

Mobile, dynamiske trafikledelsessystemer ved små og mellemstore vejarbejder

af Mads Holm-Petersen, Vejdirektoratet Trafikal Drift

Trafiksikkerhed, fremkommelighed, servicering af trafikanterne og vejarbejdernes sikkerhed under arbejdet er vigtige temaer for Vejdirektoratet. Samtidig har den nye teknologiske udvikling indenfor trafikledelse gjort det økonomisk og teknisk muligt at anvende mobile dynamiske trafikledelsessystemer ved de små og mellemstore vejarbejder.

Derfor har Vejdirektoratet siden 2003 løbende undersøgt, hvor der mulighed for at forbedre forholdene ved de små og mellemstore vejarbejder ved hjælp af dynamiske mobile trafikledelsessystemer.

Definitioner:

Små og mellemstore vejarbejder er vejarbejder af kortere varighed og vejarbejder med en begrænset udstrækning.

Dynamiske, mobile trafikledelsessystemer er systemer til påvirkning af trafikanternes trafikadfærd gennem en dynamisk tilpasning til de trafikale forhold, tid, sted, arbejdsforhold eller lignende. Desuden skal de være mobile – det vil sige at de skal kunne opstilles og nedtages af vej-arbejdspersonel på relativ kort tid uden særlige ekstraudgifter.

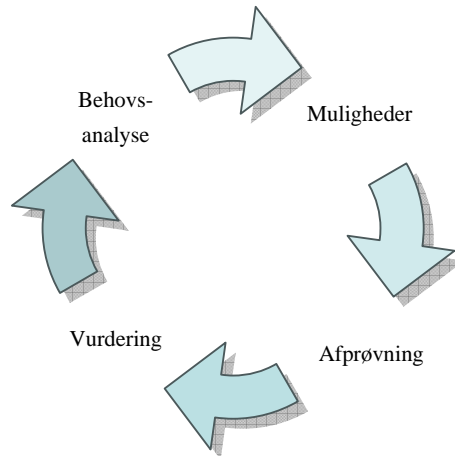
I det følgende vil metoden for og resultaterne af undersøgelserne blive beskrevet.

1. Metode

Behovet for dynamisk mobil trafikledelse ved vejarbejder har været tiltagende de seneste år. En række faktorer har været medvirkende til dette:

- Den stadig tiltagende udnyttelse af vejnettet har reduceret de tidsrum der har en lille trafikbelastning. Dette har medført, at tidsrummet for gennemførelse af vejarbejderne er blevet indsnævret.
- Den nye generelle hastighedsbegrænsning på 130 km/t på motorveje har medført ændrede spærretider, sikkerhedskrav m.m. i forbindelse med vejarbejder. Dette har betydet krav til øget fleksibilitet og dynamik i trafikledelsen.
- Der er øget fokus i offentligheden på sikkerhed ved vejarbejder for både personale og trafikanter.
- Der er øget fokus på, trafikanternes oplevelse af god service. Herunder oplevelsen af en god information om trafikale forhold.

I projektet, der omtales i nærværende paper, er behov og muligheder for at anvende mobile dynamiske trafikledelselementer ved små og mellemstore vejarbejder på motorvejsnettet blevet undersøgt. Undersøgelser af de dynamiske, mobile trafikledelsessystemer er naturligt opbygget efter følgende skabelon:



Behovsanalyse

Problemerne i forbindelse med små og mellemstore vejarbejder er mangeartede og kan vurderes som mere eller mindre alvorlige. Derfor blev der i 2003 nedsat en intern ekspertgruppe som løbende skulle følge projektet. Følgegruppen skulle blandt andet være garant for at arbejdet med dynamisk mobilt trafikledelse ikke kom til at bygge på fornemmelser og fordomme. Følgegruppen skulle sikre, at behovene for initiativer blev identificeret og prioriteret korrekt. Følgegruppen bestod af repræsentanter fra:

- Planlægning og godkendelse af vejarbejdsplaner
- Tilsynsførende med vejarbejderne
- Ekspertise indenfor trafiksikkerhed
- Politiet/trafikinformationscenteret (TIC)
- Ekspertise indenfor trafikledelse

Følgegruppens løbende opgave var og er vurderinger af behov for initiativer til forbedring af forholdene ved de små og mellemstore vejarbejder. I behovsanalysen indgår følgende punkter:

- Identifikation af problemet
- Konsekvens af problemet
- Udbredelse af problemet
- Dokumentation
- Prioritering

I følgegruppens arbejde blev problemerne og deres konsekvenser beskrevet. Herunder blev det vurderet, hvor udbredt problemet er, og hvor alvorlige konsekvenserne er i forhold til trafiksikkerhed, sikkerhed for personel, trafikafvikling og servicering af trafikanter.

Problemernes alvorlighed blev kategoriseret (meget alvorlig, alvorlig og ikke alvorlig). Alvorligheden vurderes kun ud fra konsekvenserne for hhv. trafiksikkerhed, sikkerhed for personel, fremkommelighed og trafikanternes opfattelse af service. På tilsvarende vis bliver problemernes udbredelse vurderet. Ved at sammenholde problemets alvorlighed og udbredelse kunne problemerne prioriteres.

På denne baggrund blev følgende prioritering af problemer opstillet:

- Problemer med ”ikke retvisende skiltning”
- Problemer med opmærksomhedskrævende tekst og signaler
- Problemer med overholdelse af lokal hastighedsbegrænsning
- Problemer med etablering og fjernelse af afmærkning
- Problemer med varsling om kø

Dernæst mente projektgruppen det var vigtigt at se på problemer med skiltning ved vejarbejder udenfor arbejdstiden, passage eller påkørsel af afmærkning, manglende overholdelse af fletteregel og uoverensstemmelse mellem statisk, manuelt styret og automatisk trafikledelse.

Muligheder

På baggrund af følgegruppens vurderinger af behov for initiativer er markedet løbende blevet screenet for relevante dynamiske mobile trafikledelsessystemer. De vurderede systemer er blevet fundet på følgende måder:

- Systemet er blevet identificeret gennem internationale litteraturstudier
- Systemerne er blevet udviklet i samarbejde mellem entreprenører eller leverandører og Vejdirektoratet.
- Systemet er undersøgt efter henvendelse fra en leverandør/importør af systemet

Ved vurderingen af mulige systemer til løsningen af ovenstående problemer har følgende punkter været centrale:

- løsningerne skal være driftssikre
- løsningerne skal være kompatible med andre VD-systemer
- løsningerne skal være enkle og lette at overskue
- løsningerne skal være sikre ved udsætning/brug/indsamling og skal være i overensstemmelse med arbejdsmiljøreglerne
- løsningerne skal have en sikker logning
- løsningerne skal have en effektiv informationsudveksling mellem de relevante aktører
- løsningerne må ikke være tids- og ressourcekrævende for personalet ved vejarbejdet
- løsningerne skal være ”forenelige” med de gældende vejregler

Afprøvnings af udstyr

I efteråret 2004 gennemførte Vejdirektoratet første afprøvningsrunde for dynamisk mobile trafikledelsesudstyr ved små og mellemstore vejarbejder.

Ved afprøvnningen blev følgende forhold undersøgt i relation til to systemer:

- Vejarbejdernes sikkerhed
- Trafiksikkerhed generelt
- Fremkommelighed
- Serviceringen af trafikanterne
- Udstyrets tekniske funktionalitet.

Vurdering

På baggrund af de indsamlede oplysninger fra afprøvnningen af udstyret er der foretaget en vurdering og prioritering af de forskellige initiativer. I vurderingerne har det været tilstræbt at alle undersøgelser har ført til kvantitative resultater. Dette er sket ud fra den betragtning at der er behov for tydelige Cost Benefit vurderinger af trafikledelsessystemer generelt. Af samme grund

er de valgte parametre i videst muligt omfang i overensstemmelse med ”Guidelines for the evaluation of ITS projects” (FITS Publications 4/2002)

Vurderingerne er sket ud fra:

Trafiktællinger og hastighedsmålinger

Der blev foretaget døgntrafiktællinger og hastighedsmålinger i køresporet i en passende afstand før vejarbejdet og umiddelbart før selve vejarbejdet. Der blev både foretaget målinger før op-sætningen af udstyr og mens udstyret var aktivt.

Adfærds- og konfliktstudier

Eventuelle konflikter før og under forsøgsperioden blev undersøgt. Adfærdsstudiet har omfattet en registrering og analyse af den måde trafikanterne færdes på igennem vejarbejder med de to forskellige typer af systemer. Adfærdsstudiet blev baseret på on-site observationer. Eventuelle konflikter, der registreres i observationsperioderne, omfatter såvel konflikter mellem motorkøretøjerne, konflikter mellem motorkøretøjer og afmærkningsudstyr samt konflikter mellem motorkøretøjer og vejarbejdspersonel.

Trafikantundersøgelse

Der er foretaget en trafikantundersøgelse ved hjælp af spørgeskemaer med relevante spørgsmål og ”Modtageren betaler porto”. Spørgeskemaerne blev uddelt ved først kommende lejlighed efter vejarbejdet.

Brug af trafikledelsessystemerne

I forbindelse med planlægning, opsætning og drift af trafikledelsessystemerne blev der indsamlet følgende data:

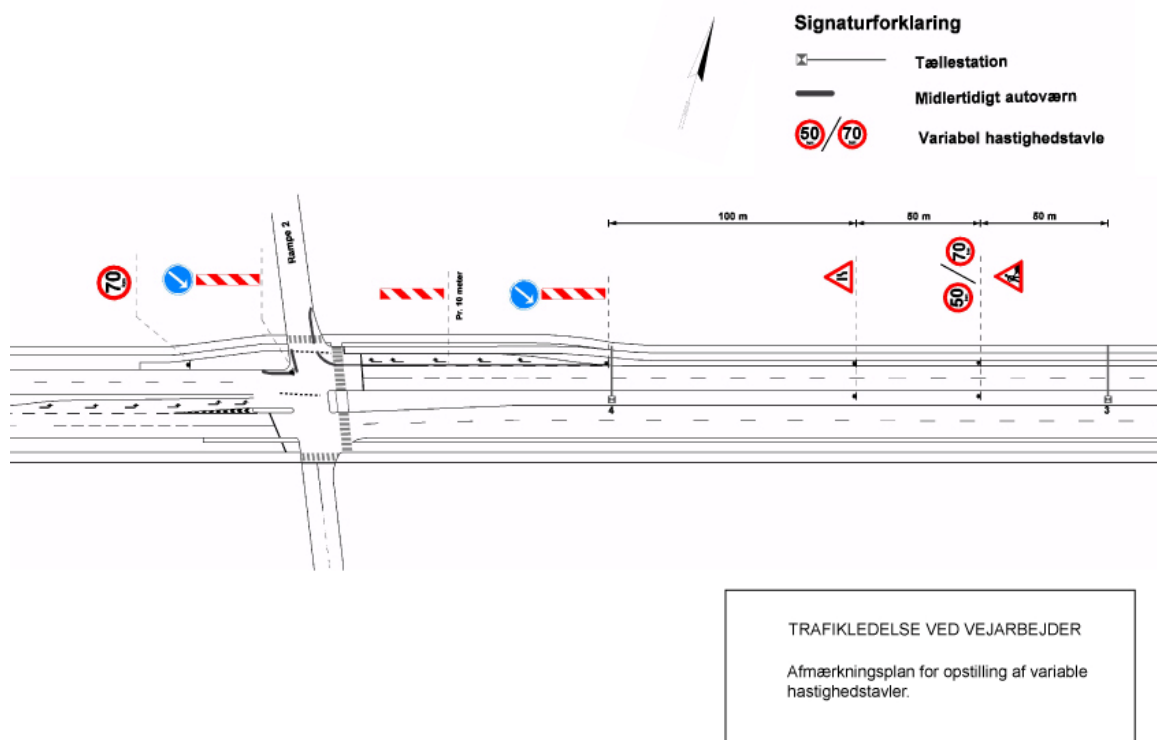
- eventuelle afvigelse fra afmærkningsreglerne ved brug af trafikledelsessystemerne
- eventuelle nødvendige dispensationer fra afmærkningsreglerne
- leverandørs, entreprenørs samt konsulentens erfaringer med opsætning og drift af trafikledelsessystemerne
- fejl og uregelmæssigheder i forbindelse med opsætning, indkøring og drift af trafikledelsessystemerne
- T.I.C. erfaringer baseret på indmeldinger

2. Resultater

I 2004 gennemførte Vejdirektoratet de første forsøg med dynamisk mobil trafikledelse ved små og mellemstore vejarbejder. De to systemer der blev afprøvet var hhv. en variabel hastighedstavle baseret på lyslederteknologi en ”din fart” viser placeret umiddelbart før vejarbejdet. Resultaterne skal her kort skitseres.

Variable hastighedstavler

Forsøget blev gennemført på Gl. Køge Landevej hvor denne krydser Amager Motorvejen. Den vestgående trafik omkring rampe 2 ved frakørsel 22 er undersøgt.



Figur 1 Afmærkningsplan for opstilling af variable hastighedstavler

Der blev placeret et sæt variable hastighedstavler 150 meter før vejarbejdet.

Tavlerne er opbygget i lysleder-teknologi og betjenes manuelt mellem symbolerne slukket, 50 km og 70 km



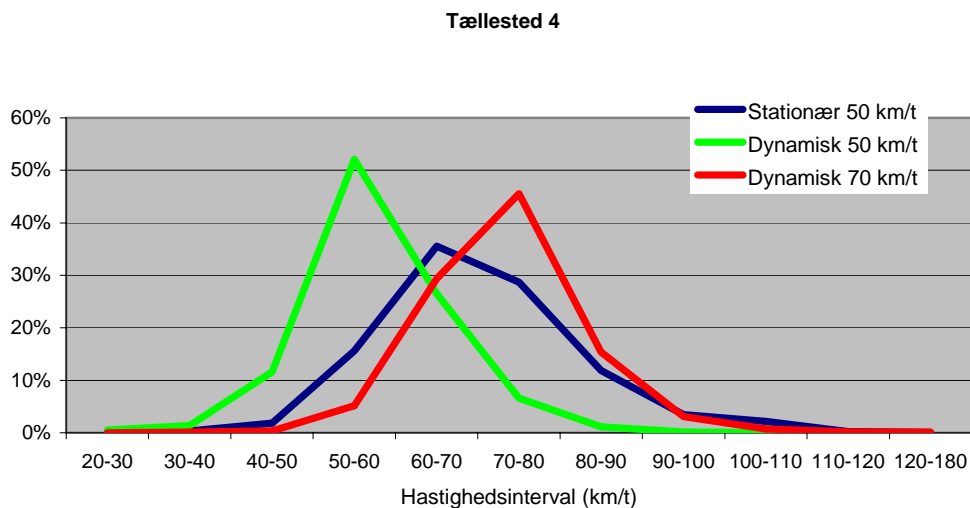
Figur 2 Før-situation om dagen med 50 km/t-hastighedsbegrænsning vha. konventionelle, stationære tavler.



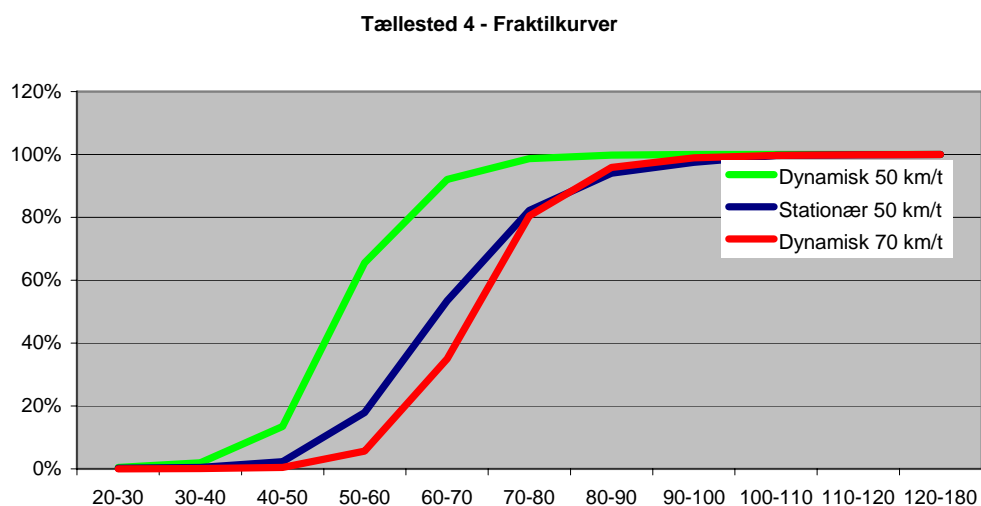
Figur 3 Under-situation om aftenen med hastighedsbegrænsning 70 km/t.

Forsøget med introduktion af de variable hastighedstavler ved vejarbejder viser markante forbedringer i forhold til den traditionelle hastighedsafmærkning. Det fremgår tydeligt, at trafikanterne i langt højere grad har rettet sig efter hastighedsgrænsen efter introduktionen af de variable tavler.

Resultaterne af hastighedsmålingerne fremgår af figurerne herunder.



Figur 4 Hastighedsfordeling ved tællested 4, placeret umiddelbart før vejarbejdet.



Figur 5 Fraktilkurve for tællested 4, placeret umiddelbart før vejarbejdet.

På tællested 4 blev der registreret i alt 51.311 køretøjspassager i perioden med stationær 50 km/t-tavle. Spredningen på hastighedsmålingerne var her 12 km/t.

I perioden med dynamisk hastighed 50 km/t blev der på tællested 4 registreret 12.283 køretøjspassager. Spredningen på hastighedsmålingerne var her 9 km/t.

I perioden med dynamisk hastighed 70 km/t blev der på tællested 4 registreret 28.064 køretøjspassager. Spredningen på hastighedsmålingerne var her ligeledes 10 km/t.

Som det fremgår, var der ved tællested 4 en markant ændring i trafikanternes adfærd efter introduktionen af de variable tavler. Ved tællested 4 var der således sket en differentiering af hastig-

hederne, så flere kører langsommere ved 50 km/t hastighedsbegrænsning, og flere kører stærkere ved 70 km/t hastighedsbegrænsning. Der er samtidig en svag tendens til, at færre kører med meget høje hastigheder (over 100 km/t).

Det fremgår tydeligt, at trafikanterne i langt højere grad har rettet sig efter hastighedsgrænsen efter introduktionen af de variable tavler. Ved tællested 4 er gennemsnitshastigheden således faldet med 12 km/t fra 70 km/t til 58 km/t, svarende til 17%. Der er tale om en markant effekt af de variable tavler.

Baseret på en sammenfattende undersøgelse af sikkerhedsmæssige effekter af nedsat gennemsnitshastighed (Trafiksikkerhedshåndbog, Transport Økonomisk Institut 1997 figur 3.11.1 på side 316) svarer hastighedsreduktionen til et forventet fald i uheldsrisiko på ca. 35 % på strækningen omkring tællested 4. Der skal dog bemærkes at hastighederne stadig er over det tilladte.

Analysen af trafikanternes adfærd har – udover det lavere hastighedsniveau - ikke vist forskelle mellem adfærden før og under afprøvningen af de variable hastighedstavler. Trafikafviklingen forløb i begge tilfælde jævnt og uproblematisk.

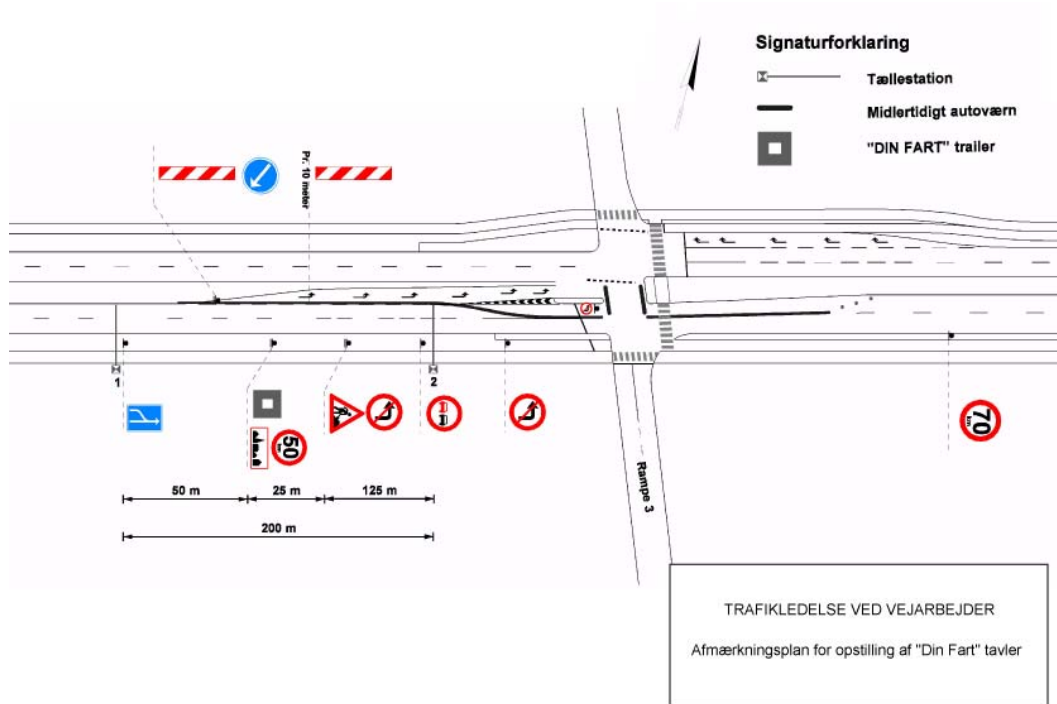
Tilbagemeldingerne fra trafikanterne har også været meget positive. Næsten alle respondenter har fundet hastighedsgrænsen fornuftig (50 km/t i arbejdstiden ellers 70 km/t). Mellem de få, som fandt hastighedsgrænsen upassende, var der tre ud af fire der syntes at hastighedsgrænsen var for høj.

Vejarbejderne i arbejdszonen har ligeledes været meget positive overfor brugen af de nye variable hastighedstavler. De mener at deres arbejdsforhold er blevet forbedret markant.

Forsøget har således udelukkende givet positive resultater med hensyn til funktionaliteten og sikkerheden. På den negative side er der konstateret visse ulemper omkring opstilling og driften af udstyret. Disse ulemper, der er beskrevet senere, knytter sig udelukkende til det konkrete udstyr og den teknologi, der er benyttet..

“DIN FART” tavle

Forsøget er gennemført på Gl. Køge Landevej hvor denne krydser Amager Motorvejen. Den østgående trafik omkring rampe 3 ved frakørsel 22 er undersøgt.



Figur 6 Afmærkningsplan for opstilling af "DIN FART" tavler

Der blev placeret en "Din Fart" hastighedstrailer 150 meter før vejarbejdet.

For at kunne registrere trafikken blev der opsat to tællestationer som opsamler hastighedsdata mv., før "Din Fart" hastighedstraileren opsættes og når "Din Fart" hastighedstraileren er opsat.



Figur 7 "Din fart" aktiveret - Overskridelse af hastighedsgrænsen medfører gult blink.

Forsøget med "DIN FART" tavle, som supplement til den normale brug af de traditionelle 50 km/t tavler i arbejdszonen, har haft god effekt på trafikikkerheden. Resultaterne viser således at gennemsnitshastigheden på forsøgsstedet er faldet fra 52 til 47 km/t, svarende til 5 km/t eller 10 % efter tavlen blev aktiveret. Dette kan reducere ulykkesrisikoen ved vejarbejdet med 18 % (Trafiksikkerhedshåndbog, Transport Økonomisk Institut 1997 figur 3.11.1 på side 316).

Udover det lavere hastighedsniveau har analysen af trafikanternes adfærd ikke vist forskelle mellem perioden før og under forsøget med "DIN FART"-tavlen. Trafikafviklingen var således jævn og konfliktfri i begge situationer.

Installationen af udstyret var uproblematisk og der var ingen vedligeholdelse under testen.

Alle elementer i vurderingen viser positive resultater. "DIN FART"-tavlen kan derfor anbefales som præventiv trafikikkerhedsforanstaltning ved små og mellemstore arbejdszoner.

Det videre arbejde

I 2005 har Vejdirektoratet valgt at fortsætte undersøgelserne af dynamisk mobilt trafikledelse. I år undersøges en automatisk klaptavle



Figur 8 Bruttotypen af den nyudviklede automatiske klaptavle

Et af de store problemer ved afmærkningen af vejarbejder er, at trafikanter i et vist omfang oplever at passere et afmærket vejarbejde, hvor der åbenlyst ikke arbejdes. Årsagerne til dette vil ofte være at trafikanterne har set en afmærkning efter den er etableret men inden vejarbejdet er påbegyndt eller efter vejarbejdet er færdiggjort men inden nedtagningen er påbegyndt. Alternativt kan det skyldes at der har været en pause i vejarbejdet hvor det har været vurderet at det var u hensigtsmæssigt at nedtage afmærkningen.

Uoverensstemmelse mellem afmærkningen og de faktiske forhold er til gene for trafikafviklingen og den enkelte trafikant. Samtidig kan oplevelsen af uoverensstemmelse medvirke til en reduceret respekt for den aktuelle såvel som den generelle afmærkning af vejarbejder.

Ved længerevarende vejarbejder er opstillingsperioden for afmærkningen (procentuelt tidsmæssigt) ikke overvældende, men jo kortere tidsmæssigt et arbejde er, jo mindre rimeligt virker det, at afmærkning under opstilling eller nedtagning ikke er retvisende. Uanset hvor stor omhu entreprenøren udviser, vil trafikanten, der kun oplever afmærkningen ganske kort, få indtrykket af en fejlagtig afmærkning.

Samtidig vurderes det, at der er et stort potentiale for forbedring af arbejdssikkerheden ved opstilling og nedtagning af afmærkning ved de mindre kortvarige arbejder.

Endelig er udnyttelsen af den til rådighed værende tid til vejarbejde mellem spærretiderne ikke optimalt udbyttet. Sjakkene ved vejarbejderne, hvis primære opgave er fx autoværnsreparation, bruger en væsentlig del af deres tid til en sekundær funktion (afmærkning). Denne dårlige udnyttelse af tiden medfører at mandskabsstyrken og materiel ikke udnyttes optimalt.

I erfaringsindsamlingen fra den tidligere afprøvning af trafikledelse ved mindre vejarbejder blev det påpeget at de diodebaserede variable tavler skulle optimeres på en række punkter før de ville kunne bruges i forbindelse med små og mellemstore vejarbejder. Blandt de tekniske anbefalinger var:

- Strømforbruget skal nedbringes, så udstyret kan drives på batteridrift
- Tavlerne skal hærværkssikres eller gøres uinteressante at bedrive hærværk mod
- Der skal indbygges automatisk logfunktion
- Betjeningen af udstyret skal kunne foregå automatisk/fjernbetjent
- Udstyret skal være mobilt og let flytbart
- Tavlerne skal være baseret på kravene i C55 så der undgås behov for dispensationer

I projektet afprøves en ny type variable tavler, der kan opstilles helt uafhængigt af vejarbejdet, visende en neutral flade, og som aktiveres når afspærringen etableres.

Tavlen er udviklet i samarbejde med en tavleleverandør. I udviklingen er der i særlig grad skelet til løsning af ovenstående problemområder, men også til at finde et robust, enkelt og prisbilligt system. Yderligere har det haft høj prioritet, at afmærkningen ikke på nogen måde fremstår forskelligt fra den kendte afmærkning, og derved tilføje en ukendt sikkerhedsrisiko.

Opsætning og nedtagning af de nye tavler kan udføres af vedligeholdsentreprenøren eller af en særlig afmærkningsentreprenør. Opsætningen eller nedtagningen kan ske når det passer i entreprenørens logistik. Alt materiel afsættes fra eller indsamles i en lastbil med TMA, således at det aldrig er nødvendigt for ubeskyttet mandskab at krydse vejbanen.

Tavlen er en klaptavle, med en neutral og en aktiv visning. Tavlen er forsynet med en batteridrevet motor med en 180 grader funktion (frem og tilbage), således at tavlen får to automatiske visninger. Motoren har monteret en fjernstyringsenhed, der er den samme for alle tavler i afspærringen. Der anvendes naturligvis sikkerhedskode.