

Denne artikel er publiceret i det elektroniske tidsskrift
Artikler fra Trafikdage på Aalborg Universitet
(Proceedings from the Annual Transport Conference
at Aalborg University)
ISSN 1603-9696
www.trafikdage.dk/artikelarkiv

Fremtidens mobilitet – på kort, mellem og langt sigt

*Jan Ivarsen, Anne Christoffersen, NIRAS
Jakob Steen Christensen, JAJA Arkitekter*

Abstrakt

Selvkørende - og i særdeleshed forbundne - køretøjer varsler et infrastrukturelt paradigmeskift. Alt tyder på, at det vil få omfattende konsekvenser for både vores transportbehov og vores måde at udnytte infrastrukturen på. Det har været et langt tilløb, men vi er nu nået det punkt, hvor teknologien er modnet, og det, vi længe anså som fremtiden, er lige rundt om hjørnet.

Fokus har indtil nu ligget meget på selve teknologien, men i nærværende projekt vil vi som trafik- og byplanlæggere gerne rette opmærksomheden mod de konsekvenser og muligheder, teknologien forventeligt har for vores infrastruktur og byrum.

Trafik- og byplanlæggere skal være gearet til at kunne håndtere udformningen af fremtidens infrastruktur og byrum, både i en transitionsfase, hvor selvkørende køretøjer udgør en andel af den samlede transportpakke; og i en slutfase, hvor al transport afvikles førerløs og forbundet. Herved optimeres brug af infrastrukturen, og der frigives overflødige arealer til andre formål. Det er her, samspillet mellem trafik- og byplanlæggere når et stort potentiale – ny anvendelse af p-arealer/huse, nye muligheder for skybrudssikring, nye muligheder for transportknudepunkter etc.

Projektets formål er at vise, hvordan vores byer – eksemplificeret ved Storkøbenhavn - kan se ud, hvis vi formår at udnytte den teknologiske udvikling inden mobilitet og deletjenester. I et planlægningsperspektiv ønsker vi at lave et pro-aktivt projekt, der i stedet for at *tilpasse* sig den teknologiske udvikling, forsøger at vise hvordan vi *vil* indrette vores omgivelser ved hjælp af teknologisk udvikling.

Projektet handler om at skabe viden og erfaringer gennem planlægning og pilotprojekter. Som planlæggere skal vi lave robuste rammeværk for fremtidens udvikling, hvor vi traditionelt planlægger i 25-75 års perspektiver afhængig af projekter og skala. Her er det helt tydeligt, at der mangler viden om fremtidens mobilitet, og det ikke tænkes med i dagens planlægning.

For at synliggøre og formidle den førerløse teknologiske potentialer og faldgruber har vi formuleret et udviklingsprojekt, hvor Storkøbenhavn er den geografiske ramme. København er en oplagt case, fordi byen allerede har en international opmærksomhed i form af sin cykelkultur og urbane livskvalitet.

Udviklingsprojektet er udført efter scenariemetoden, hvor andelen af selvkørende biler i kombination med deletjenester i de enkelte scenarier, påvirker trafikmønstrene. Der fokuseres på de afledte trafikale konsekvenser, simuleret i VISSIM; ligesom (de positive) konsekvenser for byrum præsenteres.

Baggrund

Selvkørende - og i særdeleshed forbundne - køretøjer varsler et infrastrukturelt paradigmeskift. Alt tyder på, at det vil få omfattende konsekvenser for både vores transportbehov og vores måde at udnytte infrastrukturen på. Det har været et langt tilløb, men vi er nu nået det punkt, hvor teknologien er modnet, og det, vi længe anså som fremtiden, er lige rundt om hjørnet.

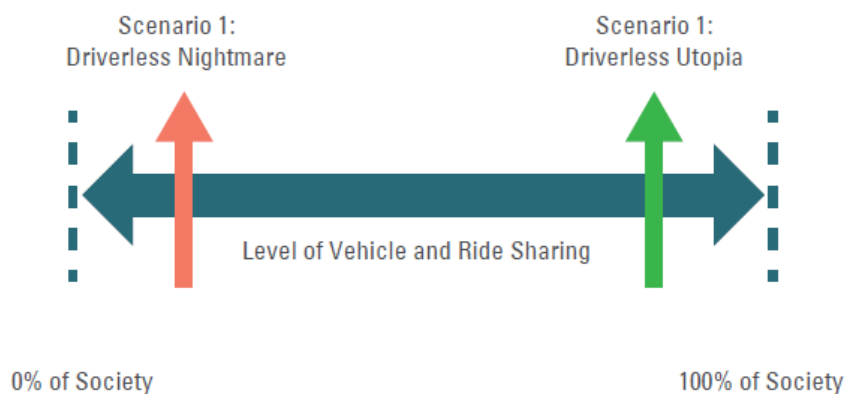
Den førerløse teknologi er ikke en mirakelkur på alt, og faktisk kan den nye teknologi også føre til, at der kommer endnu flere biler på vejene. Derfor er det vigtigt, at vi ikke læner os tilbage og ser hvordan det udvikler sig, men at vi proaktivt planlægger for den førerløse teknologi, og bruger denne teknologiske mulighed til at forme vores byer og omgivelser som vi gerne vil have dem. Det er afgørende, at vi bruger den førerløse teknologi og "on demand" apps (MaaS) til at styrke og samkøre den kollektive trafik med bilen, og på denne måde også løse spidsbelastningen mellem forstaden og byen.

Fokus har indtil nu ligget meget på selve teknologien, men i nærværende projekt vil vi som trafik- og byplanlæggere gerne rette opmærksomheden mod de konsekvenser og muligheder, teknologien forventeligt får for vores infrastruktur og byrum.

Trafik- og byplanlæggere skal være gearret til at kunne håndtere udformningen af fremtidens infrastruktur og byrum, både i en transitionsfase, hvor selvkørende køretøjer udgør en andel af den samlede transportpakke; og i en slutfase, hvor al transport afvikles førerløs og forbundet. Herved optimeres brug af infrastrukturen, og der kan frigives overflødige arealer til andre formål. Det er her, samspillet mellem trafik- og byplanlæggere når et stort potentiale – ny anvendelse af p-arealer/huse, nye muligheder for skybrudssikring, nye muligheder for transportknudepunkter etc.

Formål

Projektets formål er at vise, hvordan vores byer kan se ud, hvis vi formår at udnytte og styre den teknologiske udvikling indenfor mobilitet og deletjenester. I et planlægningsperspektiv ønsker vi at lave et pro-aktivt projekt, der i stedet for at *tilpasse* sig den teknologiske udvikling, forsøger at vise hvordan vi *vil* indrette vores omgivelser ved hjælp af og sammen med den teknologiske udvikling.



Figur 1 Spændet mellem en "autonom" og en styret udvikling ift. integration af AV'er og MaaS

Trafikplanlægning og byplanlægning er uløselig bundet sammen, men løses på trods heraf ofte sektorbaseret. Med dette projekt præsenteres et holistisk og helstøbt samarbejde, hvor fagkompetencer supplerer hinanden og skaber et brandaktuelt projekt.

Med dette udgangspunkt har vi skabt en vision om fremtidens trafik- og byrum; en by, hvor vi har mindre trængsel og hvor gade- og byrummet anvendes til mere rekreative og bæredygtige formål.

Projektet forholder sig til, *hvad* der skal ske, hvis visionen skal blive til virkelighed – men ikke konkret, *hvordan* denne udvikling skal ske. Med andre ord: hvis vi får gentænkt måden at transportere os på i byerne; hvordan kan vores byrum så potentielt se ud?

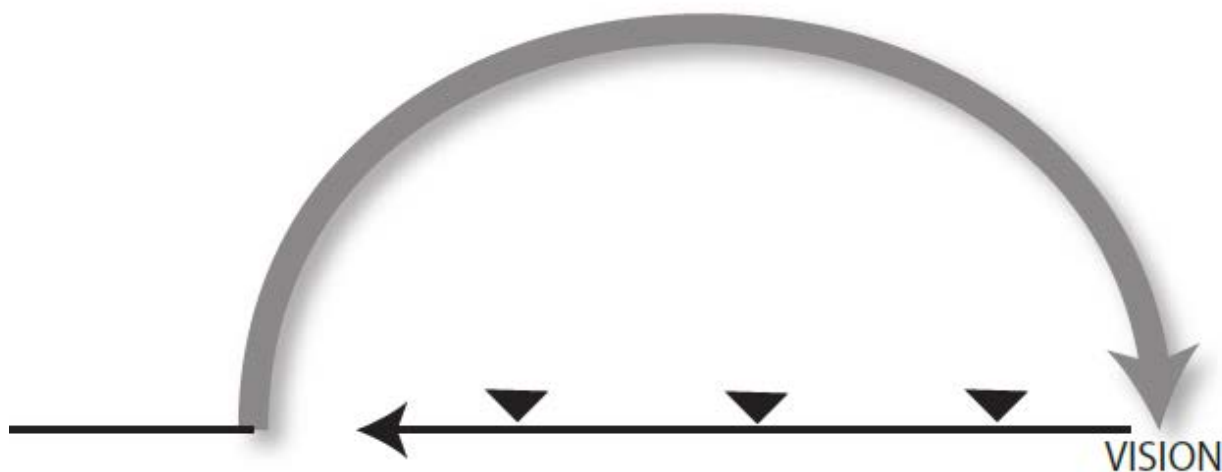
Metode og forudsætninger

Vores projekt handler om at skabe viden og erfaringer gennem planlægning og pilotprojekter. Som planlæggere skal vi lave robuste rammeværk for fremtidens udvikling, hvor vi traditionelt planlægger i 25-75 års perspektiver afhængig af projekter og skala. Her er det helt tydeligt, at der mangler viden om fremtidens mobilitet, og det derfor ikke indtænkes i dagens planlægning.

For at synliggøre og formidle potentialerne og faldgruber for den førerløse teknologi, har vi formuleret et udviklingsprojekt, med Storkøbenhavn som den geografiske ramme. København er en oplagt case, fordi byen allerede har en international opmærksomhed i form af sin cykelkultur og urbane livskvalitet.

Udviklingsprojektet er bygget op over scenariemetoden. Her skaber vi proaktivt en fremtidssituation ud fra en vision om at førerløs teknologi og deletjenester i kombination kan ændre den fremtidige indretning af byens trafikarealer: en by med mindre trængsel og hvor sorte arealer udnyttes til mere bæredygtige formål.

Fra visionen følger dernæst en "baglæns" argumentation, hvor vi i forskellige milepæle afdækker de infrastrukturelle og adfærdsmæssige forhold, som er trin på vejen hen mod en fremtid, hvor trafikken er 100% førerløs og langt hovedparten (> 75%) af transporten er delt i form af MaaS. Det er således det fysiske potentiale af kombinationen af de to forhold (førerløs teknologi og deletjenester), projektet udfolder.



Figur 2 Formuleret vision med en "baglæns" argumentation

Scenariemetoden er ideel i nærværende kontekst, da den åbner op for muligheden for dialog på tværs af faggrupper – her trafik- og byplanlæggere – med en fælles forventning af fremtiden; både i forhold til det som man er forholdsvis sikker på, *vil ske* og det, som *kan ske*. Herved fås et mere robust billede af, hvordan forskellige fremtidssituationer – her vej- og byrum – skal kunne håndtere fremtidige transportmæssige forhold.

Projektet tager ikke stilling til, hvordan og hvor hurtigt udviklingen sker; men fokuserer på, hvordan man proaktivt kan forberede gade- og byrum til at understøtte udviklingen.

Projektet udfoldes gennem 3 geografiske scenarier. Scenarierne er valgt, så de repræsenterer et bredt spænd af mulige mobilitetsbehov; bundet op på fortællinger om 3 familier med forskellige mobilitetsbehov. I scenarierne varierer andelen af AV hhv. MaaS. Dette påvirker trafikken forskelligt; hvordan indflydelsen konkret bliver, er ekstremt kompliceret at forudsige; ligesom også den almindelige tidsmæssige betydning er forbundet med usikkerhed.

Det trafikale grundlag i de enkelte scenarier er derfor formuleret på grundlag af et 0-scenarie (business-as-usual), hvorefter betydningen af AV hhv. MaaS indarbejdes.

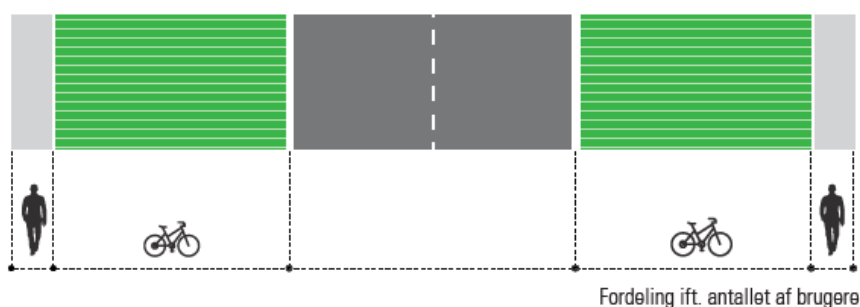
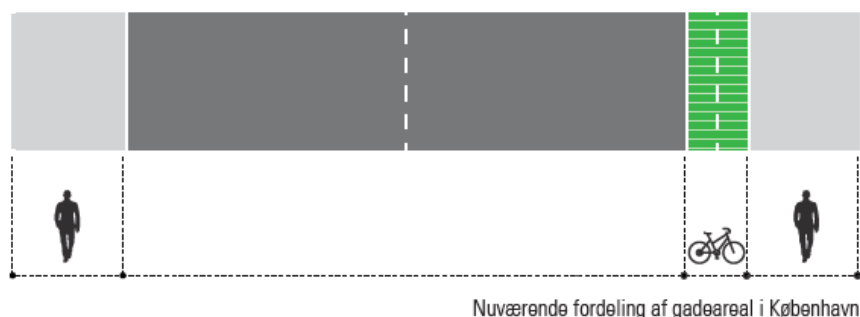
100% AV					SC. 4 By-By
75% AV				SC. 3 Forstad-By	
50% AV			SC. 2 By-Forstad		
25% AV		SC. 1 By-By			
Som i dag	SC. 0 Business-as-usual				
	Som i dag	25% MaaS	50% MaaS	75% MaaS	>75% MaaS

I alt præsenteres 9 trafiksituationer og 14 modellerede repræsentationer, hvor trafikdata fra scenarierne er tegnet ud og visualiseret.

Det trafikale udgangspunkt

Motivationen for projektet skal findes i det faktum, at presset på byens trafikarealer kun vokser.

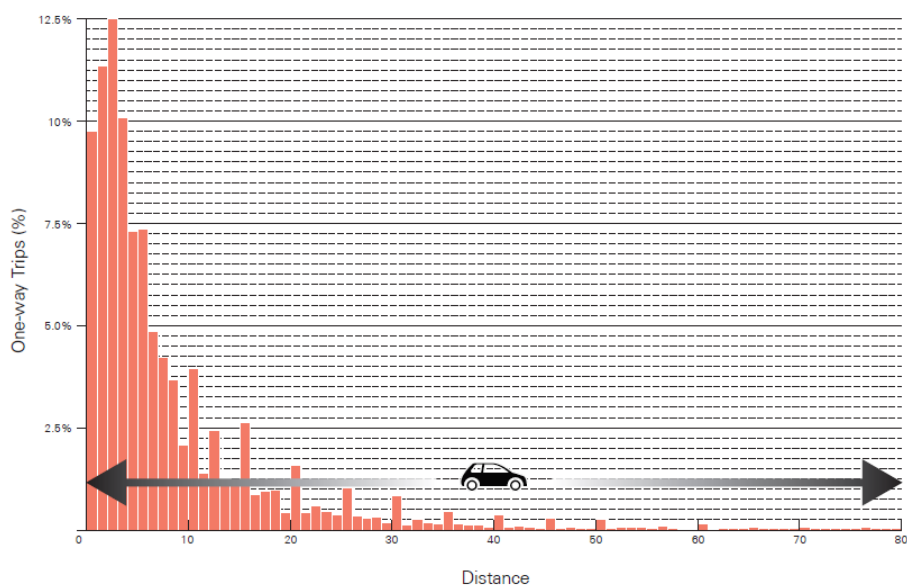
I Hovedstaden fylder bilernes trafikarealer ca. 2/3 af det samlede trafikareal; svarende til et samlet areal på 6,4 km². Dette på trods af, at 2/3 af alle københavnere transporterer sig som gående, cyklist eller kollektiv transport. I København er andelen af de parkerede biler, som alene anvendes i weekends, helt oppe på 25%.



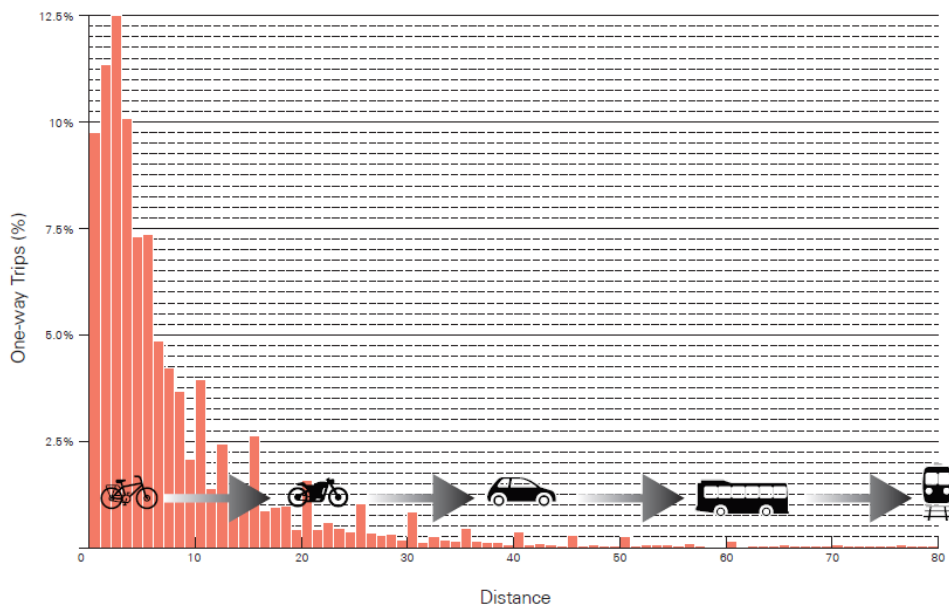
Figur 3 Nuværende og en mere "demokratisk" inddeling af gadeareal i København

Personbilen er den mest dominerende transportform, set over en kam: næsten 60% af alle ture og 75% af alle personkilometer foretages i bil. En 1/3 af bilture er under 5 km, og over halvdelen af turene er under 10

km.¹ Tallene dækker over store geografiske forskelle, men giver alligevel et billede af, at dagens brug af biltransport omfatter ture, som objektivt set, sagtens ville kunne overflyttes til andre transportmidler.



Figur 4 Nuværende brug af bilen som transportmiddel, hvor de korte ture står for en stor andel



Figur 5 Eksempel på et "smartere", mere differentieret transportmiddelvalg, afhængig af turlængder

Projektets trafikale grundlag

Udgangspunktet

Udgangspunktet for de trafikale beregninger er et 0-scenarie, hvor den kendte infrastruktur (og kendte investeringer) fastholdes, og trafikken er fremskrevet til et fremtidigt basisår. 0-scenariet læner sig op ad afrapporteringen af "Fremtidens Mobilitet"², hvor følgende megatendenser med betydning for den trafikale udvikling er behandlet:

- Urbanisering (demografisk forskydning, netværksbyen)
- Hastig teknologisk udvikling (digitalisering, decentrale netværk (MaaS, smart cities), automatisering (førerløs teknologi))

¹ TU. Faktaark om biltrafik i Danmark; DTU Transport 2014.

² "Mobilitet for fremtiden", Transportministeriet, marts 2018

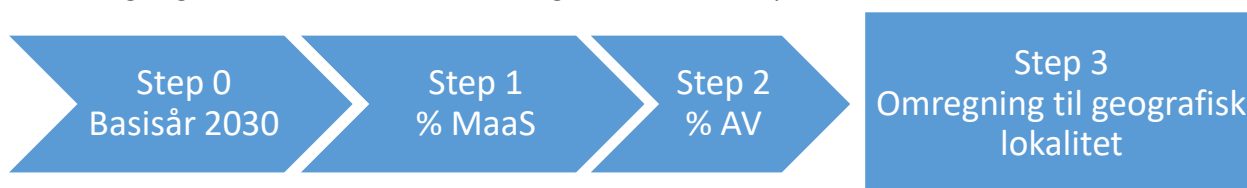
- Klimaforandring (klimatilpasning, bæredygtig transport)

Megatendenserne påvirker hinanden, ligesom effekten heraf også afhænger af politiske, økonomiske, kulturelle drivkræfter; som alle også har en gensidig påvirkning. En af hovedkonklusionerne i rapporten er, at hovedstadsområdet står overfor en udfordring ift. at håndtere den fremtidige trafik med øget befolkningsvækst og øget antal arbejdspladser. Den førerløse teknologi i sammenhæng med styrkelse af mere "delt" transport nævnes som de primære værktøjer.

I rapporten fremskrives transportefterspørgslen og trafikken til 2030 med udgangspunkt i den forventede udvikling af de nævnte megatendenser. Generelt medfører øget velstand og befolkningstal, at transportefterspørgslen stiger. I beregningsåret 2030 er biltrafikken steget med 16%; den kollektive trafik 17% og cykeltrafikken 18%.

Fremskrivningen

Trafikberegningerne i de enkelte scenarier følger nedenstående proces:



Figur 6 Den trinvis fremskrivning af trafikken i projektets scenarier, hvor andelen af MaaS hhv. AV stiger

På grundlag af Sc. 0 indregnes i scenarierne i to steps de forskellige andele af MaaS hhv. AV. Resultatet heraf er procentvise ned-/opskrivninger af hhv. bil-/kollektiv-/cykeltrafik, konkret i de enkelte lokaliteter for de delprojekter, der er indeholdt i scenarierne.

Det er antaget, at påvirkningen af MaaS-andelen sker ved, at persontransporten overflyttes mellem transportmidlerne. I scenarierne slår det igennem som en øget belægningsgrad i bilerne; en overflytning til kollektiv trafik, samt en overflytning til cykeltransport. Denne overflytning mellem transportmidler medfører generelt, at biltrafikken reduceres og kollektivtrafikken (busser og minibusser) og cykeltrafikken stiger.

Den primære påvirkning fra AV er på kapaciteten. Afhængigt af scenarierne er testet både situationer, hvor AV'er kører blandet med almindelig trafik; og situationer, hvor AV'er kører i dedikerede spor. Der er kun indregnet kapacitetsmæssig gevinst af AV'er i de situationer, hvor AV'er enten afvikles i dedikerede spor; eller i en fuld udrulning af AV'er (SC.4).

Den vejkapacitetsmæssige betydning heraf er efterfølgende testet i kapacitetsberegninger og simuleringer (VISSIM), i de delprojekter, hvor det er relevant. Trafikbelastningerne i de enkelte scenarier hænger således sammen med de ændrede tværprofiler.

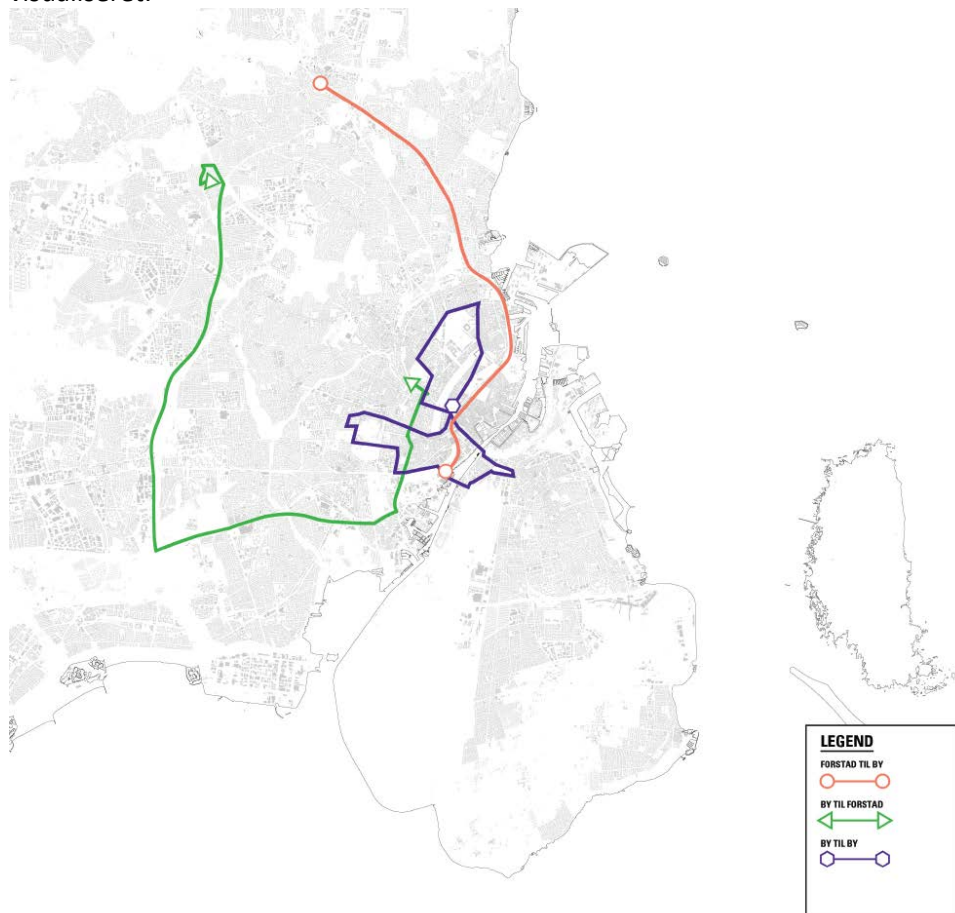
Byrumsmæssige konsekvenser

De trafikale konsekvenser af integrationen af MaaS og AV medfører ændringer i den fysiske vejinfrastruktur. Generelt reduceres biltrafikken ved overflytning (MaaS), og kapaciteten forbedres ved dedikerede spor til AV'er. Dette medfører, at kørebaner kan indsnævres, eller helt fjernes, hvilket giver rum til nye anvendelser af arealerne på og langs vejene.

Den nye arealanvendelse varierer i scenarierne, afhængigt af den geografiske kontekst.

3. Scenarier

Som nævnt formuleres i projektet 3 scenarier, som er forskellige ift. geografisk kontekst og mobilitetsbehov. Scenarierne er valgt, så de repræsenterer et bredt spænd af mulige mobilitetsbehov. De 3 scenarier bindes op på fortællinger om 3 familier med forskellige mobilitetsbehov, og med forskellige andele af integration af autonome køretøjer hhv. deletjenester (MaaS). I hvert scenarie udfoldes en række delprojekter, med det formål at belyse konkrete udfordringer og potentialer. I alt præsenteres 9 trafiksituationer og 14 modellerede repræsentationer, hvor trafikdata fra scenarierne er tegnet ud og visualiseret.



Figur 7 Den geografiske repræsentation af de 3 beregningsscenarier

Delprojekter

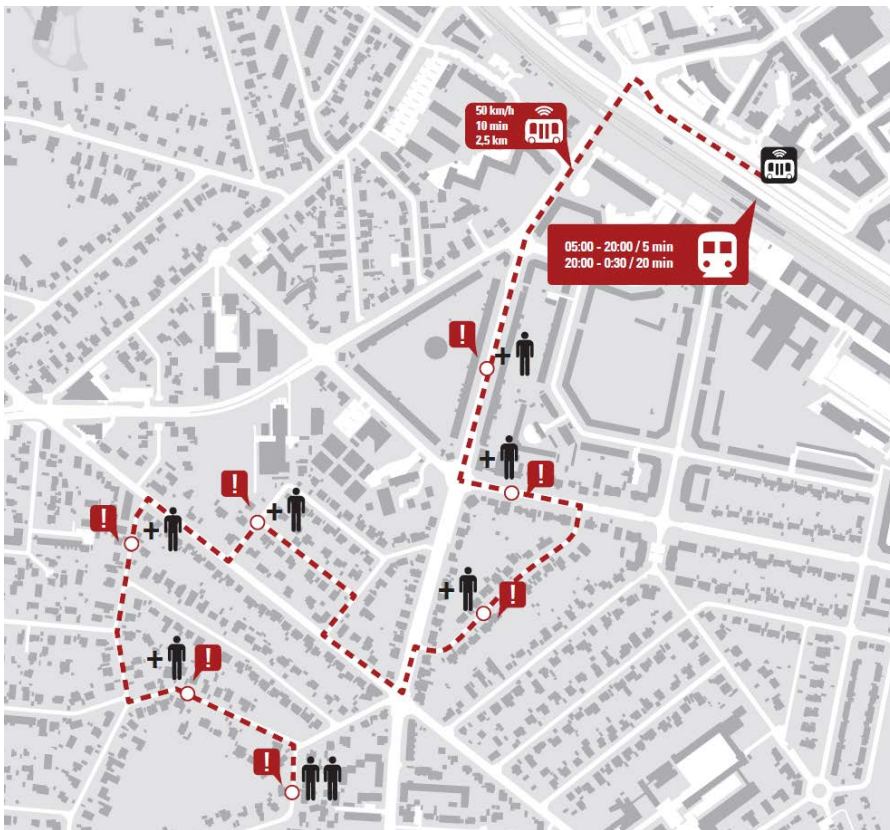
I scenarierne udfoldes delprojekter, som – under forskellige grader af MaaS og AV'er – viser, hvordan de trafikale ændringer kan medføre ændrede gade-/byrum med nye funktionaliteter.

Følgende delprojekter er formuleret:

Dynamisk busplanlægning

Delprojektets formål er at anskueliggøre hvor stor en flåde af minibusser, der er nødvendig for at opretholde et optimalt serviceniveau på kollektive fodelinjer mellem bolig/station (first/last mile) i en konkret geografisk kontekst – her Lyngby Station og omegn.

Der introduceres førerløse minibusser mellem boligkvarterer og station, hvis ruter tilrettelægges "on demand" ud fra givne servicekriterier (tid, gåafstand). Delprojektet indeholder opstilling af trafikale serviceparametre ift. buskørsel, samt beregning af busflåde.



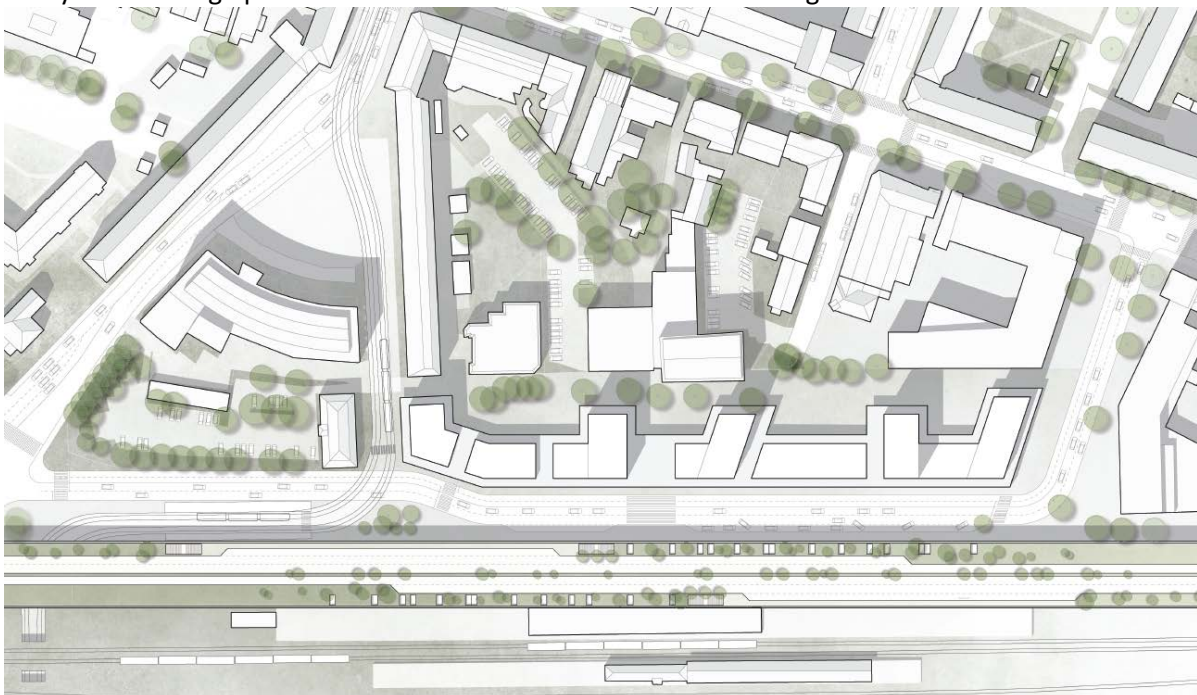
Figur 8 Dynamisk busplanlægning omkring Lyngby St.

Fremtidens Station

Delprojektets formål er at introducere ændret trafikbetjening og arealanvendelse omkring Fremtidens Station. Med omfordeling af trafikken til mere effektiv transport ændres trafikrummet omkring Lyngby Station – herunder også Lyngby Omfartsvej lokalt forbi stationen.

Delprojektet omfatter kapacitetsberegninger af bus trafikken, trafikvurdering af ændret vejprofil på Lyngby Omfartsvej, samt trafik- og tilgængelighedsscreening af situationsplaner.

De byrumsmæssige potentialer for ændret arealanvendelse omkring stationen udfoldes.



Figur 9 Ændret layout af stationsforpladsen på Lyngby St.

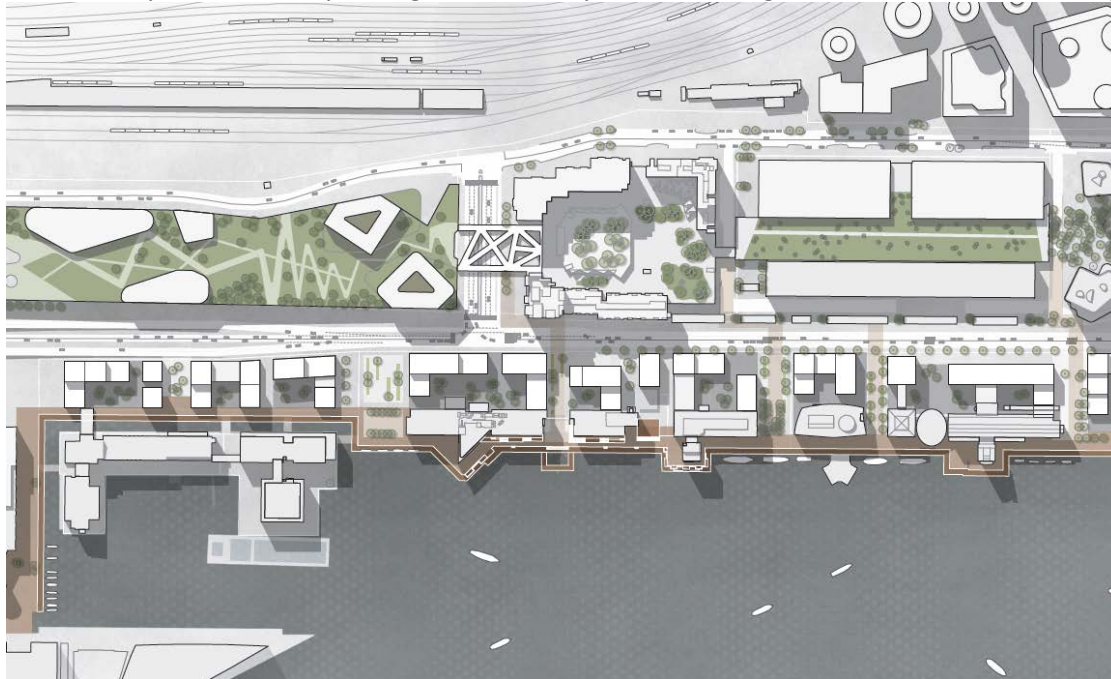
Ændrede arealanvendelser omkring eksisterende veje

Med den trinvis integration af MaaS hhv. AV'er omfordeles trafikken til mere effektiv transport, hvilket frigiver kapacitet på eksisterende vejudlæg.

Delprojektets formål er at vise ændret brug af arealerne på en række konkrete vejstrækninger. Delprojektet omfatter boligveje (konkret en boligvej i Herlev), overordnede fordelingsveje (Kalvebod Brygge) og motorveje (M3 i Herlev).

Der er udført kapacitetsberegninger som grundlag for trafikvurderinger af ændrede vejprofiler. Der er udført trafik- og tilgængelighedsscreeninger af situationsplaner.

De byrumsmæssige potentialer for ændret arealanvendelse i og omkring vejstrækningerne udfoldes; både i forhold til nye rekreative byrum og i forhold til nye funktioner i gaderummene, f.eks. klimatilpasning.



Figur 10 Eksempel på ændret situationsplan, hvor friarealerne anvendes til bebyggelse – her for Kalvebod Brygge, indsnævring fra 6 til 2 spor



Figur 11 Eksempel på ændret situationsplan, hvor friarealerne anvendes til klimatilpasning – her for Åboulevard, som lokalt indsnævres til 2 spor

Dynamiske vejprofiler

Med den trinvise integration af MaaS hhv. AV'er omfordes trafikken til mere effektiv transport, hvilket åbner muligheden for en mere "demokratisk" indretning af vejudlæggene.

Delprojektets formål er at vise en dynamisk brug af vejarealet på en konkret vejstrækning. Delprojektet omfatter en ikonisk fordelingsvej i København, Gl. Kongevej.

Der er udført kapacitetsberegninger som grundlag for trafikvurderinger af ændrede vejprofiler. Der er udført trafik- og tilgængelighedsscreeninger af situationsplaner.

De byrumsmæssige potentialer for ændret arealanvendelse i og omkring vejen udfoldes; både i forhold til nye rekreative byrum og i forhold til nye funktioner i gaderummene, f.eks. øget bredde på cykelstier, parkeringsbånd i ydretimer mv.



Figur 12 Eksempel på dynamisk vejplan, hvor vejen indrettes efter varierende behov over døgnet– her for Gl. Kongevej

4. Afrunding/perspektivering

I projektet er præsenteret scenarier, som er formuleret under en overordnet vision om et bybillede med 100% udrulning af AV'er og en meget høj andel af MaaS.

Projektets hovedfokus er at vise de bymæssige potentialer i forskellige grader af AV/MaaS. Projektet beskæftiger sig således ikke med, hvordan overflytningen mellem transportmidler (MaaS) sker; ej heller hvordan og hvor hurtigt udrulningen af AV'er implementeres.

I perspektiveringen af rapporten fra Transportministeriets ekspertgruppe vedrørende "Fremtidens Mobilitet" angives, at fremtiden er påvirkelig. De politiske beslutninger vil forme fremtiden; f.eks. vil nye kollektive forbindelser være med til at definere nye mobilitetsmønstre, ændre beboersammensætning og nye investeringer i byområderne. Integrationen af den førerløse teknologi kan påvirkes ift. hvordan den udrulles og indpasses i de fysiske omgivelser.

Projektet forholder sig til HVAD der skal ske, hvis visionen skal blive virkelighed; at dele af biltrafikken skal flyttes til offentligt transport og cykler samt at antallet af personer pr. bil skal øges. Projektet kommer også med svar på hvor meget biltrafik, der skal flyttes for at visionen skal blive til virkelighed. Herefter afgrænses

projektet. Det forholder sig ikke til HVORDAN vi flytter biltrafik til offentlig transport, cykler og rykkere flere sammen i bilerne.

Det har ikke været et mål for projektet at skabe en fremragende fremkommelighed på vejnettet. Målet har været at skabe en acceptabel fremkommelighed, hvor der også i fremtiden vil opstå trængsel i kortere perioder. Den reducerede biltrafik er brugt til at reducere vejarealet (kapaciteten).

Antaget at samfundet ønsker en by med mindre trængsel, flere rekreative arealer og mere bæredygtighed, leder projektet mod en række nye spørgsmål, som bør stilles til beslutningstagerne i Danmark.

Hvordan flytter vi biltrafik til den offentlige transport?

Hvordan flytter vi biltrafik til cykler?

Hvordan får vi bilisterne til at dele deres biler mere?

Skal det ske via restriktioner og/eller incitamentsordninger?