

Fremkommelighed på motorveje i Københavnsområdet

af civ.ing. Steen Lauritzen, Vejdirektoratet, Danmark

I 1997 idriftsatte Vejdirektoratet et system til dynamisk indsamling, behandling og formidling af fremkommelighedsdata til brugerne af motorvejene omkring Storkøbenhavn (TRIM-systemet). Vejdirektoratet har til planlægningsbrug på baggrund af data fra TRIM-systemet udviklet et system, benævnt ASTRID, til systematisk bearbejdning af disse hastighedsdata med henblik på analyse af fremkommelighedsproblemernes tidsmæssige og geografiske udstrækning samt beregning af tidstab på grund af kø.

Overvågning af trafikafvikling

Fra 1993 til 1999 er trafikken steget med ca. 25% på motorvejene i det Storkøbenhavnske område. Stigninger er især observeret på de yderste motorveje, hvor specielt Køge Bugt Motorvejen har oplevet en kraftig stigning (ca. 40%) i perioden. På Motorring 3 (Motorringvejen) har stigningen været på 25-30%. På visse 4-sporede delstrækninger af Motorringvejen er hverdagsdøgntrafikken nu over 80.000 køretøjer. Generelt har stigningen været mindst på de radiale motorveje nærmest København. Trafikforøgelsen har medført en forringelse af fremkommeligheden i myldretiderne, hvor der på flere og flere strækninger kan observeres meget langsom trafikafvikling i længere perioder ad gangen.

Figur 1. Køer på motorvejene er et dagligdags tilbagevendende problem på motorvejene i Københavnsområdet. (Motorring 4 ved Herstedøster).

Den øgede fokus på fremkommelighedsproblemer på motorvejsnettet var anledningen til, at Vejdirektoratet udviklede det såkaldte TRIM-system, der indsamler data fra hastighedsdetektorer, placeret med en afstand af 1-2 km på motorvejene. Én gang pr. minut sendes disse data fra detektorstationerne til en pc i



Vejdirektoratets Trafikinformationscenter, hvor der beregnes en hastighedsbaseret trafiktilstand for hver delstrækning på motorvejsnettet. Trafiktilstanden præsenteres på et kort med en farve for hver strækning, afhængig af hvilken af tre trafiktilstande (kø, tæt trafik, normal), der

beregnes for hver strækning. DR's regionalradio i Københavnsområdet, Københavns Radio, har ligeledes adgang til disse data. Trafikproblemer udmeldes til trafikanterne via radioen. Trafikafviklingen kan også følges via internet på adressen www.vd.dk.

Problemerne er især knyttet til morgenmyldretiden, men der er dog også væsentlige problemer om eftermiddagen på flere strækninger.

Systematisk køanalyse

Efter ibrugtagningen af TRIM har Vejdirektoratet konstateret et udviklingsbehov for forskellige applikationer med TRIM-systemet som platform. Der er således udviklet et optage/afspilningsprogram, således at de trafiktilstande, der minut for minut vises på internet, optages med mulighed for genafspilning af visningen af dagens myldretider. Herigennem er det muligt visuelt at reproducere de viste trafiktilstande, hvilket har vist sig nyttigt ved efterfølgende visualiseringer af trafikale problemer, fremkaldt af trafikuheld, vejarbejde, dårligt vejrlig eller myldretidstrafik. Vejdirektoratet forventer, at dette system i løbet af 1999 bliver tilgængeligt for offentligheden via internet.

Et andet behov, som blev identificeret, var et værktøj, der gjorde det muligt at analysere de enkelte strækninger og ruter i systemet på tværs af datoer, ugedage, perioder og klokkeslæt. Med andre ord var det væsentligt at kunne besvare spørgsmål som:

- *Hvor er der problemer?*
- *Hvornår er der problemer?*
- *Hvor ofte er der problemer?*
- *Hvor lange er køerne?*
- *Hvor store er forsinkelserne?*
- *Er nogle ugedage værre end andre?*

I TRIM-systemet lagres oplysninger om hvert eneste køretøjs passage af en detektor. Alle hastighedsdata under 80 km/t er efterfølgende lagt i en MS-ACCESS database sammen med tidspunkt og antal passerede køretøjer. Data er aggregeret i 5-minutters intervaller. Endvidere er der udviklet et udtræksprogram, der giver mulighed for at besvare de ovenfor stillede spørgsmål. Dette system benævnes ASTRID, der er en forkortelse for *Analysesystem til beregning af trafikens fremkommelighed på motorveje i Danmark*. Det er naturligvis kun den del af motorvejsnettet, der er omfattet af TRIM, som kan analyseres med ASTRID.

Erfaringerne viser, at der på nogle radialer ofte er kødannelser fra et punkt uden for TRIM-nettet og ind i TRIM-nettet. Data fra disse radialer er derfor ikke komplette. Endelig er der strækninger, der ikke er omfattet af TRIM, hvor der dagligt er lav fremkommelighed, f.eks. Helsingørmotorvejen ved Hørsholm, en strækning som ikke er omfattet af den i 1996-97 gennemførte ombygning fra 4 til 6 spor. Vejdirektoratet har dog planer om at udbygge TRIM-

systemet i Hovedstadsområdet, og der er også planer om at inddrage motorvejsdata fra QUO VADIS-systemet ved Aalborg i ASTRID-systemet.

Den beregnede trafiktilstand i TRIM er baseret på hastigheden i begge ender af et motorvejssegment. I ASTRID er TRIM-segmenterne opdelt i en række "sektioner". Et sektionsskift finder sted, når trafikmængden ændres (til- eller frakørsel) eller hastigheden ændres. På baggrund af hastigheden i TRIM's målepunkter udstrækkes denne hastighed til at gælde for hele sektionen samt eventuelle nabosektioner uden TRIM-målepunkter. Den målte hastighed sammenholdes med en referencehastighed, hvorved det er muligt at beregne forsinkelsen pr. køretøj og totalt på den pågældende sektion i et 5 minutters interval, der er det mindste tidsinterval, der benyttes. Efter behov kan data aggregeres til større tidsrum, f.eks. 15 min., time-, uge- og månedsintervaller.

Med ASTRID er det muligt at lave en lang række forskellige udtræk for en strækning eller for hele nettet, f.eks.:

- Rejsehastighed
- Forsinkelse (pr. dag, pr. køretøj, pr. km, pr. periode)
- Køindeks

Hastighed og forsinkelse: På baggrund af hastighederne for hver sektion er det muligt at beregne rejsehastigheden over en strækning, enten som gennemsnit for en periode eller for hvert eneste 5-min. interval i perioden. Det er herved muligt at se, hvorledes hastigheden og forsinkelsen udvikler sig gennem en myldretidsperiode enten for en enkelt dag eller som et gennemsnit over mange dage.

Køindeks: ASTRID beregner også et såkaldt køindeks, der er defineret som det antal timer, multipliceret med det antal km motorvej, hastigheden har været under en given grænse. I denne sammenhæng er det derfor ligegyldigt, om der har været problemer på 2 km motorvej i en halv time, eller om der har været problemer på 1 km motorvej i 1 time. Køindeksberegningen vil give samme resultat. Køindekset kan beregnes for hastigheder fra 20 til 80 km/t i spring på 10 km/t. Køindekset kan benyttes til at se, om en evt. fremtidig stigning i forsinkelsen på motorvejsnettet skyldes en generel geografisk udvidelse af problemerne, eller om årsagen er en forværring på strækninger, der også tidligere var udnævnt til problemstrækninger.

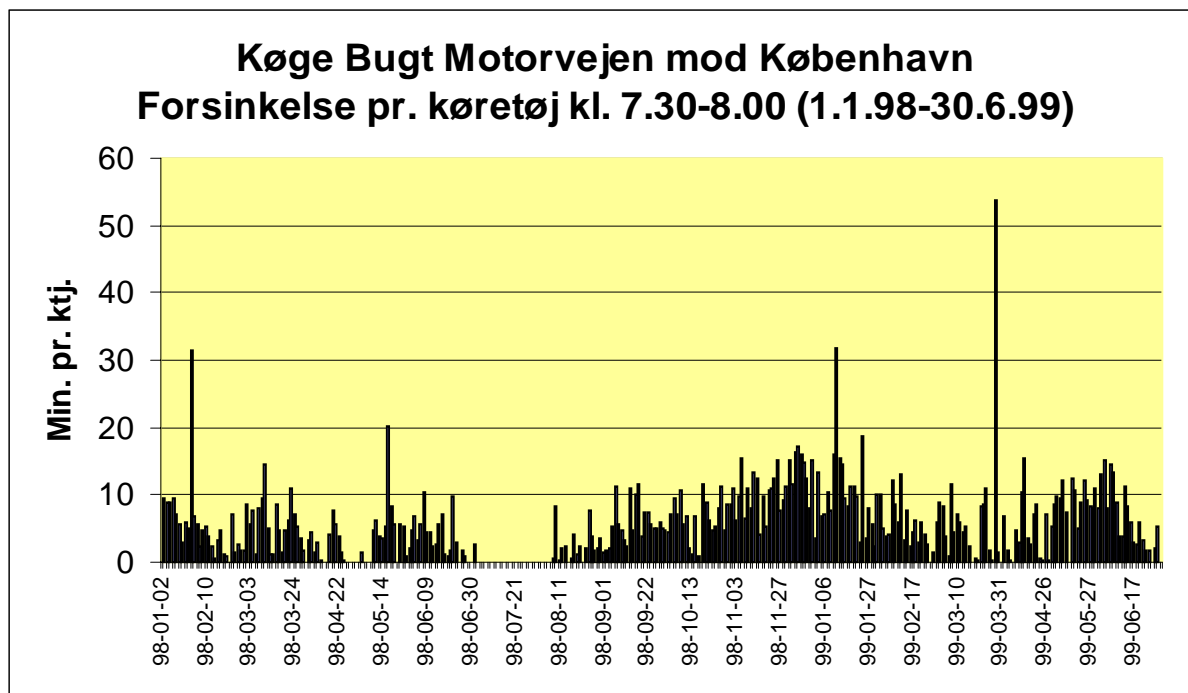
Vejdirektoratet vil i 1999 benytte ASTRID i forbindelse med Trafikministeriets udarbejdelse af en trafik- og miljøplan for Hovedstadsområdet.

Eksempel: Køge Bugt Motorvejen

I det følgende gives eksempler på, hvilke udtræk der kan laves for en given strækning ud fra data i ASTRID-systemet. Køge Bugt Motorvejen (E20/E47/E55) starter ved Motorringvejen øst for Brøndby Strand og slutter ved afgreningen mellem Syd- og Vestmotorvejen vest for

Køge, en samlet på strækning på 28 km. Heraf er de 17 km nærmest København dækket af TRIM-systemet. Om morgenen er der normalt problemer med trafikafviklingen i retning mod København.

På figur 2 er vist en opgørelse over forsinkelsen pr. køretøj på hverdage fra 1. januar 1998 til 30. juni 1999. Det ses, at den typiske forsinkelse mellem kl. 7.30 og 8.00 typisk er 5-10 min. og at forsinkelsen varierer meget fra dag til dag. Det er ikke ualmindeligt med en forsinkelse på 15 min. På enkelte dage ses forsinkelser på 30 og 50 min. På disse dage har der været dårligt vejr evt. kombineret med trafikuheld på strækningen, hvilket erfaringsmæssigt giver ukontrollable rejsetider.



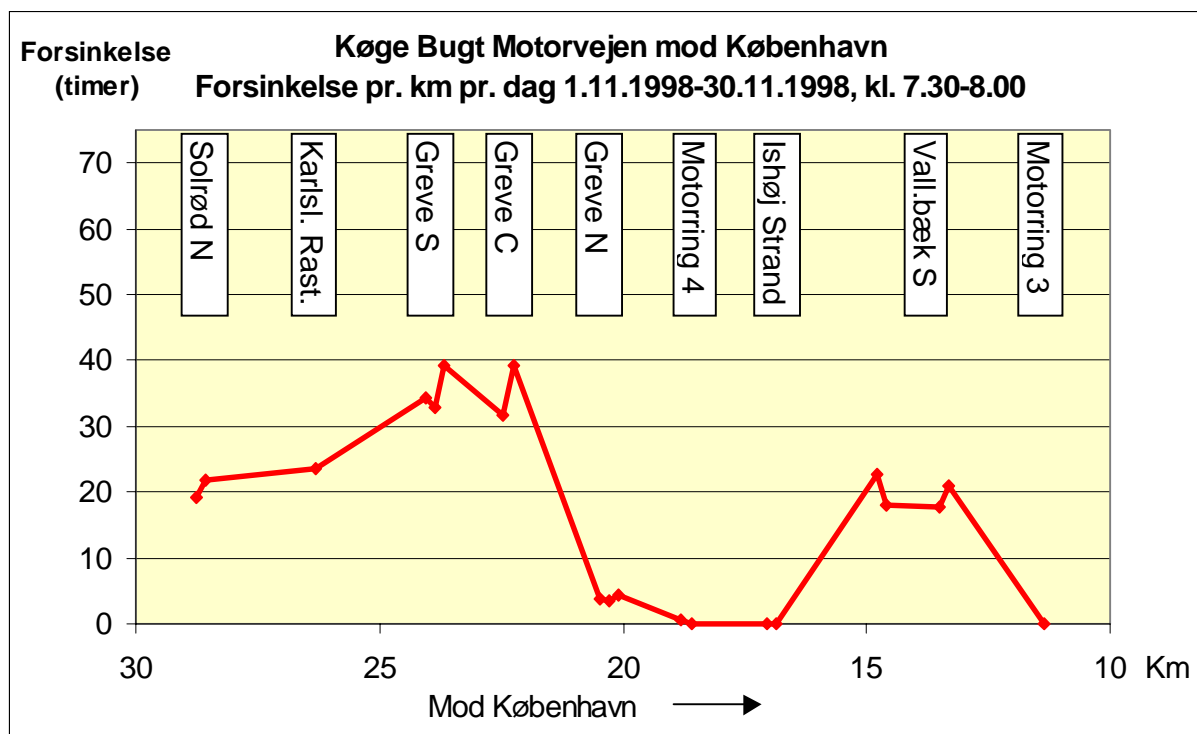
Figur 2. Forsinkelse på Køge Bugt Motorvejen pr. dag mellem kl. 7.30-8.00 for 1998 og 1. halvår 1999.

Ved en flaskehals forstås et punkt eller en delstrækning i vejnettet, hvor antallet af køretøjer, der ønsker at benytte strækningen i et givet tidsrum, overskrider punktets eller delstrækningens kapacitet. Flaskehalse ses typisk i forbindelse med tilkørsler fra tilslutningsanlæg eller anden motorvej eller ved reduktion i antal kørespor. Begge typer af flaskehalse ses på Køge Bugt Motorvejen om morgenen. En flaskehals er karakteriseret ved, at trafikken flyder fint med en rimelig hastighed inde i selve flaskehalsen, mens der er meget langsom køkørsel frem til starten af flaskehalsen. Dette er analogt til den situation, hvor man hælder vand ud af en flaske. Vandet fosser fint ud gennem flaskehalsen, mens vandet inde i flaskens brede del bevæger sig meget langsommere.

På figur 3 er illustreret, hvorledes ASTRID kan benyttes til udpegning af flaskehalse på motorvejsnettet. Figuren viser en opgørelse af den beregnede forsinkelse i morgenmyldretiden

opgjort pr. km vej for hver af de motorvejssektioner, som Køge Bugt Motorvejen i retning mod København er opdelt i. Ved at “normere” forsinkelsen til “pr. km vej” opnås, at længden af den enkelte sektion er uden betydning.

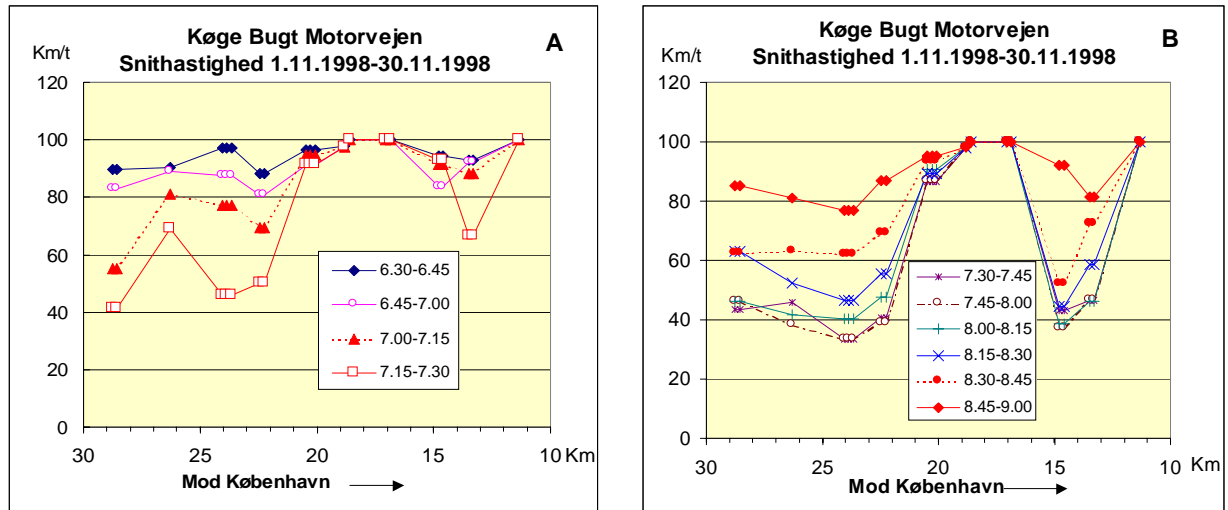
Af figur 3 ses, at de typiske problemer om morgenen i retning mod København er knyttet til strækningen fra Karlslunde Rasteplads (km 26) frem til Greve C (km 22). Efter Greve N fordeles trafikken sig mod Motorring 4 og videre ad Køge Bugt Motorvejen mod København. Længere fremme ses problemer frem mod Vallensbæk S (Ring 3). Problemerne skyldes både tilkørslen ved Vallensbæk S og en forliggende indsnævring fra 3 til 2 spor. Strækningen fra Ring 3 og frem til Motorringvejen udgør således også en flaskehals.



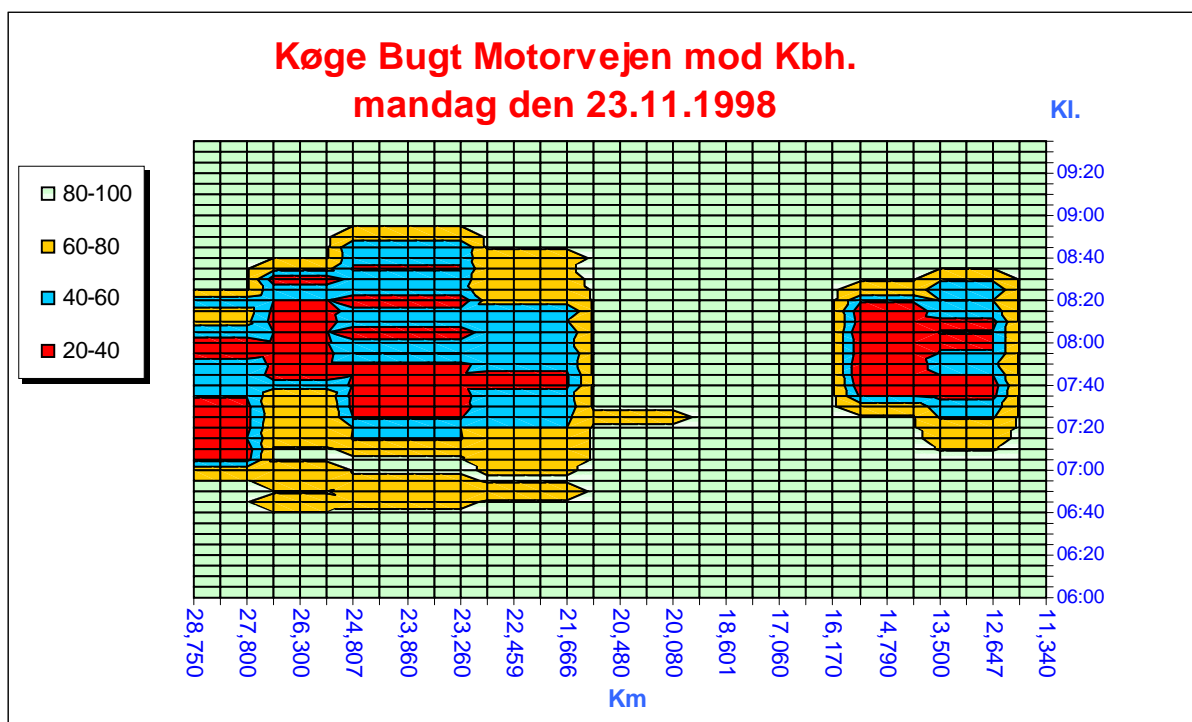
Figur 3. Forsinkelse pr. km på Køge Bugt Motorvejen. Flaskehalse er kendetegnet ved, at der sker et kraftigt fald i forsinkelsen inde i flaskehalsen. Flaskehalse ses mellem Greve C og Greve N og mellem Vallensbæk S og Motorring 3.

På figur 4 er vist, hvorledes forsinkelsen kan illustreres ved hjælp af data fra ASTRID. Data er baseret på trafikafviklingen på hverdage i november 1998. Defineres en kø som en trafiktilstand med en hastighed under 50 km/t inden for en 15-minuttersperiode, ses af figur 4b, at der i hele perioden fra kl. 7.30 til kl. 8.15 i gennemsnit er en mindst 7 km lang kø fra km 22 (Greve C) og bagud til km 29 (Solrød N). Af figur 4a ses endvidere, at der ved tilslutningen ved Solrød N (km 29) er begyndende trafikproblemer i tidsrummet mellem kl. 7.00 og 7.30, mens der i dette tidsrum ikke er de store problemer umiddelbart længere fremme. Dette kunne tyde på begyndende flaskehalsproblemer på strækningen Solrød N - Greve S forårsaget af tilkørende trafik fra Solrød N.

Et samlet overblik over trafiksituationen på Køge Bugt Motorvejen i en morgenmyldretid kan illustreres ved et såkaldt konturdiagram (figur 5). For ethvert tidspunkt og ethvert punkt på motorvejen vises hastigheden vist med en farvekode. Herved er det muligt hurtigt at få et overblik over hvor, hvornår og hvor længe, der er problemer på en længere strækning af en motorvej. Data kan illustreres både for en enkelt dag eller som gennemsnit for mange dage.



Figur 4. Opgørelser af hastigheden som en funktion af klokkeslæt. (Middel for 15 minuttersintervaller for perioden 1.11.1999-30.11.1999).



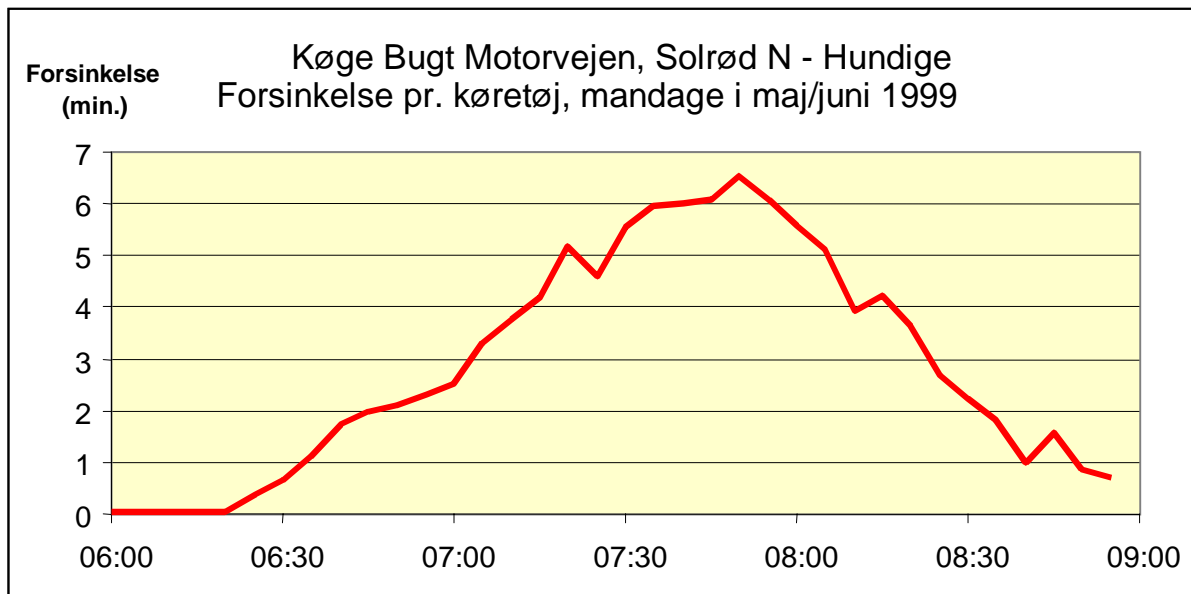
Figur 5. Konturdiagram for hastigheder på Køge Bugt Motorvejen den 23. nov. 1999.

Visioner med ASTRID

Med ASTRID åbnes mulighed for gennem de nærmeste år at overvåge såvel udviklingen i forsinkelserne på de enkelte strækninger som forskydningen i hastighedsniveauet. Vejdirektoratet agter i løbet af efteråret 1999 at gøre visse tal om fremkommeligheden tilgængelige for offentligheden via internet. Disse tal kan f.eks. være en oversigt for hver strækning, hvor forsinkelsen på en hverdag er opgjort som en funktion af klokkeslættet. D.v.s. trafikanterne via deres hjemme-pc vil have mulighed for at se, hvor meget rejsetid de i gennemsnit vil kunne vinde ved at forskyde deres afgangstidspunkt med f.eks. 15 minutter. Et eksempel på en sådan visualisering af hastigheden for Køge Bugt Motorvejen på strækningen mellem Solrød N og Motorring 4 ved Hundige ses på figur 6. Figuren viser forsinkelsen pr. køretøj på mandage i maj/juni 1999.

I en senere fase kan dette udbygges til et egentligt rejseplanlægningssystem for motorvejene i Hovedstadsområdet. Det skal således være muligt for trafikanterne via internet at få oplysninger om de historiske rejsetider mellem en tilkørsel og en frakørsel på motorvejssystemet for vilkårlige ugedage og klokkeslæt.

ASTRID forventes således blive et nyttigt værktøj både i vejplanlægningen og i trafikanternes individuelle rejseplanlægning.



Figur 6. Eksempel på historisk forsinkelse. Med et sådant diagram kan trafikanten planlægge sin rejse på baggrund af forventede historiske forsinkelser på en given strækning på en bestemt ugedag