

Vejens egenskaber-3



■ Af Jørgen Banke

- Benkelman-målinger og deflektografer

SV-laboratoriet begyndte at bruge Benkelman-målinger i 1999.

Apparatet dertil er udviklet af og navngivet efter amerikaneren Benkelman.

Senere blev det afløst af et mere automatisk udstyr efter amerikansk forbillede – deflektografen.

Ved Benkelman-målemetoden måler man den lodrette nedsynkning af vejoverfladen ved passage af en lastvogn læsset til 8 tons bagakseltryk. Målingerne sker med en vægtarm, hvor føleren placeres mellem tvillinghjulene og måleuret i den anden ende. Det er faktisk tilbagesvinget af vejbanen, man måler.

Metoden er langsom, idet lastvognen skal stoppe hver gang, og føleren skal anbringes manuelt mellem hjulene. Metoden har dog den fordel, at den ikke kræver ret meget specialudstyr, men man skal dog gøre sig måleomstændighederne klart. Er man f.eks. i troperne, kan solens

opvarmning af vægtarmen give problemer, der må forebygges.

Selvkørende deflektograf

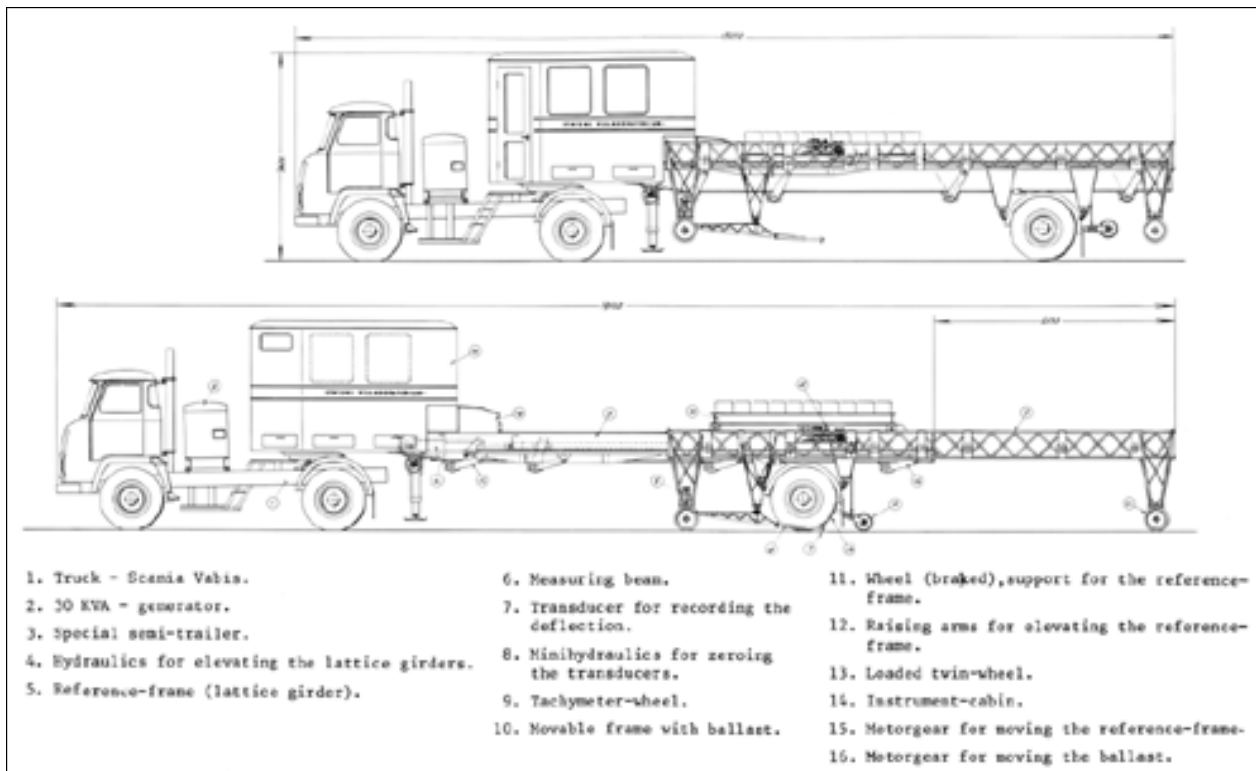
I 1960 begyndte laboratoriet at overveje at bygge et mere automatisk udstyr efter amerikansk forbillede. Man skaffede i løbet af 1960-erne tegninger fra USA. Laboratoriet udviklede ud fra disse en selvkørende deflektograf.

Det var et særegent køretøj. Det blev kortere og længere, fra 15 til 19,1 m, mens det målte. Vognen var en sættevogn monteret med et målehus og en målebro. Tvillinghjulene på bagvognen var belastet

med fire tons på hvert hjul. Det var disse hjuls deformation af vejbanen, der blev registreret, ca. hver 11. meter og med en hastighed på 1,5 km/h på en strækning af 6-8 km pr. dag.

På forvognen var monteret et mindre elværk til drift af registreringsudstyret og målebroen. Denne var udført som en dobbelt gitterdrager, der under målingen var uafhængig af vognen og placeret bremset på vejbanen på fire små neoprenhjul.

På målebroen sad to arme med påmonteret transducer. Det var et analogt instrument med spole og jernkærne, hvis positioner i forhold til hinanden gav varierende,



Den gamle deflektograf, kaldet "Grashoppen". Øverst i transportsituation. Nederst i målesituationen med transducer mellem tvillinghjulene.



Den nye deflektograf i målesituation. Målebroen er netop sat ned klar til at gennemføre en måling, hvor føleren passerer af tvillinghjulene. Vægte på disse er placeret over hjulene og kan varieres.

induktiv modstand. Denne blev målt med en Wheatstones bro, og målenøjagtigheden var 1/100 mm.

Transducerne var konstrueret af **Didriksen** og blev fremstillet på laboratoriet af husets håndværker. Didriksen var en ældre, nobel herre på over 70 år. Han blev ansat på Vejteknisk Institut i en alder af 69 år. Didriksen havde været med på det danske fodboldlandshold ved olympiaden i Stockholm i 1912. Personalesystemet registrerede først hans alder, da han var over 80 år! Gad vide, om det ikke var, fordi datidens personalesystem ikke var programmeret til personer over 70 år. Det var jo ikke normalt, at ansatte var langt over den alder.

Deflektografen var udstyret med en datalogger, som forstærkede og omsatte signaler fra transducerne, så de kunne lagres på en syv spors båndoptager. Dataloggeren var leveret af Regnecentralen. Endvidere indeholdt loggeren en styreenhed for målecyklusen og en kontrolenhed til manuel kontrol af målecyklus og -data.

Edb-behandling af data på magnetbåndet gav som resultat vejstationering, nedbøjning og krumningsradius til de målte punkter. Dataloggeren var bygget så tidligt i Edb-alderen, at dens transistorer var germanium-transistorer.

I 1971 blev deflektografen prøvekørt, og dataudstyret blev leveret og indbygget i løbet af efteråret. Prøvekørslerne fortsatte i 1972-73, og fra 1974 gennemførtes rutinemæssige målinger, der med afbrydelser på grund af trafikuheld fortsatte

frem til 1984, hvorefter en ny deflektograf begyndte at udføre rutinemålinger i 1985.

Ny deflektograf

Den nye deflektograf var udviklet efter erfaringer med den gamle og med indbygning af så ny teknik som muligt. Målehaastigheden blev sat op til 6 km/t, bagvognens tvillinghjul blev gjort drejelige og automatisk styrende efter infrarødt lys. Derved kunne de små, snoede veje lettere måles, og føreren blev lettet for den del af arbejdet ved kørslen. Vognen var enmandsbetjent. Føreren var både fører og måler.

I stedet for den tunge gitterdrager blev en lille, let målebro anbragt på vejen under sættevognen. Dermed undgik man nedsynkninger af understøtninger (den gamle målebros neoprenhjul), der kunne influere på målingerne.

Som måleenhed til deformationsmålinger blev lasermetoden, dvs. berøringsfri måling, overvejet, men man vurderede, at der var for store udviklingsomkostninger forbundet med at gå ind for denne form for måleteknik. Man valgte at erstatte den analoge transducer med en form for magnetisk målebånd, der var udviklet til værkøjsindustrien.

Det gamle vægtarmprincip fra Benkelman-metoden blev atter indført med måleenheden i den ene ende og føler i den anden imellem hjulene. Vognen var stadig en sættevogn.

Længden under transportkørsel var 13,5 m, der blev slået ud under målinger op til

17,5 m. Den var konstant under hele målingen, idet den lille målebro blev samlet op og trukket frem ved afslutningen af hver måling. Derefter blev den sat ned igen og stod så uafhængig af sættevognen under den efterfølgende måling. Det var hele nedsynkningskurven og et lille stykke af opsvinget efter passagen af tvillinghjulsets midtpunkt, der blev registreret.

Til udvikling af registreringsudstyret blev der kontraheret med Siemens Danmark A/S. Udviklingen af registreringsudstyret blev igangsat på den gamle deflektograf, men det kom aldrig til at fungere, og derfor blev dette udstyr heller ikke flyttet over på den nye deflektograf.

Ved mindelige forhandlinger lykkedes det laboratoriets daværende chef, **I. Schacke**, at få løst laboratoriet fra kontrakten og få tilbagebetalt en god del af udviklingsomkostningerne. Sagen blev først afgjort i 1986.

Nyt registreringsudstyr

Samtidig havde laboratoriet kontakt med en ung polytekniker, **Leif Grønskov**, der havde specialiseret sig i dataopsamling på almindelige Pc-ere. For godt en tredjedel af tilbagebetalingen fra Siemens blev der udviklet et nyt registreringsudstyr.

En medvirkende årsag til, at det lykkedes, var, at vejingeniørerne og elektroingeniørerne fandt ud af, hvad de mente, når de definerede målepunkter. Hvor de først nævnte talte om centimeter, talte de sidst nævnte om nanosekunder. Så havde elektronikfolkene pludselig masser af tid til signaler frem og tilbage. Den nye deflektograf gennemførte målinger til 1990, hvor den kom ud for et trafikuheld på den fynske motorvej. Den blev ikke umiddelbart opbygget i sin oprindelige form igen. Langsomkørende måleudstyr på veje er et faremoment for trafikken. Det var af den grund, den anden deflektograf røg.

Det nuværende stadium

I midten af 1990-erne konstaterede et europæisk projekt, COST 325 vedrørende hurtigkørende vejmåleudstyr, et stigende behov for hurtigkørende udstyr til måling af vejes bæreevne. Dette var begrundet i problemerne med at udføre stationære faldlodsmålinger i tæt trafik.

På baggrund heraf og som følge af VTI's ringe succes med sin laserbaserede, hurtigkørende bæreevne måler besluttede VI i 1996 atter at indgå i samarbejde med Leif Grønskov/Greenwood Engineering om udvikling af en dansk "High Speed Deflectograph" baseret på lasermåling af vejoverfladens nedsynkningshastighed.

Målesystemet er placeret på VI's genopbyggede deflektograf-trailer, og det er hensigten, at udstyret skal scanne bæreevnetilstanden ved en kørehastighed på 70 km/h, når det står færdigt i 2001.