anskaffningsstrategi

4 (50)

sedan belysningscentraler, styrsystem och sist mottagare/enhet för kommunikation.

Innehåll

Sammanfattning	3
1 Bakgrund, syfte och genomförande	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Syfte	7
1.3 Syfte med piloten	7
1.4 Projektorganisation	8
1.5 Projektgenomförande	9
1.6 Dokumentets disposition	11
2 Förutsättningar	12
2.1 Projektdirektiv och projektplan	12
2.2 Avgränsningar	13
2.3 Vägledande principer och styrande dokument	13
2.3.1 <i>Vägledande principer</i>	13
2.3.2 <i>Styrande dokument</i>	14
2.4 Beroenden till andra pågående upphandlingar	15
3 Nulägesbeskrivning	16
3.1 Befintliga avtal	16
3.2 Belysningsanläggningen	17
3.2.1 <i>Armaturer</i>	17
3.2.2 <i>Belysningscentraler och elnät</i>	18
3.2.3 <i>Styrsystem för belysning</i>	18
3.2.4 <i>Datakommunikationsnät</i>	19
4 Analyser	21
4.1 Behovsanalys	21
4.2 Omvärldsanalys	26
4.3 Marknadsanalyser	28
4.3.1 <i>Armaturer och hårdvaror</i>	28
4.3.2 <i>Belysningscentraler och elnät</i>	29
4.3.3 <i>Styrsystem för styrning av belysningsanläggningen</i>	30
4.3.4 <i>Sensorer</i>	31
4.4 Intressentsanalys	33
4.5 Nyttöanalys	35

Anskaffningsstrategi

6 (50)

4.5.1	<i>Nyttosummering</i>	35
4.6	Förvaltningsmodell.....	39
4.7	Risker.....	40
4.8	Konsekvenser	41
5	Anskaffningarnas omfattning.....	43
5.1	Upphandlingsområde hårdvaror för belysningsanläggning	43
5.1.1	<i>Upphandlingsområde hårdvaror – LED-armaturer</i>	43
5.1.2	<i>Upphandlingsområde hårdvaror – belysningsstolpar</i>	44
5.1.3	<i>Upphandlingsområde hårdvaror - belysningscentraler</i>	45
5.1.4	<i>Upphandlingsområde hårdvaror – sensorer</i>	46
5.2	Upphandlingsområde styrsystem för styrning av belysningsanläggningen	47
5.3	Sammanfattning - rekommendationer upphandlingsförfarande	49
5.4	Genomförandeplan för upphandlingen	50
6	Referenser och bilagor.....	50

1 Bakgrund, syfte och genomförande

1.1 Bakgrund

Projektet *Smart och uppkopplad belysning* (härefter benämnt projektet) ska bidra till visionen om Stockholm som världens smartaste stad. Projektets mål är att ta fram en rekommendation och strategi för hur smart och uppkopplad belysning kan bli *en* del i den infrastruktur som krävs för den smarta staden.

För att kunna ta fram en rekommendation och strategi ska projektet genomföra ett pilotinförande av en smart och uppkopplad belysningsanläggning.

Projektet är ett av de prioriterade verksamhetsutvecklingsprojekt som kommer att fungera som kravställare på Stockholms stads centrala plattformar för öppna och delade data.

Anskaffningsstrategin har tagits fram för att fastslå vad som ska anskaffas och hur upphandling ska ske.

1.2 Syfte

Syftet med anskaffningsstrategin är att ge vägledning i ett antal strategiska frågor som påverkar det fortsatta arbetet med upphandlingen till piloten. Projektet presenterar genom detta dokument ett antal konkreta rekommendationer av upphandlingsförfarande för respektive föremål som ska upphandlas för piloten.

Arbetet med anskaffningsstrategin har bedrivits under perioden augusti till december 2018. Projektet har genomfört ett antal analyser för att identifiera de befintliga förutsättningarna och vilka behov trafikkontoret och staden har som projektet ska möta. Projektet har också identifierat vilka tekniska förutsättningar som finns i staden och vilka förutsättningar marknaden har för att möta behoven och definiera produkten.

Valen av de frågor som lyfts fram är baserade på vad som krävs för att kunna slutföra anskaffningar i enlighet med god praxis.

1.3 Syfte med piloten

I enlighet med strategin för *Stockholm som smart och uppkopplad stad* ska projektet införa en pilot med en uppgraderad belysningsanläggning. Syftet med piloten är att identifiera och

verifiera hur en smart och uppkopplad anläggning kan bidra till en hållbar och kostnadseffektiv infrastruktur, och fungera som en del i ett nät av uppkopplade sensorer för datainsamling. Data som i sin tur möjliggör för information att delas som öppna eller delade data i stadens centrala plattformar. Piloten genomförs för att testa och utvärdera:

Funktioner för att styra och underhålla belysning – I piloten testas ett nytt styrsystem med utökade funktioner för närvarostyrd- och anpassad belysning baserat på olika typmiljöers behov. Styrsystemet ska också klara av att ge information i realtid för att underlätta och effektivisera underhåll av anläggningen.

Belysningsanläggningen som bärare av annan teknik – I piloten testas belysningsanläggningen som potentiell bärare av sensorer och kommunikationsteknik i syfte att utvärdera om, och i vilka fall, infrastrukturen är lämpad att användas för att möta andra behov än enbart belysning.

Upphandlingsförfarande – I piloten testas ett antal möjliga former av upphandlingsförfarande för smart och uppkopplad belysning beroende på vilken produkt som ska anskaffas. Detta ger möjlighet att utvärdera formen av förfarande inför nästa upphandling för att se om förfarandet kan förenklas alternativt behöver fördjupas för att uppfylla projektets krav.

Avtalsformer – I piloten prövas även avtalsformen för styrsystemet där ansvar för drift och underhåll kommer flyttas från S:t Erik kommunikation till trafikkontoret. Detta ger möjlighet att utreda utmaningarna med att byta styrsystem och vilka fördelar respektive nackdelar ett sådant skifte medför.

Förvaltningsmodeller – I och med att piloten inkluderar test av funktioner utöver belysning kommer piloten generera ökad förståelse för hur investeringar och kostnader kan fördelas mellan olika förvaltningar i den smarta och uppkopplade staden.

1.4 Projektorganisation

Projektet drivs av stadsledningskontorets avdelning för digital utveckling i samverkan med programkontoret för *smart och uppkopplad stad* och i nära samarbete med de parallella projekten *Tekniska förutsättningar*, *Öppna och delade data* och *Smart trafikstyrning*, samt med gruppen för Smart stad på trafikkontoret. Projektets bemanning är tvärdisciplinär med expertiskompetens

inom upphandling, belysningsteknik, ljusdesign, IT-utveckling och arkitektur, IoT, plattformar och kommunikationsteknik.

Arbetet med anskaffningsstrategin har utförts i samarbete med flera interna och externa experter för att bistå med struktur, analyser och modeller. Fokus har lagts på behovs-, omvärlds- och marknadsanalys, konceptutveckling samt på nyttoanalys för att identifiera och analysera strategiska frågeställningar.

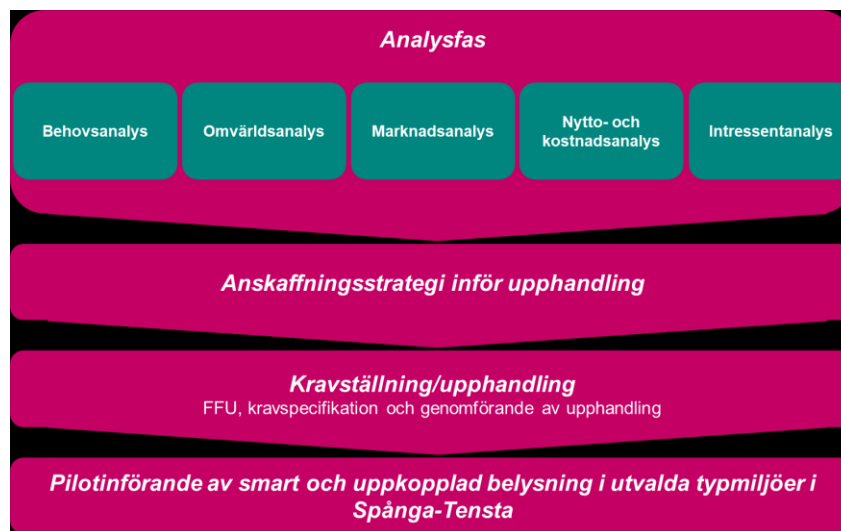
Projektet har stämt av rekommendationerna för olika upphandlingsformer och utvärderingsmodeller med de juridiska experterna på programkontoret Smart och uppkopplad stad på stadsledningskontorets enhet för upphandling och avtal samt juridiska avdelningen på stadsledningskontoret.

Projektet har även stämt av anskaffningsstrategin med de två verksamhetsutvecklings-projekten, Smart trafikstyrning och Smarta lås, det tekniska förutsättningsprojektet och öppna och delade data som ingår i programmet Smart och uppkopplad stad.

Beslut om anskaffningsstrategin fattas av styrgruppen för *Smart stad* på ordinarie möte den 10 januari 2019. Projektdirektiv respektive projektplan godkändes av styrgruppen den 2018-02-23 och den 2018-08-28.

1.5 Projektgenomförande

Pilotinförandet innebär en uppgradering av den befintliga belysningsanläggningen till en smart belysningsanläggning på utvalda platser i stadsdelen Spånga-Tensta. Val av platser har gjorts utifrån behov och förutsättningar som framkommit av behovsanalyser. Samtliga analyser presenteras under kapitel 5 i detta dokument. Bilden nedan illustrerar övergripande de aktiviteter projektet genomför inför piloten.



Figur 1. Projektets aktiviteter och leveranser

Underlaget för de slutgiltiga rekommendationerna i anskaffningsstrategin har samlats in genom ett antal aktiviteter. Dessa inkluderar:

Behovsanalys:

- Workshops för idégenerering och diskussion kring den framtida stolpens funktioner och design.
- Platsinventering genom dag- och nattvandring i syfte att se över nuläge samt framtida möjligheter med belysningen i utvalda typmiljöer.
- Intervjuer med boende i området.
- Samtal med övriga verksamheter inom Stockholms stad.

Marknadsanalys:

- Desktopstudie - informationssökning av vad marknaden erbjuder inom området
- Intervjuer med leverantörer
- Deltagande på konferenser och mässor

Omvärldsanalys:

- Desktopstudie - informationssökning kring andra städers arbete med smart belysning
- Intervjuer med andra städer
- Deltagande på konferenser och mässor

Övrigt:

- Samtal med personer med sakkunskap inom relevanta områden i syfte att förstå möjligheter och begränsningar

med belysningsanläggningen utifrån nuvarande förutsättningar.

1.6 Dokumentets disposition

Efter innevarande kapitel om bakgrund följer en beskrivning av de förutsättningar som projektet har att förhålla sig till. Därefter följer en nulägesbeskrivning i kapitel 3 av belysningsanläggningen inklusive aktuella avtal. Kapitel 4 består av en sammanfattning av projektets samtliga genomförda analyser. Därefter följer en beskrivning anskaffningsomfattningen och hur upphandlingen bör utformas på en teoretisk nivå baserat på förutsättningarna och analyser, följt av en processbeskrivning för de kommande upphandlingarna.

2 Förutsättningar

Det här kapitlet beskriver de viktigaste förutsättningarna som projektet har att beakta i upphandlingarna.

2.1 Projektdirektiv och projektplan

April 2017 fattade kommunfullmäktige beslut om en strategi för *Stockholm som smart och uppkopplad stad* för att nå Stockholm stads vision 2040 om Stockholm som världens smartaste stad. Staden ska genom att utnyttja digitalisering och ny teknik, vara uppkopplad, öppen och innovativ och på så sätt skapa förutsättningar till den bästa livskvaliteten och klimatet för invånare, besökare och företagen samt den bästa samverkan mellan stadens förvaltningar.

Smart och uppkopplad belysning har identifierats som ett av tre verksamhetsutvecklingsprojekt som uppfyller de sex urvalskriterierna som definierats i strategin: projektets omfattning, genomförbarhet, effekt, kostnad, behov av intern samverkan och behov av extern samverkan.

En smart och uppkopplad belysningsanläggning utrustad med sensorer och ett modernt styrsystem kan utöka sin funktionalitet och ge möjligheten att samla in information i form av öppna och delade data som kan användas av stadens förvaltningar och bolag för att integrera med omgivningen i realtid och optimera sina verksamheter.

Projektet ska identifiera och verifiera, utifrån Stockholms stads förutsättningar, hur ny teknik ska interageras med stadens centrala plattformar, hur en smart och uppkopplad anläggning kan bidra till en hållbar, interaktiv och kostnadseffektiv infrastruktur samt hur ansvar, investeringar och kostnader ska fördelas kring den smarta och uppkopplade staden.

Smart och uppkopplad belysning syftar till att bidra till en ekonomiskt, ekologiskt, socialt och demokratiskt hållbar stad och bidra till visionen om en stad som skapar den bästa livskvaliteten för invånare och besökare och det bästa klimatet för företagen.

Effektmålen tydliggör mätbara nyttor som projektet kan ge, givet att projektets resultat nyttjas och kan ses som indikatorer på att projektets leveranser har tagit staden närmare visionen. Effektmålen för *Smart och uppkopplad belysning* finns i beskrivna i projektdirektivet och projektplanen.

2.2 Avgränsningar

Anskaffningsstrategin kommer inte att:

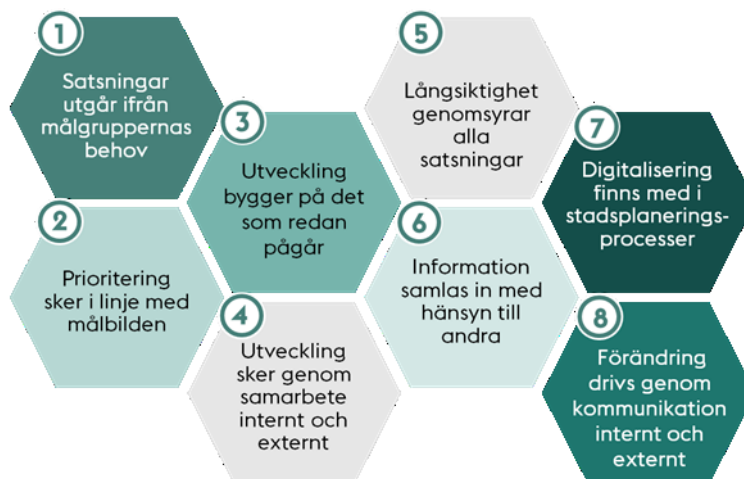
- utveckla befintliga system eller integrera kringliggande system som t.ex. trafikkontorets anläggningsregister
- inkludera anskaffningen av de centrala plattformarna

2.3 Vägledande principer och styrande dokument

I strategin för Stockholm som smart och uppkopplad stad finns ett antal principer som är framtagna för att säkerställa att projekt som drivs inom programmet för Smart och uppkopplad stad når sina mål.

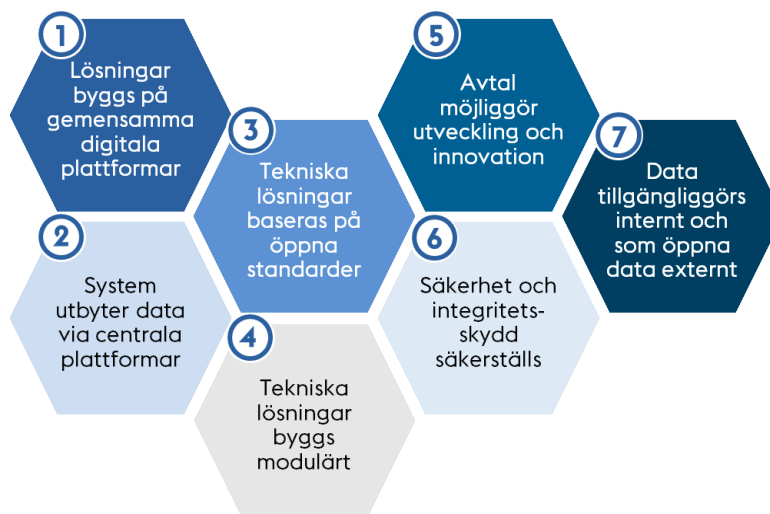
2.3.1 Vägledande principer

De vägledande principerna beskriver övergripande förhållningssätt för upphandlingar och avtal och ska följas i arbetet med anskaffningsstrategin. Projektet, och därmed anskaffningsstrategin, ska ta hänsyn till de åtta principerna för genomförande som är definierande i Strategin för smart och uppkopplad stad.



Figur 2. Vägledande principer

De tekniska förutsättningarna i projektet bygger på sju strategiska principer som gör det möjligt för Stockholm stad att lyckas med digitalisering. Projektet kommer att arbeta i nära samarbete med projektet för *tekniska förutsättningar*. Det är viktigt att under anskaffning och upphandling ställa krav på de lösningar som tas fram i projektet och att de fungerar tillsammans med stadens kommande centrala plattform eller plattformar. De strategiskt möjliggörande principerna beskrivs i detalj i *Strategin för Stockholm som smart och uppkopplad stad*.



Figur 3. Strategiskt möjliggörande principer

Den optimala balansen mellan centrala och lokala plattformar och hur dessa ska samverka kommer nogra ses över med närmast berörda verksamheter.

2.3.2 Styrande dokument

Projektet och anskaffningen har att förhålla sig till följande styrande dokument:

- Strategi för Stockholm som en smart och uppkopplad stad. Dnr 171-908/2016, dat 2017-03-04.
- Projektdirektiv Smart och uppkopplad belysning. Dnr: 901-119/2018, dat. 2018-02-23.
- Projektplan Smart och uppkopplad belysning. Dnr: KS 2018/000119, 2018-08-28.
- Program för digital förnyelse (ett nytt program för digitalisering ska beslutas i Kommun fullmäktige i mars 2019).
- Ramverk vid anskaffning av molntjänster (kommer uppdateras utifrån GDPR).
- Riktlinje informationssäkerhet, Dnr: 307-1396/2014, dat. 2014-08-13.
- Riktlinje informationssäkerhet, Dnr: 900-2049/2015, dat. 2014-08-13 (kommer uppdateras utifrån GDPR).
- Styrande dokument, Dnr: 220-1874/2017, dat. 2018-01-19.
- Stadens förvaltningsmodell F-guide, dat. 2018-08-29, avseende förvaltning av styrssystem.

- Riktlinjer kring användbarhet på trafikkontoret 2.1, avseende upphandlingen av styrsystem.

2.4 Beroenden till andra pågående upphandlingar

Anskaffningsstrategin och genomförande av upphandlingarna har beroenden till andra upphandlingar inom programmet Smart och uppkopplad stad. Projektet *Tekniska förutsättningar* har för avsikt att upphandla en central plattform eller flera centrala plattformar för stadens öppna och delade data. Sensorer och styrsystem som ingår i projektet ska i framtiden kunna fungera tillsammans med stadens centrala plattform eller plattformar.

3 Nulägesbeskrivning

3.1 Befintliga avtal

Projektet har att förhålla sig till de befintliga avtal som staden och trafikkontoret har kring inköp och installation av hårdvaror, samt gällande kommunikationsnätverk och tillkommande it-tjänster avseende dess drift och funktioner. De befintliga avtal som projektet har att förhålla sig till är följande.

Inköp av hårdvaror och LED-armaturer

Inköp av gatubelysningsmateriel så som ljuskällor, armaturer och stolpar sker genom avrop från ramavtal *El- och belysningsmateriel* med Elektroskandia Sverige AB. Avtalet gäller från 2018-04-01 t.o.m. 2024-03-31. Elektroskandia är en grossist för leverans av el- och belysningsmateriel avseende standardsortiment samt specialmateriel som Elektroskandia tar fram vid specifika och unika behov. Leverantören använder ett påslag på ca 14% för ersättning av lagerhållning, transport och distribution.

Seriebyten, drift och underhåll av belysningsanläggning

Byte till LED-ljuskällor utförs av årsentreprenören One Nordic AB enligt *Årsavtal 2013 Drift och löpande underhåll för gatubelysning, Västerort*. Avtalet löper t.o.m. 2019-03-31 och avser seriebyten av ljuskällor i befintliga armaturer, samt drift, driftledning, tillsyn och löpande underhåll av offentlig belysning på allmän mark i Västerort såsom gator, vägar, parkvägar, torg och gångtunnlar. Felsökning och fel avhjälpning efter felanmälan ingår i avtalet. Upphandling inför ny avtalsperiod pågår. Det nya avtalet planeras att starta 2019-04-01.

Installation av armaturer

Installation av armaturer utförs av årsentreprenörer Bogfelts installation och entreprenad AB och Boo Energi ekonomisk förening enligt *Årsavtal 2018 Elarbeten för gatubelysning, ytterstad*. Avtalet löper t.o.m. 2022-03-31 och avser byten av elmaterial i större omfattning, samt elarbeten för offentlig belysning på allmän mark såsom gator, vägar, gång- och cykelvägar samt torg, tunnlar i ytterstad.

Befintligt styrsystem

Systemet för styrning och drift av gatubelysning (KomSwitch) tillhandahålls av leverantören LuxSave AS med sensorenheter och övriga komponenter såsom radioswitchar enligt avtal med S:t Erik kommunikation AB. Tjänsten är installerad på S:t Erik

Kommunikations servrar och inkluderar supportavtal, drift och underhåll av programvara på servern och uppdateringar av systemet mot årliga licensavgifter. Avtalet gällande KomSwitch löper till 2019-12-31 utan möjlighet till förlängning.

Kommunikationsnätverk

Datakommunikation tillhandahålls genom Stadsledningskontorets och S:t Erik kommunikation AB:S centrala ramavtal. Tillhörande tjänster avseende drift, underhåll, support samt accesser till nya platser vid behov av nya anslutningar, fiberanslutning, LAN, gateways kan användas i den framtiden piloten.

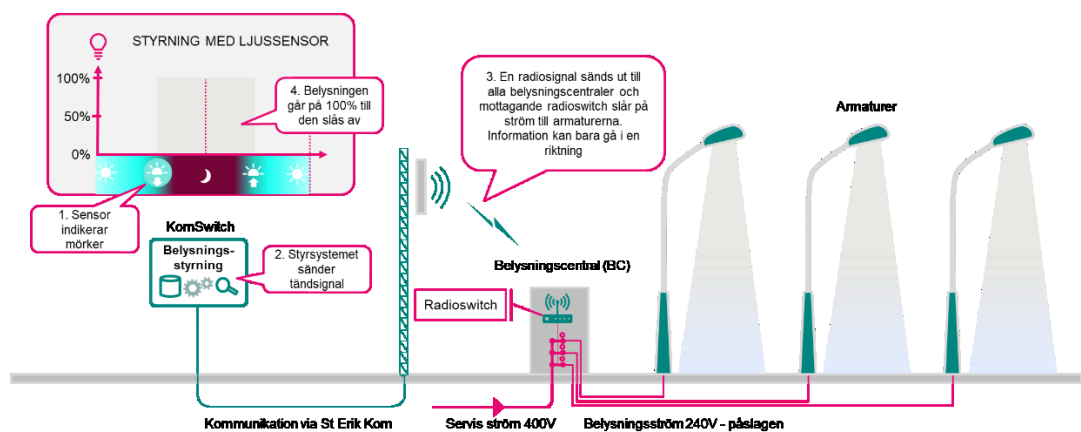
IT-tjänster och övriga resurstjänster

IT-tjänster, datadriftstjänster och övriga resurstjänster finns tillgängliga i existerande avtal inom Staden. Driftansvarige för styrsystemet avropas enligt ramavtal, SK 2.4.3-10/2014 "Managementkonsulter med teknisk inriktning".

I tillägg till ovan nämnda avtal finns även närliggande avtalsområden som kan ha en påverkan under pilotgenomförande men som dock inte påverkar anskaffningen.

Se bilaga 1 – Närliggande avtalsområden

3.2 Belysningsanläggningen



Figur 4. Skiss över nuvarande belysningsanläggning

3.2.1 Armaturer

I Stockholms stad finns idag 140 000 ljuskällor som drivs och förvaltas av trafikkontoret. Utöver belysningsanläggningen som trafikkontoret ansvarar för finns även belysning vid idrottsanläggningar, skolgårdar och skidbackar som drivs och

förvaltas av respektive förvaltning. 2007 började trafikkontoret arbetet med att skifta ut kvicksilverarmaturer till metallhalogenarmaturen. Sedan 2012 installeras nästan uteslutande LED-armaturer av trafikkontoret som är ett mycket energieffektivare alternativ än metallhalogen. Av trafikkontorets totala anläggning har hittills över 15 % av ljuskällorna bytts ut till LED. I Spånga-Tensta har arbetet med att byta ut till LED påbörjats. Den totala belysningsanläggningen i Spånga-Tensta omfattar 7 152 ljuskällor. 2018 fanns det strax över 1 000 LED-armaturer i stadsdelen.

3.2.2 Belysningscentraler och elnät

I Stockholms stad finns 1 161 belysningscentraler som förser armaturerna med el. Generellt så har trafikkontoret två olika modeller av belysningscentraler. Det som skiljer dem åt är materialet på skåpet och storleken. De äldre plåtskåpen är större volymmässigt än de nyare kompositskåpen. Detta innebär dock inte att det finns mer plats för exempelvis sensorer i de gamla skåpen, utan de är bara uppbyggda på ett annorlunda sätt än de nya där de olika delarna är och har placerats på ett mer kompakt sätt. I stort sett kan belysningscentralerna utrustas efter behov men skåpets storlek är en begränsning.

Belysningscentralerna i Stockholms stad matas med el från elnätsbolaget Ellevio. Abonnemanget är tecknat av trafikkontoret och kostnaden baseras på säkringsstorlek.

Kabeln som är kopplad till den utgående gruppen i belysningscentralen kan vara av olika typ beroende på framförallt belysningsanläggningens ålder. Historiskt sett har man använt 1-ledare, men nya typer av kablar har utvecklats för att klara av fler faser, längre avstånd, högre belastning och möjlighet att styra anläggningen.

Se bilaga 2 för mer information om nuläge för belysningscentraler och elnät.

3.2.3 Styrsystem för belysning

Idag styrs belysningsanläggningen med ett enkelriktat styrsystem, som har den enda funktionen att släcka och tända belysningen. Systemet heter KomSwitch och har en styrapplikation som heter Luxsave. Luxsave får indata från tre ljussensorer uppsatta i stadens huvudsakliga områden; söderort, västerort och innerstaden. Förutom ljussensorer omfattar systemet styr- och programmeringsenhet och radiosändare, samt mottagande enheter, ”radioswitchar”, vilka är

inbyggda i de ca 1 200 belysningscentralerna. Radioswitchar har en inbyggd kalender i sig som uppdateras en gång per dygn. Om inte radioswitchen får en radiosignal från systemet, så är det den inbyggda kalendern som tänds belysningen. På belysningscentraler som är gjorda av plåt krävs en utvändig antenn vilken monteras ovanpå skåpet. I kompositiskåp kan antennen placeras invändigt.

Belysningscentraler kopplar ihop grupper av ljuskällor som antingen styrs (släcks/tänds) via en programmerad funktion utifrån signaler från sensorerna eller via en funktion programmerad utifrån kalender. Styrsystemet använder två gränssnitt: en mobilanpassad version med kartstöd över placering på belysningsanläggningar och en version för datorer som ger fler funktioner.

Nackdelen med dagens styrsystem är att det endast är en enkelriktad kommunikation. Möjlighet att få information skickad tillbaka från anläggningen finns inte, till exempel om att en säkring har lösts ut och att armaturen inte lyser.

S:t Erik kommunikation tillhandahåller drift och system enligt avtal. Det som omfattas i hyran är driften av kommunikationen mellan ljussensorer, server för KomSwitch och Trekanten LH3. Hyran innefattar även licenskostnader för användning av Luxsave. Drift av datakommunikation för gatubelysning, drift av server samt drift av radiokommunikationsutrustning sköts av S:t Eriks underleverantör BirkaTech.

Det utgår idag ingen hyra för radioswitcharna i anläggningen då dessa radioswitchar med säkerhet inte går att ersätta utan beror på aktuell lagerstatus. Felaktiga switchar repareras i den mån det går. Det finns idag inget ramavtal för inköp av reservdelar alternativt nya enheter till KomSwitch, varken för radioswitchar eller sändarenheter.

3.2.4 Datakommunikationsnät

Stokab ansvarar för Stockholms grundläggande fiberinfrastruktur vilken används både av Stockholms stad samt den publika marknaden. Stockholms stad hyr fiber av Stokab och skapar därigenom en infrastrukturell plattform. På denna plattform upphandlar Stockholm stad och konkurrensutsätter via S:t Erik Kommunikation det samlade behovet av datakommunikation till verksamheterna i enlighet med kommunfullmäktiges beslut från 2008.

Anskaffningsstrategi

20 (50)

S:t Eriks kommunikation AB äger och förvaltar stadens interna datakommunikationsnät och säkerställer dess funktionalitet. Stadens 31 förvaltningar och 16 bolag tillhandahålls inom kommunikationsplattformen, logiskt separerade egenskapsnät, egna nät i nätet, anpassade till verksamheten.

Det passiva kommunikationsnätet (vertikala nätet) ägs av verksamheten, men driften hanteras av S:t Erik kommunikation. Verksamheternas trådlösa nät (WIFI), switchar och routrar hyrs och driftas av S:t Eriks Kommunikation.

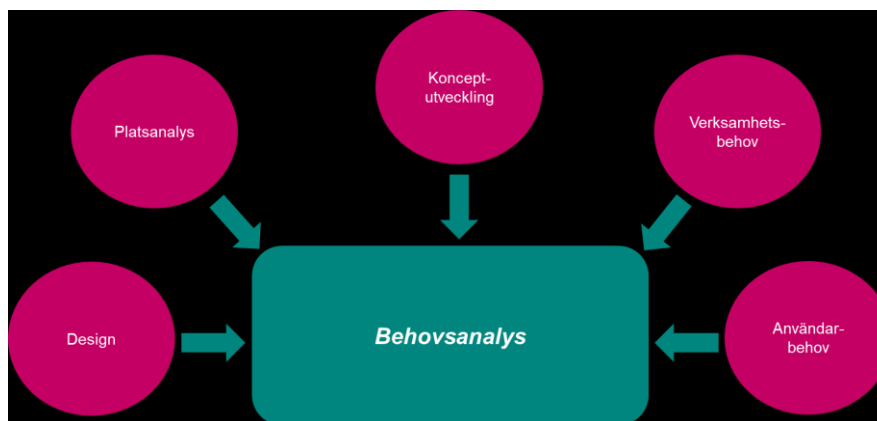
Trafikkontoret har dessutom det tekniska nätet. Det infördes i början av 1990-talet och har byggts ut och uppgraderats kontinuerligt sedan dess utifrån uppkomna behov. Det tekniska nätet används för att koppla ihop trafikkontorets tekniska system: trafiksignalövervakning, trafikdata, trafikstyrning, passagesystem, övervakningskameror, öppningsbara broar (övervakning och styrning), anläggningskydd (passage, inbrottslarm, brandlarm, övervakning), övervakning och styrning av markvärme, pumpanläggningar, rulltrappor och hissar, kameror mm. Nätet är uppbyggt som ett segmenterat nätverk med hjälp av VLAN (virtuella LAN) och brandväggar.

4 Analyser

I detta kapitel presenteras en sammanfattning av resultatet från samtliga analyser som projektet genomfört under Fas1. Dessa innefattar behovsanalys, omvärldsanalys, marknadsanalys, intressentanalys, nytto- och kostnadsanalys, samt en diskussion om förvaltningsmodell och potentiella risker med upphandling och pilotgenomförande. De rekommendationer som kapitlet lägger fram utgör tillsammans med projektets förutsättningar det primära underlaget för slutgiltiga rekommendation inför piloten.

4.1 Behovsanalys

Ett antal behovsanalyser har genomförts med olika inriktningar och utifrån skilda utgångspunkter. Behovsanalyserna har utgått utifrån nya tekniska möjligheter att styra och underhålla belysning, framtida behov av IoT-lösningar, analyser av ljusdesign, design av lyktstolpen och framförallt användar- och medborgarbehov. Den sammanfattande analysen har sedan tagit vid i ett arbete med konceptutveckling som har utgått ifrån användarmål och definierade projektmål och resulterat i rekommendationer inför piloten.



Figur 5. Behovsanalysens perspektiv

Behov av en effektivare styrning och underhåll av belysningsanläggningen

Trafikkontoret har analyserat behovet av ett nytt styrsystem för belysning. Analysen har genomförts genom att ta del av forskning om smarta städer och belysningsstyrning och intervjuer med nyckelpersoner inom Stockholms stads trafikkontor. Syftet var att se över vilka åtgärder som kan göras för att effektivisera styrning och underhåll av belysningen och vilka värden en ny belysningsstyrning kan skapa för verksamheten och stadens invånare.

Slutsatserna var att ett modernare styrsystem med tvåvägskommunikation skulle ge trafikkontoret större möjligheter

att styra och övervaka belysningen, vilket i sin tur skulle möjliggöra för mer lokal anpassning av belysningen. Det ger även möjligheten att kunna planlägga drift- och underhållsarbetet på ett mer proaktivt sätt. Detta leder i sin tur till lägre driftskostnader och att delar av anläggningen kan bytas ut vid behov, inte som nu förebyggande. Denna möjlighet gör anläggningen mer miljövänlig och hållbar. Som ett resultat av analysen har en trappa som illustrerar tekniknivåer för uppgradering för en smart och uppkopplad belysningsanläggning tagits fram. Denna trappa har varit en av utgångspunkterna i projektet Smart och uppkopplad belysning.



Figur 6. Nivåer för uppgradering

Ett antal typmiljöer identifierades även inom ramen för analysen. Dessa typmiljöer var sedan underlag för nästa steg i analysen.

Se bilaga 3 - TK Ljusstyrning.

Ljusdesign för ökad användarupplevelse och upplevd trygghet

Spånga-Tensta identifierades tidigt i projektet som en möjlig plats att genomföra piloten. Platsen har valts ut eftersom stadsdelen innehåller en stor variation av olika miljöer; små och stora gator, villaområden, lägenhetshus, lokala centrum, parker, torg, idrottsplatser, naturområden, osv. Stadsdelen har även valts ut eftersom att många platser inom områdena upplevs som otrygga och generellt uppfattas som mindre attraktiva.¹ En del av projektets behovsanalys har därför fokuserat på hur belysning kan användas på ett mer innovativt sätt för att förbättra miljön ur dessa perspektiv. Analysen av platser i Spånga-Tensta ger förslag på hur funktioner för att styra och anpassa ljuset kan nyttjas i olika typmiljöer för en ökad invånarupplevelse och en bibehållen eller förbättrad trygghet. Inventeringen av platsernas behov av ljus har sedan använts som underlag i det fortsatta arbetet med konceptutveckling. De platser

¹ Resultat från tidigare genomförda trygghetsundersökningar.

som inventerats i Spånga-Tensta har fått representera en typmiljö, eftersom tanken är att de lösningar som rekommenderas även ska kunna användas i större skala på liknande platser.

Se bilaga 4 - Kartläggning och analys av platsers behov av uppgraderad belysning för fullständig rapport

Lyktstolpen som bärare av annan teknik och designen av lyktstolpen

Ett antal workshoppar om framtidens lyktstolpe har genomförts med deltagare från forskning samt IoT- och belysningsbranschen. Workshoparna har dels syftat till att generera idéer utifrån perspektivet lyktstolpen som bärare av framtida tjänster, samt från ett designperspektiv för att beakta den framtida belysningsanläggningen i relation till en attraktiv stadsmiljö.

Medborgardialoger för att vidimera och utveckla förslag utifrån behov

I syfte att testa och utvärdera idéer kring den framtida lyktstolpen har workshoppar med fokus på funktion och design av lyktstolpen även genomförts med ungdomar i Spånga-Tensta. Under workshopserierna har framkomna idéer itererats med medborgare i Spånga-Tensta.

Konceptutveckling

Nästa steg i analysen var att utifrån respektive typmiljö matcha med användare av platsen, användarmål, tjänster och funktioner enligt matrisen nedan.

Koncepten, som har varit ett resultat av genomförda behovsanalyser, har analyserats utifrån utvalda kriterier såsom:

- Skalbarhet till samma typmiljöer
- Korrelationer mellan typmiljöer
- Uppfyllande av projektets effektmål (kostnadseffektivitet, invånarupplevelse etc)
- Teknisk och ekonomisk realiserbarhet

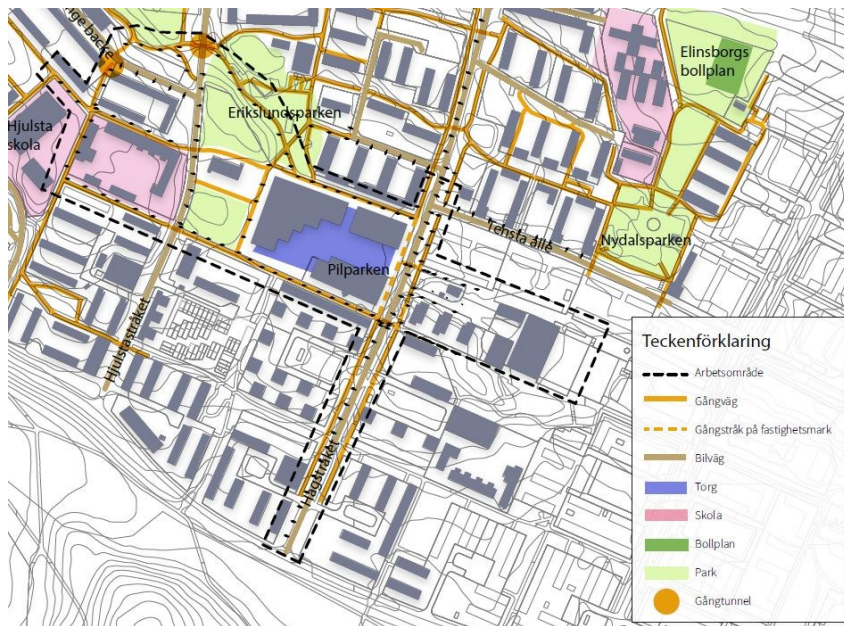
Koncept som har värderats högst utifrån de definierade kriterierna:

Typmiljö	Torg (Pilparken)	Gångstråk och tunnel (Hidinge Backe)	Lokalgata (Hagstråket Hjulsta)
Användar mål	-Öka intresset för platsen -Göra platsen	-Öka attraktiviteten till platsen	- Ökad trafiksäkerhet med

	<p>mer användbar, exv. genom att skapa möjlighet till lek.</p> <p>-Öka attraktionsvärde</p> <p>-Öka platsens trygghet,</p> <p>-Anpassad belysning beroende på vad som ska hända på platsen,</p> <p>-Flexibla anläggningar genom att medborgarna ska kunna få styra belysningen vid evenemang.</p>	<p>genom anpassad belysning</p> <p>- Skapa trygghet</p> <p>- Energi-besparing med närvaro-styrning,</p> <p>- Underlätta och förbättra för underhåll av anläggningen</p>	<p>halkbekämpning, snöröjning,</p> <p>- Energi-besparing med närvarostyd belysning</p> <p>-Ökad upplevd trygghet för gångtrafikanter</p> <p>- Gaturum med hög arkitektonisk kvalitet utformas för platsen</p> <p>- Underlätta och förbättra för underhåll av anläggningen</p>
<p>Motiverin g till val av plats</p>	<p>Förbättringspotentialen är stor gällande trygghet, estetik på platsen och möjlighet till förbättrad invånarupplevelse. Möjliggör samverkan med medborgare och förvaltningar</p>	<p>Förbättringspotential gällande trygghet och estetik är stor samt att lösningen är skalbar. Platsen är relativt trafikerad och testet kräver samverkan inom TK</p>	<p>Förbättringspotentialen är stor gällande estetik och trafiktrygghet samt att den är skalbar. Kräver samverkan inom TK</p>

Se bilaga 5 för samtliga koncept inklusive förslag på tjänster och kriterier för bedömning

Nedan visas en karta över de tilltänkta typmiljöerna. Detta är en arbetshypotes som behöver definieras och vidareutvecklas ytterligare inför pilotdrift.



Figur 7. Typmiljöer för pilotinförande

Rekommendationer

- Ett nytt styrsystem för belysning bör införskaffas med möjlighet att styra och anpassa belysning utifrån behov identifierade i behovsanalysen. Dagens styrsystem saknar dessa möjligheter. I senare skede i piloten bör även förhållandet mellan styrsystemet och den tänkta smart stad plattformens olika funktioner och stöd studeras med avseende på belysningsstyrning.
- De ovan utvalda områdena i Spånga-Tensta bör vara testmiljöer i piloten då de anses ha stora möjligheter att uppfylla många av projektets effektmål och/eller representerar skalbara typmiljöer.
- Placeringen av sensorer behöver utredas närmare inför piloten, där design av framtidens lyktstolpe även bör vara en central infallsvinkel. Exempel på nuvarande lösningar med flertalet sensorer placerade utanpå lyktstolpe och armatur har visat sig under konceptutvecklingen vara en lösning som inte är estetiskt tilltalande.
- Sensorer som har andra funktioner än att styra belysning kan installeras i belysningsanläggningen, där lyktstolpen är en möjlig placering. Flertalet av sensorerna som är identifierade i projektets konceptutveckling är dock inte nödvändiga att placera i lyktstolpen. En annan placering skulle kunna vara i de belysningscentraler som förser lyktstolparna med el. Belysningscentralerna har konstant el-matning, väder- och skalskydd, samt kan förses med fast kommunikation, såsom

fiber-anlutning. Anpassning av befintliga belysningscentraler behöver utredas inför och under piloten.

- Det bör vara ett strategiskt mål att lösningarna som ska införas ska utformas så att de kan användas långsiktigt och ska vara enkla att stegvis vidareutveckla. Därav bör pilotgenomförandet också genomföras stegvis för att säkerställa att potentialen realiserar.

4.2 Omvärldsanalys

Omvärldsanalysen har genomförts i syfte att ta till vara på den kunskap som genererats från andra städers smarta belysningsinitiativ. Arbetet har bestått av en övergripande kartläggning, intervjuer med representanter från andra städer, samt konferens- och studiebesök. Nedan presenteras slutsatserna av omvärldsanalysen samt ett antal rekommendationer som projektet bör ta hänsyn till i sitt fortsatta arbete framåt.

Syfte och drivkrafter

Den främsta drivkraften bakom andra städers beslut om att uppgradera sin belysningsanläggning ligger i målet om att sänka energiförbrukningen, primärt utifrån ett miljöperspektiv. Även om sänkta driftkostnader ibland lyfts fram är bytet till LED och ett nytt styrsystem framförallt motiverat utifrån att det leder till minskade koldioxidutsläpp. Beslutet sammanfaller ofta med ett behov av en upprustning och modernisering av belysningsanläggningen.

En del städer driver sin utveckling mer utifrån ett teknikororienterat perspektiv. Här utgör lyktstolpen en av flera alternativa stadsmöbler med potential att utrustas med IoT eller trådlös uppkoppling. Projektet *Smart och uppkopplad belysning* i Stockholms stad kan sammanfattningsvis sägas förena de två fokusområdena genom att i projektet både utreda möjligheterna med ljusstyrning och lyktstolpen som bärare av annan teknik.

Funktioner och tjänster

De flesta av de städer som omvärldsanalysen fördjupat sig i har ett primärt fokus på belysningsstyrning framför andra smarta funktioner. Utöver byte till LED och ett nytt styrsystem med möjlighet till feedback och realtidsdata arbetar många städer med funktioner som närvarostyrd belysning.

Vissa städer använder dock lyktstolpen som bärare även av annan teknik, som exempelvis ljuddetektion, multisensorer/kameror, miljösensorer, trafikräkning och parkeringshänvisning. Dessa funktioner utförs fortfarande främst som tester i samarbete med

marknaden i olika testbäddar och är inte funktioner eller tjänster som har skalats upp i större omfattning. Utöver ovan nämnda funktioner finns det även städer som påbörjat arbetet med att testa 5G som ett sätt att förtäta mobil kommunikation.

Nytta

Att uppgradera belysningen till smart är fortfarande ett pågående arbete i form av tester och piloter i mindre skala. Det är dyrt att investera i nya lösningar där behoven och nyttan inte är tydlig. Den nytta som andra städer räknat på handlar framförallt om den energisänkning som uppgraderingen genererat. Det rör sig om en energibesparing på mellan 30–60%, dock skiljer sig uppgraderingen åt (om det skett från kvicksilver eller från metallhalogen) och det framgår inte alltid i vilken omfattning som närvarostyrd belysning inkluderas i beräkningen.

Avtal och upphandling

I de fall som omvärldsanalysen kunnat inhämta information om upphandling och avtal kan det konstateras att den vanligaste formen av upphandlingsförfarande bland andra städer är konkurrenspräglad dialog. Dialogen har generellt lett fram till ett avtal med en huvudleverantör som ansvarar för drift och underhåll men som i sin tur antingen har egna partneravtal, för exempelvis armaturer, eller att de tar över drift och underhåll efter att staden själva upphandlat från en annan leverantör. Andra städer har även testbäddar där de samarbetar med marknaden för test av olika funktioner. Avtalstiden skiftar dock mellan 3-10 års avtal med huvudleverantör.

Rekommendationer

- Att arbeta i piloter eller testbäddar för att i liten skala pröva olika funktioner och för att dra lärdom av dessa innan beslut fattas om att skala upp. Detta eftersom marknaden ännu inte verkar vara helt mogen att fullt ut möta de krav städer har på exempelvis, modularitet, öppna data, eller design i kombination med funktionalitet. Projektet gör därför klokt i att antingen invänta marknaden eller att i liten skala testa och utvärdera funktioner.
- Att föra projektet framåt genom kontinuerlig dialog och samarbete med marknaden (leverantörerna) för att lösa ovannämnda utmaningar och ”problem”.
- Att samarbeta och interagera med andra förvaltningar och aktörer i utvecklandet av stadens smarta belysning. Dels med medborgare för att förankra i faktiska behov och skapa legitimitet. Dels med marknaden för att ta fram stads-

specifika lösningar, samt med akademi för att utvärdera olika funktioner.

- Att i upphandlingen ställa krav på både funktion och design, specifikt interoperabilitet med öppna standarder i systemet som upphandlas och att tillkommande tekniska enheter ska kunna integreras i armaturen eller i lyktstolpen på ett estetiskt tilltalande sätt.

Se bilaga 6 – Omvärldsanalys för hela rapporten

4.3 Marknadsanalyser

Marknadsanalysen har genomförts för att få en uppfattning om vad marknaden har att erbjuda. Analyser genom leverantörsdialoger har genomförts för armaturer, hårdvaror samt för styrsystem för att styra belysning. En nulägesbeskrivning samt en analys av framtida möjligheter för belysningscentraler har genomförts. Samtliga delar presenteras övergripande i avsnittet nedan.

4.3.1 Armaturer och hårdvaror

Marknadsanalysen av armaturer genomfördes i maj 2018 och syftade till att förstå vilka förutsättningar som finns för att implementera uppkopplade armaturer som kan styras via ett styrsystem, samt vilka förutsättningar som finns för kommunikation med smarta funktioner.

Armaturer med socklar

De senaste åren har marknaden inom utomhusbelysning utvecklat armaturer med socklar där olika typer av styrutrustning kan anslutas. Cirka 16 leverantörer har identifierats i denna marknadsanalys, där samtliga kan erbjuda dessa hårdvaror. På marknaden finns två sockelstandarder. Det flesta armaturer erbjuds med Nemasockel medan cirka 40% av utbudet erbjuds med Zhagasockel. Cirka 25% av armaturer kan utrustas med sockel på undersidan. Utvecklingen på marknaden går snabbt och löpande omvärldsbevakning efter att denna marknadsanalys genomförts visar att fler och fler armaturer med sockel erbjuds, framförallt med Zhagasockel.

Sockelstandarder

Nemastandarden är en amerikansk standard som är framtagen i bl.a. Storbritannien och Spanien. Nemasockeln förses med 240V och kapsling av noderna sker på ett fast sätt. Zhagastandarden är framtagen av armaturtillverkare i Europa. Zhagasockel förses med 24V och är ungefär hälften så stor som Nemasockeln, och kapsling med noder kan sitta på olika sätt.

Drivdon

Kommunikation med belysningsarmaturer sker genom ett drivdon. Inom belysningsbranschen finns standarden DALI för belysningsstyrning. Den här delen av marknadsanalysen har fokuserat på hur drivdonen fungerar och vilka förutsättningar som finns för kommunikation för smarta funktioner.

Se bilaga 7 – Marknadsanalys armaturer för hela rapporten.

4.3.2 Belysningscentraler och elnät

Nulägesbeskrivningen av belysningscentraler och elnät syftade till att kartlägga vilka behov och förändringar som är nödvändiga för en uppgradering till en smart belysningsanläggning.

Konstantmatning

En konstantmatad anläggning innebär att strömmen till belysningsanläggningen alltid är på. De grupper som är konstantmatade från belysningscentralen kallas ibland för ”ostyrda grupper” eller ”dygnsbrinnare”. När man använder en belysningscentral med konstantmatning krävs det att armaturerna är uppgraderade för individuell styrning. Detta för att förhindra att armaturerna står och lyser dygnet runt. I de fall konstantmatade grupper av ljuskällor ska kopplas samman med grupper som tänds och släcker via radioswitchen så försvåras omkopplingsmöjligheterna från dagsläget. Om inte armaturerna är individuellt styrbara så kommer de ostyrda armaturerna på konstantmatning att lysa dygnet runt. Om hela belysningsnätet i staden är konstantmatade är detta inget problem eftersom man då använder avancerade armaturer med individuell styrning.

Belysningscentraler

Det börjar bli vanligare att belysningscentralerna beställs med åtta grupper där två är ostyrda och sex är styrda. Fördelarna med denna utveckling är större möjligheter att bygga om systemet successivt vid behov av konstantmatning till exempelvis multisensorer. Om man vill bygga ut resterande grupper och koppla om dem till konstantmatning så är detta möjligt, då det även finns en flexibilitet att ändra fördelningen mellan styrda och ostyrda i efterhand. Det finns även möjlighet att beställa kompositskåp som är högre på höjden för att få plats med fler mätare och annan utrustning som kan behövas för en smart belysningsanläggning. Vid byte av kompositskåp så kan man välja att bara byta ”överdelen” för att undvika kostnader för schaktning.

Testprojektet Grow Smarter kompletterade befintliga belysningscentraler med nytt externt skåp för att få plats med styrenheter, indragen fiber med modem och för att få möjlighet att styra belysning. Detta visar på vikten av utrymme ifall styrutrustning ska placeras i befintliga belysningscentraler. Behov av tydlig skyltning av vad som är styrda och ostyrda faser och grupper är viktigt för att undvika tillbud. Ny standard för hur trafikkontoret vill att det ser ut i konstantmatade stolpar behöver tas fram för att kunna särskilja på konstantmatad/styrd anläggning.

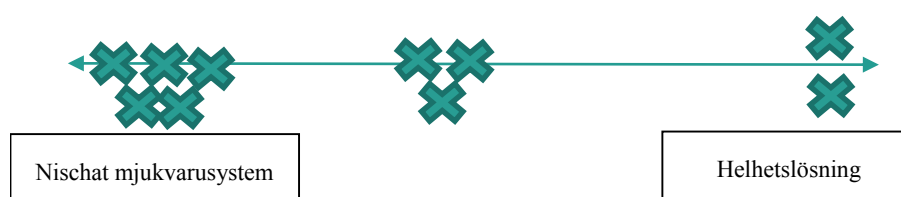
Se bilaga 8 – Marknadsanalys belysningscentraler och elnät för fullständig rapport

4.3.3 Styrssystem för styrning av belysningsanläggningen

Marknadsanalysen tar utgångspunkt i att förstå vilka förutsättningar som finns för att implementera styrssystem för styrning av belysningsarmaturer och sensorer. Intervjuer har genomförts med 10 leverantörer av styrssystem.

Leverantörer

Marknaden består i huvudsak av tre typer av leverantörer. Dels leverantörer som kan leverera mjukvarusystem som erbjuder ett flertal tjänster för smarta städer, dels av leverantörer som kan leverera styrssystem nischade speciellt mot belysning, och dels de som har bas i andra områden men har rört sig mot belysning.



De leverantörer av styrssystem som erbjuder ett flertal tjänster kan likställas med ett erbjudande av en IoT-plattform eller smart city-plattform som är mer övergripande för stadens behov inom flera verksamhetsområden.

Även de nischade plattformarna rör sig mot andra verksamhetsområden, företrädesvis lösningar för parkeringssensorer och trafikmätningar via partners eller underleverantörer. Dessa funktioner integreras i mjukvarusystemet.

Det finns även leverantörer som befinner sig mer i mitten av skalan som har mjukvarusystem för belysning som är en del av en större plattform, där även lösningar finns inom andra områden än belysning i form av ”plug & play” med hjälp av samarbetspartners.

Funktioner

Nedan är en översikt över hur många av de intervjuade leverantörerna som erbjuder respektive funktion för att styra belysning. Klassificeringen är genomförd enligt följande:

- Grön: Många av de intervjuade kan erbjuda funktionen.
- Gul: Några av de intervjuade kan erbjuda funktionen.
- Röd: Få av de intervjuade kan erbjuda funktionen.

Funktion		Funktion	
Basfunktion AV/PA		Fjärrstyrd uppdatering av mjukvara och armatur	
Ljusreglering med förinställda fasta scenarion och nattsänkning		Feedback från belysningscentral	
Ljusreglering beroende av närvaro		Feedback av kvarvarande livslängd/ utnyttjandetid	
Effektbelysning - Av/På		Feedback vid skada/olycka	
Effektbelysning - Scenarion och dynamiskt ljus över tid		Upptändning vid blåljusmyndigheters närvaro	
Kommunikation med externa datakällor		Geografisk positionering av armaturer direkt i karta	
Fjärrstyrd konfigurering av adressering och scenarion		Anläggningsanalys - statistik & underhållsplaner	

Påbyggnad av nya funktioner samt affärsmodell

Att ha möjlighet att bygga stadens verksamhetssystem i moduler är en viktig fråga för en smart stad. För att få en helhet är det viktigt att använda sig av flera leverantörer. Leverantören utgår ifrån att samarbete sker med befintliga partners för påbyggnad av nya funktioner. De erbjuder även tredjeparts-utvecklare att utveckla tjänster som integrerar med plattformen.

Ett sätt att bygga ett flexibelt system är att använda sig av öppna api:er och/eller rest api:er för att kunna genomföra påbyggnad av nya funktioner eller sensorer till styrsystemet. Om protokollet inte stöds uppger leverantörerna att adapter-lösningar är möjligt. Leverantörernas affärsmodell är Software as a service (SaaS) där kunden vanligtvis betalar per uppkopplad enhet eller per datamängd årligen.

Se bilaga 9 – Marknadsanalys av styrsystem för hela rapporten.

4.3.4 Sensorer

Inom ramen för marknadsanalysen av styrsystem ställdes frågor kring leverantörernas alternativ för sensorer och möjlighet att styra dessa.

Under intervjuerna har leverantörerna gett exempel på sensorer som kan placeras i belysningsinfrastrukturen, dvs. på lyktstolparna, på armaturen eller i armaturen, för att mäta och styra andra områden än belysning såsom:

- Trafikmätning
- Miljösensorer
- Avfallshantering
- Parkering
- Rörelsedetektering

Sensorer som installeras i belysningsanläggningen kan antingen integreras med styrsystemet för belysning, eller kommunicera med ett eget system för insamling av data. Exempel som nämns med integration till styrsystemet är sensorer som kan mäta trafikintensitet på vägar och utifrån det anpassa belysningen. Ett ytterligare exempel som nämns är sensorer för att mäta luftkvalitet som då generellt inte är integrerade med styrsystemet för belysning.

I de fall sensorer ska integreras med leverantörens styrsystem så använder sig leverantörerna vanligtvis av partners eller underleverantörer för sensorer. Partners går genom en certifieringsprocess för att anpassa sensorn till leverantörens styrsystem. Merparten nämner att det är möjligt för kund eller extern part att integrera nya sensorer på armaturer men då krävs vanligtvis att sensorn går igenom leverantörens certifieringsprocess. Skälen till detta är att sensorn ska kunna identifieras och integreras med styrsystemet och att sensorn ska följa leverantörerna säkerhetsaspekter gällande kryptering och intrångssäkerhet. Datan från sensorerna ska levereras via öppna API:er eller via Rest API:er till styrsystemet. TalQ, MQTT eller LwM2M är vanligt förekommande applikationsprotokoll. Integrationen med styrsystemet kan även ske via adaptrar om applikationsprotokollet inte stöds.

I och med IoT utmanas belysningsföretag och telekomindustri att röra sig i nya riktningar. Här finns också företag som specialiserar sig på IoT. Hur affärsmodellerna ser ut för företagen är i dagsläget inte klart. Det är alltså en utmaning också för staden att förstå hur upphandling ska ske och hur kostnader för investeringar och förvaltning ska fördelas.

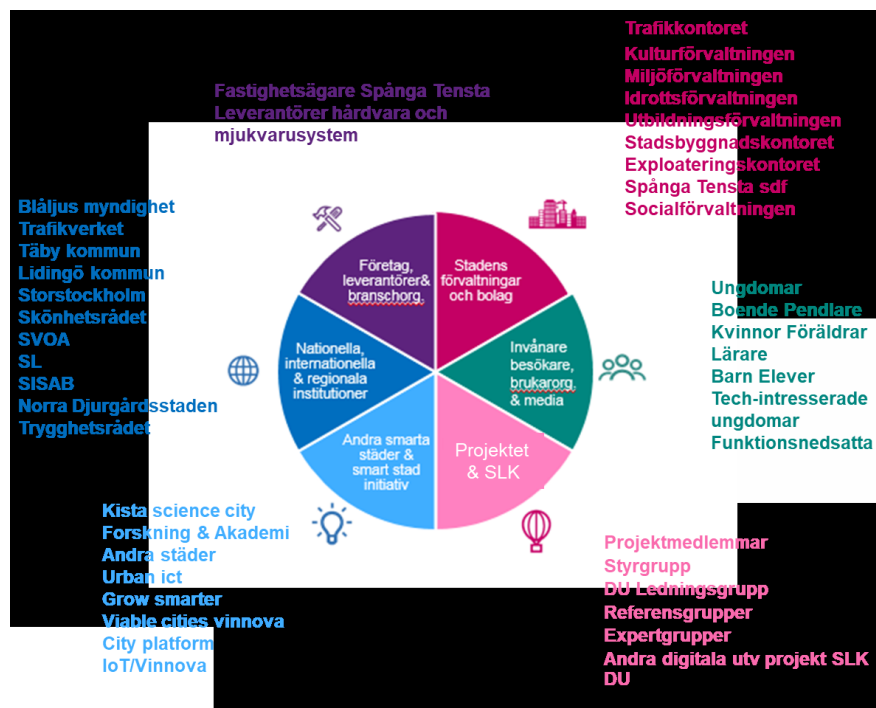
Rekommendationer

- Funktionell kravställning inför pilot bör göras utifrån dels de basfunktioner för att styra belysning som nämns i denna marknadsanalys och som är ett resultat av trafikkontorets tidigare behovsanalys.

- Rekommendationen inför upphandling är att gå på system som inte är för hårt knutet mot hårdvaran/armaturen, och därmed skapa möjlighet att använda olika leverantörer för leveransen. Möjlighet till påbyggnad av nya funktioner eller tjänster uppnås genom att styrsystemet är en komponent och inte en upphandlad helhetslösning med kommunikation och armatur. Därför är det viktigt att upphandla styrsystemet och armaturen separat, samt att ställa krav på standarder och öppna och/eller rest API:er.
- Marknadsanalysen har översiktligt beskrivit alternativ för datakommunikation och vilka standarder för datakommunikation som leverantörerna använder. Kommunikationsalternativ som är utgångspunkt för piloten ska följa de rekommendationer som tas fram av Stadsledningskontoret och S:t Erik kommunikation.
- När det gäller lagring av data har leverantörerna föreslagit private cloud, men detta ska ligga i linje med den informationssäkerhetspolicy kring molntjänster som tas fram av Stadsledningskontoret.
- Marknadsanalysen har givit ett första sonderande resultat av leverantörernas alternativ. Under upphandlingsförfarandet rekommenderas leverantörerna att svara på och bedömas utifrån specifika användningsfall. Detta för att få mer specifik information om leverantörernas lösning av de användningsfall som ska testas under pilotinförandet. Leverantören kan då bedömas utifrån frågeställningar såsom modularitet, skalbarhet, hantering av data och affärsmodell.
- Genomföra en RFI (se ovan) för att kunna ställa krav på sensorer som följer vedertagna standarder och möjliggör för kontinuerlig utveckling.

4.4 Intressentsanalys

En intressentanalys har genomförts som tar utgångspunkt i att kartlägga intressenter för hela projektets genomförande och resultat. Vid inventeringen identifierades följande intressenter:



De intressenter som kommer att påverkas mest vid pilotinförandet listas nedan:

Intressenter inom Stockholm stad	
Stadsledningskontoret	Ansvarig för planering, genomförande och uppföljning av piloten. Står för finansiering av resurser, samt kostnader för inköp och underhåll av sensorer som ligger utanför trafikkontorets ansvarsområde.
Trafikkontoret	Finansierar anskaffningen till piloten och tar över efter införande till förvaltning. Har avtal med leverantörer. Ska sköta driften av styrsystemet för belysning.
Miljöförvaltningen/SLB-analys	För potentiellt test att placera miljösensorer i belysningsanläggningen för mätning av lokal luftkvalitet.
Spånga-Tensta Sdf	Sdf i utvalt geografiskt område för piloten. Intresse av att uppgraderingen bidrar till att möta

	identifierade behov i stadsdelen, exv. ökad upplevd trygghet.
Stokab	I piloten finns ett eventuellt behov av att Stokab förlänger fibernätet till ett antal el-centraler eller till stolparna inom pilotområdet.
S:t Erik kommunikation	Piloten behöver anpassad kommunikationsutrustning till upphandlat styrsystem och sensorer.
SISAB	Piloten angränsar till SISABs anläggning med belysning i bl.a. i Pilparken och Hjulsta skolan.

Externa intressenter	
Leverantörer av hårdvara och mjukvarusystem	Påverkas av förändrade avtalsformer. Kan även behöva anpassa sina produkter utifrån stadens krav, vilket även kan innebära samarbete med andra leverantörer.
Medborgare i Spånga-Tensta	Påverkas av belysningsanläggningens nya funktioner som exv. ljussättning och ev. av datainsamling från detekteringssensorer, samt av förberedande installationsarbete.
Fastighetsägare i Spånga-Tensta	Påverkas av störande installationsarbete, samt av en förändrad kringliggande belysning, vilket kan förändra behovet av belysningen intill eller på fastigheten.

4.5 Nyttöanalys

4.5.1 Nyttosummering

Uppgradering till LED

En uppgradering till LED ger sänkt energiförbrukning vilket genererar kostnadsbesparingar i form av sänkta elkostnader. Ett byte till LED på samtliga armaturer i Spånga-Tensta, 7052 stycken, beräknas enligt genomförd LCC-kalkyl ge en besparing i minskade elkostnader på (*Se bilaga 10 för fullständig LCC-kalkyl*):

- 894 000 kr/år

Om ca 1 000 armaturer skulle bytas till LED inom ramen för piloten i Spånga-Tensta beräknas det ge en besparing i minskade elkostnader på:

- 129 000 kr/år

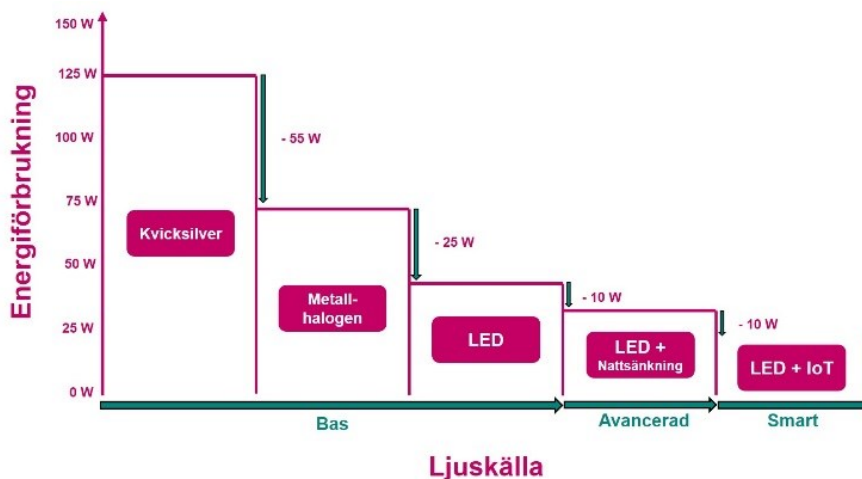
Eftersom LED har en längre livslängd än befintliga ljuskällor (metallhalogen) genererar en uppgradering även besparingar i form av minskade underhållskostnader under den 25 år långa livslängden. Enligt beräkningar i genomförd LCC-kalkyl för ca 1000 armaturer ger det besparingar i minskade underhållskostnader på:

- 44 508 kr/år

Ett byte till LED ger inte bara lägre kostnader utan är även en viktig investering för att minska den negativa inverkan på klimatet. Ett byte till LED minskar energiförbrukningen vilket genererar minskade koldioxidutsläpp. Med ett byte av ca 1 000 armaturer till LED från befintlig 75W-armatur till:

- En armaturtyp på 60W med nattsänkning minskar energiförbrukningen med 33%, vilket minskar mängden koldioxid med 12 800 kilo/år

- Befintlig 75W: 309 MWh/år
- Uppgradering till LED 60W med nattsänkning: 206,6 mWh/år (-33%)
- Varje sparad kilowattimme (kWh) minskar mängden utsläpp av koldioxid med 0,125 kilo.²



Figur 8. Energiförbrukning i förhållande till ljuskälla

Uppgradering till nytt styrsystem

Med ett nytt styrsystem kan belysningsanläggningen styras mer effektivt eftersom det möjliggör för rörelse- och behovsanpassad belysning, samt ett effektivare underhåll med realtidsdata, vilket kan minska energiförbrukningen och kostnaderna ytterligare.

² Naturvårdsverket

Rörelse- och behovsanpassad belysning

Trafikkontoret har under år 2012 och 2013 testat teknik för avancerad närvarostyrning av utomhusbelysning längs en gång- och cykelväg i centrala Stockholm (Kungsholmstrand). Totalt har 34 LED- armaturer installerats på en sträcka av 750 meter och försetts med ett styrsystem inklusive närvarodetektorer som medger individuell styrning per armatur. Testresultaten pekade då mot att det med styrningen går att sänka energiförbrukningen med 40 % utan att trafikanterna upplevde någon försämring av belysningen. För närvarande testas även effekterna av ljusreglering vid Valla torg i Årsta i projektet GrowSmarter. Mätningar gjorde under 2017 visade att närvarostyrd belysning minskar energiförbrukningen med upp till 50 %.

Ett effektivare underhåll genom realtidsdata

Det är enklare att övervaka en belysningsanläggning och i förväg planera underhållet med ett styrsystem som ger återkoppling. Ett uppkopplat styrsystem gör det möjligt att få kännedom om t.ex. kabelfel, strömavbrott, armatur- och driftdonsfel, livslängd och brinntid. Information om anläggningen underlättar budgetplanering och planering för underhållsarbeten. En del av underhållet utförs idag allteftersom felanmälningar kommer in. Vinterhalvåret är den tid då flest felanmälningar kommer in till trafikkontoret och därmed blir en stor del av underhållsarbetet koncentrerat till den perioden. Med information från ett styrsystem finns möjligheten att fördela underhållsarbetet över året och skapa en jämnare arbetsbelastning. Ett styrsystem med en smart och dubbelriktad kommunikation möjliggör utbyte av armaturer vid faktiskt behov och inte som i dag efter teoretiskt bäst-före-datum. Detta ger mycket bättre livslängd och därmed stärker hållbarheten.

Med hjälp av ett digitalt uppkopplat kartsystem finns även möjligheter för den operativa personalen att optimera servicerutterna och registrera åtgärder direkt i fält med realtidsinformation till arbetsledning och beställare på trafikkontoret.

Uppgradering med sensorer

Belysningsanläggningen med framdragen strömförsörjning placerade i stadsmiljön kan fungera som bärare av sensorer i den framtida uppkopplade staden. I en smart lösning kan belysningscentralerna ha fler funktioner än att styra belysning och

lyktstolparna flera funktioner än ljus. De kan förses med sensorer som gör det möjligt att samla in olika typer av data till exempel miljödata, luftkvalitet och trafikdata som sedan kan spridas som öppna eller delade data. Informationen kan användas av stadens förvaltningar och bolag och även driva innovation genom att vara intressant för företag i utvecklandet av nya applikationer och tjänster. Idag sker inget samutnyttjande av anläggning. Insamling av data i respektive verksamhet i staden sker för sig. Som exempel kan nämnas trafikkontorets trafikmätningar och Miljöförvaltningens avdelning SLB Analys mätningar av miljödata.

Nytan av att använda sig av sensorer kan beskrivas utifrån flera olika infallsvinklar. Projektet har valt två användningsfall för att analysera nyttan utifrån två olika perspektiv.

1. Analys av nyttan att använda sig av sensorer som skapar värde för belysning men även för fler av stadens verksamheter.
2. Analys av nyttan att använda sig av belysningsanläggningen som en gemensam infrastruktur för placering av sensorer som inte nödvändigtvis skapar värde för belysning.

Det första perspektivet baseras på att placera sensorer i belysningsanläggningen, företrädesvis lyktstolpen, som dels kan räkna och klassificera trafik och dels kan anpassa belysningen utifrån trafikmängd. Behovs- och rörelseanpassad belysning har testats främst i parker och gång- och cykelvägar med goda resultat. Detta fall syftar till att testa och analysera en behovsanpassad belysning även på större vägar. Värdet består i de energieffektiviseringar som den anpassade belysningen medför samtidigt som det ger underlag till trafikkontorets mätningar och analyser av trafik.

	Behov/Syfte	Nyttor	Ev. utmaningar	Anlednings till placering i belysningsanläggning	Nästa steg
Testfall • Sensor som styr belysning utifrån trafikmängd och genererar trafikdata	<ul style="list-style-type: none"> • Dimra belysning • Mäta trafikflöde • Riktningssuppdelning • Klassificering 	<ul style="list-style-type: none"> • Möjlighet att anpassa belysning och därmed förbrukning utifrån trafikmängd. • Analys och uppföljning genom realtidsdata (invånarupplevelse) • Kostnadseffektivitet genom utnyttjande av stadens befintliga infrastruktur 	<ul style="list-style-type: none"> • Komplicerad styrning med många beroenden. • Delad förvaltning och drift mellan flera avdelningar på Trafikkontoret. 	<ul style="list-style-type: none"> • Yttäckningen • Höjden • Elförsörjning • Driftsäkerhet 	<ul style="list-style-type: none"> • Genomförande av RFI för sensorer inför eventuell upphandling.

Det andra perspektivet baseras på att nyttja belysningsanläggningens elförsörjning och möjlighet till kommunikation för att placera en sensor som försörjer andra verksamheter i staden med data. Det fall som är utgångspunkt är

sensorer för att mäta luftkvalitet tillsammans med Miljöförvaltningens avdelning SLB Analys. Idag sker mätningar av luftkvalitet på flera olika platser i staden. Datan måste hämtas på plats och försörjning av el måste tillgodoseas. Möjlighet till kommunikation från sensorer i en uppkopplad belysningsanläggning minskar antalet transporter till och från anläggningen och därmed CO2-utsläpp samt kan innebära kostnadseffektivitet i samutnyttjande av belysningsanläggningen. Projektet behöver studera lämplig placering i belysningsanläggningen. Här finns två huvudsakliga alternativ:

- Placering i lyktstolpe
- Placering i belysningscentral/elskåp

Med hänsyn taget till behov och kostnadseffektivitet torde placering i belysningscentral och elskåp vara en lämplig placering då el är framdragen och förutsättningar finns för att ansluta fiber.

Testfall	Behov/Syfte	Nyttor	Utmaningar	Anlednings till placering i belysningsanläggning	Kommentar/ Nästa steg
<ul style="list-style-type: none"> • Sensorer som mäter luftkvalitet, temperatur och fukt placeras i belysningsanläggningen 	<ul style="list-style-type: none"> • Mätning av luftkvalitet i staden • Indikator på när vägbana fryser och därmed när det är dags att salta (ev.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Analys och uppföljning genom realtidsdata (invånarupplevelse) • Kostnadseffektivitet genom utnyttjande av stadens befintliga infrastruktur • Saltning av vägbana utifrån behov (ev.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Delad förvaltning och drift mellan flera förvaltningar i staden. • Att finna kostnads-effektivaste placering av sensorer som samtidigt uppfyller behoven. 	<ul style="list-style-type: none"> • Yttäckningen • Elförsörjning • Driftsäkerhet • Kommunikation 	<ul style="list-style-type: none"> • Genomförande av RFI för sensorer inför eventuell upphandling.

Ovan nämnda användningsfall är två exempel på möjliga nyttor ur perspektivet energi- och kostnadsbesparingar genom att integrera fler verksamhetsfunktioner och ge möjlighet att dela befintlig infrastruktur.

En ytterligare central aspekt är att analysera nyttan och värdet av den data som IoT-sensorerna skapar för staden och för möjligheten till innovativa lösningar av annan part i de fall de släpps som öppen data. Denna aspekt ska analyseras tillsammans med delprojektet Öppna och delade data inom ramen för programmet Smart och uppkopplad stad.

4.6 Förvaltningsmodell

Nuvarande verksamhetsstyrssystem förvaltas av S:t Erik kommunikation på uppdrag av trafikkontoret. Det upphandlade verksamhetsstyrsystemet kommer att förvaltas av trafikkontoret. Förvaltningsmodellen kommer att utgå från stadens riktlinjer i F-guide. En person på trafikkontorets belysningsenhet ska ha rollen

som "Förvaltningsledare verksamhet" och en utsedd person på trafikkontorets IT-avdelning ska ha rollen som "Förvaltningsledare IT".

En förvaltningsorganisation för piloten ska tillsättas som säkerställer att resultaten från pilotinförandet tas om hand och förs över till projektets leverans av rekommendationer och en strategi för ett skalbart införande av smart och uppkopplad belysning i Stockholms stad. Organisationen kommer att utgöras av utvalda projektmedlemmar.

Förvaltningsmodell för drift och underhåll av hårdvara kommer att utredas under projektet.

4.7 Risker

Risikanalys genomförs kontinuerligt under projektets gång och åtgärder vidtas för att minska sannolikheten eller reducera konsekvensen av risken. Alla risker som identifieras inom ramen för projektet dokumenteras i projektets risklogg. Dessa följs upp regelbundet inom programmet för att bl.a. identifiera risker som påverkar ett eller flera projekt inom programmet.

Inför och under piloten har följande risker identifierats. Denna lista är inte slutgiltig och kan kompletteras under arbetets gång inför och under pilotgenomförandet. Projektet bedömer att samtliga identifierade risker är hanterbara.

Tid och budget

- Praktiskt införande tar längre tid än estimerat, vilket kan medföra en risk att projektet inte hinner testa alla funktioner.
- Tilldelningsbeslut överprövas, vilket kan medföra att pilotinförandet försenas.
- Budget för inköp är inte godkänd, beslut tas först i mars 2019. Detta kan innebära att piloten kommer igång senare än planerat, vilket i sin tur får till följd att piloten är i drift under för kort tid för att ge ett tillräckligt underlag för rekommendationerna och strategin inom projektiden.
- Leverans av hårdvara försenas, vilket innebär att piloten kan försenas.

Pilotens inriktning

- Projektet hittar inte leverantörer som uppfyller alla krav, vilket kan innebära en risk för kompromisser.
- Leverantörer prioriterar inte projektet då avtalen är under förhållandevis kort tid.

- Projektets fokus på att systemet ska vara modulärt och kunna fungera med andra system skapar risk för tekniska samordningsproblem mellan leverantörer.
- Teknisk kompetens till kravställning inför pilot saknas.

Ansvar

- Oklar ansvarsfördelning mellan leverantör av hårdvara och leverantör av mjukvara medför att det är svårt att utkräva ansvar om något inte fungerar.
- Det saknas kompetens bland entreprenörerna och det tar tid att utbilda dem i nya arbetssätt

4.8 Konsekvenser

Att införa smart och uppkopplad belysning leder till en rad förändringar av belysningsanläggningen. Dessa förändringar leder i sin tur till en rad konsekvenser, vilka listas nedan:

Eventuellt behov av konstantmatad el till lyktstolparna

Beroende på val av smarta funktioner så kan konstantmatad el vara en viktig förutsättning. Elförsörjning kan säkras om sensorer placeras i eller i anslutning till belysningscentralen. För placering av sensor som kräver konstantmatad el i lyktstolpar behöver elnätet konfigureras och belysningscentralerna uppdateras. Sensorer för närvarostyrning behöver inte konstantmatning då de bara behöver vara i drift när lampan lyser.

Eventuellt behov av förlängd fiberanslutning

Om en separat IoT-central för kommunikation och sensorer placeras i anslutning till belysningscentralen eller integreras i belysningscentralen behöver alternativa kommunikationsalternativ, exempelvis fiber, utredas.

Förändrad förvaltning av belysningsanläggningen

Förvaltningen av belysningsanläggningen kommer att förändras i och med att sensorer som ligger utanför trafikkontorets uppdrag kan placeras i stolpe eller belysningscentral. Fler förvaltningar samt entreprenörer från fler förvaltningar kommer att vara intressenter till anläggningen. Detta är ett omfattande område som projektet kommer att utreda inför och under pilotdrift.

Två styrsystem i drift samtidigt

Det nya styrsystemet kommer att vara i drift samtidigt med det befintliga styrsystemet med av/på-funktion. Konsekvensen av detta blir att en del av anläggningen styrs på annorlunda sätt än resten, exempelvis att tändning och släckning sker via annan applikation.

Utökat kompetensbehov

Med smartare och mer komplexa system kommer högre krav på kompetensutveckling att ställas på entreprenörer och på trafikkontoret som organisation. Konstantmatning, data-kommunikation, installation, drift och underhåll av den tekniska utrustningen innebär nya arbetssätt. Konsekvensen av förnyade arbetssätt kan bli att en ny entreprenör måste handlas upp för kommunikation, sensorer eller annan utrustning.

Nya arbetssätt

Den nya tekniken medför nya arbetssätt för entreprenörerna. Nya metoder för felsökning krävs då det finns fler funktioner i belysningsanläggningen än funktionen av och på. Det finns även fler beroenden i belysningsanläggningen och ett fel kan bero på armatur, styrning eller kabel för att nämna några exempel. Även mer samordning inom Stockholms stad mellan olika teknikområden kommer att krävas om önskemålet är att utveckla en smart stad och ligga i framkant genom samverkan och med införandet av ny teknik.

5 Anskaffningarnas omfattning

I det här kapitlet beskrivs rekommendationerna för upphandlingarnas indelning och omfattning. Även arbetet med att fastställa avtalens längd och upphandlingsformer presenteras. Rekommendationerna är i enlighet med de förutsättningar och analyser som presenterats ovan.

Två upphandlingsområden har identifierats för implementering och förvaltning av piloten smart belysning. Föremålen för upphandlingarna består av:

- Hårdvaror för belysningsanläggningen (LED-armaturer med sockel, belysningsstolpar, belysningscentraler och sensorer).
- Styrsystem för styrning av belysningsanläggningen (mjukvara och hårdvara till styrsystemet, licenser samt kommunikationsenheter) och tillkommande tjänster för drift, underhåll av styrsystemet och support.

5.1 Upphandlingsområde hårdvaror för belysningsanläggning

Med hårdvaror avses LED-armaturer med sockel, belysningsstolpar, belysningscentraler samt sensorer.

5.1.1 Upphandlingsområde hårdvaror – LED-armaturer

Belysningsanläggningen uppgraderas till en energieffektivare anläggning genom att byta samtliga ljuskällor till LED. För att installera sensor kopplade till ljusstyrning och styrsystemet behöver LED-armaturer vara utrustade med en standardsockel.

Avrop från befintligt avtal

LED-armaturer med sockel avropas från det befintliga ramavtalet *El- och belysningsmateriel*. Armaturer levereras med monterade LED-ljuskällor normalt inom 8-10 veckor. Installation av armaturer utförs enligt *Årsavtal 2018 Elarbeten för gatubelysning, ytterstad*.

Kravställning

Projektet kommer att upprätta en kravställning i form av tekniska specifikationer för armaturer med sockel och en funktionsbeskrivning för drivdonet i armaturer.

Alternativ lösning, upphandling via öppet förfarande

Med iakttagande att befintlig leverantör har en leveranstid på ca tre månader och använder ett påslag på ca 14% kan möjligheten att

genomföra en upphandling specifikt för piloten övervägas. Beroende på beställningsvolym kan det finnas ett ekonomiskt intresse att konkurrensutsätta anskaffningen av ett avtal för leverans och installation av dessa hårdvaror. Projektet har identifierat potentiella leverantörer via marknadsanalyser. Projektet bedömer även att de vid anskaffningen har identifierat krav på leverantör och hårdvara. Projektet rekommenderar av den anledningen upphandling via ett öppet förfarande som en alternativ lösning till avrop via befintliga avtal.

Minsta tid för att komma in med anbudsansökningar är ca 32 dagar. Anbudsutvärdering uppskattas till ca 14 dagar. Därför tillämpas tio dagar avtalsspärr efter tilldelningsbesked. Totalt kan upphandlingen via öppet förfarande ta minst 54 dagar, dvs. minst åtta veckor inför leverans.

Införande av piloten beräknas preliminärt ske under hösten 2019 och vara i funktion under 2020. Avtalstid för ett eventuellt nytt avtal för hårdvaror rekommenderas till två år med möjlighet att förlänga avtalet ett år i taget i ytterligare två år (2+1+1). Detta ger möjlighet att under genomförande av piloten utöka antal armaturer. Avtalet bör inkludera installation av hårdvaror och supporttjänster avseende drivdonens protokoll. Projektet behöver identifiera den volym som krävs för införande av piloten och den eventuella tillkommande volymen om piloten utökas under avtalstiden. Projektet behöver identifiera fördelningen mellan varor och tjänster för att specificera avtalsvillkor.

Risker

Projektet behöver ta höjd för tiden för leverans (minst åtta veckor) och för installation från befintliga leverantörer och från eventuell ny leverantör.

Rekommendationer

Projektet rekommenderar att efterfråga den befintliga leverantören om ett anbudspris för att identifiera eventuella besparingar med en upphandling i konkurrens och uppskatta tiden för installation.

5.1.2 Upphandlingsområde hårdvaror – belysningsstolpar

Dagens belysningsanläggning är utrustad med belysningsstolpar med framdragen strömförsörjning vilka kan, om konstruktionen tillåter, fungera som bärare av sensorer. Projektet har identifierat ett behov av att kunna installera sensorer på belysningsstolpar vilket

innebär att en upphandling av ett antal nya belysningsstolpar kan behövas.

Avrop från befintligt avtal

Belysningsstolpar kan avropas från det befintliga ramavtalet *El- och belysningsmateriel*. Den uppskattade leveranstiden för dessa är ca 22 veckor. Installation kan avropas från befintlig leverantören enligt *Årsavtal 2018 Elarbeten för gatubelysning, ytterstad*.

Marknaden utvecklar även avancerade belysningsstolpar med integrerade sensorer och ljusfunktioner. Projektet behöver identifiera sina behov och fatta beslut avseende anskaffningen av belysningsstolpar utifrån de funktioner som ska införas i piloten. I det fall behov finns att anskaffa andra typer av lyktstolpar än de befintliga kan projektet behöva ta fram en marknadsanalys för smarta belysningsstolpar och definiera upphandlingsprocessen för dem, alternativt om smarta belysningsstolpar kan avropas från det befintliga ramavtalet *El- och belysningsmateriel*. Montering av belysningsstolpe genomförs via befintliga avtal.

Rekommendationer

Projektet behöver ta fram en marknadsanalys för att definiera funktionerna som ska tillhandahållas med belysningsstolpar och upphandlingsprocessen för smarta belysningsstolpar. Detta görs förslagsvis genom en Request For Information (RFI).

5.1.3 Upphandlingsområde hårdvaror - belysningscentraler

Dagens belysningsanläggning är strömförsörjd via belysningscentralerna de tider på dygnet när belysningen är tänd. Om konstantmatning krävs till belysningsstolpar behöver en uppgradering ske av befintliga belysningscentraler, alternativt att separata belysningscentraler installeras som kompletterar nuvarande. Belysningscentralerna kan även, liksom belysningsstolparna, fungera som bärare av sensorer. Projektet har identifierat ett behov av att kunna installera uppkopplade sensorer på eller i belysningscentralerna vilket innebär att en uppgradering av belysningscentraler behövs.

Avrop från befintligt avtal

Belysningscentraler kan avropas från det befintliga ramavtalet *El- och belysningsmateriel*. Installation kan avropas från befintlig leverantören enligt *Årsavtal 2018 Elarbeten för gatubelysning, ytterstad*.

Rekommendationer

Projektet behöver identifiera funktionerna som ska tillhandahållas med uppgraderade belysningscentraler. Detta görs förslagsvis genom en Request For Information (RFI).

5.1.4 Upphandlingsområde hårdvaror – sensorer

Projektet har identifierat olika typer av sensorer. Dels sensorer för belysning avsedda att styra belysningsanläggningen och dels sensorer för andra funktioner än belysning. Det kan exempelvis vara miljösensorer eller sensorer för trafikmätning.

Med *sensorer* avses här uppkopplade sensorenheter som kan placeras på belysningsstolpar eller andra platser såsom exempelvis belysningscentraler eller andra stadsmöbler. Sensorenheterna ska kommunicera med styrsystemets gateways via stadens kommunikationsnätverk alternativt via radiosignaler. Detta innebär att installation av sensorenheterna kräver specifik teknisk kompetens som trafikkontoret inte innehar via befintliga avtal. Marknaden utvecklar avancerade sensorenheter som kan samla in och analysera olika typer av data som sedan kan spridas som öppna eller delade data till gällande förvaltning i staden och intresserade bolag. Intresse finns för marknaden att driva innovation genom att utveckla nya applikationer och tjänster som integrerar med insamlad data.

Upphandling

Projektet behöver dels utreda om sensorenheter kan tillhandhållas av befintlig leverantör, Elektroskandia, samt genomföra en marknadsanalys av sensorenheter för att definiera upphandlingsprocessen och avtalsvillkor för dessa sensorer. Projektet behöver även identifiera funktionerna som ska ingå i sensorerna.

Innan upphandling rekommenderar projektet att genomföra en Request For Information (RFI) för att kunna kravställa sensorer som följer vedertagna standarder och möjliggör för kontinuerlig utveckling.

Kravställning

Projektet kommer att upprätta en kravställning i form av tekniska specifikationer och funktionsbeskrivning för sensorenheterna.

Avtalet behöver reglera installation av sensorer, supporttjänster avseende exempelvis programmering av funktioner, kommunikationsprotokoll till stadens befintliga plattformar såsom

belysningsstyrsystem och stadens centrala plattformar som kommer att upphandlas under år 2019. Avtalet bör ge möjlighet att utöka antalet sensorer under avtalstiden. Projektet behöver identifiera den volym som krävs för införande av piloten och den eventuella tillkommande volymen om piloten utökas under avtalstiden.

Alternativa lösningar, avrop från befintligt avtal

Ett alternativ till upphandlingen av sensorer avsedda för belysningsstyrning är att avropa från det befintliga ramavtalet *El- och belysningsmateriel*. Leveransen kan ta från åtta till 16 veckor. Installation av sensorer kan avropas från befintlig leverantör enligt *Årsavtal 2018 Elarbeten för gatubelysning, ytterstad*. Kommunikation från sensorer till styrsystemet kan avropas från S:t Eriks kommunikations befintliga avtal. Trafikkontoret bär på samordningsansvaret för installation av sensorer och kommunikation till styrsystemet för belysning.

5.2 Upphandlingsområde styrsystem för styrning av belysningsanläggningen

Behovsanalyser och marknadsanalyser visar att en uppgradering av det befintliga styrsystemet till ett modernt styrsystem ger möjlighet till större funktionaliteter av styrningen. Styrningen kan funktionsanpassas efter data insamlade från sensorer på en viss plats och i sin tur reglera ljusnivåerna efter behov. Detta ger möjligheten till en effektivare styrning och en effektivare drift av belysningsanläggningen.

Projektet har identifierat ett stort antal leverantörer av styrsystem med båda breda lösningar såsom större plattform och plattformar nischade speciellt mot belysning.

Upphandlingsområdets innehåll

Upphandlingen avser här leverans av styrsystem (hårdvara och mjukvara) för belysningsanläggningen inklusive mottagare/enhet för kommunikation, dess implementering i trafikkontorets tekniska nätverk och supporttjänster för drift och underhåll av styrsystemet. Detta upphandlingsområde är däremot separerat från övrig hårdvara, såsom armaturer och sensorer. Skälet till det är att projektet rekommenderar att inte anskaffa styrsystem som är för hårt knutet mot hårdvaran och därmed skapa möjlighet att använda olika leverantörer för leveransen.

Kravställning

Funktionell kravställning inför pilot bör göras utifrån de funktioner för att styra belysning som nämns i denna rapport (kapitel 4) och som är ett resultat av projektets behovs- och marknadsanalyser samt av trafikkontorets behovsanalys. De slutgiltiga valen av funktionella krav genomförs i ett senare skede i projektet inför framtagande av upphandlingsdokumenten.

Kravställning på icke-funktionella krav ska baseras på de vägledande principerna för genomförande samt de styrande principerna beskrivna i detta dokument (se kapitel 2).

Då styrsystemet upphandlas separat från hårdvaran är det viktigt att kravställa på standarder och öppna och/eller rest API:er för integration.

Upphandlingsförfarande

Projektet anser sig ha tillräckligt med insikt för att specificera funktionella och icke-funktionella krav. Projektet arbetshypotes är därför att upphandlingen genomförs via *förhandlat förfarande med föregående annonsering* i första hand. I andra hand och för de fall ändrade förutsättningar skulle omöjliggöra kravställningen föreslår projektet att en *konkurrenspräglad dialog* genomförs.

Piloten kan i senare skede komma att kommunicera med stadens centrala plattformar. Samtliga krav och villkor för kommunikationslösningar, samt hur integrationen med de centrala plattformarna och övriga verksamhetssystem ska ske, kan inte specificeras inför upphandlingen. Avsikten är att specificera dessa villkor i dialog med anbudsgivare vid ett förhandlat förfarande. Val av kommunikationslösningar är även beroende av rekommendationer från S:t Erik kommunikation och stadsledningskontoret.

Avtalstid

Avtalstid för pilotens styrsystem rekommenderas till två år med möjlighet att förlänga avtalet ett år i taget i ytterligare två år (2+1+1) för de fall piloten förlängs.

Rekommendationer

Projektet rekommenderar att det definitiva valet av ovan nämnda upphandlingsformer görs först när arbetet med upphandlingsdokumenten är i sitt slutskede. Det är ett förhållningssätt som inte är ovanligt i komplicerade offentliga upphandlingar och har tidigare tillämpats i likartade upphandlingar inom staden.

Projektet rekommenderar att styrsystemet upphandlas som en tjänst med möjlighet till kontinuerlig utveckling på förslag från leverantör samt utifrån stadens behov. Upphandlingen ska även omfatta nödvändiga leverantörsåtaganden under förvaltningsskedet, som t.ex. support.

5.3 Sammanfattning - rekommendationer upphandlingsförfarande

Rekommendation för upphandling av LED-armaturer med sockel

Projektet upphandlar LED-armaturer med sockel via avrop från det befintliga ramavtalet *El- och belysningsmateriel*. Projektet behöver dock utreda om det finns ett ekonomiskt intresse att upphandla ett ramavtal för LED-armaturer med sockel. Projektet behöver även utreda om leveranstiden kan förkortas med ny leverantör med höjd taken för upphandlingstiden via öppet förfarande.

Rekommendation för upphandling av smarta belysningsstolpar

Projektet behöver utreda behovet av smarta belysningsstolpar samt vilken funktion och design dessa bör ha. Inför upphandling av belysningsstolpar till piloten bör projektet genomföra en RFI för att se över vad marknaden, inkluderat befintlig leverantör, kan tillhandahålla i fråga om smarta belysningsstolpar.

Rekommendation för upphandling av belysningscentraler

Projektet har identifierat ett behov av att uppgradera belysningscentralerna för att möjliggöra placering av sensorer samt möjliggöra konstantmatning av el till belysningsstolpar. Inför uppgradering av belysningscentraler till piloten bör projektet genomföra en RFI för att se över vad marknaden, inkluderat befintlig leverantör, kan tillhandahålla i fråga om uppgraderade belysningscentraler.

Rekommendation för upphandling av sensorer

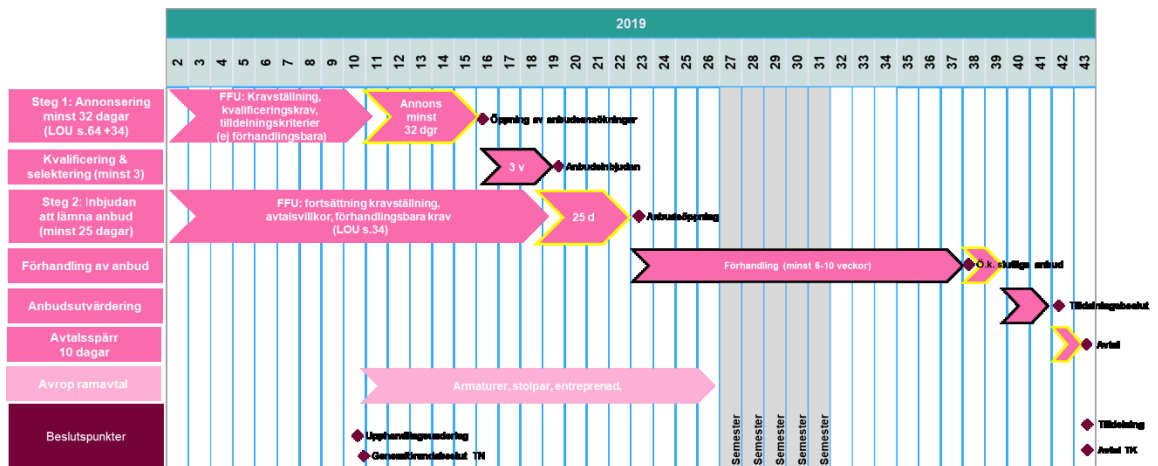
Projektet behöver utreda om sensorer kan tillhandhållas av befintlig leverantör och ta fram en marknadsanalys för sensorenheter för att definiera upphandlingsprocessen och avtalsvillkor för dessa sensorer.

Rekommendation för upphandling av styrsystem

Projektet anser sig ha tillräckligt med insikt för att specificera funktionella och icke-funktionella krav. Projektet arbetshypotes är därför att upphandlingen genomförs via *förhandlat förfarande med föregående annonsering* i första hand. I andra hand och för de fall

ändrade förutsättningar skulle omöjliggöra kravställningen föreslår projektet att en *konkurrenspräglad dialog* genomförs. Projektet rekommenderar att det definitiva valet av ovan nämnda upphandlingsformer görs först när arbetet med upphandlingsdokumenten är i sitt slutskede.

5.4 Genomförandeplan för upphandlingen



Figur 9: Tidplan för upphandlingsarbetet.

I arbetet med att ta fram anskaffningsstrategin har det ingått att konkretisera projektets tidsplan för upphandlingsarbetet utifrån de vägval som föreslås.

6 Referenser och bilagor

Refererade dokument och bilagor finns på samarbetsytan under *Smart belysning/11.Upphandlingar/Anskaffningsstrategi*.

Bilageförteckning

- Bilaga 1: Närliggande avtalsområden
- Bilaga 2: Nuläge belysningscentraler och elnät
- Bilaga 3: Ljusstyrning
- Bilaga 4: Kartläggning och analys av platser
- Bilaga 5: Konzeptutveckling
- Bilaga 6: Omvärldsanalys
- Bilaga 7: Marknadsanalys armaturer
- Bilaga 8: Marknadsanalys belysningscentraler och elnät
- Bilaga 9: Marknadsanalys styrsystem
- Bilaga 10: LCC-kalkyl
- Bilaga 11: Kalkyl belysningsarbeten Spånga-Tensta