



# Buskørsel på Bornholm

- Oplæg til integration af kunstig intelligens i ruteplanlægning og passageropsamling

## Resumé

Vedlagt findes et oplæg til tiltag, som Bornholms Regionskommune, i samarbejde med Bornholms Regionskommunes Busselskab (BAT), kan foretage, for at anvende de fordele som kunstig intelligens tilbyder indenfor optimering af kørselsruter og passageropsamling.

Projektet har fokus på, gennem innovative tiltag, at skabe en positiv miljøpåvirkning, en besparelse på driftsudgifterne og samtidig forbedre borgeroplevelsen af busdriften. Dette opnås ved at tilføre ruteplanlægningen mere fleksibilitet og dynamik - men samtidig med fokus på at bevare den stabilitet som BAT i dag tilbyder.

|  |   |
|--|---|
| Dynamiske og faste ruter .....                                 | 3 |
| De faste ruter .....   | 3 |
| De dynamiske ruter.....  | 3 |
| IT-infrastrukturen og krav til hardware og software.....       | 3 |
| Adgang til IT-plattformen.....                                 | 3 |
| Integration i busserne, for passagererne og backend.....       | 4 |
| Gradvis indfasning.....  | 4 |
| Miljøpåvirkning og økonomisk besparelsespotentialer.....       | 4 |
| Vognpark og logistiske overvejelser.....                       | 5 |
| Inddragelse og anvendelse af den eksisterende vidensbase ..... | 5 |
| Øvrige interessenter og snitflader .....                       | 6 |
| Taxa branchen .....  | 6 |
| Skolebusser.....   | 6 |
| Udviklingstid og implementering .....                          | 7 |
| Analyse.....   | 7 |
| Udvikling.....   | 7 |
| Pilotdrift .....   | 8 |
| Offentlig release .....  | 8 |

# Dynamiske og faste ruter

Projektidéen er, at kombinere de allerede faste busruter med dynamisk opsamling og kørsel.

## De faste ruter

Det gøres ved at bevare en del af BATs allerede eksisterende rutenetværk - Primært forbindelsen mellem Rønne og Nexø - men det kan også involvere andre forbindelser som f.eks. forbindelsen mellem Rønne og Allinge. Samtidig er det hensigten at bevare en form for kyst-kørsel, primært i sommerhalvåret, hvor traditionel buskørsel bør finde sted til at hjælpe turister rundt langs øens kystbyer.

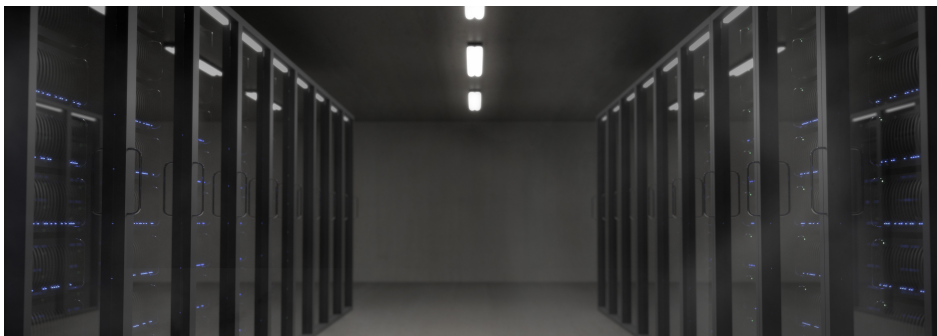
## De dynamiske ruter

Samtidig er det idéen at omlægge visse af de eksisterende ruter, til at anvende en IT-plattform, der via kunstig intelligens, modtager dynamiske kørselsbehov fra øens passagerer og integrerer dem i bussernes kørselsmønster.

Således vil passagerer blot skulle åbne en app på deres smart device, indtaste opsamlingssted, afsætningssted og tidspunkt - herefter beregnes om ønsket kan efterkommes, og passageren tilbydes eventuelt alternativer - hvorefter passagereren kan bekræfte eller afvise transporttilbuddet.

Såfremt passageren godkender transporttilbuddet, vil en chauffør, som kører en af de dynamiske busruter, få tildelt adressepunktet og foranstalte passagerens transportopgave.

# IT-infrastrukturen og krav til hardware og software



## Adgang til IT-plattformen

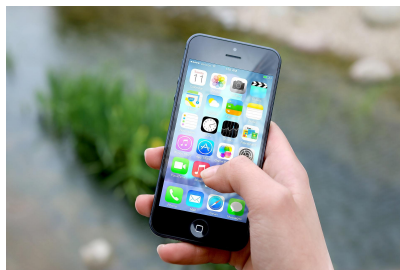
Passagererne og chaufførerne vil tilgå IT-plattformen via en applikation på deres smart device (f.eks. iPhone, Android etc.). Applikationen vil blive gjort tilgængelig på de to hovedplatforme iOS og Android. Applikationen kan støttes af f.eks. en telefonisk vagt, som kan hjælpe ældre borgere med at foretage en kørselsbooking.

## Integration i busserne, for passagererne og backend

I bussen hos den enkelte chauffør skal der monteres en smart device. Det kan være en fastmonteret iPad Mini med 12v strøm tilslutning. Den skal anvendes af chaufførerne som GPS enhed, så de er bekendt med den rute de skal køre. Samtidig skal den tjene som flådestyringsværktøj, således at alle bussers lokationer anvendes når de dynamiske ruter skal beregnes.

Passagererne skal blot anvende deres almindelige smart device, og softwaren hertil udvikles til de gængse app-stores som Apple Store og Google Play (Store).

Selve beregningsprogrammet driftes på en udvalgt cloud-løsning, således at den samlede IT-løsning sikres redundans, tilgængelighed og skalerbarhed.



## Gradvis indfasning

Erfaringer fra udlandet viser<sup>1</sup>, at borgere kan have svært ved at tilpasse sig en omlægning af ruter i den offentlige transport, hvis omlægningen implementeres for hurtigt og voldsomt.

Erfaringerne viser imidlertid også, at hvis borgere medtages i projektet, og implementeringen af projektet fordrer tillid, så ender alle involverede parter typisk med at få glæde af de både kortere kørselsruter og de besparelser det typisk medfører for lokalsamfundet - og således kan projekterne ende med at få så stor succes at de skaber en øget efterspørgsel udenfor nærområderne.<sup>2</sup>

Derfor anbefales det, at projektet indfases gradvist, således at borgernes tillid bevares i hele forløbet, og fortroligheden til den nye type ruteplanlægning opbygges.

Projektet indeholder forslag til hvordan denne gradvise indfasning kan foretages.

## Miljøpåvirkning og økonomisk besparelspotentiale

Ved anvendelse af den dynamiske beregningsmodel, kan der forventes økonomiske besparelser på:

- Kørselstid og lønudgifter
- Slidtage på vognparken
- Dieselludgifter
- Løn til ruteplanlægning

Af disse vil særligt dieselforbruget og vognparkens slidtage, være af stor indflydelse på busdriftens



<sup>1</sup> <https://www.wsj.com/articles/how-do-you-fix-a-school-bus-problem-call-mit-1502456400>

<sup>2</sup> <https://www.muckrock.com/news/archives/2019/sep/24/algorithm-bus-routing-mit-lowell/>

miljøpåvirkning på Bornholm.

Den anvendte beregningsalgoritme baserer sig på en kombination af traditionel matematik og kunstig intelligens. Ved beregninger foretaget for flere aktører i erhvervslivet - på ruter som forud for beregningen, allerede var optimeret af virksomhedernes speditører - har algoritmen i flere tilfælde ydet kørselsbesparelser på mellem 15% - 20%.

Den forventede besparelse for Bornholms bustrafik på antal kørte kilometer og chaufførernes tidsforbrug, anslås at være i samme omegn, på de ruter som omlægges til at være dynamiske.

De erfaringer som sundhedssektoren har givet, viser at medarbejderne tager godt imod IT-værktøjer baseret på automatik, hvis de præsenteres for dem og inddrages undervejs - samtidig viser de også, at medarbejderne er glade for at planlægningen af kørselsruterne kan foretages ganske pålideligt maskinelt.

## Vognpark og logistiske overvejelser

BAT har en eksisterende vognpark af 30 busser.<sup>3</sup> Fordelen ved de eksisterende busser er, at de kan rumme mange passagerer. Ulempen er imidlertid at de koster næsten det samme at drifte og køre, uanset om de er tomme eller fuld. Dertil kommer, at de er udfordrede på at finde parkeringsforhold i byzonerne udenfor buslommer, og de har en nedsat fremkommelighed i tæt trafik og byzoner.

Udenfor byzoner har BAT imidlertid en passagervenlig praksis for, at parkere på landevejene for at opsamle og afsætte passagerer.

Det er ikke et krav - men det anbefales - at en del af den eksisterende dieselvognpark udskiftes med en række køretøjer som mini-busser. Der vil være en lang række fordele ved de mindre køretøjer som f.eks.:

- En vedvarende positiv effekt på miljøet, og økonomien, da de mindre køretøjer vil kunne opnå en bedre brændselsøkonomi og køre længere pr. liter
- Mulighed for indkøb af el-busser og derved opnå en gradvis mere grøn busflåde
- En højere fremkommelighed i trafikken da køretøjerne vil være mere manøvreedygtige
- Mere smidig passageropsamling og -afsætning ved vejsiden i byzonerne
- En øget trafikikkerheden for de øvrige trafikanter, særligt når bussen overhales, når bussen kører tæt forbi cyklister på landevejene (minimering af 'wind-blast') og bedre udsigtsforhold for buschaufførerne, særligt under bykørsel med tæt trafik og fodgængere.

## Inddragelse og anvendelse af den eksisterende vidensbase

I projektarbejdet vil det være vigtigt at inddrage det personale som fremadrettet skal drive busdriften. Det vil også være vigtigt at inddrage de borgere som skal anvende løsningen.

---

<sup>3</sup> <https://www.trafikstyrelsen.dk/da/-/media/TBST-DA/Kollektiv-trafik/Lister/Publikationer/Statistik-og-data/Offentlig-bustrafik/Off-Bus-B2022.pdf>

Samtidig vil der i organisationen være en stor eksisterende vidensbase som skal bevares og forsøges at integreres bedst muligt i projektet, således at der lyttes til chaufførernes og de administrative kollegers erfaringer for den hidtidige busdrift.

Passagererne bør inddrages tidligt i projektet, da det er kritisk for projektets succes, at passagererne opfatter transportløsningen som lettilgængelig og at de får en god transportoplevelse.



Der vil være behov for administrativt fastansatte ved BAT som i dag. Disse kollegers erfaring bør ligeledes inddrages.

## Øvrige interesser og snitflader

Der vil antageligt være flere interesser, som kan drage fordel af projektet.

### Taxa branchen

Man kunne forestille sig, at når taxaer ikke har nogen almindelige kørselsture, vil de - selvfølgelig kun efter forudgående aftale - kunne tilkoble sig ind på de dynamiske ruter og tilbyde deres vogn til kørsler i f.eks. 3 timer. I den periode vil de blive anvendt til kørsler præcis ligesom busserne.

Taxaerne vil kunne opnå en indtægt (som formentlig skal aftales mellem Bornholms Regionskommune, BAT og Taxaerne selv), og samtidig vil busdriften blive støttet og passagererne på de dynamiske ruter, vil opleve en kortere ventetid og transporttid.

Medmindre der sker en større inklusion af taxaerne i projektet, vil det nok antageligt være vigtigt, at busdriften ikke komme til at udgøre en konkurrent til den almindelige taxadrift. Dette kan imidlertid sikres ved at regulere på flere parametre som ventetid, antal busser i rute, prissætning etc.

### Skolebusser

Skolebusser vil kunne planlægges efter samme metodik - Men da skolerne har faste mødetider om morgenen og fast hjemkørselstider om eftermiddagen, er behovet mere specifikt og dermed vil man opnå større succes med at planlægge ruterne forlods via beregningsmodellen, end at rekalkulere ruterne dagligt.

Dette vil kræve et særskilt projekt forløb som er adskilt fra det nærværende bus-projekt.

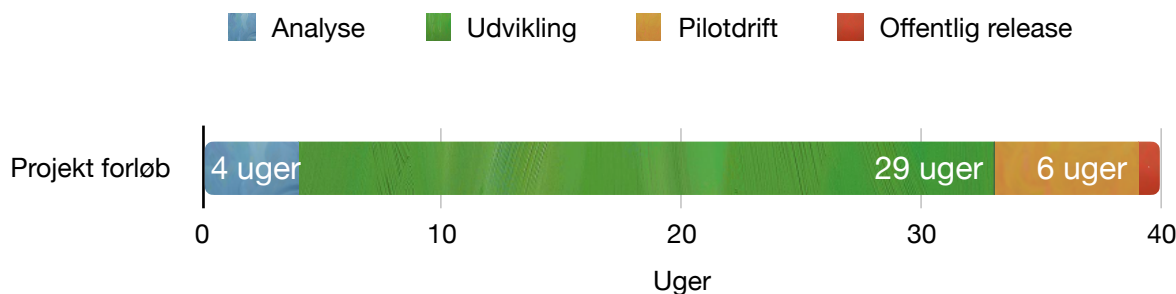
Ruteberegning med brug af kunstig intelligens på skolebus-ruter fra udlandet, har påvist besparelser på 8,3% af det samlede kørselsbehov.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> <https://apps.bostonglobe.com/ideas/graphics/2018/09/equity-machine/>

# Udviklingstid og implementering

Det estimeres at udviklingen og tilpasningen til Bornholms behov vil tage 39 uger før projektet kan tages i fuld drift. Udviklingsperioden indeholder 4 ugers pilotdrift, hvor væsentlige fejlrettelser kan opsamles og tilrettes.



Ønskes der foretaget en trafiksimulation af Bornholms trafik, skal den samlede projektperiode tillægges 8 uger. Simulationen vil indeholde visualisering af trafikmønstrene på Bornholm samt et overslag på de besparelser der kan hentes ved omlægning af visse dele af busdriften til dynamiske ruter i kombination med korrigerende af visse af de faste ruter. Simulationen vil også give Bornholm Regionskommune mulighed for at afprøve andre idéer, end præcis dem som er fremsat i nærværende projektoplæg.

For at kunne overholde den estimerede implementeringstid, anbefales det at passagerbetaling håndteres via BATs eksisterende betalingsløsning.

## Analyse

Indsamling af trafikdata og indledende interviews med chauffører, ledelse og borgere.

Estimeret tidsforbrug: 2 uger

Projektering og planlægning af software udvikling.

Estimeret tidsforbrug: 2 uger

Simulation af løsningen. (Valgfri)

Estimeret tidsforbrug: 8 uger

## Udvikling

Udvikling af applikation til chauffører.

Estimeret tidsforbrug: 8 uger

Udvikling af applikation til passagerer.

Estimeret tidsforbrug: 8 uger

Implementering af backend og cloud.

Estimeret tidsforbrug: 9 uger

Indkøb af hardware, samt installation af software og montering i busserne.

Estimeret tidsforbrug: 4 uger

## Pilotdrift

Drift af projektet i mindre måleskala for en afgrænset brugergruppe.

Estimeret tidsforbrug: 4 uger

Indsamling af erfaring og implementering af rettelser.

Estimeret tidsforbrug: 2 uger

## Offentlig release

Frigivelse af produktet til offentligheden.



## Hvem er vi?

Thomas & Co. har siden 2000 udviklet softwareløsninger til erhvervslivet, i form af web-platforme, automatiserede softwareløsninger og implementering af kunstig intelligens.

I 2019 lancerede vi ruteberegning via kunstig intelligens som produkt, der i flere tilfælde har udkonkurreret professionelle speditører med helt op til 20% besparelser. Løsningen tilbydes i dag til erhvervslivet og produktets primære styrke er dets store fleksibilitet til at rumme erhvervslivets mange forskellig-artede behov.

Siden 2020 har vi driftet en IT-plattform til ruteberegning for Odense Universitets Hospital.

Læs mere på vores hjemmeside.

