

Geluidreductie streekbus door motorinkapseling "stille streekbus" fase 3

Citation for published version (APA):

Gerretsen, E., & Ling, van, J. A. N. (1980). *Geluidreductie streekbus door motorinkapseling "stille streekbus" fase 3*. (Onderzoekprogramma Interdepartementale Commissie Geluidhinder. VL, Verkeerslawaaï; Vol. VL-DR-03-07). Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1980

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.



instituut voor
wegtransportmiddelen **TNO**

TNO-Complex Zuidpolder
Schoemakerstraat 97
Postbus 237, Delft
Telefoon (015) 56 93 30
Telex 31453 zptno nl



adres Stieltjesweg 1
postadres Postbus 155
2600 AD Delft
telefoon (015) 56 93 00
telex ~~31453~~ 38091

No.: 907.746
Afd.: Geluid
Behandeld: ir. E. Gerretsen (TPD)
ir. J.A.N. van Ling (IW-TNO)
Datum: 6 mei 1980

RAPPORT

GELUIDREDUCTIE STREEKBUS
DOOR MOTORINKAPSELING
ICG-project VL 3.2
"Stille Streekbus", fase 3
Deelrapport 2

AAN

- Directoraat-Generaal van het Verkeer
's-Gravenhage


VOORWOORD

Het doel van het onderhavige rapport is een inzicht te verschaffen in de geluidreductie die kan worden bereikt met het inkapselen van het motorblok van de bij het streekvervoer in gebruik zijnde standaard bussen, te weten de DAF- en de Leyland-uitvoering.

Mede aan de hand van de resultaten van dit onderzoek, waarbij vooral de temperatuurhuishouding van een "ingekapselde" motor werd beproefd, is besloten tot inkapseling van het daarvoor in aanmerking komende busmaterieel.

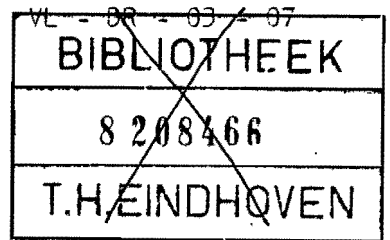
Met de afronding van dit onderzoek is wederom een stap gezet op het pad naar stiller openbaar vervoer.

De Voorzitter van de ICG-Subcommissie
Verkeerslawaai,



ir. W.F.P.M. Van de Weijs

<u>INHOUD</u>	<u>blz.</u>
1. Inleiding	1
2. Opzet en verloop van het onderzoek	1
3. Uitvoering motorkapsel	3
4. Geluidreductie door motorkapsel	7
4.1 Geluidmetingen	7
4.2 DAF-streekbus	7
4.3 Leyland-streekbus	10
4.4 Eerste retrofit-streekbus	13
5. Conclusies	14
Literatuur	17
Tabellen 1 t/m 4	18
Figuren 1 t/m 25	22
Appendix A: Temperatuurhuishouding streekbussen	48
Appendix B: Overzicht van de gebruikte meet- en verwerkings- apparatuur	82



SAMENVATTING

Geluidreductie streekbus voor motorinkapseling

Uit het onderzoek naar de bijdrage van de verschillende deelbronnen tot het totale geluidniveau van twee typen streekbussen (DAF en Leyland -uitvoering) bleek het motorblok de overheersende geluidbron te zijn. Daarom is onderzocht welke geluidreductie kan worden bereikt met het inkapselen van het motorblok. Een belangrijk deel van het onderzoek is daarbij niet zo zeer gericht geweest op de akoestische aspecten, maar op het handhaven van een aanvaardbare temperatuurhuishouding. Experimenten zijn uitgevoerd om te komen tot een zo gunstig mogelijke uitvoering van het kapsel voor wat betreft de doorstroming met rijwind. Bij de DAF-streekbus bleek het noodzakelijk te zijn een oliekoeler toe te passen om tot een aanvaardbare temperatuurhuishouding te komen. Ook bij de Leyland streekbus is dit gewenst, waarbij een verbeterde aanstroming van de radiator voldoende lijkt om een acceptabele watertemperatuur te handhaven: de resultaten daarvan in kwantitatieve zin zullen nog door metingen moeten worden vastgelegd. Door het inkapselen van het motorblok is een geluidreductie van 7,5 dB(A) bereikt bij het optrekkend langsrijden (typekeurings-meetmethode); de gemiddelde geluidniveaus zijn daarbij resp. 82,5 dB(A) (DAF) en 79,5 dB(A) (Leyland). Met ingeschakelde koelventilator geldt voor de beide ingekapselde bussen een waarde van 83 dB(A).

De bepalende geluidsbron bij de ingekapselde bussen is onder deze omstandigheden het uitlaatgeluid, maar ook de andere deelbronnen spelen een belangrijke rol. Verbetering van alleen de uitlaatgeluiddemper zou een reductie van het totale geluidniveau tot gevolg hebben met 1 dB(A); deze berekende waarde wordt bevestigd door metingen aan een prototype voor een nieuwe streekbus, voorzien van een motorkapsel en een betere uitlaatgeluiddemper. Bij het rijden met een constante snelheid overheerst het rolgeluid. Een verdere reductie van het geluidniveau dan nu door motorinkapseling is bereikt, is alleen realiseerbaar als de bijdrage van meerder deelbronnen kan worden verminderd.

ZUSAMMENFASSUNG

Geräuscheinschränkung eines Regionalbusses durch Einkapselung des Motors.

Die Untersuchung über den Beitrag der verschiedenen Teilquellen zum gesamten Geräuschpegel von zwei Typen von Regionalbussen (DAF- und LEYLAND -Ausführung) hat ergeben, dass der Motorkörper die vorherrschende Geräuschquelle ist. Deshalb ist untersucht worden, welche Geräuscheinschränkung durch das Einkapseln des Motorkörpers erreicht werden kann. Ein wichtiger Teil der Untersuchung war

dabei nicht sosehr auf die akustischen Aspekte als vielmehr auf das Aufrechterhalten einer annehmbaren Temperaturhaushaltung gerichtet. Es sind Experimente angestellt worden, um in bezug auf das Durchströmen mit Fahrwind zu einer möglichst günstigen Ausführung der Kapsel zu kommen. Bei dem DAF-Regionalbus erwies es sich als notwendig, einen Ölkühler anzuwenden, um zu einer annehmbaren Temperaturhaushaltung zu kommen. Auch bei dem LEYLAND-Regionalbus ist das erwünscht, wobei, wie es scheint, eine verbesserte Anströmung des Kühlers ausreicht, um eine akzeptable Wassertemperatur aufrechtzuerhalten: Die Ergebnisse in quantitativem Sinne werden hier noch durch Messungen festgelegt werden müssen. Durch das Einkapseln des Motorkörpers ist bei Beschleunigung mit Vollgas (Messmethode für Typenprüfung) eine Geräuschkinderung von 7,5 dB(A) erreicht worden; die durchschnittlichen Geräuschpegel sind dabei beziehungsweise 82,5 dB(A) (DAF) und 79,5 dB(A) (LEYLAND). Mit eingeschaltetem Kühlventilator gilt für die beiden eingekapselten Busse ein Wert von 83 dB(A).

Die bestimmende Geräuschquelle bei den eingekapselten Bussen ist unter diesen Umständen das Auspuffgeräusch, aber auch die anderen Teilquellen spielen eine bedeutende Rolle. Nur Verbesserung des Auspuffschalldämpfers würde zu einer weiteren Verminderung des gesamten Geräuschpegels um 1 dB(A) führen; dieser berechnete Wert wird bestätigt durch Messungen an einem Prototyp für einen neuen mit einer Motorkapsel und einem besseren Auspuffschalldämpfer versehenen Regionalbus. Beim Fahren mit konstanter Geschwindigkeit herrscht das Rollgeräusch vor.

Eine weitere Verminderung des Geräuschpegels als jetzt durch Motoreinkapselung erreicht worden ist lässt sich nur verwirklichen, wenn der Beitrag mehrere Teilquellen herabgesetzt werden kann.

Abstract

Reducing noise levels in rural buses by encapsulating engines.

Research into the various sources of noise for two versions of the bus used on rural services (DAF and LEYLAND) showed the engine block to be major noise source. It was therefore investigated what effect encapsulating the engine would have. A major part of the project did not concern noise levels so much as maintaining acceptable temperature levels. Tests were done to determine the best configuration of the enclosure with regard to the airflow caused by the forward motion of the vehicle. The DAF bus was found to require an oil cooler in order to maintain acceptable temperatures. For the Leyland bus an oil cooler is also desirable whereby an improvement of the airpassage towards improved ducting for the radiators would seem sufficient to maintain acceptable water temperatures: the precise results of this have still to be measured.

Encapsulating the engine resulted in a reduction of 7.5 dB(A), measured with the vehicle accelerating as it drove past (type approval testing method), the average levels being 82.5 dB(A) for the DAF and 79.5 dB(A) for the Leyland

vehicle. The level rose to 83 dB(A) for both versions makes when the cooling fan was engaged.

The predominant noise source of the encapsulated buses under these condition is the exhaust noise. However, other sources are also important. Calculations show that improving the exhaust silencer alone would reduce the overall noise level by 1 dB(A); this figure is substantiated by measurements carried out on a new prototype bus equipped with engine encapsulation and an improved exhaust silencer. When the bus is cruising, tyre noise is found to be predominant.

A reduction in noise levels beyond that now achieved by encapsulating the engine will only be possible if the noise produced by several other sources can also be reduced.

RESUME

Reduction du bruit des autobus regionaux par encapsulage du moteur

L'étude sur la contribution des différentes sources partielles à la production du niveau sonore total de deux types d'autobus régionaux (DAF et LEYLAND) a montré que le bloc-moteur est la source prédominante de bruit. On a donc étudié comment réduire le bruit par encapsulage du blocmoteur. Une partie importante de l'étude ne concernait pas tellement les aspects acoustiques mais plutôt le maintien d'une température acceptable. Des expériences ont été faites pour parvenir à un modèle aussi judicieux que possible de l'encapsulage en ce qui concerne l'écoulement du vent.

Dans le cas de l'autobus DAF, il a fallu appliquer un dispositif de refroidissement de l'huile pour maintenir la température à un niveau acceptable.

Dans le cas de l'autobus Leyland, il a aussi fallu prévoir un système analogue: une meilleure ventilation du radiateur suffit pour maintenir l'eau à une température acceptable; les données quantitatives devront encore être mesurées.

L'encapsulage du bloc-moteur a permis de réduire le bruit de 7,5 dB(A) au moment du démarrage (méthode de mesure d'homologation) ; les niveaux sonores moyens sont de 82,5 dB(A) pour l'autobus DAF et de 79,5 dB(A) pour l'autobus Leyland. En faisant fonctionner le ventilateur, on constate pour les deux autobus encapsulés une valeur de 83 dB(A).

Après encapsulage des autobus, la source sonore déterminante est constituée par le bruit de l'échappement; mais les autres sources partielles jouent, elles aussi un rôle important. En améliorant uniquement le silencieux, on réduirait de 1 dB(A) le niveau sonore total; cette valeur calculée est confirmée par des mesures sur prototype d'un nouvel autobus équipé d'un dispositif d'encapsulage du moteur et d'un silencieux amélioré. Lorsque l'autobus se déplace à vitesse constante, c'est le bruit du roulement qui prédomine.

Une réduction du niveau sonore, supérieure à celle réalisée actuellement par encapsulage du moteur, n'est possible qu'en diminuant la contribution des plusieurs autres sources partielles.

SAMENVATTING

Uit het onderzoek naar de bijdrage van de verschillende deelbronnen tot het totale geluidniveau van twee typen streekbussen (DAF en Leyland-uitvoering) bleek het motorblok de overheersende geluidbron te zijn. Daarom is onderzocht welke geluidreductie kan worden bereikt met het inkapselen van het motorblok. Een belangrijk deel van het onderzoek is daarbij niet zo zeer gericht geweest op de akoestische aspecten, maar op het handhaven van een aanvaardbare temperatuurhuishouding. Experimenten zijn uitgevoerd om te komen tot een zo gunstig mogelijke uitvoering van het kapsel voor wat betreft de doorstroming met rijwind. Bij de DAF-streekbus bleek het noodzakelijk te zijn een oliekoeler toe te passen om tot een aanvaardbare temperatuurhuishouding te komen. Ook bij de Leyland-streekbus is dit gewenst, waarbij een verbeterde aanstroming van de radiator voldoende lijkt om een acceptabele watertemperatuur te handhaven: de resultaten daarvan in kwantitatieve zin zullen nog door metingen moeten worden vastgelegd.

Door het inkapselen van het motorblok is een geluidreductie van 7,5 dB(A) bereikt bij het optrekkend langsrijden (typekeurings-m^eetmethode); de gemiddelde geluidniveaus zijn daarbij resp. 82,5 dB(A) (DAF) en 79,5 dB(A) (Leyland). Met ingeschakelde koelventilator geldt voor de beide ingekapselde bussen een waarde van 83 dB(A).

De bepalende geluidbron bij de ingekapselde bussen is onder deze omstandigheden het uitlaatgeluid, maar ook de andere deelbronnen spelen een belangrijke rol. Verbetering van alleen de uitlaatgeluiddemper zou een reductie van het totale geluidniveau tot gevolg hebben met 1 dB(A); deze berekende waarde wordt bevestigd door metingen aan een prototype voor een nieuwe streekbus, voorzien van een motorkapsel en een betere uitlaatgeluiddemper. Bij het rijden met constante snelheid overheerst het rolgeluid.

Een verdere reductie van het geluidniveau dan nu door motorinkapseling is bereikt, is alleen realiseerbaar als de bijdrage van meerdere deelbronnen kan worden verminderd.

1. INLEIDING

Uit de tweede fase van het onderzoek naar de mogelijkheden tot het verkrijgen van stillere bussen voor het streekvervoer [1]¹⁾ kon worden geconcludeerd dat het motorblok de dominerende geluidbron is bij de huidige streekbus. Dit geldt zowel voor de DAF- als voor de Leyland-uitvoering. Een reductie van het totale geluidniveau is daardoor alleen te realiseren als de bijdrage van het motorblok aanmerkelijk wordt verminderd. Praktisch is dat voor deze bus alleen door motorinkapseling te bereiken. De noodzaak om ook van andere deelbronnen (uitlaat, inlaat, koelventilator) de bijdrage tot het geluidniveau te reduceren en de mate waarin, hangt af van de realiseerbare reductie van het motorblokgeluid en natuurlijk van de gewenste reductie van het totale geluidniveau. Op basis hiervan is besloten het onderzoek in de derde fase voort te zetten met het inkapselen van het motorblok, mede om na te gaan hoeveel reductie hiermee praktisch haalbaar is. In een volgende, vierde, fase zouden dan nog de mogelijkheden van reductie bij andere deelbronnen kunnen worden nagegaan.

In eerste instantie is het onderzoek gericht op de streekbus in DAF-uitvoering. Daarna is op basis van de opgedane ervaringen ook de Leyland-uitvoering bij het onderzoek betrokken. De bussen waren dezelfde exemplaren als bij het "deelbron-onderzoek": respectievelijk bus nr. 6945 en nr. 1052 van de Noord-Zuid-Hollandse Vervoer Maatschappij N.V. (NZH). Het onderzoek is uitgevoerd door de Technisch Fysische Dienst TNO-TH, het Instituut voor Wegtransportmiddelen TNO en het N.V. Centraal Autoherstelbedrijf.

2. OPZET EN VERLOOP VAN HET ONDERZOEK

Aangezien door het inkapselen van het motorblok de warmte-afgifte van dit motorblok wordt bemoeilijkt, is het mogelijk dat de koeling onvoldoende wordt.

1) zie literatuur op blz. 17

Ervaringen bij andere bussen en bij vrachtwagens hebben uitgewezen dat problemen kunnen optreden, bv. ten aanzien van de koelwatertemperatuur, de temperatuur in de brandstofpomp en de olietemperatuur. Gezien deze ervaringen is de warmtehuishouding van de bussen vastgelegd door middel van een groot aantal temperatuurmetingen voordat een kapsel werd aangebracht.

Als bedrijfstoestand is gekozen voor volgas rijden over ca. 60 km. Hierbij zijn nog verschillende situaties gecreëerd door al of niet de instelbare jaloezie voor de radiator (Kysor) toe te passen en de koelventilator uit of in te schakelen, dan wel de inschakeling thermostatisch te regelen via de elektrische koppeling (Pintsch Bamag). Enkele metingen zijn ook uitgevoerd bij stilstand met maximaal toerental en bij een simulatie van een stadsrit met op korte afstanden halteplaatsen.

Het meest opvallende resultaat bij de DAF-streekbus was de hoge olietemperatuur, hetgeen problemen op dat gebied bij inkapseling vrij zeker maakte. Vervolgens is een provisorisch kapsel aangebracht, vooral bedoeld om de temperatuureffecten na te gaan, waarbij inderdaad de olietemperatuur ontoelaatbaar hoog bleek te worden. Ook het monteren van een standaard-oliekoeler voor deze motor (DKDL-koeler, nr. 241680) bleek onvoldoende reductie op te leveren. Daarnaast bleek dat door het kapsel nauwelijks luchtstroming optrad; als er al lucht stroomde dan vond dat plaats tegen de rijrichting in.

Hierna zijn een aantal metingen verricht van de luchtstroming onder een niet-gekapselde bus om te komen tot wijzigingen in de lucht-inlaat en lucht-uitlaat positie van het kapsel. Tevens is met een tweede oliekoeler voor deze motor ("scheepskoeler", nr. 248184) geëxperimenteerd. Met deze oliekoeler (grotare koelcapaciteit en koelen van een grotare oliehoeveelheid) en een gewijzigd kapsel met de luchtinlaat- en lucht-uitlaatopening zo laag mogelijk, bleek dat de temperatuurhuishouding aanvaardbaar kon worden geacht.

Met het provisorisch kapsel, in twee uitvoeringen, zijn ook geluidmetingen uitgevoerd, rondom de stilstaande bus (maximaal toerental) en bij volgas optrekken vanaf 30 km/uur. Hieruit bleek dat een vrij aanzienlijke geluidreductie werd bereikt; zodanig dat uit akoestisch oogpunt een kapsel in deze vorm in principe zou voldoen.

Daarom is, nadat de koelproblemen waren opgelost, op basis van de laatste versie van het provisorisch kapsel een prototype kapsel gemaakt, waarbij zo goed mogelijk rekening is gehouden met de wensen ten aanzien van de bereikbaarheid van de motor en de mogelijkheden tot serieproductie van dit kapsel. Met dit prototype kapsel zijn definitieve temperatuur- en geluidmetingen uitgevoerd.

In deze uitvoering is de bus als proef in de normale dienst opgenomen, waarbij op een aantal essentiële punten temperatuuroptnemers waren bevestigd.

Uit de meetresultaten tijdens een dienstrit bleek dat de temperaturen over het geheel genomen lager waren dan bij de proeven met volgas rijden. Dit wijst er op dat die proeven relatief zware bedrijfscondities betreffen, zodat de daaruit getrokken conclusies met een wat grotere zekerheid voor de normale bedrijfsomstandigheden tijdens de dienst zullen gelden.

Deze uitvoering van de bus is door het CAB vervolgens voor onderzoek aan DAF aangeboden om na te gaan of DAF akkoord kan gaan met de aangebrachte wijzigingen, met name voor wat betreft de koeling. De door DAF getrokken conclusie is:

- de capaciteit van het motorkoelwatersysteem is acceptabel
- de capaciteit van het smeeroliekoelsysteem is acceptabel, zowel met beide koelers als met uitsluitend de scheepskoeler
- over de invloed van de verhoogde temperatuur rond het motorblok op met name motorrubbers kan pas wat gezegd worden bij toepassing gedurende langere tijd in de praktijk.

De door DAF gehanteerde beproevingsmethode (sleepproef bij relatief lage snelheid) levert een hoge belasting bij een laag toerental; de bij het onderhavige onderzoek toegepaste methode (volgas rijden) levert een hoog toerental bij een lage belasting. Voor de olietemperatuur blijkt deze laatste methode het meest kritisch te zijn, voor de watertemperatuur de eerste methode.

Op grond van het eigen onderzoek concludeert DAF dat ook het uitsluitend toepassen van de DKDL-koeler voldoende zou zijn.

De uitvoering van dit prototype kapsel was niet zodanig (zie hoofdstuk 3) dat het voor langere tijd in de praktijk kon worden toegepast. Het kapsel is daarom verwijderd.

Hiermee is de onderzoekfase voor wat betreft de DAF-streekbus afgesloten.

De temperatuurmetingen aan de Leyland-streekbus gaven een enigszins ander beeld te zien. De olietemperatuur lag lager dan bij de DAF, maar de watertemperatuur duidelijk hoger. Door de plaatsing van de radiator onder de bus blijkt slechts in beperkte mate rijwindkoeling op te treden; dit heeft tot gevolg dat de koelventilator veelvuldig ingeschakeld moet zijn.

Vervolgens is op de Leyland-streekbus een motorkapsel (2^e prototype) aangebracht dat in principe gelijk is aan het prototype kapsel bij de DAF; enkele verbeteringen zijn aangebracht op grond van ervaringen met het DAF-kapsel ten aanzien van de bereikbaarheid van motor en motoronderdelen.

Zoals was te verwachten leverde ook bij de Leyland-streekbus dit kapsel een aanzienlijke geluidreductie op.

De water- en olietemperatuur bleken wat hoger te liggen. De watertemperatuur blijft echter aanvaardbaar, ook al betekent dit dat de koelventilator nog vaker ingeschakeld zal zijn.

De olietemperatuur is mogelijk nog net aanvaardbaar, maar het lijkt wenselijk ook hier een oliekoeler toe te passen. Om dat mogelijk te maken moet echter de waterkoeling verbeterd worden. Mede in het kader van een ander onderzoek bij het CAB naar de mogelijkheden tot verbetering van de koeling zijn enkele mogelijkheden tot vergroting van de effectiviteit van de radiator onderzocht. Door de plaatsing van deze radiator vindt maar in beperkte mate koeling via de rijwind plaats. Hierin is verbetering gebracht door het verwijderen van een afdekplaat aan de onderzijde van de radiator (zg. veluwse broek), het monteren van een "luchthapper" op de radiator en door het aanbrengen van gaten in de bumper van de bus.

Hiermee bleek een duidelijke verlaging van de koelwatertemperatuur te worden bereikt en tevens in geringe mate een daling van de olietemperatuur. Ook zonder de gaten in de bumper (bv. voor retro-fit) bleek nog een duidelijke winst op te treden. De wijze waarop bij dit deel van het onderzoek temperatuurmetingen zijn verricht maakt echter een directe vergelijking met eerdere resultaten onmogelijk, zodat de bereikte resultaten niet nader in kwantitatieve zin kunnen worden aangegeven.

Door verschillende oorzaken zijn met de op deze wijze gemodificeerde bus geen uitgebreide serie temperatuurmetingen meer verricht. De bus is in deze uitvoering weer in de normale dienst opgenomen; gedurende het voorjaar, de zomer en het najaar van 1978 zijn daarbij geen problemen opgetreden die zouden kunnen wijzen op onvoldoende koeling. Wel bleek gedurende de winter de luchtinlaatmond van het kapsel gedeeltelijk dicht te sneeuwen, zodat een constructieve wijziging van deze inlaatmond gewenst is. Mede op grond hiervan zal de temperatuurhuishouding van de Leyland-bus in deze versie met toepassing van een oliekoeler als aanvaardbaar kunnen worden beschouwd. Een definitieve bevestiging hiervan kan in een volgende fase worden verkregen.

Hiermee is voorlopig de onderzoekfase ten aanzien van de Leyland-streekbus afgesloten.

Bij de ontwikkeling van een nieuw type streekbus wordt door het CAB ook inkapseling toegepast. Een eerste prototype in DAF-uitvoering is voorzien van een motorkapsel (aan te duiden als 3^e prototype) dat, op de technische uitvoering na, identiek is aan het 2^e prototype kapsel bij het onderhavige onderzoek. Aan dit prototype (37900) van de streekbus zijn enkele geluidmetingen verricht, onder andere om aanvullende informatie te verkrijgen over het effect van een betere uitlaatdemper. Bij de verdere bespreking van het onderzoek zullen ook deze meetresultaten worden betrokken.

Tenslotte is nagegaan in hoeverre het uiteindelijk ontwikkelde kapsel (4^e en laatste prototype), dat in principe geschikt is om in serie te vervaardigen voor nieuwbouw en zg. retrofit, voldoet.

Daartoe zijn geluid- en temperatuurmetingen verricht aan een voor retrofit in aanmerking komende bus (DAF-streekbus nr. 8432 van de Maatschappij West-Nederland), direct voor en na het uitvoeren van de motorinkapseling.

In de volgende hoofdstukken zal nader worden ingegaan op de geluidmetingen aan de bussen en zullen de mogelijkheden tot verdere geluidreductie worden besproken.

In appendix A worden de temperatuurmetingen besproken en de verschillende stappen in het onderzoek om met motorinkapseling tot een aanvaardbare temperatuurhuishouding te komen.

3. UITVOERING MOTORKAPSEL

In figuur 1 is een schets gegeven van de motorinkapseling bij de DAF-streekbus (1^e prototype); het kapsel bij de Leyland-streekbus is in principe hetzelfde maar is op enkele punten verbeterd. In figuur 2 zijn

Bij deze laatste versie van het kapsel bestaat de onderkant uit 8 mm dikke multiplex platen welke gedeeltelijk kunnen worden in- en uitgeschoven. Deze platen zijn aan de motorzijde voorzien van 1,5 mm aluminiumplaat met het oog op de brandveiligheid; dit is gedaan na overleg met de RDW. De noodzaak daarvan en van eventuele andere brandwerende maatregelen zal nog nader moeten worden bekeken.

De verticale delen van het kapsel zijn uitgevoerd in plaatstaal (1,5 mm): voorzover mogelijk zijn deze delen bekleed met 15 mm schuimplastic (Barynal, type 15F20). De schorten en luiken van de buscarrosserie vormen een deel van het kapsel en zijn eveneens met schuimplastic bekleed. In de voor- en achterzijde van het kapsel zijn enkele gaten aangebracht voor de doorvoering van de aandrijf- en leidingen en dergelijke. Verder zijn aan de onderzijde van het kapsel een luchtinlaat- en luchtuitlaatspleet aangebracht; deze zijn uitgevoerd als spleetdemper door de spleet over een diepte van 200 mm aan twee zijden te bekleden met respectievelijk 30 en 15 mm schuimplastic (Barynal).

Dit kapsel wijkt op enkele details af van het 1^e prototype. Bij het DAF-kapsel (1^e prototype) is de vrije hoogte onder de bus kleiner dan wettelijk is toegestaan (fig. 1). Verder zijn multiplex platen toegepast met een dikte van 15 mm; later (na de geluidmetingen) zijn hierop aluminiumplaten aangebracht.

Bij seriebouw van een motorkapsel voor nieuwbouw en/of retrofit zal polyester worden toegepast. De constructie van het kapsel moet aan het gebruik van dit materiaal zijn aangepast. Bij de ontwikkeling van het 3^e prototype kapsel (B7900) is hiermee reeds rekening gehouden. Dit kapsel is vervaardigd van aluminium. Tevens zijn door het CAB bij het ontwerpen van een definitief kapsel de gebruikers (busondernemingen) betrokken. Een belangrijke inbreng daarbij bestond uit de praktische ervaring die door hen is opgedaan met de ingekapselde Lelyland en B7900. Een onderdeel dat op grond daarvan gewijzigd moest worden is de inlaatmond. Uit een aantal mogelijkheden is gekozen voor een absorberend uitgevoerde honinggraat-structuur, hetgeen als bijkomend voordeel kan hebben dat de bovenzijde van de motor wat beter wordt gekoeld en tevens leidingen eenvoudiger kunnen worden doorgevoerd. Een en ander heeft geleid tot het 4^e prototype, het proefmodel voor de serieproductie, zoals dat op de eerste retrofit-bus is toegepast. De opbouw hiervan is in figuur 3^a en 3^b weergegeven. Het kapsel is opgebouwd uit gewapend polyester met een dikte van ca. 2,5 mm. De inwendige bekleding met schuimplastic varieert in dikte van 20 tot 40 mm (zie figuur). Het totale gewicht van het kapsel bedraagt ca. 90 kg.

4. GELUIDREDUCTIE DOOR MOTORKAPSEL

4.1 Geluidmetingen

De geluidproductie van de ingekapselde bus is gemeten op het parkeerterrein langs de Weg der Verenigde Naties te Utrecht.

De metingen zijn verricht rondom de stilstaande bus bij maximaal toeren-tal op 7 m van de carrosserie en bij de volgas optrekkende bus vanaf een snelheid van 30 km/uur op 7,5 m vanaf de rijlijn. Deze laatste situatie komt voor de DAF-uitvoering overeen met de typekeurings-meetmethode; voor de Leyland-uitvoering zou daarvoor een snelheid van 26 km/uur moeten zijn gekozen. In overeenstemming met het deelbron-onderzoek [1] is hier echter van afgeweken; de hieruit voortvloeiende verschillen zullen echter onbetekenend zijn. Ook zijn enkele metingen verricht met een rollende bus, waarbij de motor was uitgeschakeld. Bij de definitieve metingen zijn de microfoonsignalen op de band vastgelegd. Bij een deel van deze metingen en bij enkele tussentijdse metingen is ook het geluidniveau in dB(A) direct afgelezen om ter plekke reeds een indruk te krijgen.

De gebruikte meetapparatuur en verwerkingsapparatuur is vermeld in appendix B.

4.2 DAF-streekbus

In tabel 1 zijn de resultaten opgenomen van de geluidmetingen rondom de stilstaande bus met kapsel (1^e prototype), tezamen met de vergelijkbare metingen voor de niet-ingekapselde bus ([1], tabel 2). Tevens zijn de meetresultaten gegeven, voor deze beide busuitvoeringen, bij volgas optrekken vanaf 30 km/uur.

In figuur 4 is een vergelijking gemaakt tussen de rondom-metingen in dB(A). Een aantal van de bijbehorende geluidspectra zijn gegeven in de figuren 5 tot en met 7.

De gemeten geluidreductie voor de totale DAF-streekbus varieert van 3 tot 9 dB(A), afhankelijk van de positie rond de bus. Naar voren en achteren is de reductie het minst (resp. ca. 5 en 3 dB(A)), naar opzij is de reductie 6 à 9 dB(A).

De reductie bij volgas optrekken is 7 à 8 dB(A). In figuur 7 is te zien dat de reductie bij de hogere frequenties enigszins tegenvalt. De hier weergegeven spectra geven per tertsband het maximum niveau aan dat tijdens het langsrijden optreedt. Bij de ingekapselde bus betekent dit, dat laagfrequent deze niveaus door het uitlaatlawaaï worden bepaald; de niveaus bij de hogere frequenties worden vooral bij de voorkant van de bus bepaald. De overheersende geluidbron is daarbij de luchtaanzuiging.

Aan de hand van de berekende bijdrage van de verschillende deelbronnen ([1]), tabel 6) kan worden berekend dat voor het motorblok een reductie van ca. 13 dB(A) is bereikt naar de zijkanten en een reductie van 7 tot 10 dB(A) naar voren en naar achteren.

In figuur 8 is het geluidsspectrum voor het motorblok naar opzij gegeven en vergeleken met het overeenkomstige spectrum voor de niet ingekapselde bus. De voornaamste winst is bereikt bij de frequenties boven 500 Hz. Bij de lagere frequenties is het beeld wat onduidelijker; mogelijk is de verschuiving van de piek naar de 160 Hz tertsband het gevolg van opslingering (resonanties) binnen het kapsel.

De luchtinlaat- en luchtuitlaatspleet van het kapsel blijken voldoende akoestisch gedempt te zijn. Bij een provisorische afdichting van deze spleeten blijkt het niveau niet meetbaar af te nemen. De wat geringere reductie naar voren en naar achteren vindt zijn oorzaak waarschijnlijk in de openingen in het kapsel voor leidingdoorvoeringen en dergelijke welke niet absorberend zijn uitgevoerd.

In tabel 2 zijn voor de verschillende situaties de bijdrage van de voornaamste deelbronnen bij de ingekapselde bus weergegeven (vergelijk tabel 6 uit [1]). Duidelijk is dat alleen naar achteren er nog sprake is van een overheersende geluidbron (de uitlaat); in andere richtingen en bij rijden en optrekken zijn nu meerdere bronnen van belang. In rijdende situaties blijkt het inschakelen van de koelventilator het totale niveau met ca. 1 dB(A) te doen toenemen bij de ingekapselde bus. Voor de situatie met optrekken werd het niveau bij de niet-ingekapselde bus overheerst door het motorgeluid en treedt het maximum op wanneer het motorblok ongeveer ter hoogte van de microfoon is.

Bij de ingekapselde bus blijkt dit maximum niveau naar een later tijdstip te zijn verschoven (zie fig. 10a)

Doordat tijdens het optrekkend langsrijden de afstanden tot de deelbronnen en het motortoerental varieert, wisselt de bijdrage van de verschillende deelbronnen voortdurend. Bij de niet ingekapselde bus was het motorblok zodanig overheersend dat de bijdrage daarvan op elk moment bepalend was voor het niveau; bij de ingekapselde bus is dit niet meer het geval. Ter illustratie is in figuur 9 het verloop in de tijd weergegeven, van de geluidspectra bij het optrekkend langsrijden, zowel met als zonder inkapseling. Duidelijk is de reductie te zien van de "bult" bij de midden- en hoge frequenties. Bij de lage frequenties is de piek van het uitlaatgeluid te herkennen (met het toerental verlopend van de 80 Hz-tertsband naar de 100 Hz-band) welke later een maximum bereikt dan de geluiddrukkniveaus in de rest van het frequentiegebied.

In figuur 10b en 10c is het berekende verloop van het niveau met de tijd gegeven voor de belangrijkste deelbronnen; het tijdsverloop is hierbij enigszins geïdealiseerd. Voor het uitlaatlawaai is nog onderscheid gemaakt tussen links en rechts van de bus, hetgeen bij de ingekapselde bus ook voor het totale niveau van invloed blijkt te zijn. Het bovenstaande blijkt duidelijk uit deze figuur.

Voor de momenten waarop de voorkant, het midden en de achterkant van de bus de microfoon passeren zijn deze gegevens voor de linkerkant (de lawaaiïgste) ook in tabel 2 opgenomen (in de vergelijkbare tabel 6 uit [1] is alleen het midden opgenomen, waarbij voor elke deelbron met het niveau bij maximum toerental is gerekend).

Voor deze situatie zijn in figuur 11 de A-gewogen spectra weergegeven voor de verschillende deelbronnen. Dit zijn niet de spectra zoals die op een bepaald moment optreden, maar voor elke deelbron het spectrum bij het maximaal geluidniveau dat bij het optrekkend langsrijden optreedt. Hieruit kan worden afgeleid welk frequentiegebied vooral bepalend is voor het geluidniveau in dB(A) van de verschillende deelbronnen.

Aangezien het wegdek minder glad was dan bij de eerdere metingen te Woensdrecht is ook het rolgeluid gemeten. Het geluidniveau in dB(A) bleek daarbij 1 tot 5 dB(A) hoger te liggen dan voor Woensdrecht bij dezelfde snelheden (tussen 30 en 40 km/uur). Het rolgeluid ligt hiermee nog ca. 10 dB(A) onder het totale geluid bij optrekken en heeft dus nog een te verwaarlozen invloed onder deze omstandigheden.

Het geluidniveau in de bus (boven de betaaltafel en 1,2 m boven het motorluik) is niet gemeten onder dezelfde bedrijfsomstandigheden als in [1]. Gemeten is slechts stilstaand bij maximaal toerental, bij de uitvoering met het provisorisch kapsel.

Het niveau bedroeg op beide meetposities 79 dB(A), waaruit kan worden geconcludeerd, op basis van CAB-metingen in dit type bus en de niet geheel vergelijkbare meetresultaten uit [1], dat door inkapseling het binnen-niveau niet of nauwelijks is toegenomen.

De meetresultaten met het prototype voor de nieuwe DAF-streekbus (B7900) geven een zelfde beeld te zien als met de onderzochte bus in DAF-uitvoering ondanks het iets hogere vermogen en maximum toerental van de B7900. Bij de rondom metingen bij maximaal toerental liggen de niveaus aan de achterzijde en rechterzijde van de bus 1 tot 3 dB(A) lager, ten gevolge van een betere uitlaatdemper (experimentele DAF-demper). Bij het optrekken treedt een 1 dB(A) lager geluidniveau op aan beide zijden van de bus.

In figuur 12 zijn enkele spectra gegeven van de metingen rondom de bus waaruit o.a. duidelijk een lager niveau rond 125 Hz blijkt. De wat hogere niveaus in de bovenste octaafband zou het gevolg kunnen zijn van de iets minder zorgvuldig uitgevoerde afdichting van het kapsel.

In figuur 13 is een meting op korte afstand van de uitlaatopening van de B7900 vergeleken met overeenkomstige metingen bij de huidige DAF-streekbus. Duidelijk blijkt over een breed frequentiegebied de grotere geluidreductie van de nieuwe demper; het verschil bedraagt ca. 8 dB(A).

4.3 Leyland-streekbus

De geluidniveaus voor de Leyland-streekbus met ingekapselde motor zijn samengevat in tabel 3; daarin zijn ter vergelijking de niveaus voor de niet-ingekapselde bus ook weergegeven (tabel 2 uit [1]).

In figuur 14 zijn de geluidniveaus in dB(A) rondom de stilstaande bus gegeven; in de figuren 15 t/m 19 zijn enkele bijbehorende geluidspectra opgenomen.

In figuur 20 is het geluidniveau in dB(A) als functie van de tijd weergegeven bij het optrekken vanaf 30 km/h; voor de niet-ingekapselde bus en voor de ingekapselde bus met en zonder ingeschakelde koelventilator. In figuur 21 zijn de spectra vergeleken van het geluid van het motorblok met en zonder kapsel voor de zijkant van de bus.

De geluidreductie voor de totale bus bij stilstand varieert van 3 tot 6 dB(A). Dit is geringer dan bij de DAF-streekbus doordat het motorgeluid bij de Leyland een geringere bijdrage levert tot het totaal dan bij de DAF. De reductie van het motorgeluid zelf blijkt overeen te komen met dat bij de DAF: ca. 12 dB(A) naar opzij en rond 6 en 10 dB(A) naar voren en achteren. (zie ook fig. 21).

Uit figuur 17 blijkt dat door het kapsel het geluidniveau rond 250 Hz enigszins toeneemt, terwijl vanaf 500 Hz een duidelijk reductie optreedt. Vooral bij de hogere frequenties is deze nog groter dan bij de DAF; een goede schatting is daar echter moeilijk doordat de gemeten niveaus in dat frequentiegebied geheel door de andere bronnen lijken te worden bepaald.

Uit geluidmetingen in de luchtinlaatspleet van het kapsel en onder het kapsel is geschat, rekening houdend met het oppervlak van resp. deze spleet en het kapsel, welke bijdrage het geluid uit de spleten levert tot het totale (ingekapselde) motorblokgeluid. Het blijkt dat het geluid uit de inlaat- en uitlaatspleet slechts een geringe bijdrage levert.

Bij volgas optrekken is de reductie 6 à 7 dB(A); met ingeschakelde ventilator is de reductie ca. 4 dB(A). In figuur 18 is duidelijk de winst bij frequenties boven ca. 500 Hz te zien. Deze is groter dan bij de DAF-streekbus (zie figuur 7), hetgeen wordt veroorzaakt door de luchtinlaat die bij de DAF veel meer lawaai maakt dan bij de Leyland. Dit is echter niet van invloed op het maximum niveau aangezien dit nu bij beide bussen door het uitlaatlawaai wordt bepaald, of, bij ingeschakelde koelventilator, door het ventilatorlawaai.

De in figuur 18 gegeven spectra voor de ingekapselde bus zijn momentane spectra, in tegenstelling tot het spectrum van de niet-ingekapselde bus en de spectra voor de DAF-streekbus. De combinatie van de beide spectra voor de ingekapselde bus met uitgeschakelde ventilator geeft echter vrijwel het maximum niveau aan dat in elke toestand optreedt tijdens het langstijden.

Het rolgeluid (uitgeschakelde motor) is met de Leyland-uitvoering te Utrecht niet gemeten. Mede gezien de overeenstemming tussen het rolgeluid van de beide uitvoeringen bij de metingen te Woensdrecht [1], kan het te Utrecht (slecht wegdek) gemeten rolgeluid met de DAF-uitvoering ook voor de Leyland-uitvoering als indicatie worden gehanteerd. In figuur 19 is dit weergegeven, waaruit duidelijk blijkt dat in een deel van het frequentiegebied het rolgeluid bij de Leyland een niet meer te verwaarlozen bijdrage levert; deze invloed is ook in het geluidniveau in dB(A) merkbaar zij het nog slechts in beperkte mate.

In figuur 20 is duidelijk herkenbaar dat de uitlaat het maximum niveau bepaalt (20b) of de koelventilator (20c). Voor het verloop van de curven en de bijdrage van de deelpbronnen op de verschillende momenten geldt kwalitatief hetzelfde als voor de DAF-streekbus (zie hoofdstuk 4.2 en figuur 10). Kwantitatief is dat voor drie momenten ook in tabel 4 weergegeven, waarvoor deze en andere bedrijfsomstandigheden de bijdragen van de verschillende deelpbronnen zijn vermeld.

In figuur 22 zijn voor de situatie bij het optrekken ook de A-gewogen geluidspectra gegeven voor de verschillende deelpbronnen, telkens voor het moment waarop de betreffende deelpbron een maximaal geluidniveau veroorzaakt tijdens het optrekken langstijden. Dit geeft een indicatie van het frequentiegebied waardoor het geluidniveau in dB(A) van de deelpbronnen vooral wordt bepaald.

Het geluidniveau in de bus is bij de Leyland-uitvoering niet gemeten; de subjectieve indruk is dat ook hier het binnen-niveau niet is gewijzigd door het aanbrengen van het motorkapje.

4.4 Eerste retrofit-streekbus

De resultaten van de metingen met deze niet-ingekapselde DAF-streekbus, de uitgangssituatie, geven een enigzins ander beeld dan bij de DAF-streekbus uit het onderzoek (zie tabel 1 en figuur 23, 24 en 25). De geluidniveaus liggen over het algemeen lager en met name stilstaand bij maximaal toerental. Nadere analyse geeft aan dat dit voornamelijk het gevolg is van een geringere bijdrage tot het totale geluidniveau van het motorblok. Stilstaand bedraagt het verschil met de onderzoekbus ten aanzien van het motorblok ca. 7 dB(A); optrekkend is dit verschil echter slechts 2 dB(A). Bij volgas optrekken bedraagt het geluidniveau van deze bus gemiddeld 87 dB(A). In de bus werd stilstaand bij maximaal toerental 74 dB(A) gemeten, zowel boven de betaaltafel als 1,2 m boven het motorluik.

Door het inkapselen van het motorblok nemen de geluidniveaus af tot een vergelijkbaar of lager niveau dan bij de ingekapselde proefbus. Daar waar de niveaus lager liggen wordt dit veroorzaakt door het minder luidruchtige motorblok, met name in onbelaste toestand. De resulterende geluidniveaus rondom de bus wijzen op een reductie door het kapsel van het motorblok-geluid die geheel overeenkomt met de bereikte reductie bij het eerdere prototype-kapsel met mogelijk een iets geringere reductie naar voren toe ten gevolge van de gewijzigde inlaatmond. Daarop zal nog nader worden ingegaan. In deze situatie wordt het geluidniveau volledig bepaald door de andere geluidbronnen, zoals uit tabel 2 kan worden afgeleid.

De resultaten bij volgas optrekken vertonen eveneens hetzelfde beeld als bij het onderzoek, al treedt nu vrijwel geen verschil meer op tussen de zijde van de uitlaatopening en de andere zijde. Ook uit de rondom metingen lijkt een wat andere richtwerking van het uitlaatgeluid op te treden.

De gemeten geluidniveaus geven volgens de typekeuringsmethode (maximaal niveau min 1 dB) een waarde van 82 dB(A) voor de ingekapselde bus zonder draaiende koelventilator en 83 dB(A) met draaiende koelventilator. In de bus bleek het geluidniveau boven het motorluid door het kapsel ongewijzigd te zijn gebleven, terwijl het boven de betaaltafel enigzins bleek te zijn afgenomen (tot 71 dB(A)).

Uit deze meetresultaten lijkt de gewijzigde inlaatmond geen nadelige invloed te hebben, alhoewel het feitelijke verschil met de eerdere versies hierbij wordt verhuld door het minder luidruchtige motorblok. Metingen in en nabij de inlaatmond geven aan dat de geluidreductie in de absorberende inlaatmond ongeveer overeenkomt met die bij de oorspronkelijke inlaatspleet; dit betekent echter dat door de grotere vrije opening het geluid uit de inlaatmond nu een grotere bijdrage levert.

De toename bedraagt ongeveer 5 à 10 dB(A) hetgeen met name naar de voorkant van het kapsel toe betekent dat het geluid uit de inlaatmond niet meer verwaarloosbaar is, maar ongeveer evenveel bedraagt als het geluid dat door het kapsel heen dringt. Hierbij moet overigens wel worden bedacht dat bij de eerdere versies er naast de inlaatspleet zich meerdere openingen in de voorkant van het kapsel bevonden voor de doorvoer van assen, pijpen en dergelijke: dergelijke doorvoeren vinden nu via de geluidabsorberende inlaatmond plaats. Samenvattend heeft de gewijzigde inlaatmond wel in een geringe geluidtoename geresulteerd naar met name de voorkant van de bus en bij het naderen van de bus, maar de invloed op het resultaat van de typekeuringsmeetmethode kan verwaarloosd worden. De temperatuurhouding van deze retrofit-bus en de verandering daarin ten gevolge van het kapsel zijn vergelijkbaar met de situatie bij de proefbus. De gewijzigde inlaatmond van het kapsel lijkt een iets gunstiger luchtdoorstroming tot gevolg te hebben.

5. CONCLUSIES

Het motorkapsel (1^e, 2^e en 3^e prototype) reduceert de bijdrage van het motorblok zodanig (6 tot 13 dB(A), afhankelijk van meetrichting) dat een verdere reductie voor alleen het motorblok vrijwel geen invloed meer zou hebben op het totale niveau. Pas nadat ook de bijdrage van andere bronnen is gereduceerd, zou een verdere reductie onder sommige omstandigheden zinvol kunnen zijn. Door de inkapseling is bij het optrekken (typekeuringsmeetmethode) met uitgeschakelde ventilator het geluidniveau (gemiddeld over linker- en rechterzijde) afgenomen van 90 tot 82,5 dB(A) bij de DAF-uitvoering en van 86,5 tot 79,5 dB(A) bij de Leyland-uitvoering. Met ingeschakelde koelventilator treedt voor de niet-gekapte bussen geen verschil op; bij de ingekapselde bussen worden de geluidniveaus dan ca. 83 dB(A) voor beide uitvoeringen. (Voor de DAF is dit laatste niet gemeten, maar geschat; de waarde stemt goed overeen met de metingen aan de B7900.)

Uit een enkele meting kan voorzichtig worden geconcludeerd dat het aanbrenge van een kapsel nauwelijks invloed heeft op het geluidniveau in de bus.

De luchtdoorstroming van het kapsel is zodanig dat in combinatie met een oliekoeler bij de DAF-streekbus de temperaturen van water, olie, motorblok, lucht en brandstof(pomp) voldoende worden geacht voor een betrouwbaar bedrijf van de bus onder zware belasting bij hoge buitentemperaturen.

Bij de Leyland-streekbus bleek het noodzakelijk de luchtstroom naar de radiator te verbeteren, mede om de toepassing van een oliekoeler mogelijk te maken.

Daarmee werd bereikt dat ook voor deze uitvoering de temperatuurhuishouding naar verwachting aanvaardbaar is, ook al hebben in deze verbeterde uitvoering (nog) geen uitgebreide metingen plaatsgevonden.

Voor beide uitvoeringen geldt, dat verder testen in de praktijk meer zekerheid zal moeten geven over het effect op de langere duur van de hogere temperatuur van en rond het motorblok, vooral t.a.v. pakkingen, rubbers e.d.

Geluid- en temperatuurmetingen voor en na het aanbrengen van de inkapseling (4^e prototype) op de eerste retrofit DAF-streekbus bevestigen het beeld uit het onderzoek, ook al was dit exemplaar van de niet-ingekapselde bus wat minder luidruchtig dan de bus van het onderzoek.

De overheersende geluidbronnen bij het optrekken zijn bij beide ingekapselde bussen de uitlaat en de koelventilator; bij de DAF is ook het inlaatgeluid nog wel van belang. Bij het rijden met constante snelheid (ca. 50 km/h en hoger) overheerst het rolgeluid; een reductie onder deze omstandigheden is nauwelijks meer mogelijk.

Bij de DAF-streekbus zal de koelventilator slechts gedurende korte tijd ingeschakeld moeten zijn, zodat deze bron gemiddeld over de tijd gezien toch niet van grote invloed is. Praktisch gesproken kan het geluidniveau bij optrekken bij de DAF-streekbus nog met 3 dB worden verminderd tot 80 dB(A) door het uitlaatlawaaï, inlaatlawaaï en versnellingsbaklawaaï elk met ten minste 5 dB(A) te verminderen. Verbetering van alleen de uitlaatgeluidemper heeft slechts een reductie met 1 dB tot gevolg. Dit wordt door de metingen met de B7900 bevestigd.

Bij de Leyland-streekbus zal evenals in de huidige niet-ingekapselde versie, de koelventilator regelmatig zijn ingeschakeld en daarmee als een niet te verwaarlozen geluidbron moeten worden gezien.

Bij de Leyland-streekbus is ook nog een reductie met 3 dB mogelijk (geluidniveau dan 78 dB(A)) door het uitlaatlawaaï en versnellingsbaklawaaï elk met 5 dB(A) te verminderen. Dat is echter alleen zinvol als ook het ventilatorlawaaï wordt verminderd (als dit met 5 dB gebeurt wordt het totale geluidniveau met ingeschakelde ventilator 79 dB(A)) of de ventilator door verbeteringen in de waterkoeling minder veelvuldig moet worden ingeschakeld.

Met behulp van de tabellen 2 en 4 is de invloed van deze en andere combinaties te berekenen bij de verschillende bedrijfsomstandigheden.

Of bepaalde maatregelen ook zinvol te realiseren zijn, is van meerdere factoren afhankelijk: kosten, nieuwbouw of "retro-fit", normale bedrijfsomstandigheden t.o.v. typekeuring, beperking door andere eisen, bv. ten aanzien van uitlaatgasemissie.


Daarnaast is het zinvol, ook bij een geringe reductie in het geluidniveau in dB(A), de invloed van maatregelen op het spectrum te bekijken.

Doordat het kapsel vooral bij de midden en hogere frequenties effectief is, zijn bij de ingekapselde bus de lagere frequenties, met name door het uitlaatgeluid, meer bepalend geworden.

Dit betekent o.a. dat, althans bij goed gesloten ramen, de reductie van het geluidniveau in woningen door motorinkapseling duidelijk geringer zal zijn dan hier is aangegeven. Een reductie bij de lagere frequenties, in eerste instantie door een betere uitlaatgeluiddemper, heeft op het geluidniveau gemeten volgens de typekeuringsmeetmethode een geringe invloed, maar heeft wel tot gevolg dat de in woningen te bereiken geluidreductie dan ook bij gesloten ramen vergelijkbaar wordt met de reductie in meetresultaat volgens de typekeuringsmeetmethode.

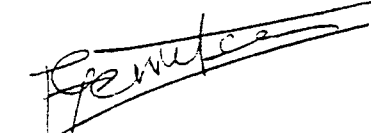
Delft, 6 mei 1980

Instituut voor Wegtransportmiddelen



ir. J.A.N. van Ling.

Technisch Fysische Dienst,



ir. E. Gerretsen

LITERATUUR

- [1] ICG-publicatie VL-DR-03-04 "Geluidproductie totale bus, bijdrage deelbronnen-
project 'Stille streekbus', deelrapport 1".

In dit kader zijn verder reeds de volgende ICG-publicaties verschenen:

- VL-HR-03-01: "Project Brombus -fase 1- Metingen totale geluidproductie Standaardbus
en geluidproductie deelbronnen".
- VL-HR-03-02: "Technische en milieuhygiënische aspecten van bussen voor stads- en
streekvervoer".
- VL-HR-03-03: "Kostenberekeningen met betrekking tot stillere bussen in stads- en
streekvervoer".
- VL-HR-03-05: "Kostenberekeningen met betrekking tot alternatieve vervoertechnieken
in het voorstadsvervoer".
- VL-HR-03-06: "Samenvattend overzicht van geluidemissie, energieverbruik en uitlaat-
gasemissie bij alternatieve mogelijkheden voor het openbaar vervoer".

Tabel 1: Geluidniveaus in dB(A) voor de ingekapselde en de niet-ingekapselde DAF-streekbus gemeten op 7 m van de carrosserie en 7,5 m van de rijlijn; onderzoek-bus en eerste retrofit-bus.

meetsituatie	DAF-streekbus; NZH nr. 6945			
	niet-ingekapselde motor		ingekapselde motor	
rondom, maximaal toerental; positie (zie fig. 4)	zonder koelventilator		zonder koelventilator	met koelventilator
voor { 12 1 2	82 81 82	82	75 76 77	82 85
links { 3 4 5	85 86 85	85	77 77 77	77
rechts { 11 10 9	84 84 83	84	77 77 76	81 79
achter { 8 7 6	80 78 82	80	77 75 77	76
volgas optrekken, vanaf 30 km/uur (gemiddelde 2 metingen aan beide zijden) (standaardafwijking tussen haken)	90 (+ 0,5)		links: 33 rechts: 82 gemiddeld: 82,6 (+0,6)	
DAF-streekbus; West-Nederland nr. 8432				
rondom				
voor { 12 1 2	76 (met ventilator); 76 78	77 85	73 74 74	84
links { 3 4 5	80 80 81	81	75 75 75	77
rechts { 11 10 9	78 79 78	79	74 75 75	78
achter { 8 7 6	78 77 78	78	76 76 75	77
volgas optrekken				
links	87		83	84
rechts	86		83	83
gemiddeld (σ)	86,7 ($\pm 0,8$)		83,1 ($\pm 0,2$)	83,4 ($\pm 0,5$)

Tabel 2: Berekende bijdrage van de deelbronnen bij de ingekapselde DAF-streekbus tot het totale geluidniveau in dB(A) op 7 resp. 7,5 m afstand onder verschillende omstandigheden; vergelijking met gemeten totale niveau, resultaten met koelventilator tussen haken

omstandigheid 1)	deelbronnen						berekend	gemeten	
	motorblok ingekapseld	versnel- lingsbak	uitlaat	inlaat	rollen	ventila- tor		ingekap- seld	niet-in- gekapseld
<u>stilstaand</u>									
voor (1)	74	64	63	71	-	83	76 (84)	76 (85)	81
links (4)	71	72	73	67	-	77	77 (80)	77	86
rechts (10)	73	72	67	68	-	77	77 (80)	77 (81)	84
achter (7)	65	64	77	58	-	70	77 (78)	75 (mpt.6:77)	78 (mpt.6:82)
<u>rijdend</u>									
C 50	66	67	61	61	73	64	75 (75)	-	82
C 80	72	73	69	70	79	71	81 (82)	-	88
A 30; 2)	72	73	56	76	69-72 3)	79	79 (82)	83	90
links 2) midden	75	76	76	73		76	82 (83)		
links 2) achter	71	72	81	63		71	82 (83)		

- 1) C 50 en C 80 wil zeggen bij constante rijsnelheid van 50 resp. 80 km/uur
A 30 wil zeggen accelereren vanaf een aanrijsnelheid van 30 km/uur
- 2) In [1] zijn de bijdragen bij optrekken berekend voor het midden van de bus en maximaal toerental; in deze tabel is rekening gehouden met het werkelijk optredende toerental op de verschillende posities
- 3) De hoogste waarde geldt voor het parkeerterrein te Utrecht; deze waarde is gehanteerd bij het totale niveau
- 4) mpt. 6 is het meetpunt dat het dichtst bij de uitlaatopening is gelegen

Tabel 3: Geluidniveaus in dB(A) voor de ingekapselde en de niet-ingekapselde Leyland-streekbus gemeten op 7 m van de carrosserie en 7,5 m van de rijlijn.

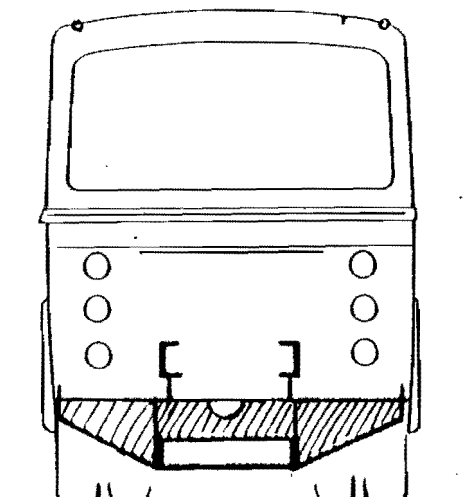
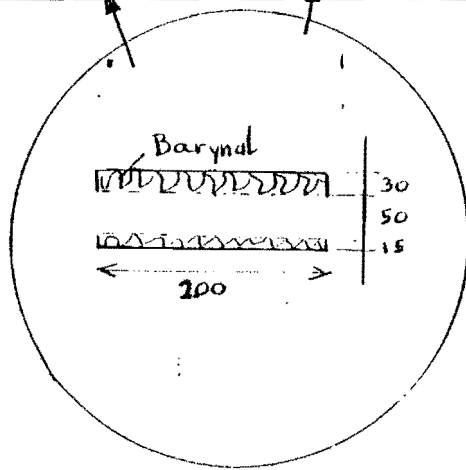
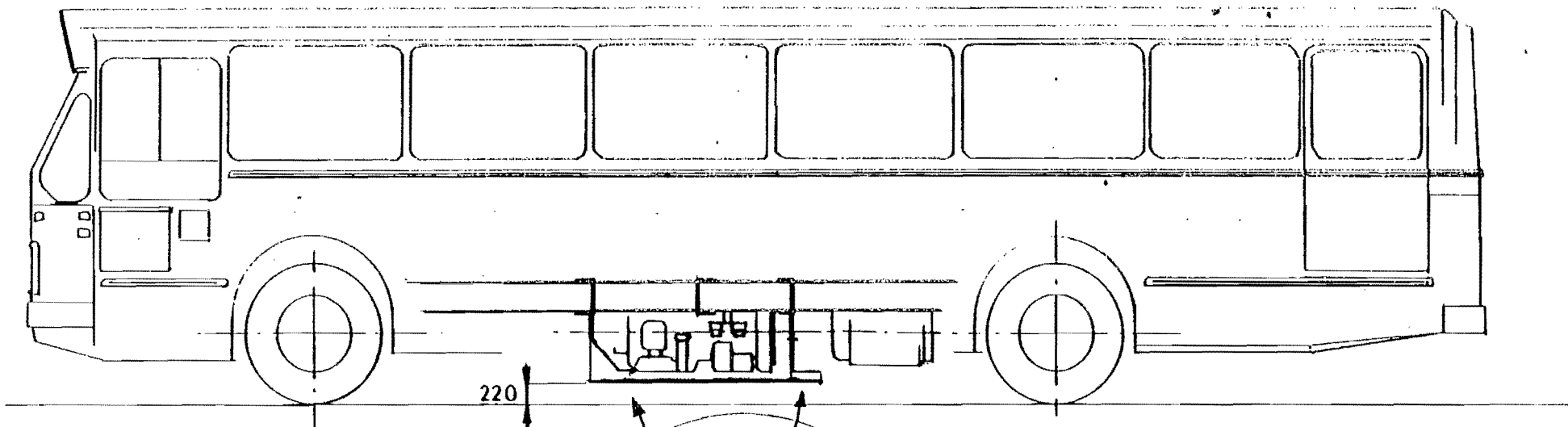
meetsituatie	Leyland-streekbus			
	niet-ingekapselde motor		ingekapselde motor	
	zonder koel-ventilator	met koel-ventilator	zonder koel-ventilator	met koel-ventilator
rondom, maximaal toerental; positie (zie fig.14)				
voor { 12 .1 2	77 76 78	- 77 79	71 71 71	71 81
links { 3 4 5	79 83 80	81 -	73 75 76	75 80
rechts { 11 10 9	78 79 78	78 -	72 74 75	74 80
achter { 8 7 6	79 80 81	80 -	77 77 77	77 79
volgas optrekken, vanaf 30 km/uur (standaardafwijking tussen haken)	86,5 (+0,5)	36 (één meting)	links: 81 rechts: 79 gemiddeld: 79,7 (+1,1)	82,4 (+0,4)

Tabel 4: Berekende bijdrage van de deelbronnen bij de ingekapselde Leyland-streekbus tot het totale geluidniveau in dB(A) op 7 resp. 7,5 m afstand onder verschillende omstandigheden; vergelijking met gemeten totale niveau, resultaten met koelventilator tussen haken

omstandigheid 1)	deelbronnen						berekend	gemeten	
	motorblok ingekapseld	versnellingsbak	uitlaat	inlaat	rollen	ventilator		ingekapseld	niet-ingekapseld
<u>stilstaand</u>									
voor (1)	66	59	62	68	-	77	71 (78)	71 (81)	76 (79)
links (4)	68	67	72	65	-	78	75 (80)	75 (81)	83
rechts (10)	70	67	66	65	-	78	74 (79)	74 (80)	79
achter (7)	70	59	76	54	-	71	77 (78)	77 (78)	80
<u>rijdend</u>									
C 50	66	64	59	62	73	71	75 (76)	-	81
C 75	72	70	67	67	78	77	80 (82)	-	86
A30; 2) voor	72	67	60	68	68-70 3)	76	76 (79)	81 (83)	87
links 2) midden	75	73	71	66		78	79 (82)		
achter	74	68	77	56		74	80 (81)		

- 1) C 50 en C 75 wil zeggen bij constante rijsnelheid van 50 resp. 75 km/μur
A 30 wil zeggen accelereren vanaf een aanrijsnelheid van 30 km/uur
- 2) In [1] zijn de bijdragen bij optrekken berekend voor het midden van de bus en maximaal toerental; in deze tabel is rekening gehouden met het werkelijk optredende toerental op de verschillende posities
- 3) De hoogste waarde geldt voor het parkeerterrein in Utrecht; deze waarde is gehanteerd bij het totale niveau

Figuur 1: Schets van de motorinkapseling bij de DAF-streekbus (1^e prototype)



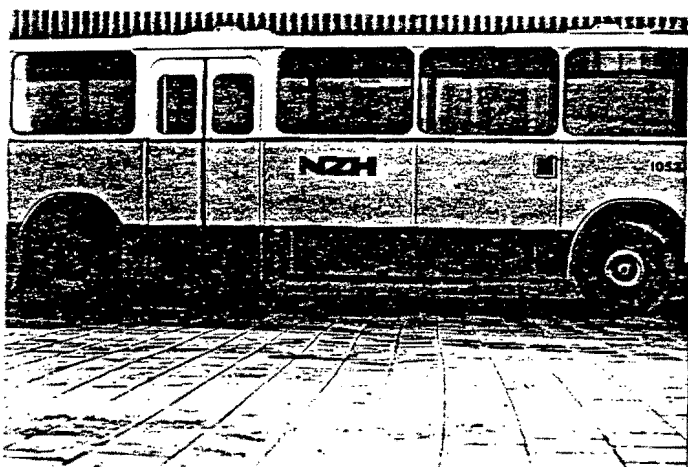
nummer 907.746

blad 22

BENAMING:			
schets PROTOTYPE MOTORKAPSELING 6945			
LETTER	WIJZIGINGEN		
FORM.	TEKENING Nr.		
A4	77060		



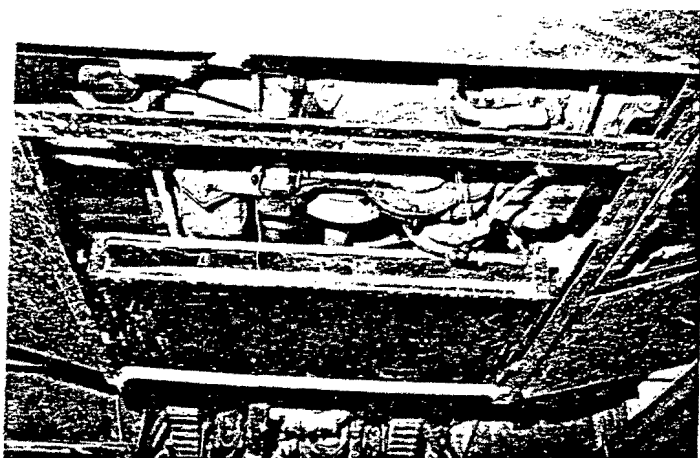
N.V. CENTRAAL AUTOHERSTEL BEDRIJF



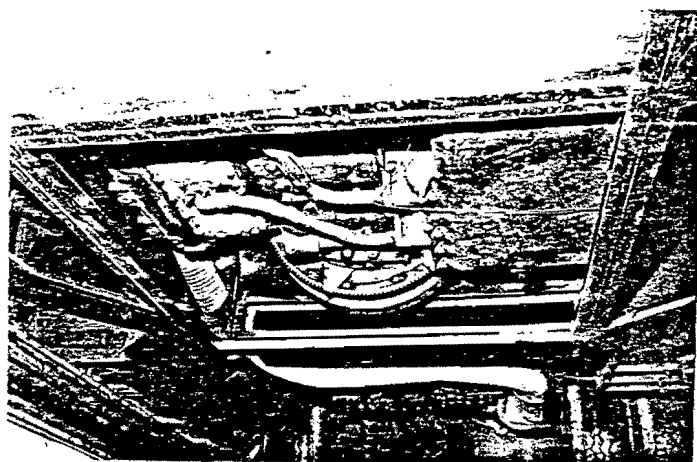
zijaanzicht



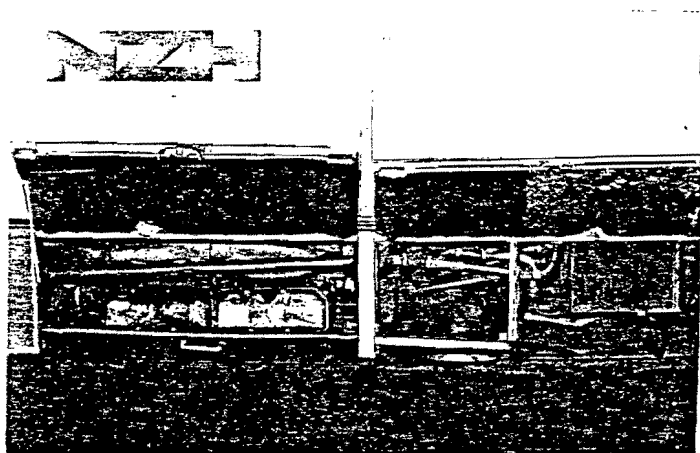
onderaanzicht van voor naar achter;
bodemschuiven gedeeltelijk open



luchtinlaat van motorzijde gezien;
bodemschuiven geopend



luchtuitlaatspleet van motorzijde
gezien; bodemschuiven geopend

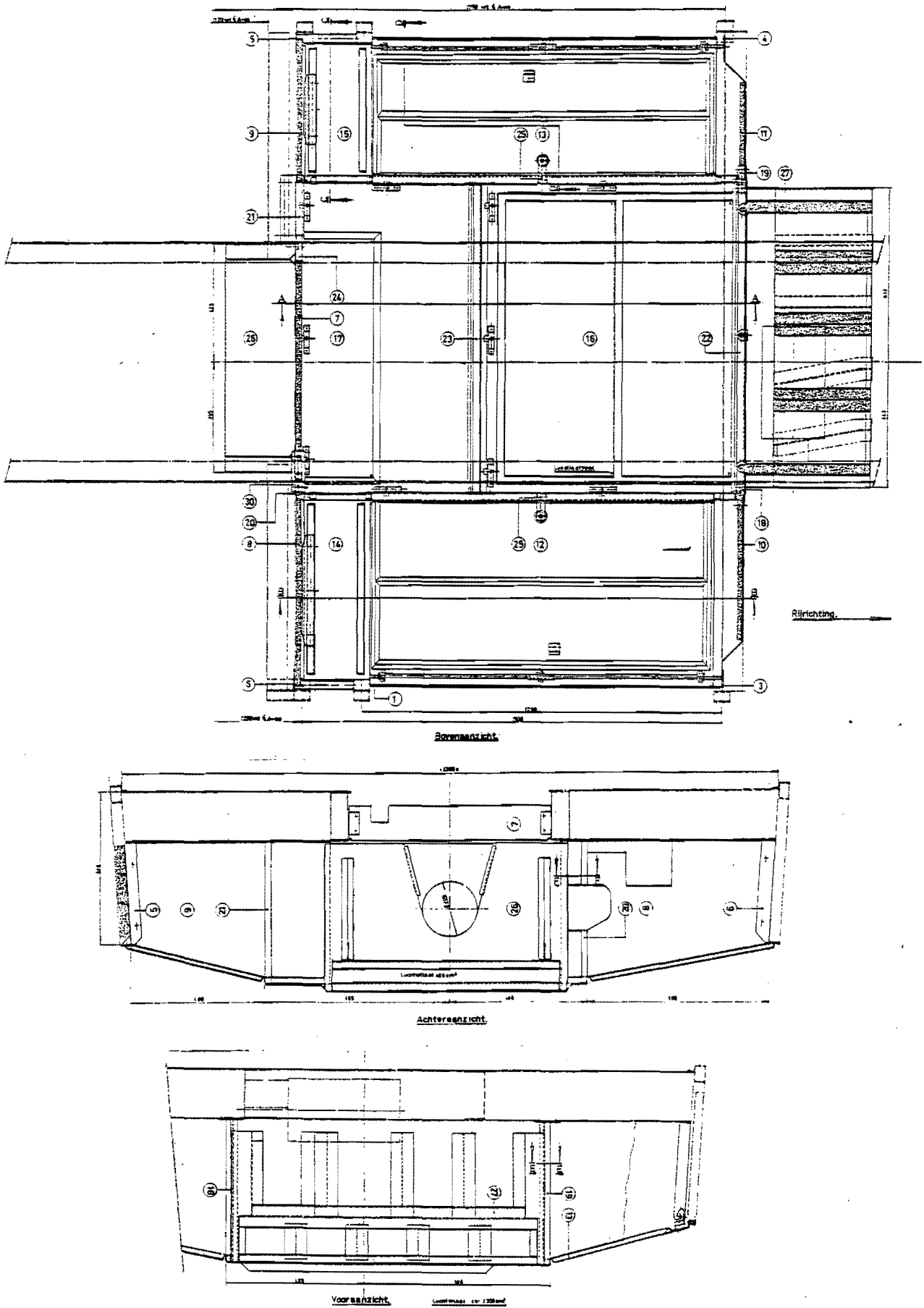


rechter aanzicht;
kleppen open

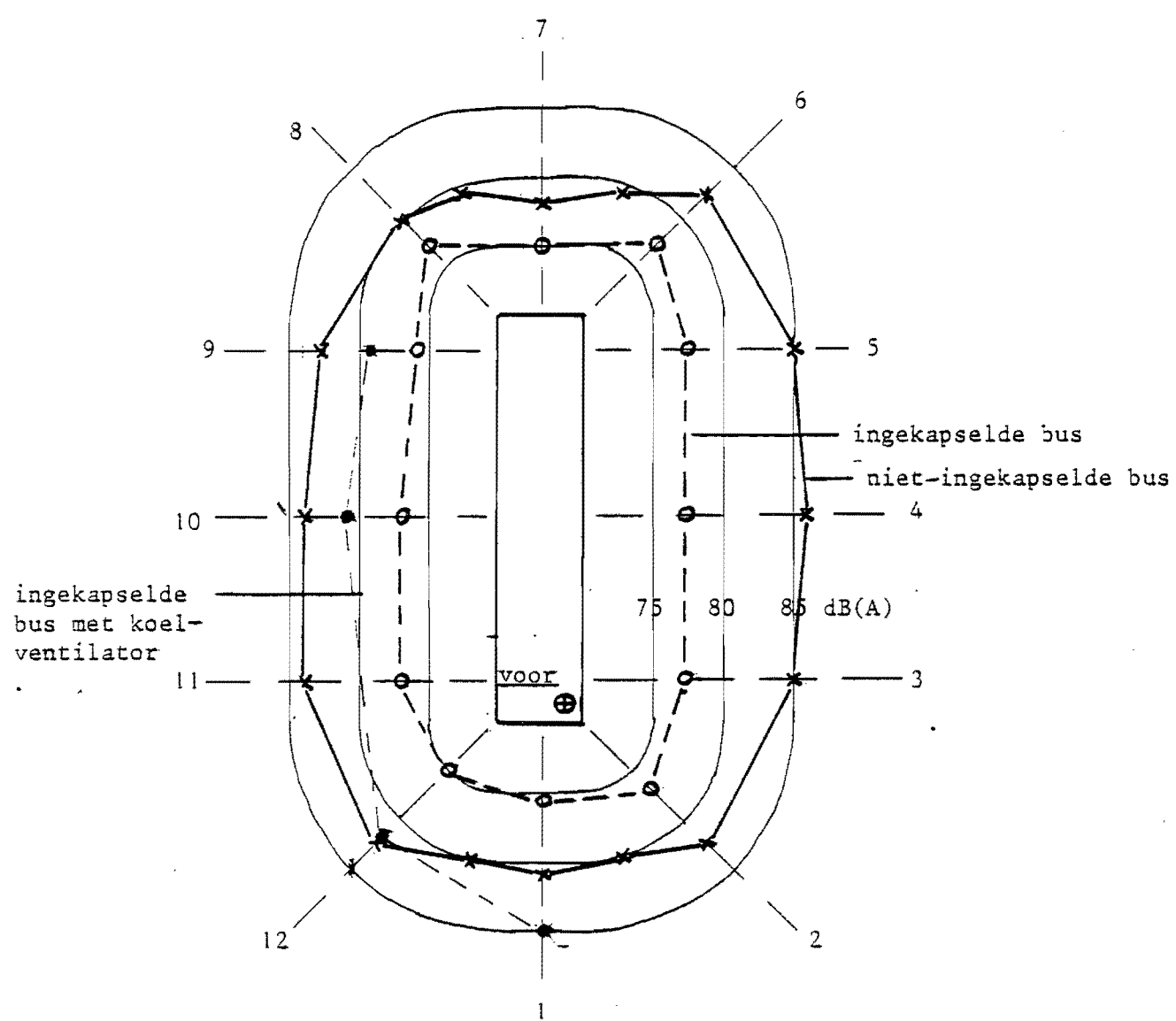


detail bij luchtfilter

Figuur 2: Enkele foto's van het motorkapsel bij de Leyland-streekbus (2^e prototype)



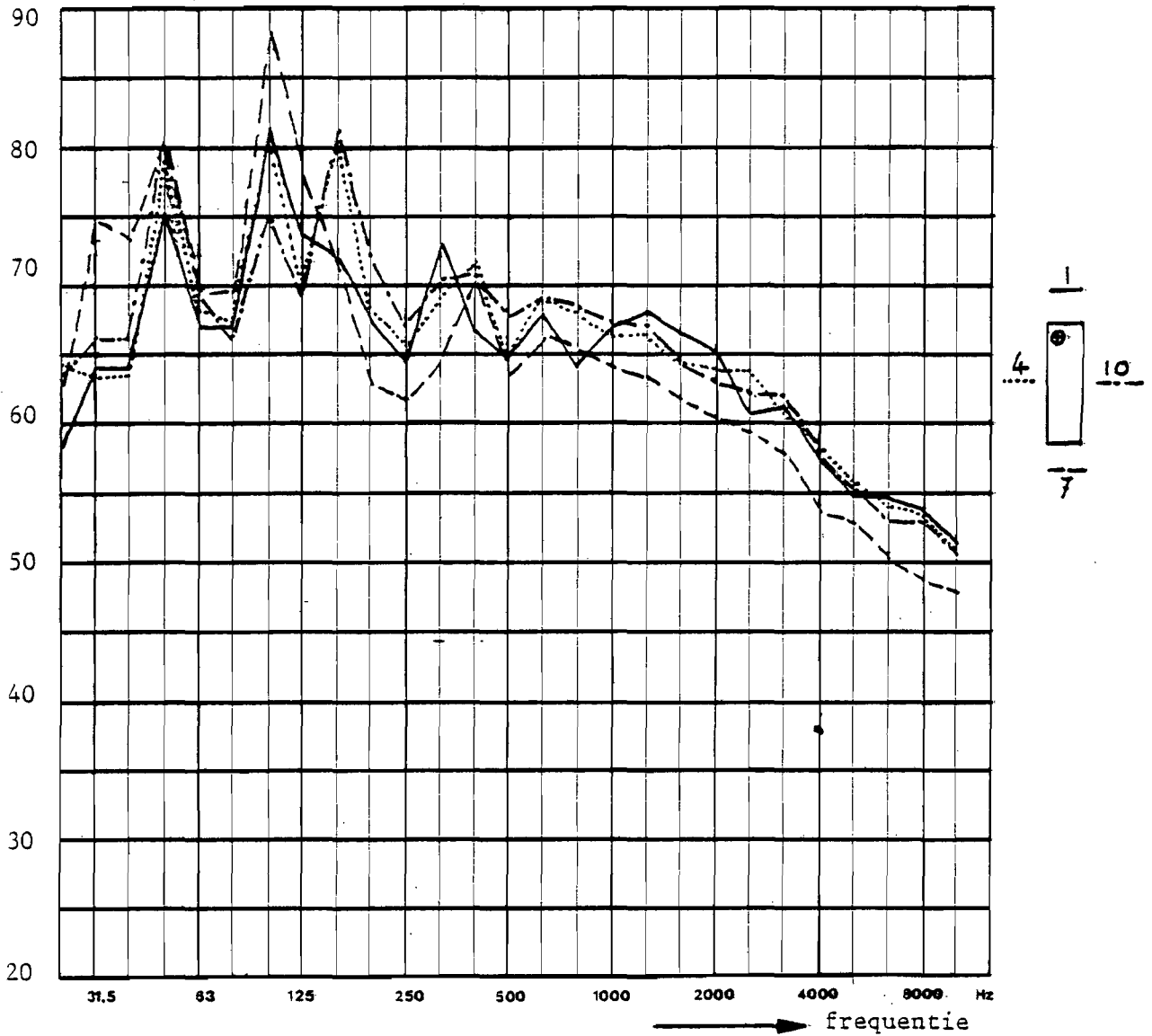
Figuur 3^b: Opbouw van het uiteindelijke motorkapsel (4^e prototype);
 boven- achter- en vooraanzicht.



Figuur 4: Geluidniveaus in dB(A) rondom de DAF-streekbus bij maximaal toerental; niet-ingekapselde versie (x), ingekapselde versie (o) en ingekapselde versie met ingeschakelde koelventilator(•)

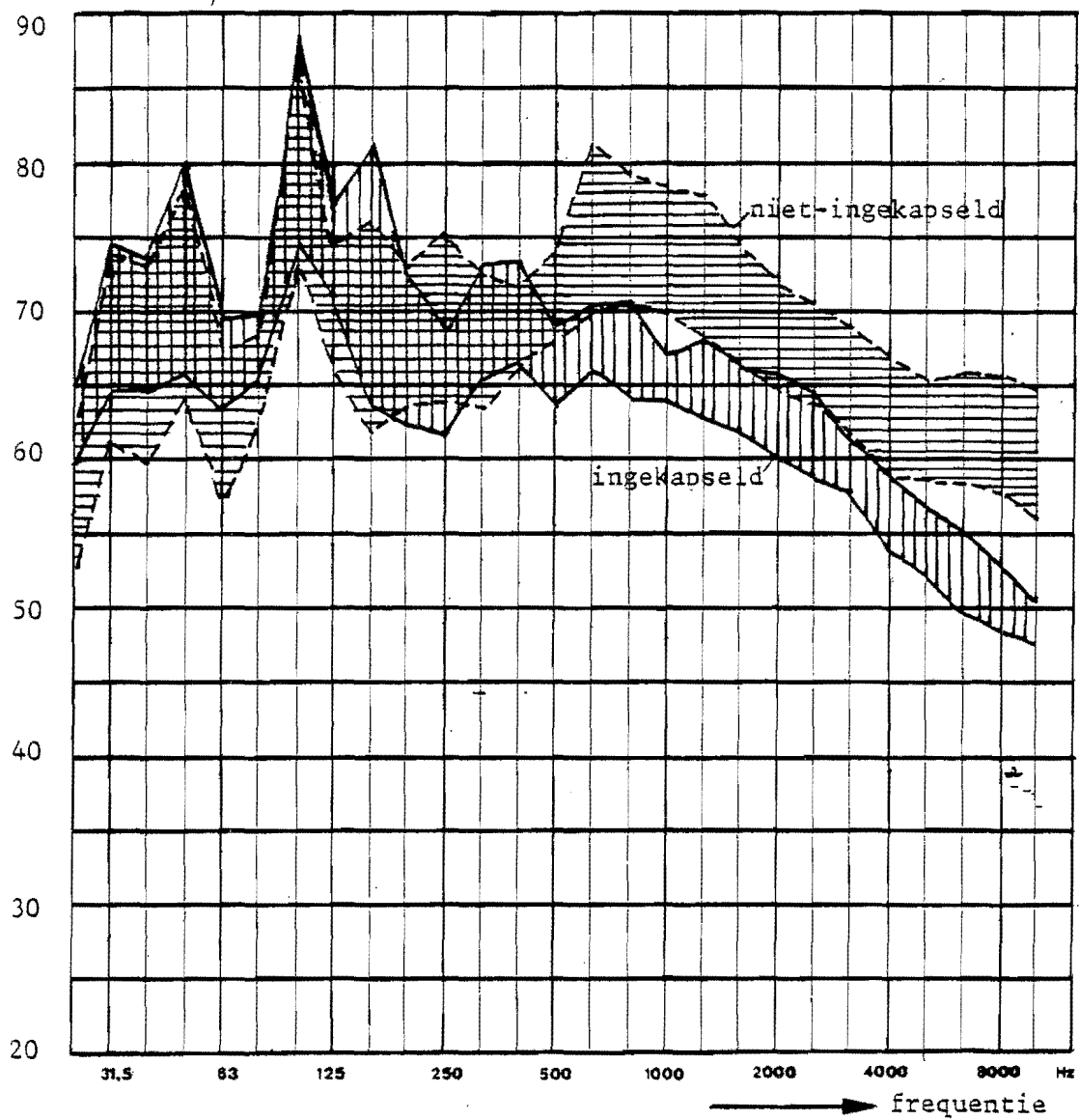
geluiddrukkniveau in tertsbanden

dB t.o.v. 20 μ Pa



Figuur 5: Geluidspectra op vier posities rondom de ingekapselde DAF-streekbus bij maximaal toerental

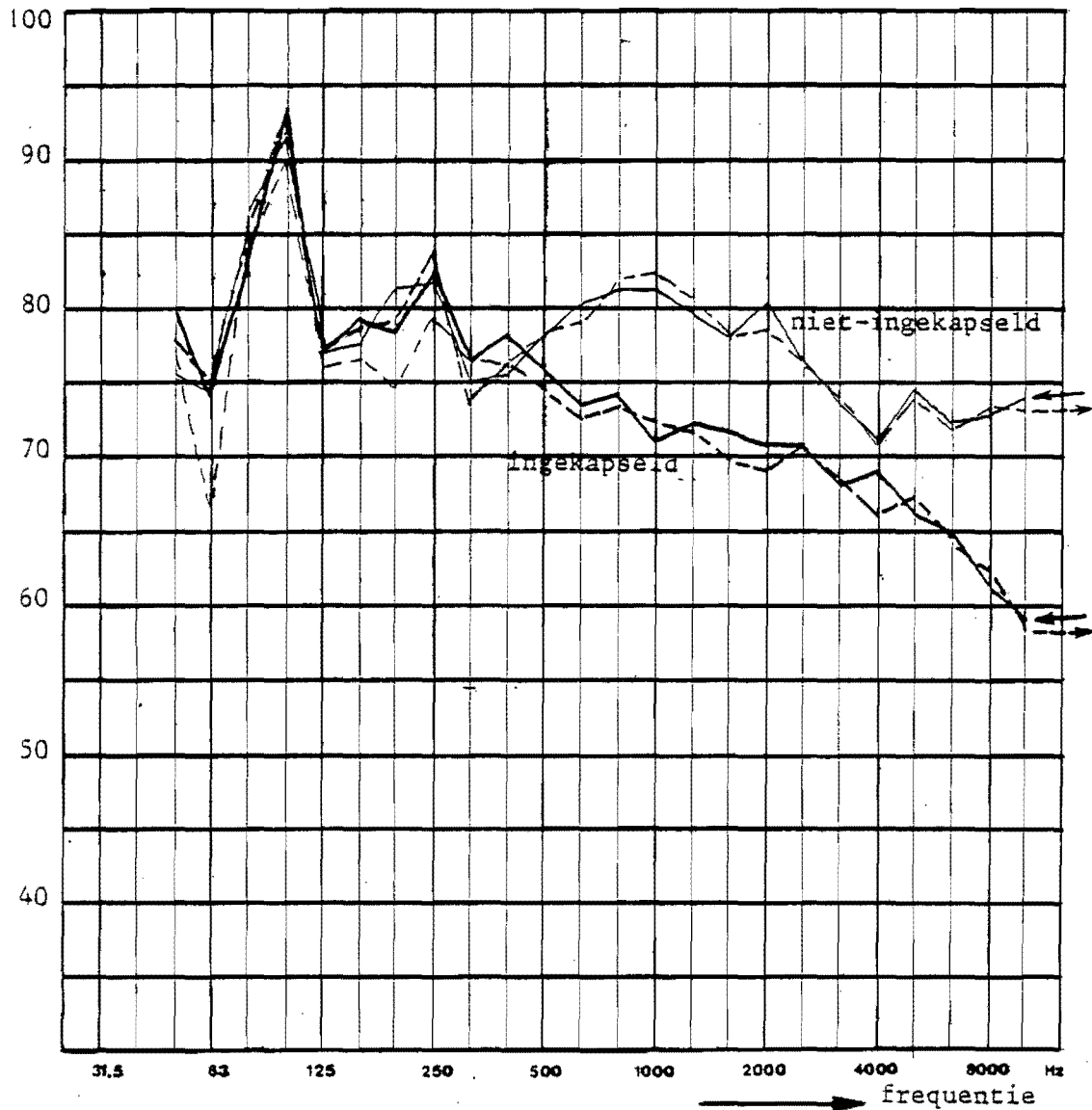
geluiddrukkniveaus in tertsbanden
dB t.o.v. 20 μ Pa



Figuur 6: Band waarbinnen de geluidspectra liggen voor twaalf posities rondom de DAF-streekbus bij maximaal toerental; voor de ingekapselde en niet-ingekapselde versie.

geluiddrukniveau in tertsbanden

dB t.o.v. 20 μ Pa

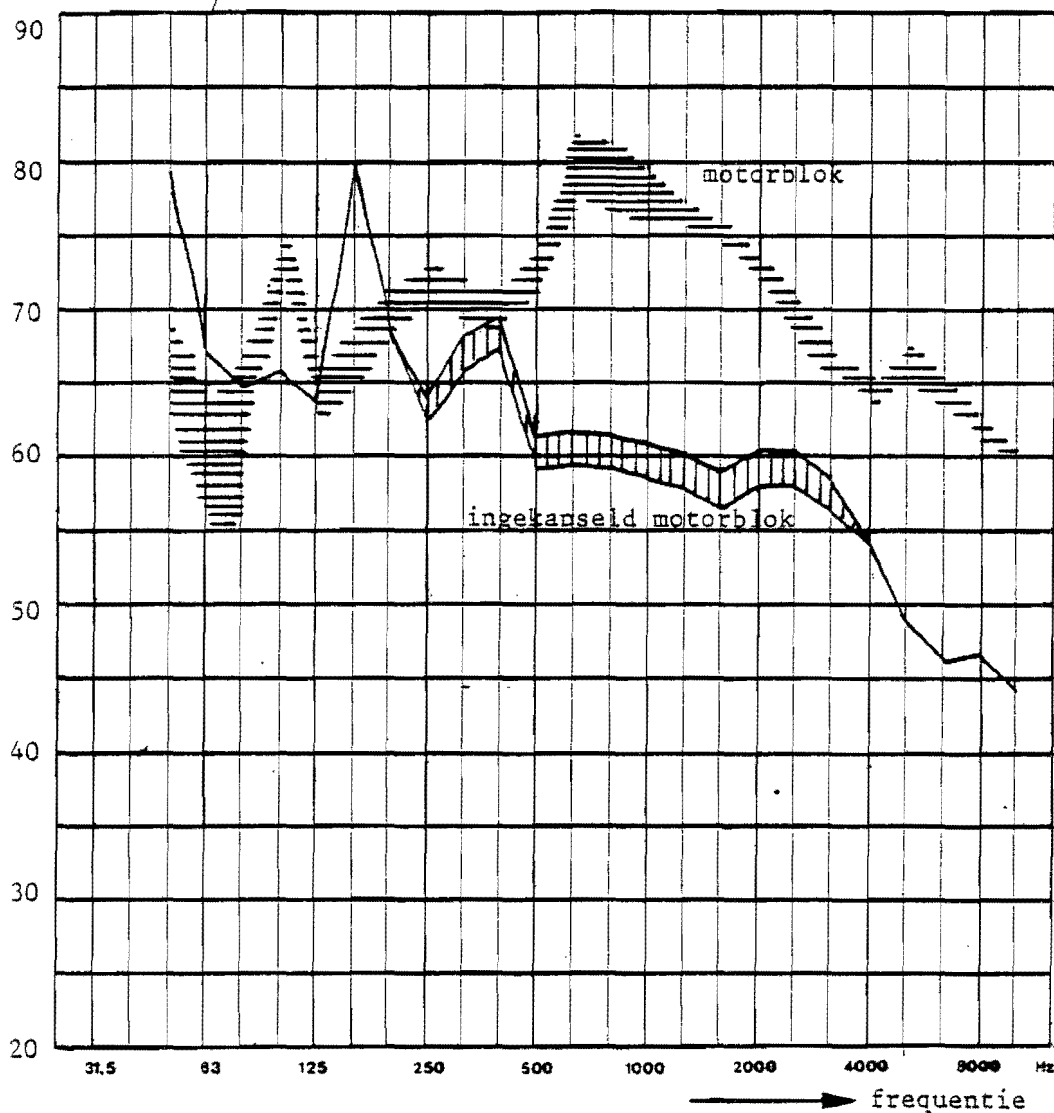


Figuur 7: Geluidspectra bij het maximum niveau voor de optrekkende DAF-streekbus vanaf 30 km/uur in twee rijrichtingen; voor de ingekapselde en niet-ingekapselde versie.

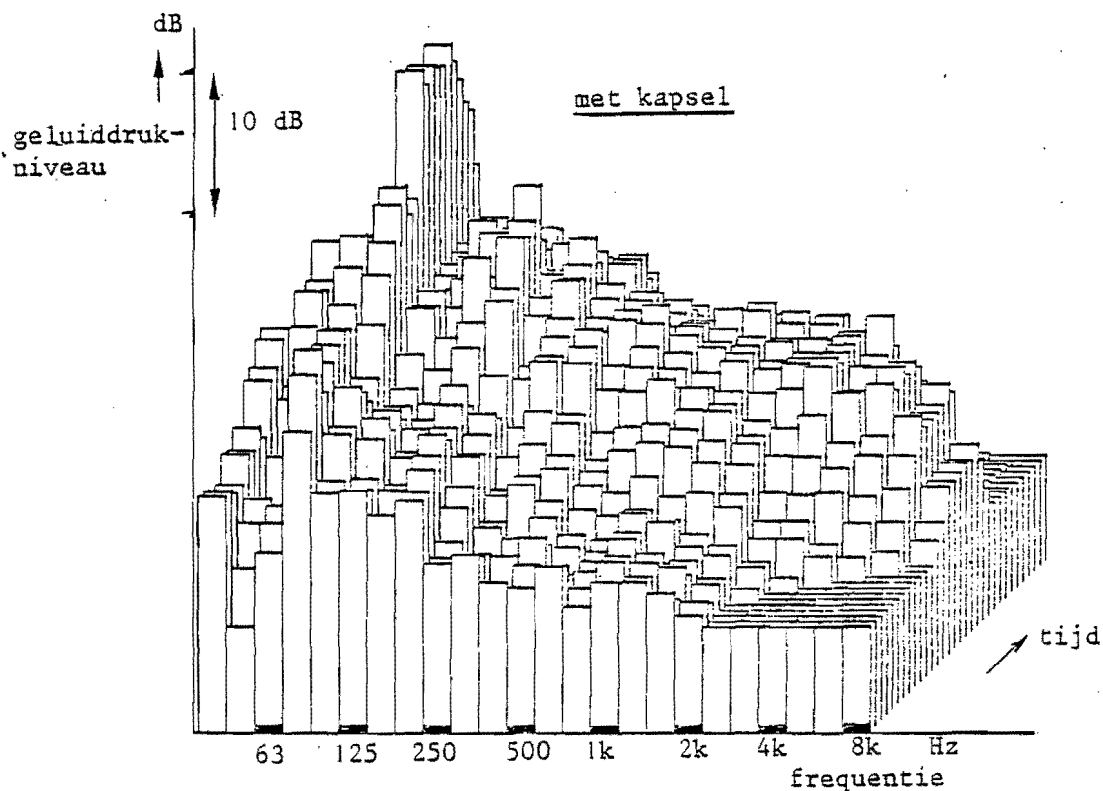
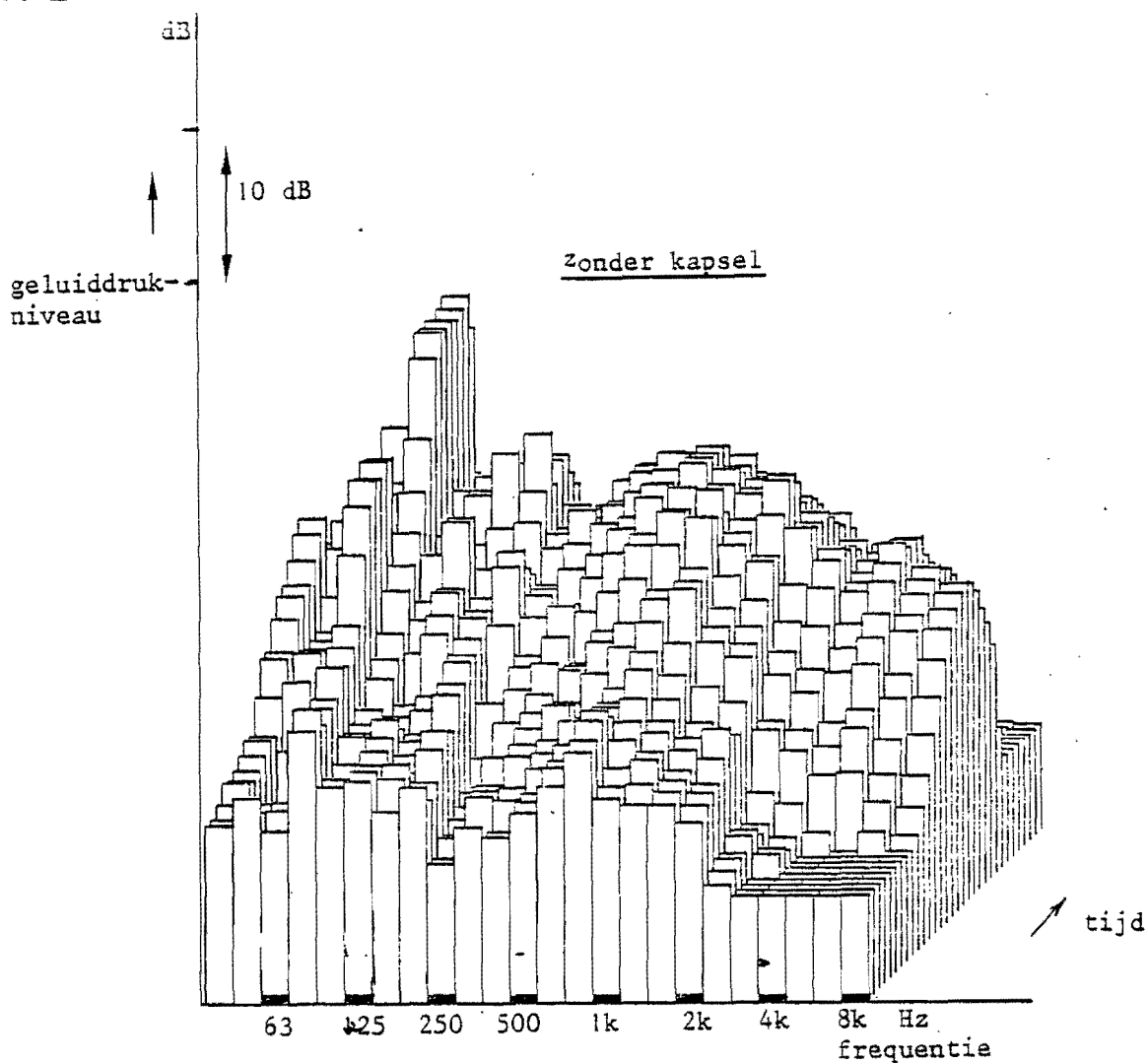
N.B. Deze spectra komen niet geheel overeen met het spectrum bij het momentane maximum geluidniveau in dB(A), maar geven de maximale niveaus per tertsband (zie ook tekst).

geluiddrukkniveau in tertsbanden

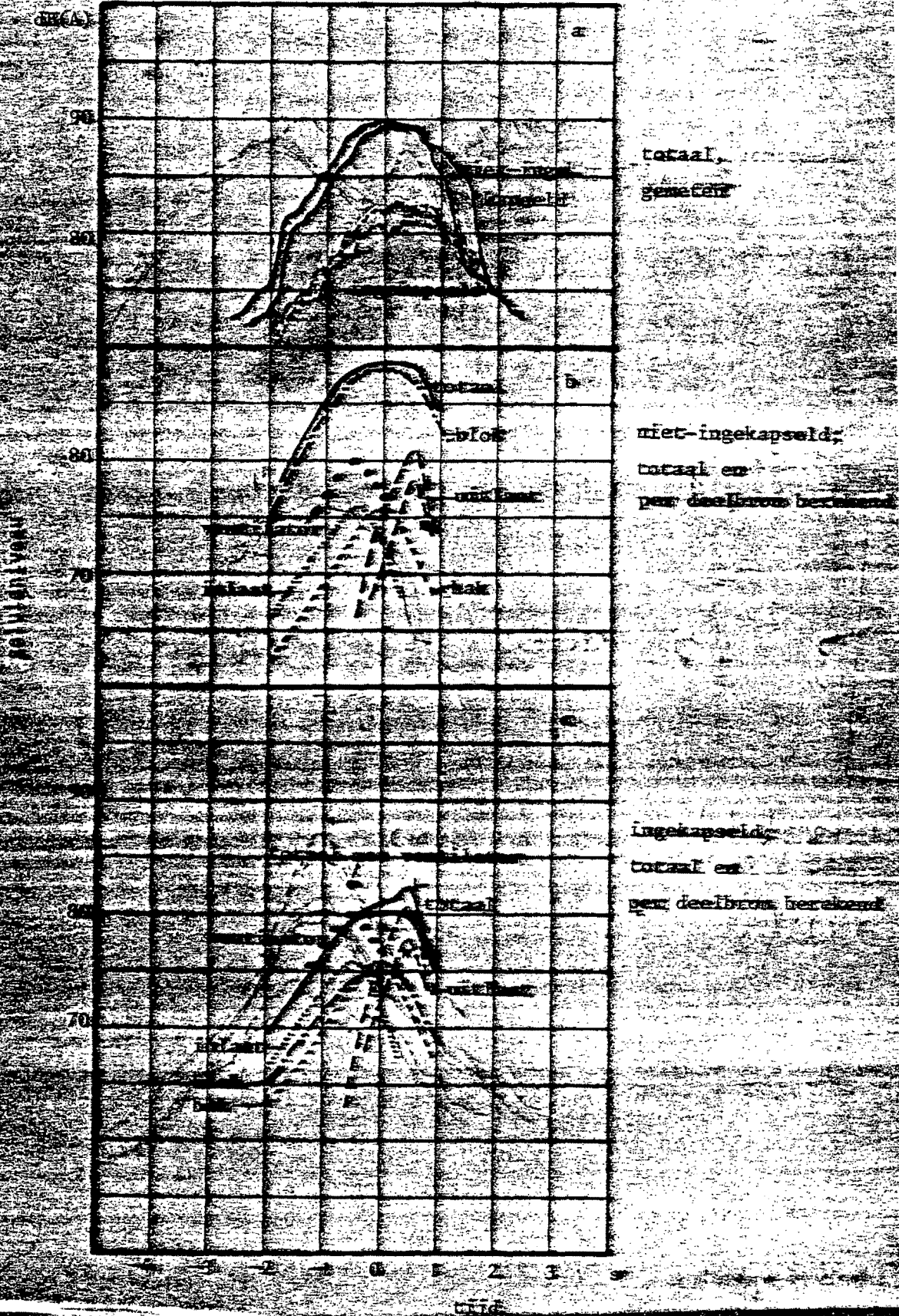
dB t.o.v. 20 μ Pa



Figuur 8: Geluiddrukkniveau op 7 m van de DAF-streekbus ten gevolge van het motorblok en het ingekapselde motorblok

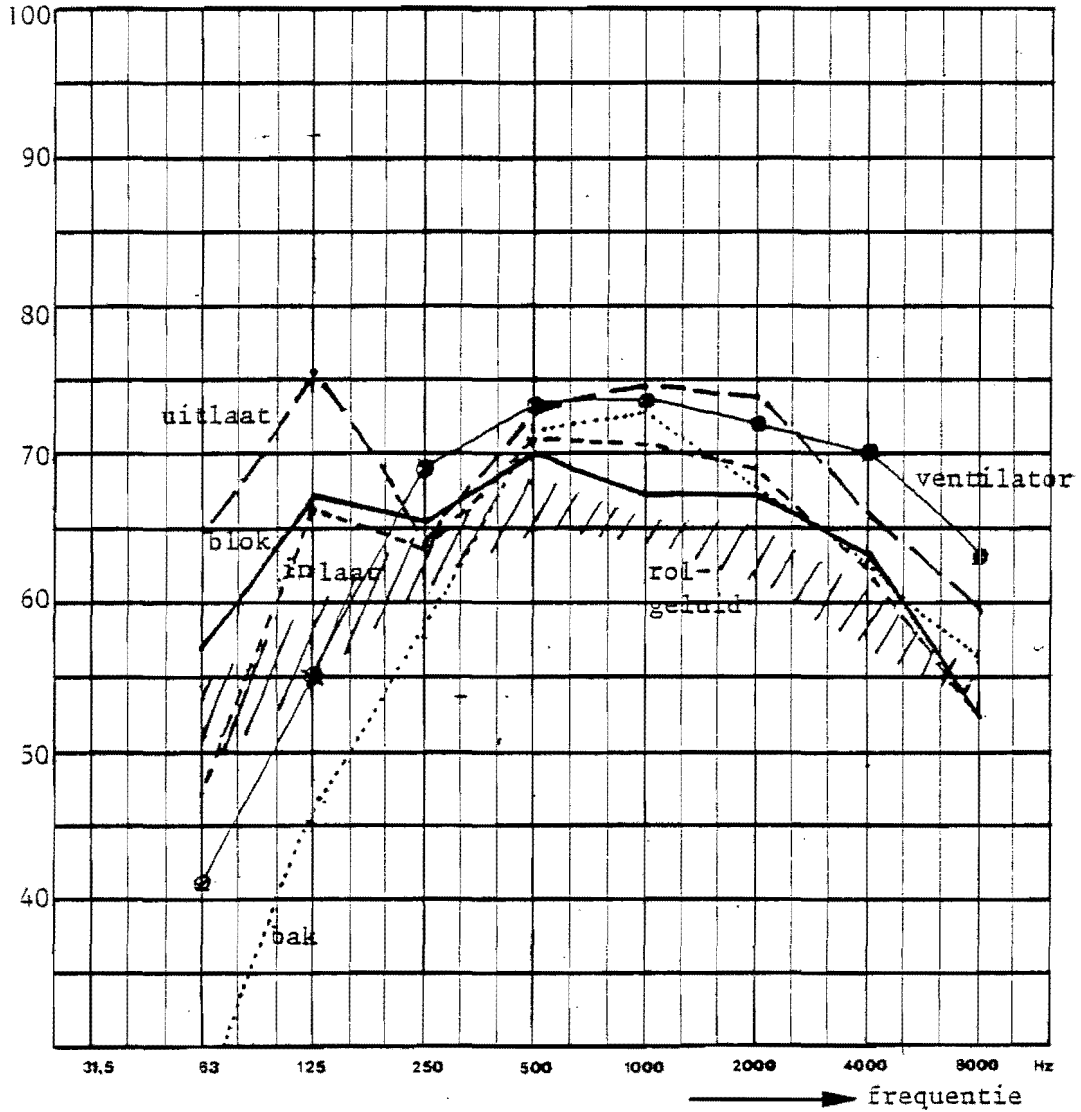


Figuur 9: Verloop in de tijd van het geluiddruk-niveau in tertsbanden bij het optrekkend langsrijden, met en zonder kapsel (DAF-streekbus); per 1/5 s een waarneming. Voor geluidsniveaus in dB(A), zie fig. 10.



Figuur 10: Geluidspanniveau in dB(A) tijdens het optrekken van de DAF-streekbus vanaf 30 km/uur; (a) gemeten bij twee rijrichtingen voor ingekapselde en niet-geïncapselde versie (b) berekend voor niet-geïncapselde versie per deeltrom en totaal; (c) als (b) voor de ingekapselde versie.

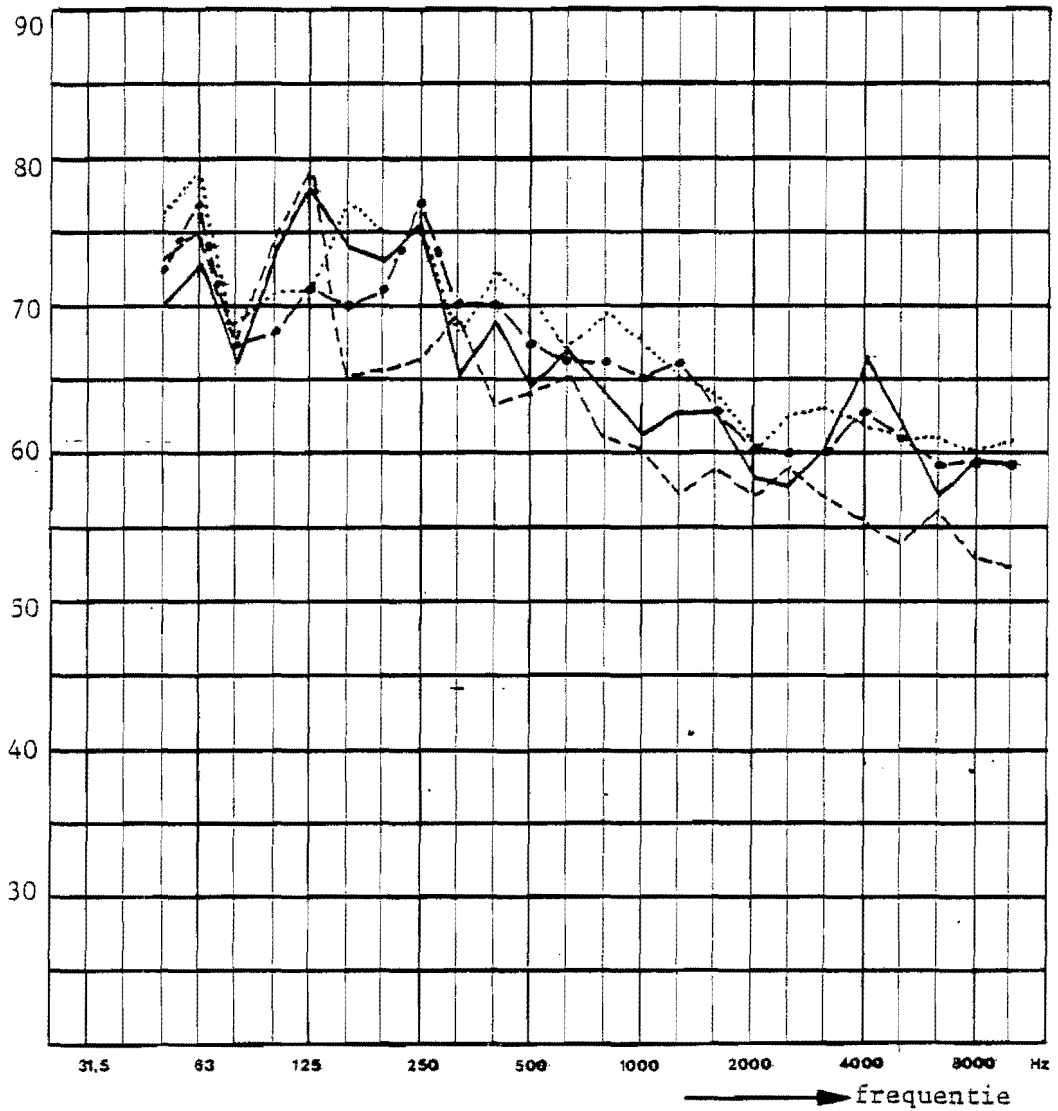
dB A-gewogen geluidsdrukkniveau in octaafbanden



Figuur 11: Maximale bijdrage van de verschillende deelbronnen tot het geluidniveau tijdens het optrekkend langsrijden van de DAF-streekbus, weergegeven als A-gewogen spectra

Geluiddrukkniveau in tertsbanden

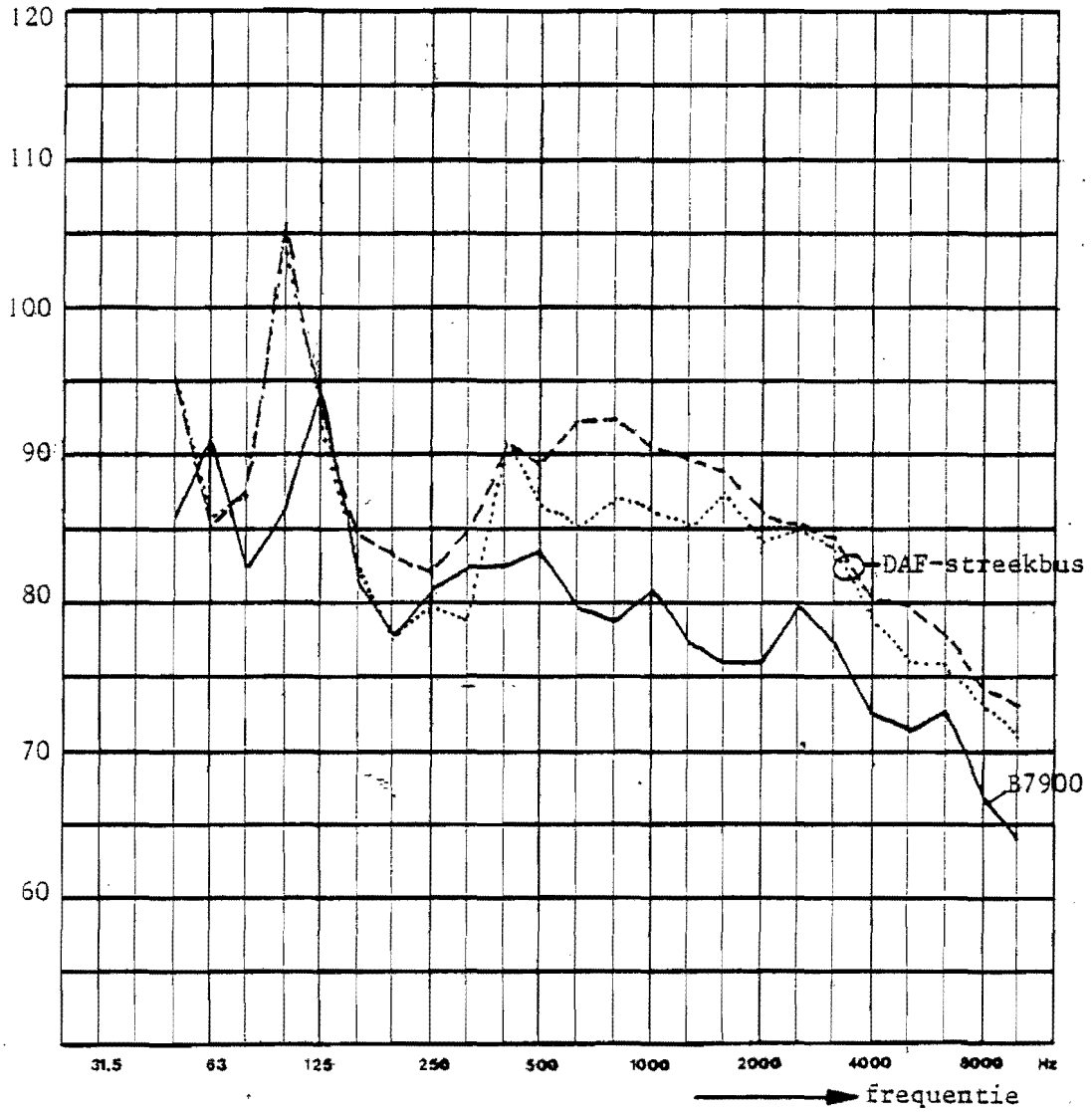
dB re 20 μ Pa



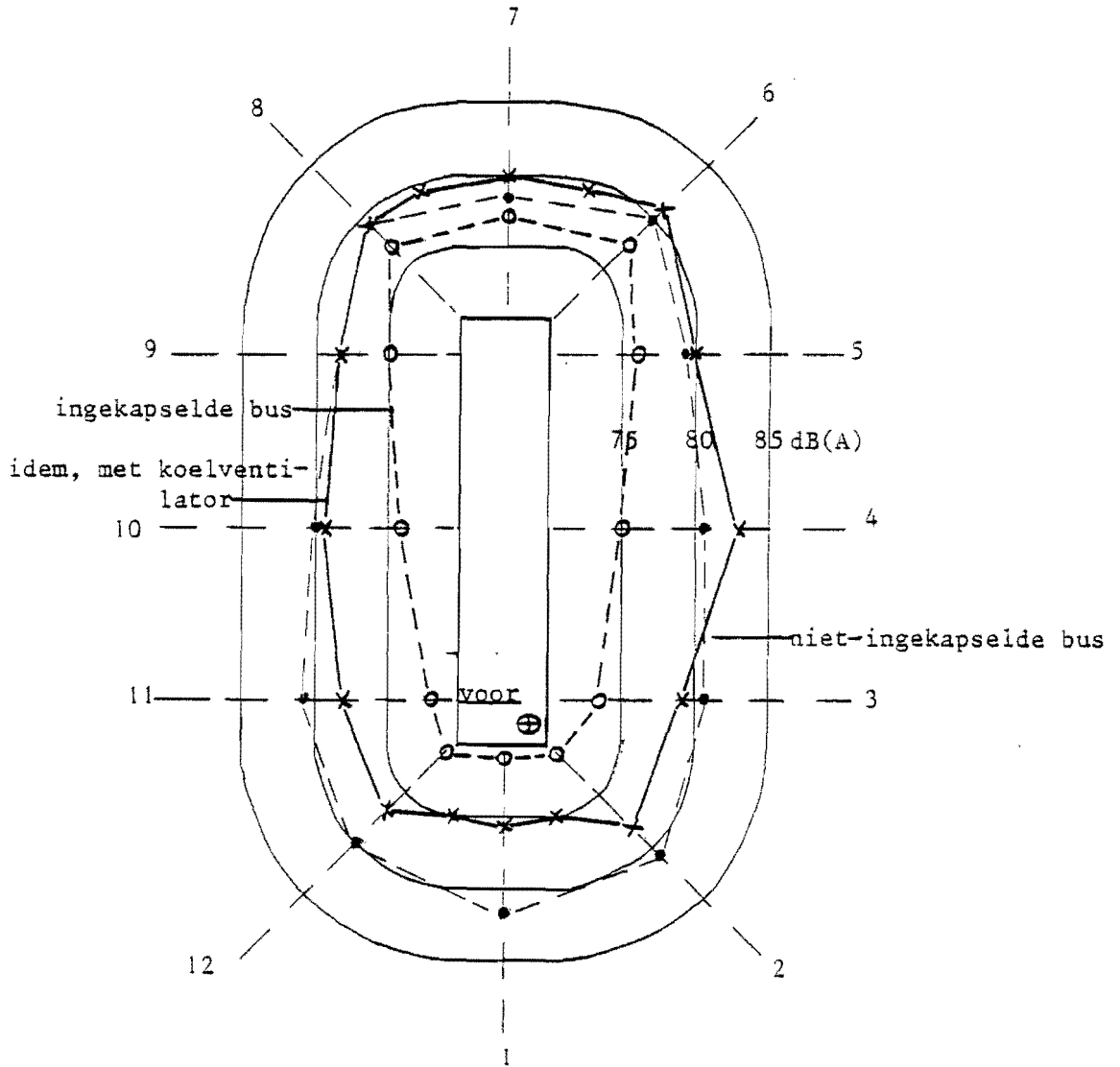
Figuur 12: Geluidspectra op vier posities rondom het prototype streekbus B7900 bij maximaal toerental

Geluiddrukkniveaus in tertsbanden

dB re 20 μ Pa



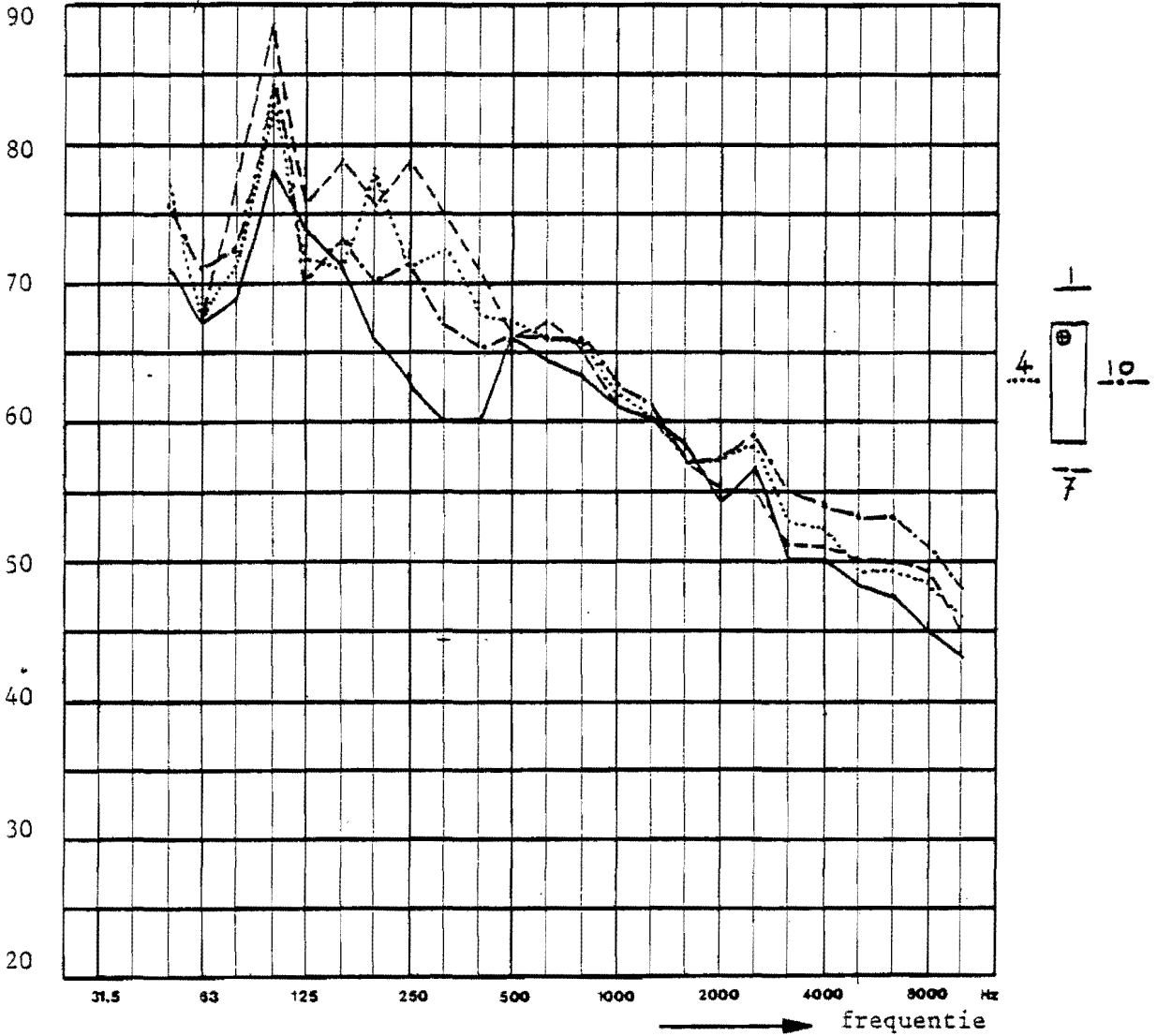
Figuur 13: Geluidspectra op 0,5 m van de uitlaatopening bij maximaal toerental bij de DAF-streekbus [1] en bij het prototype streekbus B7900



Figuur 14: Geluidniveaus in dB(A) rondom de Leyland-streekbus bij maximaal toerental; niet-ingekapselde versie (x), ingekapselde versie (o) en ingekapselde versie met ingeschakelde koelventilator (•)

geluiddrukkniveau in tertsbanden

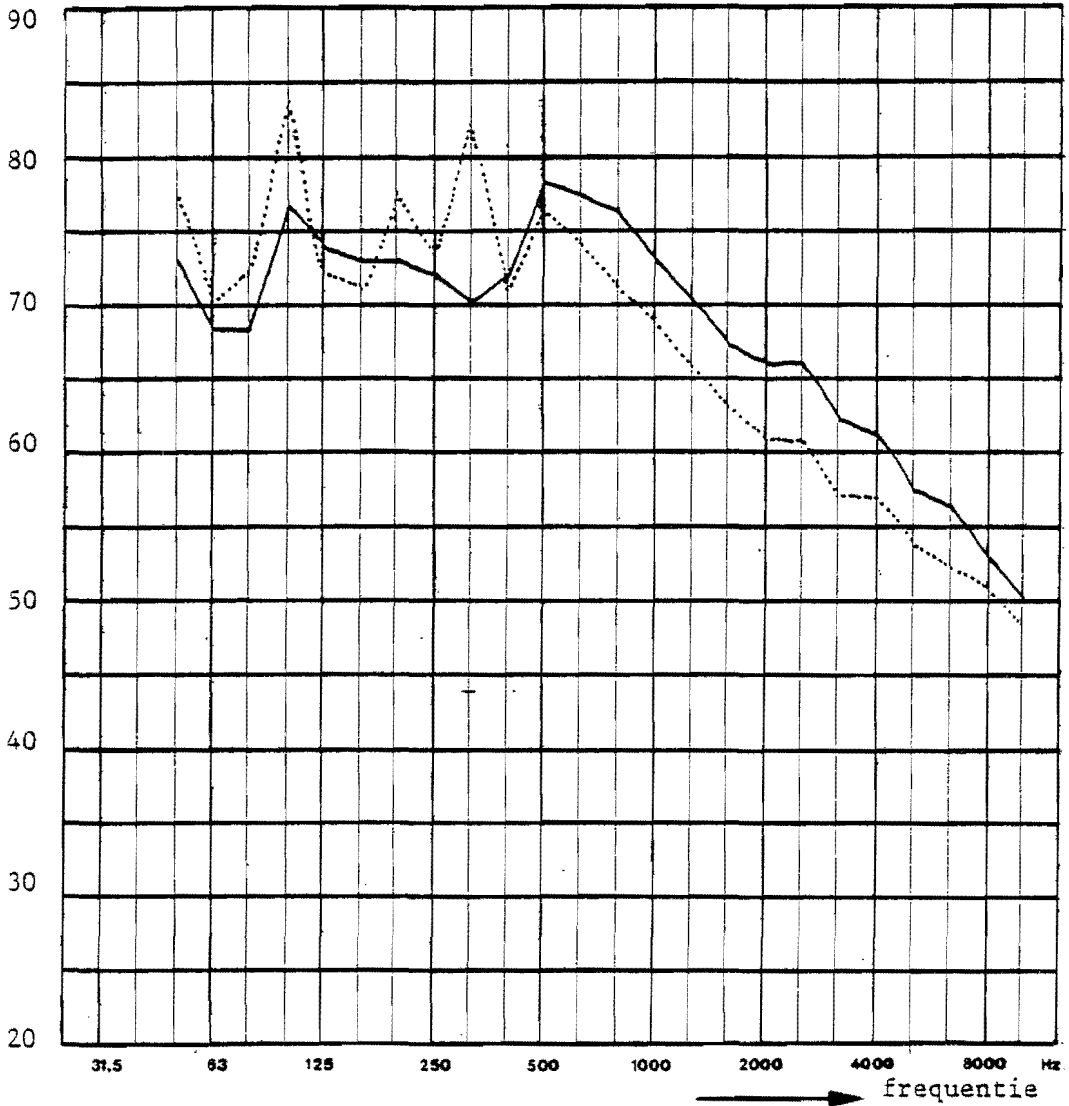
dB t.o.v. 20 μ Pa



Figuur 15: Geluidspectra op vier posities rondom de ingekapselde Leyland-streekbus bij maximaal toerental

geluiddrukkniveau in tertsbanden

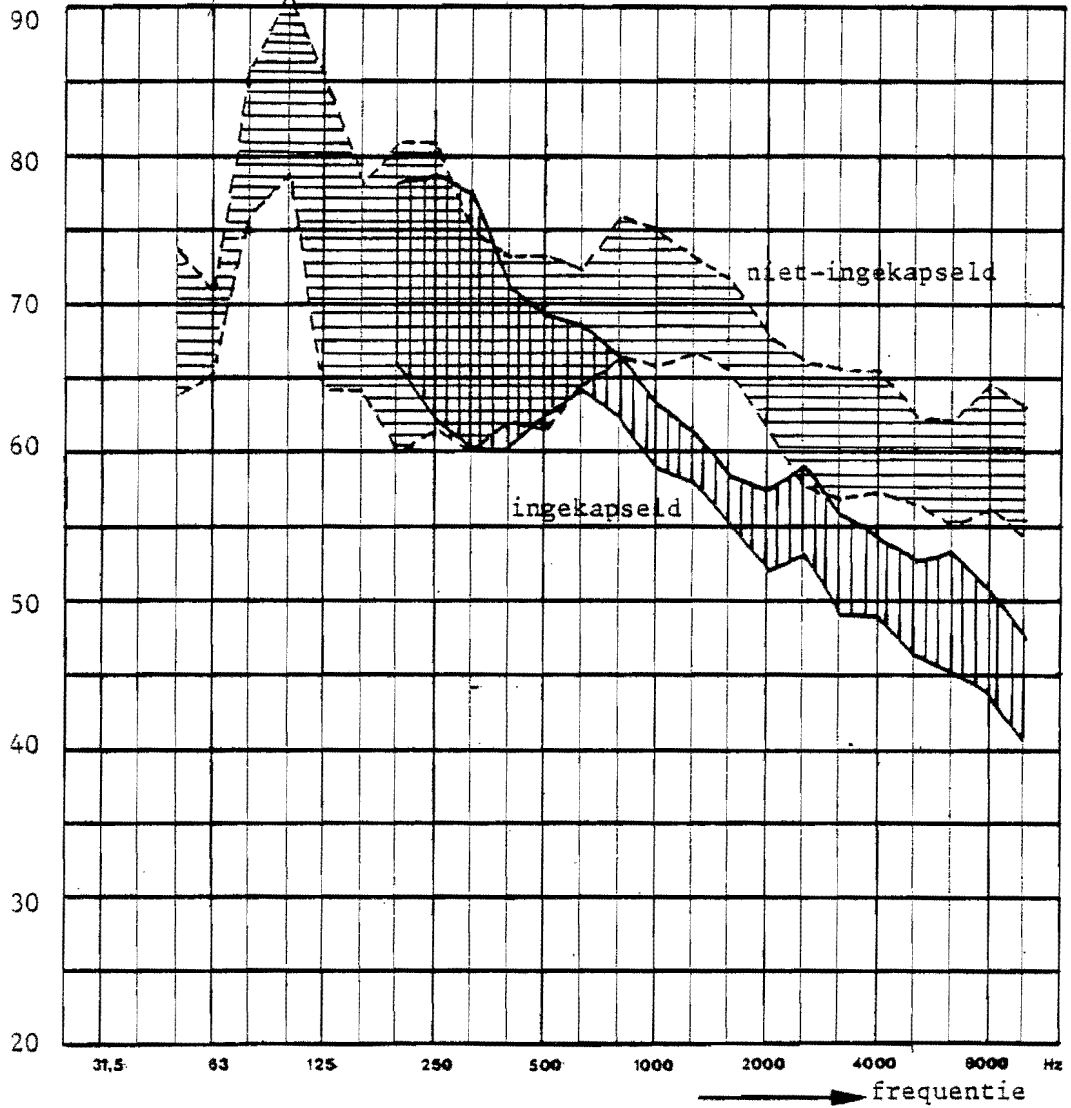
dB t.o.v. 20 μ Pa



Figuur 16: Geluidspectra op twee posities rondom de ingekapselde Leyland-streekbus met ingeschakelde koelventilator; maximaal toerental

geluiddrukkniveau in tertsbanden

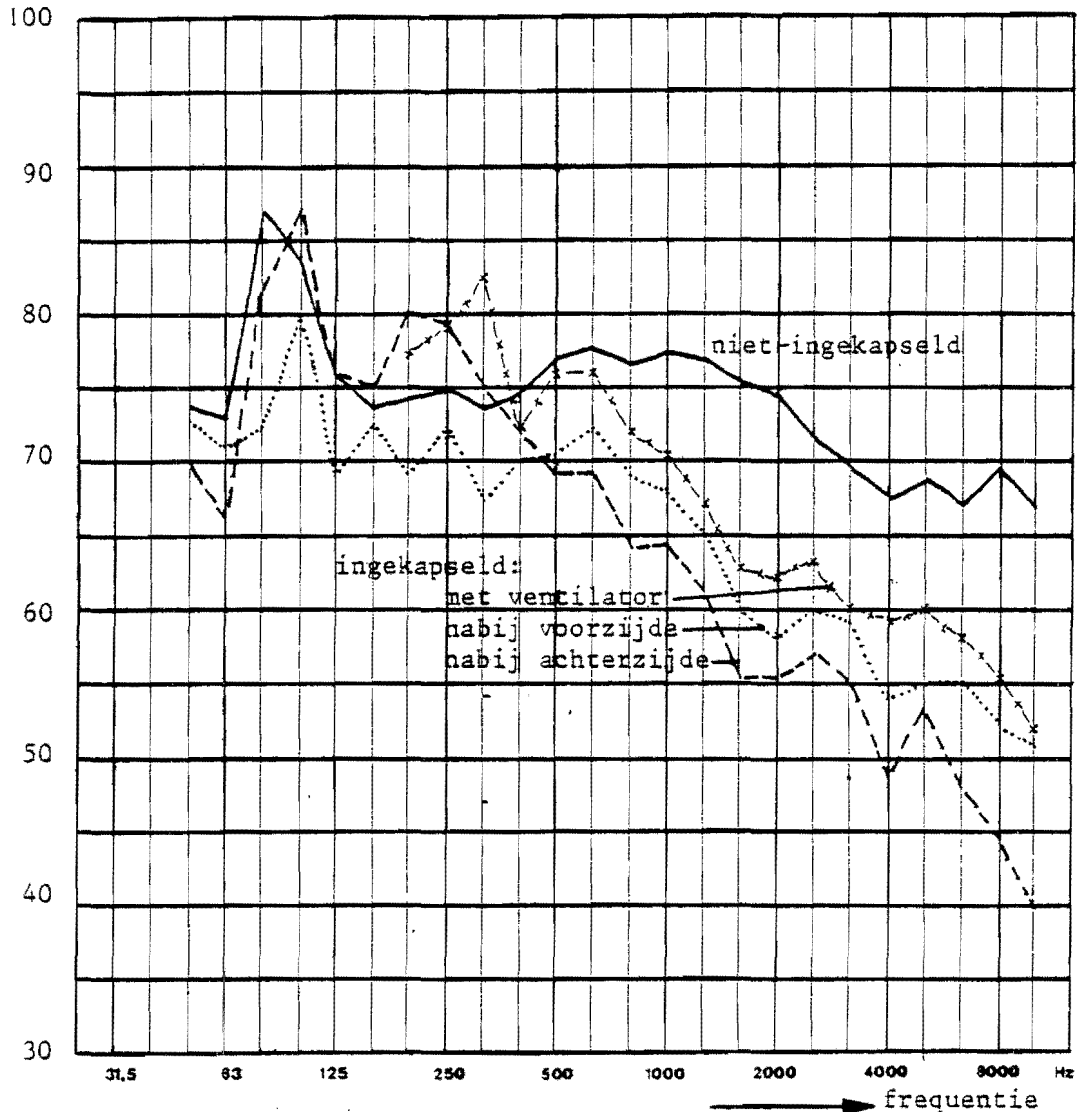
dB t.o.v. 20 μ Pa



Figuur 17: Band waarbinnen de geluidspectra liggen voor twaalf posities rondom de Leyland-streekbus bij maximaal toerental; voor de ingekapselde en de niet-ingekapselde versie.

geluiddrukkniveau in tertsbanden

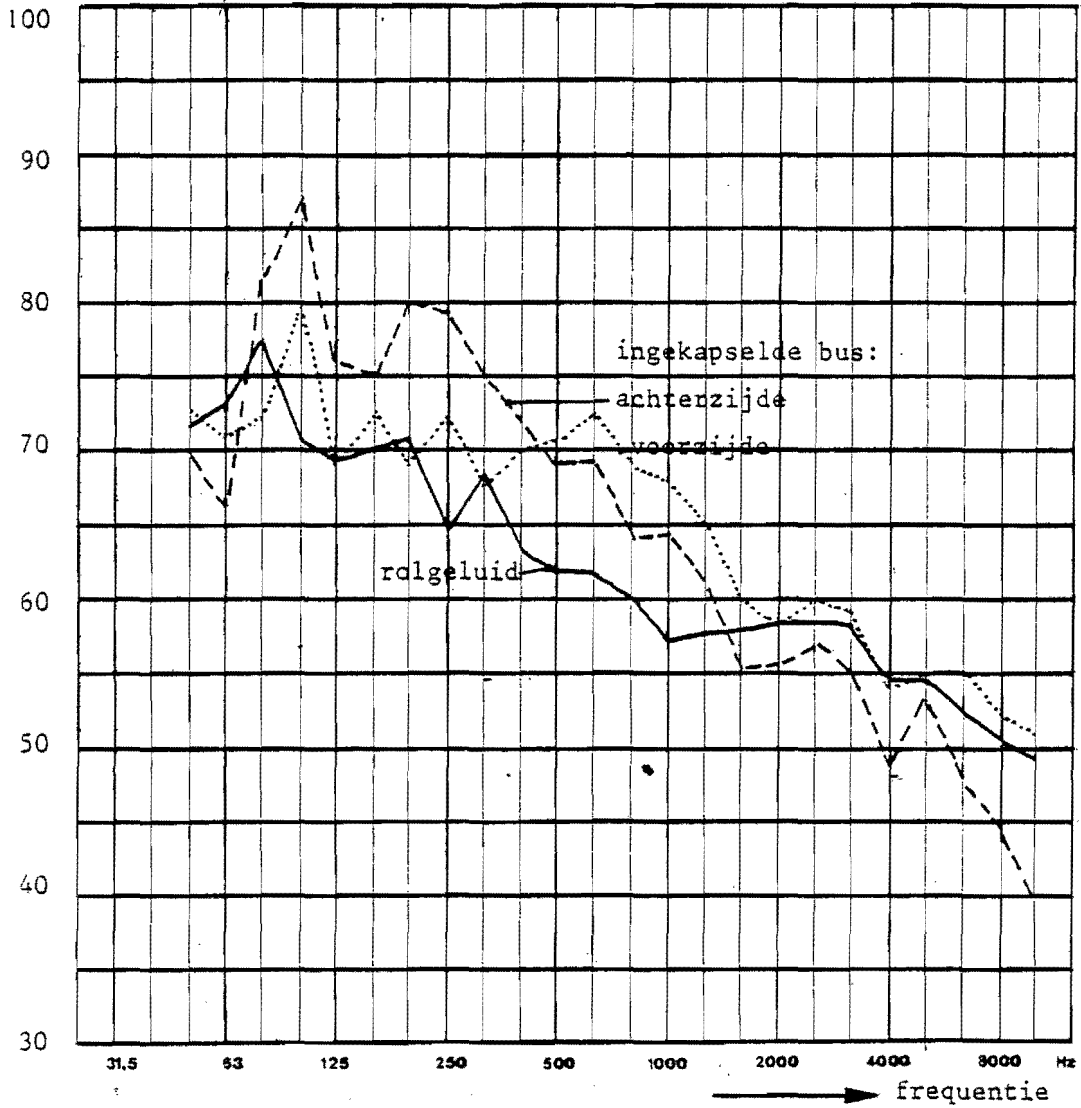
dB t.o.v. 20 μ Pa



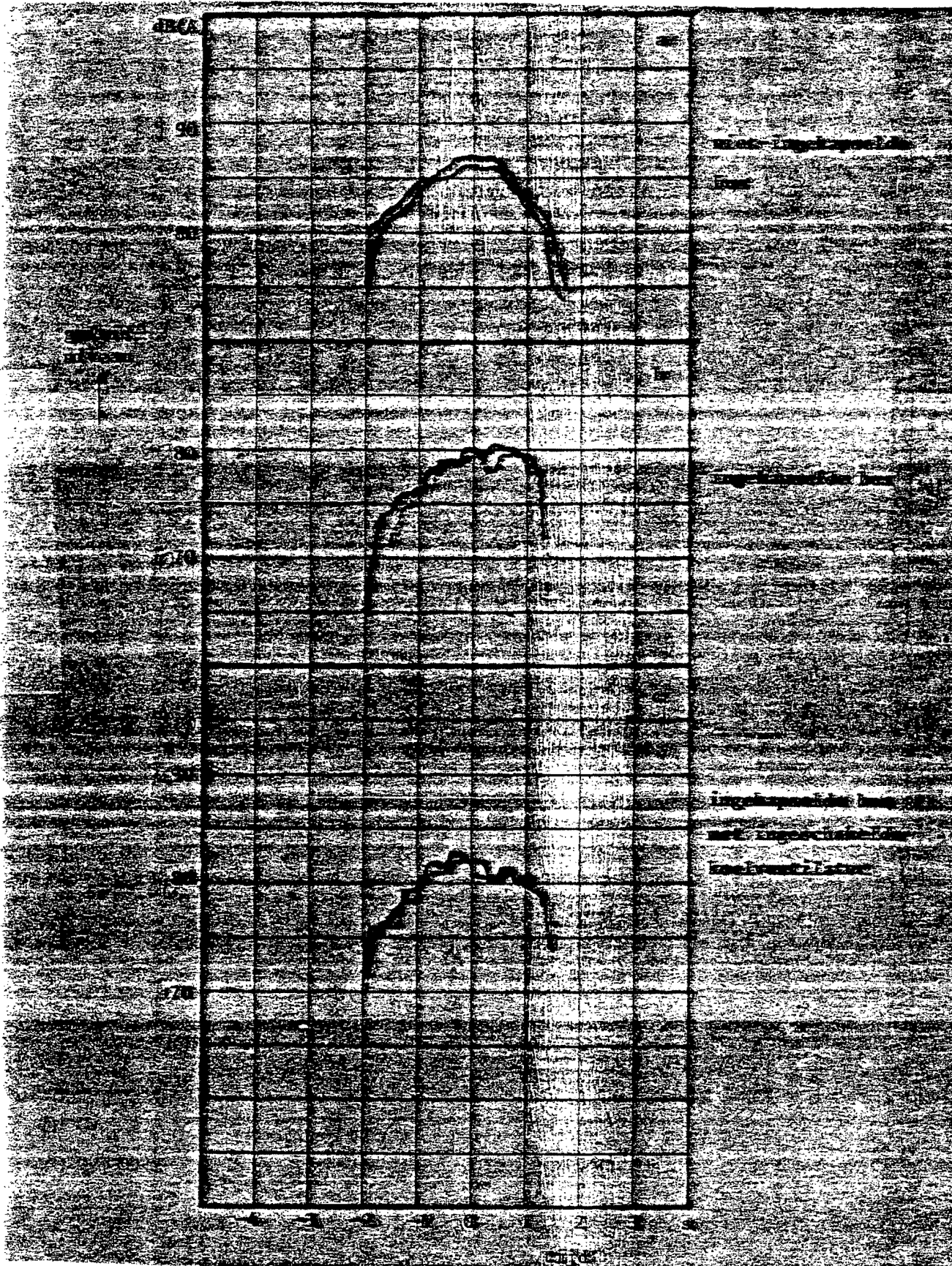
Figuur 18: Geluidspectra voor de optrekkende Leyland-streekbus vanaf 30 km/uur (rechterzijde). Voor de niet-ingekapselde bus de maximum tertsbandsniveaus tijdens het langsrijden; voor de ingekapselde bus de momentane spectra (zie tekst) nabij de voorzijde en achterzijde van de bus en met ingeschakelde ventilator nabij het midden van de bus.

geluiddrukkniveau in tertsbanden

dB t.o.v. 20 μ Pa



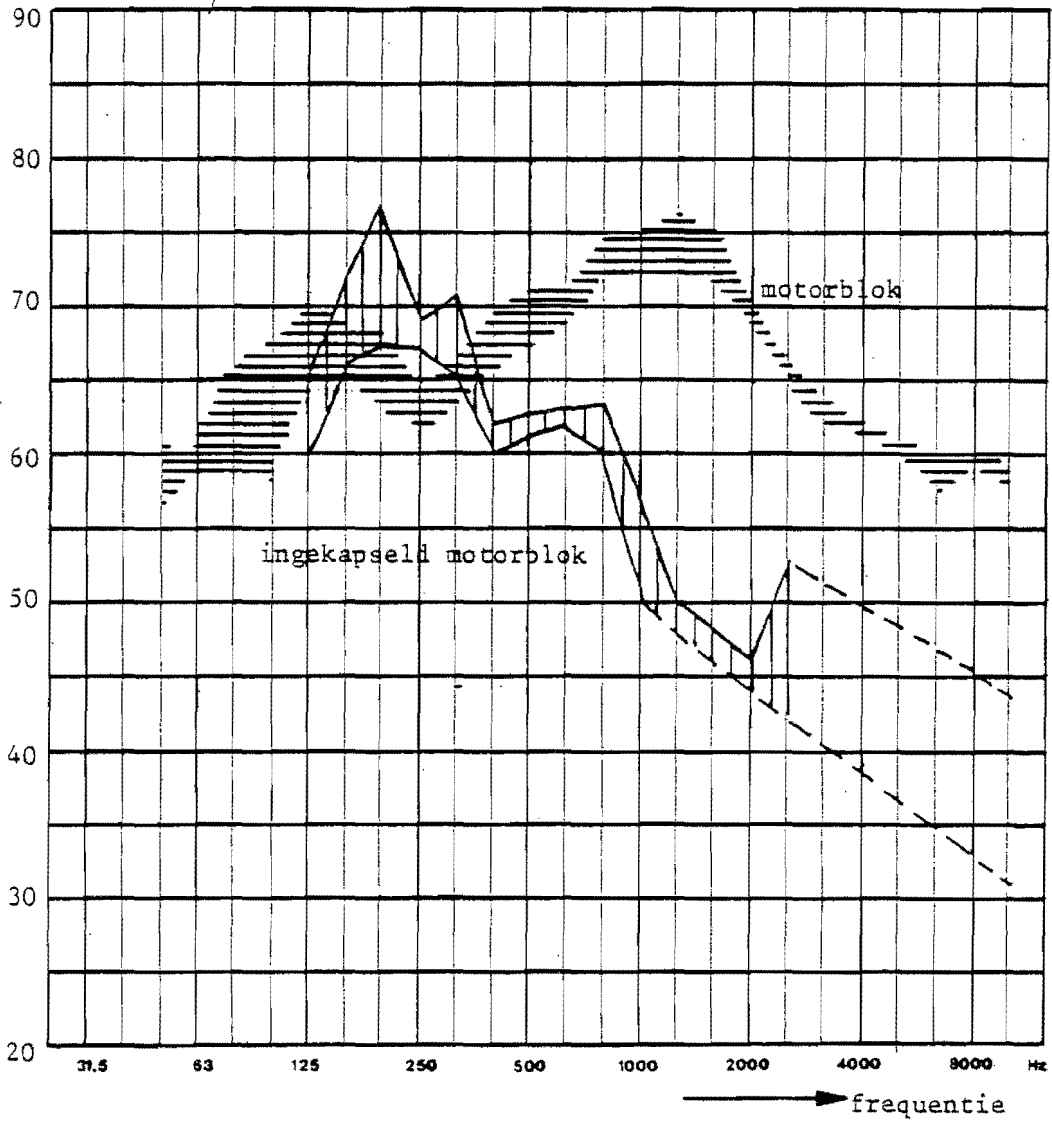
Figuur 19: Vergelijking van de spectra van de ingekapselde Leyland-streekbus bij optrekken (zie figuur 13) en het spectrum van het rolgeluid bij een overeenkomstige snelheid, gemeten te Utrecht met de DAF-streekbus



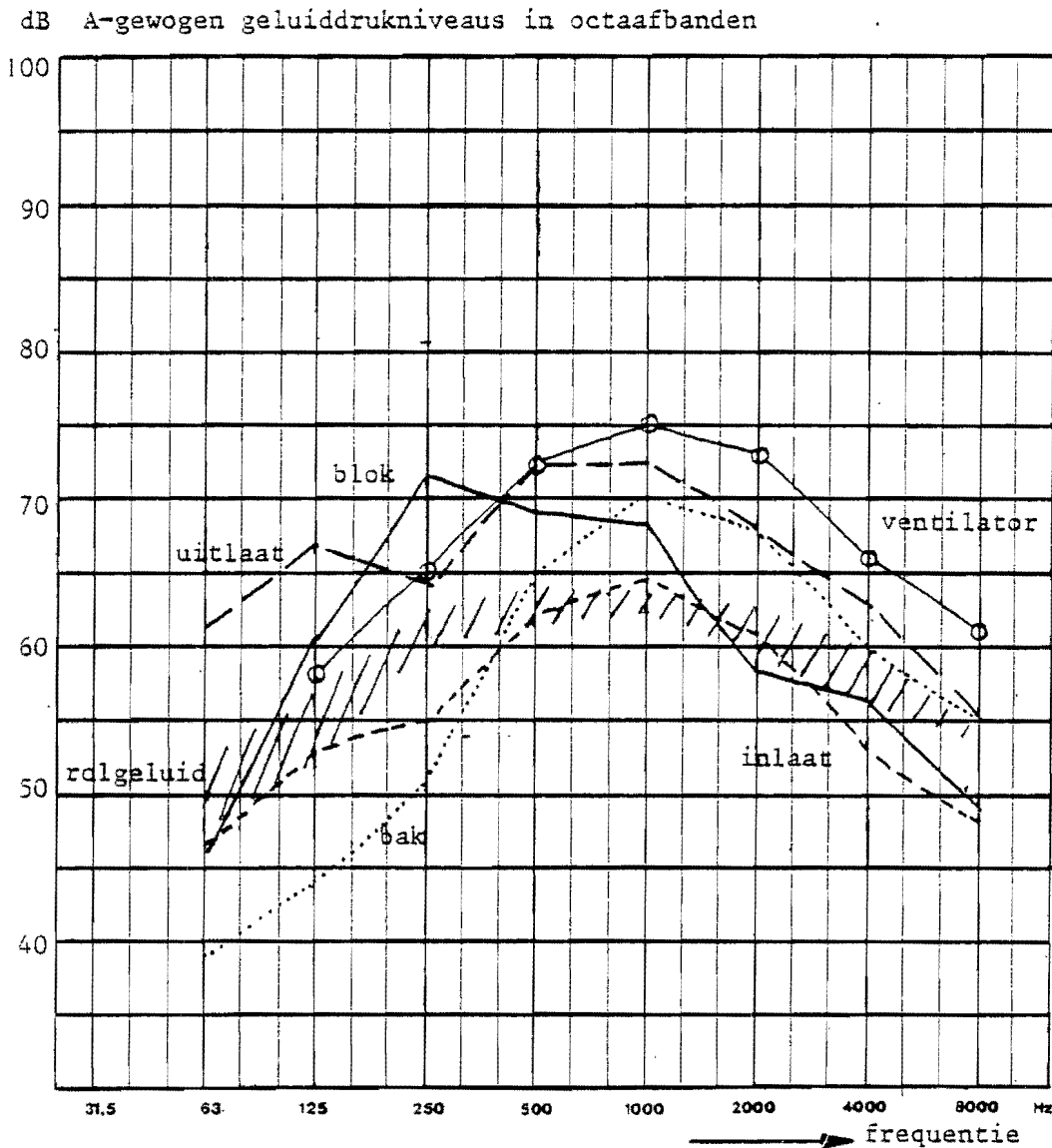
Figuur 29. Gebiedsvan 14 (195) in de buurt van de Layland-
 strekking vanaf 30 meter; Gebiedsvan twee richtingen.

geluidrukniveau in tertsbanden

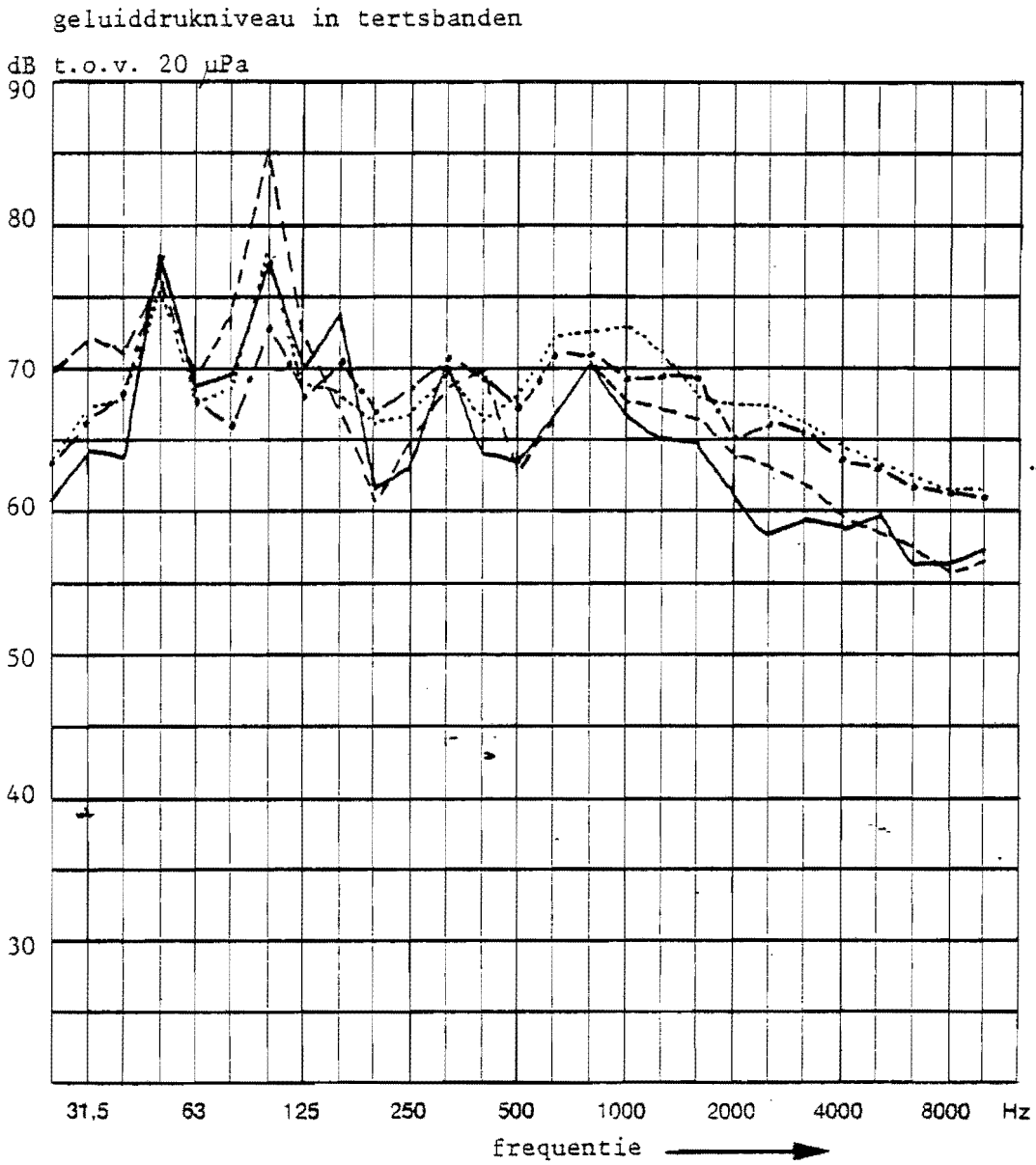
dB t.o.v. 20 μ Pa



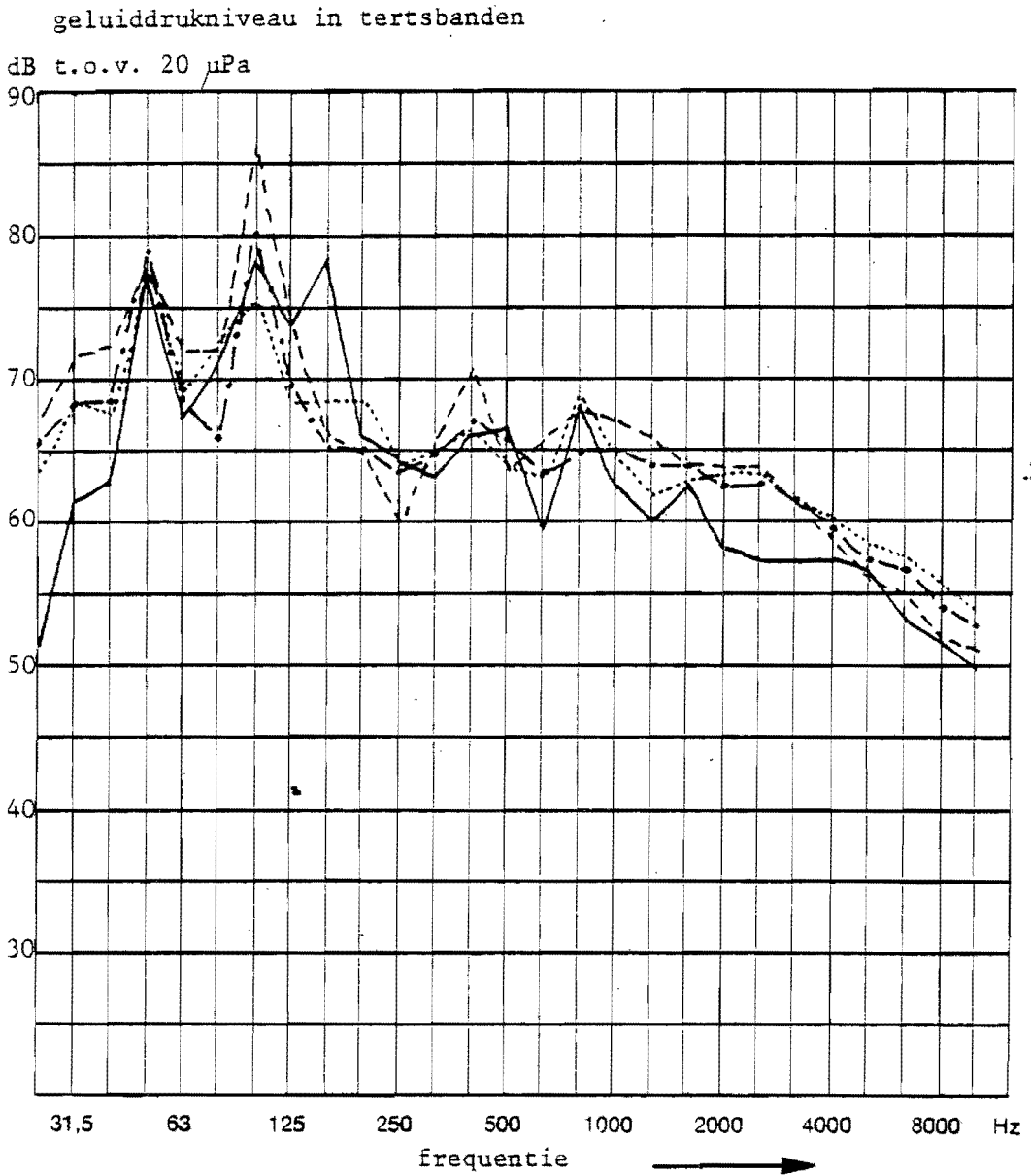
Figuur Z1: Geluidrukniveau op 7 m van de Leyland-streekbus ten gevolge van het motorblok en het ingekapselde motorblok



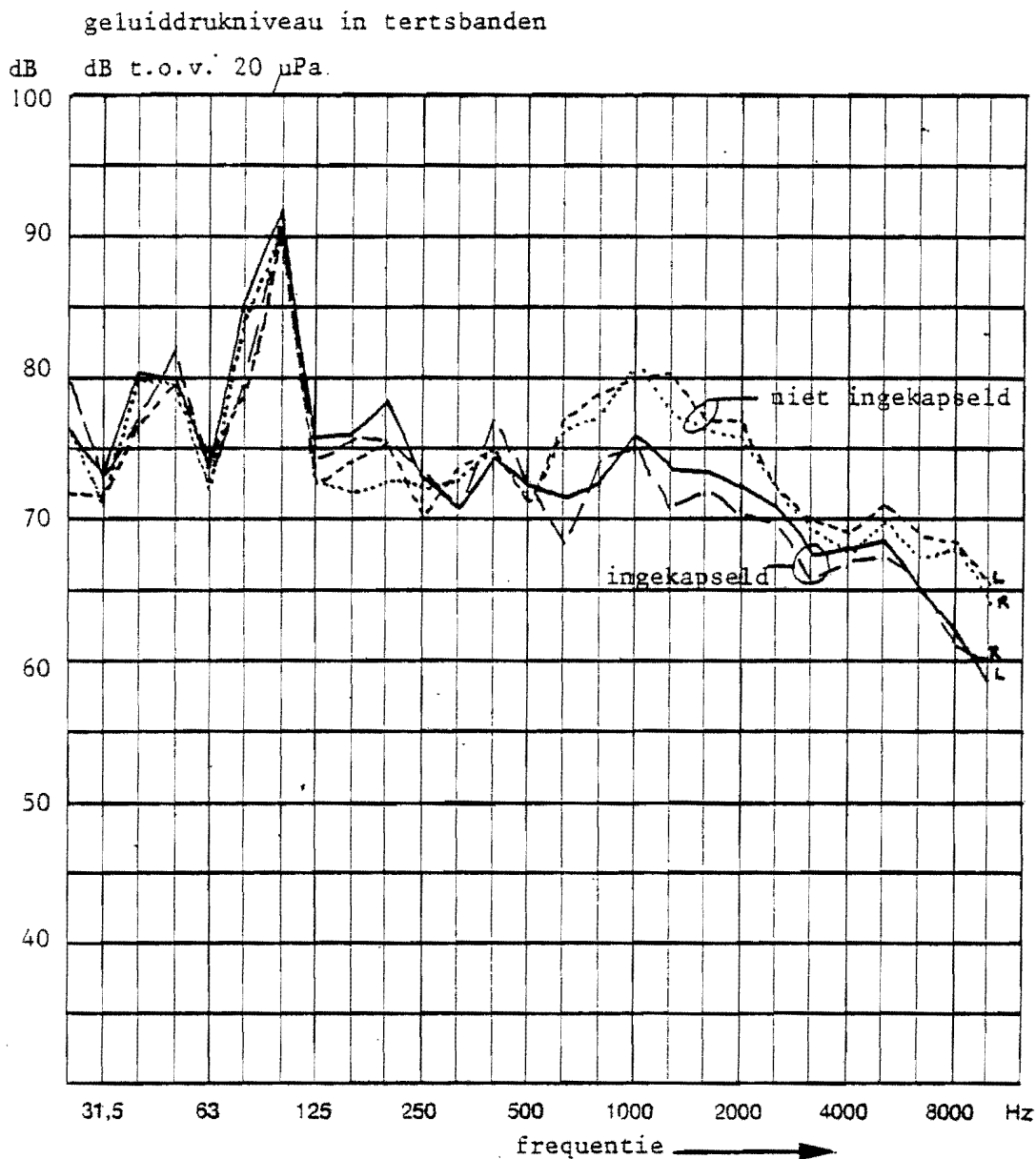
Figuur 22: Maximale bijdrage van de verschillende deelbronnen tot het geluidniveau tijdens het optrekkend langsrijden van de Leyland-streekbus, weergegeven als A-gewogen spectra



Figuur 23: Geluidspectra op vier posities rondom de eerste retrofit DAF-streekbus (West-Nederland nr. 8433) bij maximaal toerental; niet ingekapseld.



Figuur 24: Geluidspectra op vier posities rondom de ingekapselde DAF-streekbus (West-Nederland nr. 8432) bij maximaal toerental; vergelijk: figuur 23 en figuur 5.



Figuur 25: Geluidspectra bij het maximum voor de optrekkende DAF-streekbus (nr. 8432) vanaf 30 km/uur in twee rijrichtingen voor de niet- ingekapselde en de ingekapselde versie; vergelijk figuur 7.

APPENDIX ATEMPERATUURHUISHOUDING STREEKBUSSENA1. DAF-STREEKBUS

In tabel A1 zijn de resultaten vermeld van de temperatuurmetingen bij topsnelheid en in tabel A2 de resultaten van de metingen tijdens de nabootste stadsritten en een dienstrit. De metingen werden uitgevoerd met een in open toestand geblokkeerde koelwaterthermostaat (behalve bij de dienstrit).

Belangrijker dan bovengenoemde resultaten zijn de relatieve temperatuurverhogingen t.o.v. de buitenluchttemperatuur. Wanneer men de warmte-afgifte door straling buiten beschouwing laat (dit is toelaatbaar gezien de geringe hoeveelheid: ca. 1 kW per m² stralingsoppervlak van 100 °C), dan is de warmtestroom ten gevolge van warmtegeleiding en convectie nagenoeg evenredig met het temperatuurverschil tussen warmtebron en omgeving. Bij verhoging van de omgevingstemperatuur neemt de temperatuur van de warmtebron met hetzelfde bedrag toe, zodat de warmtestroom weer gelijk wordt aan de eerste situatie en het temperatuurevenwicht wordt hersteld.

De relatieve temperatuurverhogingen zijn vermeld in de tabellen A3 en A4 voor topsnelheid resp. stadsritten. Door bij deze temperatuur een bepaalde buitenluchttemperatuur op te tellen, kan men de hierbij optredende evenwichtstemperatuur vaststellen. In de meeste gevallen, bij normale buitenluchttemperatuur, zal de koelwatertemperatuur door de werking van de thermostaat hoger zijn dan de hierbij bepaalde evenwichtstemperatuur, nl. tussen 80 en 85 °C. De motorolie en motoronderdelen, welke eveneens beïnvloed worden door de koelwatertemperatuur, zullen dus ook een hogere temperatuur hebben dan de vastgestelde evenwichtstemperatuur. Een methode om deze temperaturen te berekenen, is aangegeven in hoofdstuk A8. Bij extreem hoge omgevingstemperatuur, wanneer de koelcapaciteit volledig wordt benut (thermostaat geheel open, radiator onbedekt), zijn de temperaturen zoals bepaald uit de evenwichtstemperaturen.

A2. Bespreking van de optredende temperaturen vóór en na inkapselingA2.1 Koelwatertemperatuur motor-uit (tabel A3 en A4)Niet-gekapselde busTopsnelheid (kolom 1 en 3)

De evenwichtstemperatuur met de thermostaat geblokkeerd in geopende toestand is $+52^{\circ}\text{C}$ boven omgevingstemperatuur bij uitgeschakelde ventilator en $+39^{\circ}\text{C}$ bij ingeschakelde ventilator. Bij 35°C omgevingstemperatuur zijn de werkelijke temperaturen bij benadering resp. 87°C resp. 74°C .

Stadsrit (kolom 1)

Hierbij is gemeten met de ventilator continu aan. De temperatuur is $+43^{\circ}\text{C}$ boven omgevingstemperatuur. Deze temperatuur geeft een voldoende reserve om inkapseling mogelijk te maken.

Ingekapselde busTopsnelheid (kolom 6 en 7)

De temperatuurtoename is 4°C t.o.v. de niet-gekapselde bus, zowel met als zonder ventilator. De temperatuur bij 35°C omgeving wordt 91°C resp. 78°C . Dit is voldoende laag.

Stadsrit (ventilator aan) (kolom 4)

De temperatuurtoename t.o.v. de niet-gekapselde bus is 1°C . Bij 35°C omgeving wordt de temperatuur 79°C . De ventilator zal dus niet continu aan staan, ook niet bij extreem hoge buitentemperaturen. De thermostaat zal het koelwater tussen 80 en 85°C houden, waardoor o.a. de olietemperatuur toch hoger wordt dan zou volgen uit de evenwichtstemperatuur bij 35°C omgeving (zie A2.3. olietemperatuur).

Dienst-lijn 70 NZH (kolom 6)

Hierbij is gereden met normaal werkende thermostaat, zodat hieruit geen informatie over het koelwatertemperatuurevenwicht en dus de werkelijke temperatuurbelasting te verkrijgen is. De andere temperaturen zijn echter vergelijkbaar met die van de nagebootste stadsrit.

A2.3 Olietemperatuur

Niet-gekapselde bus

Topsnelheid (kolom 1 en 3)

De temperatuurverhoging van de olie in het carter t.o.v. de omgeving is +93 °C met ventilator uit en +88 °C met ventilator aan. De koelwatertemperatuur heeft dus ook invloed op de olietemperatuur hoewel geen oliekoeler gemonteerd is. Genoemde temperaturen zijn tamelijk hoog (123 °C bij 35 °C omgeving), zodat bij inkapseling zeker een oliekoeler nodig is.

Stadsrit (kolom 1)

De carter olietemperatuur is +77 °C t.o.v. de omgeving (ventilator aan). De temperatuurbelasting van de olie is dus op de snelweg (hoog toeren-tal) het meest kritisch.

Ingekapselde bus

Topsnelheid (kolom 6 en 7)

Met het prototype-kapsel bleek de olie, zonder oliekoeler, tot +109 °C resp. +105 °C op te lopen. Dit is ca. 16 °C hoger dan zonder inkapseling. Na montage van de standaard DAF-oliekoeler (DKDL-koeler, nr. 241680) werd de olietemperatuur tot de oorspronkelijke evenwichtstemperatuur teruggebracht; de bedrijfstemperatuur (koelwater ca. 85 °C) was echter 7 °C hoger dan bij de niet ingekapselde bus. Daarom werd een koeler gemonteerd met een grotere capaciteit (scheepskoeler; nr. 248184); de plaatsing hiervan was parallel aan het hoofd-oliecircuit van de motor (dus een deelstroom): nl. vanuit het oliecarter via de scavenge-pomp terug in het carter. De hiermee bereikbare temperaturen zijn +80 °C met ventilator uit en +73 °C met ventilator aan, zodat de bij 35 °C omgevingstemperatuur optredende olietemperatuur tussen 115 ° en 108 °C zal liggen; dit is gemiddeld 14 ° lager dan bij de niet-gekapselde versie (cartertemperatuur).

Stadsrit (kolom 4 en 5)

Hiervan zijn alleen gegevens beschikbaar m.b.t. de eerst gemonteerde DKDL-oliekoeler. De evenwichtstemperatuur is +71 °C t.o.v. de omgeving.

Omdat het koelwater bij 35 °C omgeving door de werking van de thermostaat een hogere temperatuur zal hebben dan de optredende evenwichtstemperatuur, zal hierbij de olietemperatuur ook enigszins hoger uitvallen (4 °C).

Dienst-lijn 70 NZH (kolom 6)

Hierbij is de olietemperatuur (koeler uit) gemeten bij een door de thermostaat geregelde koelwatertemperatuur. Door extrapolatie is het mogelijk de evenwichtstemperatuur (motor in) te bepalen; deze is ca. 68 °C t.o.v. de omgeving. Dit is enkele graden lager dan gemeten werd bij de nagebootste stadsrit.

A2.4 Brandstoftemperatuur

De brandstoftemperatuur (inspuitpomp "in") is afhankelijk van de brandstoftemperatuur in de tank en de opwarming in filters, leidingen en opvoerpomp. De temperatuur van de brandstof in de tank neemt echter voortdurend toe door de terugstroming van opgewarmde brandstof vanaf de inspuitpomp naar de tank, zodat de mate van opwarming in de inspuitpomp eveneens van belang is.

Niet-ingekapselde bus

Topsnelheid (kolom 1 en 3)

De temperatuurverhoging van de brandstof bij de ingang van de inspuitpomp t.o.v. de brandstoftanktemperatuur is 10 °C; aan de uitgang van de pomp is deze temperatuur +19 °C geworden. De temperatuurtoename van de brandstof in de tank werd echter niet gemeten; uit de temperatuurtoename van de instromende brandstof tijdens de rit kon deze op 5 °C geschat worden (in 2 uur tijd).

Stadsrit (kolom 1)

De verhoging van de brandstoftemperaturen voor instroming in de pomp is gelijk aan die, gemeten op de snelweg.

Ingekapselde busTopsnelheid (kolom 6 en 7)

De brandstoftanktemperatuur neemt in 2 uur tijd toe met $+10^{\circ}\text{C}$. De extra temperatuurverhoging vóór instroming in de inspuitpomp is ca. 10°C ; in de pomp zelf is de verhoging sterk afhankelijk van de contacttemperatuur hiervan. De na 2 uur gemeten temperatuur van de naar de tank teruggestroomde brandstof is $+32^{\circ}\text{C}$ t.o.v. de omgevingstemperatuur.

Stadsrit (kolom 4 en 5)

Hierbij treedt hetzelfde verschijnsel op als bij de snelwegmeting. De temperatuurverhogingen zijn vergelijkbaar.

Dienst-lijn op NZH (kolom 6)

De temperatuurtoename van de brandstof in de tank is tijdens de dienst van 4,5 uur 13°C . De temperatuur van de instromende brandstof is ca. 10°C hoger dan de tanktemperatuur. Bij het einde van de rit is de totale verhoging t.o.v. de buitenlucht $+25^{\circ}\text{C}$. De temperatuur van de uitstromende brandstof werd niet gemeten.

A2.5 Contacttemperatuur inspuitpomp

Deze temperatuur heeft invloed op de temperatuur van de terugstromende brandstof naar de tank en dus ook op de opwarming in de tank.

Niet-ingekapselde busTopsnelheid en stadsrit

De temperatuur van de inspuitpomp is $+30^{\circ}\text{C}$ t.o.v. de omgevingstemperatuur tijdens de snelwegmeting. Bij de stadsrit is de temperatuur enkele graden lager ($+28^{\circ}\text{C}$).

Ingekapselde bus

De contacttemperatuur is $+39^{\circ}\text{C}$ t.o.v. de omgeving op de snelweg, resp. $+36^{\circ}\text{C}$ tijdens de stadsrit. De toename t.o.v. de niet-ingekapselde bus is ca. 9°C .

A2.6 Inlaat-lucht in luchtfilterTopsnelheid

Zonder inkapseling is de temperatuurverhoging t.o.v. de omgeving $+3^{\circ}\text{C}$; met inkapseling, met ventilator aan, is de verhoging $+7^{\circ}\text{C}$.

Stadsrit

Zonder inkapseling is de temperatuurverhoging $+10^{\circ}\text{C}$; met inkapseling neemt de verhoging toe tot $+14^{\circ}\text{C}$ t.o.v. de omgevingstemperatuur. Dit is acceptabel.

A2.7 Contacttemperaturen motorblokNiet-gekapselde busTopsnelheid

De temperatuur van het motorblok is $+79^{\circ}\text{C}$ aan de bovenkant en $+77^{\circ}\text{C}$ aan de onderkant. De temperatuur van het inlaatspruitstuk is $+29^{\circ}\text{C}$ t.o.v. de omgeving. De invloed van de watertemperatuur is zeer gering.

Stadsrit

Bij de stadsrit zijn deze temperaturen resp. $+69^{\circ}\text{C}$ (boven) en $+68^{\circ}\text{C}$ (onder) en $+40^{\circ}\text{C}$ (inlaatspruitstuk).

Ingekapselde busTopsnelheid

De temperatuur van het motorblok bleek hoger te zijn dan gemeten kon worden met de apparatuur. Geschat wordt dat de temperaturen zowel onder als boven ca. $+90^{\circ}\text{C}$ boven de omgevingstemperatuur liggen. De invloed van de koelwatertemperatuur is tamelijk groot.

De inlaatspruitstuktemperatuur is $+55^{\circ}\text{C}$ boven de omgeving.

Stadsrit

De evenwichtstemperaturen van het motorblok zijn gelijk aan die van de niet-gekapselde bus. Verhoging van de koelwatertemperatuur (door thermostaat) heeft een grote invloed.

De spruitstuktemperatuur is $+51^{\circ}\text{C}$.

A2.8 Luchttemperaturen rond het motorblok

Niet-gekapselde bus

Topsnelheid

De luchttemperaturen rond het motorblok liggen tussen +10 en +25 °C hoger dan de omgevingstemperatuur.

Stadsrit

Hierbij liggen de temperaturen tussen +11 en +31 °C hoger dan de omgeving.

Ingekapselde bus

Topsnelheid

De temperatuur onder de motor is +24 °C, boven de motor tussen +33 en +44 °C t.o.v. de omgeving. Bij de uitlaat en de zijkant van de cilinderkop is de temperatuur +57 resp. +59 °C.

De inlaat in het kapsel is +4 °C, de uitlaatlucht +25 °C en de lucht in het midden dichtbij het kapselmateriaal +11 °C.

Stadsrit

Onder de motor is de temperatuur +33 °C, boven de motor +40 à +42 °C.

De uitlaat resp. cilinderkop luchttemperatuur is +62 resp. +44 °C.

Tijdens de dienstrit werden geen luchttemperaturen gemeten.

A2.9 Temperaturen in de bus

De temperaturen in de bus, zoals de zijkant van het uitstapgedeelte, de bouten van het vloerluik en de zijkant van het looppad, zijn bij hoge buitenluchttemperaturen niet meer acceptabel.

Maatregelen moeten genomen worden om deze temperaturen steeds onder 45 °C te houden. Nadere metingen in dit verband hebben aangetoond dat in ieder geval in het gebied boven het uitlaatspruitstuk thermische isolatie moet worden aangebracht.

A3 Conclusie DAF-streekbus

Bovengenoemde resultaten van de temperatuurmetingen aan de DAF-streekbus kunnen als volgt samengevat worden: na inkapseling blijkt het koelend vermogen nog ruim voldoende te zijn; de ventilator zal, zoals bij de niet-gekapselde bus, slechts tijdens stadsritten een gedeelte van de tijd meedraaien.

De olietemperatuur, welke alleen bij langdurig hoge toerentallen van de motor een maximum bereikt, is lager dan bij de niet-gekapselde bus door montage van een ruim bemeten oliekoeler.

De temperatuur van de brandstof op het moment dat deze de inspuitpomp instroomt, wordt voornamelijk bepaald door de toename van de tanktemperatuur (door opwarming in de inspuitpomp). Bij inkapseling is deze toename groter. Afhankelijk van de duur van de dienst, de tankinhoud en de buitenluchttemperatuur wordt een maximum bereikt. Tijdens de proeven werden geen problemen ondervonden; als door een samenloop van omstandigheden in de praktijk de kritische temperatuur toch bereikt zou worden (de hoogte hiervan is niet bekend), kan een koelspiraal in de toevoer- of retour-leiding gemonteerd worden.

Alhoewel het kapsel zodanig is uitgevoerd dat een zo groot mogelijke luchtdoorstroming wordt bereikt bij handhaving van de akoestische effectiviteit, nemen de motorblok(contact)temperaturen en de temperatuur rondom het motorblok enkele tientallen graden toe. Dit behoeft geen bezwaar te zijn; slechts praktijkervaring over langere tijd kan uitwijzen welke (nadelige) invloed dit kan hebben op bv. de motor-ophangrubbers en de dichtingen.

De temperatuur op sommige plaatsen in de bus is zodanig, dat bij hoge buitenluchttemperatuur ($>20^{\circ}\text{C}$) problemen kunnen optreden bij aanraking hiervan. Het plaatselijk aanbrengen van thermisch isolerend materiaal is noodzakelijk.

A4 Beschrijving van de maatregelen die genomen werden om een acceptabele koeling te verkrijgen bij de ingekapselde DAF-streekbus

Het onderzoek heeft zich in belangrijke mate geconcentreerd op de mogelijkheden een voldoende koeling te handhaven na inkapseling van de motor. In dit hoofdstuk zullen de verschillende ondernomen stappen en de belangrijkste resultaten daarvan kort worden besproken.

a. Metingen aan de niet-gekapselde bus

Zie tabel A1, kolom 1 t/m 3 en tabel A2, kolom 1 t/m 3. De belangrijkste conclusies waren: een hoge olietemperatuur, zodat problemen te verwachten waren bij inkapseling; mogelijk eveneens problemen met de brandstofpomptemperatuur, gezien de plaatsing tussen de chassisbalken; de koelwatertemperatuur leek geen problemen te zullen geven, zowel op de snelweg (zelfs met ventilator uit) als in de stad.

b. Metingen aan de bus met ingekapselde motor, provisorisch kapsel, zonder montage van een oliekoeler

Het provisorisch kapsel (zie-figuur A1) week af van het latere prototype kapsel. Naar voren toe liep het kapsel door tot voorbij de vooras, waarbij de luchtinlaat werd gevormd door een tunnel. Aan de achterzijde was het kapsel gesloten tot aan de chassisbalk; de luchtuitlaat werd gevormd door de spleet boven deze balk. In deze situatie bleek de olietemperatuur ontoelaatbaar hoog op te lopen, nl. 115 °C bij een buitentemperatuur van 6 °C, nog voordat een temperatuurevenwicht bereikt werd.

c. Conform b, met geïnstalleerde DKDL standaard-oliekoeler

Zie voor de resultaten tabel A1, kolom 4 en 5 en tabel A2, kolom 4 en 5. De olietemperatuur daalde t.a.v. situatie b, maar was vooral bij een hoge watertemperatuur (bedrijfstemperatuur) nog onvoldoende om een aanvaardbaar niveau te krijgen; de evenwichtstemperatuur van de olie (dit is de temperatuur met koelwaterthermostaat in geopende stand geblokkeerd) was echter vergelijkbaar met die van de niet-gekapselde bus, zodat de maximaal optredende temperatuur in ieder geval niet boven laatstgenoemde zou uitkomen.

Uit de meetresultaten ontstond de indruk, dat de luchtkoeling van het motorblok en carter onvoldoende was en dat dit veroorzaakt werd door een "omgekeerde" luchtcirculatie door het kapsel.

d. Conform c, luchtsnelheidsmetingen in het kapsel

De luchtstroming in het kapsel bleek inderdaad tegen de rijrichting in te verlopen. De maximaal optredende snelheid was -3 m/s gemeten in de kapseltunnel bij een snelheid van ca. 80 km/h. Rond het motorblok zelf was de luchtsnelheid minder dan 1 m/s.

Door het aanbrengen van een luchtuitlaatspleet aan de onderzijde van het kapsel kwam hierin geen verandering. Door de tunnel te verlengen d.m.v. enkele slangen tot aan de voorzijde van de bus, werd een positieve luchtstroming bereikt in de tunnel (tot 5,5 m/s). Op sommige plaatsen elders in het kapsel vond toch een omgekeerde stroming plaats vanuit de spleet aan de achterzijde boven. Hieruit kon worden afgeleid, dat er vermoedelijk een luchtcirculatie van boven naar beneden om het vliegwiel plaatsvond en dat de luchtinlaat van de tunnel zich in een onderdrukpositie bevond.

e. Luchtmetingen onder de niet-gekapselde bus en gekapselde bus

Om tot een beter inzicht te komen inzake de luchtstromingen onder de bus, werden een aantal metingen verricht m.b.v. een pitotbuis.

Bij de niet-gekapselde bus bleek de luchtsnelheid even boven het wegdek reeds snel af te nemen; tussen de zijschorten van de carrosserie was de (relatieve) snelheid tot slechts enkele m/s gereduceerd (bussnelheid 22 m/s). Bij de gekapselde bus vond dit effect nog eerder plaats (zie figuur A2). Geconcludeerd kon worden dat alleen bij een zeer lage plaatsing van de luchtinlaatopening, niet te ver naar voren, een redelijke luchtstroming in het kapsel verwacht kon worden.

N.B. Aangezien bij de Leyland de radiator zich onder de bus, vrijwel tussen de schorten bevindt, moet worden verwacht dat deze radiator slechts een beperkt koelend vermogen door rijwind zal hebben.

f. Uitvoering conform c, met tussenvoeging van een andere oliekoeler (scheepskoeler)

In eerste instantie werd de scheepskoeler in het secundaire systeem opgenomen tussen verzamelpan en retour oliepomp, waardoor alleen het deel van de olie, dat via de cilinderkoppen in het carter terug wordt gepompt, werd gekoeld.

Het totale effect van alleen de scheepskoeler bleek gering, ondanks de grote koelcapaciteit, omdat niet de volledige oliestroom door de koeler stroomde. Het koelend vermogen kon echter vergroot worden door de inlaat zijde van de koeler te verbinden met het carter, waardoor een extra oliestroom werd rondgepompt. Het effect dat hiermee bereikt werd, was beter dan met de DKDL koeler.

g. Gewijzigd kapsel (1^e prototype)

Op grond van de metingen onder e werd het kapsel gewijzigd. Het werd ingekort tot vlak voor de motor met een luchtinlaatspleet direct boven de bodemplaat; de luchtuitlaatspleet werd op gelijke hoogte uitgevoerd.

In de voorspleet werd de luchtsnelheid gemeten bij verschillende rijsnelheden. Deze bleek onder alle omstandigheden positief te zijn (van voor naar achter door het kapsel), evenredig met de rijsnelheid. Bij 100 km/h werd een luchtsnelheid gemeten van ca. 9 m/s. De stroming vond hoofdzakelijk plaats onder het motorblok langs, eventueel kunnen schotten worden aangebracht om de luchtstroom meer langs de bovenzijde van de motor te leiden.

A5. LEYLAND-STREEKBUS

A5.1 Watertemperatuur motor uit

Topsnelheid (tabel A7)

Niet-ingekapselde bus

De evenwichtstemperatuur van het koelwater bij volledig geopende thermostaat is bij de standaarduitvoering van de bus +60 °C boven omgevings-temperatuur (tabel A7, kolom 1, ventilator continu aan). Na verwijdering van de radiatorbedekking ("veluwse broek") neemt de temperatuur af tot +49 °C (ventilator aan); met extra koeling door middel van de defroster wordt de temperatuur +45 °C.

Wanneer de radiator ventilator wordt uitgeschakeld, blijft de koelwater-temperatuur tot ontoelaatbare waarde oplopen.

Ingekapselde bus

De evenwichtstemperatuur (kolom 9) neemt met 6 °C toe t.o.v. de niet-gekapselde versie en wordt +55 °C met ventilator aan. Dit geeft voldoende reserve bij buitenluchttemperaturen van 35 °C.

Stadsrit (tabel A8)Niet-gekapselde bus

De watertemperatuur bij de niet-gekapselde bus (radiator onbedekt) is +49 °C (kolom 2) met ventilator continu aan.

Ingekapselde bus

Door inkapseling neemt de temperatuur met 2 °C toe tot 51 °C. Dit is ruim voldoende om aan de eisen bij hoge buitenluchttemperatuur te voldoen.

Een nadeel is echter, dat de ventilator veelvuldig ingeschakeld zal zijn.

A5.2 Olietemperatuur motor inTopsnelheid (tabel A7)Niet-gekapselde bus

In standaard-uitvoering is de olietemperatuur +81 °C boven omgeving. Bij 35 °C zou de temperatuur tot ca. 115 °C oplopen hetgeen reeds hoger is dan Leyland Truck and Bus Division opgeeft (105 °C).

Met onbedekte radiator (kolom 3) neemt de evenwichtstemperatuur af tot 76 °C.

Het blijkt dat de olietemperatuur pas bij een lage watertemperatuur (< + 60 °C) beïnvloed wordt door laatstgenoemde (kolom 1 t/m 6).

Ingekapselde bus

Door de inkapseling neemt de olietemperatuur met 10° toe tot +86 °C (ventilator aan, radiator onbedekt) (kolom 9). Ten opzichte van de standaard-uitvoering is dit een verhoging van slechts 5 °C. Het niveau is echter hoger dan toelaatbaar wordt geacht (ca. 120 °C bij 35 °C).

A5.3 Brandstoftemperatuur

De brandstoftemperatuur in de tank neemt tijdens een rit na verloop van tijd toe door opwarming van de terugstromende brandstof van de inspuitspomp.

Na inkapseling is de temperatuurtoename "inspuitpomp in" (tabel A7, kolom 9) t.o.v. de niet-gekapselde versie 10°C tot een niveau van $+20^{\circ}\text{C}$ boven omgevingstemperatuur. In de inspuitpomp zelf neemt de brandstoftemperatuur na instroming toe met 6 à 7°C , zodat de temperatuur van de terugstromende brandstof ca. $+26^{\circ}\text{C}$ is.

De temperaturen tijdens de stadsrit zijn vergelijkbaar met die bij topsnelheid (tabel A8, kolom 5).

A5.4 Contacttemperaturen en luchttemperaturen in het kapsel

De temperaturen zijn, behalve de hierna genoemde, in principe vergelijkbaar met de temperaturen bij de DAF-streekbus.

Contacttemperatuur inspuitpomp: ca. 15° lager dan bij DAF;

luchttemperatuur bij inlaatspruitstuk ca. 16° hoger;

motor boven- en onderzijde 15 tot 20° hoger.

A5.5 Temperaturen in de bus

De temperatuurtoename in de bus ter hoogte van de motor en uitlaat is niet noemenswaardig. Toch is het raadzaam dezelfde warmte-isulerende maatregelen te treffen als bij de DAF-streekbus.

A6. Maatregelen ter vergroting van de koelcapaciteit

Enkele oriënterende proeven werden uitgevoerd om na te gaan of een betere luchtaanstroming van de radiator een gunstig effect heeft op de watertemperatuur en mogelijk ook op de olietemperatuur.

Hiertoe werden gaten aangebracht in de bumper van de bus en werd een windhapper onder de radiator gemonteerd.

Daar de bus in dat stadium weer geschikt gemaakt was om de normale dienst te rijden (o.a. met normaal functionerende koelwaterthermostaat, olietemperatuurmeter met laag bereik) kon slechts een globale indruk verkregen worden van het effect van deze maatregelen.

De koelwatertemperatuur werd positief beïnvloed, welk effect het grootst was bij niet-ingeschakelde ventilator. Deze laatste zal daardoor vooral tijdens stadsritten minder frequent ingeschakeld behoeven te worden.

De invloed op de olietemperatuur kon niet goed worden vastgesteld, maar is vermoedelijk te gering om van de toepassing van een oliekoeler af te kunnen zien.

Naar verwachting is de bereikte verbetering van het koelend vermogen voldoende om de toepassing van een oliekoeler mogelijk te maken, maar verder onderzoek zal dit moeten uitwijzen.

A7. Conclusie Leyland-streekbus

- Na inkapseling is de temperatuur van het koelwater zodanig toegenomen dat slechts voldaan wordt aan de eisen bij hoge buitenluchttemperatuur wanneer de koelventilator veelvuldig is ingeschakeld.
- De olietemperatuur is het meest kritiek bij topsnelheid. Bij 35 °C buitenluchttemperatuur zou de olie een temperatuur krijgen van ca. 120 °C bij topsnelheid, hetgeen hoger is dan de fabrikant voorschrijft. Het is dus wenselijk om een oliekoeler te monteren. Het gevolg hiervan is dat de koelwatertemperatuur met naar schatting 5 tot 8 °C toeneemt, zodat gezorgd moet worden voor een vergroting van de koelcapaciteit. Hierbij kan tevens het bezwaar ondervangen worden dat de ventilator vaak meedraait. Enkele oriënterende metingen hebben reeds uitgewezen dat met maatregelen om een betere luchtaanstroming van de radiator te verkrijgen de koelcapaciteit wat vergroot wordt. Of deze maatregelen inderdaad voldoende zijn om een oliekoeler te kunnen toepassen zal nog moeten worden aangetoond.
- De temperatuur van de brandstof neemt tijdens het rijden langzaam toe. Door de inkapseling wordt dit nog enigszins versterkt. Gelijke maatregelen als genoemd bij de DAF-streekbus kunnen in verband hiermee genomen worden.
- Ten aanzien van de temperaturen in de bus is het raadzaam dezelfde warmte-isulerende maatregelen te treffen als bij de DAF-streekbus.

A8. EERSTE RETROFIT-STREEKBUS (DAF)A8.1 Beschrijving van de resultaten van de temperatuurmetingen aan de DAF-streekbus, West-Nederland nr. 8432.

De West-Nederland bus werd in drie uitvoeringen gemeten nl. in standaarduitvoering zonder kapsel (meting 1), in standaarduitvoering zonder kapsel met oliekoeler (meting 2), in gekapselde uitvoering met oliekoeler (meting 3). Gemeten werd over een afstand van ca. 50 km bij een snelheid van 90 km/h. De maximale hierbij optredende temperaturen zijn vermeld in de tabellen A9 t/m A11, resp. A12 t/m A14 (relatieve temperatuurstijging). Verder zijn de resultaten vermeld van een zg. soak test, waarbij de eventuele toename van de temperaturen bij stilstand met stationair draaiende motor na of tussen de rit met 90 km/h gemeten kon worden.

De gemeten waarden zijn vergeleken met de prototype metingen bij 90 km/h, koelventilator uit en kyser uit (tabel A1 en A3 kolommen (1), (4,6)).

De temperatuurverhoging t.o.v. de buitenluchttemperatuur is hierbij als basis genomen. De waarden zijn vermeld in de samenvattende tabel A15 van de metingen 1 en 3 (tussen haakjes de prototype metingen).

A8.2 Meting bij 90 km/h: windsnelheden vergelijkbaar, wegdek droog.

Watertemperatuur: met inkapseling is de watertemperatuur 5° hoger dan zonder inkapseling; beoordeling is moeilijk wegens de werkende thermostaat. Een vergelijking met de prototype metingen is niet mogelijk omdat daarbij met volledig geopende thermostaat werd gereden.

lucht radiator uit: De temperatuurverhoging over de radiator (boven en onder) is in de gevallen met en zonder kapsel vergelijkbaar. Dit geeft een in dit geval betere indruk van de warmtebelasting van het koelwater dan de koelwatertemperatuur "motor uit".

Olietemperatuur: De gemeten olietemperaturen zijn vergelijkbaar dankzij de gemonteerde oliekoeler bij de ingekapselde bus. Er treedt echter na inkapseling geen verlaging op zoals bij de prototype bus; daar was een koeler gemonteerd met grotere capaciteit, de zg. scheepskoeler.

Contacttemperatuur motor: De temperatuur aan de bovenzijde van het motorblok neemt ten gevolge van het kapsel met 8° toe. Dit is meer dan bij de prototype metingen; bovendien ligt het niveau hoger. Een verklaring hiervoor is mogelijk de hogere koelwater temperatuur door de werkende thermostaat en de hogere olietemperatuur t.o.v. de prototype bus.

Lucht kapsel in/uit: De temperaturen zijn vergelijkbaar met die gemeten bij het prototype kapsel.

Lucht rondom het uitlaatsysteem: Bij de uitlaat zijn met de huidige inkapseling veel lagere temperaturen gemeten dan bij het prototype. De gewijzigde inlaatopening, welke bestaat uit een zg. honinggraatstructuur waarbij meer lucht beter over het motorcompartiment wordt verdeeld is hier vrijwel zeker de oorzaak van.

Temperatuur in het geluidabsorberend materiaal (Barynal): De temperatuurverhoging tengevolge van het kapsel op de plaats waar het geluidabsorberend materiaal zit is gering.

A8.3 Soak test: Met stationair draaiende motor

Deze test werd niet uitgevoerd bij de prototype metingen, zodat vergelijking niet mogelijk is.

Met kapsel treedt geen noemenswaardige verhoging van de temperatuur op. De luchttemperaturen zijn zelfs zeer laag geworden; een verklaring voor dit verschijnsel is niet bekend.

A8.4 Conclusie

De gemeten temperatuurverhogingen met kapsel zijn vergelijkbaar met die gemeten bij het prototype-kapsel. Door de betere luchtdoorstroming is de temperatuur in het kapsel zelfs lager geworden.

Voor de temperaturen van het motorblok en de rubber onderdelen in het kapsel geldt echter hetzelfde voorbehoud als gemaakt is in hoofdstuk A3.

A9. EXTRAPOLATIE VAN DE GEMETEN TEMPERATUREN

Wanneer bij extreem hoge buitenluchttemperatuur de door de thermostaat bepaalde koelwatertemperatuur hoger is dan de berekende evenwichtstemperatuur (bij volledig geopende thermostaat) van het koelwater, moet een toeslag voor de door het koelwater beïnvloede temperaturen (bv. olietemperatuur in oliekoeler) bepaald worden.

Dit kan als volgt gebeuren:

Gemeten wordt, dat bij de verhoging van de watertemperatuur bij een bepaalde buitenluchttemperatuur, de olietemperatuur met een constante verhouding van watertemperatuurtoename toeneemt. Stel dat deze verhouding ook bij hogere buitenluchttemperaturen gelijk blijft; uit de berekende evenwichtstemperaturen en het verschil met de door de thermostaat bepaalde hogere watertemperatuur kan de temperatuurtoeslag voor de andere temperaturen berekend worden.

Bijvoorbeeld:

Gemeten bij omgeving 10 °C

Watertemperatuur

Olietemperatuur

evenwicht 54

81

thermostaat 85

99

$$\Delta t_w = 31$$

$$\Delta t_o = 18 \text{ toeslag } \Delta t_o = \frac{18}{31} \cdot \Delta t_w = 0,6 \cdot \Delta t_w$$

Berekend bij 35 °C omgeving

Watertemperatuur

Olietemperatuur

evenwicht 79

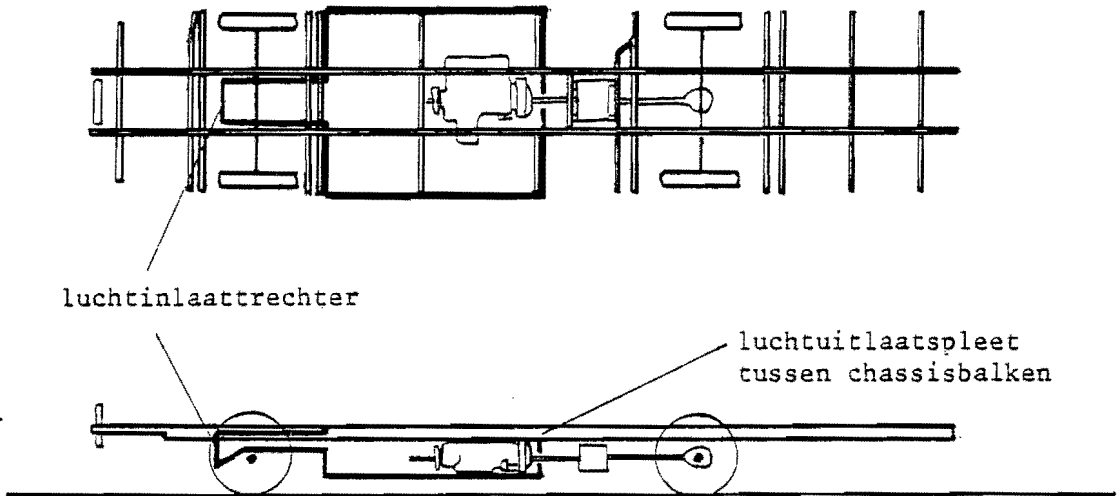
106

thermostaat 85

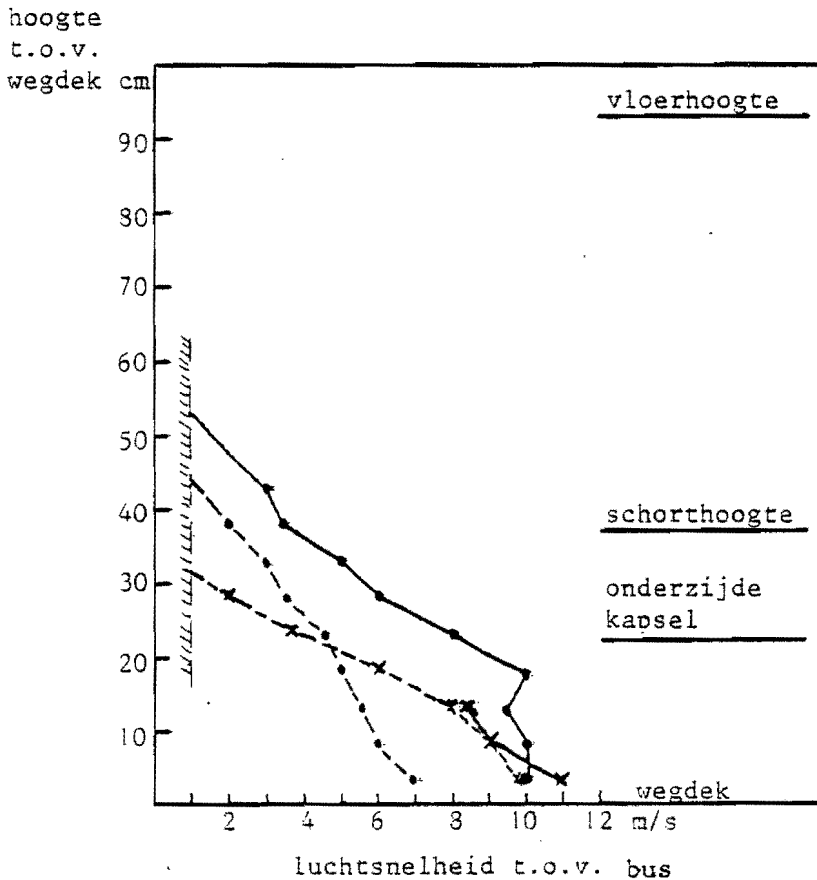
109,6

$$\Delta t_w = 6 \rightarrow \Delta t_o = 0,6 \times 6 = +3,6$$

Wanneer de evenwichtskoelwatertemperatuur hoger is dan de door de thermostaat geregelde temperatuur (thermostaat uitgeregeld), hoeft de correctie niet te worden toegepast.



Figuur A1: Schematische aanduiding van de uitvoering van het provisorisch kapsel



Figuur A2 : Gemeten luchtsnelheden onder rijdende bus (90 km/uur = 22 m/s) zonder (—●—) en met (-x-) kapsel; één positie voor motor (—) en gemiddelde van twee posities naast wisselbak (- - -)

Tabel A1 - DAF-streekbus; temperaturen gemeten bij topsnelheid

Evenwichtstemperaturen °C bij volledig geopende thermostaat ventilator	niet-ingekapselde bus			ingekapselde bus			
	Kysor uit uit (1)	Kysor aan uit (2)	Kysor uit aan (3)	provisoirisch kapsel DKDL koeler Kysor uit. uit (4)	Kysor aan. uit (5)	prototype kapsel scheepskoeler Kysor uit ventilator uit (6)	uit aan (7)
testnummer	2	2	2	6	6	15	15
datum	4-2-77	4-2-77	4-2-77	8-3-77	8-3-77	28-7-77	28-7-77
omgeving	7	7	7	10	10	17	17
Luchtfilter	9	8	10	12	13	20	24
<u>koelsysteem</u>							
motor water in	56,2	79,5	42,8	60,7	80,8	71,0	56,0
motor water uit	58,8	82,4	46,1	63,0	82,7	73,0	59,6
radiator lucht in	7	7	7	10	10	17	17
radiator lucht uit boven	40	~	23	44	~	56	37
radiator lucht uit onder	35	~	21	40	~	51	36
<u>olietemperatuur</u>							
motor carter	100	102	95	100	112	102	95
oliekoeler in	-	-	-	-	-	100	92
oliekoeler uit	-	-	-	-	-	88	78
olie motor in	-	-	-	-	-	97	90
olie wisselbak	68	76	74	78	81	max. 97	
<u>brandstof/insp.pomp</u>							
brandstoftank	-	-	-	-	-	16	28 (2 uur)
insp.pomp in	21	22	22	26	29	27	35 (2 uur)
insp.pomp uit	28	30	32	42	45	45	49
contacttemp. insp.pomp	36	38	38	48	53	56	55
lucht rond insp.pomp	20	23	23	47	51	-	-
<u>contacttemp. motor</u>							
inlaatspruitstuk	36	39	36	63	72	72	70
motorblok boven	86	88	81	90	100	>100	92
motorblok onder	84	86	78	94	>100	>100	91
<u>luchttemp. motor</u>							
cilinderkop	24	34	32	57	62	76	72
uitlaatspruitstuk	28	26	25	71	80	74	73
motor bovenzijde	24	23	21	43	46	50	50
motor onderzijde	18	17	16	42	46	41	39
carter bovenzijde	19	17	16	44	45	61	57
kapsel inlaat	-	-	-	-	-	21	21
kapsel bodem	-	-	-	-	-	29	27
kapsel uitlaat	-	-	-	-	-	42	42
lucht voor wisselbak	19	21	20	32	35	41	45
<u>temp. in de bus</u>							
uitstap	-	-	-	-	-	50	-
bouten vloerluik	15	15	15	~40	~40	56	-
zijkant looppad	-	-	-	-	-	48	-

Tabel A2 - DAF-Streekbus: temperaturen gemeten tijdens nagebootste stadsritten en dienst

Evenwichtstemperaturen °C bij volledig geopende thermostaat (behalve bij DIENST) ventilator	niet-gekapselde bus			gekapselde bus		
	Kysor uit			provisoirisch kapsel	DIENST	
	aan(1)	aan(2)	uit(3)	DKDL oliekoeler Kysor uit aan(4)	Kysor aan uit(5)	proto kap scheeps koeler thermost regelt(6)
testnummer	2	2	2	6	6	NZH lijn
datum	4-2-77	4-2-77	4-2-77	8-3-77	8-3-77	20-9-77
omgeving	7	7	7	10	10	15
<u>luchtfILTER</u>	17	15	16	24	22	-
<u>koelsysteem</u>						
motor water in	47,7	41,6	>77	51,9	83,9	-
motor water uit	50,2	43,6	>77	54,2	85,3	82-86
radiator lucht in	7	7	7	10	10	15
radiator l. uit boven	28	25	~64	~34	~75	-
radiator l. uit onder	26	22	~65	~32	~70	-
<u>olietemperatuur</u>						
motorcarter	84	77	>85	81	99	-
oliekoeler in	-	-	-	-	-	-
oliekoeler uit	-	-	-	-	-	88
olie motor in	-	-	-	-	-	-
olie wisselbak	81	91	97	99	103	>100
<u>brandstof/insp.pomp</u>						
brandstoftank	-	-	-	23	23	17-30
insp.pomp in	23	-	-	32	35	30-40/4
insp.pomp uit	30	29	31	44	48	-
contacttemp. insp.pomp	35	34	35	46	50	56
lucht rond insp.pomp	24	24	24	47	52	-
<u>contacttemp.motor</u>						
inlaatspruitstuk	47	37	44	61	74	-
motor blok boven	76	70	77	78	95	95
motorblok onder	75	70	76	79	98	98
<u>luchttemperatuur motor</u>						
cilinderkop	26	27	22	54	65	-
uitlaatspruitstuk	38	29	32	72	76	-
motor bovenzijde	28	29	31	52	60	-
motor onderzijde	19	18	18	43	52	-
carter bovenzijde	20	22	25	50	59	-
kapsel inlaat	-	-	-	-	-	-
kapsel bodem	-	-	-	-	-	-
kapsel uitlaat	-	-	-	-	-	-
lucht voor wisselbak	25	26	21	41	44	-
<u>temperatuur in de bus</u>						
uitstap	-	-	-	-	-	-
bouten vloerluik	16	17	18	-	-	-
zijkant looppad	-	-	-	-	-	-

Tabel A3 - DAF-streekbus: temperatuurverhoging t.o.v. de omgevingstemperatuur, bepaald uit de evenwichtstemperaturen van Tabel A1. Topsnelheid.

Temperatuurverhoging t.o.v. omgeving + °C ventilator	niet-ingekapselde bus			ingekapselde bus			
	Kysor uit uit (1)	Kysor aan uit (2)	Kysor uit aan (3)	prov. kapsel DKDL koeler Kysor uit. uit (4)	Kysor aan. uit (5)	prototype kapsel scheepskoeler Kysor—uit uit (6)	aan (7)
testnummer	2	2	2	6	6	15	15
datum	4-2-77	4-2-77	4-2-77	8-3-77	8-3-77	28-7-77	28-7-77
omgeving	7	7	7	10	10	17	17
luchtfILTER	+ 2	1	3	+ 2	3	+ 3	7
koelsysteem							
motor water in	49	73	36	51	71	54	39
motor water uit	52	75	39	53	73	56	43
radiator lucht in	0	0	0	0	0	0	0
radiator lucht uit boven	33	~	16	34	~	39	20
radiator lucht uit onder	28	~	14	30	~	34	19
olietemperatuur							
motor carter	93	95	88	90	102	85	78
oliekoeler in	-	-	-	-	-	83	75
oliekoeler uit	-	-	-	-	-	71	61
olie motor in	-	-	-	-	-	80	~73
olie wisselbak	61	69	67	68	71	80	80
brandstof/insp.pomp							
brandstoftank		0 → 5 (2 uur)	(?)	-	-	0 → 10 (2 uur)	
insp.pomp in		10 → 15 (2 uur)		16	19	10 → 19 (2 uur)	
insp.pomp uit		19 → 25		32	35	28 → 32	
contacttemp. insp.pomp	29	31	31	38	43	39	38
lucht rond insp.pomp	13	16	16	37	41	33	33
contacttemp. motor							
inlaatspruitstuk	29	32	29	53	62	55	53
motorblok boven	79	81	74	80	90	>85	75
motorblok onder	77	79	71	84	>90	>85	74
luchttemp. motor							
cilinderkop	17	27	25	47	52	59	55
uitlaatspruitstuk	21	19	18	61	70	57	56
motor bovenzijde	17	16	14	33	36	33	33
motor onderzijde	11	11	9	32	36	24	22
carter bovenzijde	12	11	9	34	35	44	40
kapsel inlaat	-	-	-	-	-	4	4
kapsel bodem	-	-	-	-	-	12	10
kapsel uitlaat	-	-	-	-	-	25	25
lucht voor wisselbak	12	14	13	22	25	24	28
temp. in de bus							
uitstap	-	-	-	-	-		33
bouten vloerluis	8	8	8	~30	~30		39
zijkant looppad	-	-	-	-	-		31

Tabel A4 - DAF-streekbus: Temperatuurverhoging t.o.v. de omgevingstemperatuur, bepaald uit de evenwichtstemperaturen van Tabel A2. Nagebootste stadsrit en dienstrit.

temperatuurverhoging t.o.v. omgeving + °C ventilator	niet-ingekapselde bus			ingekapselde bus		
	lage snelheid			prov. kapsel DKDL-oliekoeler		Dienst proto kapsel scheepskoeler thermostaat regelt (6)
	Kysor uit			Kysor uit. aan	Kysor aan. uit	
	aan (1)	aan (2)	uit (3)	(4)	(5)	(6)
testnummer	2	2	2	6	6	NZH lijn 70
datum	4-2-77	4-2-77	4-2-77	8-3-77	8-3-77	20-9-77
omgeving	7	7	7	10	10	15
<u>luchtfILTER</u>	+10	8	9	+14	12	+ -
<u>koelsysteem</u>						
motor water in	40,7	34,6	>70	41,9	73,9	-
motor water uit	43,2	36,6	>71	44,2	75,3	67-71
radiator lucht in	0	0	0	0	0	0
radiator lucht uit boven	21	18	-57	-24	-65	-
radiator lucht uit onder	19	15	-58	-22	-60	-
<u>olietemperatuur</u>						
motorcarter	77	70	>78	71	89	-
oliekoeler in	-	-	-	-	-	-
oliekoeler uit	-	-	-	-	-	73
olie motor in	-	-	-	-	-	83 (?)
olie wisselbak	74	84	90	89	93	>85
<u>brandstof/insp.pomp</u>						
brandstoftank	-	-	-	-	-	2 → 15 (4,5)
insp.pomp in	16	-	-	22	25	15 → 25
insp.pomp uit	23	22	24	34	38	-
contacttemp. insp.pomp	28	27	28	36	40	41
lucht rond insp.pomp	17	17	17	37	42	-
<u>contacttemp. motor</u>						
inlaatspruitstuk	40	30	37	51	64	-
motorblok boven	69	63	70	68	85	80
motorblok onder	68	63	69	69	88	83
<u>luchttemp. motor</u>						
cilinderkop	19	20	15	44	55	-
uitlaatspruitstuk	31	22	25	62	66	-
motor bovenzijde	21	22	24	42	50	-
motor onderzijde	12	11	11	33	42	-
carter bovenzijde	13	15	18	40	49	-
kapsel inlaat	-	-	-	-	-	-
kapsel bodem	-	-	-	-	-	-
kapsel uitlaat	-	-	-	-	-	-
lucht voor wisselbak	18	19	14	31	34	-
<u>temp. in de bus</u>						
uitstap	-	-	-	-	-	-
bouten vloerluik	9	10	11	-	-	-
zijdant looppad	-	-	-	-	-	-

Tabel A6. Leyland-streekbus: Temperatuurmetingen tijdens een stadsrit

Evenwichtstemp. °C met volledig geopende thermostaat zonder oliekoeler ventilator	niet ingekapselde bus				ingekapselde bus
	standaard	radiator onbedekt	idem + de- froster aan		radiator onbedekt
	aan	aan	aan	uit	aan
test nummer	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
datum	1a	1b	1c		2
omgeving	8-9-77	8-9-77	13-9-77		
	16	18	18	18	19
<u>luchtfILTER</u>	-	-	-	-	-
<u>koelsysteem</u>					
motor water in	-	-	-	-	-
motor water uit	70	67	60	82	70
radiator lucht in	16	18	18	18	19
<u>olietemperatuur</u>					
motorcarter	-	-	-	-	-
oliekoeler in	-	-	-	-	-
oliekoeler uit	-	-	-	-	-
olie motor in	85	84	83	88	90
olie wisselbak (zie snelweg)	~ 75	~ 75	~ 74		~ 76
<u>brandstof/insp.pomp</u>					
brandstoftank (zie snelweg)	~ 19	~ 22	~ 21		~ 21
insp.pomp in	29	32	30	28	43
insp.pomp uit	34	36	35	33	47
contacttemp. insp.pomp	31	34	32	30	45
lucht rond insp.pomp	~ 35	~ 37	~ 35	~ 35	57
<u>contacttemp. motor</u>					
motorblok boven	83	84	81	85	90
motorblok onder	79	78	75	77	88
<u>luchttemp. motor</u>					
uitlaatspruitstuk	85	66	-	-	-
motor bovenzijde	42	50	-	-	-
motor onderzijde	34	38	-	-	-
kapsel inlaat	-	-	-	-	-
kapsel bodem	-	-	-	-	-
kapsel uitlaat	-	-	-	-	-
<u>temp. in de bus</u>					
uitstap					
bouten vloerluik	} <25	} <25	} <25		} <25
looppad					

Tabel A7. Leyland streekbus: temperatuurverhoging t.o.v. de omgevingstemperatuur, bepaald uit Tabel A5. Topsnelheid

Temperatuurverhoging t.o.v. omgeving +°C ventilator	niet-ingekapselde bus						ingekapselde bus			
	standaard		radiator onbedekt		idem + de- froster aan		radiator onbedekt		idem (volledige meting)	
	aan (1)	uit (2)	aan (3)	uit (4)	aan (5)	uit (6)	aan (7)	aan/uit (8)	aan (9)	aan/uit (10)
testnummer	1a		1b		1c		2		3	
datum	8-9-77		8-9-77		13-9-77				19-10-77	
omgeving	15	15	17	17	17	17	19	19	17	17
<u>luchtfILTER</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>koelsysteem</u>										
motor water in	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
motor water uit	60	>81	49	>79	45	>78	52	61-66	55	63-68
radiator lucht in	0	0	0	0	0	0	0	0 0	0	0 0
<u>olietemperatuur</u>										
motorcarter	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
oliekoeler in	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
oliekoeler uit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
olie motor in	81	83	76	85	73	82	80	>81	86	88
olie wisselbak	30 → 60 (140 min)		33 → 58 (100 min)		3 → 57 (150 min)		1 → 57 (130 min)		-	-
<u>brdst./insp.pomp</u>										
brandstoftank	0 → 4		2 → 5		-4 → 4		-4 → 2		-7 → 3	
insp.pomp in	10	10	11	11	9	9	17	17	20	18
insp.pomp uit	16	16	17	17	15	15	24	24	-	-
contacttemp.insp.p.	12	12	13	13	12	12	19	22	24	22
lucht rond insp.p.	13	18	15	15	~15	~21	34	39	40	39
<u>contacttemp.motor</u>										
motorblok boven	74	78	72	81	68	77	77	>81	86	88
motorblok onder	64	67	63	68	57	65	69	79	78	78
<u>luchttemp.motor</u>										
uitlaatspruitstuk	62	52	45	55	-	-	-	-	74	65
motor bovenzijde	18	23	23	27	-	-	-	-	46	45
motor onderzijde	11	11	13	11	-	-	-	-	43	40
kapsel inlaat	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3
kapsel bodem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
kapsel uitlaat	-	-	-	-	-	-	-	-	21	19
<u>temp.in de bus</u>										
uitstap										
bouten vloerluik looppad	<10		<10		<10		<10		<10	

Tabel A8. Leyland-streekbus: Temperatuurverhoging t.o.v. de omgevingstemperatuur, bepaald uit Tabel A6.
Stadsrit

Temperatuurverhoging t.o.v. omgeving + ^o C ventilator	niet ingekapselde bus				ingekapselde bus
	standaard aan (1)	radiator onbedekt aan (2)	idem+defroster aan uit (3) (4)		radiator onbedekt aan (5)
testnummer	1a	1b	1c		2
datum	8-9-77	8-9-77	13-9-77		
omgeving	16	18	18	18	19
luchtfILTER	-	-	-		-
koelsysteem	-	-	-		-
motor water in	-	-	-		-
motor water uit	54	49	42	64	51
radiator lucht in	0	0	0	0	0
olietemperatuur	-	-	-		-
motorcarter	-	-	-		-
oliekoeler in	-	-	-		-
oliekoeler uit	-	-	-		-
olie motor in	69	66	65	70	71
olie wisselbak	~ 59	~ 57	~ 56		~ 57
brandst./insp.pomp	-	-	-		-
brandstoftank	~ 3	~ 4	~ 3		~ 3
insp.pomp in	13	14	12	10	24
insp.pomp uit	18	18	17	15	28
contacttemp. insp.pomp	15	16	14	12	26
lucht rond insp.pomp	~ 19	~ 19	~ 17	~ 17	38
contacttemp. motor	-	-	-		-
motorblok boven	67	66	63	67	71
motorblok onder	63	60	57	59	69
luchttemp. motor	-	-	-		-
uitlaatspruitstuk	69	48	-	-	-
motor bovenzijde	26	32	-	-	-
motor onderzijde	18	20	-	-	-
kapsel inlaat	-	-	-	-	-
kapsel bodem	-	-	-	-	-
kapsel uitlaat	-	-	-	-	-
temp. in de bus	-	-	-		-
uitstap	-	-	-		-
bouten vloerluik } looppad	< 10	< 10	< 10		< 10

Tabel A9 - Eerste retrofit-streekbus

Meting 1; niet ingekapseld, zonder oliekoeler; gemeten temperaturen

Datum: 1-11-1979 DAF West Ned. 8432		Gemeten waarden °C				
		nr.	nr.	nr.	nr.	nr.
Krachtig tot harde wind		6-7	7-8	16-17	18-19	22-23
Z.W. droog		90 km/h heen	soak	90 km/h terug	soak	stad
		kysor in	stationair	kysor uit		
Lucht rad. in		12	(15-20)	12	(13)	12-14
Lucht rad. uit	b.	30-35	(60-70)	37-39	(61)	46-56
	o.	35-40	(55-70)	27-30	(54-59)	39-45
motor water uit		77	80	69	71	70
motor olie in		106	106	99	99	94
motor contact boven		107	107	99	102	95
Lucht kapsel in		17	20-25	17	15	14-19
Lucht kapsel uit		20-22	18-22	22	22	19-25
Lucht uitl. voor		29-32	90	29	56	37-66
Lucht uitl. achter		26-29	88	26	48	37-66
Barynal voor		31	80	31	53	43-53
Barynal achter		27-31	71	27	43	44

Tabel A10 - Eerste retrofit-streekbus

Meting 2; niet ingekapseld; met DKDL koeler, gemeten temperaturen.

Datum: 14-11-1979 DAF West Ned. 8432	Gemeten waarden °C				
	nr.	nr.	nr.	nr.	nr.
Windsnelheid 5 m/s Oost. regen	3-4 90 km/h heen kysor uit	4-5 soak stationair	5-6 90 km/h terug kysor uit		
Lucht rad. in	4	(8-10)	4-5		
Lucht rad. uit	b. 30-32 o. 14-16	(45-50) (38-42)	30-35 18-22		
motor water uit	67	68	67		
motor olie in	90	90	90		
motor contact boven	95	97	95		
Lucht kapsel in	8	10-25	9		
Lucht kapsel uit	11-12	10-17	15		
Lucht uitl. voor	22	65-72	24-27		
Lucht uitl. achter	19	68-77	19-22		
Barynal voor	24	70	26-29		
Barynal achter	22	61	24		

Tabel A11 - Eerste retrofit-streekbus

Meting 3; met kapsel en DKDL koeler, gemeten temperaturen

Datum: 26-11-1979 DAF West Ned. 8432		Gemeten waarden °C				
		nr.	nr.	nr.	nr.	nr.
Windsnelheid 6 m/s Krachtig tot hard Z.W. Droog		3-4 90 km/h heen Kysor uit	4-5 soak stationair	10-11 90 km/h terug Kysor uit		
Lucht rad. in		7	(10-15)	9		
lucht rad. uit						
b.		35-37	(50-55)	33-35		
o.		22-24	(50-55)	24-27		
motor water uit		70	71	71		
motor olie in		97	97	97		
motor contact boven		102	104	104		
lucht kapsel in		8-11	16-20	11-13		
lucht kapsel uit		27-30	10-20	30-33		
lucht uitl. voor		34-39	44-49	38-41		
lucht uitl. achter		29-34	44-49	32-39		
Barynal voor		27	48	32		
Barynal achter		24	37	29		

Tabel A12 - Eerste retrofit-streekbus

Meting 1; niet ingekapseld; zonder oliekoeler, relatieve
temperatuurstijging

Datum: 1-11-1979						
DAF West Ned. 8432		nr.	nr.	nr.	nr.	nr.
Krachtig tot harde wind		6-7	7-8	16-17	18-19	22-23
Z.W. droog		90 km/h heen Kysor in	soak stationair	90 km/h terug Kysor uit	soak	stad
Lucht rad. in		12	(15-20)	12	(13)	12-14
Temperatuurverhoging t.o.v. rad. in						
lucht rad. uit	b.	18-23	(48-58)	25-27	49	34-44
	o.	23-28	(43-58)	15-18	42-47	27-33
motor water uit		65	68	57	59	58
motor olie in		94	94	87	87	82
motor contact boven		95	95	87	90	83
lucht kapsel in		5	8-13	5	3	2-7
lucht kapsel uit		8-10	6-10	10	10	7-13
lucht uitl. voor		17-20	78	17	44	25-54
lucht uitl. achter		14-17	76	14	36	25-54
Barynal voor		19	68	19	41	31-41
Barynal achter		15-19	59	15	31	32

Tabel A13 - Eerste retrofit-streekbus

Meting 2; niet ingekapseld, met DKDL koeler, relatieve
temperatuurstijging

Datum: 14-11-1979					
DAF West Ned. 8432		nr.	nr.	nr.	nr.
Windsnelheid 5 m/s		3-4 90 km/h	4-5	5-6 90 km/h	
Oost. regen		heen Kysor uit	soak stationair	terug Kysor uit	
Lucht rad. in		4	(8-10)	4-5	
Temperatuurstijging t.o.v. lucht rad. in					
lucht rad. uit	b.	26-28	(41-46)	26-31	
	o.	10-12	(34-38)	14-18	
motor water uit		63	64	63	
motor olie in		86	86	86	
motor contact boven		91	93	91	
lucht kapsel in		4	6-21	5	
lucht kapsel uit		7-8	6-13	11	
lucht uitl. voor		18	61-68	20-23	
lucht uitl. achter		15	64-73	15-18	
Barynal voor		20	66	22-25	
Barynal achter		18	57	20	

Tabel A14 - Eerste retrofit-streekbus
Meting 3; met kapsel en DKDL koeler, relatieve
 temperatuurstijging

Datum: 26-11-1979						
DAF West Ned. 8432		nr.	nr.	nr.	nr.	nr.
Windsnelheid 6 m/s Krachtig tot hard Z.W. droog		3-4 90 km/h heen Kysor uit	4-5 soak stationair	10-11 90 km/h terug Kysor uit		
Lucht rad. in		7	(10-15)	9		
Temperatuurstijging t.o.v. lucht rad. in						
lucht rad. uit						
b.		28-30	(43-48)	24-26		
o.		15-17	(43-48)	15-18		
motor water uit		63	64	62		
motor olie in		90	90	88		
motor contact boven		95	97	95		
lucht kapsel in		1-4	9-13	2-4		
lucht kapsel uit		20-23	3-13	21-24		
lucht uitl. voor		27-32	37-42	29-32		
lucht uitl. achter		22-27	37-42	23-30		
Barynal voor		20	41	23		
Barynal achter		17	30	20		

Tabel A15 - Eerste retrofit - streekbus;

Samenvatting van meting 1 (tabel A12 en meting 3 (tabel A14).

Relatieve temperatuurstijging, met/zonder kapsel.

<u>Thermostaat regelt</u> DAF West Ned. 8432	90 km/h		soak test	
	zonder kapsel	met kapsel	zonder kapsel	met kapsel
Temperatuurverhoging t.o.v. omgeving				
Lucht rad. in	12	9	(15-20)	(10-15)

Temperatuurverhoging t.o.v. lucht rad in

lucht rad. uit	b.	25-27 (33)*	24-26 (34)	48-58	43-48
	o.	15-18 (28)	15-18 (30)	43-58	43-48
motor water uit		57 (52)	62 (53)	68	64
motor olie in		87 (88)	88 (85)	94	90
motor contact boven		87 (79)	95 (80)	95	97
lucht kapsel in		5 (-)	2-4 (4)	8-13	9-13
lucht kapsel uit		10 (-)	21-24 (25)	6-10	3-13
lucht uitl. voor		17 (21)	29-32 (61)	78	37-42
lucht uitl. achter		14 (21)	23-30 (61)	76	37-42
Barynal voor		19 (-)	23 (-)	68	41
Barynal achter		15 (-)	20 (-)	59	30

*tussen haakjes: prototype metingen, Tabel A3, kolom (1) en (4)(6)
hierbij was de
thermostaat volledig geopend

APPENDIX BOverzicht van de gebruikte meet- en verwerkingsapparatuurI. Meetapparatuur geluidmetingen

DAF-streekbus:

- magnefoon, fabrikaat Kudelski, type IS-D
- precisiegeluidniveaumeter, fabrikaat General Radio, type 1933
- $\frac{1}{2}$ " elektreet condensatormicrofoon, fabrikaat General Radio, type 1962-9602

Leyland-streekbus:

- magnefoon, fabrikaat Kudelski, type IV SJ
- $\frac{1}{2}$ " elektreet condensatormicrofoon, fabrikaat General Radio, type 1962-9602 met voorversterker type 9600.

II. Verwerkingsapparatuur geluidmetingen

- real-time analyser, fabrikaat Hewlett Packard, type 8054A
In de stand "fast, hold, max" zijn hiermee de metingen van de langsrijdende DAF-streekbus geanalyseerd.
- real-time analyser, fabrikaat General Radio, type 1926
Met een integratietijd van 16 s zijn hiermee alle overige stationaire metingen geanalyseerd; en met 1/8 s de metingen met de rijdende Leylandbus
- computer, fabrikaat DEC, type PDP 8/I
Hiermee zijn de tertsbandanalyses verder verwerkt, o.a. tot niveaus in dB(A).
- meetversterker, fabrikaat Brüel & Kjaer, type 2607
- niveauschrijver, fabrikaat Brüel & Kjaer, type 2306
- impuls precisie-geluidniveaumeter, fabrikaat Brüel & Kjaer, type 2209, door de TPD uitgebreid met een stand "fast, hold".
Met deze drie laatste apparaten is het momentane maximum geluidniveau in dB(A) bepaald tijdens het langsrijden, alsmede het verloop van het momentane geluidniveau als functie van de tijd.

III. Meetapparatuur temperatuur- en luchtsnelheidsmetingen

- temperatuurmeter, fabrikaat Honeywell, type Versaprint, met ijzerconstantaan thermokoppels (0 tot 100 °C).
- temperatuurmeter, fabrikaat Thermo-Electric, type Multimite, met chromel-

alumi thermokoppels (0 tot 1000 °C) en koper-constantaan thermokoppels (0 tot 400 °C).

- anemometer, fabriikaat Abbirko, type Flomaster (0 - 15 m/s).