

32/ 446(103) 7^e EX.

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

Aslasten op plattelandswegen

**Ervaringen met en eerste resultaten van aslastenmetingen onder
rijdende voertuigen**

J.G.S. de Wilde

Rapport 103

STARING CENTRUM, Wageningen, 1990

*** 8 MAART 1991**

18n 279685*

REFERAAT

Wilde, J.G.S. de, 1990. Aslasten op plattelandswegen. Ervaringen met en eerste resultaten van aslastmetingen onder rijdende voertuigen. Wageningen, Staring Centrum. Rapport 103; 76 blz.; 11 fig.; 10 tab.; 1 aanh.

Om inzicht te krijgen hoe het vrachtverkeer op plattelandswegen is samengesteld en welke aslasten daarbij voorkomen, is een onderzoek gestart naar voertuigsoorten, aslasten, totaalgewichten en jaarlijkse intensiteiten. Een rijdend voertuig vertoont een aslastverdeling die afwijkt van de aslastverdeling bij stilstand en die bovendien varieert. Daarom wordt gemeten onder rijdende voertuigen. Een mobiel dynamisch weegsysteem, een statisch weegsysteem en een verkeersteller worden gebruikt. Er is een steekproefmethode ontworpen die de kosten drukt en betrouwbare resultaten oplevert. Vastgesteld is dat de metingen reproduceerbare resultaten geven. Tussen voor- en achteras is een verschil in weegresultaat van 27% gevonden. Ook bleken weegresultaten snelheidsafhankelijk te zijn.

Trefwoorden: aslasten, dynamische aslast, dynamisch wegen, mobiel-weegsysteem, plattelandswegen, weegmat, vrachtverkeer

Copyright 1990

STARING CENTRUM Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied
Postbus 125, 6700 AC Wageningen
Tel.: 08370 - 74200; telefax: 08370 - 24812; telex: 75230 VISI-NL

Het Staring Centrum is een voortzetting van: het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), het Instituut voor Onderzoek van Bestrijdingsmiddelen, afd. Milieu, en de Afd. Landschapsbouw van het Rijksinstituut voor Onderzoek in de Bos- en Landschapsbouw "De Dorschkamp" en de Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA).

Het Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm en op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Staring Centrum.

Project 435

99IS/11.90.

INHOUD

Blz.

SAMENVATTING	7
1 INLEIDING	9
2 ONDERZOEKSMETHODE	11
2.1 Keuze van de meetmethode en de meetpunten	11
2.2 Periode en duur van de metingen	13
2.3 Ophogen van aslasten van dag- naar jaarwaarden	13
2.4 Gebruik van uniforme assencode en voertuigbenaming	16
3 APPARATUUR	17
3.1 Dynamisch weegstelsel	17
3.2 Statisch weegstelsel	19
3.3 Verkeersteller	20
4 GEBRUIK VAN DE APPARATUUR	23
4.1 Opstellen meetapparatuur	23
4.2 Aanbrengen van de sensoren	23
4.2.1 Weegmat	23
4.2.2 Inductielussen	25
4.3 Opstellen van de verkeersteller	25
4.4 Verwerking van de weeg- en telgegevens	26
4.4.1 Ophalen van aslastdata (van datalogger naar VAX)	26
4.4.2 Ophalen van voertuigclassificatiedata (van dataport naar VAX)	26
4.5 Wijze van calibreren van het dynamisch weegstelsel	26
5 RESULTATEN	29
5.1 Calibratie	29
5.2 Analyse testmetingen	29
5.2.1 Invloed snelheid	29
5.2.2 Verschil voor- en achteras	34
5.3 Meetresultaten	35
5.4 Praktische ervaringen	41
6 CONCLUSIES	45
6.1 Onderzoekstechnische conclusies	45
6.2 Meettechnische conclusies	46
LITERATUUR	49
FIGUREN	
1 Schema van de werkwijze bij ophogen van dag- naar jaarwaarden. Toekomstige werkwijze en voorlopige werkwijze	15
2 Dynamisch weegstelsel en de verkeersteller	17
3 Statisch weegstelsel	19
4 Voertuigklasse-indeling van de zwaardere voertuigsoorten bij de verkeersteller	21
5 Plaats van de sensoren voor het dynamisch wegen	24
6 Versterking aansluitpunt van de weegmat	24

Blz.

7	Dynamische meetwaarden voor een statische achteraslast (2de voertuigas) van 4,2 t bij variabele snelheid in de primaire meetrichting	30
8	Dynamische meetwaarden voor een statische achteraslast (2de voertuigas) van 4,2 t bij variabele snelheid in de secundaire meetrichting	31
9	Dynamische meetwaarden voor een statische achteraslast (2de voertuigas) van 4,2 t bij variabele snelheid in primaire en secundaire meetrichting	31
10	Frequentieverdeling van dynamische aslasten van voertuigen in de TEC-voertuigklassen 4 t/m 13 gemeten op 4 meetpunten gedurende 1 meetdag	39
11	Voorbeelden van as-configuraties en TRRL-codes	55

TABELLEN

1	Aantallen voertuigpassages per TEC-voertuigklasse op 4 meetpunten gedurende 1 meetdag	36
2	Aantallen voertuigen per TEC-voertuigklasse voor 4 meetpunten samen en verdeeld naar assencode	36
3	Dynamische aslasten in ton en snelheden van voertuigen uit tabel 2 op 4 meetpunten	38
4	Verdeling van de massa van het rijdende voertuig over de assen voor 3 voertuigen uit tabel 3, de voertuigsnelheid en de verdeling van de statische massa.	40
5	Band (of montage)-code voor gebruik in de assencode	56
6	Voorbeeld voor een benaming van voertuigsoorten	57
7	Resultaten van metingen bij aflevering van het Truvelo Tdl 500 aslastweegsysteem	73

AANHANGSELS

1	De meettijd bij een dagmeting	53
2	Het tot stand komen van de voertuigcodering	55
2.1	Assencode	55
2.2	Benaming voertuigsoort	57
3	Weegmatdata van het meetpunt 13 T Dalen	59
4	Instellen TEC-teller voor voertuigclassificatie bij aslastonderzoek	61
5	Algemene punten betreffende het opstellen van meetapparatuur	63
6	Instellen en aansluiten datalogger (Tdl 500)	65
7	Aanmaak inductielussen voor plattelandswegen	67
8	Ophalen aslastdata van datalogger naar VAX	69
9	Ophalen voertuigclassificatiedata van dataport naar VAX	71
10	Afleveringsdemonstratie van het dynamisch weegsysteem	73
11	Toedracht tijdens de testmetingen	75

SAMENVATTING

Het zware vrachtverkeer dat een weg belast bepaalt in hoge mate de aanleg- en onderhoudskosten van die weg. Om inzicht te krijgen hoe het vrachtverkeer op plattelandswegen is samengesteld en welke aslasten daarbij voorkomen, werd een onderzoek gestart. In de eerste fase daarvan wordt door metingen informatie ingewonnen over voertuigsoorten, aslasten, totaalgewichten en de jaarlijkse intensiteit van voertuigen. Het doel hiervan is een gemiddelde jaarlijkse frequentieverdeling van aslasten voor bepaalde wegtypen en gebiedstypen af te leiden.

Een rijdend voertuig oefent dynamische aslasten op de weg uit, die afwijken van de statische aslasten van een stilstaand voertuig en tevens variëren afhankelijk van eigenschappen van voertuig, lading en weg. De dynamische aslast kan een schade-effect op de weg hebben dat kan oplopen tot tweemaal dat van de statische aslast. Daarom wordt gemeten onder rijdende voertuigen. Een voordeel daarbij is dat het verkeer niet gehinderd wordt. Gemeten wordt in vijf landbouwgebieden waarin naar verwachting door het vervoer van aardappels, suikerbieten en granen relatief veel zware aslasten voorkomen. In deze gebieden wordt gemeten op trendtelpunten van de Landinrichtingsdienst. Aangezien de variatie in de intensiteit en de samenstelling van het vrachtverkeer gedurende het jaar groot is, zal meer keren per jaar gemeten worden.

Een mobiel dynamisch weegsysteem, een statisch weegsysteem en van een verkeersteller worden gebruikt. Het dynamisch weegsysteem bestaat uit een op het wegdek te bevestigen weegmat met inductielussen en een datalogger. Het statische systeem, een hydraulische wiellastweger, wordt toegepast bij de calibratie en controle van het dynamische systeem. De verkeersteller bestaat uit een recorder in een kast en daarop twee instelbare luchtschakelaars met slangaansluiting. Om data op te halen en te verwerken is de bestaande software aangepast en uitgebreid.

Het continu uitvoeren van aslastmetingen op een meetpunt voor een jaarlijkse frequentieverdeling zou erg kostbaar zijn. Daarom is een steekproefmethode ontworpen die deze kosten drukt en toch betrouwbare resultaten oplevert.

Op grond van praktische ervaringen in de eerste fase zijn inmiddels richtlijnen ontwikkeld voor het opstellen van de apparatuur. Voor de weging worden eisen gesteld aan de locatie, met name rechtstand van de weg, vlakheid en verkanting, zonder elektrische inductievelden. De sensoren moeten worden aangebracht volgens strikt aan te houden maten. De weegmat moet op het meetpunt steeds op dezelfde plaats worden aangebracht. Inmiddels wordt gewerkt met zelfgemaakte kleinere inductielussen (1,5 x 2 m), omdat op de smalle plattelandswegen de grote bijgeleverde lussen niet bruikbaar waren.

Om het dynamische weegsysteem te calibreren zijn testmetingen uitgevoerd. Hierbij zijn calibratiefactoren voor massa, snelheid en lengte bepaald die voor alle meetlokaties zullen gelden. De testmetingen zijn uitgevoerd met een snelheid van 40 km.h^{-1} in ritseries in primaire meetrichting (rijrichting op rijstrook waarop weegmat ligt) en secundaire meetrichting (teggengestelde rijrichting). De calibratie is uitgevoerd op de aslasten van de tweede voertuigas. Ook zijn metingen in beide meetrichtingen uitgevoerd met gevarieerde snelheid. De resultaten lieten voor beide richtingen een lineair verband zien van de dynamische aslast van de tweede as met de snelheid. Volgens deze relatie is de dynamische aslast bij 80 km.h^{-1} ca. 18% hoger dan die bij 40 km.h^{-1} . Vastgesteld is dat de snelheidsafhankelijkheid van de resultaten voornamelijk veroorzaakt wordt door onvoldoende snelheidscorrectie van het weegsysteem, wat vermoedelijk kan worden verbeterd door de software bij te stellen. Terwijl de berekende calibratiefactor voor de massa correcte dynamische aslasten oplevert voor de tweede as bij 40 km.h^{-1} , blijkt dat de vooras daarbij ca. 27% te licht wordt gewogen. Ook elders uitgevoerd onderzoek (Maessen en Van Zwieten, 1983 en Southgate, 1989) vertoonde weegverschillen tussen vooras en tweede as.

Op vier meetpunten bleek 18% van de getelde voertuigen ingedeeld te zijn in de voertuigklassen voor het zwaardere verkeer (zwaarder dan personenauto, trekker en bestelwagen). Daarvan waren meer landbouwvoertuigen (10,5%) dan vrachtauto's (7,5%). De landbouwvoertuigen behoren tot de lichtste voertuigen in die voertuigklassen. De aslastklassen 1-4 t vertegenwoordigen 52% (landbouwvoertuigen, ongeladen aanhangers van vrachtautos en voorassen) van het totaal aantal aslasten. De volbeladen lichtere vrachtauto's en licht beladen zware vrachtauto's (4-8 t aslast) maken 29% van het totaal uit en de volbeladen zware vrachtauto's 7%.

1 INLEIDING

De kosten van onderhoud, aanleg of reconstructie van plattelandswegen zijn grotendeels afhankelijk van de mate waarin deze wegen belast worden door zwaar vrachtverkeer. Betrouwbare informatie over dit verkeer is van groot belang bij het opstellen van een verbeteringsplan voor een weg of een gebied. Daarom heeft het Staring Centrum (SC) onderzoek gestart op plattelandswegen dat in drie fasen uitgevoerd wordt om:

- informatie per voertuigsoort (onderscheiden naar as configuratie) te verkrijgen over zowel de jaarlijkse intensiteiten als de feitelijke aslasten en totaalgewichten. Deze is nodig om het gebruik en de belasting van plattelandswegen door vrachtverkeer te beoordelen.
- relaties tussen aslast-frequentieverdelingen en wegkenmerken (breedte, intensiteit) en gebiedskenmerken (gebiedssoort, bedrijfstype, produktsoort en wegendichtheid) af te leiden. Deze zijn nodig om de toekomstige belasting van de te ontwerpen wegverharding voor individuele wegvakken te bepalen.
- een prognosemodel samen te stellen dat is afgeleid van de in fase 2 bepaalde relaties, waarmee de voertuig-intensiteiten en aslast-frequentieverdelingen per wegvak betrouwbaar zijn te berekenen. Dit kan gewenst zijn om complexe planalternatieven door te rekenen en te vergelijken, zoals een landinrichtingsproject waarin diverse veranderingen binnen een wegennet worden overwogen (Hauptmeijer, 1987; Michels en De Wilde, 1988; Jaarsma, 1989).

Onder plattelandswegen worden verstaan alle wegen buiten bebouwde kommen, voor zover deze niet voorkomen op rijkswegenplannen, secundaire en tertiaire wegenplannen of als vervangende wegen van deze plannen zijn aangewezen. In het landelijk gebied vormen deze plattelandswegen circa 80% van het wegennet. Ze zijn voor 3/4 van de lengte van een verharding voorzien. Beheer en onderhoud, aanleg en reconstructie van deze wegen vragen jaarlijks 500 miljoen gulden van de diverse overheden.

Het onderzoek van het SC verkeert in de eerste van de net gegeven drie fasen, waarin aslasten, asconfiguraties en intensiteiten van het vrachtverkeer worden gemeten. Momenteel worden daarvoor in 5 landbouwgebieden (De Wilde, 1989) metingen uitgevoerd op verharde plattelandswegen, met een weegsysteem dat in september 1989 in gebruik is genomen. De verdergaande ontwikkeling van de meetmethode (hard- en software) en de gevoeligheid van de apparatuur voor diverse externe factoren maakt een kritische begeleiding gedurende de eerste fase van het meetprogramma nodig. Na de aflevering zijn testmetingen uitgevoerd om het systeem te calibreren. Gelet is daarbij tevens op een eventuele invloed van de rijnsnelheid op het weegresultaat en op verschillen in weegresultaat tussen voor- en achteras.

Dit rapport bevat een beschrijving van de onderzoeksmethode, het gebruikte instrumentarium, resultaten van testmetingen met het meetsysteem, de eerste meetresultaten op meetpunten, een kritische beschouwing daarvan en voorstellen naar aanleiding van bevindingen.

2 ONDERZOEKSMETHODE

2.1 Keuze van de meetmethode en de meetpunten

De dimensionering van een wegverharding wordt bepaald naar het equivalent aantal standaardaslasten, waarbij een standaardas een as is met dubbele wielen met een gezamenlijke last van 10 ton (~ 100 kN) en in sommige gevallen van 8 ton (~ 80 kN)- (CROW, 1987). Bij de standaardaslast wordt uitgegaan van de statische aslast, de aslast van een stilstaand voertuig. Een voertuig in rust verdeelt de massa van lading en eigen massa over alle assen volgens een vast patroon. Wanneer het voertuig rijdt zullen alle aslasten steeds veranderen en zullen deze afwisselend hoger en lager zijn dan de statische aslast. Tandem-assen die aanvankelijk (stilstand) een gelijke aslast vertonen, gaan onder invloed van het rijden in aslast verschillen, ook de totale belasting op de tandem verandert voortdurend (Pronk e.a., 1983). Hoe groot deze verschillen zijn, kan alleen vastgesteld worden door onder rijdende voertuigen te meten. De wisseling van krachten is afhankelijk van de interactie van voertuigconstructie, lading en externe factoren zoals wegtracé, lengteprofiel, dwarsverkanting en wegconditie. Het wegdek heeft het meest te lijden onder de hoge aslasten. Daarom moeten we eventuele maximale waarden daarvan vaststellen en deze maximale waarden komen voor terwijl het voertuig in beweging is. Zo blijkt het beschadigingseffect van aslasten tengevolge van het rijden tot een factor 1,96 versterkt te kunnen worden (CROW, 1987). Door dynamische aslasten te meten wordt de feitelijke situatie vastgesteld, terwijl bovendien het verkeer niet tot stilstand hoeft te worden gebracht, maar vrijwel ongehinderd het meetpunt kan passeren.

Hoe tot de keuze van het meet- of weegsysteem is gekomen en waar de meetpunten zijn gepland is uitvoerig beschreven (De Wilde, 1989). Om het weegsysteem te calibreren dienen testmetingen te worden uitgevoerd, waarbij voor de aslast en ook voor de snelheid en voertuiglengte (afstand tussen de assen) te meten met het systeem, calibratiefactoren moeten worden afgeleid. Dit wordt gedaan met een ijkwagen, waarvan vooraf de statische aslasten zijn vastgesteld. Voor dit doel is een wiellastweegapparaat aanwezig. Deze afgeleide calibratiefactoren zullen voor alle meetpunten gelden, daarvoor zijn de meetlocaties met zorg uitgezocht. Voor controle van deze factoren kunnen de metingen na enige tijd herhaald worden. Voor een meetpunt waarbij concessie gedaan is aan de opstellingseisen, dient een aparte calibratie plaats te vinden.

Voor de bepaling van een betrouwbaar gemiddeld jaarlijks aslastenpatroon (frequentieverdeling van aslasten) zijn veel meetdagen per meetpunt nodig, waarschijnlijk doordat de intensiteit van het verkeer op de plattelandswegen varieert in de tijd en afhankelijk is van het (landbouw)gebied, het grondgebruik en,

bij akkerbouw, van het verbouwde produkt. Omdat voor de aslastmeting permanent twee personen nodig zijn, zou deze aanpak te arbeidsintensief en dus te kostbaar worden. Daarom is besloten de aslasten op een beperkt aantal dagen te wegen en deze aan te vullen met intensiteitstellingen per voertuigklasse, zogenaamde voertuigclassificatietellingen, over een langere periode. De tellingen worden uitgevoerd met een verkeersteller. Met deze tellingen zullen de aslastgegevens worden opgehoogd naar een jaartotaal (zie 2.3). De verkeersteller kan onbeheerd op het meetpunt achtergelaten worden. Volgens plan wordt in het oogstseizoen per week op twee meetpunten gemeten daarbuiten van april tot en met november op één meetpunt. Praktisch zal dit neerkomen op ca. 30 meetdagen per jaar, waarbij maximaal 30 punten kunnen worden bezocht.

Na gebruik van het weegsysteem bij dagmetingen onder zwaar verkeer blijken de instrumenten goed te voldoen. Er zijn wel enkele punten die voor verbetering in aanmerking komen (zie par. 5.2, 5.4 en 6.2). De ontwikkeling van meetsystemen waarmee aslasten van rijdende voertuigen kunnen worden gemeten is overigens nog in volle gang (M.D.T., 1989 en I.E.E., 1989).

De meetpunten zijn gekozen in gebieden met een hoge specifieke wegbelasting (kg.m^{-1}), zoals is berekend door De Wilde (1989). Dit zijn met name akkerbouwgebieden, waarin veel aardappelen, suikerbieten en granen worden geproduceerd. Vooralsnog zijn meetpunten geselecteerd in 5 LEI-landbouwgebieden: de Hollandse polders en IJsselmeerpolders, de Veenkoloniën, het Noordelijk zeekleigebied, het Zuidwestelijk zeekleigebied en het Noordelijk zandgebied. Bij vaststelling van de meetlocatie is gelet op de langsvlakheid van het wegdek, de vlakheid in dwarsrichting en een rechtstand van minstens 100 m voor en na het meetpunt.

Gemeten wordt op 22 trendtelpunten van de Landinrichtingsdienst (LD) die, verdeeld over Nederland, voor dit onderzoek zorgvuldig zijn uitgezocht. Trendtelpunten zijn "vaste" meetpunten op plattelandswegen, waar de LD in het verleden (op sommige sedert 1960) verkeersstellingen heeft uitgevoerd om algemene trends in de verkeersontwikkeling op langere termijn vast te stellen. Om zo betrouwbaar mogelijk voor iedere voertuigsoort aslast-frequentieverdelingen te kunnen afleiden stelt de LD met ingang van 1990 twee van haar verkeerstellers beschikbaar voor langdurige tellingen op twee meetpunten. Tijdens de opstelling verzorgt de LD de controle en het onderhoud. Het SC heeft hiervoor de meetpunten Haarlemmermeer (30T, wegtype 4) en Heerenveen (7T, wegtype 5) gekozen. Beide punten liggen in een landbouwgebied waar een hoge specifieke wegbelasting verwacht wordt door vervoer van aardappelen, suikerbieten en granen. Het onderscheid tussen beide punten is, dat in de direct aangrenzende omgeving van 30T het grondgebruik akkerbouw is en bij 7T grasland. Na afloop van de opstelling zal na evaluatie aangegeven worden hoe en waar in 1991 de tellers moeten worden geplaatst. Een van de punten zal dan op wegtype 3 moeten liggen.

2.2 Periode en duur van de metingen

Het resultaat van slechts enkele meetdagen op een meetpunt is onvoldoende om een frequentieverdeling van aslasten te schatten die als jaargemiddelde gebruikt kan worden. Hoeveel keer per jaar en in welke periode op een meetpunt gemeten moet worden om een dergelijk jaargemiddelde te kunnen afleiden is per punt verschillend. Dit hangt af van de variatie in intensiteit en samenstelling van het vrachtverkeer gedurende een jaar, wat op plattelandswegen mede afhangt van aan- en afvoer van landbouwprodukten en landbouwbedrijfsverkeer tengevolge van bemesting, oogsten, onderhoud enz. Ook is voor de bepaling van het jaarlijks aantal metingen het gebied en de functie van de weg belangrijk. Indien voor een weg het jaarlijks verloop van de per maand gemiddelde intensiteit ten opzichte van het jaarlijks etmaalgemiddelde (Jaarsma, 1984) bekend is, kan nagegaan worden in welke periode(n) en hoe vaak gemeten moet worden. Waar dit intensiteitsverloop gedurende het jaar nagenoeg constant is kan vermoedelijk volstaan worden met 2 tot 3 keer meten, terwijl punten met veel variatie in de maandelijkse intensiteit wel 6 metingen kunnen vereisen. In akkerbouwgebieden waar door het oogsten van granen, aardappelen en suikerbieten een hoge specifieke wegbelasting verwacht wordt, zal gedurende die periode intensief gemeten worden. In nazomer en herfst wordt daar ca. 2 keer per week gemeten, en op andere punten en gedurende de resterende tijd in april t/m november wordt 1 keer per week gemeten. Op twee meetpunten, die in 2.1 reeds zijn genoemd, heeft de LD verkeerstellers geplaatst die gedurende een halfjaar continu blijven opgesteld voor voertuigclassificatie-tellingen.

Aan de hand van de meetresultaten van een naar wegtype en verwachte specifieke wegbelasting representatief meetpunt is bepaald gedurende welke tijd op een dag gemeten moet worden, zie aanhangsel 1. Ca. 70% van de voertuigen in de klassen 4 t/m 13 passeert tussen 9.00 en 17.00 uur. De hoogste klassen (hoger dan 9) werden geregistreerd tussen 10.00 en 17.00 uur. Wij zullen een meettijd aanhouden tussen 9.00 en 17.00 uur.

2.3 Ophogen van aslasten van dag- naar jaarwaarden

Het is te kostbaar om een betrouwbare gemiddelde jaarlijkse frequentieverdeling (fv) van aslasten voor een meetpunt te bepalen door daar op alle dagen van het jaar aslastmetingen uit te voeren (zie 2.1). Het gestelde doel zal nu anders moeten worden bereikt. Dit kan door de resultaten van aslast-dagmetingen te combineren met intensiteitstellingen per voertuigklasse. Deze voertuigclassificatietellingen worden op ieder meetpunt uitgevoerd op de dag van de aslastmeting, gedurende de tijd dat deze plaatsvindt en gedurende ca. 1 week daarna. Een dagmeting beslaat ca. 6 uur meten. Behalve deze tellingen voert de LD jaarlijks gedurende 6 maanden voertuigclassificatietellingen uit op 2 door het SC gekozen meetpunten, zie 2.1.

Getracht wordt deze laatste punten zodanig te kiezen dat de resultaten representatief zijn voor meer meetpunten. Door deze werkwijze worden de voor de ophoging benodigde resultaten verkregen per meetpunt door:

- dagmeting - frequentieverdeling (fv) van aslasten per voertuigklasse;
- dagintensiteit van voertuigen per voertuigklasse
- weektelling - weekintensiteit van het totale vrachtverkeer (klassen 4 t/m 13).

De 6-maandse tellingen op de representatieve punten leveren (na extrapolatie tot 1 jaar):

- jaarintensiteit van voertuigen per voertuigklasse;
- intensiteitsverloop van voertuigen per voertuigklasse voor ieder van de gebieds- en wegtypen.

In verband met de ophoging wordt aangenomen dat de fv van aslasten afhankelijk is van:

- gebiedstype (overwegend akkerbouw; overwegend veehouderij);
- wegtype (LD-typen 3, 4, 5);
- seizoen (intensiteitsperioden: hoog, gemiddeld, laag);
- voertuigklasse (TEC-klassen 4 t/m 13, zie par. 3.3).

De 6-maandse tellingen zullen voor elke van de zes combinaties van gebiedstype en wegtype (hierna te noemen: "situatie") een betrouwbaar jaarverloop van de intensiteit per voertuigklasse (hierna te noemen: "jaaroverzicht") moeten opleveren. Indien we aannemen dat we per situatie met slechts 1 6-maandse telling kunnen volstaan, is hiermee (met een tempo van 2 situaties per jaar) 3 jaar gemoeid. Om vooruitlopend hierop toch al uitspraken te doen over de jaarlijkse aslastfrequenties op een meetpunt onderscheiden we hierna de toekomstige werkwijze (na gereedkomen van alle jaaroverzichten) van de voorlopige werkwijze (zolang de jaaroverzichten nog niet gereed zijn).

De toekomstige werkwijze bij de ophoging verloopt volgens fig. 1, vette lijnen.

De uit de dagmetingen verkregen fv's van aslasten voor het dag-totaal per voertuigklasse zullen met de voertuigaantallen per voertuigklasse moeten worden opgehoogd tot fv's voor het jaartotaal. Het jaaroverzicht per situatie levert, behalve het intensiteitsverloop per voertuigklasse, ook het totale intensiteitsverloop van alle vrachtverkeer (klassen 4 t/m 13). Dit jaarverloop wordt geschematiseerd tot perioden met een lage, een gemiddelde of een hoge intensiteit. Deze perioden kunnen per situatie verschillen qua lengte en ligging, maar de weekintensiteit binnen één periode is echter constant. Binnen elke van deze drie perioden zal op ons meetpunt minstens één dagmeting nodig zijn om de fv van aslasten per voertuigklasse te bepalen. Aangezien het periodenverloop op het meetpunt niet exact gelijk zal zijn aan het representatief gestelde jaaroverzicht, kan alleen achteraf worden bepaald in welke periode de

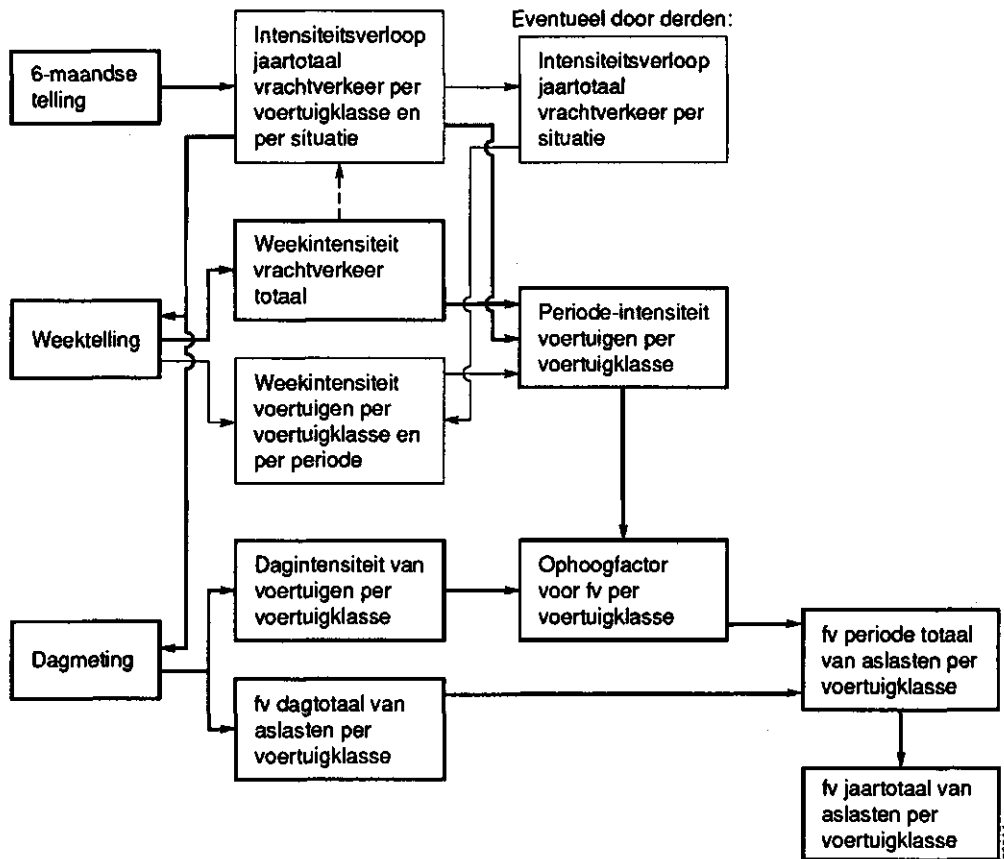


Fig. 1 Schema van de werkwijze bij ophoging van dag- naar jaarwaarden.
Toekomstige werkwijze (vette lijnen) en voorlopige werkwijze (dunne lijnen) (streeplijnen geven terugkoppeling aan).

dagmeting met aansluitende weektelling valt. Uit de weektelling op ons meetpunt wordt nu de weekintensiteit voor het totale vrachtverkeer afgeleid. Op grond hiervan wordt bepaald in welke intensiteitsperiode onze dagmeting valt (hoog, gemiddeld of laag). Vervolgens wordt die periode-intensiteit per voertuigklasse gedeeld door de getelde dagintensiteit per voertuigklasse tijdens de dagmeting; dit quotiënt levert de ophoogfactor voor de fv per voertuigklasse. Vermenigvuldiging van de aantallen assen per aslastklasse voor het dagtotaal met deze ophoogfactor levert de fv voor het periodetotaal per voertuigklasse; samenvoeging over de perioden levert vervolgens de fv voor het jaartotaal van aslasten per voertuigklasse.

De voorlopige werkwijze, nodig zolang de jaaroverzichten nog niet beschikbaar zijn, verschilt van de toekomstige alleen in de bepaling van de periode-intensiteit (zie fig. 1, dunne lijnen). Uit reeds beschikbare jaaroverzichten van vergelijkbare situaties of uit tellingen van derden (LD, provincies, gemeenten enz.) op vergelijkbare punten met de situatie wordt het totale intensiteitsverloop van het vrachtverkeer (klassen 4 t/m 13) zo goed mogelijk afgeleid. Dit wordt geschematiseerd

tot intensiteitsperiodes. Uit de weektelling wordt nu met de totale weekintensiteit bepaald in welke intensiteitsperiode de dagmeting valt, en de weekintensiteit per voertuigklasse wordt geldig verondersteld voor de gehele periode. Met de hieruit af te leiden periode-intensiteit per voertuigklasse wordt vervolgens weer, conform de toekomstige werkwijze, de frequentieverdeling opgehoogd.

2.4 Gebruik van uniforme assencode en voertuigbenaming

Om onderscheid te kunnen maken naar voertuigsoorten en asconfiguraties is een eenduidige indelingsmethode nodig. Dit is ook nodig omdat enkele typen voertuigbanden niet altijd een weegresultaat geven. Het weegsysteem registreert het voertuig wel maar de aslast wordt niet bepaald. Om de verkeersteller-resultaten te kunnen vergelijken met die van het weegsysteem is het daarom vereist dat ieder voertuig wordt onderscheiden naar as- en band (of wiel-)vorm. Een visuele opname is hierdoor tijdens simultaan wegen en tellen noodzakelijk, waarbij het soort voertuig en zijn band- en asconfiguratie worden geregistreerd. Een korte aanduiding is daarbij vereist, aangezien de voertuigen snel voorbij zijn en elkaar snel kunnen opvolgen. Een codesysteem bestaat er niet voor een dergelijke registratie, waarbij voertuig en band (of wiel-)vorm direct uit de code te herkennen zijn. Wij hebben daarom een codering aangelegd die we assencode noemden, waarmee het aantal en de plaatsing van assen en wielen, en de soort banden worden aangegeven. We gebruikten een asconfiguratiecode voor voertuigen die bekend staat als TRRL-code. Het ontstaan van de assencode is beschreven in de aanhangsels 2 tot en met 4. In deze aanhangsels is ook aangegeven hoe door het toevoegen van twee karakters aan de assencode behalve wielen, assen en banden ook de voertuigsoort is te onderscheiden, zodat van voertuigcodering kan worden gesproken. We hebben in dit rapport de assencode gebruikt.

3 APPARATUUR

3.1 Dynamisch weegstelsysteem

Voor het wegen van aslasten is een dynamisch en een statisch weegstelsysteem aanwezig. Het eerste wordt gebruikt bij iedere meting en het tweede alleen bij calibratie en controle van het dynamische.

Het dynamische weegstelsysteem wordt aangeduid naar het toegepaste type opslagmedium als Truvelo Traffic Data Logger (Tdl 500) (Truvelo, 1988). Dit systeem bestaat uit een datalogger met twee verschillende sensoren. De ene sensor is de weegmat, Traffic Axle Weight Classifier (TAWC) Series 8 (De Wilde, 1989) en de andere wordt gevormd door twee inductielussen. In figuur 2 worden de diverse onderdelen van het dynamische weegstelsysteem weergegeven.

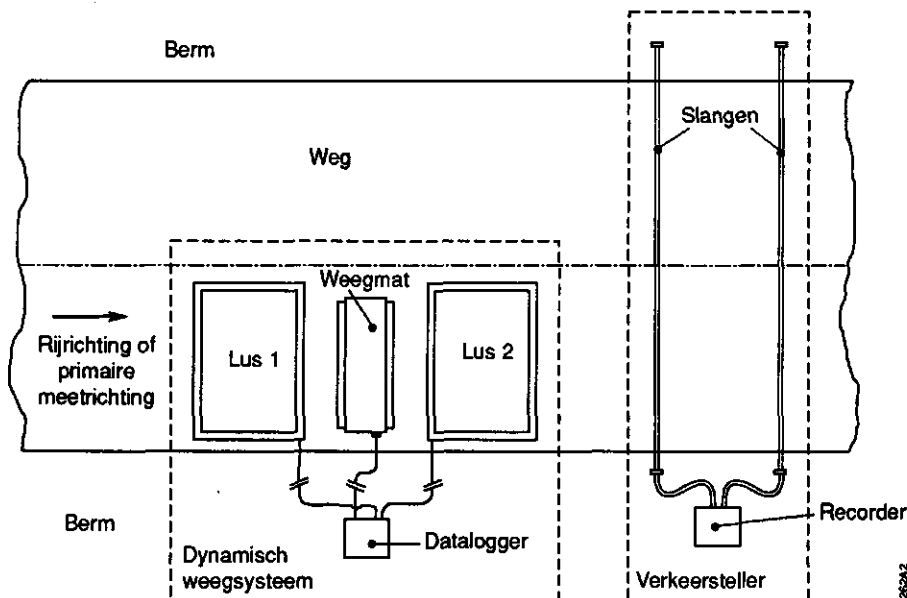


Fig. 2 Dynamisch weegstelsysteem en de verkeersteller.

De weegmat is een condensator en de werking als weegsensor berust op capaciteitsverandering door samendrukking. De weegmat is op de wegverharding bevestigd en via een coaxkabel op de logger aangesloten. Het instrument is ca. 7 mm dik, 80 cm breed

en 180 cm lang. De inductielussen, eveneens op de logger aangesloten en bevestigd op de wegverharding, initiëren de weegmeting en bepalen verder de voertuiglengte, asafstand en snelheid. Een inductielus voor plattelandswegen is ca. 6 mm dik en vormt een rechthoek van 150 x 200 cm. De datalogger dient behalve als opslagmedium voor aslasten ook als regel-, controle- en rekeninstrument voor het meten en corrigeren van de voertuiglengte, asafstand en snelheid.

De meetresultaten die opgeslagen worden in de logger, kunnen gedeeltelijk worden uitgelezen op een display van 6 digits dat op het loggerhuis is aangebracht. Het display dient echter in eerste instantie voor het uitlezen van de vooraf in te stellen variabelen als tijd, datum en calibratiefactoren en voor het weergeven van de conditie van de aangesloten meetsensoren. Door na passage van het voertuig te manipuleren met bepaalde toetsen op het bedieningspaneel van de logger kan de snelheid, lengte en de aslast per as zichtbaar worden gemaakt. De afstanden tussen de assen, die wel zijn opgenomen in het loggergeheugen, kunnen niet worden afgelezen op dit display, maar wel direct worden weergegeven door een printer, waarvoor een Centronics parallel port op het loggerhuis aanwezig is. De uitlezing op het display wordt overschreven, wanneer een volgend voertuig over de meetopstelling rijdt. Vooral bij een groot verkeersaanbod is het snel manipuleren met de toetsen onhandig en soms onmogelijk; bovendien veroorzaakt het fouten in de aflezing en het intoetsen. Het aansluiten van een printer met accuvoeding verdient de voorkeur bij een visuele controle van het meetproces. De printer geeft alle meetresultaten direct na de voertuigpassage weer. Storingen worden snel waargenomen, waardoor alert ingrijpen mogelijk is. Aantekeningen kunnen direct achter de voertuigresultaten op het printerpapier worden gemaakt. Een voorbeeld van een printafdruk van de datalogger, door ons aangevuld met enkele voertuigcoderingen (soort voertuig en assencode), wordt gegeven in aanhangsel 3.

Het geheugen van de datalogger (256 kB RAM) is voldoende voor de data-opslag van 25 000 voertuigen. De interne batterij maakt een werkingsduur van ongeveer 48 uur mogelijk. De opgeslagen data blijven in het geheugen bewaard, zolang er spanning aanwezig is (afhankelijk van de ladingsgraad van de batterij). Een externe batterij kan in geval van twijfel als stroomvoorziening voor het geheugen dienen; daarvoor is een plug op het loggerhuis aangebracht en zijn de aansluitkabels bijgeleverd. Het stroomverbruik is tijdens het in opslag houden van data nauwelijks lager dan bij normaal meetgebruik op de rijstrook.

De loggerdata na de metingen worden via een IBM-compatible PC opgehaald, zie par. 4.4.1. Het ophalen is uitsluitend mogelijk indien de logger onder spanning staat door de interne batterij of door een externe stroombron. Het geheugen is leeg, nadat de loggerschakelaar wordt uitgezet; tegen abusievelijk omzetten is de schakelaar voorzien van een borging.

3.2 Statisch weegsysteem

Het statische weegsysteem bestaat uit een weeginstrument van het merk Haenni type WL 101, zie fig. 3. Het wordt door de importeur aangeduid als wieldrukweger maar dient om een wiellast

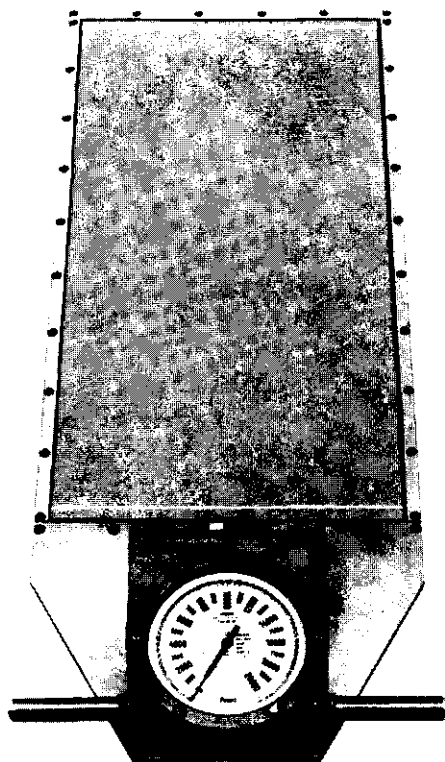


Fig. 3 Statisch weegsysteem.

te bepalen. Het is een hydraulisch meetinstrument dat bestaat uit twee metalen platen met daartussen elastische meetbuisjes. De meetbuisjes zijn gevuld met een mengsel van water en glycerine. De meetbuisjes zijn met elkaar en met een klokvormige schaal verbonden. Het geheel is hermetisch afgesloten. Het weeginstrument is 66 cm lang, 36 cm breed en 15 mm dik. Het is groot genoeg om een dubbellucht te kunnen wegen.

Voor het meten van de statische wiellast van een vrachtauto wordt het instrument op een vlak gedeelte van het wegdek gelegd. Vervolgens wordt het te wegen wiel (of wielen bij dubbellucht) van de vrachtauto op het midden van de weger gereden en wordt daar gestopt. De last van het wiel veroorzaakt een druk in de vloeistofbuisjes die zich voortplant naar de schaal en die daar als wiellast wordt afgelezen. Deze meting moet voor het wiel (of wielen) aan het andere eind van de as herhaald worden. De som van deze beide wiellasten is de statische asbelasting. Indien het wegdek ruw is, moet tussen de weger en het wegdek een rubbermat worden gelegd.

Tijdens het wegen van de wiellasten van de vrachtwagen dient dit voertuig zoveel mogelijk in de zelfde stand op dezelfde

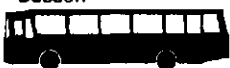
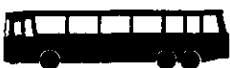
plaats te blijven. De gewichtsverdeling van de lading en van het voertuig is namelijk afhankelijk van de stand van het voertuig ten opzichte van het wegdek. De vrachtwagen kan daarom het beste bij de weging van iedere wiellast voorwaarts op de weger rijden om er na de weging achterwaarts af te gaan. Daarna wordt de weger verlegd naar het volgende wiel, waar het op- en afrijden herhaald worden. Voor het op- en afrijden is een verplaatsing nodig van ca. 80 cm. De fabrikant beveelt overigens aan voor een nauwkeurige weging van alle wiellasten van een vrachtwagen om daarbij gelijktijdig onder ieder wiel (of dubbellucht) een wieldrukweger te plaatsen.

3.3 Verkeersteller

De verkeersteller, TEC GK6000-TC, bestaat uit een recorder die is ondergebracht in een roestvrijstalen kast met deksel. In de kast zijn behalve deze recorder een 6 volts batterij en twee instelbare luchtschakelaars aangebracht met een uitmonding buiten de kast. De verkeersteller kan worden ingesteld op diverse telprogramma's. In ons geval is het programma voertuigclassificatie ingesteld, bij TEC genaamd asclassificatie. Het instellen van dit programma is beschreven in aanhangsel 4. Een uitgebreid overzicht van de mogelijkheden van deze teller wordt gegeven in de handleiding van het apparaat (TEC, 1989). Om onze metingen uit te voeren wordt de verkeersteller in de berm van de weg geplaatst, zie fig. 2, waarna luchtslangen als sensor op beide luchtschakelaars worden aangesloten. Deze slangen liggen iets aangespannen dwars over de weg, direct op het wegdek. De afstand ertussen moet 400 cm zijn.

Ingesteld op het programma voertuigclassificatie bepaalt het apparaat van ieder passerend voertuig de snelheid, het aantal assen en de afstand tussen de eerste en tweede as en wordt het voertuig geklasseerd in één van de 13 voertuig-categorieën. Deze indeling in voertuigklassen wordt gemaakt naar het aantal assen en de afstand tussen de eerste as en de tweede as van het voertuig. Voor de zware voertuigen die voor ons onderzoek relevant zijn, zijn de klassen 4 t/m 13 gereserveerd. In fig. 4 is aangegeven hoe de voertuigen volgens deze classificatie worden ingedeeld. De klassen 1, 2 en 3 vertegenwoordigen fietsers (bromfietsers) of motoren, personenauto's, landbouwtrekkers en bestelwagens. Deze voertuigen worden wel door het systeem geregistreerd, maar voor het onderzoek niet meegenomen.

Niet alle meetresultaten van de verkeersteller kunnen opgeslagen worden in het tellergeheugen. Zo worden snelheid, aantal assen en asafstand alleen direct na passage uitgelezen op een display en gaan deze bij de volgende passage verloren. Alleen de klasse waarin het voertuig is ingedeeld, wordt opgenomen in

VOERTUIGCLASSIFICATIE GK6000 *	Klasse
Bussen	4
	
	
Vrachtauto's met 2 assen, evt. met aanhanger	5
 	
Vrachtauto's met 3 assen, evt. met aanhanger en 3-assige trekkercombinatie	6
  	
Vrachtauto's met 4 assen en 4-assige trekkercombinatie	7
  	
Truck met oplegger 3 en 4 assen	8
	
	
	

	Klasse
5 assen / tandemassen	9
	
	
	
	
6 assen / tandemassen	10
	
	
	
Vrachtauto met 5 assen	11
Vrachtauto met aanhanger 6 assen	12
Alle voertuigen met meer dan 7 assen	13

*/ Bron: TEC (1989) m.u.v. de voertuigen 1.7- 1 en 1.7- 11
(voor assencode zie aanhangsel 2 en fig.11)

Fig. 4 Voertuigklasse-indeling van de zwaardere voertuigsoorten bij de verkeersteller GK6000.

het geheugen, dat bestaat uit een insteekmodule, waardoor uiteindelijk alleen het aantal gepasseerde voertuigen per voertuigklasse in een vooraf ingesteld interval is weer te geven. De gegevens in de module kunnen later worden uitgeprint of opgehaald met een elektronisch instrument, de dataport. Het gebruik daarvan wordt in de handleiding (TEC, 1987) beschreven. De dataport kan direct op een printer worden aangesloten, waarna de telgegevens en tabellen worden uitgeprint door middel van een keuzemenu. De printopdrachten hiervoor dienen op het toetsenbord van de dataport te worden gegeven. Ook kan de dataport op een PC worden aangesloten via de seriële poort (RS 232). Dan worden opdrachten gegeven met het toetsenbord van de PC en kunnen via deze PC de telresultaten als kale data of in tabelvorm worden weggeschreven op een file. De filenaam hiervoor wordt reeds bij de menukeuze gegeven. In dit onderzoek wordt de mogelijkheid van aansluiting op de PC gebruikt, zie hiervoor par. 4.4.2

De verkeersteller heeft een display waarop meer wordt uitgelezen dan dat wordt opgeslagen in het geheugen. Het gaat hierbij met name om de snelheid, de afstand tussen de eerste en tweede as en het aantal assen van het passerende voertuig. Juist deze meetresultaten zouden het terugvinden van voertuigen bij vergelijking van weegmat- en verkeerstellerresultaten vereenvoudigen. Daarom is met de fabrikant overlegd om met een printeraansluiting de displaywaarden af te drukken op het moment dat deze verschijnen.

4 GEBRUIK VAN DE APPARATUUR

4.1 Opstellen meetapparatuur

Bij het opstellen van de meetapparatuur voor de weegmat moet gelet worden op de volgende punten:

- de weg moet 100 m voor en ca. 50 m na het meetpunt recht zijn;
- het meetpunt mag niet onder hoogspanningsleidingen liggen;
- de bovenzijde van de weegmat moet in rijrichting evenwijdig liggen aan het wegdek;
- op een in de rijrichting zichtbaar hellend wegdek, mag niet gemeten worden;
- het wegdek mag slechts een geringe dwarshelling hebben;
- 30 m voor het meetpunt moet de weg zo vlak mogelijk zijn;
- het oppervlak van het wegdek in dwarsrichting moet zo vlak mogelijk zijn;
- het hoogteverschil bij spoorvorming mag niet meer dan 5 mm zijn;
- de wegdekrand moet strak zijn;
- het wegooppervlak mag niet ruw zijn, zonodig vlak gemaakt worden.

Een uitgebreide beschrijving van algemene punten voor het opstellen van de meetapparatuur wordt gegeven in aanhangsel 5.

4.2 Aanbrengen van de sensoren

4.2.1 Weegmat

Bij het plaatsen van de sensoren op de meetlocatie wordt begonnen met het aanbrengen van de weegmat. Deze wordt gelegd op een ca. 3 mm dik onderdek van bituthene-glasweefsel, dat dezelfde lengte en breedte heeft als de weegmat. Mat en onderdek worden daarna samen op de juiste plaats op het wegdek gelegd, dit is in de lengte haaks op de rijrichting en met de aansluitkant ca. 20 cm van de wegdekrand, zie fig. 5. Deze juiste plaats houdt ook in dat op één rijspoor uitsluitend de rechter voertuigwielen gemeten worden. De afstand van de rand van de mat met de aansluiting tot aan de rand van het wegdek is minder kritisch. De aansluiting mag niet op de wegdekrand liggen, wat onherroepelijk tot schade zou leiden. De spijkerflenzen aan de mat worden met stalen nagels vastgezet. In fig. 5 is ook de rijrichting waarvoor de weegmat in principe is ontworpen aangegeven. We hebben deze de primaire meetrichting genoemd. Volgens de fabrikant kan de weegmat ook in tegengestelde meetrichting, de secundaire meetrichting, gebruikt worden zie par. 5.1.

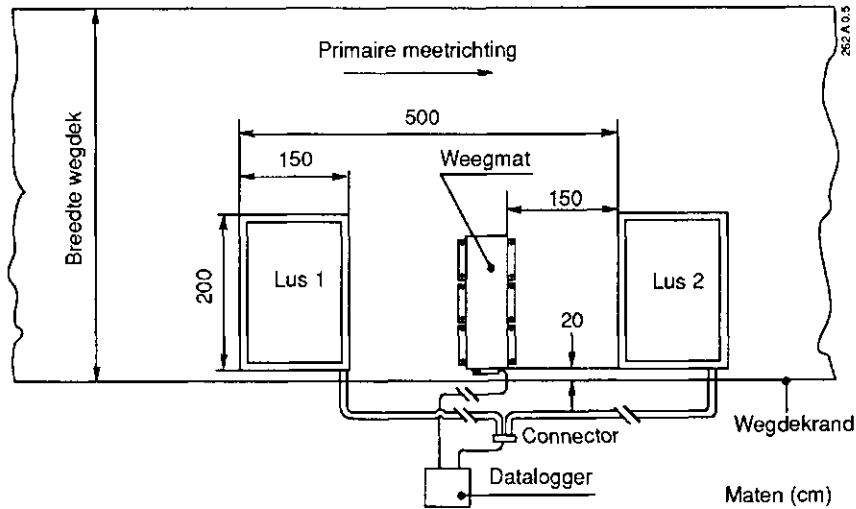


Fig. 5 Plaats van de sensoren voor het dynamisch wegen.

Veel zware voertuigen rijden onder meer bij tegemoetkomend verkeer over de wegdekranden. Daarom hebben we de kwetsbare aansluiting aan de wegrandzijde versterkt met een plaat roestvaststaal. Deze plaat, zie fig. 6, die iets groter is dan de aansluiting zelf, is gelijmd op de onderzijde van de weegmat.

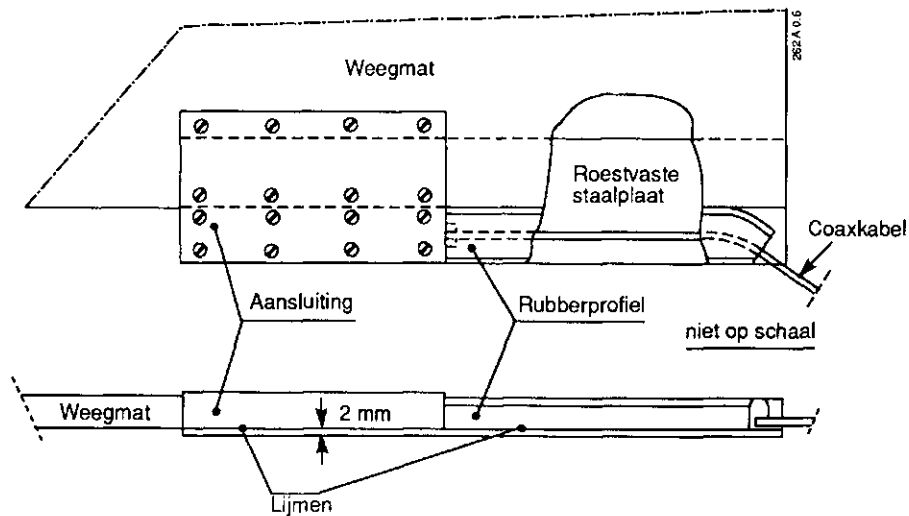


Fig. 6 Versterking aansluitpunt van de weegmat.

De coaxkabel die uit de aansluiting komt, wordt geleid door een geëxtrudeerd rubberprofiel (was voor andere doeleinden bijgeleverd) dat gelijmd is op de roestvaste staalplaat en aan één einde schuin is afgesneden. Aan boven- en zijkant is het profiel nog afgedekt door bituthene-glasweefsel-kleeftband, dat zowel aan de plaat roestvaststaal als aan de weegmat is beves-

tigd. Tegen het schuin afgesneden deel wordt later op de meetlocatie nogmaals een rubberprofiel gelegd dat de coaxkabel verder beschermt. Ook dit profiel kan met kleefband beschermd en vastgezet worden aan het wegdek. De aansluiting van de coaxkabel aan de weegmat blijft echter een kwetsbaar punt. Het verdient aanbeveling deze aansluiting op het kwetsbare gedeelte te voorzien van een tussenkabel met aan beide zijden inschroefbare connectors. Bij schade kan dit gedeelte dan eenvoudig worden vervangen.

4.2.2 Inductielussen

Aan weerszijden van de weegmat worden vervolgens de beide inductielussen aangebracht. De eerste lus wordt op 150 cm afstand achter de weegmat opgesteld, gezien in de primaire meetrichting, zie fig. 5. De maten uit deze figuur moeten strikt aangehouden worden, aangezien gebleken is dat afwijkingen daarvan ook afwijkende meetresultaten geven. De lus wordt met stalen nagels op het wegdek bevestigd. De tweede lus wordt daarna op 500 cm afstand van de eerste aangebracht. Vervolgens worden lussen en weegmat op de datalogger aangesloten, zie aanhangsel 6. De aansluitingen worden daarna onderzocht op hun conditie, wat eveneens in aanhangsel 6 beschreven is. Aangezien de bijgeleverde inductielussen te groot waren voor de plattelandswegen, hebben wij kleinere lussen aangemaakt, wat beschreven is in aanhangsel 7. Deze lussen zijn na 6 meetdagen die overigens zonder storing verlopen zijn, bekeken op slijtage. De slijtage door het overrijden was niet noemenswaardig.

4.3 Opstellen van de verkeersteller

Op het meetpunt wordt de verkeersteller (kast met de recorder) in een grote plaatstalen kast op buisvoet geplaatst. De buisvoet is voordien ingegraven in de wegberm en heeft een dwarsplaat om ongewild uittrekken te voorkomen. Conform de omschrijving van de fabrikant worden daarna voor voertuigclassificatie 2 slangen aangebracht dwars op de rijrichting, liggend op het wegdek en 400 cm van elkaar. De slangen worden bij montage ongeveer 10% van de slanglengte uitgerekt en in deze uitgerekte toestand bevestigd in de berm met speciale slaghaak. De afstand tussen de slangen moet zo nauwkeurig mogelijk worden aangehouden, vrij snel afwijkingen optreden, zoals werd vastgesteld tijdens het uitlezen van snelheden op het display. De eerste slang wordt op een afstand van ca. 10 m voor of na de weegmat bevestigd. De rubberslangen met een beperkte levensduur worden voor montage behandeld met siliconspray; dit verlengt de levensduur en voorkomt vroegtijdige poreusheid door uitdroging.

4.4 Verwerking van de weeg- en telgegevens

4.4.1 Ophalen van aslastdata (van datalogger naar VAX)

De aslastdata, opgeslagen in het geheugen van de weegmat datalogger (par. 3.1), kunnen worden opgehaald, nadat de logger via de RS232c port op een IBM-compatible PC is aangesloten. De kabel hiervoor is bijgeleverd. De gebruiksaanwijzing van de weegmat (Truvelo, 1988) schiet op het punt van "ophalen van data" tekort. Daarom is met het communicatieprogramma (tussen PC en VAX) "KERMIT" (Da Cruz, 1987) een verwerkingsmethode gecreëerd die omschreven is in aanhangsel 8.

4.4.2 Ophalen van voertuigklassificatiedata (van dataport naar VAX)

Om de gegevens van de modulen van de GK6000-TC verkeerstellers, zie 3.3, op te halen en weg te schrijven binnen de eigen directory op de hoofdcomputer (VAX), wordt gebruik gemaakt van de dataport en een PC en twee computerprogramma's. Deze programma's zijn het BASIC-programma "DATAPORT" (Van Hoorn, 1988) voor PC en het communicatieprogramma (tussen PC en VAX) "KERMIT". Het PC-programma "DATAPORT" werd reeds eerder toegepast en aangehaald bij het testen van verkeersregistratie-apparatuur (Meijer, 1989). Bij die test is ook de door ons toegepaste GK6000-TC verkeersteller betrokken. Het programma "DATAPORT" maakt gebruik van de menukeuze mogelijkheden voor de aanmaak van tabellen uit de dataport. De werkwijze is voor ons doel voor het ophalen van de voertuigklassificatiedata aangepast en wordt gegeven op aanhangsel 9.

4.5 Wijze van calibreren van het dynamische weegstelsel

Het dynamische weegstelsel dient gecalibreerd te worden. Door calibratiefactoren (cijferwaarden) in de datalogger in te toetsen wordt het elektronische stelsel zo op de sensoren, weegmat en inductielussen afgestemd, dat de grootheden lengte, massa en snelheid, met de feitelijk juiste waarden worden geregistreerd. Vooral de weegmat kan door toleranties in materiaalsamenstelling en maatvoering afwijkingen veroorzaken. Deze afwijkingen kunnen ook veroorzaakt worden door verschillen in de elektronica. Ook kan de weegmat gaan afwijken doordat deze bij het monteren op enigszins bolrond wegdek wordt vervormd (gebogen). Indien het vereist is dat op een dergelijke plaats gemeten wordt, zal daarvoor een afzonderlijke calibratie moeten worden uitgevoerd.

Voor het calibreren is de handleiding niet geheel duidelijk. Daarom hebben wij formuleringen opgesteld voor massa, lengte,

en snelheid. De calibratiefactor voor de massa luidt:

$$C_m = 100 \left(1 + \frac{M - M'}{M} \right) \quad (1)$$

waarin: C_m = de calibratiefactor voor de massa
 M = de statische massa van het voertuig of van de as
 M' = de met de Tdl 500 gemeten dynamische massa van het voertuig of een as zonder correctie

De calibratiefactor voor de lengte wordt berekend volgens:

$$C_l = \frac{L'}{L} \times 100 \quad (2)$$

waarin: C_l = de calibratiefactor voor de lengte
 L = de lengte van het voertuig
 L' = de met de Tdl 500 gemeten lengte van het voertuig zonder correctie

De calibratiefactor voor de snelheid moet berekend worden, overeenkomstig die voor de massa, volgens:

$$C_v = 100 \left(1 + \frac{V - V'}{V} \right) \quad (3)$$

waarin: C_v = de calibratiefactor voor de snelheid
 V = de voertuigsnelheid
 V' = de met de Tdl 500 gemeten snelheid zonder correctie

Bij de aflevering van het dynamische weegsysteem in juli 1989 heeft de fabrikant het weegsysteem gedemonstreerd te Wageningen. Hierbij werd de werking van de apparatuur uitgelegd en zijn na passages van een elders gewogen vrachtwagen indicaties gegeven over de grootte van de calibratiefactoren. Het verloop van de demonstratie en de daarbij bepaalde resultaten worden gegeven in aanhangsel 10. De feitelijke calibratiefactoren voor massa, snelheid en lengte zijn vastgesteld met de testmetingen in par. 5.1.

5 RESULTATEN

5.1 Calibratie

De testmetingen werden uitgevoerd gedurende twee meetdagen. Op de eerste dag is ervaring opgedaan met de montage en het instellen van de weegappartuur en zijn de calibratiefactoren voor snelheid, massa en afstand globaal vastgesteld. Op de tweede dag zijn de calibratie-metingen afgerond en is getest op het verband tussen aslast en snelheid en het weegresultaat tussen eerste en tweede as van het ijkvoertuig. Voor het uitvoeren van testmetingen kon een nog niet in gebruik genomen nieuw weggedeelte van de aansluiting op de A12 in de gemeente Duiven gebruikt worden. Referentiemetingen zijn verricht met een Mesta 204 D radarmeter voor de snelheid en de Haenni WL 101 wieldruk-weger voor de statische aslast. Als ijkwagen werd de 2-assige DAF-vrachtwagen van het SC gebruikt. De statische aslast van de eerste en tweede as van dit voertuig bedroeg 4,0 en 4,2 t. De lengte en de wielbasis bedroeg 7,0 en 3,4 m.

Als calibratiefactoren voor de weegmat zijn voor massa, snelheid en lengte $C_m = 180$, $C_v = 102$ en $C_l = 060$ bepaald. De calibratieritten zijn uitgevoerd met een snelheid van 40 km.h^{-1} in ritseries in primaire en secundaire meetrichting. De toedracht van de testmetingen is beschreven in aanhangsel 11.

De meetresultaten toonden aan dat de gemeten dynamische aslast afhankelijk is van de snelheid, zie par. 5.2.1, en dat de verhoudingen tussen dynamische en statische aslast van de eerste en tweede as van het ijkvoertuig verschilden, zie par. 5.2.2. Om de eerste reden diende eerst de minimum snelheid te worden bepaald waarbij nog betrouwbare meetresultaten werden verkregen. Bij deze snelheid is vervolgens gecalibreerd.

5.2 Analyse testmetingen

5.2.1 Invloed snelheid

Aangezien was aangetoond, dat de snelheid van invloed was op de grootte van de dynamische aslast zijn vervolgens metingen uitgevoerd voor primaire en secundaire meetrichting, waarbij de snelheid is gevarieerd om na te gaan hoe groot deze invloed was. De meetwaarden voor de dynamische aslasten van de achteras, tweede voertuigas, in de primaire meetrichting worden weergegeven in fig. 7. De ligging van de meetpunten duidt op een lineair verband tussen voertuigsnelheid en dynamische achteraslast. Daarom is door de meetpunten een regressielijn berekend. Deze regressielijn heeft als vergelijking:

$$M_p = 0,01922 V_p + 3,3953 \quad (r^2 = 0,87) \quad (4)$$

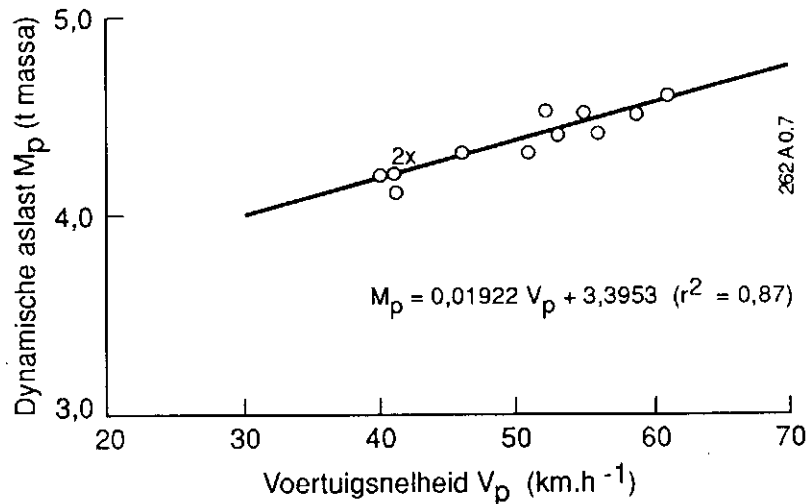


Fig. 7 Dynamische meetwaarden voor een statische achteraslast (2de voertuigas) van 4,2 t bij variabele snelheid in de primaire meetrichting (meetsysteem gecalibreerd bij 40 km.h⁻¹).

waarin: M_p = de dynamische aslast van de tweede voertuigas in t in de primaire meetrichting, bij een statische waarde van die as van 4,2 t
 V_p = de rijsnelheid van het voertuig in km.h⁻¹ in de primaire meetrichting

De meetwaarden in de secundaire meetrichting voor de dynamische aslast van de achteras, tweede voertuigas, in de secundaire meetrichting worden weergegeven in fig. 8. De ligging van de meetpunten duidt op een lineair verband tussen voertuigsnelheid en dynamische achteraslast, evenals voor de primaire meetrichting. Daarom is ook hier door de meetpunten een regressielijn berekend. Deze regressielijn heeft als vergelijking:

$$M_s = 0,01956 V_s + 3,3494 \quad (r^2 = 0,83) \quad (5)$$

waarin: M_s = de dynamische aslast van de tweede voertuigas in t in de secundaire meetrichting, bij een statische waarde van die as van 4,2 t
 V_s = de rijsnelheid van het voertuig in km.h⁻¹ in de secundaire meetrichting

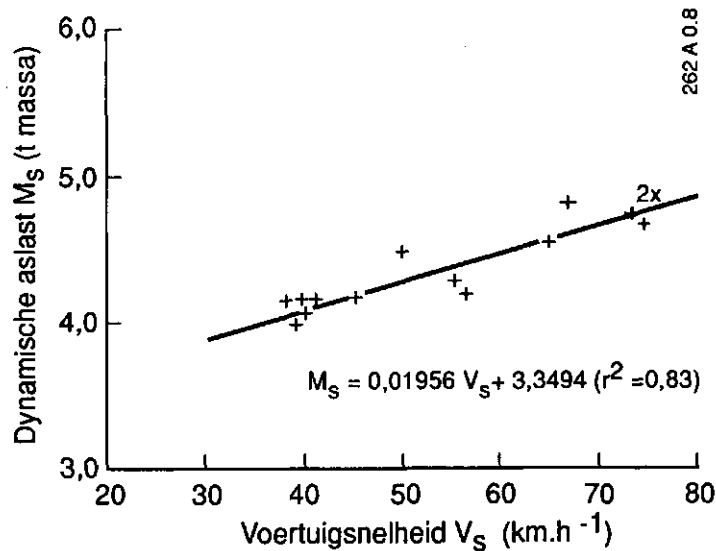


Fig. 8 Dynamische meetwaarden voor een statische achteraslast (2de voertuigas) van 4,2 t bij variabele snelheid in de secundaire meetrichting (meetsysteem gecalibreerd bij 40 km.h⁻¹).

De verg. (4) en (5) verschilden zo weinig dat geen onderscheid meer gemaakt is tussen meetwaarden in de primaire en secundaire meetrichting, en de resultaten voor de dynamische aslast van de achteras, tweede voertuigas, voor beide richtingen als één relatie worden opgevat. Het verband tussen snelheid en de dynamische aslast voor beide richtingen wordt weergegeven in fig. 9. De regressielijn door de punten in primaire en secundaire

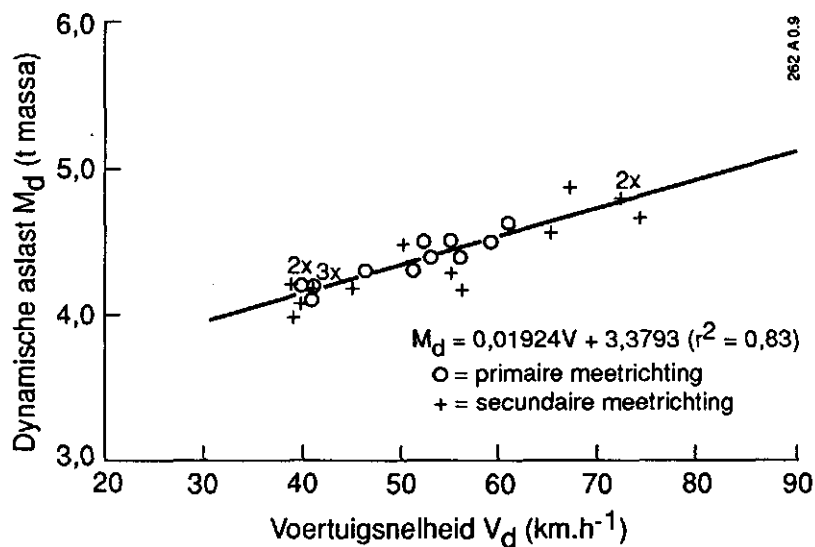


Fig. 9 Dynamische meetwaarden voor een statische achteraslast (2de voertuigas) van 4,2 t bij variabele snelheid in primaire en secundaire meetrichting (meetsysteem gecalibreerd bij 40 km.h⁻¹).

meetrichting wordt voorgesteld door:

$$M_d = 0,01924 V + 3,3793 \quad (r^2 = 0,83) \quad (6)$$

waarin: M_d = de dynamische aslast van de tweede voertuigas in t
in primaire of secundaire meetrichting, bij een
statische waarde van die as van 4,2 t
 V = de rijsnelheid van het voertuig in km.h^{-1}
in primaire of secundaire meetrichting

De fabrikant claimt dat de dikte van de weegmat (ca. 10 mm) geen invloed heeft op de gemeten aslast. De resultaten van de weegmat zouden daardoor overeenkomen met een meetsensor die gelijk met het wegdek ligt. De extra grotere klap of impact die bij toenemende snelheid op de weegmat wordt gegeven, doordat deze hoger dan het wegdek ligt, wordt volgens fabrikant door de software van het systeem gecorrigeerd. Op deze wijze zou een correcte meetwaarde ontstaan die overeenkomt met de feitelijke dynamische aslast. Ook Clauwaert (1989) heeft vastgesteld dat bij normale plaatsing (dikte op het wegdek van ca. 10 mm) er bij de Truvelo (Tdl 500) weegmat die hij gebruikte geen oorzakelijk verband bestaat tussen de dynamische massa van een as en de snelheid, vanwege de dikte door montage op het wegdek (De SC-weegmat is van hetzelfde merk en type). Verwacht mag worden dat de correctie op snelheid dusdanig is dat ook bij de SC-weegmat de dikte niet van invloed is op de meting.

Verg. (6) zou dan de correcte dynamische aslast weergeven bij voertuigsneldheid. Deze dynamische aslast is₁ volgens verg. (6), bij snelheden kleiner dan ca. 40 km.h^{-1} lager dan de statische aslast en bij snelheden boven deze waarde groter. Ditzelfde verschijnsel is waar te nemen bij de resultaten van onderzoek door Moore e.a. (1989). Zij bepaalden verder voor een capacatieve weegmat dat bij een snelheid van 40 mph (64 km.h^{-1}) het verhoudingsgetal tussen de dynamische aslast en de statische aslast, ook wel impact factor (If) genoemd, 1,15 bedroeg₁. Indien wij met verg. (6) voor onze ijkwagen bij 64 km.h^{-1} de dynamische aslast berekenen bij een statische aslast van 4,2 t, dan is het verhoudingsgetal (If) 1,1. Deze met verg. (6) bepaalde waarde voor If is slechts weinig lager dan die van Moore e.a., die echter bij verschillende voertuigsoorten hebben gemeten.

Bij onderzoek (Wyman, 1989) naar systemen voor het wegen van aslasten van rijdende voertuigen (WIM), op of in het wegdek gemonteerd, is vastgesteld dat alle systemen enigszins snelheidsafhankelijk zijn. Een daarbij geteste capacatieve mat, vergelijkbaar met die wij gebruikten maar van₁ ander merk en constructie, gaf meetwaarden die bij 56 km.h^{-1} ongeveer 70% afwijken van de statische aslast en bij 104 km.h^{-1} ongeveer 10%. Met verg. (6) berekenen wij bij 65 en 104 km.h^{-1} dynamische aslasten die respectievelijk 6 en 28% afwijken van de statische achteraslast van 4,2 t (ijkwagen). Niet verklaarbaar is dat bij ons de grootste afwijking plaatsvindt bij de hoogste van

de twee snelheden, terwijl dat bij Wyman omgekeerd is. Volgens Wyman weten fabrikanten van WIM-systemen uitgerust met capacatieve matten, dat deze een snelheidsafhankelijke fout hebben. Daarom hebben deze fabrikanten het systeem voorzien van software dat deze fouten corrigeert. Wyman gaat ervan uit dat de werkelijke dynamische aslast niet afhankelijk is van de snelheid, maar geeft wel aan dat deze aslast varieert zowel positief als negatief ten opzichte van de statische aslast. Dit laatste ontstaat als resultaat van verschillende voertuigdynamische verschijnselen die gelijktijdig optreden. De verticale en zijdelingse oscillatie van een rijdend voertuig kan worden toegeschreven aan de beweging van de ophanging, de carrosserie en de lading en de onbalans daardoor in deze verschillende componenten. Oneffenheid van het wegdek veroorzaakt trilling van de ophanging en carrosserie, en deze trilling kan de afwijkingen die zijn ontstaan, vergroten. De werkelijke dynamische aslast kan daardoor tot ca. 40% afwijken van de statische. Gemiddeld moeten deze afwijkingen echter nul zijn.

Lee (1989) geeft een opsomming van de factoren die de nauwkeurigheid van WIM-systemen beïnvloeden. Het is volgens hem onmogelijk om voor weeg-sensoren op het wegdek de output zo bij te sturen dat de extra kracht van de stoot van wiel en de hogeliggende mat bij elke snelheid correct wordt gecompenseerd, omdat de grootte van de extra kracht onbekend is en varieert met de unieke voertuig-karakteristieken en snelheid. Lee geeft geen dikten van last-sensoren aan, maar aangenomen mag worden dat ook voor onze mat geldt, dat niet bij iedere snelheid correct wordt gecompenseerd.

Zowel Moore e.a., Wyman als Lee nemen waar dat op de weg gemonteerde matten dynamische aslasten meten die snelheidsafhankelijk zijn. Moore e.a. werken met deze resultaten, terwijl Wyman en Lee vinden dat het systeem de snelheidsafhankelijke fout zou moeten corrigeren, waarbij zij ervan uitgaan dat de werkelijke dynamische aslast niet afhankelijk is van de snelheid. Volgens Lee is een correcte compensatie bij elke snelheid niet mogelijk. Hij tolereert blijkbaar een kleine snelheidsafhankelijkheid.

Indien we rekening houden met de bevindingen van deze onderzoekers dan lijkt een snelheidsafhankelijkheid van onze resultaten te hoog, zie verg. (6). Bij snelheden tussen 60-70 km.h^{-1} , die veel voorkomen op plattelandswegen, is volgens verg. (6) de gemeten dynamische aslast ca. 10% hoger dan de statische aslast. Door het bijstellen van de software van het systeem door de fabrikant dient de invloed van de snelheid verder te worden gecorrigeerd, zodat de afwijking in dit geval ten hoogste 5% bedraagt.

5.2.2 Verschil voor- en achteras

Tijdens de passages waarbij de calibratiefactoren zijn vastgesteld voor massa (gebaseerd op de achteraslast), snelheid en lengte bij een snelheid van 40 km.h^{-1} zijn ook de dynamische aslasten van de vooras gemeten (de statische massa van de vooras van de ijkwagen bedroeg $4,0 \text{ t}$). Bij 40 km.h^{-1} bedroeg de dynamische aslast van de vooras gemiddeld $2,9 \text{ t}$. Uit het verschil blijkt dat de dynamische aslast van de vooras met onze weegmat $26,6\%$ te licht wordt gewogen. Indien ook bij andere snelheden eenzelfde afwijking wordt gevonden, geldt dat de gemeten waarde van de dynamische massa van de vooras met $1,266$ vermenigvuldigd moet worden.

Uit onderzoek (Akker en Van Zwieten, 1983 en Maessen en Van Zwieten, 1983) blijkt eveneens dat er weegverschillen zijn tussen de eerste en tweede as van het voertuig. Zo werd bij Akker en Van Zwieten de vooras op een capacitieve weegmat $2,5\%$ lichter gewogen dan de tweede as, terwijl het verschil op een weegbrug $1,7\%$ bedroeg. Zij hebben gemeten onder normaal rijdend vrachtverkeer, waarvan van 27% van de gemeten assen de statische aslasten bekend waren vanwege gehuurde vrachtwagens (bij ons 100%). De voertuigen reden met verschillende snelheden en de eventuele invloed van de snelheid op het dynamische aslastresultaat is niet vermeld, wat zou kunnen inhouden dat indien bij constante snelheid was gereden zoals bij ons onderzoek, het verschil in weegresultaat tussen vooras en tweede as andere waarden had opgeleverd. Ook bij Maessen en Van Zwieten was er verschil in meetresultaat tussen voor- en achteras. Dit verschil bedroeg gemiddeld ca. $4,2\%$ op een weegbrug en $13,3\%$ op een vibracoax-opnemer (opnemer in rubber). Bij dit onderzoek werd echter zowel bij de weegbrug als bij de coax-opnemer de vooras zwaarder gewogen dan de tweede as, omgekeerd aan wat wij vaststelden. De resultaten voor vooras en tweede as op de weegbrug zijn ook omgekeerd aan de weegbrugresultaten van Van Akker en Zwieten, wat merkwaardig is. De coax-opnemer kan de vooras te zwaar en de weegmat kan de vooras te licht meten omdat de meetsystemen verschillen. Uit onderzoek van Southgate (1989) met een capacitieve mat, overigens van een iets andere constructie dan onze mat, blijkt verschil in weegresultaat tussen de vooras (steering axle) en de tweede as (single drive axle). Southgate heeft voor de vooras de verhouding tussen statische aslast en dynamische aslast (omgekeerde impactfactor) uitgezet tegen de dynamische aslast. Voor al zijn meetresultaten voor de vooras vindt hij dat de statische aslast groter is dan de dynamische. Naarmate de aslast toeneemt wordt de verhouding kleiner. Zo is de verhouding statische/dynamische aslast bij een dynamische aslast van 2 t circa $1,65$ en bij $5,4 \text{ t}$ gelijk aan 1 . Volgens de resultaten van Southgate geldt voor achterassen, zowel tandemassen als enkele assen, dat deze verhouding statische/dynamische aslast constant 1 blijft. Southgate heeft voorts tweede graads krommen afgeleid voor berekening van de statische aslast als equivalent van de gemeten dynamische aslast voor vooras en achterassen. Met deze vergelijkingen kun-

nen we echter ook de dynamische aslast oplossen, indien de statische wordt ingevuld. Vullen we in zijn vergelijkingen voor vooras en achteras een statische aslast van 4,0 t (aslast vooras van onze ijkwagen) in, dan berekenen we een dynamische aslast voor de vooras die 21,1% lager is dan die voor de achteras. Dit vertoont een parallel met onze resultaten waar de vooras 26,6% lichter wordt gewogen dan de achteras. Door de constructie van de weegmat kan de eerste as te licht gewogen worden. De plastische massa (waaronder silicon-rubber dat het diëlectricum vormt van de condensator) tussen de staalplaten wordt tijdens het overrijden door een as, plotseling belast en vervormd. Voordat de eerste as van een voertuig over de weegmat rijdt, verkeert de tussenlaag van de weegmat in rust. De tijd tussen de passage van de eerste en de tweede as is slechts 0,3 sec. bij een vrachtwagen met een wielbasis van 3,4 m (ijkwagen) die met 40 km.h⁻¹ rijdt. Mogelijk is bij de passage van de tweede as de vervorming van de weegmat ten gevolge van de eerste as nog niet geheel verdwenen. Voor eventuele volgende assen geldt hetzelfde als voor de tweede as.

5.3 Meetresultaten

Het aantal aslastmetingen tot het meetseizoen 1990 (april) op de meetpunten is nog gering. Wel is op enkele meetpunten in akkerbouwgebieden gemeten tijdens dagen dat de verkeersintensiteit door het oogsten hoog was. Dit gold voor de meetpunten 11T (Zuidwolde), 13T (Dalen), 34T (Middelharnis) en 43T (Hooge en Lage Zwaluwe). De wegdekken van deze plattelandswegen zijn 4,70, 3,00, 4,00 en 3,70 m breed en zijn als wegtypen 4, 3, 4 en 3 geclassificeerd. Op de plaats van de meetlocaties zijn de wegdekken van 11T, 34T en 43T niet geheel vlak dwars op de rijrichting, maar de weegmat behoeft hier nauwelijks te worden aangespannen bij het bevestigen. Op de meetlocatie van 13T moest de weegmat bij het plaatsen sterk worden aangedrukt om het bolle wegdek te volgen en moest de bevestiging voortdurend worden gecontroleerd aangezien deze zich los werkte. Op ieder meetpunt zijn gedurende 1 meetdag van 10.00 tot 15.00 uur aslastmetingen en voertuigclassificatie-tellingen uitgevoerd. De verdeling van de voertuigpassages op de 4 punten over de TEC-voertuigklassen 2 t/m 13, zie 3.3, wordt gegeven in tabel 1. De passages voor de klassen 2 t/m 3 zijn bij elkaar geteld. De klasse 1 die fietsers, bromfietzers en motorrijwielen vertegenwoordigt, is geheel buiten beschouwing gelaten bij het onderzoek en daarom door de teller niet geregistreerd. De klassen 2 en 3 worden gebruikt voor indeling van het lichtere verkeer, personenauto's en bestelauto's.

Uit tabel 1 blijkt dat van de 348 geklasseerde voertuigen 82% bestaat uit voertuigen uit de klassen 2 en 3. Het restant (18%) bestaat uit landbouwvoertuigen, bussen en vrachtwagens. Onder de laatste worden ook vrachtwagencombinaties gerekend. In tabel 2 is voor de 4 telpunten het gezamenlijk aantal voertuigen in de klassen 4 t/m 13 gegeven en per klasse ingedeeld naar asconfiguratie volgens de assencode, zie hiervoor aanhangsel 2.

Tabel 1 Aantallen voertuigpassages per TEC-voertuigklasse (*)
op 4 meetpunten gedurende 1 meetdag.

Voertuig- klasse *	Aantal voertuigpassages (abs. en %) per meetpunt							
	11T		13T		34T		43T	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
2 en 3	160	87	16	47	65	87	43	78
4	2	1	0		0		0	
5	10	5,5	4	11,8	2	2,5	4	7
6	2	1,1	0		0		0	
7	6	3,3	1	2,9	5	7	7	13
8	2	1,1	1	2,9	0		1	2
9	0		8	23,6	1	1	0	
10	1	0,5	4	11,8	2	2,5	0	
11	1	0,5	0		0		0	
12	0		0		0		0	
13	0		0		0		0	
Totaal	184	100	34	100	75	100	55	100

* Voor de klassen zie tekst en fig. 5.

Tabel 2 Aantallen voertuigen per TEC-voertuigklasse (*) voor
4 meetpunten samen en verdeeld naar assencode.

Klasse *	Aantal voertuigen (en combinaties)			
	(abs.)	(%)	naar assen- code (**)	aantal
4	2	3,1	1.2	2
5	20	31,2	1.1	1
			1.2	5
			6.1	2
			6.6	1
			1.7+1	9
			1.7+6	1
			2.2	1
6	2	3,1	1.22	2
7	19	29,7	1.222	1
			1.2+2.2	2
			1.7+11	14
			1.7+2.3	2
8	4	6,3	1.2-2	4
9	9	14,1	1.2+2.22	1
			1.2+2.22	3
			1.2+5.55	1
			1.22+2.2	1
			1.5+5.55	2
			1.2-222	1
10	7	10,9	1.22+2.22	6
			1.22+5.55	1
11	1	1,6	11.111	1
12	0			
13	0			
Totaal	64	100		

* voor de klassen zie fig. 5

** voor assencode zie aanhangsel 2

Met tabel 2 en de gemaakte notities tijdens de metingen zijn de voertuigen uit de zwaardere klassen (18% van het totaal aantal passages) nog verdeeld in vrachtauto's en landbouwvoertuigen, 10,5% en 7,5%. Bij de vrachtauto's is niet meer na te gaan hoeveel daarvan direct betrokken waren bij de landbouw. Eerder uitgevoerd onderzoek (De Wit, 1979) geeft voor de categorieën personenauto's, vrachtauto's en landbouwvoertuigen percentages van 81, 9 en 10% als gemiddeld beeld van het verkeer op plattelandswegen. Ons gemiddeld aangetroffen verkeersbeeld op de 4 punten stemt daar nagenoeg mee overeen.

Het aantal voertuigen dat geregistreerd wordt door de verkeers-teller en gemeten wordt door de weegmat verschilt. De verkeers-teller kan bij voertuigclassificatie geen onderscheid maken in rijrichting en telt dus beide rijrichtingen samen. De weegmat geeft alleen op de smallere wegen de mogelijkheid om in beide rijrichtingen te meten. In uitzonderingsgevallen lukt dat ook op een bredere weg, indien het voertuig in de secundaire meet-richting op de as van de weg rijdt. Op de meetpunten is ook waargenomen dat sommige bestuurders afremmen als zij de mat opmerken of in enkele gevallen zelfs door de berm gaan om de mat te ontwijken. Door dit afremmen kan de snelheid zakken onder het vereiste minimum voor een weging.

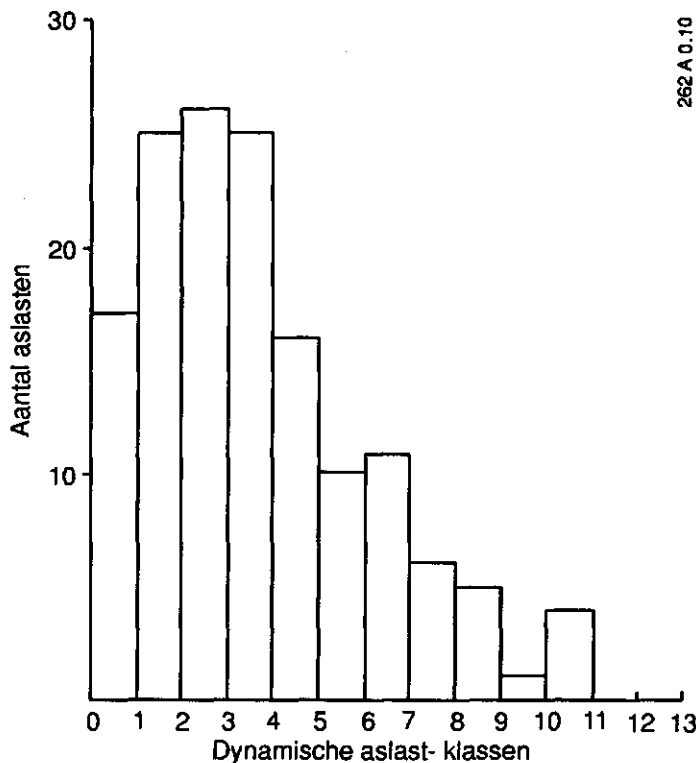
Door visuele controle is vastgesteld dat het weegsysteem alle voertuigen registreerde, die over de weegmat gereden zijn. Van deze geregistreerde voertuigen zijn niet in alle gevallen de aslasten gemeten. De oorzaken hiervan zijn te lage snelheid, afwijkende bandsoort, te grote bolheid van de weg dwars op de rijrichting, niet goed functioneren van de weegmat, enz. Van de voertuigen naar assencode in tabel 2 zijn één of meer keren de dynamische aslasten bepaald. Aangezien de software van de datalogger ingesteld is op een weegminimum voor een as van ca. 600 kg, worden assen lichter dan 600 kg normaliter niet gemeten en wordt die as afzonderlijk niet geregistreerd. Van een voertuig kan bij de registratie door de weegmat één as ontbreken. Dan is ook de wielbasis onbekend.

De gemeten dynamische aslasten van de voertuigsoorten uit tabel 2 worden gegeven in tabel 3. De gemeten dynamische massa van de vooras is hierbij niet gecorrigeerd met de factor 1,266₁, doordat de vooras 26,6% te licht wordt gewogen bij 40 km.h⁻¹, zie par. 5.2.2.

In tabel 3 behoren de landbouwvoertuigen 1.7+1 (trekker met 1-assige aanhanger) en 1.7+11 (trekker met aanhanger met tandem-as), tot de lichtere voertuigen enkele uitzonderingen daargelaten. Dat geldt niet voor de combinatie 1.7+6 (trekker met dumper), waarvan de dumperas een dynamische aslast van 5,2 t heeft. Van enkele voertuigen uit tabel 6 nadert de aslast de waarde van 10 ton. Voor een tandemas met een afstand tussen de assen van 1,2-2,0 m mag de aslast van beide assen tezamen maximaal 18 ton bedragen (Pronk e.a., 1983). Bij één voertuig uit tabel 3 uitgerust met een tandemas hart op hart van 1,2 m, wordt de

Tabel 3 Dynamische aslasten in ton en snelheden in km.h⁻¹ van
voertuigen uit tabel 2 op 4 meetpunten.

TEC- voertuig- klasse	Voertuig naar assencode	Dynamische aslasten (in ton) en snelheid (v in km.h ⁻¹)						
		as1	as2	as3	as4	as5	as6	v
4	1.2	4,6	10,1					72
5	1.1	3,5	3,9					35
5	1.2	3,5	6,0					53
		3,5	3,9					35
		3,7	5,5					55
		3,6	5,4					64
		4,2	7,8					68
5	1.7+1	0,7	2,0	5,4				32
		0,7	1,8	1,1				30
		0,6	0,7	0,6				12
		1,2	1,2	0,7				74
		0,7	0,8	0,7				66
		1,1	2,8	2,0				38
5	1.7+6	0,6	2,1	5,2				28
5	6.1	4,5	1,8					26
		3,9	1,4					32
5	6.6	5,1	3,8					39
6	1.22	4,3	3,3	3,9				63
7	1.7+11	2,0	2,0	1,3	1,1			38
		1,0	1,9	1,8	2,1			15
		1,3	2,7	0,9	0,9			43
		1,1	2,0	1,5	0,6			40
		1,3	2,8	2,1	2,7			33
		1,4	2,9	0,9	0,8			44
		1,3	1,9	1,3	1,3			35
7	1.2+2.2	4,9	8,2	3,6	4,3			71
		6,2	10,4	2,9	2,7			50
8	1.2-2	5,6	10,3	8,5				80
		4,3	8,6	8,6				71
		4,2	3,3	7,1				60
		3,2	3,4	3,5				37
9	1.2+2.2	4,3	6,3	3,0	2,3	2,6		67
		5,9	2,6	2,6	1,4			64
		6,3	2,8	2,6	1,5			63
		4,9	7,7	3,8	3,1	2,4		73
9	1.2-222	5,2	6,7	4,1	3,2	3,9		67
	1.5+5.55	4,1	8,5	3,2	2,9	2,7		69
10	1.22+2.22	5,9	7,7	6,6	7,1	6,7	6,2	55
		6,1	10,3	9,4	6,9	6,5	7,9	46
10	1.22+5.55	4,5	4,4	5,1	3,0	3,7	2,6	74
11	11.111	0,8	0,7	1,4	2,0	1,8		63



262 A 0.10

Fig. 10 Frequentieverdeling van dynamische aslasten van voertuigen in de TEC-voertuigklassen 4 t/m 13 gemeten op 4 meetpunten gedurende 1 meetdag.

toegestane waarde overschreden. De verdeling van de totale dynamische aslast van de tandem over de eerste en tweede as is verschillend. Zo blijkt bij de vrachtauto's uit tabel 3 dat de dynamische tandemaslast van de aangedreven dubbellucht wielen voor 49% gedragen wordt door de eerste en voor 51% door de tweede as. Bij drie-assige aanhangers met achter een tandem met dubbelluchtwielen was deze verdeling 54% en 46%. Bij dezelfde aanhangers met een tandem met super singles 55% en 45% en bij landbouwaanhangers met tandem 53% en 47%.

Om inzicht te krijgen in de frequentieverdeling van aslasten in tabel 3 (voertuigen in de TEC-voertuigklassen 4 t/m 13) is van deze aslasten een histogram gemaakt, zie fig. 10. Hierbij zijn de aslasten ingedeeld in klassen van 1 ton. De aslastklassen 1-2 t, 2-3 t en 3-4 t zijn hierbij het sterkst vertegenwoordigd, samen maken deze 52% uit van het totaal aantal gemeten aslasten (145) in de TEC-voertuigklassen 4 t/m 13. Het zijn aslasten van landbouwvoertuigen, ongeladen aanhangers van vrachtauto's en voorassen. De vier dynamische aslastklassen tussen 4-8 t duiden op volbeladen lichte vrachtauto's en licht beladen zware vrachtauto's deze klassen beslaan 29% van het totaal. De hoogste drie gemeten klassen tussen 8-11 t, volbeladen assen van zware vrachtwagens, maken 7% uit van het geheel. De beladingsgraad van de voertuigen en de soort lading is dik-

wijls moeilijk vast te stellen. Hierover kan eigenlijk alleen informatie verkregen worden door voertuigen aan te houden. Dit laatste hebben wij in deze periode nog niet uitgevoerd.

Uit de resultaten blijkt voorts dat het niet raadzaam is om te werken met theoretische aslasten (De Wit, 1979) verkregen door verkeerstellingen en berekende verdeling van de treingewichten van de beladen vrachtauto over de assen. Daarbij wordt onder treingewicht verstaan de lege massa van het voertuig vermeerderd met het laadvermogen in stilstaande toestand. Er worden op deze manier dus statische aslasten berekend. Niet alleen wordt bij deze verdeling uitgegaan van volbeladen auto's, maar ook geldt voor ieder voertuigsoort (naar asconfiguratie) slechts één vaste verdeling. De verschillende asafstanden binnen de asconfiguratie en de beladingswijze (voor/achter) kunnen niet in rekening gebracht worden. Ook bij ons onderzoek zullen we er rekening mee moeten houden dat uiteindelijk de uit de meetresultaten bepaalde gemiddelde dynamische aslasten van een bepaalde asconfiguratie, gemiddelden zijn van voertuigen met diverse afmetingen, asafstanden, trein- en leeggewichten en soorten lading. Afgaande op onze resultaten op de meetpunten tot nu toe, rijden op plattelandswegen vaker onbeladen of lichtbeladen dan vol beladen voertuigen.

Van drie voertuigen uit tabel 3 kon worden waargenomen dat ze volbeladen waren. Doordat van deze drie voertuigen de dynamische aslasten gemeten zijn, kon voor deze voertuigen worden afgeleid hoe de massa (lading en voertuig) tijdens het rijden over de assen van het voertuig werd verdeeld. We hebben deze verdelingen van de dynamische massa samen met de verdeling van het statische treingewicht over de assen van deze voertuigen (De Wit, 1979). in tabel 4 gegeven.

Tabel 4 Verdeling van de massa (lading en voertuig) van het rijdende voertuig over de assen voor drie voertuigen uit tabel 3, de voertuigsnellheid in km.h^{-1} en de verdeling van de statische (massa volgens De Wit (1979)).

Voertuig- assencode	Weeg- methode 1)	Massa (t)	Snelheid (km.h^{-1})	Verdeling massa van lading en voertuig ovr de assen					
				as 1	as 2	as 3	as 4	as 5	as 6
1.2-2	dynamisch	24,4	80	0,23	0,42	0,35			
	statisch			0,22	0,37	0,41			
1.22+2.22	dynamisch	40,2	55	0,15	0,19	0,16	0,18	0,17	0,15
	dynamisch	47,1	46	0,13	0,22	0,20	0,14	0,14	0,17
	statisch			0,09	0,15	0,15	0,23	0,19	0,19

1) dynamisch - aslast gemeten met weegmat onder het rijdende beladen voertuig
statisch - aslast van het beladen voertuig gemeten op een weegbrug

De waarden in tabel 4 berusten op enkele metingen. De verdeling van de dynamische massa voor de voertuigsoort 1.2-2 vertoont overeenkomst met de statische verdeling. Bij de voertuigsoort 1.22+2.22 blijkt de dynamische massa gelijkmatiger over de as-

sen verdeeld te zijn dan de verdeling volgens de statische methode aangeeft. Bij de statische verdeling voor het laatste voertuigsoort blijkt het verschil tussen as 1 (vooras truck) en as 4 (vooras aanhanger) groot. De statische aslast van de laatste zou 2,5 keer zo zwaar zijn als de eerste, dit lijkt niet waarschijnlijk en is niet efficiënt. Soortgelijke verschillen, iets minder groot, komen ook voor bij de statische verdelingen voor andere voertuigsoorten die De Wit (1979) heeft aangegeven. Deze verschillen zijn vrijwel zeker terug te voeren op het meetinstrument, de weegbrug, die indertijd daarvoor werd toegepast. Met een dergelijk weegsysteem is het niet mogelijk om van voertuigen met meer dan twee assen de aslasten nauwkeurig te bepalen.

5.4 Praktische ervaringen

- Vergroten interne voedingsbron datalogger

Tijdens de testmetingen is vastgesteld dat de datalogger om data in het geheugen te houden ongeveer even veel energie gebruikt als tijdens de metingen. Nadat de Tdl 500 is aangezet, is de interne batterij na 2 x 24 uur leeg. Indien voordien geen externe batterij is aangesloten, is het geheugen leeg en zijn de data verdwenen. Door de electronica of stroombron aan te passen zullen de data gedurende langere tijd, ca. 90 uur, opgeslagen moeten blijven.

- Behoeftte aan standaard voor klasseindeling

Bij het beoordelen van de meetresultaten en het raadplegen van literatuur op dit gebied, bleek dat voor de classificatie van voertuigen geen standaard bekend is. Onze Engelse verkeerstellers hanteren een andere klasse-indeling dan het eveneens in Engeland ontwikkelde Automatic Vehicle Classification System (AVCS) (Lear, Salter and Davies, 1989 and Moore and Willis, 1989). In andere landen, met name Oostenrijk en Finland, worden nog weer afwijkende klasse-indelingen gebruikt (Knoflacher, 1989 en Pursula and Kosonen, 1989). Met uitzondering van de indeling van laatst genoemde auteurs berusten de andere indelingen op de verschillen in wielbasis van de diverse voertuigen. Bij de indeling van Pursula en Kosonen worden de voertuigen ingedeeld naar karakteristieke analoge signalen die voor iedere klasse verschillen. Met inductielussen in het wegdek zijn deze karakteristieke signalen vooraf voor iedere voertuigklasse vastgesteld.

- Keuze registratie-interval

De telresultaten van de verkeersteller worden per klasse getotaliseerd weergegeven over een vooraf gekozen registratie-interval. Deze telresultaten geven bij het voertuigclassificatieprogramma het totaal in beide richtingen; daarbij wordt niet aangegeven in welke richting het voertuig rijdt. Is het interval te groot dan kan bij veel verkeer het door de weegmat gemeten voertuig niet worden geïdentificeerd in de geprinte data

van de verkeersteller. Het doel van de gelijktijdige opstelling van beide instrumenten is echter juist het voertuig te herkennen en te zien in welke klasse het is ingedeeld. Na het bestuderen van de eerste meetresultaten bleek het noodzakelijk dat tijdens de simultane opstelling van weegmat en verkeersteller in het classificatieprogramma van de verkeersteller een klein registratie-interval wordt gekozen in overeenstemming met de verkeersintensiteit. Globaal komt dit overeen met een interval van 1 minuut, indien de intensiteit groter dan 60 voertuigen per uur bedraagt en anders een interval van 2 minuten. Om de opslag van data gedurende een week mogelijk te maken wordt de verkeersteller aan het eind van de meetdag geprogrammeerd op een interval van 60 minuten, waarbij tevens een nieuwe module wordt geplaatst.

- Verschil bij de totaal-tellingen

Bij het beoordelen van de resultaten van de verkeersteller is een afwijking geconstateerd in de registratie. Na instelling op een intervaltijd van 60 min wordt later via de dataport een afdruk van de tellingen gegeven per uur. Hierbij wordt per uur het totaal aantal gepasseerde voertuigen gegeven, alsmede voor ieder van de 13 TEC-klassen het aantal voertuigen dat in die klasse wordt ingedeeld. Dit totaal aantal voertuigen dat passeert is groter dan de som van de afzonderlijke aantallen per klasse in dat uur. Volgens de leverancier ontstaat dit verschil doordat het systeem een aantal van de gepasseerde voertuigen door afwijkende wielbasis niet in de klassen kan indelen. Bij het gebruiken van classificatieresultaten moet met dit mogelijke verschil rekening gehouden worden.

- Moeilijk detecteerbare bandentypen

Enkele typen voertuigbanden geven niet altijd een weegresultaat. Het voertuig wordt door het weegsysteem wel geregistreerd, maar de aslast wordt niet bepaald. Het gaat hier om trekkerbanden, lage drukbanden en super singles. Volgens de fabrikant komen deze wielen voor op voertuigen met een hoog chassis, dat wil zeggen een hoog liggende ijzermassa, waardoor de inductielussen onvoldoende geactiveerd worden en de weegmeting niet wordt gestart. De fabrikant kan door een kleine ingreep in de elektronica het signaal dat door de lussen wordt gegeven versterken zodat de apparatuur wel aanspreekt.

- Weegproblemen met assen met kleine wielbasis

Tenslotte is vastgesteld dat bij tandemmassen waarvan de asafstand kleiner is dan ca. 1,1 m de aslast van iedere as meestal niet afzonderlijk door de weegmat wordt gewogen. Vermoedelijk wordt dan de totale aslast van beide assen weergegeven. Dit zal gecontroleerd moeten worden, omdat volgens het Wegenverkeersreglement getrokken landbouwvoertuigen waarvan de wielbasis minder dan 1 m bedraagt, als 1-assig worden beschouwd (Sietsma, 1980). Dan mag de maximale totale aslast voor een dergelijke tandem niet meer bedragen dan de maximale voor landbouwvoertuigen toegestane aslast voor één as. De verkeersteller registreert de beide assen echter wel en deelt het voertuig ook in de goede voertuigklasse in.

- Aanpassing software bij classificatie-tellingen

Bij het vergelijken van voertuigclassificatie-waarden van TEC-tellers onderling en van tellers van andere diensten dient nagegaan te worden volgens welke software-modificatiestand van de verkeersteller de classificatie heeft plaats gevonden. De tellers van het SC zijn gemodificeerd naar de stand "september 1989". Deze laatste modificatie heeft de voertuigklasse-indeling van fig. 4. Voorgaande modificaties gaven bij ons storingen waarbij tijdens de meerdaagse opstellingen niet gedurende alle dagen gemeten werd.

6 CONCLUSIES

6.1 Onderzoekstechnische conclusies

Het bepalen van een gemiddelde jaarlijkse frequentieverdeling (fv) van aslasten voor een meetpunt door op alle dagen van het jaar aslastmetingen uit te voeren is te kostbaar. Het gestelde doel kan toch benaderd worden door aslast-dagmetingen met intensiteitstellingen per voertuigklasse te combineren. De tellingen dienen voor ieder meetpunt te worden uitgevoerd gedurende de aslastmeetdagen en een week daarna. Bovendien moeten tellingen die voor meer meetpunten representatief zijn, worden uitgevoerd gedurende 6 maanden op enkele gekozen meetpunten. Ophoogfactoren kunnen worden bepaald uit de resultaten van deze tellingen. Met deze factoren kunnen de aantallen assen per klasse voor het dagtotaal worden opgehoogd tot de gevraagde fv van aslasten. Door onderscheid te maken tussen perioden van hoge, lage en gemiddelde intensiteit en door afzonderlijk voor iedere periode de ophoogfactoren te bepalen kan uiteindelijk een voldoende betrouwbare fv voor het jaartotaal van aslasten per voertuigklasse vastgesteld worden.

Calibratie van de weegmat, het afstemmen van het elektronisch systeem op de sensoren, nodig om de feitelijk juiste waarden te registreren, dient te worden uitgevoerd op de tweede as van het ijkvoertuig. De afgeleide calibratiefactoren bij de testmetingen zullen in principe gelden voor alle meetpunten. Controle-indicaties kunnen worden verkregen uit bekende aslasten, lengtes en snelheden. De laatste door vergelijking met de snelheid op het verkeerstellerdisplay en de eerste uit aanhoudingen.

Voor een meetpunt waarbij concessie gedaan is aan de opstellingseisen dient een aparte calibratie plaats te vinden. De algemene conclusie is daarbij dat calibratiefactoren moeten worden bepaald volgens de verg. 1, 2 en 3 aan de hand van minstens 3 betrouwbare metingen.

Op meetpunten zal zo veel mogelijk gemeten dienen te worden tussen 9.00 en 17.00 uur, een periode die is bepaald naar een representatief meetpunt. Een dergelijke meetduur is niet reëel haalbaar voor één meetploeg aangezien de tijd voor opstellen, opbreken en reizen voor de nu uitgezochte meetpunten gemiddeld 4,5 uur bedraagt. Onderzocht zal worden of door korter meten veel informatie verloren gaat. Opstellen en opbreken van de apparatuur dient te worden uitgevoerd door twee personen.

Er bestaat behoefte aan afspraken over de coderingen voor voertuigen, waarbij ook onderscheid gemaakt kan worden in bandsoort, plaats en aantal assen en wielen.

6.2 Meettechnische conclusies

De verkeerstellers moeten tijdens de weegmetingen worden ingesteld op een intervaltijd van 1 min, indien de intensiteit van het verkeer meer dan 60 voertuigen per uur bedraagt. Bij een kleinere intensiteit is een intervaltijd van 2 min gewenst. Voor de tellingen na de weegmetingen dient de teller op een intervaltijd van 1 uur te worden ingesteld. Na het instellen van een nieuwe intervaltijd moet tevens een andere module worden geplaatst.

Tot nu toe waarden wij de werking en resultaten van het Truvelo Tdl 500 weegsysteem voor het meten van dynamische aslasten als redelijk tot goed. Wij veronderstellen dat dit weegsysteem momenteel het enige mobiele systeem is, dat deze waardering verdient, mede gezien de reacties in de genoemde publikaties in dit rapport. Het weegsysteem bleek snel te installeren. Bij de testmetingen kon worden vastgesteld dat met de weegmat een reproduceerbare meting kan worden verricht. Vastgesteld is dat de apparatuur voortdurend toezicht vereist.

De vooras van een voertuig wordt op de weegmat te licht gewogen bij een snelheid van 40 km.h^{-1} . Indien de calibratie op de tweede as heeft plaats gevonden en het voertuig, waarvan de vooras een statische massa van 4,0 t heeft, rijdt met deze snelheid van 40 km.h^{-1} , dan wordt de dynamische aslast van de eerste as 26,6% te licht gewogen. Vermoedelijk is dit een gevolg van de matconstructie, met name de tijd waarin de mat na vervorming weer in de oorspronkelijke toestand terugkomt. Vooralsnog kan deze fout gecorrigeerd worden door de vooraslasten te vermenigvuldigen met een factor 1,266.

De minimumsnelheid waarmee op vlakke wegen in beide richtingen kan worden gemeten, bedraagt 26 km.h^{-1} .

Op bollere wegen, waar de weegmat enigszins moet worden aangedrukt om het wegdek te volgen, loopt de minimum-snelheid waarbij weegresultaten worden verkregen in de secundaire meetrichting op tot 35 km.h^{-1} . Ook metingen in de primaire meetrichting geven onder deze omstandigheden niet altijd resultaat bij een minimumsnelheid van 26 km.h^{-1} .

Op bollere wegen, voornamelijk de smallere plattelandswegen, is de weegmat minder betrouwbaar en registreert of weegt deze niet ieder voertuig, indien de mat volgens de voorschriften wordt aangebracht. In dat geval wordt de mat dichter bij de wegdekrand of zelfs iets over de wegdekrand gelegd, zodat het resterende deel op het wegdek zo vlak mogelijk ligt. Het deel dat over de wegdekrand steekt, dient goed ondersteund te worden.

Bepaalde bandentypes, zoals super singles, trekkerbanden en lage drukbanden van dumperkarren, gierkarren, speciale aanhangers, maaikneuzers enz., worden niet altijd gemeten. De moge-

lijkheid bestaat dat de bandenspanning hierbij een rol speelt. Dit moet nog nader worden onderzocht.

De verkeersteller heeft een display waarop meer wordt uitgelezen dan wordt opgeslagen in het geheugen. Het afdrukken van de volledige uitlezing van het display door een printer dient in studie te worden genomen, omdat anders de wielbasis en de snelheid verloren gaan. Deze twee resultaten vormen een belangrijke referentie bij het naderhand controleren van de weegmatresultaten.

Op een aantal punten kan het systeem waarschijnlijk worden verbeterd:

- De weegmatresultaten zijn nu afhankelijk van de snelheid waarmee gereden wordt. De software van de datalogger moet worden aangepast, zodat dit snelheidseffect wordt opgeheven.
- Het aansluitpunt van de weegmat (vaste coaxkabel) wordt als zeer kwetsbaar beschouwd. Dit kan vermoedelijk worden verbeterd met een connector (insteek of schroefbaar) en een tussenkabel van 50 tot 100 cm lang.
- De ondergrens van het meettraject van het weegsysteem moet worden verlaagd. Voor gebruik op plattelandswegen moet deze verlaging zo groot zijn dat ook langzaam rijdende voertuigen (ca. 15 km.h⁻¹) binnen het meettraject komen te liggen.
- Er dient te worden nagegaan waarom in secundaire meetrichting wel de voertuigregistratie wordt uitgevoerd en de snelheid wordt gemeten, maar niet de aslast.
- De datalogger houdt (na aanzetten) de data slechts 48 uur in het geheugen opgeslagen. Deze opslagtijd moet minimaal 90 uur worden.
- Van tandemmassen met een wielbasis minder dan 1,1 m worden de assen niet afzonderlijk gewogen.

Nagegaan dient te worden of op permanente meetpunten de inductielussen in het wegdek opgenomen kunnen worden. Ditzelfde geldt voor het aanbrengen van schroefpluggen in het wegdek om de weegmat precies op dezelfde plaats en sneller te bevestigen.

LITERATUUR

- Akker, G. en J. Van Zwieten, 1983. Dynamische aslastmetingen, een nieuw systeem. *Wegen* 57, 4, 103-105.
- Clauwaert, C., 1989. Bepaling van de verkeersparameters in België voor de dimensionering van wegen. In: *Verkeerskundige werkdagen CROW 1989*, Ede. 621-633.
- Consultants, J.M.P., 1986. Results from the M6 (Doxey) axle weight survey (1985). Crowthorne, TRRL. Contractor Report 39.
- Consultants, J.M.P., 1989. Correlation exercise on TRRL weighscale installation. Crowthorne, TRRL. Contractor Report 122.
- CROW, 1987. Belastingpatronen op wegen. Ede, Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek. Publikatie 3.
- Cruz, F. da, 1987. Kermit, a file transfer protocol. Digital press, Bedford, Massachusetts.
- Hauptmeijer, W. 1987. Wegenstructuurnota Walcheren. In: *Verkeerskundige Werkdagen 1987*. Driebergen: 571-586
- I.E.E., 1989. "Road Traffic Monitoring". Conference Publication Number 299. London, Institution of Electrical Engineers.
- Jaarsma, C.F., 1984. Verkeer in een landelijk gebied. Waarnemingen en analyse van het verkeer in Zuidwest-Friesland en ontwikkeling van een verkeersmodel. Wageningen, Landbouwuniversiteit. Proefschrift 1012.
- Jaarsma, C.F., 1989. Plattelandswegen en de ontsluiting van landelijke gebieden: pleidooi voor een planmatige aanpak buiten landinrichtingsprojecten. In: *Planologische Discussiebijdragen*, Delft, Delftsche Uitgevers Maatschappij, 313-322.
- Jones, T.E., 1977. Axle-loads on paved roads in Kenya. Crowthorne, TRRL. Laboratory Report 763.
- Knoflachner, H., 1989. The effect of truck overloading on road maintenance costs on an empirical data basis. In: *Road Traffic Monitoring*. Conference publication 299. London, Institution of Electrical Engineers, 53-55.
- Lear, D., D. Salter and P. Davies, 1984. Automatic vehicle classification, part A. Vehicle classification problems. In: *Road Traffic Data Collection*. Conference publication. London, Institution of Electrical Engineers, 19-21.

- Lee, C.E., 1989. Factors that affect the accuracy of WIM systems. In: Proceedings Third national conference on Weigh-in-motion. Minnesota, Department of Transportation, 14-23.
- Maessen, J.C. en J. Van Zwieten, 1983. Aslastmetingen met een vibracoax-opnemer. *Wegen* 57, 7, 229-232.
- Michels, Th. en J.G.S. De Wilde, 1988. Goederentransport op plattelandswegen; Probleem en onderzoeksaanpak. In: Vervoerslogistieke Werkdagen 1988, Delft. 343-350.
- Moore, R.C., B.G. Stoneman, J. Prudhoe, 1989. Dynamic axle and vehicle weight measurements: weigh-in-motion equipment trials. *Traffic Engineering + Control*. 30, 1: 10-18.
- Moore, R.C. and C. Willis, 1984. Automatic vehicle classification, part B. Recent developments. In: Road Traffic Data Collection. Conference publication. London, Institution of Electrical Engineers, 22-26.
- Pronk, A.C., R. Buijter en J. Van Zwieten, 1983. Ongelijkmatige verdeling van tandemasbelasting. *Wegen* 57, 11: 331-342.
- Pursula, M. and I. Kosonen, 1989. Microprocessor and PC-based vehicle classification equipments using induction loops. In: Road Traffic Monitoring. Conference publication 299. London, Institution of Electrical Engineers, 24-28.
- Rechterschot, D., 1983. Op het platteland. In: *Wegen, verkeer en zwa(arde)re voertuigen*, Den Haag. Vereniging "Het Nederlandse Wegencongres", 128-155.
- Robinson, R., 1976. ALSA: a program for the analysis of axle-load survey data. Crowthorne, TRRL. Laboratory Report 721.
- Southgate, H.F., 1989. Dynamic forces versus static weights; Highway design. In: Proceedings Third National Conference on Weigh-in-motion. Minnesota, Department of Transportation, 34-68.
- Tec, 1987. Handleiding seriële dataport/datacentre 6000 series. De Meern, TEC.
- Tec, 1989. Handleiding verkeerstel en klassificatie apparaat, K6000-TC recorder. De Meern, TEC.
- Truvelo, 1988. Intruction manual axle weight data logger Tdl 500. Duisburg, Truvelo.
- Urquhart, F.A., and A.H. Rhodes, 1986. Characteristics of payload distribution on heavy goods vehicles: a case study. Crowthorne, TRRL. Research Report 80.
- M.D.T., 1989. Proceedings Third national conference on Weigh-in-motion. Minnesota, St. Paul, Department of Transportation.

Wyman, J.H., 1989. An evaluation of currently available WIM systems. In: Proceedings Third national conference on Weigh-in-motion. Minnesota, Department of Transportation, 6-13

Niet gepubliceerde bronnen

Hoorn, A. Van, 1988. Basic programma "DATAPORT".

Meijer, E., 1989. Praktijktest met verkeersregistratie-apparaat. Wageningen, ICW, Nota 1944.

Sietsma, J.T., 1989. Landbouwverkeer op plattelandswegen. Stageverslag. Utrecht, Landinrichtingsdienst.

Wilde, J.G.S. De, 1989. Onderzoek naar aslasten op plattelandswegen: een eerste selectie van meetpunten en afweging van mogelijke meetsensoren. Wageningen, ICW, Nota 1952.

Wit, L.B. De, 1979. Vrachtverkeer op plattelandswegen. Stageverslag. Utrecht, Landinrichtingsdienst.

AANHANGSEL 1

De meettijd bij een dagmeting

Op het meetpunt Middelharnis (34T), wegtype 4, hebben in 1989 de laatste volledige metingen plaatsgevonden (aslasten en tellingen gelijktijdig gedurende 1 dag en daarna tellingen gedurende 1 week). Naar wegtype, verwachte specifieke wegbelasting enz. is aangenomen dat 34T representatief gesteld kan worden voor de andere meetpunten. Voor dit meetpunt is nagegaan gedurende welke uren op een dag de weegapparatuur het beste kan worden opgesteld om toch een groot deel van de voertuigen in de hogere voertuigklassen, de klassen 4 t/m 13 zie par. 3.3, te wegen. Gedurende de week (in de oogstperiode) na de weegdag waarin de verkeersteller bleef opgesteld zijn 110 voertuigen in deze klassen vastgelegd. 49% hiervan passeerde op de vrijdag. 83% hiervan reden tussen 9.00 uur 's morgens en 20.00 uur 's avonds voorbij, waarbij het maximum lag rond 17.00 uur. Rich-ten we ons verder op de weekcijfers dan blijkt 80% van de voertuigen te zijn geregistreerd tussen 8.00 en 19.00 uur, waarbij zich een maximum aftekent tussen 15.00 en 17.00 uur. In deze periode van 2 uur passeerden 24% van de voertuigen in de klassen 4 t/m 13. Nemen we genoeg met ca. 70% van de voertuigen in deze klassen dan zal gemeten moeten worden tussen 9.00 en 17.00 uur. De hoogste voertuigklassen, 9 en hoger, die het minst voorkomen, werden vooral geregistreerd tussen 10.00 en 17.00 uur. Een meettijd tussen 9.00 en 17.00 uur zou geschikt zijn, de meetduur is dan 8 uur. Voorlopig zal ook voor de andere meetpunten getracht worden de genoemde grenzen zoveel mogelijk aan te houden. De praktijk heeft uitgewezen dat een dagelijkse meetduur bij het meten met de weegmat van circa 6 uur nog haalbaar is. Om de geschikte meetduur van 8 uur te bereiken kan de ene keer vroeg en de volgende keer later gemeten worden op hetzelfde meetpunt.

AANHANGSEL 2

Het tot stand komen van de voertuigcodering

2.1 Assencode

Voor het onderzoek naar aslasten is het noodzakelijk dat de asconfiguratie wordt geïdentificeerd. Dit moet zo gebeuren dat de asindeling, het aantal wielen en de bandsoort in de gebruikte code te herkennen zijn. Een gedeelte van deze aanduidingen is terug te vinden in een reeds toegepaste numerieke code, bekend als de TRRL-code (Consultants, 1986) aangevuld met een gestileerde afbeelding van het voertuig in zijaanzicht voor de voertuigsoort. TRRL is de afkorting van het Transport and Road Research Laboratory in Engeland, waar de code het eerst werd toegepast. De code geeft behalve het aantal assen en hun plaats, het aantal wielen per as aan. Sommige onderzoekers (Robinson, 1976, Jones, 1977 en Urquhart and Rhodes, 1986) gebruiken een variant op de zijaanzichtafbeelding in combinatie met de TRRL-code. De variant is hier een bovenaanzicht van het voertuigonderstel waarop behalve het aantal ook de plaats van de wielen per as is aangegeven, zie fig. 11. De variant is

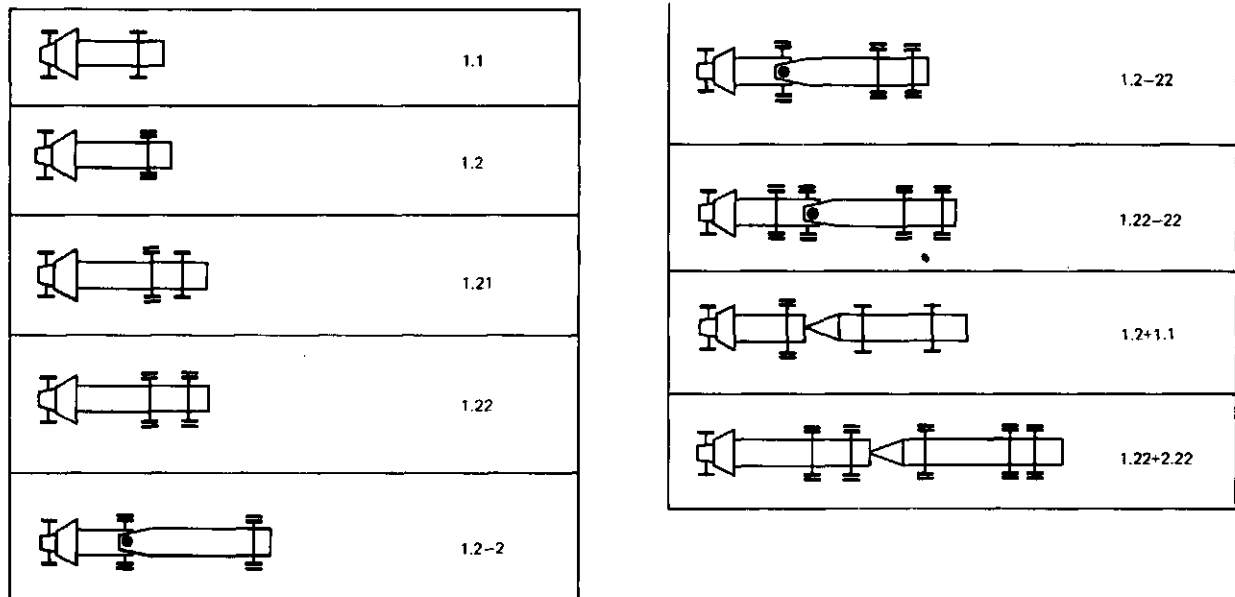


Fig. 11 Voorbeelden van as-configuraties en TRRL-codes.

ook te gebruiken bij een niet-symmetrische opbouw van de wielen. De variant, bovenaanzicht en TRRL-code, maakt het echter niet

mogelijk een super single van een standaard enkel wiel te onderscheiden, of van een lagedruk band of een trekkerachterwiel. De super single ook wel breedband genoemd, (CROW, 1987) is een bredere band dan de standaardband en kan gezien worden als alternatief voor een montering van twee standaard banden dicht naast elkaar (dubbellucht uitvoering). Voor ons is het wenselijk dit onderscheid te maken, omdat afwijkende bandsoorten op de weegmat niet altijd een weegresultaat geven. De TRRL-code kan door een uitbreiding geschikt gemaakt worden om de bandsoorten in de code te onderscheiden.

De TRRL-code voor een vrachtwagen met twee assen en op iedere as twee wielen is 1.1. Heeft deze vrachtwagen achter dubbellucht dan is de code 1.2. Zou de laatste as 6 wielen hebben, wat wel eens voorkomt bij diepladers, dan is de code 1.3. Ook combinaties worden op deze wijze aangegeven. De combinatie truck en aanhanger onderscheidt men door een + teken tussen de code van truck en aanhanger, terwijl voor de combinatie truck en oplegger het + teken vervangen wordt door een -. Voor een 2-assige aanhanger met rondom dubbellucht, getrokken door een truck met 3 assen (achter tandem met dubbellucht), is de TRRL-code 1.22+2.2. Indien de aanhanger rondom super singles zou hebben, zou de TRRL-code 1.22+1.1 toch doen voorkomen dat er standaardbanden gemonteerd zijn. Aangezien meer dan 8 wielen per as niet voorkomen is bij de TRRL-code de hoogste notering een 4. Als aanduiding voor super singles en trekkerbanden, welke laatste ook worden toegepast in dubbele montage, kunnen de cijfers 5 t/m 9 gebruikt worden. (Indien bij dubbele montage op trekkers de buitenste band een kleinere diameter heeft dan de binnenste, dan wordt dat voertuig voor ons onderzoek in code aangeduid alsof er enkele wielen gemonteerd zouden zijn dus als 1.7) Bij de assencode die wij, volgens de schrijfwijze van de TRRL -code, hebben toegepast is de bandcode uit tabel 5 gebruikt.

Tabel 5 Band (of montage)-code voor gebruik in de assencode.

Bandsoort	Code
standaardband	1
dubbellucht standaardbanden	2
3 standaardbanden op 1 asheft	3
(nog niet gebruikte code)	4
super single	5
lagedrukband	6
trekkerband	7
trekkerband in dubbele montage	8
niet-symmetrische montage *)	9

*) niet-symmetrische montage betreft in de landbouw meestal 1 wiel per as.

De assencode is in dit rapport gebruikt. Een probleem bij het gebruik van deze assencode deed zich voor bij de metingen. Zo

wordt een ongeladen truck met assencode 1.22, waarvan de tweede as is opgetrokken door de verkeersteller herkend als 2-assig voertuig. De indeling vindt dan plaats in een lagere klasse dan die waarin het voertuig volgens zijn assen thuishoort. Wij hebben het voertuig bij onze weegregistratie aangemerkt als 1.2 en zullen dat voor deze en overeenkomstige gevallen blijven doen. Maar uiteindelijk zal later bij het bepalen van de gemiddelde aslast voor voertuigen met assencode 1.22 een te hoog gemiddelde voor de tweede as worden bepaald.

2.2 Benaming voertuigsoort

Bij het noteren van de assencode van het voertuig, bleek het gemis van een korte aanduiding voor het soort voertuig. In diverse landen worden verschillende afkortingen gebruikt om voertuigen aan te duiden. In Duits-sprekende landen maakt men gebruik van de ingeburgerde aanduiding Pkw en Lkw als men een personenauto of een vrachtauto bedoelt en in Engeland heeft men voor de vrachtauto meerdere aanduidingen, waarbij van LGV (light goods vehicle) tot en met HGV (heavy goods vehicle) een uitgebreide klasse-indeling gehanteerd wordt. Een gelijknamige aanduiding van voertuigen zou wenselijk zijn. Een voorbeeld van een mogelijke aanduiding van de voertuigsoort met twee letters wordt gegeven in tabel 9. De naam is afgeleid van de Engelse benaming, aangezien enkele namen zoals truck, tractor en trailer, ook elders veel gebruikt worden en de Nederlandse benaming trekker een dubbele betekenis heeft. Het aantal codes kan

Tabel 6 Voorbeeld voor een codebenaming van voertuigsoorten.

Naam	Lettercode	Afgeleid van
aanhanger	tl	trailer
bestelauto	dv	delivery van
bus	bs	bus
dieplepel op wielen	ev	excavator
frontlader	wl	wheel loader
maïskneuzer	mz	maizer
maaidorser	hv	harvester
oplegger	st	semi trailer
oplegger geleed	at	articulated trailer
personenwagen	pc	passenger car
trekker	tt	tractor
vrachtwagen	tk	truck
ziekenwagen	sc	special car

uitgebreid worden met afkortingen voor nog resterende voertuigsoorten.

Door de lettercode uit tabel 6 toe te voegen aan de assencode is een volledige voertuigcodering vastgelegd voor de voertuigsoort, de bandsoort, het aantal wielen en assen, en de plaats van deze onderdelen.

WEEGMATDATA VAN HET MEETPUNT 13T Dalen

(wegdek is niet vlak)

Voertuig volgnummer, datum en tijd van passage, snelheid, lengte van voertuig, aslast per asnummer en afstand tussen de assen

vrtyg nr.	datum	tijd	snelh. (km.h ⁻¹)	lengte (m)	rijstr. 1/ (nr.)	aant. assen	1 (t)	afst. 1 (m)	2 (t)	afst. 2 (m)	3 (t)	afst. 3 (m)	4 (t)	afst. 4 (m)	5 (t)	afst. 5 (m)	6 (t)	Opmerkingen
1	891010	111250	80	10,2	1	vol	3	5,6	3,0	10,3	4,3	8,5						(tk 1,2-2)
2	891010	111837	73	4,3	1	0												
3	891010	112141	71	18,0	1	leeg	4	4,9	4,4	8,2	5,2	3,6	4,9	4,3				(tk 1,2+2,2) (3e as tk op)
4	891010	112942	54	8,7	1	2	2	0,7	3,1	0,7								(dv 1,1+1)
5	891010	113009	13	1,4	1	0												
6	891010	113236	47	19,3	1	leeg	5											(tk 1,5+5,55) (sec. mri., 3e as tk op)
7	891010	114234	51	4,1	1	2	2	0,6	2,5	0,7								(pc)
8	891010	114306	30	4,3	1	0												
9	891010	114518	55	18,2	1	vol	6	5,9	4,2	7,7	1,3	6,6	3,9	7,1	4,4	6,7	1,3	6,2
10	891010	115808	53	7,7	1	2	2	0,9	2,8	0,8								(tk 1,22+2,22)
11	891010	120704	95	4,4	1	2	2	0,7	2,7	0,7								(pc 1,1+1)
12	891010	121041	32	18,9	1	leeg	5											(pc)
13	891010	122511	55	18,0	1	leeg	5											(tk 1,22+2,2)(tk no. 3)
14	891010	123725	64	18,3	1	leeg	5	4,2	4,4	5,9	5,5	2,6	4,3	2,6	1,4	1,4		(tk 1,2+5,55)(3e as tk op)
15	891010	125226	63	4,2	1	1	1	0,6										(tk 1,2+2,22)(3e as tk op)
16	891010	125616	76	3,9	1	0												(pc)
17	891010	130702	67	17,9	1	leeg	5	4,3	4,2	6,3	5,3	3,0	4,4	2,3	1,3	2,6		(tk 1,2+2,22)(3e as tk op)
18	891010	132321	53	8,0	1	2	2	0,6	5,5	1,4								(pc 1,1+1)(aslast van 1,4 t is tanden)
19	891010	132340	70	4,1	1	2	2	0,6	2,6	0,6								(pc)
20	891010	134530	63	20,0	1	leeg	5	3,7	4,6	6,3	6,0	2,8	4,8	2,6	1,5	1,5		(tk 1,2+2,22)(3e as tk op)
21	891010	134627	46	16,4	1	vol	6	6,1	4,1	10,3	1,2	9,4	3,7	6,9	3,2	6,5	1,0	7,9
22	891010	140555	26	6,6	1	2	2	4,5	2,7	1,8								(mz)
23	891010	140608	27	10,5	1	leeg	0											(tt 1,7+1)
24	891010	140612	25	10,7	1	leeg	0											(tt 1,7+1)
25	891010	140649	69	17,5	1	leeg	5	4,6	3,9	8,5	5,1	3,2	4,2	2,9	1,2	2,7		(tk 1,5+5,55)(3e as tk op)
26	891010	140701	73	17,8	1	leeg	5	4,9	4,1	7,7	5,1	3,8	4,3	3,1	1,3	2,4		(tk 1,2+2,22)(3e as trk op)
27	891010	140720	30	4,2	1	0	0											(pc)
28	891010	140724	41	4,5	1	0	0											(pc)
29	891010	141240	41	17,2	1	vol	6											(tk 1,22+2,22) (geen registratie)
30	891010	141829	43	4,1	1	1	1	0,6										(ev, de bak vlak voor de late as)
31	891010	143852	21	2,0	1		1	6,5										(onverklaarbare registratie)
32	891010	143853	77	16,1	1	1	1	6,7										(tk 1,22+2,22) (geen registratie,
33	891010	143901	21	19,2	1	vol	6											onverklaarbaar) (tk vol, tl leeg)
34	891010	143905	23	7,2	1	0	0											(tt 1,5)

1/ ladingstoestand vol = vol beladen; leeg = onbeladen

AANHANGSEL 4

Instellen TEC-teller voor voertuigclassificatie bij
aslastonderzoek

sluit interne batterij aan

datum en tijd

druk '*' en tegelijkertijd '1' (datum): vervolgens
druk '*' en (teg.) '1' (tijd) :
wijzigen: druk '#' en 944 (toegangsnummer) vervolgens
 '*' en '1' (voor datumwijziging) vervolgens voor de plaats van
 het te wijzigen karakter '#' en een cijfertoets voor
 wijziging, vervolgens '*' of '#' indien wijziging is
 uitgevoerd
 '*' en '1' (voor tijdwijziging) vervolgens als bij
 datumwijziging.

telpunt en interval

druk '*' en (teg.) '2' (telpunt) : vervolgens
druk '*' en (teg.) '2' (interval):
wijzigen: druk '#' en 944 (toegangsnummer) vervolgens
 '*' en (teg.) '2' (voor telpuntwijziging) vervolgens voor de
 plaats van het te wijzigen karakter '#' en cijfertoets
 voor wijziging, vervolgens '*' of '#' indien wijziging
 is uitgevoerd
 '*' en (teg.) '2' (voor intervalwijziging) vervolgens '#' en
 bij voortdurend een cijfertoets voor de keuze van het
 interval en vervolgens '*' of '#' indien keuze is
 gemaakt

Interval tijdens simultaan opstelling met weegmat is: 1 min
Interval tijdens weekopstelling is : 60 min

programma en configuratie

druk '*' en (teg.) '3' (programma): vervolgens
druk '*' en (teg.) '3' (configuratie):
wijzigen: druk '#' en 944 (toegangsnummer) vervolgens
 '*' en (teg.) '3' (voor programmawijziging) vervolgens '#' en
 bij voortdurend een cijfertoets voor de keuze van het
 programma, vervolgens '*' of '#' indien keuze is
 gemaakt
 '*' en (teg.) '3' (voor configuratiewijziging) vervolgens '#'
 en bij voortdurend een cijfertoets voor instelling
 dimensie voor sensorafstand en vervolgens dito voor

snelheid. Voor instelling middelste snelheid, snelheidbandbreedte en sensorafstand druk '#', vervolgens cijfertoets voor de in te vullen waarde. Voor wijzigen volgafstand druk '*' en (teg.) '3', daarna '#' en de cijfertoetsen voor de juiste waarden.

Voor aslastonderzoek instellen op:
 programma asklassifikatie, sensorafstand 4,00 m,
 snelheid 60 kpu, bandbreedte 5 en volgafstand 1097 m.

batterijspanning en resultaten

druk '*' en (teg.) '4' en controleer de spanning
 druk '*' en (teg.) '4' en display laat van laatste voertuig het rijstrooknummer, het totaal aantal gepasseerde voertuigen in het interval, de snelheid, het aantal assen, de klasse en de wielbasis zien.

wissen van module

wissen gaat automatisch na het plaatsen van een module met oude parameters, waarna de nieuwe parameters van de teller worden overgenomen. Deze nieuwe parameters en eventueel ingevulde data laten zich op dezelfde teller alleen maar wissen door '#' te drukken.

toegangsnummer

De keuze van het programma of parameters kan gewijzigd worden nadat toegang tot het systeem verkregen is. Dit gebeurt na het intoetsen van een toegangscode van 3 cijfers. Toegang wordt alleen verkregen als tijdens het intoetsen van het toegangsnummer het display zichtbaar is. Druk daarvoor '#'.

AANHANGSEL 5

Algemene punten betreffende het opstellen van meetapparatuur

Een illustratie hoe kritisch het afwegen van de geschikte meetlocatie dient te verlopen, willen we geven aan de hand van een onderzoek (Consultants, 1989) naar de invloed van de dwarshelling op het weegresultaat. Aangetoond werd dat een dwarshelling van 2,5%, de wioldruk van het wiel aan de wegdekrand reeds 6,3% vergroot. Aangezien ons weegsysteem deze wioldruk verdubbelt om de aslast te verkrijgen, wordt in dit geval reeds een afwijking van 6,3% geïntroduceerd. Toch moeten soms concessies gedaan worden ten aanzien van de aangehaalde punten. Het is in ieder geval belangrijk dat de mat iedere keer gemonteerd wordt op exact dezelfde plaats. Daarom wordt overwogen op de meetplaats schroefpluggen in het wegdek aan te brengen, waarmee bovendien een eenvoudige montage van de mat gediend is. Deze mogelijkheid is in studie.

Zowel de weegmat als de inductielussen kunnen bevestigd worden door lijmen of door spijkeren. Het lijmen vereist een droog wegdek op het moment van montage. In noodgevallen kan het wegdek droog gemaakt worden met een gasbrander. Tijdens onze meetdagen werd dikwijls een nat wegdek aangetroffen. Omdat het opstellen sneller verloopt bij spijkeren, zeker op een vochtig wegdek, hebben wij de voorkeur gegeven aan spijkeren. Het weegsysteem bleek snel te installeren. Het aanbrengen van lussen en weegmat op het wegdek duurt ca. 30 min, het aansluiten en controleren vraagt daarna ca. 15 min. Deze tijden zijn exclusief de tijd die nodig is voor het plaatsen van verkeersborden, wat afhangt van de hoeveelheid verkeer op de weg. Onder normale omstandigheden is hier ca. 10 min mee gemoeid. Het opbreken van het geheel kost ongeveer 30 min.

Voordat op de meetlocatie begonnen wordt met het opstellen van de meetapparatuur moet het personeel zich kleden met veiligheidsvesten en dienen waarschuwingshekken en borden geplaatst te worden op ruime afstand van de meetplaats (ca. 50 m ter weerszijden).

Enkele dagen voordat een meting aanvangt, hebben wij de wegbeheerder gewaarschuwd. De politie wordt indien nodig door de wegbeheerder in kennis gesteld van de voorgenomen metingen. In sommige gevallen zal worden verzocht om politie-assistentie. Dit is noodzakelijk op zeer druk bereden wegen en indien voertuigen moeten worden aangehouden om statische wiellastmetingen ter controle van de weegmatmetingen uit te voeren. Tijdens de stilstand kan ook inlichting worden verkregen over de soort belading en de beladingsgraad.

AANHANGSEL 6

Instellen en aansluiten datalogger (Tdl 500)

(uitsluitend indien op 1 rijspoor gemeten wordt)

1. Sluit weegmat connector aan (op Tdl 500)
2. Sluit inductie-lussen connector aan (op Tdl 500)
3. Schakel Tdl 500 aan ('ON') en wacht totdat groene led brandt
4. Druk 'A' in gevolgd door 'C' en Set TIME
5. Gevolgd door Set DATE
6. Controleer TIME (verschijnt automatisch) en druk vervolgens 'C' om DATE te controleren
7. Druk 'A' en 'B' en Set '1' als aantal sporen (indien correctie: druk 'C' en corrigeer)
8. Gewichts-calibratiefactor Cg: toets in na 11, zie display (indien correctie: druk 'C' en corrigeer)
9. Snelheids-calibratiefactor Cv: toets in na 12, zie display (indien correctie: druk 'C' en corrigeer)
10. Lengte-calibratiefactor Cl: toets in na 13, zie display (indien correctie: druk 'C' en corrigeer)
11. Controleer aantal sporen, druk 'B' en controleer. Vervolgens
 ,, Gewichts-cal.fac., druk '1' en controleer. Verder
 ,, Snelheids-cal.fac., druk '2' en controleer. Dan
 ,, Lengte-cal.fac., druk '3' en controleer.
 Correcties kunnen alsnog worden uitgevoerd door eerst 'A' en daarna 'B' in te drukken en cyclus 7 t/m 10 te herhalen
12. Controle MAT-toestand, druk 'D'. 00 is goed
13. Controle LUS-toestand, druk 'D' nogmaals. 410000 = goed
 ↑ ↓---lus rechts
 ↑---lus links
14. Zet de printer aan ('0') en druk 'On line' in.
15. Sluit printer aan op Tdl 500 (Centronics printer port)
16. Druk '1' (spoor 1) voordat het eerste te meten voertuig passeert

NA PASSAGE (Resultaten)

17. Geeft display lengte en snelheid, bijvoorbeeld "045105" wil zeggen de lengte= 4,5 m en de snelheid= 105 km.h-1
18. Druk '1' en display geeft aslast voor 1-ste as en afstand tot volgende as, bijvoorbeeld "11056" is 11 ton aslast en afstand is 5,6 m.
 Druk '2' en display geeft aslast voor 2-de as en eventuele afstand tot volgende as.
 Druk "3" en display geeft (indien 3-de as aanwezig is) enz.
 Nadat resultaten van laatste as op display getoond zijn, druk '1' (spoor 1) voordat de passage van volgende te meten voertuig plaats heeft.

AANHANGSEL 7

Aanmaak inductielussen voor plattelandswegen

Bij de testmetingen en bij de eerste metingen op de meetpunten is gemeten met de door de fabrikant geleverde inductielussen van de afmeting 300 x 150 cm. De lussen komen met de grootste lengte, dwars op de rijrichting. Voor de smalle (ca. 4 m brede) plattelandswegen houdt dat in, dat een gedeelte van de lus over het midden van de weg gelegd moet worden of, indien men dat voorkomen wil, in de berm moet worden gedrapeerd. Om de voortgang van de metingen in september 1989 niet in gevaar te brengen, wat bij bestelling van kleinere lussen zou kunnen gebeuren, zijn enkele lussen van de afmeting 200 x 150 cm aangemaakt.

Als elektrische geleider is hierbij een montage-snoer met een dikte van 1,5 mm² (voorschrift fabrikant) gebruikt. Dit snoer is gelegd midden op 5 cm breed bituthene-glasweefsel band, dat in een rechthoek (200 x 150 cm) op een vlakke ondergrond en met de klevende kant naar boven ligt. Iedere zijde van de rechthoek bestaat uit een aparte band. Begonnen wordt in een hoek op de lange zijde van de rechthoek. Drie omlopen moeten gemaakt worden, waarbij het snoer aansluitend aan de vorige omloop wordt gelegd. Vervolgens wordt met het snoer naar buiten gegaan op de hoek waar gestart werd. De inductielus is gereed, nadat snoer en band zijn afgedekt met band van dezelfde breedte en de klevende zijde naar onderen. De overblijvende ruimte van de bituthene band naast de geleider dient gebruikt te worden als spijkerflens.

Vier lussen zijn op deze wijze aangemaakt. Ze voldoen goed en zijn gemakkelijker aan te brengen dan de bijgeleverde grote lussen door de fabrikant, die normaal voor snelwegen worden gebruikt. Onze gemaakte lussen hebben echter hetzelfde euvel als de bijgeleverde nl., voertuigen met een grotere bodemvrijheid worden niet altijd gemeten.

AANHANGSEL 8

Ophalen aslastdata van datalogger naar VAX

1. Sluit datalogger aan op de PC (COM1) met bijgeleverde kabel
2. Start de PC
3. Plaats floppy "WEEG" in diskdrive A
4. Tik in (na verschijnen sleutel op scherm) het sleutelwoord
5. Start het communicatieprogramma door in te tikken
(na C:\....>): A: <ENTER>
6. Delete eventueel de vorige data, tik in (na A:\>):
DEL ASLASDAT <ENTER>
7. Vervolgens tik in (na A:\>): MSKERMIT <ENTER>
8. Definieer opslagfile, tik in (na Kermit-MS>) LOG SESSION
ASLASDAT <ENTER>
9. Start communicatie door in te tikken (na Kermit-MS>): C
<ENTER>
10. Dump de weegmatdata door, bij een op "OFF" staande
"communications protocol"-schakelaar (Tdl 500), op de
"start data dump" knop (Tdl 500) te drukken (de data
verschijnt nu op het monitorscherm en is overgezonden
indien er na enige tijd geen nieuwe data meer verschijnt)
11. Na het dumpen van de data verbreekt men de communicatie door
in te tikken (tegelijkertijd): <CTRL> en <]> en daarna: C
<ENTER>
12. Om uit mskermite te komen, tik in (na Kermit-MS>): QUIT
<ENTER>
13. Nu Tdl500-plug achter het PC-scherm omwisselen voor VAX-plug
14. Tik in (na A:\>): MSKERMIT <ENTER>, daarna (na Kermit-MS>):
CONNECT <ENTER> en vervolgens: <ENTER> <ENTER>
15. Inloggen op de VAX (na Enter username>): <ENTER> en
(na Local>): C Stavax <ENTER>
16. In eigen directory (na Username>): <ENTER> en
(Password>): <ENTER>, vervolgens tik in (na \$): DIR
<ENTER>
17. Daarna intikken (na \$): KERMIT <ENTER> en (na Kermit-32>):
SERVER <ENTER> en vervolgens (tegelijkertijd) <CTRL> en <]>
gevolgd door: C <ENTER>
18. Overzenden naar directory, tik in (na Kermit-MS>): SEND
ASLASDAT <ENTER>
19. Indien beëindigd (PC piept), tik in (na Kermit-MS>):
FINISH <ENTER>, daarna (na Kermit-MS>): CONNECT <ENTER>
<ENTER>
20. Vervolgens (na Kermit-32>): EXIT <ENTER>
21. Uitloggen, tik in (na \$): LO <ENTER> en dan (na Local>):
LO <ENTER>
22. Gevolgd door tegelijkertijd: <CTRL> en <]> en daarna: C
<ENTER>
23. Als afsluiting (na Kermit-MS>): EXIT <ENTER> en (na A:\>):
SHIP <ENTER>
24. Verwijder floppy en zet PC uit.

AANHANGSEL 9

Ophalen voertuigklassificatiedata van dataport naar VAX

1. Sluit TECdataport aan op de PC (COM1) met speciale kabel
2. Start de PC waarin communicatieprogramma is ingevoerd
3. Tik in (na sleutel op scherm) het sleutelwoord
4. Start de communicatie door in te tikken (na C:\....>):
CD DATAPORT <ENTER>
5. Vervolgens tik in (na C:\DATAPORT): DATAPORT <ENTER>
6. Het Programma geeft nu opdrachten in de vorm van een menu.
Voer die opdrachten uit.
7. Na afwerken van het programma, druk in <ESC> en bekijk
daarna directory door in te tikken (na C:\.....>): DIR
<ENTER>
8. Noteer het nummer van de zo juist gevormde files
9. Delete zonodig de data van de voorgaande
voertuigclassificatie-opnamen door in te tikken
(na C:\.....>): DELK.TAB, zonodig: DELK.INT
en eventueel: DELK.DAT
10. Nu de plug van het dataport achter het PC-scherm
omwisselen voor de VAX-plug
11. Tik in (na C:\.....>): KM <ENTER> ,daarna (na Kermit-MS>):
CONNECT <ENTER> en vervolgens: <ENTER> <ENTER>
12. Inloggen op de VAX (na Enter username>): <ENTER> en
(na Local>): C Stavax <ENTER>
13. In eigen directory (na Username>): <ENTER> en
(Password>): <ENTER>, vervolgens tik in (na \$>): DIR
<ENTER>
14. Daarna intikken (na \$>): KERMIT <ENTER> en (na Kermit-32>):
SERVER <ENTER> en vervolgens (tegelijktijd) <CTRL> en <]>
gevolgd door: C <ENTER>
15. Overzenden naar directory, tik in (na Kermit-MS>):
SENDK.TAB <ENTER>, vervolgens: SENDK.INT
<ENTER> en SENDK.DAT <ENTER>
16. Indien beëindigd (PC piept na iedere file die over gezonden
wordt, kan echter geruime tijd duren), tik in (na
Kermit-MS>): FINISH <ENTER> , daarna (na Kermit-MS>):
CONNECT <ENTER> <ENTER>
17. Vervolgens (na Kermit-32>): EXIT <ENTER>
18. Uitloggen, tik in (na \$>): LO <ENTER> en dan (na Local>): LO
<ENTER>
19. Gevolgd door tegelijktijd: <CTRL> en <]> en daarna: C
<ENTER>
20. Vervolgens (na Kermit-MS>): EXIT <ENTER> en (na C:\DATAPORT>):
SHIP <ENTER>
21. Zet PC uit.

AANHANGSEL 10

Afleveringsdemonstratie van het dynamisch weegstelsel

Bij de aflevering in juli 1989 heeft de fabrikant het dynamisch weegstelsel te Wageningen (Nijenoordallee) gedemonstreerd, waarbij een indicatie werd gegeven van de calibratiefactoren. Daarvoor zijn metingen uitgevoerd gedurende de passages van een 2-assige vrachtwagen. De statische aslast van zowel vooras als achteras van deze vrachtwagen waren elders door middel van een vast opgestelde weegbrug bepaald. De resultaten van deze metingen worden in tabel 7 gegeven.

Tabel 7 Resultaten van metingen bij aflevering van het Truvelo Td1 500 aslastweegstelsel.

Tijd	Snelheid (km.h ⁻¹)	Lengte (m)	Aslast		Totale massa voertuig (t)	Asafstand (m)
			As 1 (t)	As 2 (t)		
12:11:03	51	6,8	1,8	4,2	6,0	3,3
12:14:21	49	6,5	4,6	10,1	14,7	3,2
12:17:11	48	6,3	4,9	9,8	14,7	3,2
12:19:45	48	6,3	4,5	9,8	14,3	3,2
12:22:12	49	7,4	4,5	9,8	14,3	3,3
12:25:06	50	6,6	4,2	9,0	13,2	3,3
12:27:52	46	6,4	4,7	9,1	13,8	3,2
12:30:42	46	6,7	4,3	9,1	13,4	3,2
12:33:18	46	6,5	4,2	8,9	13,1	3,2
12:36:10	48	6,4	4,4	9,2	13,6	3,2
Gemiddelde van de omlijnde waarden						
	47	6,5	4,4	9,0	13,4	
Merkelijke waarden vrachtauto						
		6,5	4,5	8,9	13,4	3,3

Na 5 metingen werd, zie tabel 7 voor de massa globaal een calibratiefactor van 200 bepaald aan de hand van de totale massa van het voertuig. Nadat deze calibratiefactor in het systeem is ingevoerd, is gemeten bij vijf passages (omlijnde waarden in tabel 7). Het gemiddelde van de gemeten massa's uit de omlijnde metingen komt overeen met de statische massa van de ijk-wagen.

Tijdens de demonstratie is eveneens globaal als calibratiefactor een waarde van 102 bepaald voor de lengte. De omlijnde waarden geven de resultaten weer na invoering van deze factor. Het gemiddelde van deze laatste 5 metingen komt overeen met de werkelijke lengte van het voertuig.

De snelheden die met het weegsysteem werden gemeten weken maximaal maar 2,4% af van de snelheden die met de radar gemeten zijn. Voor de referentiemetingen was hiervoor een Mesta 204 D radarsnelheidsmeter opgesteld. Daarom is als calibratiefactor voor de snelheid de defaultwaarde 100 aangehouden.

Tijdens de demonstratiemetingen deelde de fabrikant mede dat het voorkomt dat de eerste as van de voertuigen te laag gewogen wordt. Ook nu ontstond die indruk na globale beoordeling van de tussentijdse resultaten van de passerende voertuigen. Daarom is het beter niet op de totale massa van het voertuig te calibreren maar op de tweede as. Maar concessies moeten worden gedaan aan de opstellingseisen, waar dus een aparte calibratie moet worden uitgevoerd, dienen de calibratiefactoren volgens de verg. 1, 2 en 3 bepaald te worden aan de hand van minstens drie betrouwbare metingen.

De calibratiefactoren voor massa, snelheid en lengte, die gelden voor de punten die wel aan de opstellingseisen voldoen, zullen met testmetingen worden vastgesteld.

AANHANGSEL 11

Toedracht tijdens de testmetingen

Op de eerste testdag is begonnen met het bepalen van de statische aslasten van de ijkwagen op de rijstrook waarop de weegmat is bevestigd. De statische aslast van de vooras bedroeg 3,99 t en van de achteras, tweede voertuigas, 4,19 t (voor verder gebruik zijn deze lasten afgerond naar 4,0 en 4,2 t). De voertuiglengte en de wielbasis bedroegen 7,0 en 3,43 m.

Gecalibreerd is op de aslast van de tweede as van het voertuig, aangezien de eerste as van het voertuig veelvuldig te laag gewogen wordt, zie aanhangsel 10. Bij het begin van de metingen zijn als calibratiefactoren de defaultwaarden voor massa (C_m), snelheid (C_v) en lengte (C_l) ingetoetst, deze waren gelijk aan 100. Daarna zijn steeds series metingen uitgevoerd in de primaire en de secundaire meetrichting. Na iedere serie werden de resultaten geanalyseerd en gemiddeld. Vervolgens zijn met de verg. 1 t/m 3 de calibratiefactoren berekend, die aansluitend zijn ingetoetst in de datalogger. Voor het berekenen van deze calibratiefactoren zijn alleen de resultaten in de primaire meetrichting gebruikt, omdat aanvankelijk getwijfeld werd aan de resultaten in de secundaire meetrichting. Deze laatste leverden namelijk een hogere aslast dan in de primaire meetrichting. Het doel van deze calibratie, om de gemeten waarden gelijk aan de aslast van 4,2 t (achteras) te krijgen, werd na de eerste serie niet bereikt. Daarom zijn meer series metingen uitgevoerd, waarbij de C_m steeds iets werd bijgesteld en ingetoetst alvorens de volgende serie werd uitgevoerd. De eerste testdag werd afgesloten met de globaal vastgestelde calibratiefactoren $C_m = 184$, $C_v = 104$ en $C_l = 065$.

Uit de meetresultaten van de eerste testdag werd geconcludeerd dat bij alle meetseries de dynamische aslasten hoger waren naarmate de voertuigsnelheid hoger was. Dit gold ook voor de secundaire meetrichting. Doordat op de eerste testdag de voertuigsnelheid in de secundaire meetrichting iets hoger was geweest (langer aanlooptmogelijkheid) dan in de primaire meetrichting, leek het aanvankelijk dat in secundaire meetrichting hogere aslasten werden gemeten. Dit was dus niet terecht. Op de tweede testdag is bij het afleiden van de definitieve calibratiefactoren de snelheid voor beide meetrichtingen gelijk en constant gehouden.

Doordat was vastgesteld dat er een relatie was tussen snelheid en aslast moest eerst worden bepaald bij welke (laagste) snelheid de definitieve calibratie moest worden uitgevoerd. In de primaire meetrichting bleek een snelheid van circa 26 km/h¹ de laagste waarbij iedere passage met zekerheid tot een succesvolle meting leidt. Beneden deze waarde werd de mat vaak onvoldoende geactiveerd en vond vaak geen aslastmeting plaats. Voor

de secundaire meetrichting bleek dat deze minimumsnelheid ca. 35 km.h⁻¹ bedroeg. Aangezien een belangrijk deel van het verkeer op plattelandswegen langzamer dan 35 km.h⁻¹ rijdt, zal de fabrikant benaderd worden om de ondergrens van het meettraject te verlagen tot ca. 15 km.h⁻¹. Vier redenen waren er om de snelheid van 35 km.h⁻¹ te verhogen naar 40 km.h⁻¹, bij welke snelheid, in beide meetrichtingen, de calibratie is verricht. Deze redenen zijn:

- De fabrikant adviseert aan de hand van zijn praktijkervaringen bij calibratiemetingen een snelheid van 40 km.h⁻¹ aan te houden.
- Voor een capacitieve weegmat, zoals de door ons gebruikte TAWC Series 8, is aangetoond (Moore, Stoneman and Prudhoe, 1989) dat bij snelheden van circa 40 km.h⁻¹ (25 mph) de verhouding tussen gemeten dynamische aslast en statische aslast gelijk is aan 1.
- Voor een betrouwbaar meetresultaat bij het meten van aslasten moet de rijsnelheid minimaal 40 km.h⁻¹ zijn, stelden Akker en van Zwieten (1983) vast voor de door hun geteste capacitieve weegmat (De constructie van deze mat wijkt iets af van die door ons gebruikt wordt).
- Een snelheid van 40 km.h⁻¹ is op de ijkwagen beter te handhaven dan 35 km.h⁻¹, waardoor met de eerste nauwkeurig is aan te rijden.

Als definitieve calibratiefactoren voor massa, snelheid en lengte zijn $C_m = 180$, $C_v = 102$ en $C_l = 060$. Deze waarden worden in het vervolg aangehouden.