

## Smart City for kommuner

### - og hvordan hænger smart city sammen med belysningsanlæg?

#### Indledning

Smart City begrebet høres snart alle vegne, og selvom der findes mange logiske anvendelsesområder ser vi meget få faktiske installationer rundt om i kommunerne.

Belysningsbranchen er en af de få brancher, der har formået at etablere installationer med Smart City udstyr (intelligent lysstyring), og erfaringerne herfra, kan rent faktisk gøre mange flere tanker og visioner til virkelighed inden for Smart City området.

Denne artikels forfatters mening er, at selve belysningsanlægget er den oplagte platform til at skabe den infrastruktur der skal til, for at etablere Smart City installationer rentabelt og i større antal.

#### Hvad er det og hvad er det ikke - definitioner

Ministeriet for By, Bolig og Landdistrikter definerer Smart City begrebet som: "Smart cities er digitale og involverende byer, der optimerer byen ved at kombinere det fysiske og sociale med det digitale rum"<sup>1</sup>. Sagt på en anden måde; er en Smart City (f.eks. en kommune) en offentlig enhed, der i et fysisk samfund bruger teknologi til at optimere ressource forbrug, skabe økonomisk vækst og forbedre borgernes livskvalitet.

Hidtil er Smart Grid begrebet og Smart City blevet brugt lidt i flæng, og man kan sagtens argumentere for at Smart Grid (intelligent styring af el produktion og forbrug) er en del af Smart City. Denne artikel vil dog ikke behandle Smart Grid delen. Intelligent styring af varmeproduktion og intelligente decentrale rensningsenheder (eksempelvis spildevand), ligger også i yderområdet af Smart City begrebet, og vil derfor heller ikke blive behandlet i denne artikel.

Det der først og fremmest er inden for kommunernes rækkevidde økonomisk, teknisk og praktisk, er områder, som typisk er forankret i "Teknik og Miljø" afdelingerne i kommunerne. Det er områder som trafik/transport (herunder veje), renovation og miljø/vejr afledte omkostninger.

Men hvordan får kommunerne så implementeret den smarte by, og dermed høstet de store økonomiske fordele?<sup>2</sup>

#### Hvordan fungerer det

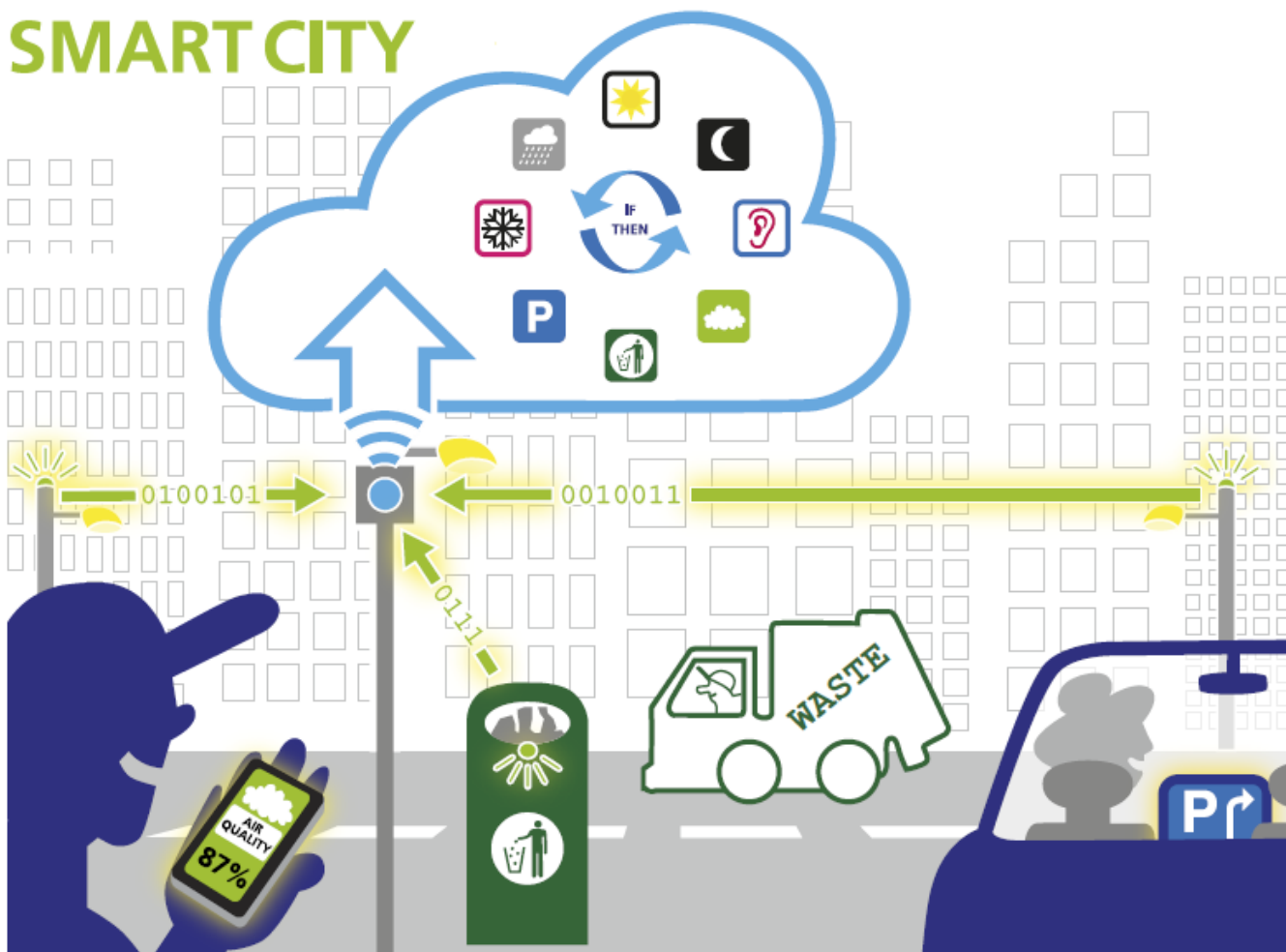
Exlumi Consulting har udarbejdet en model, der bygger på brugen af kommunens belysningsanlæg, til etableringen af den smarte by (kommune). Se visualiseringen i figur 1.

---

<sup>1</sup> <http://www.mbbi.dk/by/smart-cities/hvad-er-smart-cities>

<sup>2</sup> Se eksempelvis Rambøll Samfundsøkonomiske Foranalyse for København og Frederiksberg Kommuner fra 2013, der estimerer en årlig besparelse på over 4 mia. kroner.

# SMART CITY



Figur 1

## Fase 1: Observationer og sensorer

Observationer af forskellige ting kan foretages hele tiden og i uendelighed. Vi kan eksempelvis holde øje med dag og nat, vejret, vejene, trafikken, osv. Der sker hele tiden ting, som vi holder øje med, både som individer og som kommune. Der er naturligvis forskel i det, vi observerer. Nogle ting ændrer sig hvert sekund og andre kun én gang i døgnet. Solen står op én gang i døgnet. Det er det tidspunkt, hvor vi slukker gadelyset. Men tidspunktet er ikke det samme, det sker på 365 forskellige tidspunkter året rundt. Der findes astronomiske kalendere, der ved hvornår solen står op, så vi behøver ikke at observere det eksakte tidspunkt, for derefter at slukke lyset. Men der findes mange andre ting, som vi ikke kan forudsige. Vi ved eksempelvis ikke, om der kun er frost på halvdelen af kommunens veje eller på alle kommunens veje. Vi ved ikke om en skraldespand er fyldt eller tom, når vi sidder på kontoret og planlægger tømning af skraldespande, og vi ved ikke, om en regnvandsbrønd to meter under jordoverfladen skal tømmes/renses eller ej. Sådanne observationer foretager vi ikke, fordi det vil kræve for mange ressourcer, og i stedet salter man alle kommunens veje, i stedet for kun de, som der er frost på, osv.

Observationer kan foretages af mennesker, men de kan også foretages automatisk af sensorer.

Markedet for sensorer er allerede veludviklet. De bruges i stort omfang og produceres billigt. Sensorer kan eksempelvis basere sig på optisk teknologi, på termisk teknologi, på bevægelses teknologi, osv. I princippet er der udviklet sensorer, der i store træk modsvarer de menneskelige sanser.

Flere virksomheder har lanceret multisensorer, der kan måle mange forskellige (eksempelvis støj/lyd, temperatur, luft/forurening, luftfugtighed/vand/sne, lys, bevægelse, chok (kraftpåvirkning), etc.).

Sensoren foretager kontinuerligt observationer, hvilket kræver strøm. Derudover skal de afgive data (observationerne), hvilket kræver strøm til en kommunikationsenhed. Nogle sensorer kan både sende og modtage data. Disse kræver naturligvis noget mere strøm.

Strømbehovet nævnes her fordi, det typisk er dyrt at levere kablet strøm (installationsomkostninger). Sensorer med batteri, der kræver udskiftning typisk inden for en 6-8 års periode, eller sensorer med vedvarende energikilder er oftest dyre at indkøbe eller dyre at vedligeholde. Et begreb der dog er på vej frem er 'energy harvesting' – altså sensorer der selv genererer strøm nok til at fungere. Det kræver en lavenergi kommunikation typisk på sub-giga båndbredde, hvilket endnu ikke er videre udbredt.

Et sted hvor der til gengæld er strøm, er i masterne i kommunernes belysningsanlæg. Her er således allerede etableret et grundlag for en infrastruktur til Smart City installationer.

### Fase 2: Kommunikation

Sensorerne sender data, og det kræver derfor, at der er enheder, der modtager disse data. Dette gøres typisk via kommunikationsenheder (kaldes oftest 'gateway' – termen acces point eller 'AP' bruges typisk for selve den trådløse router/modem), der kommunikerer med sensorerne, og sender data videre via mobildata eller faste dataforbindelser (eksempelvis fiber).

Der findes sensorer med SIM kort, der selv sender data videre, og derfor ikke behøver en gateway. SIM kort løsninger er typisk besværlige, da alle sensorerne skal have deres eget SIM kort, og tidligere har det virket ret uoverskueligt, at der skulle installeres tusindvis af SIM kort hvis, en kommune eksempelvis skulle implementere en smart renovationsordning. Sådanne løsninger har dog stadig deres berettigelse de steder hvor anden kommunikation ikke er mulig eller meget dyr.

I dag er problemerne med SIM kort, at mobildata abonnementer er dyre og det faktum, at SIM kortene skal skiftes, når teleoperatøren ændres. Den nære fremtid ser dog ud til at ændre på dette, da det elektroniske SIM kort (E-SIM kort der ikke er et fysisk SIM kort, og derfor heller ikke skal skiftes) allerede er i brug i Smart City installationer. Dertil kommer en hastigt faldende omkostning til mobildata.

Andre løsninger er også på vej, og specielt de lav frekvente løsninger (som eksempelvis virksomheden Sigfox er kendt for) ser, bl.a. grundet det lave energiforbrug, ud til at vinde indpas i fremtiden.

Gateway løsningen er stadig mest udbredt og er i dag – og sikkert en del år frem – den billigste. Dette naturligvis betinget af at gateway kan installeres i en hvis højde, så de kan opsamle signaler fra mange sensorer og installeres et sted, hvor der er strøm. Her passer masterne i kommunernes belysningsanlæg perfekt, da de både giver højde, strøm og fysisk beskyttelse (hvis de monteres inde i masten).

En sidste ting, der skal nævnes i forhold til kommunikation er de forskellige kommunikationsprotokoller, der er på markedet. De ændrer sig hele tiden, og der findes ikke én standardprotokol som alle bruger, og ej heller en åben protokol (dette af sikkerhedsgrunde). Men eftersom det er en kombination af hardware og software i gateway'en, der muliggør kommunikation, så kan udfordringen omkring flere forskellige protokoller og nye versioner af disse løses ved at investere i gateways, der kan modtage flere forskellige former for kommunikation, og hvor softwaren kan opgraderes trådløst.

Det vil være nødvendigt at installere APer de steder, hvor man som kommune vil opsamle data via sensorer. APerne kan også bruges som Wifi til andre ting, hvis der er båndbredde nok. Specielt har der været tanker om gratis Wifi til borgerne på gader og veje. Det er dog i den forbindelse vigtigt at holde sig for øje, at selvom det politisk lyder som en god historie, så ligger de store besparelser i en Smart City på de installationer der idriftsættes, og det er først og fremmest af den grund, at etablering af APer og City Wifi er en god idé.

### Fase 3: Databaser (dataopsamling og lagring)

Når observationerne er registreret af sensorer og kommunikeret videre, skal de opsamles og gemmes i en ordnet og tilgængelig struktur. En sådan database infrastruktur med åbne flader, der 'udstiller' data så andre kan bruge dem, er en essentiel nødvendighed, for at Smart City kan fungere.

Kontinuerlige (real time) observationer fra multiple sensorer danner enorme mængder af data. Et typisk passagerfly genererer eksempelvis i dag mere data på én time, end hele verdens Twitter trafik gør på 24 timer. Hvis store datamængder skal lagres og bruges, kræver det en struktur, således at tilgangen til og brugen af data kan automatiseres. Hele denne struktur og den øgede genereren af data kaldes ofte 'Big data'.

Big data platforme udvikles hurtigt i disse år, og mange multinationale selskaber som eksempelvis IBM, Cisco og Hitachi har allerede deres Big Data platforme på plads.

Det vigtige for en kommune er at gøre sig klart, at de data, der opsamles i en kommune, er kommunens ejendom. Det kan sagtens være tredjepart, der installerer og opsamler data, men så længe det er data opsamlet på kommunens arealer, mener denne artikels forfatter at, disse data skal deles mellem tredjepart og kommune.

Der er to grunde til, at ejerskab af data er vigtig. Den første er, at næsten al data, der opsamles har værdi. Selv ubetydelige datasæt kan potentielt i fremtiden få værdi, eller kombineres med andre datasæt og da få værdi.

Sekundært, så bør ejerskab af data tilfalde kommunen, da data opsamlet til ét formål sagtens kan give mening at bruge til et andet. Et eksempel der allerede i dag er aktuelt er de mange cykelbarometre, der er installeret rundt omkring i byerne. Disse opsamler data ud fra observationer året rundt. Disse data kan eksempelvis bruges til at vise trafikmønstre og dermed indgå i trafikplanlægningen, og man kan danne dæmpningsprofiler til belysningen af cykelstien ud fra de selv samme data.

Mange kommuner har allerede i dag oplevet det økonomiske potentiale i Big Data. Dette i takt med at mere og mere geokodes og bruges aktivt. Andre har sparet penge ved at få foretaget big-data-analyser, med det formål at rense ud i fejl og mangler i kommunens datamateriale.

#### Fase 4: Dannelsen af information

Når data er opsamlet, lagret og 'udstillet' kan der dannes information. Tidligere brugte man begreber som 'data mining', når man skulle generere information ud fra store datamængder, og det var oftest arbejdstungt. I dag omdannes store mængder data til brugbar information hurtigt og effektivt ved hjælp af computere. Forskellige datakilder kombineres let i Big data platforme og sammenhænge (korrelationer), og mønstre kan afsløres uden problemer.

Netop sammenhænge og mønstre i data giver os information, hvis man samtidig ved hvad man skal bruge informationen til, giver det mening at holde øje med informationen aktivt og reagere på den modtagne information. Dette gøres i dag i mange tilfælde, og man bruger ofte ordet 'adaptiv' til at beskrive, hvorledes en løsning tilpasser sig og reagerer på de informationer, den modtager.

Begrebet 'machine to machine' bliver brugt i denne sammenhæng, altså at maskiner analyserer/overvåger data, reagerer på specielle datamønstre (som i 'if → then' sætninger), og kommandoer gives til andre maskiner. Dette gøres fuldt automatiseret uden menneskelig 'indblanding'.

Mekanismen, der reagerer på modtagne informationer, foregår ligeledes mange gange i løbet af et menneskes dag. Vi tilpasser os de informationer, vi modtager i al vores gøren og laden. Det er her vores sansesystem, der opsamler observationerne og sender disse data til vores hjerne, der oftest på basis af indlærte mønstre (erfaringer) danner informationer, der ændrer vores handlinger. Selvom vi som mennesker kan behandle mange observationer og data, så er der i vores hastigt udviklende verden et voksende antal informationer, som vi med hjælp af kunstig intelligens kan omforme til nyttig hjælp i dagligdagen.

#### Fase 5: Use-cases

En 'use-case' er et område, hvor de opsamlede informationer kan bruges på en intelligent måde, der giver en reduktion i ressourcer, en økonomisk gevinst, en livsforbedrende effekt (eller en kombination af alle tre), for et individ eller et kollektiv (kommune). 'Use-case' er i denne artikel brugt om en løsning som mange brugere kan drage nytte af, og ikke i meningen et eksperiment eller en test.

Først og fremmest er det vigtigt, at der er et behov. En undersøgelse af Frost & Sullivan fra 2013<sup>3</sup> siger at ca. 30% af trafikken i de store byer er bilister, der leder efter parkeringspladser. Denne undersøgelse har skabt et udtalt behov i byerne for at finde intelligente løsninger, der kan hjælpe billisterne til hurtigere at finde en parkeringsplads. Der er således opstået en mulig 'use-case', hvor sensorer, kommunikation, data, og information kan generere en nem løsning, der kan afhjælpe et ressourceproblem.

Dernæst skal der være et økonomisk rationale, således at en løsning ikke kun implementeres, fordi den er smart, men også fordi den giver en rimelig tilbagebetalingstid<sup>4</sup>.

Det, de fleste ser, når de bliver præsenteret for Smart City løsninger, er flotte, logiske præsentationer, hvor alt fungerer perfekt – og er (næsten) gratis. Alting vises med en smartphone eller tablet som udgangspunkt. Det er fordi, at det er 'use-casen', der er nem at fortælle og nem at forstå. Men bag en 'use case' ligger de fire ovennævnte faser, dannelse af information, databaser, kommunikation og observationer. En 'use case' fungerer ikke i praksis, uden at alle de foregående faser hænger sammen. Det er derfor en god idé at spørge ind til, hvad det kræver af kommunen i forhold til de 4 ovennævnte faser for at en 'use case' kan fungere i praksis. Hvis svaret tilbage er, at sælgeren/leverandøren selv sørger for, at de 4 første faser etableres, skal alarmklokkerne ringe. Det betyder som oftest, at virksomheden leverer et skræddersyet system, hvor data opsamlet fra virksomhedens sensorer ikke deles med kommunens database, hvor virksomheden etablerer egen kommunikation uden om kommunens, hvor virksomheden selv har databasen i egen struktur og hvor virksomheden selv danner informationsmønstrene som bruges i 'use casen'.

Det var i starten nødvendigt at designe løsninger på den måde, og det er lettere ikke at tage højde for samspillet med andre når man designer en løsning. Men sådanne systemer, ofte kaldet 'legacy systemer', kan ikke anbefales, med mindre de kan modificeres, således at de agerer på en fælles kommunikationsplatform og sender data til en fælles database.

### **Fremtidige Smart City installationer i kommunerne**

Der vil helt sikkert dukke hundredevis af 'use cases' op over de næste år. Mange af dem vil være rettet mod borgerne men stadig kræve, at der opsamles data i kommunen. Man vil måske endda opleve et folkeligt og/eller politisk krav om, at kommuner installerer Smart City udstyr for at kunne servicere borgernes behov.

Man kan kategorisere de 'use cases', som vil have stor interesse for kommunerne i to kategorier; den første omfatter cykliske serviceopgaver i offentlige arealer, og den anden indeholder scenarier, der indeholder så mange data/observationer, at de ikke let lader sig overvåge af mennesker.

Cykliske serviceopgaver kan eksempelvis være tømning af skraldespande (renovation), både private og offentlige. Disse tømmes i dag ud fra planlagte ruter med faste intervaller. De tømmes uanset, om der er behov for det eller ej. Optiske sensorer kan detektere om en affaldsspand er fyldt. De kan danne data, der automatisk laver en kørselsrute til renovationsarbejderen, således at han kun kører til de affaldsspande, der skal tømmes. Derudover kan der i forhold til borgerne laves afregning af renovation i forhold til faktisk forbrug, hvilket alt andet lige giver en ændret adfærd hos borgerne og dermed en reduceret 'produktion' af affald.

Et andet eksempel er vintertjeneste, som i mange kommuner er en opgave, der er en smule besværlig (nattevagt, vejruddigter, vognmænd, håndstrøning, etc.). Sensorer, der opsamler data for vejtemperaturen, kan i stedet placeres på udvalgte steder i kommunen. Data kan analyseres automatisk, og kørselsruter kan sendes til vognmændenes GPS systemer, samtidig med at SMS sendes til vognmænd om at der skal saltes nu. På denne måde eliminerer man de manuelle processer, og der saltes kun der hvor der er behov for det, hvilket vil gavne både kommunekassen og miljøet.

Komplicerede observationer er områder, hvor mængden af data er stor og hurtig skiftende. Parkering i byer er et eksempel. I dag ser vi flere kommuner, der i byer har informationstavler omkring ledige parkeringspladser i

<sup>3</sup> "Future of Vehicle Parking Management Systems in North America and Europe"

<sup>4</sup> Smart City installationer giver, i modsætning til hvad man måske skulle tro, ikke direkte automatisk låneadgang (Afsnit 4. Den automatiske låneadgang til andre formål end forsyning), i Økonomi og Indenrigsministeriets "Vejledning om kommuners låneadgang", og finansieringen af sådanne installationer kan derfor besværes.

parkeringsanlæg i byen. Det er en start, men dækker ikke parkeringspladser langs veje (enten markerede/båse eller umarkerede pladser). Her findes allerede løsninger hvor man kan vælge sin destination, og få information om hvor mange ledige P-pladser der er tæt på destinationen. Informationen er dynamisk og skifter i takt med den virkelige situation. Optiske sensorer monteres i masterne (til belysning) og identificerer selv 100% automatisk i real-time ledige pladser.

Et andet område er trafiksituationen i en by. Den har store elementer af tilfældighed, og trafikuheld, vejarbejder, eller andre situationer kan spille ind på belastningen på enkelte veje og påvirke både private, kollektive og cyklende trafikanter. I dag er der mange steder sensorer, der opsamler data, og disse undersøges for mønstre. Trafiksignaler og andet udstyr tilpasses automatisk ændrede situationer og hjælper trafikken på vej, men området kan udvides meget mere, og ekstra informationer til trafikanter kan eksempelvis gives via apps til smartphones. Ud over trafikale forsinkelser kan oplysninger som luftforurening, pollen og nedbør på den planlagte rute være nyttige for eksempelvis cyklister og andre trafikanter.

Det vigtige for kommuner er, at alt hardware i dag er udviklet og taget i brug, det er kendt og stabil teknologi. Det samme gælder for softwaredelen. Der skal måske udvikles interfaces (koblinger mellem IT systemer), men man står ikke over for store udviklingsprojekter eller andre usikkerheder. Der er en naturlig skepsis over for at være first-mover på teknologi områder i kommunerne, men på Smart City området bør der ikke være skepsis, da der allerede findes mange velfungerende løsninger.

### **Hvad findes i dag i Danmark som kommunerne kan lære af**

Et sted hvor der allerede i dag findes Smart City installationer er I DOLL<sup>5</sup>. I DOLL er målet at etablere de første tre faser i ovennævnte model, og derefter lade private virksomheder sørge for de sidste to. Det matcher perfekt den opgave som kommunerne står over for.

I DOLL findes mange forskellige slags sensorer og sensorteknologier. Sensorerne er typisk installeret på masterne således at adgang til strøm er lige for. Der findes allerede mange løsninger, og der findes identiske 'use-cases' løst på forskellige måder (eksempelvis 5 forskellige adaptive systemer til belysning på cykelstier eller 3 forskellige parkeringsløsninger).

Den installationsmæssige infrastruktur er opbygget således at der bruges den samme forsyning af el både til belysning, til Smart City sensorer og til et City Wifi. Alt går hånd i hånd uden problemer. Den kommunikationsmæssige infrastruktur er opbygget ved at der er trukket fiberkabler op i masterne (med 2-4 masters afstand), og i masterne er der placeret access points. Dette sikrer hurtig kommunikation og effektiv Wifi dækning af området. Fiber kablerne blev trukket samtidig med at der blev gravet til kabler til forsyningen af belysningsanlægget.

På databaseområdet er ideen at der simultant køres med flere forskellige Big Data platforme, for at vise forskellene, og ambitionen er at alle data som sensorer genererer i området udstilles gratis på de forskellige Big Data platforme.

Opbygningen og installationen af disse 3 første faser giver værdifuld viden og erfaring i forhold til de udfordringer kommunerne står overfor, og giver mulighed for at vise hvorledes DOLL og rådgiver<sup>6</sup> mener at Smart City potentialet skal indfries i praksis.

---

<sup>5</sup> DOLL er et Living Lab i Hersted Industripark i Albertslund. Det er støttet af Green Labs Danmark (Energistyrelsen), Vækstforum Hovedstaden (Region Hovedstaden) og Region Sjælland. Det dækker et område på ca. 2 kvadratkilometer, indeholdende ca. 15 km veje med ny LED vejbelysning, lysstyring og Smart City installationer. Målet med DOLL (der organisatorisk er placeret i Gate 21, et fælles kommunalt projekthus med fokus på grønne løsninger), er at give kommunerne beslutningsgrundlag og gennemsigtighed.

<sup>6</sup> Exlumi Consulting har siden juni 2013 arbejdet med Teknologichef (og projektejer) Kim Brostrøm omkring etableringen af DOLL Living Lab



## Hvordan fremtidssikrer man som kommune

Smart City begrebet er, som det måske forstås af denne artikel, en stor størrelse at håndtere for en kommune. Der er i dag masser af 'use-cases' på markedet, og mange kommuner oplever sikkert allerede, at sælgere banker på døren og vil sælge Smart City løsninger. Det, der som oftest er problemet med disse udmærkede 'use-cases' er, at det enkelte projekt ofte ikke er rentabelt i sig selv. Selve installationen af sensorer og kommunikationsudstyr er typisk der, hvor de store investeringer er.

Det er her, at belysningsanlægget kan hjælpe til. Helt præcist er det infrastrukturen fra belysningsanlægget, der kan genbruges. Der er nemlig vejbelysning de fleste steder, hvor der er borgere, og vejbelysning kræver strøm og master. Smart City udstyr kræver som regel også strøm, og et sted hvor udstyret kan monteres (eksempelvis i/på masterne).

Der er nogle installationsmæssige ting, der skal ændres i belysningsanlægget; Smart City udstyr skal have strøm 24/7, hvilket belysningsanlægget ikke skal, og forsyningen af strøm vil blive blandet (i dag er belysning, trafiksignaler, buskure, etc. typisk adskilt). Men disse ændringer er installationsmæssigt meget simple (og billige), så det er absolut muligt.

Selve kommunikationsdelen kan være en fremtidig udfordring, fordi de datamængder der skal videregives fra sensorer til databaser, er hastigt voksende. Derfor er stillingstagen til, og design af kommunikationslaget et vigtigt element i processen.

Hvis man som kommune stadig ikke er helt klar i forhold til, hvad der skal gøres omkring kommunikationslaget, kan man alligevel godt modernisere belysningen. I Ballerup Kommune fremtidssikrer man ved at grave fiberkabler ned til masterne sammen med el forsyningen, selvom der endnu ikke er truffet beslutning om hvilke former for Smart City applikationer, kommunen skal idriftsætte. I Frederikssund Kommune, hvor der ikke skal kabellægges, er kommunes fiberforbindelser kortlagt, og man har indført en procedure, hvor der i forbindelse med, at der gives gravetilladelser, kontrolleres for, om der allerede er fiber på gravestrækningen, og hvis ikke, så skal fiber lægges ned sammen med det gravearbejde, der ellers skal foretages. Begge metoder sikrer, at den dag, der skal etableres et kommunikationslag, så er kommunerne forberedt på det.

## Afrunding

Smart City begrebet vil blive hørt mere og mere i fremtiden. Det går stærkt, endog meget stærkt. Derfor bør kommunerne allerede i dag begynde at kigge på de 5 faser nævnt ovenfor. Selvom man som kommune ikke har strategien klar endnu, så er der stadig mange ting, man kan gøre i dag, der vil spare én for unødige investeringer om eksempelvis 5 år, når behovene for Smart City installationer er eksploderet.