

Vejens egenskaber-2



■ Af Jørgen Banke

- Bæreevnebusser og faldlod/bæreevne

I midten af 1930-erne var Danmarks landeveje asfalteret med tynde, overfladebehandlede belægninger. Det var først i 1950-erne, de blev belagt med et egentligt asfaltlag på cirka fem centimeters tykkelse eller derover.

Trafikken blev efterhånden tungere og tungere, og i de strenge vintre som f.eks. i 1955 sad lastbiler fast i belægninger – kørt i til hjulnavet. Dansk Vejlaboratorium, der i 1960 skiftede navn til Statens Vejlaboratorium (SV) – og igen den 1. januar 1993 til **Vejteknisk Institut (VI)** - nedsatte et bæreevneudvalg. Det var nok her, at den mere matematisk/fysiske måde at behandle bæreevneproblemerne på tog sin begyndelse. Der blev bygget en belastningsvogn i 1957, "Büssing" bussen.

I 1960 var "Odemark-Kirk's" metode udviklet, og det gav adgang til en beregningsteknik, der gjorde, at man i Danmark – til forskel fra det meste af verden – kunne beregne belægningstykkelser på et matematisk/fysisk grundlag og gå bort fra brugen af de empiriske metoder, der dengang var normalt.

I løbet af 1960'erne fik SV sin anden pladebelastningsvogn, "Vikingen". Det var en lidt mere terrængående type, og med den blev det lettere at foretage målinger på ikke-belagte overflader.

Pladebelastningsforsøg og brug af faldloddet

Ved pladebelastningsforsøg søges vejens elastiske egenskaber bestemt med en plade af ca. samme størrelse som belastningsfladen fra et tvillinghjul. Pladen belastes med modhold i belastningsvognen, og pladens nedsynkning måles med måleure. Det er altså et statisk tryk, der her er tale om.

I 1965 begyndte man med dynamiske belastninger med "Büssing" bussen, men det var vanskeligt at styre de dynamiske impulser, og de hydraulisk/dynamiske forsøg blev ikke nogen succes. Man arbejdede en overgang på at lave en forsøgsgrav med et dynamisk anlæg, men det blev aldrig gennemført til operativ stand.

Løsningen med en dynamisk impuls, der lignede et tvillinghjuls passage, kom fra anden side – faldloddet FWD. Der blev i vinteren 1970/71 anskaffet to faldlod fra A/S Phønix Vejmaterialer. Apparatet var

udviklet af dr. techn. **A. Bohn**, Polyteknisk Læreanstalt på baggrund af en fransk prototype.

I sommeren 1971 blev disse apparater kørt sammen med pladebelastningsforsøgene. Registreringsudstyrets nøjagtighed, pålidelighed samt hvor stor kraft faldloddet udøver på vejbanen, blev undersøgt i løbet af vinteren 1971/72. Resultaterne var ikke alt for gode.

Princippet i et faldlod er, at et tungt lod udløses mod en plade på vejbelægningen. Oven på pladen er et fjederparti, hvormed man kan regulere impulstiden.

Samtidig med, at SV arbejdede med Phønix-loddet, kom der nogle Ph.d.-studier i gang på Polyteknisk Læreanstalt under vejbygningsafdelingen. Her benyttede man den forsøgsgrav, som SV i samarbejde med Institutet for Vejbygning havde etableret på Danmarks tekniske Højskole. Her benyttede man bl.a. et minifaldlod, og



"Büssing" bussen, øverst på støtteben, klar til at måle. Nederste billede viser udførelsen af selve måleprocessen.



desuden var man begyndt at interessere sig for berøringsfri målinger af nedsynkningerne ved hjælp af geofoner.

I sommeren 1973 (1974) gennemførte SV undersøgelser af forskellige metoder til bestemmelse af bæreevnen og korrelationen mellem dem. Der blev især eksperimenteret med faldloddet. Undersøgelserne foregik ved, at personer fra ovennævnte Ph.d.-studier ved kontrakter var tilknyttet projektet.

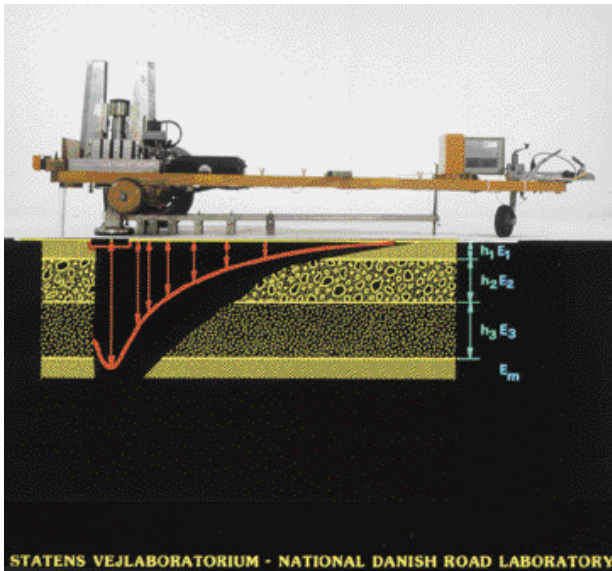
De havde kontakt med en amerikansk ingeniør, **Stupstad**, som også deltog. Fra SV deltog især civilingeniør **Jens Poulsen**. Senere præsenterede gruppen, som havde dannet firmaet Dynatest, et ombygget faldlod, der skulle leveres til Holland.

Her målte kraften fra loddet ret nøjagtigt, og nedbøjninger ved pladen og op til 2 m fra denne blev målt med geofoner. Nu kunne nedbøjningsbassinet bestemmes. Kende man lagtykkelserne, kunne man med elasticitetsberegninger bestemme E-moduler til de enkelte lag i belægningen. Dette var et meget stort fremskridt for beregning af de nødvendige lagtykkelser, når man havde en prognose for trafikudviklingen.

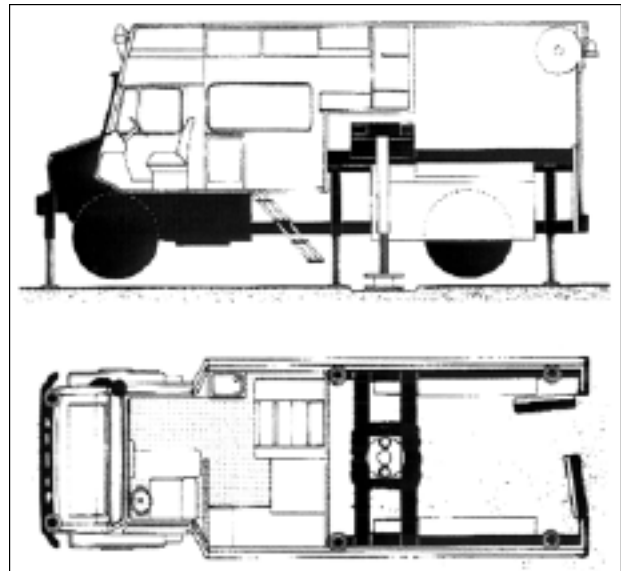
I 1980 fik SV sit første faldlod leveret fra Dynatest (gengivet som tegning på produktblad fra 1981). Desuden er der angivet et projekt på handlingsplanen for 1981: "Faldlod til forstærkningsunder-



"Vikingen" med udslået målearrangement. Aflæsningen af nedsynkningen sker med tre måleure i pladekanten.



Dynatest-faldlodet. Nedsynkningskurven, som måles med geofoner, er vist, og kender man lagtykkelserne "h", kan lagenes E-moduler beregnes.



"Ironside". Pladen kan placeres, hvor det ønskes inden for det åbne rum bag i bilen.

søgelse og inventering af bæreevneegenskaber". Endvidere er der i teksten anført: "Resultaterne af de i 1980 udførte målinger af nedsynkningsbassiner med faldlod og deflektograf rapporteres..." De første faldlodsmålinger er fra 1981.

Laboratoriet og firmaet havde en vis form for samarbejde ved udviklingen af de omkringliggende programmer. Faldlodet

blev efterhånden det almindelige instrument til bestemmelse af belægnings bæreevne i store dele af verden. Brug af faldlodet på ikke-faste overflader var imidlertid ikke velegnet. Her brugte man stadig statiske pladebelastningsforsøg.

I 1982 havde SV udviklet et automatisk apparatur til udførelse af disse forsøg. Belastningsregistrering og beregning af E-

modulet sker automatisk i vognen med det samme. Vognen var bygget på et frontparti af en Mercedes Unimoc med to kraftige jernvanger bagud. Belastningspladen hang i jernrammerne, der virkede som modhold. Køretøjet blev, grundet de store jernmængder, der indgik som modhold, kaldt "Ironside".