

## **Forsøgs- og udviklingsprojektet TRIM - trafikledelse på motorveje**

### **TRIM - her og nu**

Første del af TRIM blev indviet den 11. juni 1997. Dermed er der etableret et grovmasket net af målestationer på 85 km af motorvejsnettet i Storkøbenhavn, hvorfra der automatisk sendes aktuelle trafikdata til Vejdirektoratet. Data bruges bl.a. til at beskrive den øjeblikkelige trafiktilstand, og disse oplysninger formidles til brugerne via bl.a. radio og internet. Det grovmaskede net forventes udbygget i de kommende år, og den første mindre udvidelse sker allerede sidst i 1997.

Anden del af TRIM har været under udvikling gennem et par år. Tanken er at fortætte det grovmaskede datanet, i første omgang planlagt til 12 km af Motorringvejen rundt om København. Med dette fintmaskede net kan der etableres egentlig trafikledelse, hvor trafikinformationerne suppleres af et automatisk varslings- og reguleringssystem. Variable skilte vil således løbende angive den mest hensigtsmæssige fart og varsle om køer, vejarbejde, uheld og spærrede kørespor. Trafikken overvåges og styres fra et trafikkontrolcenter. Gennemførelsen af anden del er i øjeblikket udskudt af finansieringsmæssige årsager, og det videre udviklingsarbejde er samtidig standset.

### **Baggrund og tilrettelæggelse**

I forbindelse med loven om udvidelse af Helsingørmotorvejen blev der i 1995 afsat 35 mio. kr. til trafikinformatik med det formål at forbedre trafikafviklingen og -sikkerheden på især Motorringvejen, men også på øvrige motorveje i hovedstadsområdet. Det skete samtidig med at de politiske aftaler om udvidelse af Motorringvejen faldt til jorden.

Vejdirektoratet har arbejdet med trafikinformatik i de sidste 10 år og trafikledelse udgør et vigtigt forretningsområde. TRIM-projektet er defineret som et nøgleprojekt, og projektet skal bidrage til at opfylde ovennævnte formål, samtidig med at projektet er et forsøgs- og udviklingsprojekt, der skal demonstrere trafikinformatikkens muligheder som værktøj til at opnå et bedre samspil mellem transportsystemet og vejbrugerne.

Internationalt set har den moderne kommunikationsteknologi vundet fodfæste inden for transportområdet. Udviklingen har været i gang i 10-15 år, og i en årrække har EU støttet udviklingen både i transportmidlerne og inden for transportsystemerne. På trafikledelsesområdet er der etableret en række systemer som dagligt hjælper vejbrugerne og effektiviserer vejnettet. Systemerne er fortrinsvis taget i anvendelse i lande med massive trafik- og miljøproblemer, men trafikpresset stiger også hastigt herhjemme.

Der er derfor god mening i at udvikle og afprøve trafikinformatikken til danske forhold. Ønsket

om at bruge den moderne teknologi på vejområdet er også politisk forankret i Trafik 2005 og videreført i den IT-politiske handlingsplan fra 1996, og trafikledelse er som et af informatikkens værktøjer et middel til at nå de trafikpolitiske mål hvad angår bæredygtighed, trafiksikkerhed mm.

TRIM-projektet har en udpræget tværfaglig karakter, med mange interessenter og resultater. Gennemførelsen medfører at nye opgaver skal tackles, og at de organisatoriske forhold skal revurderes. TRIM er derfor tilrettelagt i en projektorganisation med deltagelse fra store dele af Vejdirektoratets organisation. Efter en EU-udbudsrunde blev COWI-Carl Bro i Joint Venture tilknyttet projektet som hovedrådgiver. I alt har 50-60 medarbejdere hos Vejdirektoratet og rådgivere deltaget i udviklingsarbejdet i kortere eller længere tid.

## **Vision og mål**

Den ambitiøse vision for TRIM er at projektet skal medvirke til at lægge grundstenen og forme værktøjet for trafikledelse i Danmark. Sigtet er dermed at designe et system der er åbent og robust for fremtidige ændringer, og som i et marked der udvikler sig hastigt kan holde de næste 15 år.

Projektets succeskriterier er knyttet til målet om at sikre et bedre samvirke mellem vejbrugere og transportsystemet, og fastlagt til følgende mål som TRIM skal være kendt på, og som er en ledetråd i projektets tilrettelæggelse, gennemførelse og opfølgning:

### *Trafikantadfærd*

TRIM skal bidrage til at ændre trafikanternes adfærd, så trafiksikkerheden øges og trafikafviklingen bliver bedre. TRIM skal derfor udformes under hensyn til trafikanternes behov og forståelse og fremtræde troværdigt i forhold til trafikforholdene.

### *Information*

TRIM skal give trafikanterne en aktuel og præcis information om trafikforholdene på motorvejene. TRIM skal således informere om vejnettets brugbarhed og tilstand og derigennem understøtte den service, som redningskorps og politi yder trafikanterne.

### *Trafikafvikling*

TRIM har som mål at forbedre trafikafviklingen på motorvejene, så trafikken glider lettere og rejsetiderne bliver mere forudseelige. TRIM skal således understøtte vejnettets effektivitet og dermed tilgodese dets transportøkonomiske betydning.

### *Trafiksikkerhed*

TRIM har som mål at mindske uheldsrisikoen på motorvejene. TRIM skal derfor medvirke til at trafikanterne tilpasser farten og adfærden til de aktuelle trafikforhold.

### *Miljøhensyn*

TRIM skal understøtte en mindre lokal miljøbelastning gennem en mere glidende trafikafvikling på motorvejsnettet. TRIM skal tillige udformes så miljømæssige hensyn tilgodeses. TRIM skal derfor formgives med æstetisk kvalitet og de anvendte produkter skal

kunne indgå på en miljømæssig forsvarlig måde.

### *Teknologiudvikling*

TRIM skal understøtte udvikling af informationsteknologien og dens anvendelse ved trafikledelse i Danmark. TRIM skal derfor som udviklingsprojekt dokumentere og evaluere målopfyldelsen og effekterne af den anvendte teknik.

De enkelte succeskriterier er blevet gjort operationelle og målbare således at før- og efterundersøgelser har kunnet tilrettelægges og gennemføres. De konkrete måltal er bl.a. baseret på de udenlandske erfaringer med trafikledelsessystemer, men er ikke fastlagt som absolutte effekter projektet skal opnå for at blive succesfuldt.

I forarbejderne til TRIM blev det på et tidligt tidspunkt valgt at tilrettelægge projektet som to dele - benævnt det grovmaskede henholdsvis fintmaskede net. Sidstnævnte rummer de egentlige trafikledelsesfunktioner, hvorved der ud over trafikinformation forstås styring og regulering af trafikken med variable skilte. Det fintmaskede net kan ses som rygraden i systemet, hvor det grovmaskede net - som primært rummer trafikinformation - kan opfattes som en mere fremskudt del, der i en kortere eller længere periode supplerer det fintmaskede net.

Indholdet og funktionaliteten i TRIM's to dele blev overvejet nøje bl.a. på grundlag af udenlandske erfaringer og undersøgelser. Desuden gennemførtes en brugerundersøgelse hvor både privatbilister, erhvervschauffører og kørselsplanlæggere blev spurgt om deres holdning, behov, ønsker og krav til trafikledelse og trafikinformation. Undersøgelsen viste bl.a. en stor interesse for en tættere dialog og en åbenhed overfor den nye teknologi og dens muligheder for at hjælpe med bedre, relevante og mere troværdige informationer.

Effekten af TRIM's to dele er forventelig meget forskellig og før- og efterundersøgelserne afspejler naturligvis dette forhold. Undersøgelserne for det grovmaskede net knytter sig primært til trafikanternes brug og nytte af information og generelle vurderinger af de trafikale effekter, mens undersøgelserne på det fintmaskede net var planlagt til at omfatte meget detaljerede studier af de trafikale- og miljømæssige virkninger.

### **TRIM's grovmaskede net**

Den automatiske håndtering af trafikdata i det grovmaskede net omfatter både dynamiske og statiske data. De dynamiske formidles videre til brugerne som trafikinformationer, mens de statiske data bruges til statistiske og planlægningsmæssige formål. Systemet gør det muligt at opsamle, bearbejde, transmittere, analysere og formidle trafikoplysningerne inden for 1-2 minutter.

Systemet håndterer data om de enkelte køretøjer, men gemmer generelt data på et aggregeret niveau. Trafikinformationerne baseres på de aktuelle oplysninger om de enkelte køretøjer, og de aggregerede data overføres til de databaser i Vejdirektoratet, hvor der i forvejen lagres trafikdata. Systemet gør det muligt at udtrække oplysninger om enkeltkøretøjer, og der kan således gennemføres vilkårlige analyser over tid og sted.

På de 85 km som det grovmaskede net omfatter er der etableret 71 målestationer. På denne måde deles nettet op i strækninger på 1-2 km. Trafikken registreres med detektorspoler lagt som dobbeltspoler i hvert kørespor og på alle ramper. Der er i alt etableret 450 dobbeltspoler, der er forbundet til målestationerne, hvor registreringerne omregnes til fart og længde af hver bil og fastslår det nøjagtige tidspunkt, så der også holdes styr på afstanden mellem bilerne og det samlede antal.

Målestationerne er samlet i 10 klynger, således at en station fungerer som basisstation. Kommunikationen i klyngen er radiobaseret, idet denne løsning er billigst både i anlæg og drift. Basisstationerne er forbundet med faste teleforbindelser til en central opsamlingsstation, hvorfra der er oprettet en særlig hurtig teleforbindelse til Vejdirektoratet. Der er i alt nedgravet 15 km forsyningskabler og 30 km signalkabler.

I Vejdirektoratet er systemet koblet til en kommunikationsserver, som varetager kontakten til målestationerne og validerer data inden de sendes videre til en databaseserver. Betjeningen af systemet forgår herfra og det er bl.a. muligt at opsætte nøjagtige kriterier for hvorfra, hvor hurtigt og hvordan dataindsamlingen skal foregå. Fra databaseserveren er det desuden muligt at udskrive rapporter og alarmlister og i øvrigt overvåge driften. Fra serveren overføres data dels til statistisk lagring dels til en analysemaskine, der skal varetage den dynamiske præsentation.

I analysemaskinen omregnes trafikdata til trafiktilstande og de præsenteres derefter på kort i Vejdirektoratets trafikinformationscenter. Herfra kan centret videreformidle oplysningerne til radio og tv samt øvrige kunder. Centret kan også udbygge oplysningerne og koble dem sammen med andre trafikinformationer. Trafiktilstanden præsenteres på kortet med farvekoderne grøn, gul og rød, som dækker normal og tæt trafik samt kødannelser, og der er mulighed for at få rutemeldinger og mere detaljerede data om de enkelte strækninger. Københavns Radio indgår i et samarbejde og har fået stillet det samme kort til rådighed, således at de får mulighed for at udsende forbedrede meldinger til vejbrugerne.

Ud over at præsentere trafiktilstandene i trafikinformationscentret overføres oplysningerne også til en internetcomputer, hvortil der er almindelig adgang for alle tilkoblet internettet. På internettet vil der med det rette udstyr hos brugeren automatisk ske en løbende opdatering af trafiktilstandene, så kortet altid giver et aktuelt billede af situationen. Internetadressen for TRIM er [www.trim.vd.dk](http://www.trim.vd.dk).

Som nævnt indledningsvis forventes det grovmaskede net udbygget i de kommende år. Det nuværende kommunikationssystem er designet til at klare en udvidelse på 50%, men ved større udvidelser skal kommunikationsdelen udbygges eller der skal etableres en anden løsning. Denne situation hænger bl.a. sammen med at det grovmaskede net var tænkt koblet sammen med det fintmaskede, der således skulle varetage kommunikationen.

På de 85 km ligger målestederne forholdsvis tæt. Det hænger sammen at tilslutningsanlæggene ligger tæt i Københavnsområdet og at det er valgt at supplere målingerne også på visse frie strækninger, således at der kan gives en mere præcis beskrivelse af de store trafikmængder der

er tale om. Ved udvidelse af nettet vil der generelt være tale om færre målestationer og dermed også et billigere system. Med udviklingsomkostninger har det nuværende system kostet noget over 300.000 kr pr. km.

### **TRIM's fintmaskede net**

Udviklingsarbejdet for den egentlige trafikledelse har sigtet mod at lave et forsøg på de nordligste 12 km af Motorringvejen. Projektet skulle være fuldt færdigudviklet og driftsoperationelt, og det forsøgsræssige relaterer alene til, at det er det første i sin art herhjemme, og at der skulle udføres grundige effektstudier. Som førnævnt er den fintmaskede del standset, og det forventes nu at det endnu en gang overvejes om den omhandlede strækning skal udbygges til 6 spor.

Som en del af forarbejdet er funktionalitet i trafikledelsen analyseret nærmere. Det er sket bl.a. på grundlag af erfaringer fra andre danske trafikinformatikprojekter og fra udenlandske projekter, analyser af den trafikale og uheldsmæssige situation på Motorringvejen, resultaterne fra førnævnte vejbrugeranalyse og projektorganisationens samlede overvejelser om formål og resultater samt specifikation af kravene til datahåndtering og kommunikation.

Trafikledelse kan omfatte variable skilte med en lang række funktioner. Det kan være advarsel om farer, kontrol af hastigheder og vognbaner og skiltning af mere informerende karakter. Derudover kan informationerne til brugerne gives via flere andre medier, f.eks. radio, tv, internet, mobiltelefon og som automatiske radiomeldinger. Som støtte for operatørerne i trafikkontrolcentret kan anvendes videoovervågning og erfaringerne fra udlandet viser at dette også gavner uheldsberedskabet. De stærkt øgede nye datamuligheder kan tjene forsknings- og planlægningsmæssige formål inden for både trafik- og miljøområdet.

Mulighederne i den moderne trafikledelse er således omfattende og det har været en ledetråd at begrænse ambitionerne til et niveau der dels forventes at have den største nytte for brugerne dels er økonomisk overkommeligt. Analysen af de konceptmæssige muligheder sikrer at der et stykke af vejen tages hensyn til fremtidige ønsker og behov, men i det konkrete projekt har forholdene på den aktuelle del af Motorringvejen spillet en afgørende rolle for projektudformningen.

Den synlige del af projektet omfatter i første række skiltningen. Der er i projektet gennemført et litteraturstudie for at sammenholde trafikanternes adfærd og de variable skiltes art, indhold og udseende, og på denne baggrund er det valgt alene at anvende almindelige færdselstavler med piktogrammer, symboler og begrænset undertekst. I udviklingsarbejdet er analyseret fordele og ulemper ved en række variable skiltesystemer og ud fra ønskerne i projektet peger valget af type mest på lysdiodeskilte. Disse har bl.a. den højeste grad af fleksibilitet over for krav om nye visninger og er rimelig driftvenlige. Til gengæld er en fuldfarveløsning i dag voldsom dyr. Undersøgelserne viser generelt at markedet med variable skilte er i udvikling og at de bedste løsninger måske endnu ikke fundet.

Lysende skilte opfattes anderledes end almindelige skilte. Behovet for synlighed og læsbarhed

stiller særlige krav til de lystekniske egenskaber under forskellige vejrforhold og krav til udformning af piktogrammer, symboler og tekst. Der er i kravspecifikationen for skiltene arbejdet detaljeret med denne side, og der udestår alene flere feltforsøg. Løsningen der er valgt i TRIM bygger på skilte i "negativ" udgave holdt i farverne rød og hvid eller gul, hvorved de får en selvstændig identitet der forventes at understøtte trafikanternes læring af det nye system.

I TRIM er der derudover lagt megen vægt på at skabe et helstøbt design af skiltene og standere, således at udformningen tilgodeser det visuelle miljø og gennem den særlige identitet understøtter funktionaliteten. Der er således skabt et samlet system af skilte og forskellige standertyper, hvor det er muligt at anvende forskellige materialer og løsninger afhængig af den konkrete situation. I projektet er antallet af tavleflader begrænset til 2 pr. skilt og normalt er der projekteret et skilt både i højre og venstre side. Den indbyrdes afstand mellem skiltesnittene i projektet varierer mellem ca. 500 og 1000 m, idet placeringen af tilslutningsanlæg, andet udstyr og de fysiske betingelser afgør mulighederne. Afstandene svarer til udenlandske erfaringer og sikrer at brugerne vil opleve sammenhæng i visningen. I alt er der på den 12 km lange strækning regnet med 33 skiltesnit for begge retninger tilsammen.

Den mindre synlige del af TRIM er kommunikationsdel, elforsyning og transmissionsdel. På Motroringvejen ville der for hver ca. 500 m skulle etableres et nedgravet teknikrum, hvor eltavler og vejcomputere opsættes. Computerne detekterer enkeltkøretøjer via nedgravede spoler i kørebanen, foretager databehandling og styrer skiltevisninger. Da projektet også opererer med videodækning sørger computerne også for transmission af signaler herfra. Computerne er bundet sammen i et netværk, der på Motroringvejen består i lyslederkabler med ATM-teknologi og fra enderne af strækningen af radiokædeforbindelser til Vejdirektoratet. Radiokæden har såvel anlægs- som driftsmæssigt vist sig som den billigste løsning i forhold til brug af det almindelige telenet.

Forbindelsen til Vejdirektoratet afspejler at trafikkontrolcentret er tænkt placeret her, men principielt er andre placeringer selvfølgelig mulige. I løsningen forudsættes desuden at politiet på Københavns Politigård kobles på datakommunikationen, idet politiet i øvrigt har en central rolle i den konkrete trafikledelse.

I udviklingsarbejdet med TRIM er der arbejdet meget med den datamæssige systemarkitektur med henblik på at kunne håndtere online data om enkeltkøretøjer flydende i den såkaldte backbone, som er den centrale del af kommunikationen og transmissionen excl. de ydre enheder på vejen henholdsvis i trafikkontrolcentret og trafikinformationscentret. Der er opstillet krav til databehandlingen men på nuværende tidspunkt er der ikke verificeret løsninger af SCADA/SRO- eller databasetypen, der oplagt kan leve op til kravene. I projektet var det forudsat at denne del skulle baseres på et funktionsudbud, og at det således var op til de bydende at fremkomme med løsninger på opgaven.

Udenlandske erfaringer peger på at omkostningerne til etablering af trafikledelsessystemer svarende til TRIM ligger mellem 4-6 mio. kr. pr. km. Det er dog svært at overføre oplysningerne direkte idet udviklingsgrad, funktionalitet, fysiske forhold og tekniske løsninger er forskellige. Oplysninger indhentet fra Stockholm, hvor der i 1996 er etableret et system efter hollandsk model, dvs. en færdigudviklet løsning med forholdsvis begrænset funktionalitet,

viser omkostninger på omkring 5 mio. kr. pr. km, så det må forventes at TRIM vil være noget dyrere.

## **Hvad byder fremtiden på?**

Som nævnt er den fintmaskede del af TRIM standset af finansieringsmæssige grunde og samtidig forventes gennemført en revurdering af løsningsmulighederne på Motorringvejen. På nuværende tidspunkt er det derfor for tidligt at forudskikke hvilken løsning der på kortere sigt kommer på tale. Standsningen giver også anledning til at overveje om ambitionsniveauet i projektet kan opretholdes på længere sigt eller om man i højere grad skal satse på løsninger der svarer til f.eks. den hollandske model.

Men udviklingsarbejdet omkring den fintmaskede del er selvfølgelig ikke tabt. Der er i den samlede projektorganisation opnået megen viden og indsigt, og en lang række tekniske forhold er undersøgt og løsninger afdækket. Under udviklingen har det været ambitionen at komme ud i krogene med hensyn til videnopbygning, og denne viden kan også bruges ved trafikledelsesprojekter på andre motorvejsstrækninger eller i anden sammenhæng. Men den teknologiske udvikling går meget hurtigt og inden for en kortere årrække vil kommunikationsmuligheder, dataløsninger og specifikationer skulle revurderes.

TRIM's grovmaskede del udgør så den første og vigtige milepæl i projektet. Det forventes som tidligere nævnt at denne del udbygges i de kommende år, men takten vil selvfølgelig afhænge af de finansieringsmæssige muligheder. På sigt kan konturerne af et landsdækkende system for statsvejene anes og en naturlig udvikling vil også være kobling til andre af landets vigtige veje. På informationssiden vil en tættere integrering mellem transportformerne også betyde markant forbedrede forhold for brugerne, og når hertil lægges korttidsprognoser for trafik- og miljøudviklingen bliver informationsdelen et brugbart værktøj også for erhvervslivet og i andre sammenhænge.

## **Mere information om TRIM**

Der er udarbejdet 5 informationsblade og der foreligger en række notater og rapporter, der beskriver det faglige indhold i forskellige dele af projektet - fra forarbejder, over kravspecifikation og projektering til udbud og driftsdokumenter. Nærmere oplysning om TRIM kan fås hos projektleder civ. ing. Peter Simonsen, Vejdirektoratet.