

APRIL 2016  
KØBENHAVNS KOMMUNE

# SMART CITY INFRASTRUKTURANALYSE

RAPPORT





APRIL 2016  
KØBENHAVNS KOMMUNE

# SMART CITY INFRASTRUKTURANALYSE

RAPPORT

PROJEKTNR.

A076289

DOKUMENTNR.

VERSION

1.1

UDGIVELSES DATO

15. april 2016

BESKRIVELSE

Slutrapport

UDARBEJDET

THJN, HNRS, BSL,  
PGM, KSP, VIFO

KONTROLLERET

BHDA, KSP, BSL

GODKENDT

BHDA



# INDHOLD

1	Sammenfatning	7
2	Baggrund og formål	11
2.1	Baggrund	11
2.2	Formål	11
3	Metode	13
3.1	Metode – Afdækning af teknologiske muligheder	13
3.2	Metode – Behovsafklaring	14
4	Teknologiske muligheder (Top-down)	17
4.1	Mobilteknologier	19
4.2	LPWAN-teknologier	19
4.3	Fiber/kobber	20
4.4	Wi-Fi	20
4.5	Internet of Things, IoT	20
4.6	Anvendte teknologier i andre Smart Cities	21
4.7	Delkonklusion teknologi	22
5	Smart City – Idéer og behov (Bottom-up)	25
5.1	Delkonklusion på behovsanalysen	25
5.2	43 projektideer	26
5.3	Potentielle Smart City-projekter på den korte bane	28
6	Samlet konklusion og anbefalinger	29
6.1	Infrastrukturløsningskoncept for Smart City Copenhagen	29
6.2	Road-map for etablering af Københavns Kommune Smart City (2016-2017)	30
6.3	Vision for road-map og infrastrukturkoncept	33

## BILAG

Bilag A	Teknologiske muligheder	35
A.1	Hvad gør andre Smart Cities?	35
A.2	Planer hos forsyningsselskaber	37
A.3	Planer hos teleselskaber	38
A.4	Planer hos teknologileverandører	39
A.5	Eksempler på teknologiers geografiske dækning	42
Bilag B	Behovsafklaring	45
B.1	Indledning	45
B.2	Resultater for de fire vurderingskriterier	46
B.3	Resultater for de syv forvaltninger	49
B.4	Konklusioner	63

# 1 Sammenfatning

Mange byer verden over arbejder med at udvikle Smart City<sup>1</sup>-visioner og -strategier samt tester muligheder for udvikling og brug af ny teknologi til at understøtte Smart City-udviklingen. København er allerede langt fremme på banen og har udviklet en vision og igangsat en række initiativer til at virkeliggøre den.

Alle Københavns Kommunes forvaltninger er f.eks. allerede i gang med at udvikle ideer, som i den nye digitale verden bedre kan løse borgernes og kommunens behov (mere effektivt eller med højere kvalitet) med nye Smart City-teknologier. Et andet eksempel er igangsættelsen af initiativet Street Lab i det centrale København, som har til formål at indsamle og nyttiggøre mange typer af data fra sensorer i et geografisk afgrænset testområde.

Analysens formål	Formålet med nærværende analyse har været at vurdere perspektiverne for investering i digital infrastruktur og de typer af behov, som teknologierne kan understøtte.
Digitale teknologier	Fire hovedgrupper af digitale infrastruktur teknologier er blevet vurderet i forhold til etablering af et bydækkende Smart City-netværk i Københavns Kommune: <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Mobilnetværk (2/3/4/5G netværk)</li><li>&gt; LPWAN (Low Power Wide Area Networks, også kaldet IoT- eller sensor-netværk)</li><li>&gt; Wi-Fi-netværk</li><li>&gt; Kablede netværk (fiber-/købbernetværk).</li></ul>
Internet of Things	Heraf tilhører LPWAN den nyeste, men endnu ikke helt færdigmodnede gruppe, som er specielt udviklet til at understøtte Internet of Things (IoT). IoT omfatter enhver form for fysiske enheder (sensorer), som kan opsamle/måle informationer og kommunikere disse videre via internettet. IoT er centralt i relation til Smart City for løbende indsamling af information om tilstanden af byens aktiver.

---

<sup>1</sup>Smart City kan beskrives som en udvikling af byen, hvor en lang række informations- og kommunikationsteknologier integreres med henblik på forbedret styring af byens aktiver – så som transportsystemer, forsyningsnetværk, skoler, sundhedspleje, affaldshåndtering og øvrige kommunale services. Målet med Smart City er at forøge livskvaliteten for byens indbyggere gennem anvendelse af teknologi, der øger effektiviteten af byens services og tilfredsstillende indbyggernes øvrige behov.

**Behov for teknologi** Der er gennemført en delanalyse for at afdække mulighederne for at etablere en samlet og bydækkende Smart City-digital infrastruktur. Delanalysen viser, at kommunen i stort omfang kan anvende eksisterende netværksinfrastruktur fra teleselskaberne (fiber-/kobbernetværk og 3/4G-mobilnetværk) suppleret med LPWAN-netværk fra en eller flere af de netværksudbydere, der i løbet af 2016-2017 vil etablere denne type netværk i København. Wi-Fi-netværk indgår ikke den anbefalede infrastruktur; først og fremmest fordi den begrænsede rækkevidde vil medføre behov for etablering af tusindvis access points for at blive bydækkende, hvilket ikke skønnes at kunne svare sig økonomisk, når man ser på etableringsomkostninger og drifts-/ vedligeholdelsesomkostninger.

Kendetegnende for infrastrukturen er, at den er kommercielt tilgængelig med en høj grad af konkurrence mellem udbydere, hvilket formodentlig også vil være tilfældet for de kommende LPWAN-netværk, hvor flere udbydere er i gang med at etablere deres egen LPWAN-infrastruktur. Konkurrencesituationen blandt infrastrukturudbydere gør det usandsynligt, at kommunen kan etablere, drifte og vedligeholde en egen netværksinfrastruktur lige så billigt som virksomheder, der har netværksinfrastruktur som deres kerneforretning. Hertil kommer, at kommunens investering i egen infrastruktur vil medføre en risiko for fejlinvesteringer i et marked præget af hurtigt skiftende teknologier. Endelig er der de lovgivningsmæssige begrænsninger for kommunen ift. at drive en offentligt tilgængelig netværksinfrastruktur (jf. kommunalfuldmagten). Derfor ser COWI ikke et behov for, at kommunen selv anlægger digital infrastruktur til Smart City-formål, og anbefaler, at kommunen i stedet køber sig adgang til infrastrukturen.

Der er redegjort nærmere for de betragtede teknologier i rapportens kapitel 4.

**Andre byer** Når man betragter en stor del af de byer, der i dag påhæfter sig "Smart City"-brandet – heriblandt de tre europæiske byer Barcelona, Amsterdam og Stockholm, der er undersøgt i denne rapport – så er det kun en lille del af potentialet i Smart City-konceptet, der udnyttes: Der er tale om isolerede projekter, som ikke hænger sammen på tværs (siloer). Det er pilotprojekter, som kun er implementeret enkelte steder i byen. De steder, hvor man har udrullet en digital infrastruktur i større omfang, stilles den til rådighed uden nogen form for supplerende Smart City-services (eksempelvis interaktive applikationer og dataopsamling). Der opsamles få data, de er kun tilgængelige for den specifikke løsning, og de er svære at få adgang til i andre sammenhænge. Det er også symptomatisk, at det er svært at finde eksempler på business cases, der viser den opnåede værdi af de foretagne tiltag.

Med hensyn til den anvendte digitale infrastruktur viser gennemgangen af de tre byer, at den er baseret på fiber-/kobbernetværk og mobilnetværk, mens LPWAN-netværk endnu ikke er implementeret. Fiber-/kobbernetværk er rigt udbygget i Stockholm og Amsterdam og i mindre grad i Barcelona. Barcelona skiller sig ud ved at have relativt ambitiøse planer for udbygning af Wi-Fi-netværk. Imidlertid an-



vendes Wi-Fi i øjeblikket kun til at give borgere og turister gratis internetadgang<sup>2</sup>, og dermed ikke til egentlige Smart City-formål.

#### Intern læring

Arbejdet med infrastrukturenanalysen, herunder illustrationen af behovet for det tætte samspil mellem Smart City-idégenerering og teknologisk udvikling samt viden om den hastige udvikling i teknologileverandørernes mulige services, er en del af den læring, der er opsamlet ifm. analysen.

#### Overordnet strategi

Vurderingerne af behov og teknologi leder frem til en anbefaling af, at fokus for at fremme Smart City-løsninger i København i langt højere grad bør være på, hvordan man håndterer, opbevarer og udnytter indsamlet data frem for etablering af egen netværksinfrastruktur.

På infrastrukturensiden er der behov for etablering af en *Smart City Data-Hub*, hvor igennem information fra alle Smart City-projekter gøres tilgængelig for virksomheder, institutioner og kommunen selv med henblik på at skabe værdi ud fra informationen – eksempelvis gennem dataanalyser, udvikling af mobile apps og applikationer til brug for borgere og virksomheder.

I relation til kommunens forvaltninger og Smart City-teknologileverandører er der behov for at sikre løsninger, der giver værdi i forhold til kommunens målsætninger, og som kan integreres med Smart City Data-Hub'en, hvilket skal ske gennem rådgivning, kravspecificering og udbudsstyring. Til dette formål etableres et *Smart City Center* med de nødvendige kompetencer.

#### Road-map

På baggrund af de gennemførte analyser anbefaler COWI følgende aktiviteter for Københavns Kommune:

- 1 Udarbejdelse af en Smart City-projektstrategi.  
Forventet budgetramme: 0,5-1 mio. kr. Forventet tidsramme: 3-6 måneder
- 2 Udarbejdelse af Smart City-datastrategi.  
Forventet budgetramme: 1-1,5 mio. kr. Forventet tidsramme: 6-9 måneder
- 3 Planlægning, etablering og drift af Smart City Center.  
Forventet budgetramme: 5 mio. kr./år (ekskl. dataservices)
- 4 Specifikation og udbud af første Smart City-projekt kvalificeret ud fra Smart City-projektstrategien.  
Forventet budget- og tidsramme afhænger af den vedtagne Smart City-projektstrategi
- 5 Etablering af Smart City Data-Hub.  
Forventet budget- og tidsramme afhænger af den vedtagne Smart City-datastrategi.

---

<sup>2</sup> Hastigheden på offentligt Wi-Fi er reduceret for at undgå konkurrenceforvriddning ift. de private operatører.

Aktiviteterne 1-3 kan med fordel eksekveres i parallel med indbyrdes koordinering af afhængigheder og sammenhænge. Tilsvarende gælder aktivitet 4 og 5.

De enkelte punkter i road-mappen er nærmere beskrevet i afsnit 6.2.

## 2 Baggrund og formål

### 2.1 Baggrund

Københavns Kommune, Copenhagen Solutions Lab, har bedt COWI om at analysere muligheder for og udarbejde en plan for opbygning af digital infrastruktur til brug for etablering af smarte, digitale by løsninger.

I København er ambitionen for Smart City høj, og man ønsker frem mod 2020 at fastholde og styrke positionen som én af Europas tre "smarteste" byer og udnytte placeringen til at højne livskvaliteten i byen og skabe vækst og innovation i byens virksomheder.

Smart City tager i Københavns Kommune udgangspunkt i de muligheder, som opbygning af en dataplatform og en integreret digital infrastruktur tilbyder for at skabe en bedre og mere ressourceeffektiv by.

Smart City er ikke et mål i sig selv, men en metode til bedre at understøtte kommunens eksisterende målsætninger om livskvalitet og vækst, som de er beskrevet i eksisterende politikker f.eks. kommunens erhvervs- og vækstpolitik, klimaplanen, klimatilpasningsplanen m.v.

### 2.2 Formål

Analysens formål har været tredelt:

- › Afdække teknologiske muligheder for at etablere en bydækkende digital infrastruktur set fra et leverandørperspektiv (top-down)
- › Afdække behovet for smartere digitale infrastrukturløsninger fra et bottom-up-perspektiv – dvs. ud fra de projektidéer, der har været bragt på banen af de syv forvaltninger i Københavns Kommune
- › Etablere en road-map for, hvordan Københavns Kommune kommer i mål med ovenstående.



### 3 Metode

Projektets hovedanalyser har fulgt strukturen i projektets formål og er forløbet i to spor:

- > Teknologiske muligheder
- > Behov og idéer.

Resultater fra de to spor er til sidst samlet i et forslag til et løsningskoncept for Smart City i Københavns Kommune.



Figur 1, Den anvendte metode

Metoderne i de to spor beskrives nærmere nedenfor.

#### 3.1 Metode – Afdækning af teknologiske muligheder

Top-down-analysen er gennemført med udgangspunkt i interviews af en række infrastrukturudbydere, teknologileverandører og forsyningselskaber. Dette er sup-

pleret med desk-research af tre andre europæiske Smart Cities samt enkelte virksomheder, med hvilke det ikke var muligt at få arrangeret interview.

Følgende virksomheder/organisationer er blevet interviewet:

- > HOFOR
- > DONG
- > Frederiksberg Forsyning
- > Koncern Service, Københavns Kommune
- > AFA JCDecaux
- > TDC
- > Telenor
- > Cisco
- > Sigfox
- > Indesmatech (LoRaWAN repræsentant for SemTech)
- > Technolution (herunder Silver Spring Networks og Citelum qua fælles projekt i København)
- > DTU
- > IBM
- > Brunata.

Der er gennemført desk-research for følgende byer/virksomheder/organisationer:

- > Barcelona Smart City
- > Amsterdam Smart City
- > Stockholm Smart City
- > Hitachi Systems
- > Kamstrup
- > Dansk Industri Digital.

Den indsamlede information har været udgangspunkt for vores vurdering af de forskellige teknologier med hensyn til at indgå i en bydækkende Smart City-digital infrastruktur. Vurderingen er bl.a. baseret på teknologimodenhed, anvendelsesmuligheder, standardisering og kommerciel udbredelse. Den indsamlede information er opsummeret i Bilag A.

## 3.2 Metode – Behovsafklaring

Udgangspunktet har i denne sammenhæng været 42 projektforslag, der har været indmeldt af de syv forvaltninger i Københavns Kommune, og som er præsenteret i dokumentet "Smart City-projekter". Disse projektforslag er blevet genbesøgt via syv workshops med de syv forvaltninger, hvor nogle af projektforslagene er blevet vurderet ikke-relevante, mens nye projektidéer er blevet lagt på bordet. Dette har i alt givet anledning til en vurdering af 43 projektidéer.

De relevante projektidéer er på de syv workshops blevet vurderet/scoret efter fire kriterier:

- > Vurderingskriterie 1: Teknologiinvesteringens krav til infrastrukturteknologi og synergi med andre mulige teknologiinvesteringer

- › Vurderingskriterie 2: Driftsøkonomiske gevinster for kommunen
- › Vurderingskriterie 3: Erhvervs- og beskæftigelsesvækst i Københavns Kommune
- › Vurderingskriterie 4: Livskvalitetsforbedringer for borgerne.

Det bør i denne sammenhæng understreges, at projektidéerne ikke nødvendigvis er født i forvaltningerne med driftsøkonomiske besparelser eller med nye digitale teknologimuligheder for øje. Dette betyder samtidig, at formålet med scoringerne ikke umiddelbart er at vælge nogle projektidéer frem for andre for videre støtte, men mere at få et indblik i, hvilke typer gevinster forskelle typer projekter kan lede til, og hvad det kræver af forskellige digitale løsninger. Dette indblik er så holdt op mod resultatet af top-down-analysen for at få et indblik i mulighederne for at opfylde sådanne digitale krav ved udbygningen af den digitale infrastruktur i København.

Endelig bør det understreges, at scoringerne er givet af forvaltningerne selv. Så hvis formålet direkte havde været af opnå finansiering af projektidéerne, ville der muligvis have været en bias mod høje scores.

Den samlede afrapportering af behovsafklaringen kan ses i Bilag B.





## 4 Teknologiske muligheder (Top-down)

Udgangspunktet for denne del af analysen har været informationsindsamling vedr. relevante Smart City-infrastrukturteknologier samt anvendt og planlagt infrastruktur i andre europæiske byer, der arbejder målrettet med Smart City-konceptet.

Markedet er i dag præget af en lang række forskellige teknologier. Tabel 1 viser en oversigt over de teknologier, som vi i undersøgelsen har mødt hos forsyningselskaber, teleselskaber og teknologileverandører.

Ud over de udvalgte teknologier, der er vist i tabellen, er der yderligere teknologier på vej, som kan komme til at spille en rolle i en fremtidig infrastruktur. Specielt på LPWAN-området er der ikke nogen entydig vinder på nuværende tidspunkt, da teknologien er forholdsvis ny. Og det må forudses, at der i en årrække vil findes flere konkurrerende teknologier på dette marked.

Tabel 1: Oversigt over udvalgte infrastrukturteknologier

Gruppering	Betegnelse	Type	Datahastighed	Energiforbrug	Andet
Mobil-netværk	LTE Advanced	4. generation mobilnet	Teoretisk: 10 Mbps (CAT 1) til 600 Mbps (CAT 11-12). Maks. datahastighed øges til 3-4 Gbps når mobilnetværk implementerer CAT 14	Kort batterilevetid	I Danmark findes kun LTE som 4G-teknologi. Anvender 800, 1800 og 2600 licensbånd. DK operatører: TDC, Telenor/Telia og 3. LTE har bedre rækkevidde end 3G-teknologier på tilsvarende frekvenser
	3G	3. generation mobilnetværk	Teoretisk: UMTS 384 Kbps-2 Mbps HSPA 600 Kbps-10 Mbps	Kort batterilevetid	Anvender 900-2100 bånd. DK operatører: TDC, Telenor/Telia og 3
	2G/GSM	2. generation mobilnetværk	Teoretisk: 2G 9,6 Kbps GPRS/EDGE 35-384 Kbps	Medium batterilevetid	I DK: TDC, Telenor/Telia. Forventes at fungere 3-5 år endnu, inden 2G-bånd lukkes
LPWAN-netværk	LoRaWAN	Low Power Wide Area Network	Teoretisk: 0,3-50 Kbps I praksis: 0,3-25 Kbps	Lang til ekstra batterilevetid alt efter kategori	Lang rækkevidde, i byzone typisk 1-3 km. ISM-bånd
	LTE MTC <sup>3</sup>	MTC machine-type netværk	Teoretisk: CAT 200 khz, up 200kbps/down 144 Kbps down CAT 1,4 Mhz down 1 Mbps/up 1 Mbps	Medium-lang batterilevetid	Anvender typisk 800 LTE-bånd
	Sigfox	Ultra-narrow band netværk	12-100 bps	Ekstra lang batterilevetid	Lang rækkevidde. ISM bånd. Maks. 140 beskeder tilladt pr. dag.
	SilverSpring Networks	Radionetværk	Variabel båndbredde grundet kombination af flere teknologier	Medium-ekstra lang batterilevetid	Radio ISM 900 MHz og 2,4 GHz
	NB-IoT	LTE Narrow-Band IoT-netværk	30-250 Kbps	Ekstra lang batterilevetid	Lang rækkevidde. LTE guard-bånd
Kablet netværk	Kobber	Kablet kobberforbindelse baseret på Ethernet	Båndbredder på Mbps til 100 Gbps	Ej relevant	Stabile forbindelser
	Fiber	Kablede lyslederfiberforbindelser	Op til 100 Gbps pr. fiberpar	Ej relevant	Lang rækkevidde, stabile forbindelser
Wi-Fi	Wi-Fi	Trådløst netværk	11 mbps	Kort batterilevetid	Kort rækkevidde 20-50 meter. 2,4 og 5 GHz ISM-bånd

<sup>3</sup> LPWAN-netværk baseret på mobildatanetværk LTE Advanced REL 13.

## 4.1 Mobilteknologier

2G/3G/4G samt LTE er teknologier, som mobilteleoperatørerne understøtter, samtidigt med at de bl.a. med LTE MTC udbygger standerne til også at være optimeret til sensorkommunikation. Teknologierne udvikler sig løbende, og den nyeste 5G-standard, som forventes at være på markedet i 2020, regner med at kunne komme op på hastigheder op imod 1 Gbps.

## 4.2 LPWAN-teknologier

For at sensorer fungerer, skal de have opkobling til et netværk. Mange sensorer har ikke kablet netværksforbindelse eller kablet strøm (hvilket også vil forøge prisen markant), hvorfor de bruger et trådløst Low Power Wide Area Network (LPWAN). En del LPWAN-standarder arbejder i såkaldte mesh, hvor access points kommunikerer på tværs og udveksler trafik med enkelte access points, som har en kablet internetopkobling. Dette reducerer omkostninger til kabling til access points.

En god dækning med LPWAN afhænger af anvendelsesbehov. Visse typer sensorer sender med meget lav sendestyrke for at holde længe eller er placeret, hvor signaludbredelsen er ringe. Disse kræver et access point inden for en rimelig kort afstand. Andre sensorer kan have kablet strøm og kan derfor sende med høj udgangseffekt. Idet et LPWAN vil skulle understøtte alle typer sensorer, vil det nødvendige antal access points i et givet byområde bl.a. afhænge af disse parametre.

### LoRaWAN

LoRaWAN er en teknologi, der understøtter lavt batteriforbrug og muligheden for at kommunikere over lange afstande. Netværket bygges op af omkring gateways, der samler data op fra sensorerne og sender dem videre til centrale servere. Data-mængder er små, og der er gøres meget ud af sikre data i kommunikationen. Understøttes af mange af de store chip- og teknologileverandører.

Der er ikke umiddelbart planer om et landsdækkende LoRaWAN-netværk i Danmark, men der findes flere private udbydere f.eks. Seas/NVE, og Frederiksberg Forsyning er også ved at etablere eget LoRaWAN-netværk.

### Sigfox

Sigfox er et fransk firma, der har udviklet sin egen teknologi til løsning til deres netværk, og det er derfor et lukket system. Data fra sensorerne placeres i centrale datacentre, hvor kunderne har adgang og fulde rettigheder til egne data. Sigfox er ved at opbygge eget netværk i Danmark, og det forventes fuld udbygget i hele Danmark i 3. kvartal. Firmaet har projekter i flere kommuner rundt om i Danmark.

### Silver Spring Networks

Silver Spring Networks er et privatejet amerikansk firma, der især har slået sig op på opsamling af energidata (el, vand og varme) og har opbygget egen teknologi, der giver sensorerne lave batteriforbrug, lang rækkevidde og mulighed for at sende energidata til centrale opsamlingspunkter.

Silver Spring Networks opbygger i København et mesh-netværk, der bl.a. giver mulighed for at styre de enkelte lyskilder i master omkring tænd og sluk samt evt. dæmpning, når der ikke er bevægelse i området. Netværket er Silver Spring Networks' ejendom, og evt. adgang til dette skal ske via Silver Spring Networks.

### NB-IoT

NB-IoT er en teknologi, der forsøges standardiseret af nogen af de største producenter og leverandører af infrastruktur. NB-IoT benytter særlige ISM-radiobånd, der ligger i yderkanten af de etablerede frekvensbånd og benytter disse til at sende og modtage små datapakker.

## 4.3 Fiber/kobber

Kablede forbindelser, der binder centrale komponenter sammen. På kortere strækninger benyttes kobber, og over længere strækninger, samt hvor der er behov for særligt høje hastigheder, benyttes fiber.

## 4.4 Wi-Fi

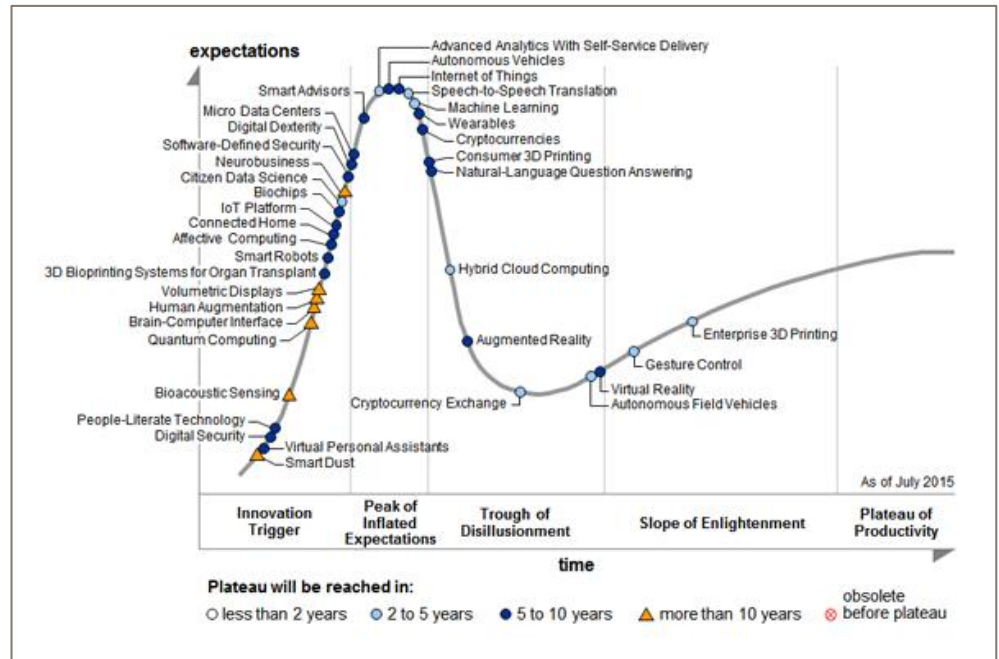
Wi-Fi er en trådløs kommunikation primært brugt indendørs i boliger og erhvervs-ejendomme. Benyttes også flere og flere steder i offentlige bygninger eller offentlig transport og trafikknudepunkter. Standarder benytter to frekvensbånd, 2,4 og 5 GHz, og udvikles løbende til større båndbredder. Den fysiske rækkevidde er begrænset, og med øget båndbredde falder rækkevidden yderligere.

I relation til en bydækkende Smart City-infrastruktur har Wi-Fi en række ulemper: For det første den korte rækkevidde, som vil kræve opsætning af mange tusinde access points i en by af Københavns størrelse, hvilket vil resultere i høje etablerings- og vedligeholdelsesomkostninger. For det andet trænger Wi-Fi-signaler dårligt gennem murværk/beton/jord, således at kommunikation med udstyr/sensorer i f.eks. kloakker vil være et problem. For det tredje har Wi-Fi-netværk den ulempe, at der ikke er mulighed for roaming, hvilket betyder, at brugeren skal logge ind på de forskellige Wi-Fi-netværk, der findes i byen – f.eks. kommunens, Movias og DSB's netværk. Denne problematik vil kunne løses med den nye Hotspot2.0-teknologi, men det forudsætter, at netværksejerne åbner op for dette, hvilket er usikkert. For det fjerde kræver Wi-Fi-baseret kommunikation større energiforbrug end f.eks. LPWAN-baseret, hvilket har betydning ifm. mange IoT-anvendelser.

## 4.5 Internet of Things, IoT

IoT er ikke en infrastrukturteknologi, men har en så central rolle i relation til den digitale Smart City-infrastruktur, at det er valgt at introducere den her.

IoT er en teknologi, man har store forventninger til – jf. bl.a. Gartners hypekurve for nye teknologier.



Figur 2: Gartners "hypekurve" for nye teknologier (<http://www.gartner.com/newsroom/id/3114217>)

Grundlæggende handler IoT om at omsætte det, man har gjort i industriens produktionsmiljøer gennem mange år, til hele bymiljøer: Næmlich at opsætte/installere sensorer forskellige steder ude i virkeligheden for at måle og overvåge tingenes tilstand med henblik på at kunne agere i forhold til ændringer eller proaktivt forebygge. Når IoT alligevel får denne opmærksomhed, skyldes det bl.a., at den teknologiske udvikling gennem de seneste år nu åbner mulighed for at realisere anvendelsen af IoT i bymiljøer med stor geografisk udbredelse og til såvel indendørs som udendørs anvendelser. Ny teknologi har gjort sensorerne mindre, billigere, mere strømbesparende mv. Hertil kommer etableringen af standarder for kommunikation mellem sensorer og computersystemer samt udrulning af trådløse netværk, som sammenlagt understøtter en økonomisk overkommelig implementering af IoT i byen. Alle de ovenfor nævnte infrastrukturteknologier kan i princippet understøtte IoT, men for en lang række IoT-anvendelser vil krav om lang batterilevetid og placering af sensorer på svært tilgængelige steder medføre åbenlyse fordele ved anvendelse af LPWAN-teknologierne.

## 4.6 Anvendte teknologier i andre Smart Cities

Via desk-research er der indsamlet information om infrastrukturen i byerne Barcelona, Amsterdam og Stockholm, som ofte fremhæves i Smart City-sammenhæng. De tre byer er udvalgt i samråd med Københavns Kommune.

Der findes ingen sammenhængende beskrivelser af den samlede Smart City-infrastruktur i de tre byer. Informationen om byernes infrastruktur er derfor stykket sammen af en lang række tilgængelige kilder – først og fremmest på internettet, men også fra rapporter, artikler m.m.

Generelt set anvender byerne et miks af teknologier bestående af fiber-/kobber-netværk, mobilnetværk og Wi-Fi-netværk, afhængig af det aktuelle anvendelses-

område. LPWAN anvendes ikke, hvilket uden tvivl hænger sammen med, at denne nye infrastrukturteknologi først vil blive udbredt i de kommende år.

Fiber-/kobbernetværk anvendes hovedsageligt til etablering af netforbindelser for virksomheder, institutioner og private brugere – herunder bredbånd til internet og TV. Denne type netværksinfrastruktur er rigt udbygget i Stockholm og Amsterdam og i mindre grad i Barcelona. Stockholm adskiller sig fra de øvrige byer, derved at fibernetværket er etableret og ejet af et offentligt selskab ejet af Stockholm By, som sælger kapaciteten videre til private teleoperatører, virksomheder og boligselskaber. Det er svært at vurdere eventuelle fordele for Stockholm By ved selv at investere, vedligeholde og drifte netværket frem for at købe sig adgang til private operatørers netværk i et konkurrencepræget marked. Det umiddelbare indtryk er imidlertid, at den bymæssige udbredelse af netværket ikke er større end i f.eks. København, og at der for slutkunderne ikke er nogen væsentlig forskel i pris/kapacitet. I Amsterdam og Barcelona er etableringen sket vha. private operatører.

Mobilnetværk er baseret på 3/4G og er generelt dækkende i alle tre byer. Netværkene er etableret og drevet af private teleoperatører.

Wi-Fi-netværk anvendes kun i begrænsede områder af byerne. Barcelona har de mest ambitiøse udbygningsplaner, men der planlægges ikke et bydækkende net. I øjeblikket er der etableret Wi-Fi ved busstoppesteder, og planerne er at udvide dette til parker, stationer og visse offentlige bygninger. I Amsterdam er der etableret Wi-Fi i enkelte områder af byen, hvor man vil afprøve Smart City-teknologier. I Stockholm er der kun etableret Wi-Fi i enkelte trafikknudepunkter som eksempelvis Stockholms Centralstation.

I det tre byer anvendes de etablerede Wi-Fi-netværk først og fremmest til at tilbyde offentligt gratis Wi-Fi. Af hensyn til konkurrencen med de private teleoperatører er Wi-Fi-båndbredden reduceret.

## 4.7 Delkonklusion teknologi

Det giver god mening for Københavns Kommune at forholde sig til udvikling af Smart City-infrastrukturen. Det vil reducere risikoen for fejlinvesteringer i infrastruktur, reducere omkostningerne til etablering og drift af byens Smart City-løsninger samt gøre det nemmere at integrere løsningerne på datasiden med henblik på at opnå den fulde effekt af Smart City-tankegangen.

Flere teknologikombinationer er nødvendige for at dække et bredt udsnit af Smart City-behov. Der er ikke en enkelt teknologi, der kan understøtte alle krav og ønsker, og der vil i en periode sandsynligvis være behov for at benytte flere enslydende teknologier parallelt for at understøtte smart City-projekterne med den bedste og billigste løsning.

En del af den anbefalede infrastruktur er allerede etableret i København og bliver fortsat udbygget. Dette omfatter fiber-/kobbernetværk og 3/4G-mobildata. Disse teknologier er i dag udbredt over hele København.

Etablering af Wi-Fi i det offentlige rum bliver ofte fremhævet i Smart City-sammenhæng – bl.a. for at give turister gratis adgang til internettet. Størstedelen af kommunens egne borgere har allerede adgang til billig og effektiv datakommunikation gennem deres 3/4G-mobilabonnement, og med EU's tiltag om harmonisering af roamingtaksterne fra juni 2017 vil alle EU-borgere fremover kun skulle betale lokal-takst i København ved brug af 3/4G-nettet. Det vil således kun være turister uden for EU, der kan pålægges højere takster. Derved bortfalder et væsentligt argument for at stille Wi-Fi til rådighed for turister.

Anvendelsen af Wi-Fi til at følge borgernes bevægelser gennem byen kan være relevant i Smart City-sammenhæng, men vil kunne opnås i langt større grad gennem samarbejde mellem kommunen og teleselskaberne om deling af anonymiserede data fra 3/4G-nettet (forudsætter borgernes tilsagn). Denne vurdering er baseret på, at teleselskaberne, ifm. udarbejdelsen af nærværende analyse, har tilkendegivet interesse for at dele sådan data med kommunen.

For så vidt angår LPWAN-netværk (sensornetværk) er der p.t. ikke etableret løsninger, men dette vil, efter de foreliggende planer hos udbydere, ske i løbet af 2016, hvor flere kommercielle netværk etableres. Der kan derfor ikke på nuværende tidspunkt udpeges en enkelt teknologisk favorit blandt disse. De forventes dog alle at kunne understøtte en Smart City-infrastruktur (IoT). Valg af teknologi vil afhænge af dels tekniske parametre (behov for data, batterilevetid, antal kontakter) og dels kommercielle parametre (pris, udbredelse, konkurrence mellem udbydere).

Københavns Kommunes bygninger, intelligente lygtepæle og busskure vil kunne udgøre basis for etableringen af et LPWAN-netværk, idet de er forberedt for at blive tilkøbt den eksisterende fiber-/kobberinfrastruktur og vil kunne give en tilstrækkelig dækning i byområdet.

Kendetegnene for alle elementerne i infrastrukturen er, at enslyggende produkter tilbydes af flere kommercielle leverandører, og at dette også vil være tilfældet for LPWAN-netværk. Med andre ord: Infrastrukturen vil være til rådighed for Københavns Kommune og tilbydes af flere leverandører.

Det må forventes, at der også i fremtiden vil fremkomme nye infrastrukturteknologier med relevans for Smart City, som enten vil supplere eller erstatte de kendte teknologier.

Det vurderes at være hverken påkrævet eller hensigtsmæssigt, at Københavns Kommune selv etablerer en Smart City-netværksinfrastruktur, når de nødvendige infrastrukturelementer findes i forvejen eller er under etablering. Yderligere er mulighederne for Københavns Kommune for at etablere telekommunikation/internet til brug i det offentlige rum begrænsede af kommunalfuldmagten. Endelig er det svært at vurdere, hvilke teknologier der vil overleve, og hvilke nye der vil fremkomme, med deraf følgende risiko for fejlinvestering. Specifikke Smart City-initiativer kan imidlertid godt forudsætte og dermed initiere en nødvendig udbygning af infrastrukturen – f.eks. i områder med dårlig 3/4G-dækning. Men også i disse tilfælde kan det med fordel ske i samarbejde med netværksudbydere.

Ser man på Smart City-infrastrukturen i andre europæiske storbyer som Barcelona, Amsterdam og Stockholm, så har alle byer en fiber-/kobberinfrastruktur. I Barcelo-

na har man ambitiøse udbygningsplaner for offentligt Wi-Fi, mens det i Amsterdam og Stockholm er afgrænset til få lokationer. Wi-Fi-båndbredden i Barcelona er dog kraftigt beskåret (256 Kbit) for ikke at konkurrere med de private internetudbydere. På IoT-området bærer de tre byer præg af, at man p.t. arbejder med mindre og isolerede pilotprojekter, som enten baseres på den forhåndenværende infrastruktur – eksempelvis 3/4G til overvågning af affaldsbeholdere eller proprietære løsninger fra leverandørerne – eksempelvis Smart Metering og trafikstyring. I alle byerne ser der ud til at være en erkendelse af, at der er behov for et opgør med de tekniske "siloplatforme" for at få fuldt udbytte af Smart City-konceptet; dvs. der skal etableres fælles platforme til deling og distribution af data på tværs af Smart City-projekter.

Et fuldt udbytte af Smart City-tankegangen bygger i høj grad på at tilvejebringe, kombinere, bearbejde og distribuere information. Meget af værdien i Smart City ligger i data, og det er derfor afgørende, at data er tilgængelige og kan "bringes i arbejde" for at give øget værdi. Kommunen skal derfor sikre sig kontrol over data. Data kan byttes med data fra andre dataejere – f.eks. teleselskaberne, der har interesse i at bytte data og dermed skabe øget værdi. Det er derfor et væsentligt element i Smart City-infrastrukturen at etablere faciliteter til at give adgang til data genereret af de enkelte Smart City-løsninger. Denne observation underbygges bl.a. af erfaringer fra andre byer, der arbejder med Smart City-konceptet.

En fælles dataplatform for al Smart City-relateret data åbner mulighed for at udføre analyser eller skabe Smart City-løsninger, der kombinerer forskellig information og på baggrund af denne skaber værdifuld information til gavn for kommunens borgere. Eksempelvis kunne forureningsdata opsamlet af miljøsensorer kombineres med data for fremkommelighed med henblik på at udvikle en cykelruteplanlægger, der kan lede cyklisten hurtigst gennem byen og uden om de mest forurenede vejstrækninger.

En sådan *Smart City Data-Hub* kan enten fysisk opsamle data gennem snitflader til Smart City-løsningerne eller udstille et servicekatalog, der beskriver adgangen til data i de forskellige løsninger.

En anden væsentlig komponent for at kunne realisere datadeling er fastlæggelse af retningslinjer og standarder for alle fremtidige Smart City-projekter mht. krav til dataindhold (herunder metadata), vedligehold af data, dataadgang og -opbevaring samt ejerskab/brugsret til data. Retningslinjerne kan evt. udvides med krav til anvendelse af bestemte infrastrukturteknologier (eksempelvis hvis kommunen tidligere har anskaffet tilsvarende sensorudstyr). Denne komponent kan f.eks. realiseres gennem etablering af en konsulent- og udbuds-/leverandørstyringsfunktion inden for Smart City-området – et såkaldt *Smart City Center*.

Smart City Centeret har en koordinerende rolle ikke bare i relation til kommunens egne Smart City-projekter, men også på tværs af kommunegrænser for så vidt angår Smart City-initiativer, der rækker ud over kommunens grænser.



## 5 Smart City – Idéer og behov (Bottom-up)

### 5.1 Delkonklusion på behovsanalysen

#### 5.1.1 Behovet for digitale netværk

De aktuelle 43 projektidéer fra de syv forvaltninger i Københavns Kommune kan samles i nogle typer i forhold til behovet for digital infrastruktur for at understøtte virkeliggørelse af idéerne. Sammenhængen mellem typen af behov (bottom-up-efterspørgslen) og de mest egnede teknologiske muligheder for digital infrastruktur (top-down) er illustreret i Tabel 2. Mobilnetværk er en anvendelig teknologi for alle typerne af projektidéer, men meget snart forventer vi, at LPWAN-netværk vil være væsentligt mere egnet for de fleste sensorbaserede projektidéer.

Tabel 2: Vurdering af behov for adgang til mest egnede digitale infrastrukturløsninger

Projekttyper	Digitale infrastrukturteknologier		
	LPWAN-netværk	Mobilnetværk	Kabelnetværk (fiber/kobber) <sup>4</sup>
Ny information om kommunen til borgere/ turister (enten via nye apps eller internetsider)		✓	✓
Skærmmøder (i stedet for fysiske møder)		✓	✓
Registrering via sensorer (af f.eks. forbrug i bygninger, vand i kloakker, affaldsmængder)	✓	(✓)	
Overvågning via sensorer (arealer, genstande)	✓	(✓)	
Effektivisering af kommunale arbejds gange, som kræver kommunikation "på farten" (f.eks. brug af elektroniske nøgler og kørebøger i hjemmeplejen)		✓	

## 5.2 43 projektideer

Vurderingen af 43 projektidéer fra de syv forvaltninger i Københavns Kommune til Smart City-digitale løsninger giver anledning til følgende delkonklusioner, som er indspillet fra "behovsanalysen" til den samlede analyse:

- › Projektidéerne stiller ikke store krav til nytænkning i opbygningen af en Smart City-infrastruktur. Med dette menes, at de foreslåede digitale løsninger, som forvaltningerne vil gøre brug af til at forbedre deres service til virksomheder, borgere og turister, ofte kun kræver adgang til kendte digitale infrastrukturer, primært 4G-netværk eller egen internetadgang i øvrigt. Det bør dog i denne sammenhæng understreges, at projektidéerne ikke nødvendigvis er født i forvaltningerne med nye digitale teknologimuligheder for øje. Fokus i projektidéerne er i stedet på, at kommunikationen til/fra mobile digitale enheder er stabil og tilgængelig overalt (i kommunale og private bygninger og i det fri).
- › Forvaltningerne har fokus på mobile digitale enheder, og hvordan de kommer ud til brugerne. Nytænkningen eller udviklingen af digitale løsninger fokuserer således på, hvordan mobile digitale enheder – både software (f.eks. app og Lync) og hardware (f.eks. tablet og PC) – udvikles/anskaffes og kommer ud til brugerne og bliver brugt. Med andre ord er det ofte et spørgsmål om logistik, f.eks. hvordan forvaltningen holder styr på hvilke borgere, der har eller skal

<sup>4</sup> For nogle af projekttyperne kan brugerne alternativt anvende anden tilgang til internettet - f.eks. fra eget Wi-Fi.

have hvilke mobile digitale enheder. Eller sagt med andre ord: "Forvaltningerne vil gerne bruge biler – men ikke bygge veje".

- › Infrastruktur påvirker projektidéer, og projektidéer påvirker infrastruktur. I forlængelse af de to foregående konklusioner kan man sige, at vi har lidt af en hønen-og-ægget-problematik. På den ene side kunne en bedre digital infrastruktur i København end på nuværende tidspunkt måske have ledt til mere teknologisk nytænkende projektidéer fra forvaltningerne. Faktisk er det jo sådan, at IoT-netværk forventes at blive udrullet i København i 2016, men det har ingen af projektidéerne taget med i overvejelserne – og dermed bør de muligvis genovervejes. På den anden side vil beslutningen om en bedre digital infrastruktur i København være påvirket af de krav, der stilles af projektidéerne. Denne delkonklusion bør således især sammenholdes med den tilsvarende delkonklusion fra top-down-analysen.
- › Mange af de digitale løsninger vil være en udgift for kommunekassen. Dette skyldes, at en del af de foreslåede nye teknologier stilles til rådighed for brugerne, uden at der kræves brugerbetaling. Brugere kan være virksomheder, borgere og turister eller kommunalt ansatte, der gør brug af de nye muligheder, når de udøver service til virksomheder og borgere.
- › En del af de digitale løsninger vil give effektivitetsgevinster, som giver besparelser på kommunale budgetter. Dette gælder især projekter, hvor den digitale løsning er med til at reducere energiforbruget i kommunale bygninger, men det gælder også projekter, hvor de digitale løsninger letter arbejdet for kommunalt ansatte. Faktisk kunne man godt forestille sig, at flere af projekterne bliver billigere – og dermed udgør et større driftsøkonomisk potentiale – når IoT-netværk bliver udrullet og kan erstatte nogle af de dyre Wi-Fi-løsninger.
- › Gevinster for erhvervslivet gennem bedre erhvervsservice. Ingen af projektidéerne stiller som så digitale løsninger direkte til rådighed for de københavnske virksomheder, men en del af projektidéerne retter sig mod, at virksomhederne får gavn af mere og bedre kvalitet af kommunens erhvervsservice – herunder i forbindelse med rekruttering af medarbejdere og dermed en mulig beskæftigelsesgevinst.
- › Gevinster for erhvervslivet gennem anvendelse af data. Mange af de digitale løsninger – f.eks. sensorer og logningsinformation – giver mulighed for opsamlingen af *big data*, som kan have kommerciel værdi på længere sigt, hvis anvendelsen af sådan data anslås lovlig. Forvaltningerne og teknologileverandørerne har en forventning om, at brugen af ny teknologi i kommunalt regi på nogle områder vil give virksomhederne erfaringer, som de efterfølgende kan bruge til at udvikle deres forretning over for andre kunder. Det konkrete erfaringsgrundlag er dog meget beskedent.
- › En del af de digitale løsninger vil direkte blive brugt af borgerne, hvor de selv vælger, hvor meget de vil bruge dem. Dette anses for at være en væsentlig forbedring af livskvaliteten.
- › Gevinster for borgerne gennem bedre borgerservice. Endelig vil en del af projektidéerne på kort sigt lede til livskvalitetsforbedringer via højere kvalitet af

serviceudbuddet. Dette er ikke overraskende, da mange af projektidéerne er født i forvaltningerne med bedre borgerservice for øje. Dette kan f.eks. være bedre service over for cyklister, der prøver at finde den hurtigste vej gennem Københavns gader, eller det kan være elektroniske nøgler, der giver større sikkerhed for borgerne i nøglehåndteringen.

### 5.3 Potentielle Smart City-projekter på den korte bane

Med udgangspunkt i vurderingen af projektideerne kan der peges på et antal projekter, som scorer pænt højt på både god kommunal driftsøkonomi og væsentlig forøget livskvalitet for borgere/turister. Disse projektidéer vil være et godt udgangspunkt for en detaljeret verificering af deres potentialer.

*Tabel 3: Udvalgte projektidéer med potentialer for så vidt angår driftsøkonomi og øget livskvalitet for borgere/turister*

Projektidé	Forvaltning
Skærmbesøg	SUF
Digitalt henvendelsesoverblik	KFF
Digitalisering af betalingsparkering	TMF
Forsøg med sensorer for renholdelsesniveau og affald	TMF
Overvågning af legepladser – skadedyr/kanyler mv.	TMF
Sikre og genfinde stjålet materiel og borgernes cykel	TMF
Temperaturmålere og ruteplanlægningsmodul til saltning af veje	TMF
Miljøtjenestens GIS-baserede undervisning og dataindsamling	BUF
Elektroniske nøgler + kørebøger til hjemmeplejen	SOF
Mobile digitale løsninger til borgerne	SOF
Central styring og genopretning af energiforbrugende tekniske (CTS) anlæg	ØKF
Digitalisering af ejendomsdata (3.000 bygninger) til open data-plattform for kommunens ansatte	ØKF

## 6 Samlet konklusion og anbefalinger

### 6.1 Infrastrukturløsningskoncept for Smart City Copenhagen

Med udgangspunkt i resultaterne fra undersøgelsen af infrastrukturteknologierne i kapitel 4 har vi udarbejdet en konceptuel Smart City-infrastruktur for Københavns Kommune.

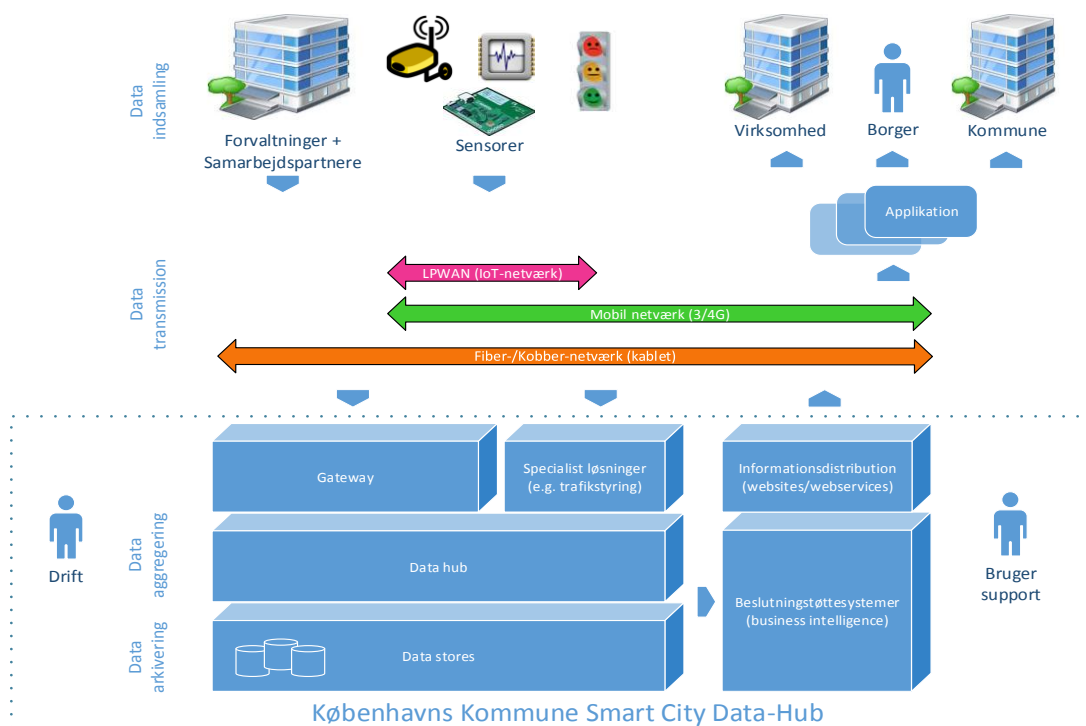
Grundelementerne i infrastrukturen er illustreret i Figur 3 og er baseret på eksisterende kommercielt tilgængelige fiber-/kobbernetværk, mobilnetværk samt kommende LPWAN-netværk. Hertil kommer Smart City Data-Hub'en, som er et centralt element i infrastrukturen.

Fiber-/kobbernetværket varetager behovet for kraftige netværksforbindelser i kommunens forvaltninger (både brugere og leverandører af Smart City-relaterede data), virksomheder (bruger og evt. leverandør af data), private hjem samt større Smart City-installationer i bymiljøet så som trafik- og signalstyring og access points for andre dele af infrastrukturen. It-løsninger i kommunens forvaltninger og hos samarbejdspartnere (f.eks. teleselskaber og forsyningsvirksomheder) leverer via denne del af infrastrukturen en lang række datasæt, som anvendes i Smart City-projekter. Eksempler på datasæt kan være digitale kort/vejnet over kommunen, information om parkeringspladser, statistisk data fra kommunen, buskøreplaner mv.

Mobilnetværk dækker først og fremmest behovet for adgang til Smart City-information fra borgernes og turisters mobile enheder, men også dataindsamling fra mobile enheder og kommunikation med visse IoT-enheder.

LPWAN-netværket udgør den primære infrastruktur for IoT-enheder (sensorer).

Figur 3: Konceptuel Smart City-infrastruktur



Smart City Data Hub'ens formål er at sikre ensartet adgang til al Smart City-relaterede data – det være sig såvel kontinuerligt opsamlet data fra sensorer som statiske data. Data-Hub'en har tre hovedfunktioner: Dataindsamling, datalagring og datadistribution. Data modtages via en gateway, der håndterer indlæsning af data. Dette trin kan suppleres med faciliteter til aggregering af data, inden data lagres i Data-Hub'en. Distributionen af data sker via services, som Data-Hub'en stiller til rådighed for aftagerne af data. Data-Hub'en kan eventuelt udvides med faciliteter til dataanalyse, således at behandlet data også kan stilles til rådighed for aftagerne. Et eksempel på dette kunne være beregning af fremkommeligheden på byens hovedfærdselsårer på baggrund af indsamlet GPS-data fra køretøjer.

Data kan enten lagres direkte i Data-Hub'en, eller Data-Hub'en har adgang til data via services og API'er i de respektive systemer.

## 6.2 Road-map for etablering af Københavns Kommune Smart City (2016-2017)

Road-map'en skitserer en række aktiviteter for at realisere rapportens anbefalinger med henblik på at bringe Smart City i København ind i næste fase.

1. Udarbejdelse af en Smart City-projektstrategi.

Formålet med projektstrategien er at målrette indsatsen for at udvikle de projektidéer, der skaber størst værdi for kommunen.

Der er behov for at tænke Smart City-løsninger ind i en samlet strategi, hvor ønsker/krav til en fremtidig Smart City hænger sammen med de overordnede mål og planer i kommunen. Med strategien i hånden kan man efterfølgende identificere og kvalificere Smart City-projekter, som understøtter og bidrager til kommunens samlede målsætning. Det er forventningen, at Smart City-strategien dermed også vil bidrage til at udvikle nogle Smart City-projekter med synlige gevinster for kommunen. For de allerede foreliggende projektidéer anvendes strategien til at vurdere projekternes værdi/relevans.

Smart City-strategien bør herudover bl.a. forholde sig til, hvorvidt der sættes på pilotprojekter eller på fuldskalaprojekter, hvordan det sikres, at gode projektideer fremmes, samt Smart City Centerets og forvaltningernes roller.

Forventet budgetramme: 0,5-1 mio. kr. Forventet tidsramme: 3-6 måneder.

## 2. Udarbejdelse af Smart City-datastrategi.

Formålet med datastrategien er at fastlægge rammerne for håndtering af Smart City-relateret data, og den udgør derved bl.a. grundlaget for etableringen af Smart City Data-Hub'en.

Datastrategien definerer principper for datagovernance for Smart City-relateret data – herunder teknologi, arkitektur, opbevaring, deling, distribution, dataindhold og -vedligehold og ajourføring.

Strategien udgør de overordnede retningslinjer for kravene til Smart City Data-Hub'ens virke og til kommunens leverandører af Smart City-løsninger og teknologi samt samarbejdspartnere.

I processen bør også indgå afklaring af samarbejdsmuligheder med eksempelvis tele- og forsyningsselskaber om deling af data samt forhold omkring kommunens eksisterende datadistributionsplatform Open Data København.

Forventet budgetramme: 1-1,5 mio. kr. Forventet tidsramme: 6-9 måneder.

## 3. Planlægning, etablering og drift af Smart City Center.

Formålet med Smart City Centeret er at etablere en effektiv organisation, der kan sikre, at Smart City-projektstrategien og datastrategien virkeliggøres.

Enheden skal samle kompetencer i en stærk videns- og udbudsorganisation og have tilknyttet ressourcer, der kan varetage følgende opgaver:

- › Facilitere innovation og projektudvikling af Smart City-projekter sammen med kommunens forvaltninger. I denne forbindelse kunne inddrage erfaringer fra andre Smart City-projekter i ind- og udland.

- › Yde teknisk rådgivning til kommunens forvaltninger om krav og muligheder ifm. konkrete Smart City-projekter – herunder krav til løsninger, data og data governance samt viden om tilgængelige data.
- › Sikre koordinering af kommunens Smart City-projekter med henblik på at sikre optimal udnyttelse af kommunens ressourcer og standardisering af Smart City-løsninger.
- › Fungere som sparringspartner – først og fremmest for kommunens forvaltninger i relation til udvikling af Smart City-projekter, men også for virksomheder og organisationer, der ønsker at skabe værdi af de tilgængelige Smart City-data – eksempelvis ved udvikling af applikationer eller dataanalyser.
- › Indsamle viden om og vurdere Smart City-teknologier med henblik på godkendelse af anvendelsen inden for kommunen.
- › Deltagelse i udbud af Smart City-projekter – herunder sikre kontraktindhold mht. overholdelse af de fastlagte krav til datadeling, ejerskab og dataindhold.

Smart City Centeret skal således have kompetencer og viden til at kunne dække alle Smart City-løsninger fra udbud, aftaler, teknologier, data og big data-systemer. De fleste af disse kompetencer findes formentlig allerede i kommunen i CSL, KoncernService og juridisk afdeling. Smart City Centeret kan etableres som en selvstændig enhed eller sammensættes som en tværfaglig gruppe på tværs af forvaltninger og enheder. Det væsentlige er, at enheden bliver det centrale omdrejningspunkt for alle Smart City-projekter for at sikre maksimalt udbytte for kommunen af de gennemførte projekter. Hvis det ikke sker, vil der være stor risiko for at ende med en række projekter, der udgør isolerede øer, som ikke kan udnytte potentialet i Smart City-tankegangen.

Forventet budgetramme: 5 mio. kr./år.

4. Specifikation og udbud af første Smart City-projekt kvalificeret ud fra Smart City-projektstrategien.

Forventet budget- og tidsramme afhænger af den vedtagne projektstrategi.

5. Etablering af Smart City Data-Hub.

Etableringen af Data-Hub'en omfatter indkøb af drifts- og vedligeholdelses-services relateret til opbevaring, deling og distribution af Smart City-data. Det forventes, at større dele af infrastruktur og services kan anskaffes via kommercielt udbudte produkter. Det er dog vigtigt, at der er personer i centret, der har den nødvendige kompetence til at udarbejde udbudsmateriale og vurdere buddene.

Forventet budget- og tidsramme afhænger af den vedtagne datastrategi.



## 6.3 Vision for road-map og infrastrukturkoncept

Med den beskrevne road-map bringer Københavns Kommune sig i en position, hvor man har skabt grundlaget for at kunne udnytte det fulde potentiale af Smart City gennem en koordineret og målrettet tilgang.

Når man ser på en stor del af de byer, der i dag påhæfter sig "Smart City"-brandet – herunder de tre europæiske byer, der er undersøgt i denne rapport – så er det kun en lille del af potentialet, der udnyttes: Der er tale om isolerede projekter, som ikke hænger sammen på tværs (siloer). Det er pilotprojekter, som kun er implementeret få steder i byen. De steder, hvor man har udrullet en digital infrastruktur i større omfang, stilles den til rådighed uden nogen form for supplerende Smart City-services (eksempelvis interaktive applikationer og dataopsamling). Der opsamles få data, og data er kun tilgængelig for den specifikke løsning og er svær at få adgang til i andre sammenhænge. Det er også symptomatisk, at det er svært at finde eksempler på business cases, der viser den opnåede værdi af de foretagne tiltag.

Med road-map'en opnår Københavns Kommune:

- › Retningslinjer for udvikling af Smart City-projektidéer, der kan fremvise en positiv business case ift. kommunens overordnede mål – herunder klarlægning af de parametre, et projekt skal måles på for at kvalificere det som et relevant Smart City-projekt.
- › En organisation, der kan sikre koordinering mellem forskellige Smart City-tiltag, så de hænger sammen, og agere fødselshjælper/sparringspartner for de enkelte projekter, således at bl.a. vedtagne standarder og krav overholdes ifm. indkøb af løsninger – herunder type af infrastruktur, teknologi, rettigheder til data, datadeling og dataindhold.
- › Adgang til den nødvendige digitale infrastruktur, der kan understøtte kommunens Smart City-projekter.
- › Adgang til en fælles Data-Hub til opsamling, lagring og distribution af al Smart City-data, således at data om byens tilstand rent faktisk kan bringes i anvendelse ved at dele, kombinere og analysere data. Heri ligger en væsentlig del af potentialet i Smart City-tankegangen.
- › Københavns Kommune har gennemført det første Smart City-projekt, der bygger på ovenstående fundament, og som dermed bliver et første eksempel på virkeliggørelse af det samlede Smart City-koncept.

Smart City Data-Hub'en stiller data til rådighed for borgere, virksomheder og kommunen. Typisk vil dette ske gennem udviklede Smart City-applikationer til brug via Smart Phones, Tablets, informationsskærme og desktopcomputere. Datadistributionsplatformen skal også tjene til at igangsætte innovation hos virksomheder mht. at omsætte Smart City-data til brugbare og værdiskabende applikationer for borgere og virksomheder.

Når der skal etableres en ny Smart City-løsning, skal den infrastruktur, der er behov for, indgå som en del af den samlede løsning. Rammerne for løsningen er defineret gennem Smart City Centerets opstillede krav og standarder samt den foretrukne digitale infrastruktur

Blandt de opstillede krav indgår, at data, som bliver tilgængelig via løsningen, skal være kommunens ejendom og være tilgængelig i et format og omfang, der passer ind i kommunens Smart City Data-Hub. Aftalen skal indeholde ejerskab til data, formater, API'er og andre vigtige forudsætninger for, at data kan genanvendes og give værdi.

Det betyder, at det ikke er valget af teknologien, der styrer de fremtidige løsninger, men det er løsningen og data, der er det vigtigste. Kommunen vil derfor kunne vælge blandt de teknologier, der er på markedet, og undgå at investere i en teknologi, som måske ikke i fremtiden bliver den rigtige løsning.

## Bilag A Teknologiske muligheder

### A.1 Hvad gør andre Smart Cities?

I dette desk-research-studie er der indsamlet information om Smart City-infrastruktur i byerne Barcelona, Amsterdam og Stockholm, der alle tre fremhæves som værende langt fremme med implementering af Smart City-projekter/-idéer.

Der findes ingen sammenhængende information om den samlede Smart City-infrastruktur i de tre byer. Den tilgængelige information beskriver typisk teknologier anvendt ifm. enkeltstående projekter. Informationen i det følgende er derfor stykket sammen af en lang række tilgængelige kilder – først og fremmest på internettet, men også fra rapporter, artikler m.m.

Tabel 4: Anvendte teknologier

Teknologi	Barcelona	Amsterdam	Stockholm
Fibernetværk	500 km	Ja, udbygget i perioden 2008-2010 <sup>5</sup>	1,2 mio. km
Wi-Fi	800 access points i lygtepæle. Wi-Fi i buslæskure samt 193 kommunale bygninger og 276 gadepunkter <sup>6</sup>	Access points i lygtepæle i flere byområder <sup>7</sup>	Kun enkelte steder (f.eks. Stockholm Centralstation)
Mobilnetværk	Generel dækning	Generel dækning	Generel dækning
LPWA- netværk	Nej, sensorer anvender mobilnetværk og Wi-Fi	Nej, trådløst mesh anvendes til Smart Metering i testområde med 10.000 husstande	Nej, Smart Metering-netværk planlægges ifm. <i>Royal Seaport</i> -området
Data-/distributionsplatform	CityOS	Open Smart Grid Platform	e-Stockholm platform, Ericsson forslag: Common ICT Infrastructure

Tabel 4 er en oversigt over de teknologier, der indgår i Smart City-infrastrukturen i de tre byer, der er undersøgt.

Det generelle billede er, at udviklingen af Smart City for nærværende er projekt-drevet og med lidt fokus på at basere løsningerne på en fælles teknisk infrastruktur. De steder, hvor man har etableret generelle infrastrukturelementer (Wi-Fi og Fibernet), er det indtrykket, at de udelukkende anvendes som en generel service (Wi-Fi til borgeren) eller som en generel udbygning af bredbåndsnetværket til virksomheder og borgere (fibernet).

<sup>5</sup> Præcis udbredelse er ukendt

<sup>6</sup> Båndbredde til offentligt Wi-Fi er begrænset til 256 Kbit

<sup>7</sup> Båndbredde til offentligt Wi-Fi er begrænset til 90 % af normal båndbredde

Tabel 5: Anvendelsesområder

Anvendelse	Barcelona	Amsterdam	Stockholm
Intelligent gadebelysning	3.360 stk. lygtepæle forbundet med fiber-net i ét byområde	Findes 2 byområder	Planlagt i 1 testområde <sup>8</sup>
Smart Grid/Metering	-	Aflæsning og styring af energiforbrug (Liander) i 2 byområder	Aflæsning og styring af energiforbrug (ABB) i ét byområde <sup>9</sup>
Wi-Fi-hotspots	Tracking af borgernes bevægelser (lygtepæle). Borgeradgang til internettet (busskure)	Borgeradgang til internettet i flere byområder	Borgeradgang til internettet på enkelte lokationer
Overvågning	?	Kameraer på lygtepæle i 2 byområder	?
Affald	Overvågning af affaldsbeholderes fyldning (3/4G)	-	-
Parkering	Via sensorer	Via betalings-parkeringsinfo	?
Trafikstyring	21 sensorer og 1 data processing unit (Sensefield)	2.400 sensorer + 60 kameraer (Traffic-Link/Digital Road Authority)	Synkroniserede trafiksignaler. Betalingsring baseret på transpondere og nummerpladegenkendelse
Miljø	Smart Citizen Kit <sup>10</sup> (Wi-Fi)	Smart Citizen Kit (Wi-Fi) + sensorer på lygtepæle	?

Tabel 5 sammenstiller en række af konkrete intelligente byløsninger, som er implementeret eller under implementering i de tre byer.

"Tunge" anvendelser som trafikstyring er baseret på rene trafikstyringsløsninger med egen infrastruktur og applikations-/dataplatform. Tilsvarende gør sig gældende for de såkaldte Smart Grid-projekter til effektivisering af energiforsyningen.

Et andet karakteristika er, at implementeringen som regel kun dækker enkeltstående byområder og dermed ikke er generelt udbredt i byen.

Måske som en konsekvens af ovenstående forhold arbejder både Barcelona og Amsterdam med at etablere en fælles dataindsamlings-, datagrings- og datadistributionsplatform (CityOS og Open Smart Grid Platform) for at kunne få data fra forskellige Smart City-projekter bragt i spil sammen og dermed udnytte datasamspilspotentialet i Smart City-tankegangen. På det nuværende stade ser det ud til, at platformene kun er anvendt på få specifikke projekter eller pilotprojekter.

<sup>8</sup> Under EU's GrowSmarter-initiativ

<sup>9</sup> Yderligere information om udbredelse er ukendt

<sup>10</sup> Prisbillig sensor udviklet til Barcelona baseret på Arduino-plattform

## A.2 Planer hos forsyningsselskaber

De forskellige forsyningsselskaber har hver især deres planer og idéer, og det er ikke alle planer, som koordineres eller samarbejdes om i f.eks. samme regionsområde. Forskellige forsyningsselskaber har dog fundet sammen i forskellige grupper, hvor der udveksles planer og strategier for udvikling.

### A.2.1 Frederiksberg Forsyning

Frederiksberg Forsyning er i gang med at etablere eget netværk med fiber som backbone, der er bundet op til deres IoT-/LPWAN-satsning baseret på sensorteknologierne LoRaWAN og Wireless M-Bus. Frederiksberg Forsyning etablerer også deres egen infrastruktur for sensorteknologierne. Frederiksberg Forsyning samarbejder med Københavns Kommune om parkeringsforsøg.

Der er en samarbejdsaftale med Frederiksberg Kommune, hvor Frederiksberg Forsyning etablerer og driver netværket, og kommunen kan tilslutte sig mod betaling.

Frederiksberg Forsyning forventer, at der skal opbygges en organisation ifm. driftscenteret, som kan tage sig af data og dataanalyser. Samtidig er der fokus på aggregering af data for at sikre privacy over for borgerne. Selve drift og support af netværket forventer Frederiksberg Forsyning at købe hos en serviceleverandør.

Der er behov for, at erfaringer fra pilotprojekter, løsninger og data deles mellem forsyningsselskaber, samt at information kan deles i større områder end det enkelte forsyningsselskabs, hvis det skal give værdi – så større enheder som regioner, Greater Copenhagen m.v. vil være relevante områder at samarbejde med i mft. deling af information og data.

### A.2.2 HOFOR

HOFOR har ingen aktuelle planer om at etablere en digital infrastruktur grundet de restriktioner, der følger af kommunalfuldmagten. I stedet undersøger HOFOR mulighederne for at stille sine kloakrør til rådighed for teleselskaber og andre infrastrukturudbydere til fremføring af fibernet – det såkaldte "Projekt Træk".

Prisen for træk af fibernet i kloakrør vurderes at være konkurrencedygtig i tætbyggede byområder, hvor graveomkostningerne er relativt høje. Derfor vil tekniken være attraktiv i centrum, hvor traditionel nedgravning besværliggøres. Teleselskaberne har dog allerede et tæt lysledernet i centrum.

Det er ikke undersøgt i detaljer, hvor stor en del af kloaknettet, der kan anvendes til træk af lyslederfiber uden at påvirke forsyningssikkerheden af kloaknettet. Et groft skøn er, at ca. 50 km ud af ca. 5.000 km kloakrør i kommunen kan anvendes til lyslederfiber.

Udbygningen af fibernet vil kunne ske skridtvis, når et teleselskab ønsker at benytte sig af HOFORs infrastruktur frem for at grave selv (og HOFOR samtidig kan imødekomme forespørgslen). Derved bliver det ret uforudsigeligt at vurdere omfanget og hastigheden for udbygningen af "Projekt Træk"-fibernet.

## A.2.3 DONG Energy

DONG Energy har ikke en IoT-/Smart City-strategi. De indarbejder dog IoT-teknologier, hvor det giver fordele for deres elforretning. Til Smart Metering har DONG valgt nye elmålere fra Kamstrup, som anvender en trådløs Smart Metering mesh-standard kaldt Wireless M-Bus. Samtlige husstands elmålere i DONGs elforsyningsområde vil i fremtiden blive udskiftet til denne målerstype. Målerne kommunikerer ved at benytte hinanden til at videresende beskeder i radiokæder.

Dertil arbejder DONG på at udnytte lygtepæle til mere end blot belysning.

## A.3 Planer hos teleselskaber

Generelt ser teleselskaberne IoT og Smart City som forretningsområder, hvor de kan indsætte nye ydelser. Teleselskaberne er presset på den normale forretning, og her kan IoT-ydelser være en ny indtjeningsmulighed. Teleselskaberne planlægger at sælge IoT-ydelser af mere kompleks karakter. Altså vil de ikke kun være LPWAN-/LTE-netværksleverandør, men også leverandør af samlede koncepter med overvågning og drift. Dertil arbejdes på at sælge den data, teleselskaber indsamler fra deres mobilnetværk, f.eks. menneskers bevægelsesmønstre.

### A.3.1 TDC

TDC deltager i forsøgsprojektet Street Lab på H.C Andersens Boulevard sammen med Cisco, Citelum og Københavns Kommune.

Forsøgsprojektet omhandler:

- > Smart parkering
- > Trafikstyring
- > Security by design
- > Privacy by design
- > Smart belysning
- > Intelligent affaldshåndtering
- > Luftkvalitet og støjmålinger
- > City Wi-Fi (for turister)
- > Smart City-infrastruktur.

TDC er åbne over for alle Smart City-teknologier. I 3. kvartal 2016 planlægger TDC at etablere et trådløst LPWAN-netværk baseret på NB-IoT. Det sker i samarbejde med Ericsson med start i København. Dertil overvejes etablering af LoRaWAN fra Cisco, som bl.a. allerede understøttes af Ciscos access points.

Parallelt arbejder TDC på LTE (4G), som teoretisk kan opnå en båndbredde på 1,2 Gbit/s, hvilket er en betragtelig udvidelse i forhold til nuværende 400 Mbit/s (ved brug af triple carrier aggregation).

Wi-Fi i byrummet anses ikke for interessant for TDC. Det er svært at finde en god årsag til at kunne tilbyde fri Wi-Fi, særligt grundet begrænsningerne i at åbne for fri tilgang. Wi-Fi calling for TDC-abonnenter er dog interessant de steder, hvor der mangler båndbredde, eller man har dårlig indendørsdækning. TDC åbnede for

Wi-Fi calling i januar 2016, dertil virker VoLTE (Voice over LTE) nu også på TDCs LTE-netværk. Der er kun få steder i København, hvor der på visse tidspunkter ikke er båndbredde nok til udendørs mobildækning.

Herudover etablerer TDC en big data-løsning til at analysere mobiltelefonernes bevægelsesmønstre. En løsning TDC planlægger at sælge data fra til bl.a. kommuner.

### A.3.2 Telenor

Telenor har fælles mobilnetværk med Telia. Telia drifter mobilnettet i Østdanmark og Telenor i Vestdanmark. Telenor ikke registreret LTE-kapacitetsproblemer i København fra Telia, hvorfor Telenor antager, at LTE-dækningen er tilstrækkelig for Københavnsområdet.

Telenor planlægger at komme med LTE-M næste år. P.t. venter Telenor på, at LTE-M-standarden vedtages, og at teknologileverandørerne bliver klar med den tilhørende hardware.

- › Wi-Fi calling er på vej
- › Voice over LTE (VoLTE) er lanceret
- › Hotspot2.0 undersøges.

Forbedring af indendørsdækning arbejdes der på hele tiden.

Sammen med Banedanmark udbygges telenetværket langs baner og med repeaters i tog. Dertil opsættes Wi-Fi i tog og på stationer. Penge til dette er afsat fra Togfonden. Politisk er der ikke sat punktum for sagen endnu, hvorfor etablering endnu ikke er aftalt.

Mobil big data-platform er også under udvikling i Telenor.

## A.4 Planer hos teknologileverandører

Teknologileverandørerne i denne analyse har en meget bred sammensætning. Under ét kan siges, at de alle forventer, at år 2016-17 bliver året, hvor IoT-anvendelse udbreder sig til samfundsmæssige anvendelser, hvor det tidligere har været industri-anvendelser. Mange LPWAN-/IoT-standarder falder på plads i Q2 2016, hvorfor teknologileverandørerne nu kan implementere standarderne i software og hardware. Altså bortfalder nu den hidtil største udfordring for de åbne teknologileverandører, nemlig standardisering.

### A.4.1 Sigfox

IoT Denmark står for Sigfox-infrastruktur og -teknologi i Danmark både mht. udrulning af infrastrukturen og mulighederne for at benytte løsninger baseret på teknologien i samarbejde med leverandører, kommuner og kunder.

Sigfox-netværket og -infrastrukturen er baseret på Ultra Narrow Band-teknologi på frekvensbåndet 868 MHz i Europa (915 MHz i USA). Der kan sendes op til 140 beskeder pr. dag og modtages fire beskeder med en størrelse på 12 bytes og med en hastighed på op til 100 bits/s.

Enhederne er bygget med meget lavt energiforbrug og dermed lang batterilevetid. Basestationer og sensorer benytter Low Power Wide Area Network (LPWAN). Strukturen gør det let at rulle enheder ud og tilgå den indsamlede data via en cloud-service. Det er muligt at tilgå data via forskellige API'er eller andre data-services. Ejerskabet til data ligger hos kunden.

Rækkevidden gør, at der kan være 30-50 km mellem basestationerne på landet og i byerne ned til 5 km med overlappende dækning. IoT regner med at have udrullet et landsdækkende netværk i Q4 2016. Netværket kommer først i de største byer, bl.a. i København. Der skal opsættes omkring 220 antenner i DK for at få et landsdækkende netværk, der også har dækning indendørs.

Prisen afhænger af brugen af antallet af opkoblede enheder samt antal beskeder og svinger fra 1 EUR til 14 EUR pr. enhed.

#### A.4.2 Indesmatech/LoRaWAN

Indesmatech er repræsentant for Semtech i Norden. Semtech er en af de førende virksomheder, som leverer LoRaWAN-teknologi. Indesmatech har berøring med mange danske virksomheder inden for LPWAN, og de driver workshops for hardwareleverandører, bl.a. Semtech og Microchip.

Der er i Danmark ikke planer om at etablere landdækkende LoRaWAN-netværk, men flere virksomheder etablerer egne netværk med assistance fra Indesmatech, bl.a. SEAS-NVE.

Iflg. Indesmatech findes der i dag ikke en enkelt virksomhed, som kan levere en komplet IoT-løsning. Man må samle flere leverandører. Som mulige leverandører af cloud-platform til etablering af en samlet IoT-platform peger Indesmatech på bl.a. virksomhederne Actility (<http://www.actility.com/en>) og Microsoft. Idet realtidsaspektet i IoT-data ofte giver problemer for klassiske it-konsulenthuse, vil der også være behov for at søge kompetencer hos industrileverandører, som har stor erfaring med realtidsdata. Her peger Indesmatech bl.a. på virksomheden Prevas (<http://www.prevas.dk/>).

#### A.4.3 Silver Spring Networks

Silver Spring Networks opbygger i Københavns Kommune et netværk baseret på mesh-teknologi. Dette net giver, ud over muligheden for datatransport, et trådløst access point for hver node. I samarbejde med Citelum etableres der en node i hver lysmast. Nettets omfang er angivet til ca. 20.000 lysmaster, og ca. 13.000 af disse er aktuelt forsynet med den adapter, der gør en lysmast til en del af netværket.



Netværket opbygges i praksis, ved at Citelum opgraderer lysarmaturerne med en Silver Spring Networks-komponent, der gør muligt at fjerstyre lyskilden i hvert enkelt armatur, og opretter en node i det omtalte mesh.

#### A.4.4 Cisco

Cisco ser Smart City som et synonym for en gruppering af IoT use cases, som relaterer sig til byen. I takt med at IoT er i fremgang, er der etableret en IoT business unit i Cisco. Cisco har investeret massivt i de forskellige IoT-teknologier og en række projekter rundt om i verden. Projekterne har indtil videre primært været af innovationskarakter.

Historisk set er Cisco gået selvstændigt til markedet med konsulentbistand og produkter, men ser sig nu også partner for service providers, hvor kunden køber tjenester hos en service provider, og Cisco understøtter denne. Et eksempel herpå er Ciscos samarbejde med TDC. Cisco samarbejder tæt med TDC omkring LoRaWAN, gateways og digital platform. Det typiske billede er, at Smart Cities (kommuner) ikke ønsker at eje, men blot købe services fra IoT service providers. Ciscos strategi i Danmark/Norden er at arbejde med pilotprojekter med udvalgte parter, men kommercielt sælge IoT-teknologi til alle.

Cisco har indgået et Memorandum of Understanding med Københavns Kommune med fokus på samarbejde omkring IoT-projekter, og via opkøb vil Cisco understøtte investeringer i området i Danmark med 100 millioner USD. Bl.a. i områder som startup-virksomheder. Indtil videre har Cisco investeret i IoT-applikationsudvikling.

Cisco arbejder på en Cisco Digital Platform. Den er opdelt i forretningssegmenterne: City, Industrial og Transportation. Cisco satser på, at Cisco City Digital Platform inden længe bliver demonstreret i København.

Nogle Cisco-gateways/-routers kan lave processering i gateway, bl.a. remote processering af videoovervågning. Cisco satser på de trådløse standarder LoRaWAN og Wi-Fi. For LoRaWAN vil Cisco bygge produkter, som understøtter denne standard. Flere af Ciscos access points understøtter Hotspot2.0 fuldt ud.

Cisco har opbygget Cisco IOx, som er den fælles platform til at håndtere IoT-data (<http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/internet-of-things/iot-application-enablement.html>).

#### A.4.5 Technolution

Technolution, Silver Spring Networks og Citelum etablerer i fællesskab nye trafikløsninger og belysningsløsninger i København.

Technolution påtænker ikke at opbygge nogen datakommunikationsinfrastruktur ifm. deres aktuelle projekt for Københavns Kommune. I projektet er der behov for et mindre netværk af sensorer, som skal skabe et datagrundlag, der bruges til at optimere trafikafviklingen på nogle pilotstrækninger. Technolution vil basere sit trafikprojekt på en eller flere eksisterende muligheder, herunder:

- › Synkroniseringskabler, der forbinder kæder af vejtrafiksignalanlæg med hinanden og med masteranlægget. Der er ikke tale om en ren stjernekonfiguration, idet flere strækninger på udvalgte steder er koblet sammen direkte. Infrastrukturen er temmelig gammel og er tidligere i anden sammenhæng beskrevet som dårligt vedligeholdt. Nettet er opbygget på basis af et antal twisted pair-ledninger, hvor hvert par har kapacitet på 1Mbps. Teknologi: SHDSL.
- › Mobilt bredbånd udbudt af teleselskaber.
- › Silver Spring Networks mesh-netværk, som dog kan vise sig at være dyrere for Technolution at købe sig adgang til end mobilt bredbånd.

#### A.4.6 IBM

IBM kan levere softwareløsninger inden for mange forskellige sektorer, og det er disse kompetencer og services, der udgør forretningen inden for Smart City-området. Dog har IBM i Danmark ingen konkrete Smart City-projekter, kun koncepter.

IBM tænker bl.a. i koncepter for at sammenstille data på nye måder, der kan give yderligere og bedre information, som så igen kan anvendes til at træffe bedre beslutninger og optimere processer. Ofte er målet at skabe overblik over situationen og kunne fremfinde den rigtige data på det rigtige tidspunkt og reagere på den relevante information, der fremkommer af en enorm mængde data. Samtidigt kan der være sammenhænge i data, som gør, at en hændelse igangsætter en anden handling/alarm og på den måde kan automatisere processer/beslutninger.

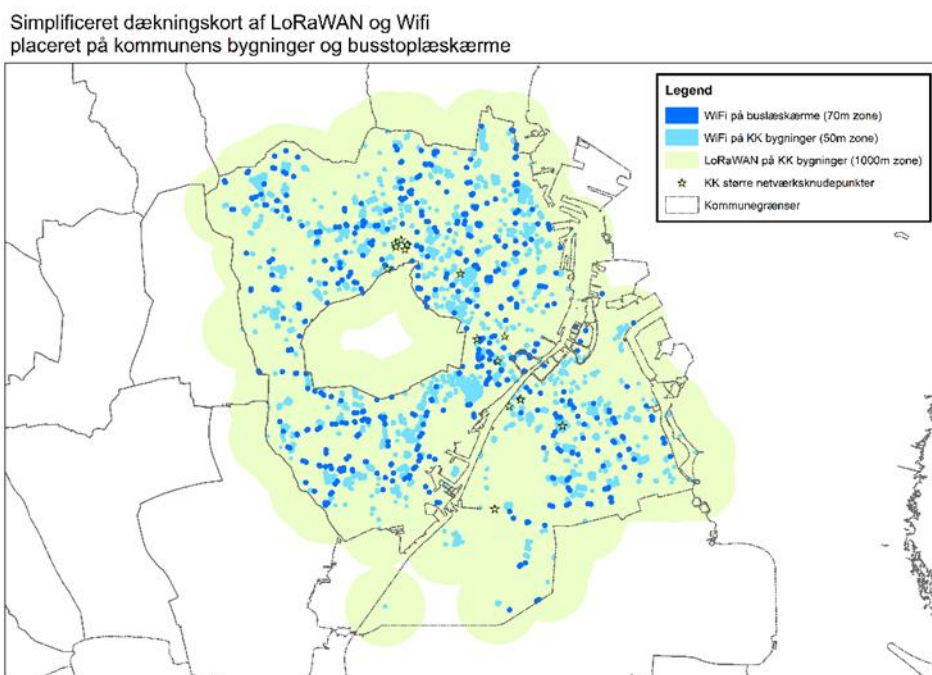
Det er vigtigt, at der er adgang til data, og at der findes forskellige adgangsmuligheder til data, så der kan skabes forskellige løsninger og setups. Hvis brugen af data skal blive en succes, er det vigtigt, at den rigtige data stilles til rådighed, at tilgangen til den er let, og at data løbende opdateres. Der er brug for en data-hub til udveksling af data.

Forretningsområdet for IBM er primært deres analysesystemer så som SSPS og Cognos samt data management, it-arkitektur og lignende ydelser. Samtidigt tilbydes IoT foundation services i skyen.

### A.5 Eksempler på teknologiers geografiske dækning

Vi har lavet en simpel kortlægning af mulighederne for at opnå LPWAN-dækning ved anvendelse af kommunens bygninger, buslæskure og lygtepæle til opsætning af LPWAN access points. Hvis man alene tilbyder LPWAN-leverandører at opsætte små access points på kommunens bygninger, hvilket er den billigste form for etablering af access points, vil hele København kunne dækkes bredt. Idet de fleste LPWAN-leverandører også har access points i telemaster og på andre bygninger, vil behovet være yderligere begrænset og dækning bedre. Dertil kommer mulighederne for at placere LPWAN access points i buslæskure og på flere typer af kommunens mange master.

I Figur 4 vises et eksempel på den forventede dækning ved anvendelse af hhv. LPWAN- og Wi-Fi-netværk placeret på hhv. kommunens bygninger samt buslæskure.



Figur 4: LPWAN- og Wi-Fi-dækning i København ved anvendelse af kommunens bygninger og buslæskure.

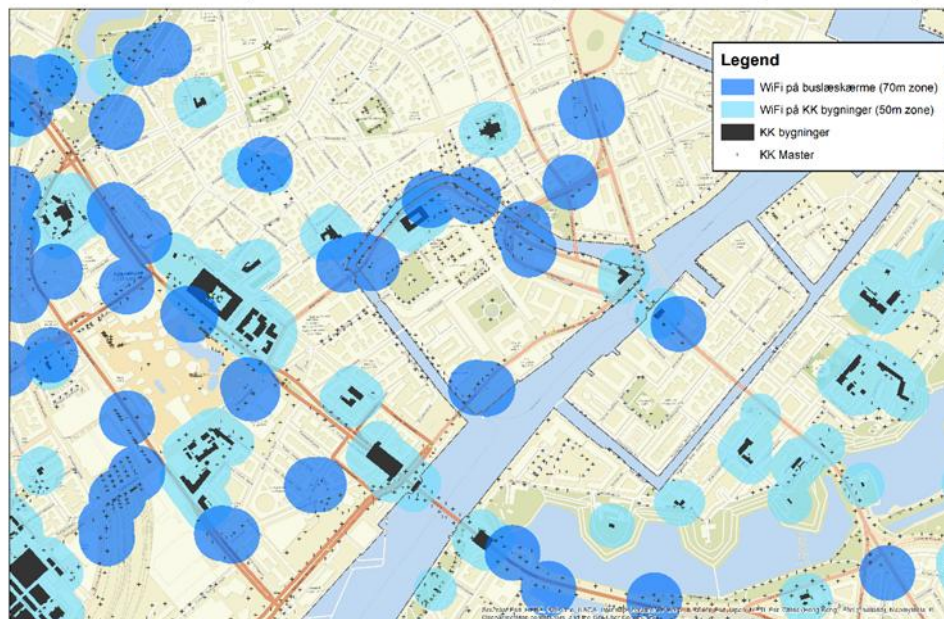
På figuren ses med lysgrøn farve den forventede dækning i København ved placering af LPWAN access points på kommunens bygninger. Så godt som hele byen er dækket med en reduceret dækningsradius pr. sender på 1.000 meter i tæt bebyggelse (i åbent land er LPWAN-rækkevidden typisk 11-15 km). Altså vil det sandsynligvis være muligt at etablere f.eks. et LoRaWAN-netværk i København ved blot at opsætte gateways på kommunens bygninger.

En udfordring ved Wi-Fi i bybilledet er, at der skal bruges rigtig mange access points grundet den begrænsede rækkevidde på ca. 20 meter, hvis en rimelig båndbredde skal bibeholdes. Wi-Fi-teknologien er ikke i sit udgangspunkt egnet til dækning af større områder. Dette fremgår også af Figur 4, hvor dækningen med Wi-Fi access points placeret på kommunens bygninger og buslæskærme vises.

På kortudsnittet i Figur 5 ses, at Wi-Fi-dækningen er meget sporadisk og vil kræve væsentligt flere access points på f.eks. lygtepæle og private bygninger for at opnå rimelig dækning i indre by.

Simplificeret dækningskort med Wifi  
Detailudsnit Christiansborg

Bemærk at bygninger vil forhindre WiFi signaludbredelse.  
Signaludbredelse vil variere efter lokale forhold og mobilhedens evne til at modtage/sendte.



Figur 5: Detailudsnit af dækning ved opsætning af Wi-Fi på kommunens bygninger og buslæskærme.

## Bilag B Behovsafklaring

### B.1 Indledning

COWI giver med denne rapport et input til Københavns Kommunes, Koncernservice (KS) og Copenhagen Solutions Lab (CSL), road-map for opbygningen af en Smart City-infrastruktur til brug for etableringen af smarte digitale byløsninger i Københavns Kommune. COWI ser i et andet input – top-down-rapporten – på, hvad der findes rundt omkring i Danmark eller andre steder af smarte digitale infrastrukturløsninger, som kunne være relevante for Københavns Kommune.

I denne rapport ser vi på behovet for smartere digitale infrastrukturløsninger fra et bottom-up-perspektiv – dvs. ud fra de projektidéer, der har været bragt på banen af de syv forvaltninger i Københavns Kommune. Udgangspunktet har i denne sammenhæng været de 42 projektforslag, der har været indmeldt af de syv forvaltninger, og som er præsenteret i dokumentet "Smart City-projekter". Disse projektforslag er blevet genbesøgt via syv workshops med de syv forvaltninger, hvor nogle af projektforslagene er blevet vurderet som ikke længere at være relevante, mens nye projektidéer er blevet lagt på bordet. Dette har i alt givet anledning til vurderingen af 37 projektidéer i følgende workshops:

- › 28. januar: Sundheds-og Omsorgsforvaltningen (SUF)
- › 1. februar: Kultur- og Fritidsforvaltningen (KFF)
- › 3. februar: Teknik- og Miljøforvaltningen (TMF)
- › 5. februar: Børne- og Ungdomsforvaltningen (BUF)
- › 9. februar: Socialforvaltningen (SOF)
- › 11. februar: Økonomiforvaltningen (ØKF)
- › 12. februar: Beskæftigelses- og Integrationsforvaltningen (BIF)

De relevante projektidéer er på de syv workshops blevet vurderet/scoret efter fire kriterier (se bilag 1 for interviewguide og bilag 2 for scores):

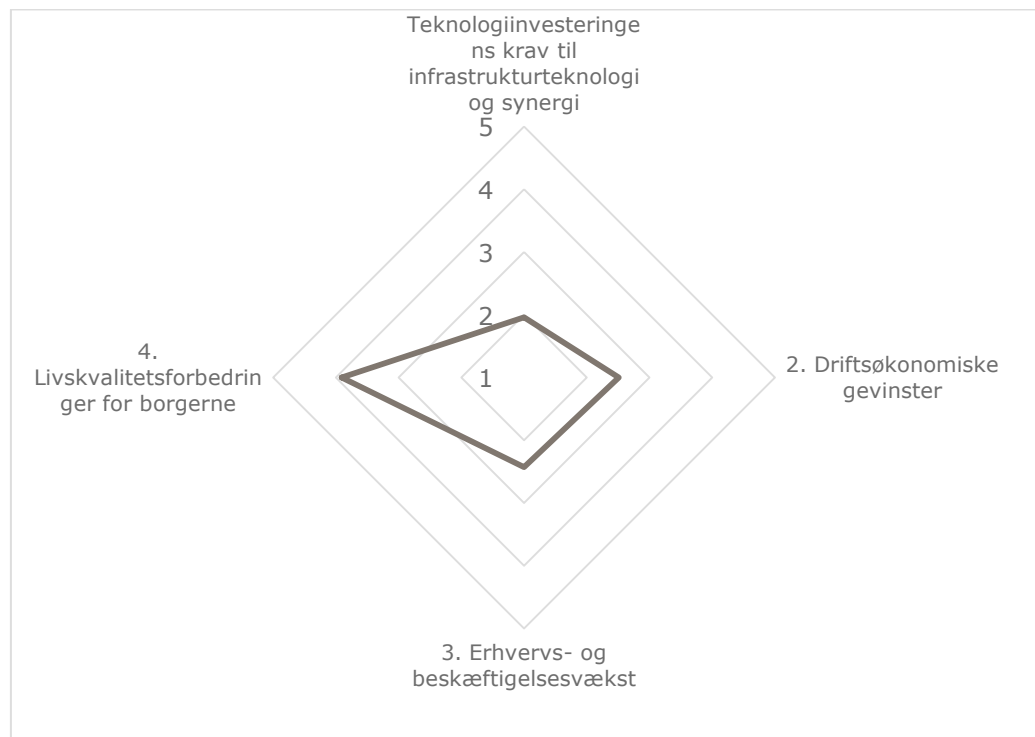
- › Vurderingskriterie 1: Teknologiiinvesteringens krav til infrastrukturteknologi og synergi med andre mulige teknologiiinvesteringer
- › Vurderingskriterie 2: Driftsøkonomiske gevinster
- › Vurderingskriterie 3: Erhvervs- og beskæftigelsesvækst i Københavns Kommune
- › Vurderingskriterie 4: Livskvalitetsforbedringer for borgerne.

I det følgende kapitel 2 beskriver vi først resultaterne af analysen for hver af de fire vurderingskriterier – dvs. på tværs af forvaltningerne. Dernæst beskriver vi i kapitel 3 resultaterne på forvaltningsniveau. Endelig indeholder kapitel 4 vores konklusioner.

## B.2 Resultater for de fire vurderingskriterier

Når man ser på tværs af forvaltningerne, viser Figur 6, at de vurderede projektidéer ikke kan siges at score højt i gennemsnit. Dette er dog ikke tilfældet, når det gælder livskvalitetsforbedringer for Københavns borgere. Her er den gennemsnitlige score op på næsten 4, hvilket angiver, at teknologiinvesteringerne i gennemsnit på kort sigt leder til livskvalitetsforbedringer (f.eks. sundhed, sociale forhold, uddannelse, fritid, eller miljø) for Københavns borgere via højere kvalitet af serviceudbuddet.

Figur 6: Gennemsnitlige scores på tværs af forvaltningerne



Note: De gennemsnitlige scores er beregnet således, at hver forvaltnings scores er vægtet lige meget – dvs. der er ikke taget hensyn til, at forvaltningerne har vurderet et forskelligt antal projektidéer.

Som beskrevet videre nedenfor, kommer det måske som lidt af en overraskelse, at Smart City-projektidéerne foreslået af forvaltningerne – med en gennemsnitlig score på 2 – ikke kan siges at score højt, når det gælder graden af nytænkning i den foreslåede teknologi og synergi med andre Smart City-teknologier. En score på 2 betyder, at en given teknologiinvestering vil anvende meget udbredt standard digitalinfrastruktur (f.eks. faste netværksforbindelser, Wi-Fi, bluetooth eller mobilnet), og at den forventes kun at have synergi med under tre af de andre Smart City-projekter.

Endelig ligger de gennemsnitlige scores både for driftsøkonomiske gevinster og for erhvervs- og beskæftigelsesvækst på omkring 2½. Dette betyder for førstnævnte, at der i gennemsnit vil være nettodriftsøkonomiske udgifter for kommunekassen i København, mens det for sidstnævnte betyder, at teknologiinvesteringerne i gennemsnit på mellemlangt sigt vil lede til nogen indtjenings- og beskæftigelsesvækst i københavnske virksomheder.

### B.2.1 Vurderingskriterie 1: Teknologinvesteringens krav til infrastrukturteknologi og synergi med andre mulige teknologinvesteringer

Projektidéerne stiller med en gennemsnitlig score på 2 således ikke de store krav til, at Københavns Kommune er nytænkende i opbygningen af en Smart City-infrastruktur til brug for etableringen af smarte digitale byløsninger inden for forvaltningernes regi.

Det skyldes dog ikke, at forvaltningernes projektidéer ikke lægger vægt på at udvikle digitale løsninger, som vil kunne hjælpe til at levere bedre ydelser inden for de forskellige forvaltnings serviceområder. Fokus i projektidéerne er i denne sammenhæng især på, at kommunikationen til/fra mobile enheder er stabil og tilgængelig overalt (i kommunale og private bygninger og i det fri). Dette gælder også opsamling af data fra sensorer i byrummet, hvor det er relevant. Desuden er der stor fokus på, hvordan mobile digitale enheder – både software (f.eks. app og Lync) og hardware (f.eks. tablet og PC) – udvikles/anskaffes og kommer ud til brugere og bliver brugt. Med andre ord er det ofte et spørgsmål om logistik – f.eks. hvordan forvaltningen holder styr på hvilke borgere, der har eller skal have hvilke mobile digitale enheder. Eller sagt med helt andre ord: "Forvaltningerne vil gerne bruge biler – men ikke bygge veje".

Det betyder dog ikke nødvendigvis, at disse mobile digitale enheder ikke kunne være mere effektive, hvis de var knyttet op på en mere avanceret digital infrastruktur end blot Wi-Fi eller 4G. Dette aspekt belyses som sagt i vores top-down-analyse. Vi har således lidt af en hønen-og-ægget-problematik, hvor på den ene side en bedre digital infrastruktur i København end på nuværende tidspunkt måske kunne have ledt til mere teknologisk nytænkende projektidéer fra forvaltningerne. På den anden side vil beslutningen om en bedre digital infrastruktur i København være påvirket af de krav, der stilles af projektidéerne.

### B.2.2 Vurderingskriterie 2: Driftsøkonomiske gevinster

Smart City-projektidéerne forventes med en gennemsnitlig score på 2½ som sagt at give anledning til en nettoudgift for Københavns kommunekasse.

Det skyldes, at en del af de foreslåede nye teknologier stilles til rådighed for brugere, uden at der kræves brugerbetaling. Brugere kan være virksomheder, borgere og turister eller kommunalt ansatte, der gør brug af de nye muligheder, når de udøver service til virksomheder og borgere.

De nye digitale løsninger rettet mod serviceydelser leveret af kommunalt ansatte vil dog i mange tilfælde lede til effektivitetsgevinster og dermed besparelser på de kommunale budgetter. For de digitale løsninger rettet mod virksomheder og borgere er der mere tale om, at adfærdsændringer på længere sigt kan give driftsøkonomiske gevinster for Københavns Kommune – f.eks. øget indkomst fra selskabs-skatter fra øget indtjening i de københavnske virksomheder.

Endelig er der projektidéer, som direkte vil give besparelser i ressourceforbruget for Københavns Kommune. Det drejer sig især om nogle af de projekter, som er

blevet indmeldt af Økonomiforvaltningen, hvor den digitale løsning er med til at reducere energiforbruget i kommunale bygninger.

### B.2.3 Vurderingskriterie 3: Erhvervs- og beskæftigelsesvækst i Københavns Kommune

Der er ingen af projektidéerne, som direkte stiller digitale løsninger til rådighed for de københavnske virksomheder, og som samtidig vil lede til signifikant indtjenings- og beskæftigelsesvækst for disse. Det skal der til for at opnå en score på 5.

Den gennemsnitlige score på omkring 2½ betyder således, at der er en del projektidéer, som mere indirekte vil have gevinster for virksomhederne. På nogle områder vil brugen af ny teknologi i kommunalt regi give virksomhederne erfaringer, som de efterfølgende kan bruge til at udvikle deres forretning over for andre kunder. For andre projektidéer drejer det sig om, at virksomhederne får gavn af mere og bedre kvalitet af kommunens erhvervsservice – herunder i forbindelse med rekruttering af medarbejdere, og dermed en mulig beskæftigelsesgevinst.

Endelig vil nogle af projektidéerne bidrage til at styrke Københavns image som en fremsynet by, som tilbyder mange forskellige former for information til rådighed for besøgende. Med andre ord der kan være tale om et mere langsigtet og måske ikke særligt stort bidrag.

### B.2.4 Vurderingskriterie 4: Livskvalitetsforbedringer for borgerne

Projektidéerne scorer med en gennemsnitlig score på næsten 4 højst, når det gælder livskvalitetsforbedringer for Københavns borgere.

Denne høje score skyldes, at en del af digitale løsninger direkte vil blive brugt af borgerne, og hvor de selv vælger, hvor meget de vil bruge dem. Sådanne projektidéer scorer 5 på denne parameter. Eksempler på dette er Smart halbookning, der giver bedre adgang til brug af Københavns haller; Miljøtjenestens GIS-baserede undervisning og dataindsamling, hvor skoleelever vil gøre direkte brug af den digitale teknologi; og Nyt liv med diabetes type 2, hvor den nye app giver større livskvalitet for diabetikerne.

En del projektidéerne scorer 4, hvilket angiver, at teknologiinvesteringen på kort sigt leder til livskvalitetsforbedringer (f.eks. sundhed, sociale forhold, uddannelse, fritid, eller miljø) for Københavns borgere via højere kvalitet af serviceudbuddet. Eksempler på disse er Cykelplanlæggeren i Bike CPH, der giver bedre service til byens cyklister og får flere til at tage cyklen; [www.blomstrendeby.dk](http://www.blomstrendeby.dk), hvor et mobilt netværk vil understøtte borgerinvolvering i begrønning af offentlige arealer; elektroniske nøgler, der giver større sikkerhed for borgerne i nøglehåndteringen; og forskellige muligheder for video/skærm møder mellem borger og forvaltning.

Endelig er der ingen af projektidéerne, som scorer 1 her, dvs. allesammen bidrager mere eller mindre til livskvalitetsforbedringer for Københavns borgere. Enkelte sco-



rer 2, når det drejer sig digitale løsninger især rettet mod turister. Andre scorer 2, når det kun på længere sigt giver enkelte livskvalitetsforbedringer.

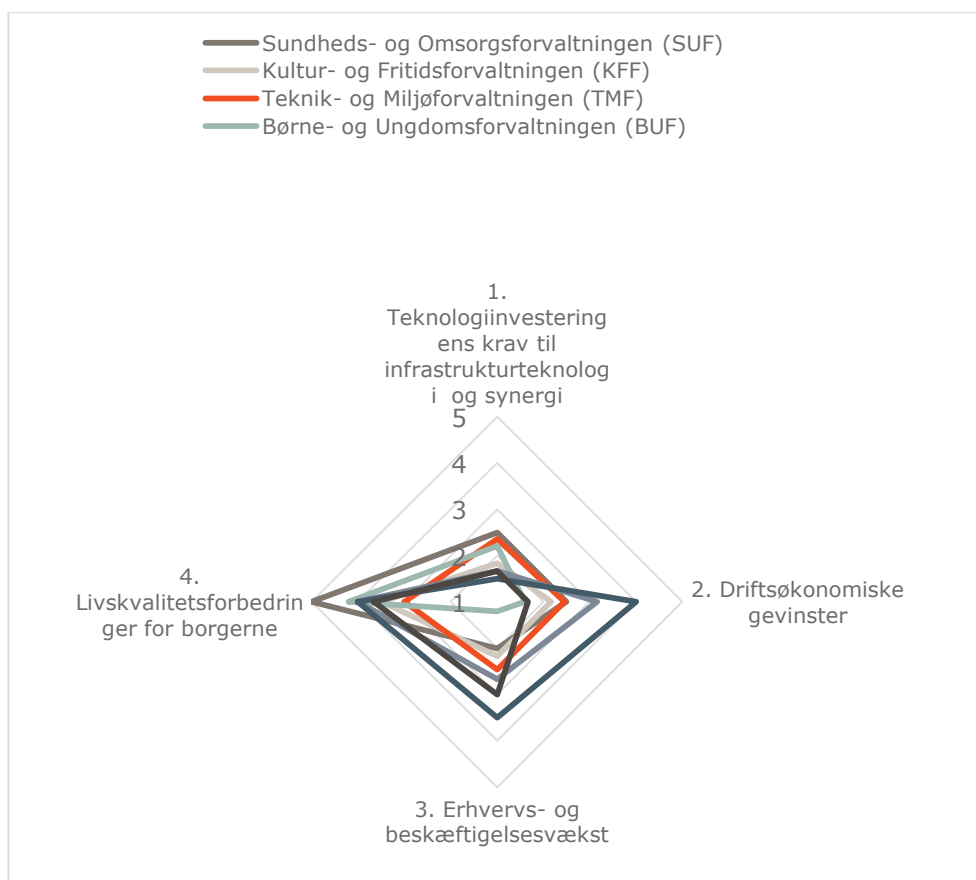
### B.3 Resultater for de syv forvaltninger

Figur 7 viser de gennemsnitlige scores for de syv forvaltninger, der ligger bag de overordnede/samlede scores vist i Figur 6.

Mens der er del ligheder for de gennemsnitlige scores forvaltningerne imellem, er der også nogle, der skiller sig ud. Det er først og fremmest ØKF's projektidéer, som i forhold til de andre projektidéer har en bedre business case, både når det gælder driftsøkonomiske gevinster for kommunekassen, og når det gælder erhvervs- og beskæftigelsesvækst. SOF's projektidéer scorer dog også forholdsvis højt mht. driftsøkonomiske gevinster.

SUF ligger højst med en score på 5, og TMF ligger lavest med en score på 3, når det gælder livskvalitetsforbedringer for borgerne, mens de fem andre forvaltninger ligger ind imellem med scores tæt på de 4.

Figur 7: Gennemsnitlige scores for de syv forvaltninger



#### B.3.1 Sundheds- og Omsorgsforvaltningen (SUF)

Deltagerne i SUF's workshop vurderede, at fem af de syv indmeldte projektidéer præsenteret i dokumentet "Smart City-projekter" enten ikke længere er relevante

eller bør vurderes af en anden forvaltning (SOF). Dette betyder, at kun to projekter blev vurderet:

- > Ny liv med diabetes type 2
- > Skærmbesøg.

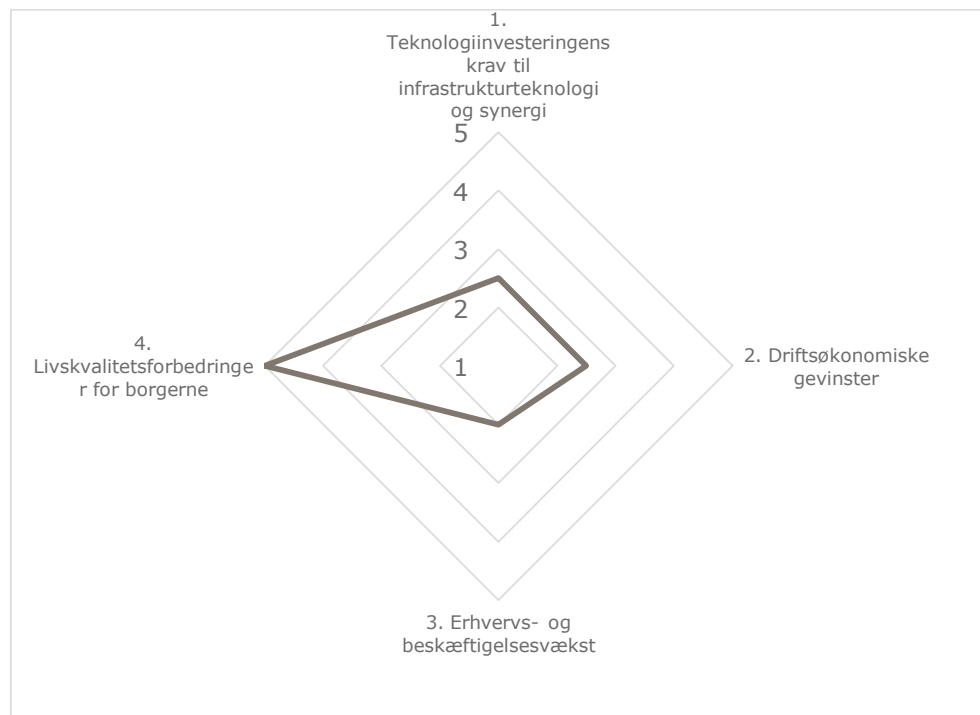
Figur 8 viser gennemsnittet af scores for disse to projektidéer, mens Figur 9 viser scores for hver projektidé. Begge scorer 5 mht. til livskvalitetsforbedringer for borgerne, da begge digitale løsninger vil blive direkte brugt af borgerne. Type 2-diabetikerne vil bruge og have gavn af en ny app. Andre patienter vil opleve en kvalitetsforbedring af servicen via flere tryghedsskærmbesøg med en dedikeret person i den anden ende, og besøgene er frivillige og kan selv styres af patienterne.

Begge projektidéer forventes kun at have begrænsede effekter for erhvervs- og beskæftigelsesvæksten. Dette kan evt. ske ved, at nye forretningsmuligheder udspringer af disse OPI-samarbejder (Offentlig-Privat-Innovation).

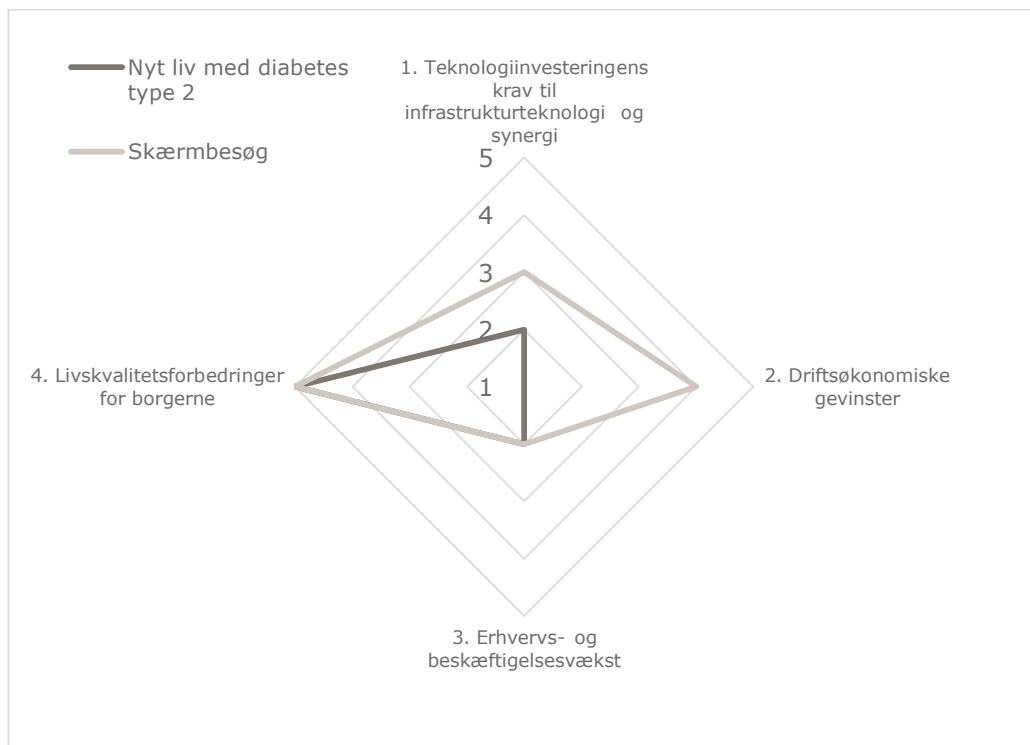
De to projekter er dog forskellige, når det gælder forventningerne til driftsøkonomiske gevinster for kommunkassen. Mens skærmbesøg forventes at give væsentlige besparelser på de kommunale udgifter til hjemmepleje/sygepleje, forventes "LevMedType 2"-app'en ikke at give sådanne effektivitetsgevinster.

Endelig bygger begge digitale løsninger på kendte teknologier, mens der i varierende grad vil være behov for udviklingen af softwareløsninger og logistikløsninger mht. at få teknologierne ud til borgerne.

Figur 8: Gennemsnitlige scores for SUF's projektidéer



Figur 9: Scores for SUF's projektidéer



### B.3.2 Kultur- og Fritidsforvaltningen (KFF)

På KFF's workshop blev fire af de fem indmeldte projektidéer vurderet, dvs. én projektidé blev anset for ikke længere at være relevant. Derudover blev to nye projektidéer bragt på banen og vurderet. Dette betyder, at følgende seks projekter blev vurderet:

- › Pilot med ombygning af P-automater til infostandere
- › Wi-Fi til turister
- › Turistbrønd
- › Digital historie & kunst
- › Smart halbookning
- › Digitalt henvendelsesoverblik.

Figur 10 viser, at disse seks projektidéer i gennemsnit scorer højest mht. livskvalitetsforbedringer for borgerne, mens de tre andre gennemsnitlige scores ligger omkring de 2. Det er dog, som vist i Figur 11

Figur 11, nogle forskelle bag disse gennemsnit.

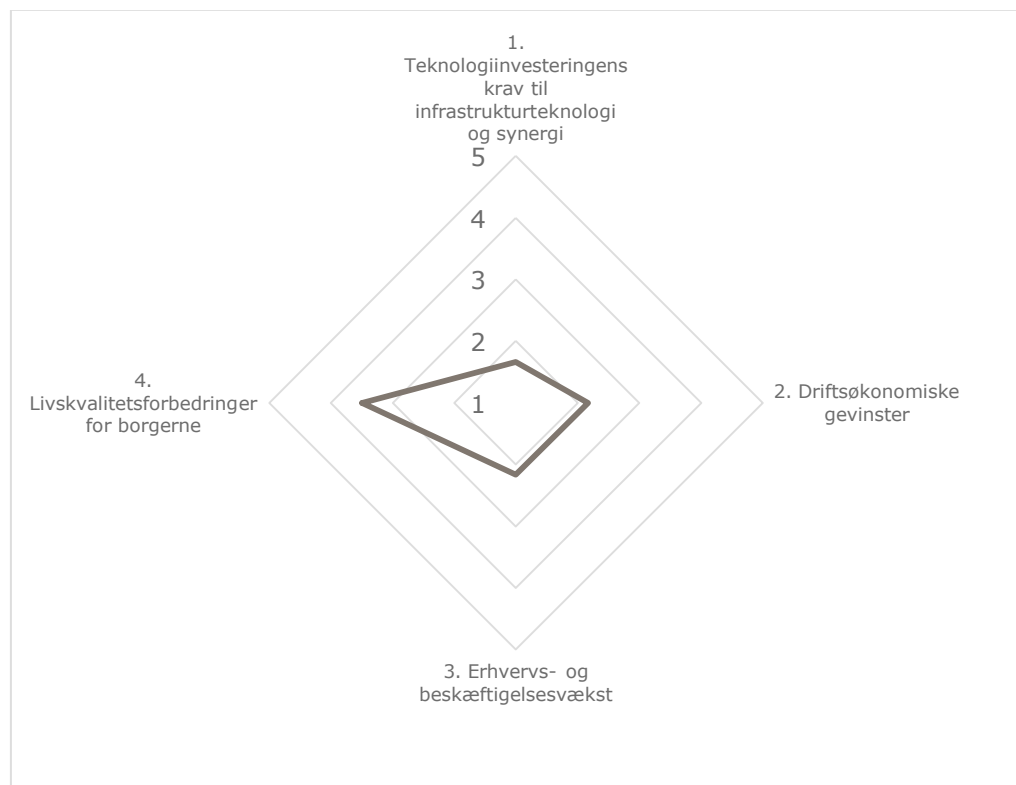
Forskellen er mindst, når det gælder teknologiiinvesteringens krav til infrastrukturteknologi. Her er der i alle tilfælde tale om kendte digitale teknologier såsom 4G, Wi-Fi og databaser. Der vil dog for nogle af projekterne være et behov for udvikling af platforme eller kobling til andre platforme. F.eks. vil der være synergi i at koble de P-automater, der ombygges til infostandere, til turistinformationens "Visitor Guide", mens der vil være fokus på at udvikle en Wi-Fi-loginindgang for turister.

Fire af projektidéerne har ingen eller kun lidt driftsøkonomisk potentiale, da de digitale løsninger stilles til rådighed uden brugerbetaling, og brugen leder ikke til effektivitetsgevinster for kommunen. Smart halbookning vil derimod dels indebære en vis brugerbetaling, og der vil være tale om udskifte eksisterende, forældede digitale løsninger og dermed allerede udskudte investeringer. Digitalt henvendelsesoverblik forventes også at lede til mere effektive arbejdsgange i Københavns Kommune og samlet set være en nettoindtægt for kommunekassen.

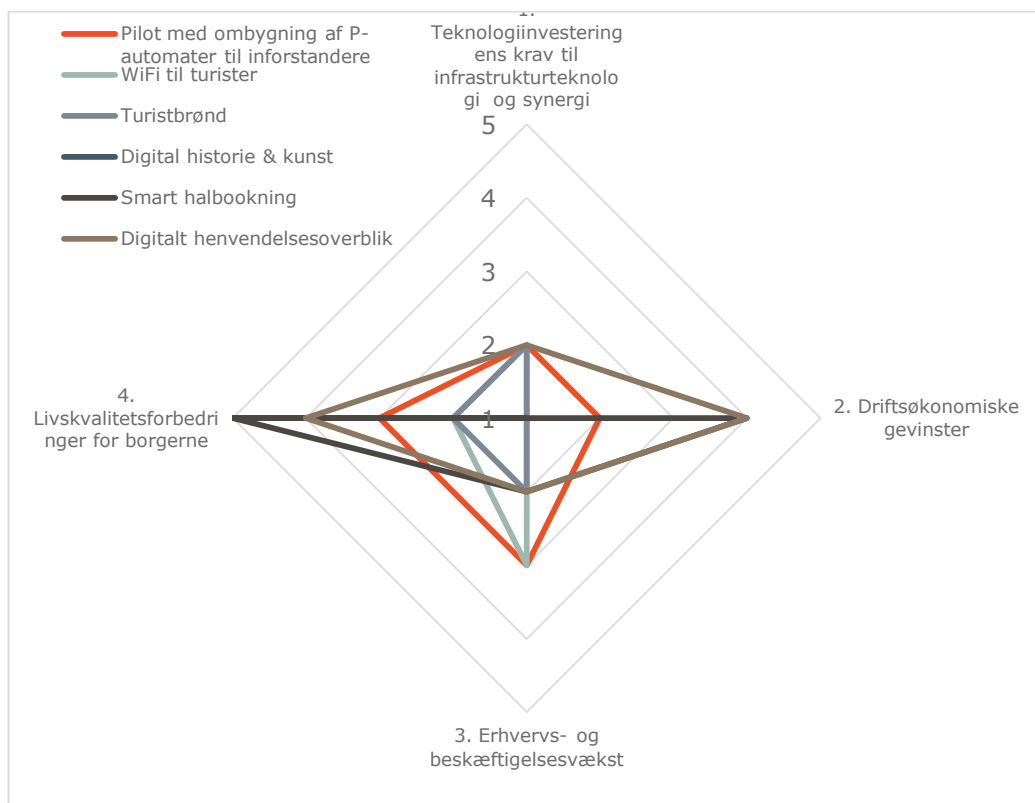
Fire af projektidéerne har også begrænset betydning for erhvervs- og beskæftigelsesvæksten i Københavns Kommune. De ombyggede P-automater til infostandere forventes dog på lidt længere sigt at kunne blive en platform for samarbejde med virksomheder og kulturinstitutioner, f.eks. Louisiana, og logininformationerne fra Wi-Fi til turister kan have kommerciel værdi på længere sigt, hvis anvendelsen af sådan big data anslås lovlig. Derudover skønnes Wi-Fi-adgang især værdifuld for kinesiske turister, hvor anvendelsen af egen mobildata kan være dyr.

Mens nogle af de foreslåede digitale løsninger især retter sig mod turister, er de også værdifulde for københavnere, der er turister i egen by. Digitale løsninger såsom Digital historie & kunst, Smart halbookning, og Digitalt henvendelsesoverblik er derimod især interessante for brug af københavnere.

Figur 10: Gennemsnitlige scores for KFF's projektidéer



Figur 11: Scores for KFF's projektidéer



### B.3.3 Teknik- og Miljøforvaltningen (TMF)

Projektidéerne vurderet af TMF adskiller sig noget fra de, der er præsenteret i dokumentet "Smart City-projekter", dvs. seks af de 15 indmeldte projektidéer er blevet vurderet, mens fem nye er kommet til – herunder via genbesøg af projektidéer fra "Copenhagen Connecting". Dette giver 11 vurderede projektidéer, hvoraf de fleste blevet vurderet på workshoppen, mens resten er blevet det via en skriftlig runde hos TMF:

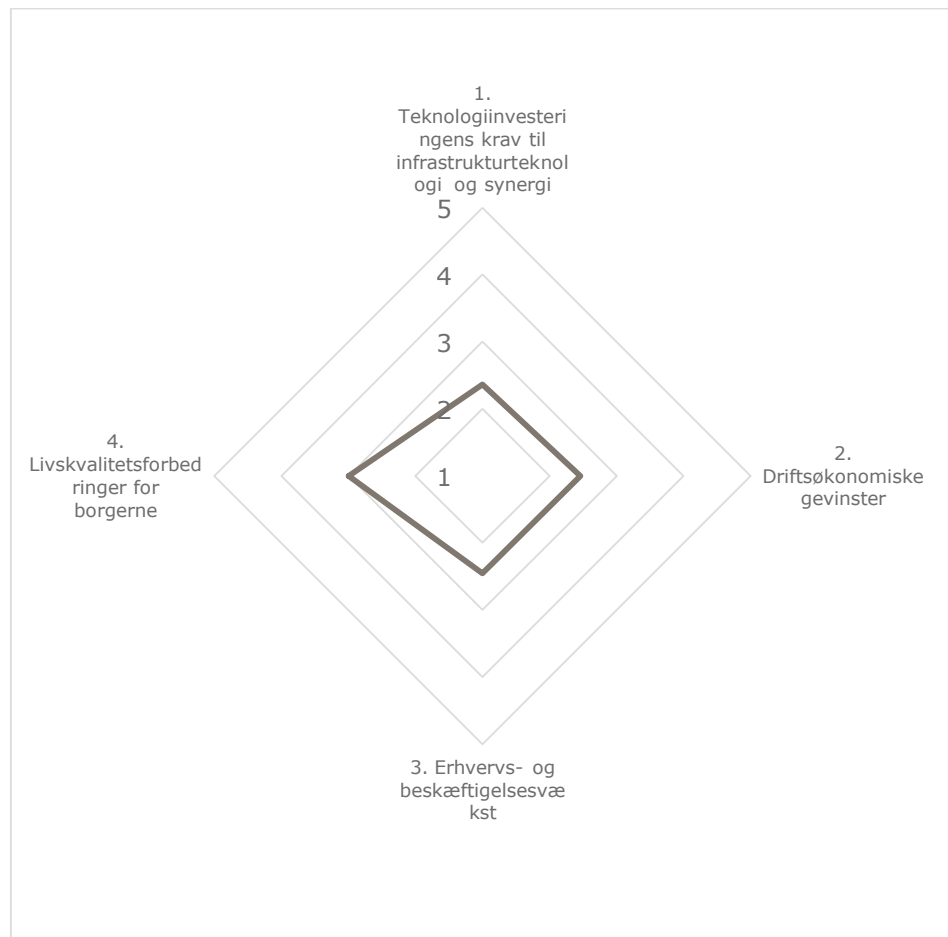
- › Cykelplanlæggeren i Bike CPH
- › Digitalisering af betalingsparkering
- › Forsøg med sensorer for renholdelsesniveau og affald
- › Street Lab
- › (BDDI) CPH big data exchange
- › Privacy panel
- › Sensornetværk
- › Overvågning af legepladser – skadedyr/kanyler mv.
- › Smart parkering
- › Gamifikation
- › Temperaturmålere og ruteplanlægningsmodul til saltning af veje.

Figur 12 viser et jævnt billede for de gennemsnitlige scores af TMF's projektidéer, dvs. for alle fire vurderingskriterier ligger scores fra 2½ til 3. Dette jævne billede dækker dog som vist i – den ikke særligt overskuelige – Figur 13 over en del forskellige projektidéer imellem.

Mens de fleste af de foreslåede digitale løsninger ikke stiller de store krav til infrastrukturteknologi, dvs. der er tale om anvendelsen af kendte teknologier, indebærer nogle få nogen nytænkning. Digitaliseringen af betalingsparkering er f.eks. nytænkende i københavnsk/dansk perspektiv, og Street Lab indebærer mange synergier mellem forskellige sensorløsninger.

En del af projektidéerne forventes på kort sigt at lede til en nettoudgift for kommunekassen. Der er dog også en del, som på længere sigt forventes at være neutrale for kommunekassen, dvs. at have en tilbagebetalingsperiode på under 10 år. Dette gælder projekter såsom Sensornetværk, Overvågning af legepladser, og Temperaturmålere og ruteplanlægningsmodul til saltning af veje, som alle vil lede til effektiviseringer af kommunens drift. Én projektidé, Digitalisering af betalingsparkering, har fået scoren 4, da tilbagebetalingsperioden forventes at være under fem år.

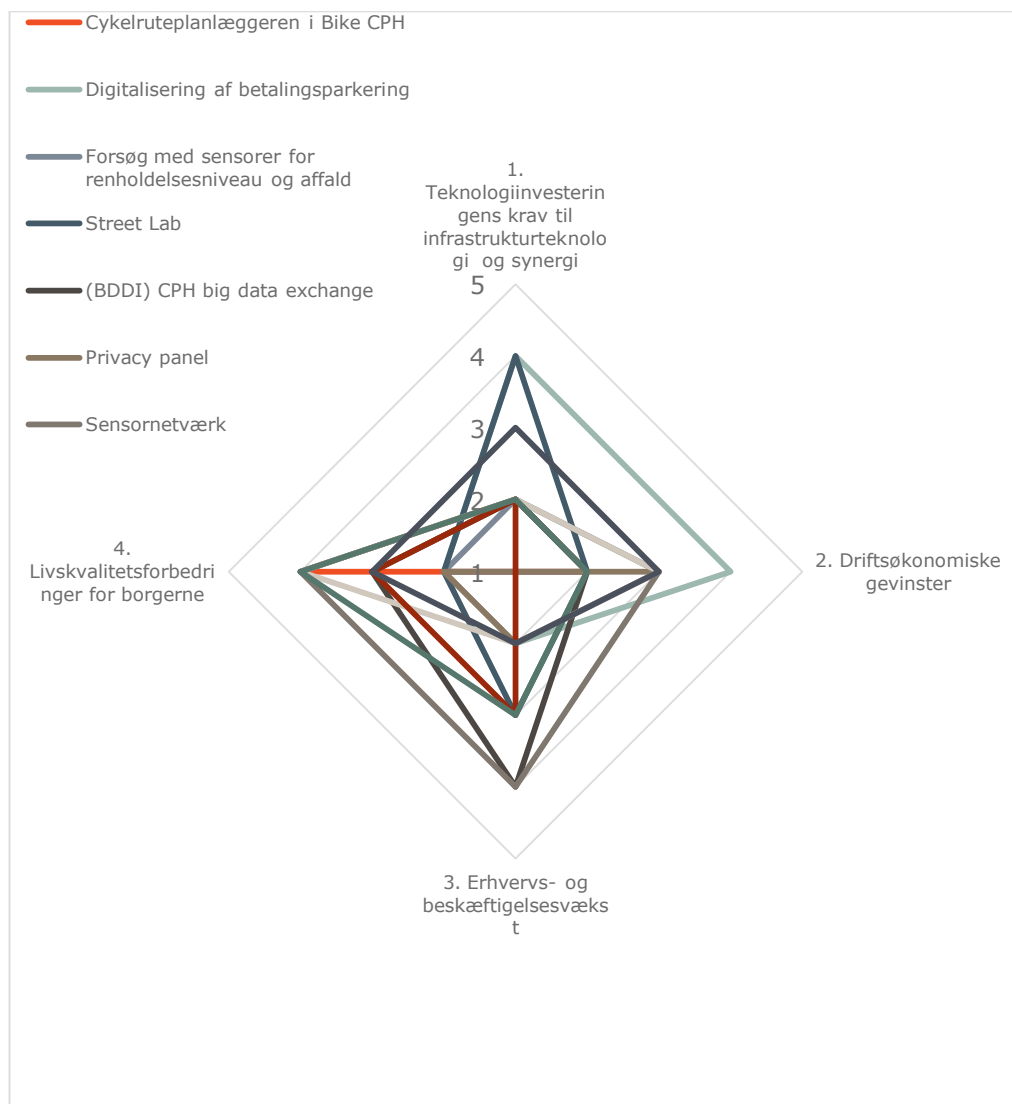
Figur 12: Gennemsnitlige scores for TMF's projektidéer



En del af projektidéerne forventes på kort sigt at lede til nogen indtjenings- og beskæftigelsesvækst i københavnske virksomheder. Sådanne gevinster skabes f.eks. ved, at udviklingen af de digitale løsninger vil ske i et partnerskab med private virksomheder, som giver mulighed for spinoffs for disse, eller ved at private virksomheder får mulighed for at anvende big data. Derudover forventes mange af projektidéerne at lede til øget aktivitet blandt turister og borgere, eller bidrage til en branding af København som en erhvervsvenlig by.

Mange af projektidéerne vil også bidrage til København som en borgervenlig by. Disse bidrag vil ske via bedre service til borgerne, f.eks. cykelplanlægning for cyklisterne, parkeringshjælp til bilisterne, eller renere legepladser til Københavns børn og deres forældre.

Figur 13: Scores for TMF's projektidéer



### B.3.4 Børne- og Ungdomsforvaltningen (BUF)

BUF havde på forhånd indmeldt tre projektidéer, mens to nye blev bragt på banen og vurderet under workshoppen. Dette betyder, at følgende fem projekter blev vurderet:

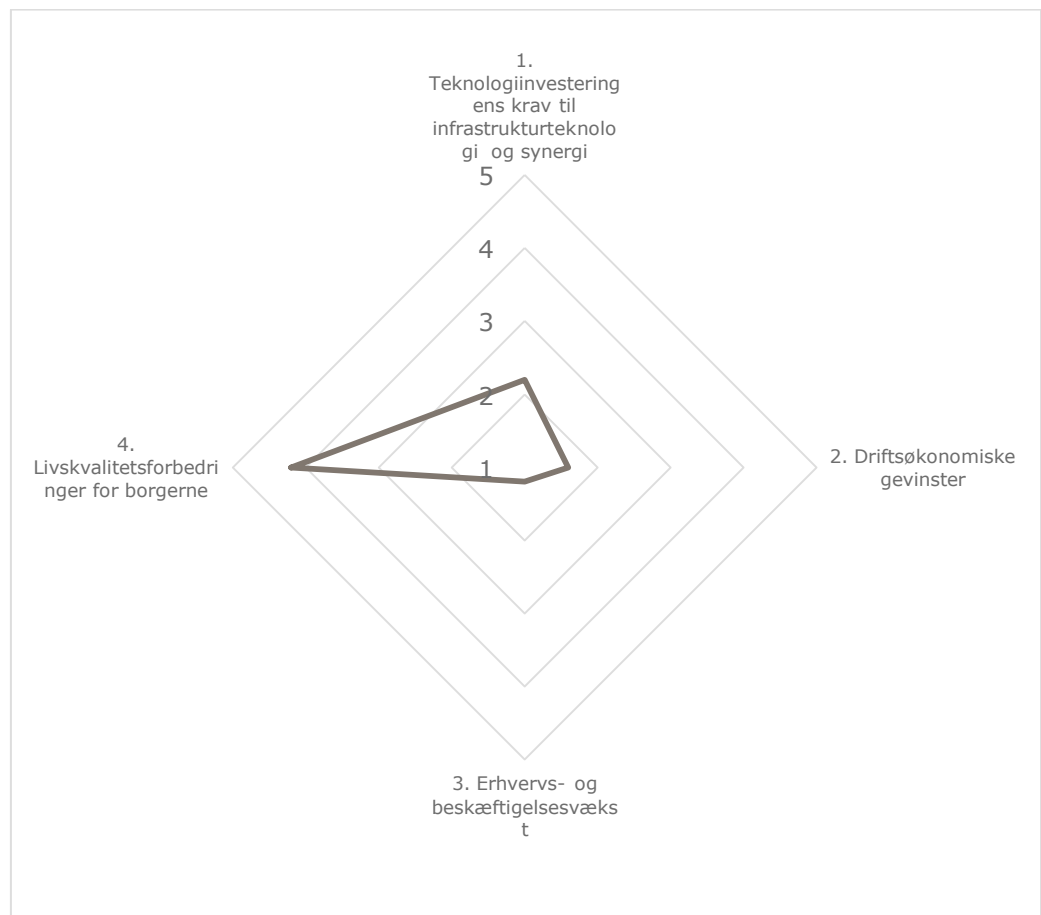
- > Klimatilpasnings Collaboratorium med et situ citizen observatorium på Energi- & Vand Greater Copenhagen living lab
- > Miljøtjenestens GIS-baserede undervisning og dataindsamling
- > [www.blomstrendeby.dk](http://www.blomstrendeby.dk)
- > Inddragelse af klimaambassadører i udviklingen af Smart City-løsninger
- > Smart læring: Åben skole.

Figur 14 viser, at disse fem projektidéer i gennemsnit scorer klart højt, når det gælder livskvalitetsforbedringer for borgerne, mens der stort set hverken forventes gevinster for erhvervslivet eller for kommunekassen. Der er således, som vist i Figur 15, heller ikke de store forskelle på disse to parametre projektidéerne imellem. Kun Klimatilpasnings Collaboratorium forventes på længere sigt og på indirekte at give muligheder for erhvervslivet via HOFOR som testlaboratorium. Kun én projektidé, Miljøtjenestens GIS-baserede undervisning og dataindsamling, forventes at være neutral for kommunekassen, men dette skyldes især, at projektet er meget billigt.

De fleste af de foreslåede digitale løsninger stiller ikke de store krav til infrastrukturteknologi, dvs. der er tale om anvendelsen af kendte teknologier såsom GPS, GIS og sociale medier. Dog vil Klimatilpasnings Collaboratorium teknologisk set være helt i front i et dansk perspektiv via en ny type platform, som kan samle data fra borgerne, f.eks. ved hjælp af droner.

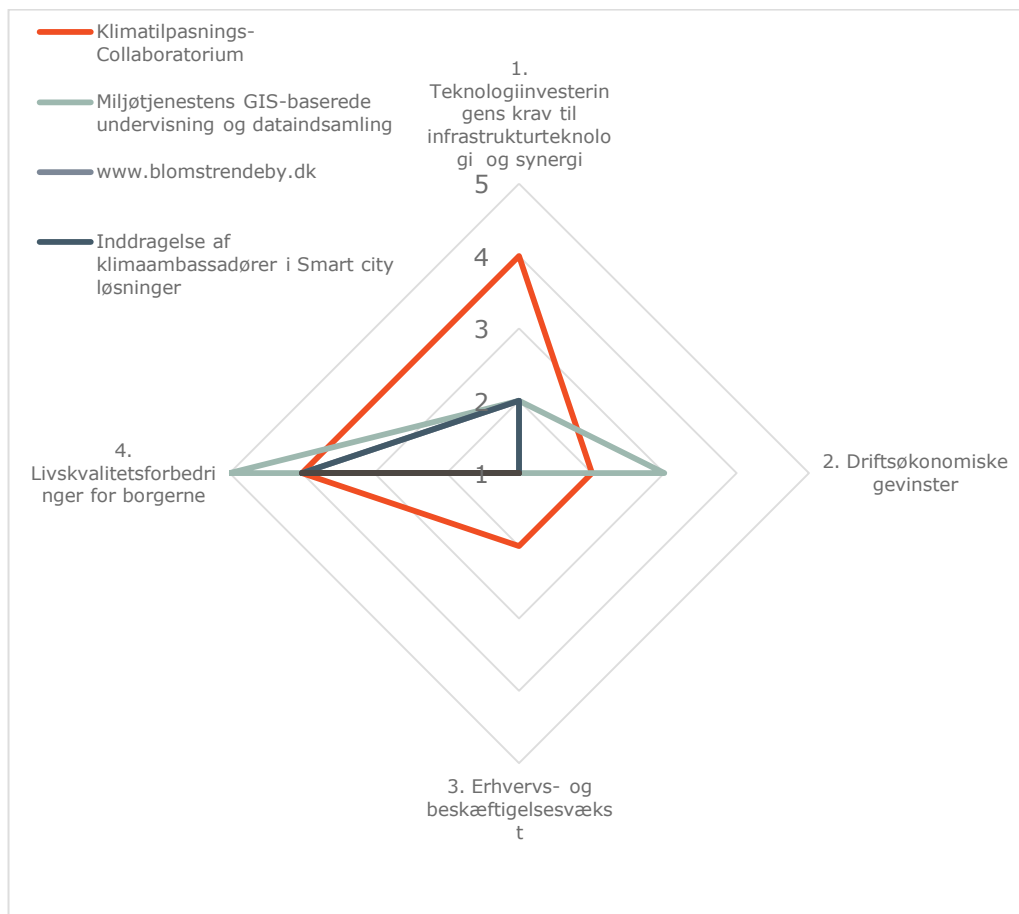
Som sagt retter projektidéerne sig mod at øge livskvaliteten blandt Københavns borgere. Dette vil for Miljøtjenestens GIS-baserede undervisning og dataindsamling ske ved, at skoleelever direkte vil gøre brug af den digitale teknologi i undervisningen, men en del af de andre digitale løsninger vil understøtte borgerinvolvement, f.eks. i forbindelse med begrønning af offentlige arealer eller andre rekreative tiltag.

Figur 14: Gennemsnitlige scores for BUF's projektidéer





Figur 15: Scores for BUF's projektidéer



### B.3.5 Socialforvaltningen (SOF)

Af de tre projektidéer på forhånd indmeldt af SOF blev kun én vurderet på workshoppen, mens dette også skete for én indmeldt af SOF: Elektroniske nøgler + kørebøger til hjemmeplejen. Derudover blev fire nye bragt på banen og vurderet. Dette betyder, at følgende seks projekter blev vurderet:

- › Lync/Skype for kommune, erhvervsliv og borgere
- › Mobile digitale løsninger til borgerne
- › CSC social til tablets
- › Geografispecifik information til borgere og turister
- › Social tilgængelighed af information i byen
- › Elektroniske nøgler + kørebøger til hjemmeplejen.

Figur 16 viser, at disse seks projektidéer i gennemsnit scorer højest, når det gælder livskvalitetsforbedringer for borgerne, efterfulgt af driftsøkonomiske gevinster og erhvervs- og beskæftigelsesvækst, mens de scorer lavest mht. teknologikrav. Figur 17 viser, at disse gennemsnit dækker over nogle forskelle projektidéerne imellem.

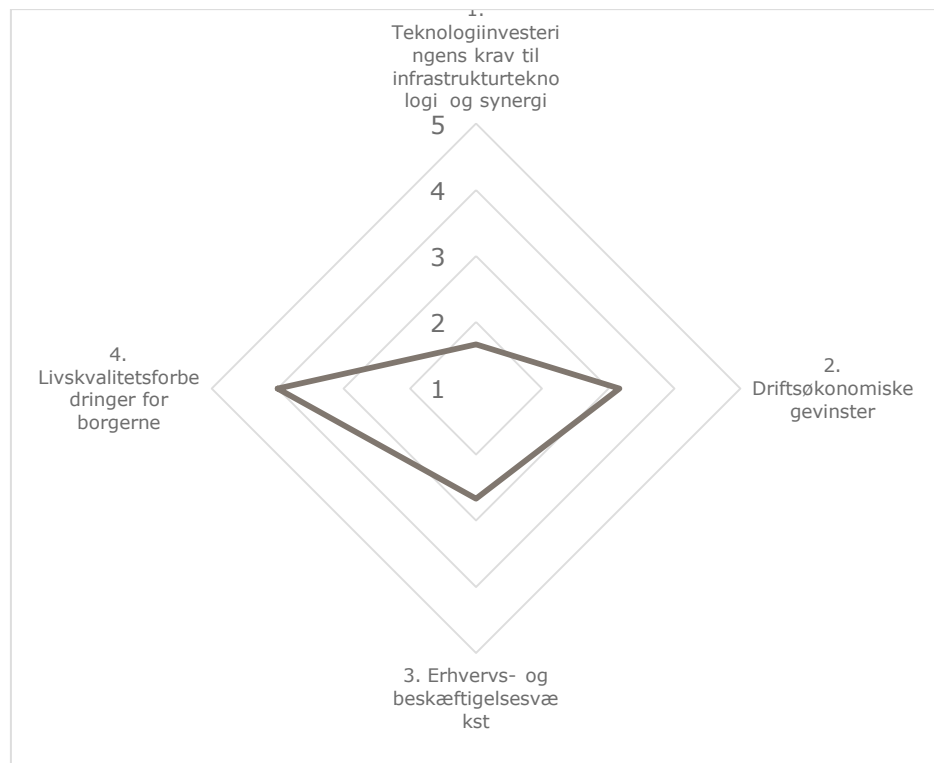
Dette gælder dog ikke for livskvalitetsforbedringer for borgerne, hvor alle projektidéerne har fået en score på 4, hvilket betyder, at teknologiinvesteringen på kort sigt forventes at lede til livskvalitetsforbedringer (f.eks. sundhed, sociale forhold, uddannelse, fritid, eller miljø) for Københavns borgere via højere kvalitet af ser-

viceudbuddet. Der er også stor enighed mht. erhvervs- og beskæftigelsesvækst. Her scorer fem ud af de seks projektidéer 3.

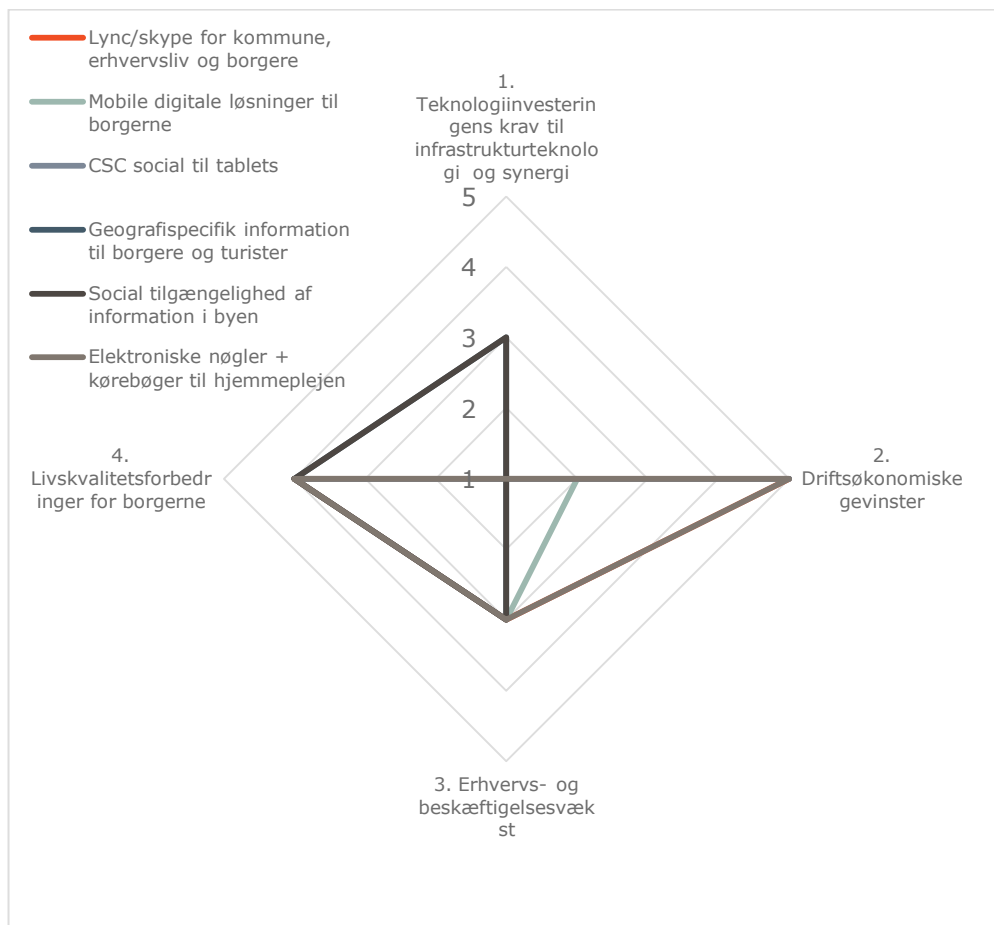
Mens fire af de seks projektidéer vil anvende kendte digitale løsninger, vil Geografisk information til borgere og turister og Social tilgængelighed af information i byen være baseret på mindre udbredt digital infrastruktur. I begge tilfælde vil der være tale om Beacon-teknologi eller lignende.

Den største forskel projektidéerne imellem findes for de driftsøkonomiske gevinster. Her vil tre af projekterne udgøre en nettoudgift for kommunekassen, mens de andre tre forventes at have en tilbagebetalingsperiode på under tre år. Lync/Skype for kommune, erhvervsliv og borgere forventes f.eks. at have et stort effektiviseringspotentiale både mht. kommune-borger-dialogen og internt mellem kommunale enheder, mens Elektroniske nøgler + kørebøger til hjemmeplejen vil give en mere fleksibel og effektiv arbejdsgang i forvaltningen.

Figur 16: Gennemsnitlige scores for SOF's projektidéer



Figur 17: Scores for SOF's projektidéer



### B.3.6 Økonomiforvaltningen (ØKF)

Af de seks projektidéer indmeldt af ØKF og præsenteret i dokumentet "Smart City-projekter" er tre blevet slået sammen, da de indholdsmæssigt ligner hinanden meget. Én ny er kommet til, og det betyder, at fire projektidéer blev vurderet på workshoppet:

- > Central styring og genopretning af energiforbrugende anlæg
- > Central energiovervågning og driftssupport
- > Affaldsdata
- > Digitalisering af ejendomsdata (3.000 bygninger).

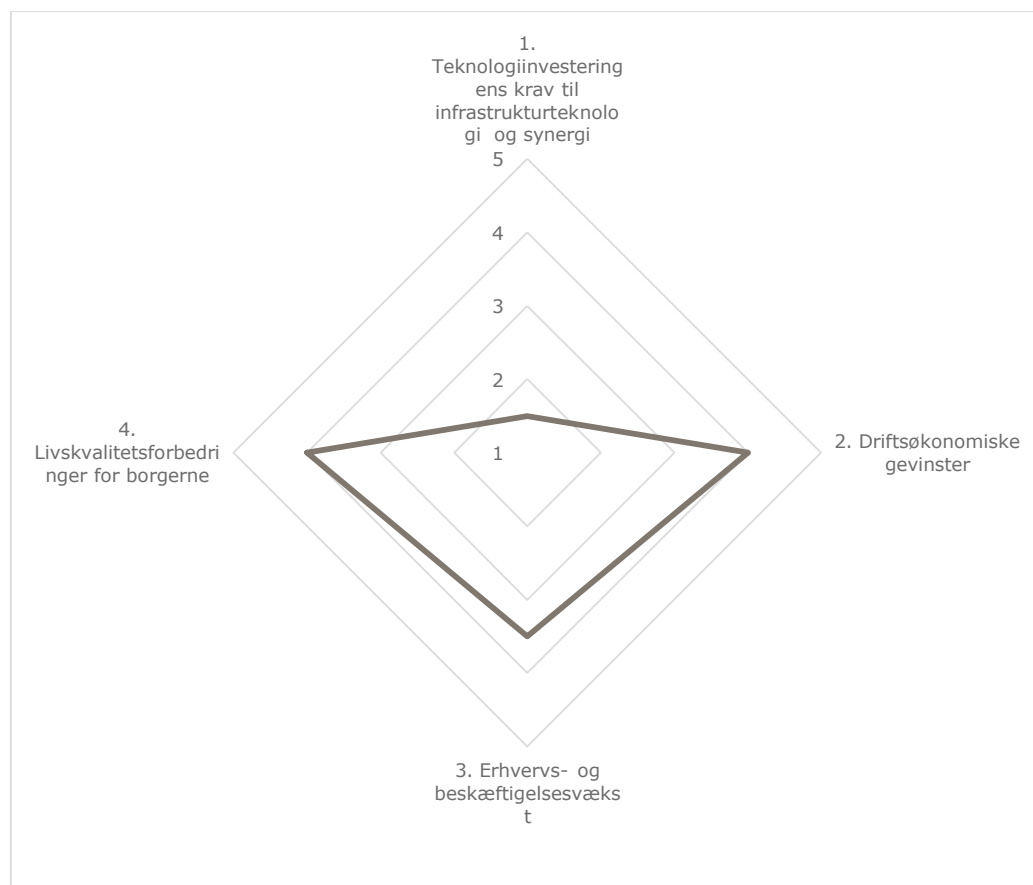
Figur 18 viser, at disse fire projektidéer score pænt på tre af parametrene, men forholdsvis lavt mht. teknologikrav, og Figur 19 viser, at scores er meget ens på tværs af projektidéerne. Faktisk scorer både de to første og de to sidste ens på alle fire parametre.

De to første projektidéer vil anvende meget udbredte digitale løsninger, men i begge tilfælde gøre det på en sådan måde, at energiforbruget reduceres så meget, at investeringerne har en tilbagebetalingstid på omkring fem år. For begge projekter opnår brugerne et bedre indeklima, og mht. erhvervs- og beskæftigelsesvækst for-

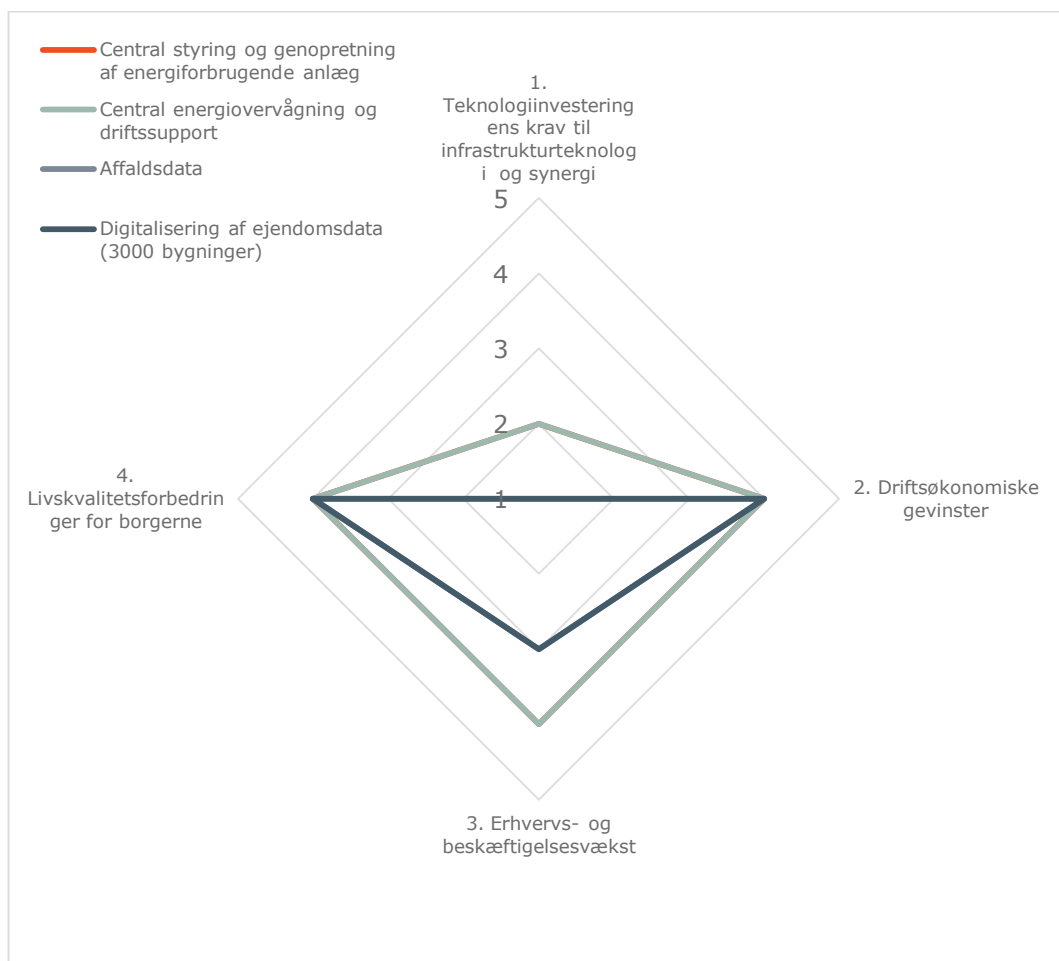
ventes den opnåede viden at kunne nyttiggøres på andet end kommunale bygninger.

For de to sidste projektidéer er der enten tale om køb af et eksisterende digitalt system eller brugen af en app. Begge digitale løsninger vil lede til effektivisering af arbejdsgangene i kommunen, enten i håndtering af afregninger eller i forbindelse af modtagelsen af henvendelser fra borgerne. Mht. erhvervs- og beskæftigelsesvækst giver Affaldsdata på sigt bedre mulighed for kommerciel anvendelse af affald, mens der er et potentiale for virksomheder at bruge data fra Digitalisering af ejendomsdata til at udvikle services. Endelig vil borgerne opleve mindre affaldsforurening og finde det nemmere at lave forespørgsler f.eks. om bygninger i dårlig stand.

Figur 18: Gennemsnitlige scores for ØKF's projektidéer



Figur 19: Scores for ØKF's projektidéer



### B.3.7 Beskæftigelses- og Integrationsforvaltningen (BIF)

Deltagerne i BIF's workshop vurderede de tre indmeldte projektidéer præsenteret i dokumentet "Smart City-projekter":

- > Lync til udsatte borgere
- > Udvikling og forankring af KK CRM
- > Borgere hurtigere i beskæftigelse via Lync-app.

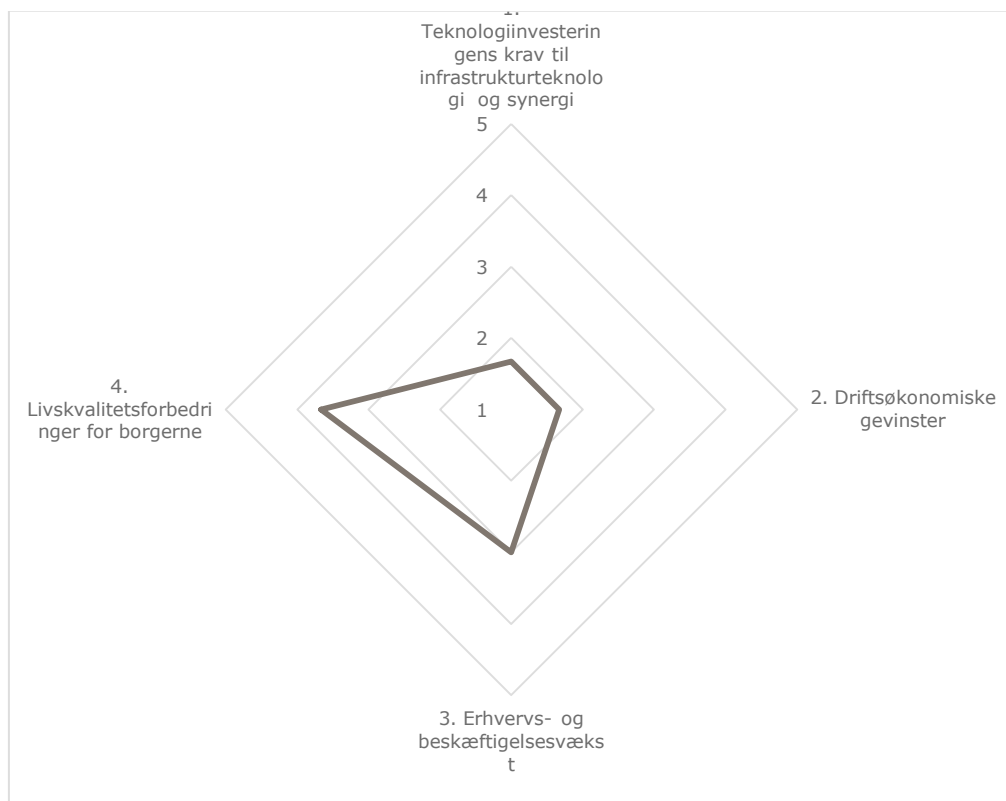
Figur 20 viser, at gennemsnittene af scores for disse tre projektidéer er højst, når det gælder livskvalitetsforbedringer for borgerne og erhvervs- og beskæftigelsesvækst, og noget lavere, når det gælder teknologikrav og driftsøkonomiske gevinster. Figur 21 viser, at disse gennemsnit dækker over nogle få forskelle projektidéerne imellem.

Livskvalitetsforbedringerne for borgerne sker ved, at de får adgang til mere/bedre serviceudbud og for KK CRM, at de kun skal henvende sig ét sted, mens erhvervs- og beskæftigelsesvæksten dels sker ved flere/bedre jobsamtaler for borgerne, dels ved bedre service over for erhvervskunder, og dels ved et bedre match af ledige stillinger mellem borgere og erhvervskunder. Det skal dog i denne sammenhæng understreges, at mange af de borgere, de digitale løsninger retter sig mod, er ud-

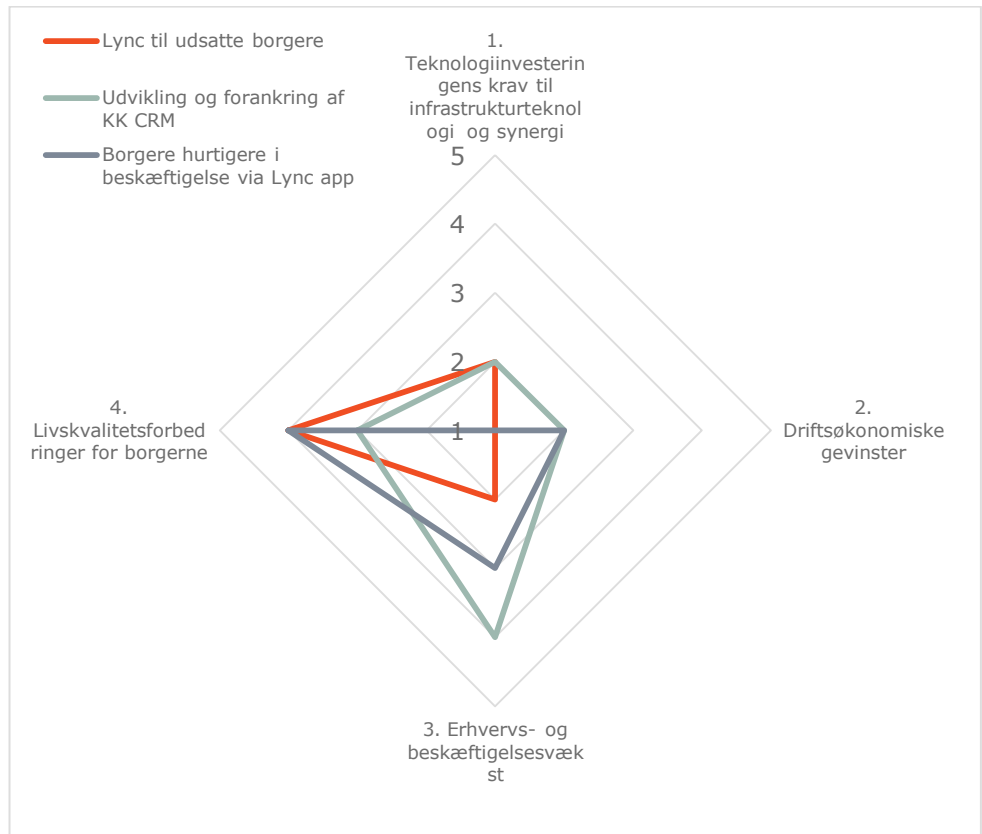
satte borgere, der ofte er svære at integrere på arbejdsmarkedet, og som ofte ikke har de nødvendige digitale enheder – herunder tilstrækkelig mobildata – til at kunne være med.

De begrænsede teknologi krav, BIF kan stille til sine brugere, betyder også, at BUF selv ikke efterspørger avancerede digitale infrastrukturer. Samtidig har BIF svært ved at kræve brugerbetaling fra udsatte borgere, hvorfor de digitale løsninger vil blive en udgift for kommunekassen.

Figur 20: Gennemsnitlige scores for BIF's projektidéer



Figur 21: Scores for BIF's projektidéer



## B.4 Konklusioner

Vurderingen af 37 projektidéer fra de syv forvaltninger i Københavns Kommune til Smart City-digitale løsninger giver anledning til følgende konklusioner:

- › Projektidéerne stiller ikke store krav til nytænkning i opbygningen af en Smart City-infrastruktur. Med dette menes, at de foreslåede digitale løsninger, som forvaltningerne vil gøre brug af til at forbedre deres service til virksomheder, borgere og turister, ofte kun kræver adgang til kendte infrastrukturer som Wi-Fi eller 4G. Fokus i projektidéerne er i stedet på, at kommunikationen til/fra mobile digitale enheder er stabil og tilgængelig overalt (i kommunale og private bygninger og i det fri).
- › Forvaltningerne har fokus på mobile digitale enheder, og hvordan de kommer ud til brugerne. Nytænkningen eller udviklingen af digitale løsninger fokuserer således på, hvordan mobile digitale enheder – både software (f.eks. apps og Lync) og hardware (f.eks. tablet og PC) – udvikles/anskaffes og kommer ud til brugerne og bliver brugt. Med andre ord er det ofte et spørgsmål om logistik – f.eks. hvordan forvaltningen holder styr på hvilke borgere, der har eller skal have hvilke mobile digitale enheder. Eller sagt med helt andre ord: "Forvaltningerne vil gerne bruge biler – men ikke bygge veje".
- › Infrastruktur påvirker projektidéer, og projektidéer påvirker infrastruktur. I forlængelse af de to foregående konklusioner kan man sige, at vi har lidt af en hønen-og-ægget-problematik. På den ene side kunne en bedre digital infra-

struktur i København end på nuværende tidspunkt måske kunne have ledt til mere teknologisk nytænkende projektidéer fra forvaltningerne. Faktisk er det sådan, at et omfattende IoT-netværk vil blive udrullet i København i 2016, men det har ingen af projektidéerne taget med i overvejelserne – og dermed bør de muligvis genovervejes. På den anden side vil beslutningen om bedre digital infrastruktur i København være påvirket af de krav, der stilles af projektidéerne.

- › Mange af de digitale løsninger vil være en udgift for kommunekassen. Dette skyldes, at en del af de foreslåede nye teknologier stilles til rådighed for brugerne, uden at der kræves brugerbetaling. Brugere kan være virksomheder, borgere og turister eller kommunalt ansatte, der gør brug af de nye muligheder, når de udøver service til virksomheder og borgere.
- › En del af de digitale løsninger vil give effektivitetsgevinster, som giver besparelser på de kommunale budgetter. Dette gælder især de projekter, hvor den digitale løsning er med til at reducere energiforbruget i kommunale bygninger, men det gælder også projekter, hvor digitale løsninger letter arbejdet for kommunalt ansatte. Faktisk kunne man godt forestille sig, at flere af projekterne bliver billigere, og dermed udgør et større driftsøkonomisk potentiale, når IoT-netværket bliver udrullet og kan erstatte nogle af de dyre Wi-Fi-løsninger.
- › Gevinster for erhvervslivet gennem bedre erhvervsservice. Ingen af projektidéerne stiller som så digitale løsninger direkte til rådighed for de københavnske virksomheder, men en del af projektidéerne retter sig mod, at virksomhederne får gavn af mere og bedre kvalitet af kommunens erhvervsservice – herunder i forbindelse med rekruttering af medarbejdere – og dermed en mulig beskæftigelsesgevinst.
- › Gevinster for erhvervslivet gennem anvendelse af data. Mange af de digitale løsninger – f.eks. sensorer og logininformationer – giver mulighed for opsamlingen af big data, som kan have kommerciel værdi på længere sigt, hvis anvendelsen af sådanne data anslås lovlig. I denne sammenhæng vil IoT-netværket kunne bidrage til udveksling af data. Derudover er der en forventning om, at brugen af ny teknologi i kommunalt regi på nogle områder vil give virksomhederne erfaringer, som de efterfølgende kan bruge til at udvikle deres forretning over for andre kunder.
- › En del af de digitale løsninger vil direkte blive brugt af borgerne, og hvor de selv vælger, hvor meget de vil bruge dem. Dette anses for at være en væsentlig forbedring af livskvaliteten. Det er dog ikke så let at indføre brugerbetaling for mange af disse løsninger, hvorfor der er stor fokus på en effektiv logistik mht. digitale mobile enheder. Udgifterne kan dog muligvis også reduceres ved anvendelse af IoT-netværket.
- › Gevinster for borgerne gennem bedre borgerservice. Endelig vil en del af projektidéerne på kort sigt lede til livskvalitetsforbedringer via højere kvalitet af serviceudbuddet. Dette kan f.eks. være bedre service over for cyklister, der prøver at finde den hurtigste vej gennem Københavns gader, eller det kan være elektroniske nøgler, der giver større sikkerhed for borgerne i nøglehåndteringen.