

# KAFKA - Revurdering af vejregler for kapacitet og trafikafvikling i Danmark

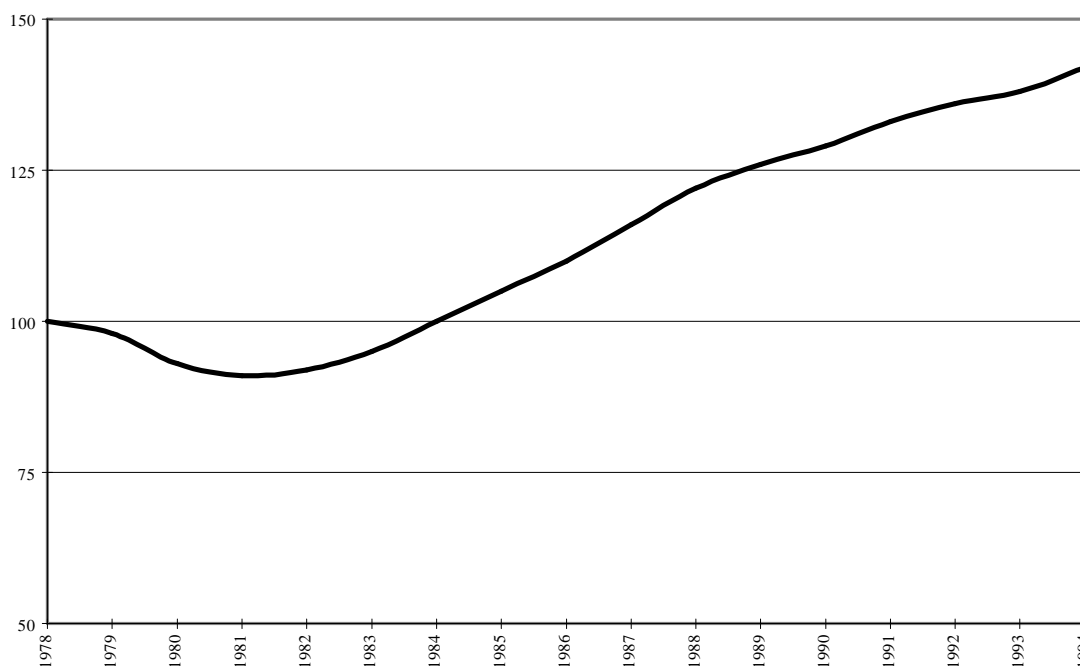
af

Rikke Rysgaard, Vejdirektoratet

Claus Klitholm, Carl Bro as

## 1. Indledning

Trafikarbejdet i Danmark er steget med næsten 50 % siden 1978, se figur 1. På grund af denne stærkt stigende trafik på det danske vejnet, og i særdeleshed på hovedlandevejsnettet, er kapacitetsgrænsen for trafikafviklingen nået flere steder i bestemte tidsperioder. I samme periode har de samme vejregler til bestemmelse af kapacitet og serviceniveau for veje i åbent land været gældende. Derfor har Vejdirektoratet valgt at opdatere metoderne til vurdering af trafikafvikling, kapacitet og serviceniveau i Danmark. Det overordnede projekt kaldes KAFKA, som står for "KApacitet og traFiKAfviklingsforhold i Danmark".



Figur 1 : Trafikarbejdets udvikling siden metoderne for beregning af kapacitet sidst blev opdateret  
Kilde: Trafikstatistik VD

For at kunne forbedre trafikafviklingen er det nødvendigt at kende til de grundlæggende trafikale forhold i ethvert trafikanlæg og i hele trafiksystemer, både på land og i byer. Nyere studier i Tyskland og USA viser at kapaciteten tilsyneladende stiger med årene, især på grund af bilernes ydeevne og ændringer i trafikantadfærd. Metoderne til bestemmelse og beskrivelse af trafikale forhold bliver stadig bedre, og derfor er det af en stor vigtighed at Danmark følger med på dette område så vejnettet kan udnyttes optimalt.

## 2. Målgruppe

I et projekt som KAFKA er der mange parter og interessenter. Den største og vigtigste målgruppe er trafikanterne, som dagligt benytter sig af vejnettet i Danmark. Selvom der ikke er direkte kontakt til alle trafikanter vurderes det at bedre trafikafvikling generelt er et højt ønske.

Vejsektoren er ansvarlig for trafikafviklingen på landets veje. Viden omkring trafikafviklingsforhold, kapacitet og serviceniveau benyttes i udarbejdelse af Vejregler, der er et regelsæt som helt eller delvist skal følges ved projektering af nyanlæg eller ved analyse af driftssituationer. En del af projektets resultater skal indpasses i Vejreglerne "for signalanlæg", "for geometrisk udformning af veje og stier i åbent land" samt "for byområder" som for øjeblikket er under opdatering. I vejplanlægning benyttes disse Vejregler hver dag til dimensionering af nye vejanlæg. Trafikinformatikprojekter har ligeledes en interesse, da de bygger på en bedre udnyttelse af vejsystemer og vejnet. Vejdirektoratet får jævnligt forespørgsler omkring trafikmængder og trafikafvikling, og det anses af stor vigtighed at kunne rådgive og vejlede omkring trafikafviklingsforhold.

## 3. Projekt KAFKA

KAFKA skal klarlægge kapacitets-, serviceniveau- og trafikafviklingsforhold inden for alle typer veje og stianlæg i byer som på land. Projektet indeholder bl.a. vurdering af nye metoder og parametre til bestemmelse af kapacitet og serviceniveau.

De emner, der bliver arbejdet med, er bl.a. fastlæggelse af metoder og definitioner, forhold ved trafikale sammenbrud, idealkapaciteter for 2- og flersporede strækninger, kapacitet- og serviceniveaubetragtninger i signal hhv. vigepligtsregulerede kryds, øget kapacitet i forbindelse med vejarbejder, samlede net- og systembetragtninger og indvirkningen af trafikinformatik.

Da KAFKA indeholder en del forskelligartede delopgaver er det valgt at splitte projektet op i 15 delprojekter, som enten dækker et enkelt trafikteknisk emne, et større område eller en samarbejdsrelation. Inden for KAFKA er der defineret 15 delprojekter:

- Delpr.0 Litteraturstudium
- Delpr.1 Ideelle forhold
- Delpr.2 Idealkapacitet på fri strækning
- Delpr.3 Korrektionsfaktorer
- Delpr.4 Serviceniveau på fri strækning
- Delpr.5 Ramper og sammenfletningsstrækninger
- Delpr.6 Knudepunkters kapacitet
- Delpr.7 Knudepunkters kvalitet
- Delpr.8 Cyklister på strækning
- Delpr.9 Vejarbejder
- Delpr.10 Systembetragtninger
- Delpr.11 Hjælpemidler
- Delpr.12 Internationalt symposium
- Delpr.13 Udarbejdelse af HCM 2000 i TRB's regi

## Delpr.14 Nordisk kapacitetsarbejde

Vejreglerne er under forsat revurdering og Vejdirektoratets Vejregelsekretariat har derfor taget initiativ til revurdering af det danske regelsæt, der omhandler trafikafvikling og kapacitet. På Vejreglernes Projektgruppe 1's initiativ blev der nedsat en ad-hoc-gruppe, som har fået til opgave at forestå produktionen af det materiale, som skal indgå i regelsættet. Ad-hoc-gruppen består af repræsentanter fra Danmarks Tekniske Universitet, Vejdirektoratet samt udvalgte konsulenter. Ad-hoc gruppen forestår udarbejdelse af nye "kapacitetsafsnit" til vejreglerne som emnemæssigt ligger indenfor rammerne af KAFKA.

### **4. KAFKA's litteraturstudie**

Litteraturstudiet er den første dokumentation, som er udarbejdet i forbindelse med dette projekt. Studiets formål var at kortlægge den danske og udenlandske viden, som var blevet dokumenteret siden udarbejdelsen af de gældende danske vejregler på området. Her tænkes især på "Typekatalog for nye veje og stier i åbent land" fra 1981, "Vejregler for vejkryds i åbent land" fra 1983 og "Byernes trafikarealer - forudsætninger for den geometriske udformning" fra 1991. Studiet skulle således kortlægge, hvor der for forskellige emner var afvigelser mellem den nyeste viden og de gældende vejregler, og på baggrund af en gennemgang opstille en anbefaling for kommende forsknings- og udredningsopgaver, således at resultaterne bedst muligt kunne anvendes i revurderingen af vejreglerne.

#### **4.1 Studiets struktur og indhold**

Studiets udgangspunkt var en indsamling af relevant litteratur i form af udenlandske vejregler, lærebøger, afhandlinger, afgangsprojekter eller tidligere udredningsprojekter. De væsentligste kilder i studiet var den amerikanske "Highway Capacity Manual" fra 1994, de tyske "Verfahren für die Berechnung der Leistungsfähigkeit und Qualität des Verkehrsablaufes auf Strassen - Entwurf eines Handbuchs" fra 1993 samt Pierre Aagaards erhversforsker-afhandling "Metoder til valg af reguleringsform for vejkryds" fra 1995.

De amerikanske og tyske kilder har de fordele, at de begge omhandler stort set alle emner, som studiet skulle omfatte. Desuden har de begge til hensigt at fungere som nationale retningslinier for projektering og analyse af vejanlæg.

Aagaards afhandling har de fordele, at den sammen med et forskningsprojekt af Steen Leleur og Claus Klitholm fra 1988 repræsenterer det eneste større forskningsarbejde, som er udført siden de gældende vejreglers tilblivelse. Desuden omfatter afhandlingen stort set alle aspekter omkring kapacitet og serviceniveau i knudepunkter, hvilket udgør en stor del af arbejdet for den kommende revurdering af vejreglerne. Desuden anvendtes en række kilder på mindre, afgrænsede emner, og ialt omkring 30 kilder.

Dokumentationen for studiet er disponeret på følgende vis;

1. Kapacitet for fri strækning  
- Ideelle forhold

- Sammenhænge mellem hastighed og kapacitet
  - Idealkapacitet
  - Kapacitetsberegning
  - Korrektionsfaktorer
2. Serviceniveauer for fri strækning
    - Effektivitetsmål
    - Bestemmelse af serviceniveau
  3. Årsrangkurver
  4. Knudepunkter
    - Kapacitetsberegning
    - Serviceniveau
 , for både signalregulerede og ikke-signalregulerede kryds samt rundkørsler og rampeanlæg.
  5. Cykeltrafik
    - Cykelstiers kapacitet
    - Betydning for knudepunkters kapacitet
  6. Validitet af anvendt litteratur
  7. Anbefaling

Omfanget af afsnittene varierer, da der er forsket mere i nogle emner fremfor andre på verdensplan.

## 4.2 Resultater og anvendelse

Det helt overordnede resultat af studiet er, at der er sket et meget stor forsknings- og udviklingsarbejde i andre lande de sidste 10 år, og meget af dette arbejde kan med fordel anvendes i den kommende revurdering af de danske vejregler. Samtidig afspejler de amerikanske og tyske vejregler en udvikling i anvendelse, der kan drages stor nytte af i Danmark.

Det må dog erkendes, at en revurdering af de danske vejregler ikke blot kan gennemføres ved at lægge sig op ad amerikanske og tyske regler, og derefter foretage en relativ simpel tilpasning til danske forhold. På visse områder er de danske forhold så meget anderledes, at det ikke er forsvarligt at anvende denne fremgangsmåde, og på andre områder forestår der fortsat et meget stort forsknings- og udviklingsarbejde for at tilvejebringe tidssvarende metoder, især på analysesiden.

På et mere detaljeret niveau kan der gives følgende eksempler fra studiet;

## **Idealkapacitet for fri strækning**

Grundlæggende er det meget vanskeligt empirisk at måle idealkapaciteten, som er et vejanlægs maksimale kapacitet under ideelle forhold. Vanskeligheden består i at kapaciteten varierer hver dag for et bestemt tværsnit eller punkt. Dette skyldes f.eks. forskellig trafikant-adfærd i sammenlignelige sammenbrudssituationer eller vejrforhold. Desuden findes kun meget få vejanlæg, som er ideelle ud fra et kapacitetssynspunkt med hensyn til vejbredde, lastbilsprocent, distraherende omgivelser og andre geometriske forhold. Det er derfor nødvendigt at have mange målinger og fra mange forskellige lokaliteter.

I Nordamerika er dette dataproblem mindre, og ved de jævnlige opdateringer af Highway Capacity Manual er der dog også hver gang sket en revidering af idealkapaciteten, både for 2- eller flersporede landeveje og for motorveje. I manualen fra 1965 var idealkapaciteten for en 2-sporet vej således 2000 biler/time i begge retninger tilsammen, og i manualen fra 1994 er den 2800, baseret på dels empiriske analyser og dels simuleringer af Krumins ligning, som tager hensyn til retningsfordelingen.

I Danmark valgte man ved udgivelsen af "Typekataloget" i 1981 at anbefale en idealkapacitet på 2000, svarende til værdien fra HCM 1965, som også var den seneste version af HCM på daværende tidspunkt. Siden er værdien ikke blevet revideret, men forskellige projekter på DTU argumenterer for, at idealkapaciteten i Danmark ligeledes burde være højere og formentlig på samme niveau som HCM 1994. Der foreligger dog ikke tilstrækkeligt med målinger fra danske landeveje til at underbygge dette, så en beslutning om at forøge værdien vil i højere grad skulle baseres på, at man ønsker at lægge sig op ad udviklingen i HCM.

## **Korrektionsfaktorer for fri strækning**

I den danske metode til beregning af kapacitet for en fri strækning indgår ialt 3 korrektionsfaktorer, som tager hensyn til hhv. trafikens retningsfordeling, andelen af tunge køretøjer, terrænforhold samt køresporsbredden.

I den 2. udgave af HCM fra 1965 anvendte man blot 2 korrektioner, hhv. køresporsbredden samt en effekt af både stigningsforhold og tunge køretøjer, idet man med hver af disse faktorer havde taget højde for hhv. trafiktekniske og adfærdsmæssige forhold. Senere har udviklingen vist, at sammenhængen er langt mere kompleks og ved specifikke analyser er der behov for flere korrektionsfaktorer, sammenholdt med en højere idealkapacitet.

I 1994 omfatter HCM således 4 faktorer, og desuden tager hver faktor højde for langt flere specifikke forhold end tidligere. Korrektionen for køresporsbredden omfatter f.eks. også tilstedeværelsen af nødspor samt afstanden til faste genstande i vejsiden som reducerende parametre, og f.eks. opfattes personvogn med trailer eller campingvogn også som en form for tungt køretøj, der kan reducere kapaciteten. Desuden foretages korrektion for stignings-, sigt- og kurveforhold på en mere detaljeret måde end i de danske Vejregler.

## **Kapacitetsberegning for knudepunkter**

For de forskellige typer af knudepunkter, dvs. signalregulerede kryds, vigepligtsregulerede kryds og rundkørsler, er der generelt ikke de store forskelle i de metoder, som anvendes i hhv. de amerikanske, de tyske og de danske vejregler. På en række specifikke punkter er der dog forskelle, som vil blive vurderet i forbindelse med en revurdering af vejreglen.

For signalregulerede kryds er HCM f.eks. langt mere detaljeret end de danske vejregler, som har splittet emnet op i 2 Vejregler, hhv. i en geometri- og en udstyrdsdel. Det indgår derimod i HCM i en helhed, som dermed bliver meget omfangsrig med separate afsnit om hhv. projektering og analyse, hvor slutresultatet for projekteringsafsnittet er deciderede signalplaner. Kapacitetsberegningen af tilfarterne er desuden meget detaljeret med anvendelse af ikke mindre end 8 korrektionsfaktorer.

For vigepligtsregulerede kryds anvender de tyske regler korrektioner for tilfarterne for hhv. sigt, stigninger og skæringsvinkel mellem primær- og sekundærvej. Sådanne korrektioner indgår ikke i de danske vejregler.

Hvad angår rundkørsler må det konstateres, at Aagaards afhandling om valg af knudepunkter omhandler tilstrækkeligt med oplysninger til at udarbejde forslag til nye vejregler, når de sammenholdes med udenlandske vejregler.

## **System- og netbetragtninger**

På mange områder virker HCM 1994 som et regelsæt, der er langt foran den gældende danske og indholdende mange aspekter af nytænkning. Grundlæggende har manualen dog fortsat den ulempe, at den tænker i elementer og ikke i systemer eller net, som er sammensat af flere elementer. Dette problem bliver stadigt vigtigere at forholde sig til, da det må konstateres at det meget ofte er i grænsefladen mellem 2 elementer at der opstår problemer, f.eks. når en fri strækning knyttes til et kryds eller når en rampe knyttes til en motorvej.

Det er derfor en vigtig målsætning for de kommende vejregler, at de skal kunne implementeres i et hjælpeværktøj på EDB-form, der netop kan foretage projektering og analyse af vejnet og vejsystemer. I første omgang vil der dog naturligvis blive udarbejdet vejregler i trykt format, men revurderingen vil blive tilrettelagt efter, at metoderne skal kunne implementeres i et EDB-værktøj, og det vil gælde for både projekterings- og analysedelene.