

Anvendelse af radardata i trafikplanlægningen

I forbindelse med udvikling af et nyt system for optimering af trafiksignaler baseret på kunstig intelligens indsamler og lagrer IntelliGO store mængder radardata, der beskriver trafikens bevægelser de sidste cirka 100 meter op til stopstregen. Det er data, som ikke blot kan anvendes til signaloptimering, men også i trafikplanlægningen og forbedring af trafiksikkerheden. Her præsenteres strukturen i de mange data, og der skitseres en række anvendelsesmuligheder.



AF SVEND TØFTING
IntelliGO
st@intelli-go.dk

Mange trafiksignaler bliver i disse år udstyret med radardetektering. Det betyder, at trafikken overvåges løbende med henblik på at optimere signalsætningen til den aktuelle trafik. Men de mange data kan ikke blot anvendes bedre til signaloptimering, men også i trafikplanlægningen.

En doblerradar registrerer 20 gange i sekundet alle elementer, der bevæger sig hen mod radaren, men kun de elementer, der befinder sig i kørspor eller på stier, anvendes og lagres.

Radardata er big data

Alle data bliver gemt i store databaser. De kan anvendes til forskellige analyser. Figur 2 viser en datasky med bilernes hastigheder i forhold til afstanden til stopstregen. Det ses, at bilerne begynder at sænke

farten cirka 100 meter før stopstregen. Bilernes placering registreres hvert sekund. Så hvert punkt repræsenterer et "køretøjssekund", og det giver gode muligheder for at beregne køretider.

Og der er tale om big data. Antallet af registrerede punkter i et kryds kan være op til 100 millioner punkter årligt.

Dataskyen kan anvendes til mange forskellige analyser og statistikker vedrørende trafikens afvikling i krydset og trafiksikkerheden. Figur 2 viser hvilke dele af dataskyen, der kan anvendes til forskellige statistikker og analyser. Det er blandt andet følgende, som her beskrives kort:

Trafikteknik

- Antal køretøjer
- Antal køretøjsstop
- 95 % fraktile kølængde
- Gennemsnitlig ventetid i kø
- Gennemsnitlig køretid de sidste 100 meter op til stopstreg

Trafiksikkerhed

- Rødkørsel
- Høje hastigheder
- Deceleration/ryk

OPLYSNINGER FOR HVERT SEKUND	
vehicle_ID.....	# Unikt nummer for hvert køretøj
length.....	# længden af køretøjet
vehicle_class....	# køretøjstype
radar.....	# radar som har registreret køretøjet
x_pos.....	# x koordinat i forhold til radaren
y_pos.....	# y koordinat i forhold til radaren
x_speed.....	# x hastighed i forhold til radaren
y_speed.....	# y hastighed i forhold til radaren
ETA.....	# eta til stoplinje (beregnet tid til stoplinjen)
distance_to_stop	# afstand til stoplinjen
timestamp.....	# tid hvor vi så punktet
lane.....	# banen som punktet ligger i

Figur 1: Registrerede oplysninger for radardetekterede køretøjer.

Trafiktælling

Det er velkendt, at en radar ikke registrerer alle køretøjer. Der er en del køretøjer, der ikke registreres på grund af blandt andet skyggeeffekt fra andre biler. Så den viste datasky afspejler ikke helt virkeligheden. Men det er muligt at få et estimat på trafikbelastningen.

IntelliGO starter med at tælle alle registrerede biler de sidste 100 meter frem til stopstregen. En sammenligning af manuelle tællinger og antal registrerede biler i IntelliGO viser, at det faktisk er en konstant del af bilerne, der registreres. Den vil variere fra tilfart til fart afhængig af radarens placering og antal spor. Andelen ligger typisk på 80-90 % i større flersporede kryds og i intervaller 90 %-95 % i mindre etsporede kryds. Andelen kan beregnes ved en sammenligning med en snittælling, og den beregnede faktor for den enkelte tilfart kan anvendes fremadrettet til at beregne årsgennemsnit og hverdagsgennemsnit for indkørende biler.

Den matematiske sammenhæng mellem radartællingerne og den faktiske trafikbelastning betyder, at radartællingerne kan anvendes som reference for trafikniveauet med beregning af før- og efter-analyser.

Antal køretøjsstop

Et stop er i IntelliGO signaloptimering defineret som, hvor en bil kommer fra over til under 5 km/t. Så antal stop er en veldefineret størrelse og kan ikke beregnes bedre. Den foretages også på registreringer tæt på krydset, hvor registreringerne er nogenlunde sikre.

Der kan her spares meget CO₂ ved at reducere antal stop. Vejdirektoratet regner med, at der kan spares 50 gram CO₂ for hvert sparet stop.

95 % fraktal på kølængderne for hver vognbane

Køllængden registreres løbende for alle tilfarter, og der beregnes for hvert kvarter en 95 % fraktal. Det kan anvendes til at vurdere, hvorvidt magasinpladsen i de enkelte spor er tilstrækkelig.

Gennemsnitlig ventetid i kø

Hvert punkt i dataskyrepræsenterer et "trafikantsekund". Her registreres alle punkter, der er under 5 km/t fordelt på spor og køretøjstyper.

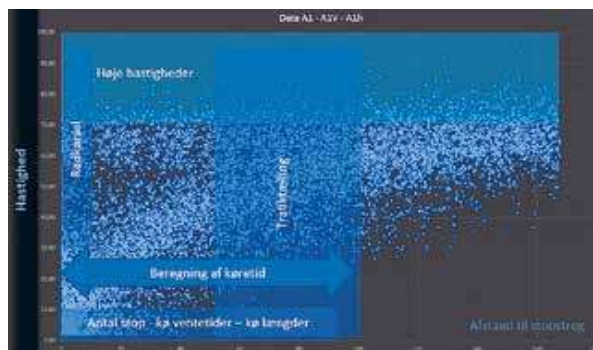
Gennemsnitlig køretid for de sidste 100 meter frem til stopstregen

I IntelliGO beregnes den gennemsnitlige køretid for de sidste 100 meter frem til stopstregen.

Hvert punkt i dataskyrepræsenterer et "trafikantsekund", og den gennemsnitlige køretid fås derfor ved at dividere antal af biler i radartællingen med antal punkter inden for de sidste 100 meter.

Rødkørsel

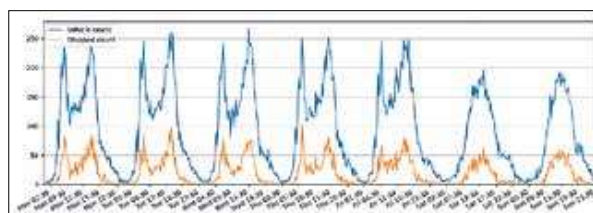
Dataskyrepræsenterer at blive sammenkørt med signalsætningen



Figur 2: Registrerede biler i én tilfart i krydset Bredstenvej/Skibetvej i Vejle klokken 15-17 den 6. januar 2021 hvert sekund fordelt på hastigheder og afstand til stopstregen.

Date	Radar vehicles			
	Missing data [%]	count	Number of stop	Avg. travel time [sec]
12-03-2021	0% (0 / 96)	9159	2717	18,9
11-03-2021	0% (0 / 96)	8326	2978	17,5
10-03-2021	1% (1 / 96)	8915	3490	17,9
09-03-2021	6% (6 / 96)	8864	3322	17,3
08-03-2021	0% (0 / 96)	7916	4356	20,8
07-03-2021	0% (0 / 96)	5124	1908	14,9
06-03-2021	0% (0 / 96)	5898	1813	15,3

Figur 3: Eksempel på ugerapport.



Figur 4: Registreret trafik/kvarter og antal stop/kvarter fordelt over ugens dage.

give statistikker for, hvor mange biler der passerer stopstregen for gult og rødt.

Høje hastigheder

Der er kommet meget fokus på vanvidsbilister, der kører meget stærkt.

Der er i kryds målt hastigheder på op til 180 km/t. De høje hastigheder er primært om aftenen og i de tidlige morgentimer.

Der er mange muligheder for at anvende de mange data i trafikplanlægningen. Nogle af mulighederne er beskrevet i det følgende.

Deceleration/ryk

Registrering af kraftige opbremsninger kan give en indikation af sikkerhedsniveauet i krydset.

Statistikker

Opsamlingen af radardata 24/7 med summering pr. kvarter giver gode muligheder for at skabe et statistisk grundlag for justering af trafiksignalerne.

Der kan genereres en automatisk ugerapport, som viser følgende overordnede statistikker.

»

Det kan blandt andet illustreres i en ugevariation, som vist i figur 4.

Overvågning af trafikafviklingen

Den løbende lagring af trafikdata hvert sekund giver også mulighed for at følge afviklingen af trafikken i krydsene live på systemets TrafficBoard, som vist i figur 5.

Det sker med markering af køretøjerne hvert sekund på et orthofoto og herunder et løbende bånd, der viser signalsætningen med markering af køretøjernes passage af stopstregen.

Herunder vises et løbende bånd for de anmeldelser, der styrer signalsætningen. Det gælder her om at have så få og korte blå bånd som muligt.

Figur 6 viser et eksempel, hvor 3-4 biler passerer stopstregen for rødt.

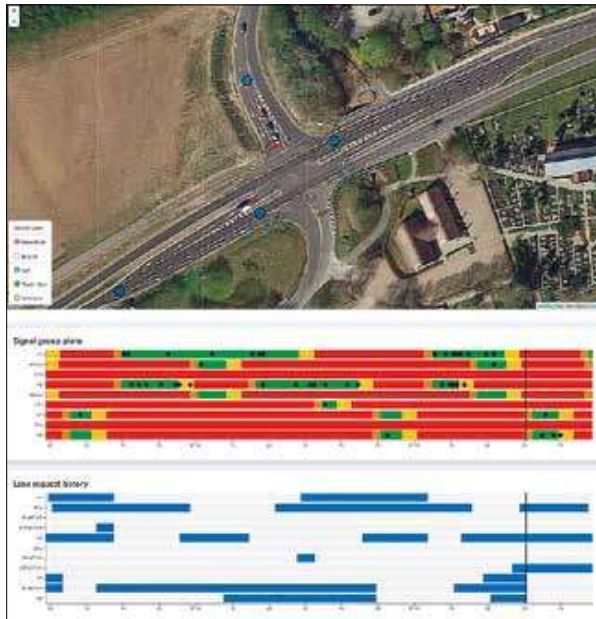
Det fremgår, at bilerne fra sidevejen faktisk er begyndt at køre samtidig med, at den sidste bil kører gennem krydset. Det kunne udvikle sig til en farlig situation.

Rødkørsel kan opdeles i to grupper

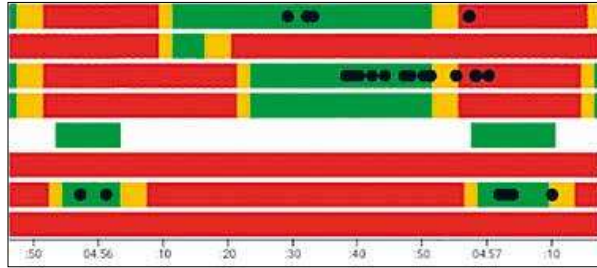
- Mindre farlig rødkørsel, hvor bilerne kører i en "stang" tæt efter hinanden. Det vil advare den tværgående trafik.
- Farlig rødkørsel hvor bilen har stor afstand til den forankørende.

Figur 6 viser eksempler på begge typer. Rødkørslen kan i lighed med andre parametre opsamles i statistikker opdelt pr. kvarter. Det kan være med opsummering opdelt på hvor lang tid, der har været gult eller rødt.

Det er muligt at "genspille" et forløb i forbindelse med trafikuheld. Det kan anvendes i den trafiktekniske analyse af uheld, men det er usikkert, om det har juridisk gyldighed.



Figur 5: Live-præsentation af trafikafviklingen i et kryds.



Figur 6: Uddrag fra TrafficBoard der viser 3-4 biler, der kører over for rødt.

Effektberegning ved justering af signalsætningen

Databasen med kvartersdata er også meget velegnet til at beregne effekten af justeringer i signalsætningen.

Det er fx muligt at registrere effekten af justeringer af prioriteringerne i krydset. Her kan de enkelte kørespor og trafikantgrupper tillægges forskellige prioriteter. Og ved at anvende forskellige prioriteringer på tætliggende dage kan der som regel ses bort fra eventuelle ændringer i trafikbilledet.

Dette eksempel viser resultatet af en prioritering af busser/lastbiler i A2-retningen i krydset Grenåvej/Egå Havvej i Aarhus. Her fik busser/lastbiler tillagt en faktor 10 i forhold til de øvrige biler, og effekten blev sammenlignet med samme ugedag i den efterfølgende uge.

Det gav en reduceret køretid på 7-10 sekunder i A2-retningen. Køretiderne blev til gengæld større på de øvrige retninger. Der kan blandt andet foretages lignende test af prioritering af cyklister.

Model for effektberegning

Køretiden gennem kryds varierer med trafikbelastningen. Der er derfor nødvendigt at tage højde for trafikbelastningen, når der skal beregnes effekter på køretiden.

Men det forhold at IntelliGO registrerer og opgør trafikken på kvartersbasis, er der mulighed for at sammenligne effekterne, selvom trafikken er ændret. I stedet for direkte at sammenligne køretiden fra før til efter fx mellem 8.00 og 8.15 danner vi en model af sammenhængen mellem antal registrerede biler/kvarter og den observerede gennemsnitlige køretid i det pågældende kvarter.

Punkterne i figur 8 repræsenterer kvartersmålingerne af sammenhængen mellem antal biler og køretid for 1,5 døgn i krydset henholdsvis med den tidligere styring (blå punkter) og IntelliGO signaloptimeringen (røde punkter). Efterfølgende er modellen dannet for hver af de to punktsværme som en polynomisk kurve, som ses at repræsentere de to punktsværme godt (R2 høj).

'figur 8'

Det fremgår her af ligningerne for de to kurver, at køretiden de sidste 100 meter frem til stopstregen er cirka 5,4 sekunder, når bilerne kan køre gennem signalanlægget uden at stoppe (antal biler/kvarter). Med bestemmelsen af "køretid med fri kørsel" på

Ændring i køretid fra uden til med busprioritering			
Sekunder	Car	Truck / Bus	I alt
A1Left	0,36	-2,02	0,36
A1LeftTurn	1,06	16,15	1,51
A1Right	-0,35	1,92	-0,27
a2cy			
A2Left	-1,08	-7,16	-1,22
A2Right	-0,41	-10,12	-0,87
A2RightTurn	0,25	0,05	0,07
B	2,11	4,18	2,20
b2cy			
BLeftTurn	3,60	10,30	3,75
	0,20	0,74	0,19

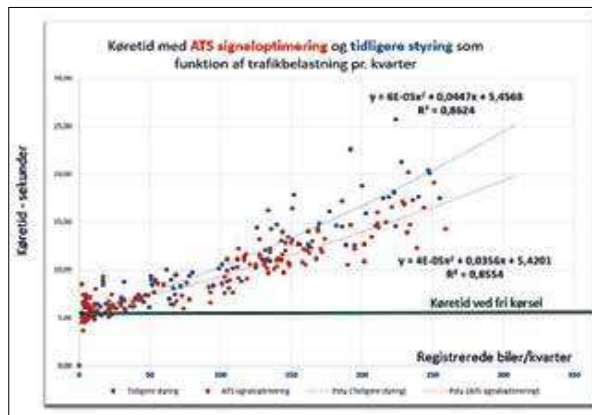
Figur 7: Ændring i køretider gennem krydset Grenåvej/Egå Havvej ved busprioritering i A2.

5,4 sekunder (hastighed cirka 70 km/t) kan forsinkelsen ved forskellige trafikbelastninger nu bestemmes som køretiden fratrukket 5,4 sekunder. De 5,4 sekunder (70 km/t) er referencehastigheden, som i andre modeller er vanskelig at estimere.

Den viste statistik viser en reduktion i forsinkelsen på cirka 26 %.

Afslutning

Registreringen af bilernes bevægelser hvert sekund giver mange muligheder for at overvåge trafikken. Det giver mange mulighe-



Figur 8: Registreret køretid ved IntelliGO signaloptimering og tidligere trafikstyring.

der for at få et bedre overblik over trafikken i lyskrydsene og foretage justeringer med optimering af fremkommelighed og mobilitet.

Det er også muligt at foretage effektberegninger med forskellige trafikbelastninger.

IntelliGO er ved at blive implementeret i 5-10 kryds i kommuner, og datahåndteringen kan fortsat udvikles og kvalificeres med data fra disse kryds og sammenligning med andre målemetoder. ●