

# Vejens egenskaber-5



■ Af Jørgen Banke

## Stradograp og friktion

*Måling af vejbelægnings ruhed eller den friktion, et bilhjul kan have mod en vejbane, var et problem, der allerede var fremme i 1937, men der viste sig adskillige vanskeligheder med at finde frem til et egnet måleapparat.*

Den daværende vejkomité anbefalede, at der anskaffedes et måleapparat. Der forelå bevillinger, og der genbeviledes i årene 1937 til 1945, men man kunne ikke blive enige om, hvilken ruhedsmåling, der var mest egnet.

Ved en studierejse til England 1946 findes den engelske metode ikke velegnet. Civilingeniør **Ingvar Pedersen** udarbejdede i 1947 et forslag efter engelsk og fransk forbillede med skråtstillede målehjul, men det viste sig for dyrt. Det besluttedes derfor at konstruere et simpelt forsøgsapparat, der dog efter bygningen i 1949 viste sig ikke at være robust nok til rutinebrug.

### Stradograpfen

Vejlaboratoriet forhørte sig både i USA og i England i 1949 og 1950 om forskellige ruhedsmålere. I 1950 og 1951 besluttede laboratoriet at købe et udstyr med to fritløbende, skråtstillede målehjul (12°) hos det franske firma Les fils d' Albert Collet.

Der var nogle leveringsvanskeligheder, men i 1951 udførtes de første prøvemålinger. Professor **H. H. Ravn** fik en artikel i Dansk Vejtidskrift nr. 2, hvor enkeltmålinger med Dansk Vejlaboratoriums stradograp blev beskrevet og herunder nævnes også udførelse af friktionsmålinger.

Stradograpens køretøj holdt til 1962, hvor udstyret blev flyttet over i et andet køretøj. Dette målekøretøj blev brugt indtil midten af 1970'erne, hvor man søgte i udlandet for at finde en afløser med følgende egenskaber:

1. To fritløbende, skråtstillede målehjul (12°) med mulighed for variation af vinklen.
2. Stor vandkapacitet.
3. Rationalisering af efterbehandlingen af resultater, eventuelt med EDB.

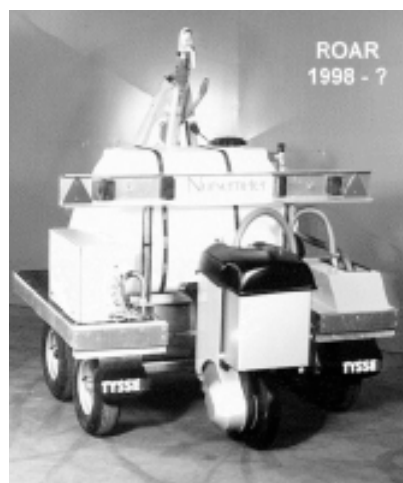
4. Målehjulene skulle have samme størrelse og tryk på vejbanen som en mellemstor personbil.

Det var imidlertid ikke muligt at få opfyldt disse krav ved køb, så Statens Vejlaboratorium kunne efter den indledende fase af projekteringen påbegynde den endelige udvikling af måle- og databehandlingsudstyret. Det var firmaet Chr. Rovsing A/S, der udviklede sidstnævnte udstyr.

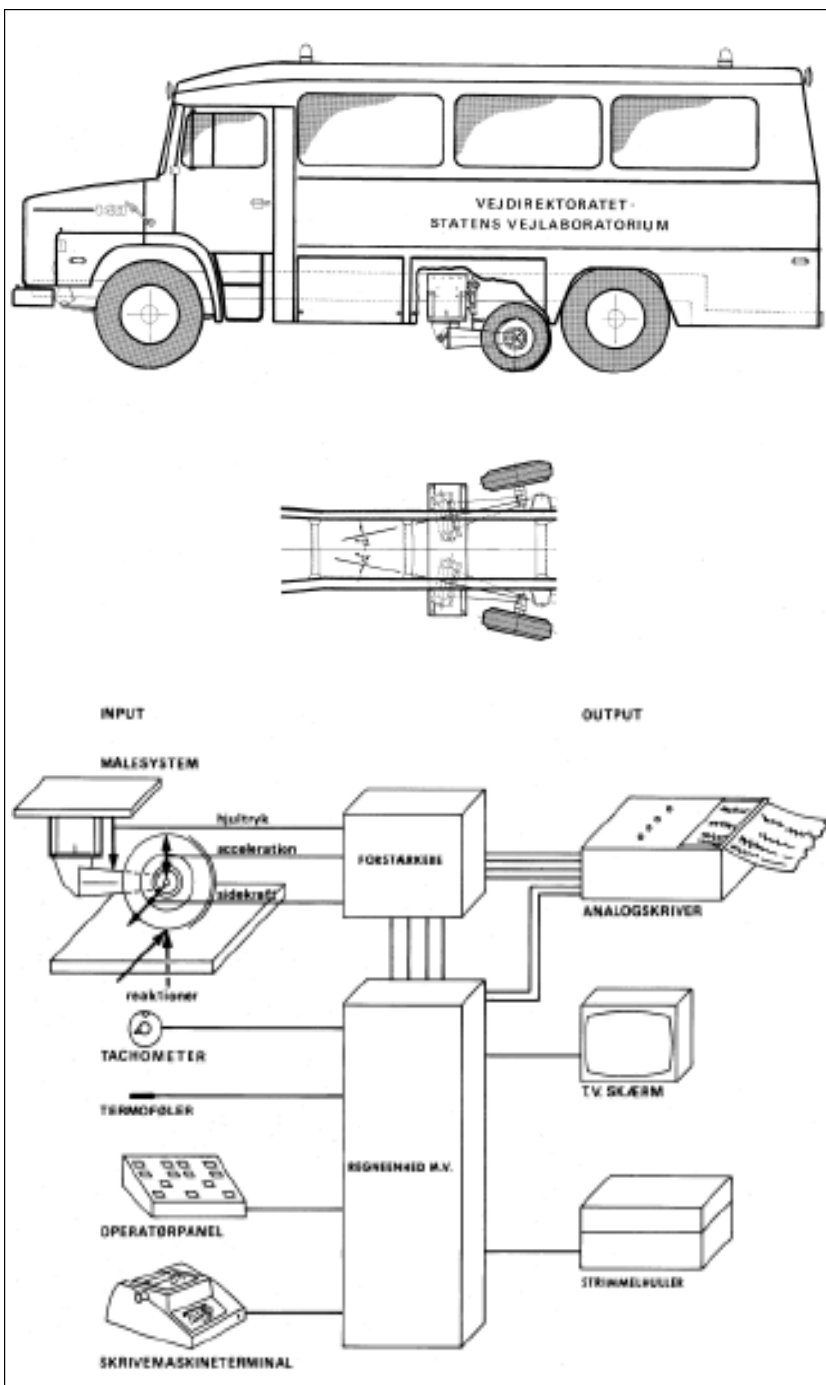
I 1976 præsenteredes udstyret i Dansk Vejtidskrift nr. 10. I Dansk Vejtidskrift

1977 nr. 7 findes en præsentation af de måleresultater, der kom fra vognen i form af en hulstrimmel. Denne blev færdigbehandlet på Vejdatalaboratoriets anlæg Burroughs B6700.

Det af firma Chr. Rovsing A/S udviklede databehandlingsudstyr var ret avanceret i forhold til tiden: En printplade i flere lag med et meget hurtigt realtime-multi-program og med en hukommelse på 1K, 24 bit samt et yderlager på 6K. (Vist nok en prototype på de maskiner, der skulle leveres til Danmarks Radio til styring af udsendelser – men så vidt vides uden suc-



De fire friktionsmålere, der har været i brug i Danmark.



Den sidste stradograf. Øverst vognen, nederst målesystemet.

ces til dette formål). Udstyret i stradografen var derimod i orden, og firmaet havde et specielt forhold til vognen, der fik sin egen port i firmaets bygninger i Ballerup, hvor den kunne få den nødvendige service.

Chassis til Stradograf blev anskaffet i 1971. Herefter blev udstyret bygget op. I efteråret 1976 blev Stradografen præsenteret for pressen, og de første målinger blev udført. Der var dog problemer med dataudstyret. Disse problemer blev løst i løbet af foråret 1977, hvorefter Stradografen kom i rutinemæssig brug.

### Friktionskoefficienten

Friktionskoefficienten var defineret som forholdet mellem sidekraften på hjulet og normaltrykket på dette fra vejbanen.

Disse størrelser blev for hvert hjul målt med strain gauge og et lavimpedans-accelerometer. Påvirkningerne her registreres for hver 5 cm, og middelværdien for hver 5 m udregnes. Den mindste afstand, som tachometeret med udtag fra vognens gearkasse giver, er 0,5 m. Dataenes middelværdi udregnes over 20 m som normalt den mindste strækning, der udskrives for, hvis der har været for lav friktion  $< 0,4$ .

Normalt udregnes middelværdien for hver 100 m, som fremkommer i resultatudskriften.

Databehandlingsudstyret blev fornyet i 1987. Det blev udviklet af **Leif Grøn-skov**, og vognen leverede målinger helt frem til slutningen af 1990'erne – næsten 25 år med omkring 4.000 km målinger om året.

Dataudstyret i målebilen beregner indledningsvis friktionskoefficienten pr. 0,5 m og efterfølgende pr. 5 m. Disse værdier er grundlag for efterfølgende middelværdier pr. 10 m.

Ved efterbehandlingen på Burroughs B6700-anlægget beregnes dels middelværdi pr. 20 m, dels middelværdi pr. 100 m. Alle middelværdier pr. 100 m udskrives til rekvirenterne, hvorimod kun de middelværdier pr. 20 m med lav friktion ( $< 0,40$ ) udskrives.

En begrænsning i målekapaciteten var det store vandforbrug. En tankfuld på 4,4 m<sup>3</sup> rakte til ca. 44 km. For at øge målekapaciteten blev der anskaffet en tankvogn, så stradografen ikke skulle afbryde målingerne for at køre efter vand, men det var ikke umiddelbart nogen succes.

Målevognen, der kunne køre op til 140 km/h, er nu udskiftet med et indkøbt og noget lettere udstyr, "ROAR". Udstyret måler efter et andet princip, et ligeudkørende hjul, hvor slippet kan varieres, men som kun kan måle ved hastigheder op til 90 km/h.

I 1998 haves 1 stk. ROAR. I 1999 købes yderligere 1 stk. ROAR. Samtidig anskaffes en ny målevogn, og opbygning af en trailer til begge ROAR-enhederne med en stor vandtank påbegyndes. I efteråret 2000 påbegyndes målinger med den nye friktionsmåler. Det er dog problemfyldt på grund af større og mindre variationer i måledataene.

Målestrategien lægges også om, idet man benytter profilografen til at finde de strækninger, der har en for friktionen dårlig struktur. Her måles så efter med friktionsmåler i ét spor i stedet for som ved stradografen at måle alle vejstrækninger i to spor.