

GERAASBLOOTSTELLING VAN WERKERS OP 'n STEENKOOLOM
MET SPESIFIEKE VERWYSING NA DIE FORMULERING VAN
RIGLYNE VIR GEHOORBESKERMING

HENDRIK E MARX B.MED.SC

Skripsie goedgekeur vir die gedeeltelike voldoening
aan die vereistes vir die graad Magister Scientiae
in Bedryfsfisiologie

Studieleier: Professor P J Pretorius

Hulpstudieleier: Mnr A J van Rensburg

POTCHEFSTROOM

1989

ABSTRACT

Mechanization in the coal mining industry resulted, as were the case in other industries, in certain byproducts which are detrimental to the health of workers. Not the least is the detrimental effect industrial noise has on the health of workers. Deafness is the result of excessive noise exposure over a long period, and is irreversible.

One of the methods used in industry to combat loss of hearing due to industrial noise, is the implementing of hearing conservation programmes. Legislation to make hearing conservation in the South African mining industry compulsory is pending, and the form legislation will take should soon be known.

It was therefore decided to investigate the noise problem in the South African coal mines. The investigation comprised of three components. Firstly, measurements were taken to discover where serious levels of noise occur, and secondly, noise exposure levels of workers were determined. Finally, an attempt was made at suggesting possible solutions to the problem.

Results did indeed indicate that a serious problem exist on this coal mine, and it was suggested that a hearing conservation programme be implemented. Although the obvious and most desirable solution is to quieten machinery and the environment to intensities below damaging levels, it is not always possible. However, properly worn personal protection, or accurate administrative protection, in association with audiometric monitoring, can be effective in preventing hearing loss, and is inexpensive.

Noise induced hearing loss is incurable, and therefore no other widespread disease lends itself better to preventive (medicine) care than noise induced hearing loss.

INHOUD

LYS VAN TABELLE	vi
LYS VAN FIGURE	viii
WOORDOMSKRYWING	ix
1 INLEIDING	1
1.1 Agtergrond	1
1.2 Geraasblootstelling en Gehoorbeskerming	6
2 LITERATUUROORSIG	8
2.1 Klank	8
2.1.1 Fisiese Eienskappe van Klank	8
2.1.2 Meet van Klank en Geraasblootstelling ...	9
2.1.3 Waarneming van Klank	14
2.2 Effekte van Geraas op die Mens	16
2.2.1 Gehoorsisteem Effekte	16
2.2.2 Nie-gehoor Effekte van Geraas	21
2.3 Geraas op Steenkoolmyne	26
2.4 Ingenieursbeheer van Geraas en Gehoor- beskerming	28
2.4.1 Ingenieursbeheer van Geraas	29
2.4.2 Gehoorbeskermers	31
2.5 Gehoorbehoud	35
3 DIE MYN	42
3.1 Konvensionele Mynbou	43
3.2 Delwer Mynbou	46
3.3 Strookafbou	47
3.4 Ondersteunings Dienste	48
4 METODEDES	50
4.1 Apparaat	50
4.1.1 Klankpeilmeter	50
4.1.2 Geraasdosismeters	50
4.2 Meetmetodes	51
4.2.1 Geraasmetings	51
4.2.2 Geraasblootstellingsmetings	52
5 RESULTATE	54
5.1 Konvensionele Mynbou	54
5.2 Delwer	58
5.3 Strookafbou	61

5.4	Koolvervoer en -Verwerking	64
5.5	Materiaal en Werkvervoer	73
5.6	Ventilasie	80
5.7	Frekwensie-Analises	82
6	BESPREKING	85
6.1	Roetes tot Nakoming vir 'n Gehoorbehoudprogram ..	85
6.2	Organisasie van 'n Gehoorbehoudprogram	96
7	GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS	102
7.1	Gevolgtrekkings	102
7.2	Aanbevelings	103
8	VERWYSINGS	104
	APPENDIX I	110

LYS VAN TABELLE

1.	Omrekening van Liniêre (dB) Skaal na A-Beswaarde dB Skaal (Industrial Noise Manual)	11
2.	Minimum Verswakingswaardes vir Oorkappe	31
3.	Minimum Verswakingswaardes vir Oorproppe	32
4.	Konvensionele Mynbou : Frekwensie-Analise en A-Beswaarde Klankdrukpeillesings by die Operateur se Posisie vir die Koolsnyer, Koollaaiër, Dakbouter en die Elektriese Handboor (dB)	55
5.	Konvensionele Mynbou Werkers N_{eq} en L_{Aeq} Vlakke, Skooflengte en Persentasie Tyd Gewerk	57
6.	Delwer : Frekwensie-Analise en A-Beswaarde Klankdrukpeillesings by die Verskillende Werksposisies (dB)	58
7.	Delwerwerkers : N_{eq} Vlakke, L_{Aeq} Vlakke, Skooflengte en Persentasie Tyd Gewerk	60
8.	Strookafbou : Frekwensie-Analise en A-Beswaarde Klankdrukpeillesings by Verskillende Werksplekke (dB)	61
9.	Strookafbou Werkers N_{eq} Vlakke, L_{Aeq} Vlakke, Skooflengte en Persentasie Tyd Gewerk	63
10.	Wisselkar : Frekwensie-Analise en A-Beswaarde Klankdrukpeillesing by Verskillende Plekke (dB)	64
11.	Koolvervoer : Frekwensie-Analise en A-Beswaarde Klankdrukpeillesings by Primêre Vergruiser, Voerband, Ondergrondse Dryfkop en Ondergrondse Voerband tot Voerband Oorlaai (dB)	67
12.	Koolvervoer : Frekwensie-Analise en A-Beswaarde Klankdrukpeillesings by Twee Skagdryfkoppe en Twee Oppervlakdryfkoppe (dB)	70
13.	Koolsifkamer : Frekwensie-Analise en A-Beswaarde Klankdrukpeillesings op Verskillende Vlakke	72
14.	Materiaal en Koolvervoer N_{eq} Vlakke, L_{Aeq} Vlakke en Skooflengte	72
15.	Materiaal Vervoer : Frekwensie-Analise en A-Beswaarde Klankdrukpeillesings by Verskillende Werkstempo's (dB)	73

16.	Werkervervoer : Frekwensie-Analise en A-Beswaarde Klankdrukpeillesings by Verskillende Werkstempo's (dB)	79
17.	Frekwensie-Analise en A-Beswaarde Klankdrukpeillesing van Ventilasië-waaier Geraas	82
18.	Geraasvlakke van Myngereedskap soos Gerapporteer deur Bartholomae en Parker Voor en Na Behandeling vir Geraas	89
19.	Tyd per Dag wat Werkers aan Verskillende Geraasvlakke Blootgestel kan word en 'n N_{eq} van 85 dB Handhaaf	91
20.	Tye wat Verskillende Werkskategorieë Blootgestel kan word en 'n 85 dB N_{eq} Handhaaf	93
21.	Geraasvlakke van Mynbou Masjienerie soos deur Literatuur Rapporteer (dB)	110

LYS VAN FIGURE

1.	Die Verband tussen dB(A), dB(B) en dB(C) in Beswaringsnetwerke	11
2.	Afferente Ouditoriese Bane	16
3.	Die Voerbandsisteesem in die Steenkoolmyn	42
4.	Organisasie van 'n Konvensionele Afbouplek	43
5.	'n Koollaaier	44
6.	'n Wisselkar	45
7.	Die Delwer	46
8.	'n Strookafbousnyer	48
9.	Konvensionele Mynbou : Frekwensie-Analise by die Operateur se Posisie	56
10.	Delwer : Frekwensie-Analise by Verskil- lende Posisies	59
11.	Strookafbou : Frekwensie-Analise by Verskillende Werkplekke	62
12.	Wisselkar : Frekwensie-Analise by Werksposisies	65
13.	Koolvervoer : Frekwensie-Analise by Verskillende Plekke Langs Voerband	68
14.	Koolvervoer : Frekwensie-Analise by Dryfkoppe	69
15.	Koolsifkamer : Frekwensie-Analise	71
16.	Materiaal Vervoer : Frekwensie-Analise by Eimco Trekker	76
17.	Materiaal Vervoer : Frekwensie-Analise by Massey Ferguson Trekkers	77
18.	Materiaal Vervoer : Frekwensie-Analise by Noyes 889 Trekker	78
19.	Werkervervoer : Frekwensie-Analise by Land Cruiser en Mitsubishi Bus	81
20.	Frekwensie-Analise van Ventilasiwaaier Geraas	84
21.	Roetes tot Nakoming vir die Gehoorbehoudprogram	86
22.	Organisasieraamwerk vir 'n Gehoorbehoudprogram	97

WOORDOMSKRYWING

Desibel (dB): 'n Dimensielose eenheid wat gebruik word om die logaritme van die verhouding tussen 'n gemete hoeveelheid en 'n verwysingshoeveelheid uit te druk. Die A-beswaarde desibel word normaalweg in industriële gehoorbehoudprogramme gebruik, en alle dB-waardes in dié geskrif verwys na die A-beswaarde netwerk.

Gehoordrempel: Die laagste intensiteit klank wat 'n persoon by 'n spesifieke frekwensie in desibel die meeste van die tyd kan hoor.

Geraasdosimetrie: Die meting van 'n individu se geraasblootstelling.

Oudiometrie: Die bepaling van 'n persoon se gehoor met behulp van 'n oudiometer.

S-Tydbeswaringskenkromme: 'n Detektor-aanwyserskenkromme soos in IEK-publikasie 651 gespesifiseer, wat deur 'n vierkantinsetsein geaktiveer word en 'n eksponensiale tydkonstante van een sekonde het.

1.1 Agtergrond

Een van die belangrikste redes vir die ontstaan van die industriële revolusie was 'n behoefte na meer effektiewe produksie. Nyweraars het in die masjien 'n oplossing gesien. Die masjien het 'n meganisme daargestel waardeur groot hoeveelhede produkte vervaardig kon word teen baie laer koste as wat vroeër moontlik was. Die masjien was ook meer betroubaar en kon 'n goeie gehalte produk teen 'n vinnige tempo lewer. Dit het dus gelyk asof die masjien 'n oplossing gebring het vir alle vervaardigings probleme.

Die oplossing was egter nie sonder probleme nie. Die industriële revolusie en die masjien het afvalprodukte in die vorm van 'n verskeidenheid giftige gasse, stof, hitte en geraas gebring (Maas, 1973). Die masjien het dus newe produkte gehad wat nadelig was vir die gesondheid van die bediener van die masjien (Giardino and Marraccini, 1975; Barker and Gill, 1972; McMahon and McManus, 1988).

Meganisering in die koolmyn (Crocker and Clements, 1979) het begin met die ontwikkeling van ketting-tipe snyers (om die koollaag te 'rysmier' voordat dit geskiet word met plofstof), rotsbore, elektriese- en saamgeperste-lugaangedrewe lokomotiewe, en versamel-arm tipe laai-masjiene. Min werkers was egter blootgestel aan skadelike geraas omdat min myntake gemeganiseerd was.

Groter meganisering en die hoë geraasvlakke wat groot myngereedskap vergesel, het meer algemeen geword sedert die twintigerjare van hierdie eeu. Versamel-arm tipe laaimasjien (nog steeds in gebruik), en laai-, sny- en koolvervoermasjiene wat op rubberwiele of rusperbande monteer is het die aantal werkers ondergronds verminder, maar die werkers wat die masjiene bedryf, was aan toenemende vlakke van geraas blootgestel (Aljoe and Pettitt, 1984).

Verhoogde koolproduksie kon egter slegs bereik word deur die ontwikkeling van groter en vinniger masjienerie wat beskik oor groter krag. Hierdie masjiene is egter 'n bron van besonder hoë geraasvlakke. Verder is die wolfram-karbiedstaalsnypunt gedurende die Tweede Wêreldoorlog ontwikkel (Bartholomae and Redmond, 1986). Die bekendstelling van die wolfram-karbiedstaalsnypunt het ontwikkeling van myngereedskap soos die delwer, die strookafbousnyer en die saamgeperstelugaangedrewe rotsbore moontlik gemaak. Bogenoemde masjiene kan beskou word as van die luidste in die koolmynnywerheid.

Met die aanvang van die industriële revolusie was dit nie algemene kennis dat hoë geraasvlakke skadelik kan wees vir gehoor nie. Die rede hiervoor was eenvoudig : geraasvlakke wat hoog genoeg is om skade aan gehoor te veroorsaak was baie skaars, en waarskynlik beperk tot wapens soos gewere en kanonne. Die gevolg hiervan was dat met die ontwikkeling van mynmasjienerie nie besef was dat voorsiening gemaak moes word vir geraasbeheer

nie, en die ingenieurs het slegs gestrewe na effektiewe lewering van steenkool. 'n Gedagterigting in die vervaardiging van gereedskap het ontstaan wat die sekondêre toepassing van geraasbeheer op hierdie gereedskap baie moeilik en duur gemaak het. Dit is dus nie onverwags dat mynbesture asook die vervaardigers van myngereedskap teësinnig is om geraasbeheer toe te pas nie.

Gelukkig word meer en meer bioloë, ingenieurs (**Powell, 1957**), mynbesture, werksunies en hul werkers asook die algemene publiek (**Time, 1988; Still, 1970**) bewus van geraas as 'n al groter wordende probleem. Daar word ook beseef dat 'n oplossing vir die geraasprobleem gevind sal moet word. Dit is ook nou bekend dat geraas nie net op gehoor 'n nadelige effek het, of spraak en klankwaarneming beïnvloed nie, maar dat ook ander fisiologiese en psigologiese faktore betrokke is (**Kryter, 1984, 1970; Van Dijk et al. 1986, 1987**). Om ons in staat te stel om die invloed van geraas te verstaan moet ons kyk na die oorsprong asook die nut van gehoor.

Die waarde van klank kan beter verstaan word as die mens in sy omgewing beskou word, en die evolusie teorie in gedagte gehou word (**Merluzzi, 1981**). Gehoor, die oor en die ouditoriese senuweestelsel het ontwikkel om die mens in nouer kontak te bring met sy omgewing en stel hom in staat om te reageer op die klankomgewing. Merluzzi beweer dat evolusie (verandering in genetiese materiaal) die mens laat aanpas by die omgewing van die verlede,

en tot 'n mate die huidige omgewing, maar sekerlik nie by die toekoms nie. Die ontwikkeling van die gehoorsisteem is egter nie instaat om tred te hou met die snelle verandering van 'n industriële gemeenskap nie. Die nadelige effek van hoë klankdrukvlakke kan dus (in hierdie verband) in verband gebring word met die afwesigheid van (onontwikkelde) beskermingsmeganismes wat nie voorheen nodig was nie.

Gehoor het waarskynlik ontstaan ten einde 'n rol te speel in individuele en sosiale aanpassing by ons omgewing, en individuele gehoor speel sekerlik 'n belangrike rol in oorlewing, en stel die mens instaat om 'n groot hoeveelheid inligting uit sy omgewing te verkry (Merluzzi, 1981). Ten einde sinvolle aksie te verseker is die gehoorsisteem geïntegreer met die sensuweestelsel van aktivering en opwekking (uit slaap), en sinvolle refleksareas is ook daargestel. Spesifieke ouditories-motoriese reflekses het byvoorbeeld tot gevolg dat 'n persoon sy kop sal draai in 'n spesifieke rigting om by te dra tot die herkenning van 'n voorwerp of gebeurtenis. Reaksies soos dié dra waarskynlik by tot die oorlewing van die individu asook die spesies.

Klank en gehoor is ook betrokke by die sosiale meganismes van aanpassing by die omgewing. Met behulp van klank en gehoor ruil ons gedagtes uit, en dra ons inligting oor gebeure van die verlede, hede en toekoms oor. Taal en spraak is dus belangrike bepalers van die optrede

van sosiale groepe. Die nou verband tussen gehoor en opwekking, spieraksies en sosiale bande verskaf die biologiese basis vir die feit dat gehoor die gemoed kan beïnvloed, en dat gehoor estetiese waarde kan hê. Baie reaksies op klank word intellektueel bepaal, en verteenwoordig dus aangeleerde gedrag. Insgelyk is daar ook 'n biologiese basis vir byvoorbeeld die ontstaan van musiek, met verwante emosionele reaksies tesame met die motoriese reaksies van ritmiese beweging.

Geraas (ongewenste oormatige klank) voortgebring deur masjienerie is dikwels onnodig luid en ongevraagd. Met die ontwikkeling van die oor was daar ook geen rede om 'n gehoorstelsel daar te stel wat hoë geraasvlakke vir lang periodes moes kon hanteer nie. Die oor moes slegs hoë klankdrukvlakke vir kort tye kon hanteer (die donder van weerlig, reën en miskien 'n waterval).

Dit is dus belangrik dat die gehoor van elke mens beskerm sal word teen die nadelige effekte van geraas, veral as ons in ag neem dat daar huidiglik geen manier bestaan om geraas-beskadigde gehoor te herstel nie, en dit ook nie spontaan herstel nie, en ook dat gehoor baie belangrik is vir elke mens. Dit is dikwels juis eers nadat gehoor beskadig is, dat daar besef word hoe belangrik gehoor wel is. Geraas moet dus so hanteer word dat dit nie langer 'n risiko sal inhou nie.

1.2 Geraasblootstelling en Gehoorbeskerming

Volgens verskeie outeurs (Bartholomae and Parker, 1983; Aljoe and Pettitt, 1984; Bobick and Madden, 1984; Bennet, 1985) bestaan daar 'n geraas probleem in Amerikaanse- en Europese steenkoolmyne. In baie gevalle word dieselfde masjienerie in die Suid-Afrikaanse steenkoolmyne gebruik (Joy en Eimco). Dit is egter onduidelik wat die aard van die geraasprobleem in die Suid-Afrikaanse steenkoolbedryf is, omdat byna geen data beskikbaar is nie. Daar moet dus vasgestel word of dieselfde probleme in die Suid-Afrikaanse steenkoolmynbou voorkom, en indien wel, watter oplossings gebied kan word.

Daar was begin deur geraasmetings te neem by verskillende masjiene en werksplekke. Deur dit te doen kan die werkskategorieë, wat moontlik aan skadelike geraasblootstellingsvlakke onderworpe is, geïdentifiseer word. Indien die frekwensanalise ook gedoen is kan die data van waarde wees met die toepassing van ingenieursbeheer op geraas, en die minimum invoegverlies benodig van gehoorbeskermers kan ook bereken word.

Werklike geraasblootstelling is egter 'n beter aanduiding van die gehoorskade wat sal volg op die werk in 'n geraasomgewing as die geraasvlakke wat by geraasbronne gemeet word (Jones and Howie, 1982; Kryter, 1970; Burns, 1970). Masjienerie word nie altyd vir 'n hele skof gebruik nie, en word ook nie altyd teen dieselfde tempo gebruik nie.

Die geraasvlak wissel dus gedurende 'n skof en dit moet in ag geneem word wanneer geraasblootstelling bepaal word.

Die eenvoudigste en mees suksesvolle wyse om geraasblootstelling te bepaal is deur gebruik te maak van 'n geraasdosismeter. Hierdie apparaat integreer die geraasvlakke aan die gemete tydperk (sien geraasblootstelling en N_{eq} later), en die geraasblootstelling kan akkuraat bepaal word. Met gebruik van dié metode kan die werkskategorieë wat blootgestel word aan skadelike geraasvlakke geïdentifiseer word, en blootstelling kan ook kwantitatief bepaal word.

Deur die geraasvlakke in die myn te meet asook geraasblootstelling van werkers te bepaal, kan daar met inagneming van die unieke omstandighede wat in 'n steenkoolmyn mag voorkom, riglyne vir 'n gehoorbehoudprogram voorgestel word.

2 LITERATUUROORSIG

2.1 Klank

2.1.1 Fisiese Eienskappe van Klank

Klank kan beskryf word as ossilasies in die druk, hoër en laer as die heersende atmosferiese druk. Vibrerende oppervlak veroorsaak hoër en laer druk-areas wat dan versprei in alle rigtings weg van die vibrerende oppervlak (klankbron). Die drukossilasies word gevorm teen verskillende tempos of frekwensies, wat dan uitgedruk kan word in siklusse per sekonde ($C.s^{-1}$) of hertz (Hz).

Die omgekeerde van die frekwensie is die periode(s). Die periode is die tyd nodig vir die drukossilasie om 'n siklus te voltooi. Die afstand wat afgelê word gedurende een druk siklus of periode word die golflengte (λ) genoem en word in meter uitgedruk. Die klankgolf word voortgeplant teen een golflengte vir elke periode en die snelheid (C) van klank word dan gegee deur die vergelyking (Taylor, 1970):

$$C = \lambda f \dots\dots\dots 1$$

waar C = snelheid van klank ($m.s^{-1}$)

λ = golflengte van klank (m)

f = frekwensie van klank (Hz).

Toonhoogte van klank word hoofsaaklik bepaal deur die frekwensie daarvan, maar ook deur die werklike golfvorm (**Barker and Gill, 1972**). 'n Jong normale persoon is in staat om frekwensies tussen 20 Hz en 20 kHz waar te neem (**Alberti, 1987**). Groot individuele variasies kom egter voor, en die vermoë om beide die hoë en lae frekwensies waar te neem word ingekort met toenemende ouderdom (**Kryter, 1984; Grandjean, 1980; Royster, J.D., 1965**).

Die amplitude van die ossilasie is in direkte verband met die verplasing-amplitude van die klankbron, en word uitgedruk in krag per area (N.m^{-2}) of dan druk. 'n Wye reeks van klankdrukke word aangetref, en sover dit die menslike oor betref word 'n druk van $2 \cdot 10^{-5} \text{ N.m}^{-2}$ beskou as die drempel van gehoor terwyl 20 N.m^{-2} beskou word as die drempel van ongemak.

2.1.2 Meet van Klank en Geraasblootstelling

Tussen $2 \cdot 10^{-5} \text{ N.m}^{-2}$ en 20 N.m^{-2} vind 'n orde verandering van 10^6 plaas. As hierdie wye reeks klankdrukke op 'n liniêre skaal afgelees moet word sal dit 'n baie lang skaal moet wees (onprakties), of definisie van lae drukke sal verlore gaan. Daarom is besluit om eerder 'n logaritmiëse skaal, die sogenaamde decibel-skaal te gebruik. Die decibel is 'n logaritmiëse funksie van die verhouding tussen 'n gemete waarde en 'n verwysingswaarde ($2 \cdot 10^{-5} \text{ N.m}^{-2}$). Klankpeilmeters lees dus

altd n dB waarde wat n verhouding is tussen $2 \cdot 10^{-5}$ N.m², en die heersende wortel-gemiddeld-kwadraat klankdrukvlak (**Taylor, 1970; Industrial Noise Manual, 1975**).

Wiskundig word klankdrukpeil deur die volgende vergelyking gegee:

$$L_p = 20 \log \frac{\rho}{\rho_0} \text{ dB} \dots\dots\dots 2$$

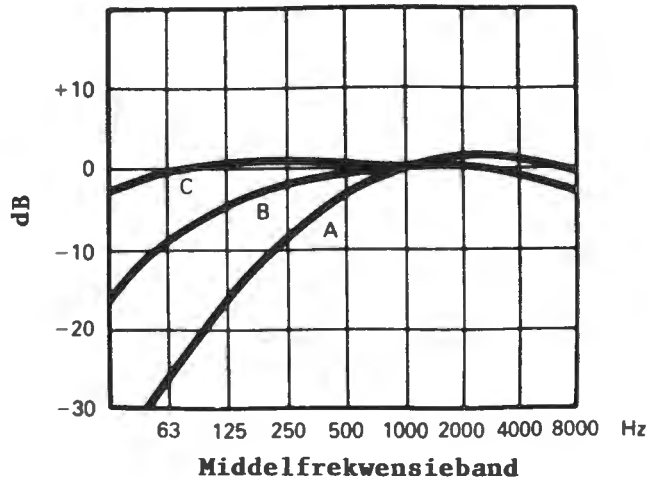
waar ρ = heersende wortel-gemiddeld-kwadraat klankdruk

en ρ_0 = die verwysingsklankdruk.

Daar is gevind dat die oor se sensitiwiteit vir klankdrukvlakke oor die reeks van frekwensies van 20 Hz tot 20 kHz nie liniêr is nie (**Grandjean, 1980**). Die oor is minder gevoelig vir klankdrukvlakke in die laer en hoër frekwensies. Ten einde die sensitiwiteit van die oor na te boots word die lesings deur die klankpeilmeters aangepas of beswaar. Verskillende beswaringsnetwerke bestaan (A, B, C, D) (**Zwicker, 1987**). Beswaringsnetwerke A, B en C word in Figuur 1 uitgebeeld (**Grandjean, 1980**).

Die A-beswaringsnetwerk volg die kurwe van sensitiwiteit van die oor die beste in die nywerheidsgeraasomgewing en is daarom in alle gevalle in hierdie op-

name ook gebruik. Alle klankdrukpeilwaardes in dB verwys na A-beswaarde klankdrukpeile. Tabel 1 beeld uit die beswaring by verskillende frekwensies wat gemeet is (Industrial Noise Manual).



Figuur 1 DIE VERBAND TUSSEN dB(A), dB(B) EN dB(C) IN BESWARINGSNETWERKE

Tabel 1 OMREKENING VAN LINIÛRE (dB) SKAAL NA A-BESWAARDE dB SKAAL (INDUSTRIAL NOISE MANUAL)

<u>FREKWENSIE</u>	<u>BESWARING</u>
63	- 26,2
125	- 16,1
250	- 8,6
500	- 3,2
1 000	0,0
2 000	+ 1,2
4 000	+ 1,0
8 000	- 1,1

Die waarde van die klankdrukpeil, in desibel, bepaal met gebruik van die frekwensiebeswaringsnetwerk A, word afgelei uit die vergelyking (SABS 083-1983):

$$L_{pA} = 10 \log (\rho_A/\rho_0)^2 \dots\dots\dots 3$$

waar ρ_A = die A-beswaarde klankdruk

ρ_0 = die verwysingsklankdruk ($\rho_0 = 20 \mu\text{Pa}$).

Waarskynlik is die enigste metode om 'n getroue weer-gawe van geraasblootstelling van 'n werker te verkry, om die geraasvlakke op 'n kontinue basis te monitor en dan te integreer oor die tydsverloop (Brief and Confer, 1975; Jones and Howie, 1982). Die waarde vir die deurlopende A-beswaarde klankdrukpeil, in desibel, wat verteenwoordigend is van die oombliklike A-beswaarde klankdrukpeile wat gedurende 'n gespesifiseerde tydinterval gemeet is kan afgelei word van die vergelyking (SABS 083-1983).

$$L_{Aeq} = 10 \log \left\{ (1/\tau) \int_0^\tau (\rho_A(t)/\rho_0)^2 dt \right\} \text{ dB} \dots 4$$

waar τ = meettydinterval

$\rho_A(t)$ = oombliklike A-beswaarde klankdruk.

Die waarde L_{Aeq} verwys dus na 'n waarde oor enige gemete tydperk. Die waarde kan ook in verband gebring word met die lengte van 'n skof deur die waarde van die impulsgekorreerde ekwivalente deurlopende A-

beswaarde klankdrukpeil, in desibel, wat verteenwoordigend is vir die geraasomgewing gedurende die werksure van n tipiese werksweek gedurende n diensperiode, te bepaal. Dit word gegee deur die vergelyking:

$$N_{eq} = L_{Aeq} + C_i \text{ dB} \dots\dots\dots 5$$

waar C_i = die impulskorreksie.

In die geval waar impulsiewe geraas teenwoordig is, is $C_i = 5$ dB, en andersins is $C_i = 0$.

Indien die aard van die geraas oor lang periodes aansienlik wissel, kan dit nodig wees om n aantal monster- N_{eq} -metings te doen gedurende meettydintervalle wat verteenwoordigend is vir elke periode met n verskillende geraasaard in die totale siklus. Die waarde van die N_{eq} wat verteenwoordigend is vir die werksomgewing kan dan met die volgende vergelyking bereken word:

$$N_{eq} = 10 \log \left(\sum_{i=1}^n f_i 10^{(b_i/10)} \right) \dots\dots\dots 6$$

waar b_i = die i-de parsiële N_{eq}

en f_i = die breukdeel van die totale siklustyd waartydens die geraasaard deur b_i verteenwoordig word.

Hierdie ekwivalente geraasblootstelling is gebaseer op die aanname dat die werksweek ongeveer 40 uur lank

is. Indien dit aansienlik verskil moet die waardes van N_{eq} aangepas word deur die volgende verbeteringsfaktor (met behoud van tekens) by te tel:

$$10 \log (h/40) \dots\dots\dots 7$$

waar h = die werklike getal werkure per week.

2.1.3 Waarneming van Klank

Klank verwys na die gewaarwording wat ervaar word wanneer klankgolwe deur middel van die gehoorapparaat in die oor omgeskakel word na senuweepulse wat na die brein (area 41 en 42; auditoriese area) geleidelik word deur die ouditoriese senuwee en hier geïnterpreteer word as klank (Ruch and Patton, 1965). Geraas word beskou as klank wat 'n negatiewe invloed op die mens het. Geraas word meestal in die literatuur beskryf as ongewenste klank. Dit is miskien 'n oorvereenvoudigde definisie omdat dit byvoorbeeld hoegenaamd nie verwys na die patologiese aspekte van geraas nie.

Die cochlea word meganies gestimuleer deur die beentjies van die middelloor (malleus, inkus en stapes) wat op hul beurt deur die timpaniese membraan geaktiveer word. Die vesels van die kogliêre tak van die agtste kraniale senuwee ontstaan in bipolêre selliggame binne in die modiulus, en omvou die haarselle van die orgaan van Corti. Hierdie haarselle

is in so 'n posisie geleë, dat dit gestimuleer word deur klankgolwe en dan op hul beurt sensuiewepulse in die vesels van die auditoriese sensuiewe opwek. Die gedeelte van die basilêre membraan (wat op sy beurt die haarselle stimuleer) beweeg die meeste in 'n sekere gebied met 'n spesifieke frekwensie (**Ruch and Patton, 1965**).

Soos die verskuiwing in frekwensie gebeur word verskillende haarselle maksimaal gestimuleer. Volgens die 'plek-teorie' stimuleer sekere frekwensies uiteindelik sekere sensuiewevesels, wat dan 'n spesifieke gedeelte van die breinkorteks gaan stimuleer (**Ruch and Patton, 1965**). Die auditoriese sensuiewe het uiteindelik verbindings met verskeie plekke in die brein. Dit sluit in die Trapezoid liggaam, die superior olyfkern, die serebellêre vermis, die inferior kollikuli, (tot 'n mindere mate die superior kollikuli), die mediale genikulaat liggaam en die gehoorkorteks. Daar is ook verbindings met die sogenaamde kort auditoriese bane wat refleksedaarstel (Figuur 2).

Al hierdie verbindings is sekondêr tot die kogliêre kern, waar die eerste sinaps plaasvind. Daar is ook sekondêre verbindings na die outonome-sensuiewesistiem. Uiteindelik word die pulse na die auditoriese korteks vervoer. Hier lê die reaksie-areas vanaf die ektosilvaniese sulkus (lae frekwensies) tot by die suprasilvaniese sulkus (hoë frekwensies) (**Woolsey and Walzi, 1942**).

loop het sedert geraasblootstelling gestaak is. Solank as die inisiële TDV verskuiwing (soos gemeet binne twee minute na blootstelling) nie ongeveer 40 dB oorskry nie, sal die helling van die herstelkurwe in verhouding wees met die TDV. Dit beteken dus dat 'n hoër TDV (erger) teen 'n vinniger tempo sal herstel as 'n TDV van kleiner orde, alhoewel die totale hersteltyd tog langer gaan wees vir die hoër TDV (Royster and Royster, 1985).

Sou die TDV toegelaat word om 50 dB te bereik geld bogenoemde reël nie langer nie. Herstel in dié geval is baie stadiger, maar herstel versnel na twee uur verloop het. Verder het Nixon en Glorig (1962) ook gevind dat geraasgeïnduseerde TDV omgekeerd eweredig aan die rustende gehoordrempel is. Verder is daar ook nie 'n direkte verband tussen geraasvlakke en die hoeveelheid TDV nie, alhoewel TDV toeneem met verhoogde geraasvlakke en blootstellingstyd.

Geraas wat TDV tot gevolg het, sal nie noodwendig 'n permanent drempelverskuiwing (PDV) tot gevolg hê nie, en die funksie hang van individuele gehoorsensitiwiteit af (Kryter, 1970). Ward (1960) verwys ook na onderbroke geraas en TDV en meen dat dit dikwels laer TDV tot gevolg het (Schmidek et al. 1975; Sataloff et al. 1984).

Die meganisme vir die ontstaan en herstel van TDV is onduidelik. Verskeie outeurs (**Meyerhoff, 1984; Molvaer and Gjestland, 1981; Ward, 1959 (a); Nixon and Glorig, 1962**) spreek die mening uit dat ischemie betrokke is by TDV. Dit blyk dat, soos ook die geval is met sekere patologiese toestande geskep deur die inname van antibiotika (gentamisien, neomisien) en aspirien, ischemie betrokke is. Hierdie stowwe lei tot vasovernouing wat lei tot onomkeerbare gehoorverlies. Alternatiewelik word die moontlikheid ook genoem dat as gevolg van hoër geraasvlakke, 'n verhoogde metaboliese tempo in die haarselle volg en dat die selle tydelik of permanent buite werking gestel word deur hipoksie.

b) Permanent drempel verskuiwing (PDV)

PDV kan in drie hoofgroepe ingedeel word. Die eerste hiervan is geleidingsdoofheid (patologie in die buite of middelloor), dan sensori-neurale gehoorverlies en laastens patologie in die breinskors wat interpretasie van gehoor beperk of verhoed.

Skade aan interpretasie is skaars en word meestal veroorsaak deur traumatiese skade, ischemiese skade of is die gevolg van 'n infeksie of die groei van 'n tumor. Geleidingsdoofheid word in breë trekke deur dieselfde groepe etiologiese faktore

veroorzaak, en die belang hiervan is dat onderskei moet word tussen doofheid of drempelverskuiwing as gevolg van geleidingsdoofheid, òf en interpretasie verlies òf en sensori-neurale gehoorverlies (Meyerhoff, 1984).

Sover dit sensori-neurale gehoorverlies aangaan moet ons onderskei tussen PDV as gevolg van geraas en PDV veroorsaak deur ander faktore wanneer die gehoordrempel van werkers bepaal word. Die belangrikste groepe hier sluit in kongenitale sensori-neurale gehoorverlies, trauma van die temporale been, otoksiese stowwe (diuretika, antibiotikas, swaarmetale, antimalaria behandeling, antiinflammatoriese middels), infeksies (viraal, bakterieël, mikobakterieël, fungaal) en die neoplasmas. Dan is daar ook idiopatiese sensorineurale gehoorverlies, en die sogenaamde Skielike Doofheid sindroom, waar doofheid binne sekondes tot dae plaasvind. In die evaluering van 'n audiogram behoort daar dus aandag gegee te word aan oorsake anders as die veroorsaak deur geraas (Meyerhoff, 1984).

PDV kan in drie vlakke van erns voorkom (Robinson, 1987). Die drie vlakke waarna verwys word is 'aantasting' ('impairment'), ongeskiktheid ('disability') en gebrek ('handicap'). Aantasting verwys na 'n verswakking of agteruitgang in die struktuur en funksie van 'n orgaan. In die konteks

van industriële oudiologie word na die oor verwys en die funksie eerder as die struktuur is van belang. Ongeskiktheid word beskryf as die verlies van die vermoë om take wat as normaal beskou word, te verrig. Die teenwoordigheid van 'n ongeskiktheid mag uiteindelik vererger tot 'n gebrek, of self 'n gebrek wees. 'n Gebrek word beskryf as 'n staat waar die mens dan (in die konteks van gehoor) 'n sosiale agterstand het. Waar aantasting en ongeskiktheid redelik maklik kwantitatief bepaal kan word, is dit baie moeiliker om gebrek te bepaal en metodes soos die taktvolle waarneming van gedrag is 'n voorbeeld hiervan.

Volgens Burns is daar 'n statisties betekenisvolle verband tussen TDV en PDV wat betref die sensitiviteit vir die twee toestande. Hetu en Parrot meen dat TDV gebruik kan word as 'n indeks vir gehoorrisiko. Verder skryf hulle ook dat 'If recovery from TTS induced by a daily exposure is complete before the next day's exposure begins, no hazard exists'. Dit is 'n baie belangrike punt want dit beteken dat indien skoftye so gereël kan word dat genoeg tyd beskikbaar is vir herstel van TDV, 'n werker veilig (sonder permanente skade) in 'n geraas kan werk. Hetu en Parrot beskryf egter nie volledig die toestande waaronder hierdie stelling sal geld nie.

Dit is wel bekend dat langdurige blootstelling aan geraas lei tot 'n mindere of meerdere mate van gehoorverlies (Ward, 1959(b); Bartholomae and Redmond, 1986; Kryter, 1970; Royster, 1985; Schneider et al. ; Melnick, 1987). Volgens sommige outeurs (Hetu & Parrot, Schneider et al. 1961; Melnick, 1987) is PDV die resultaat, en kummulatief so, van TDV wat nie herstel het nie, of nie toegelaat is om te herstel nie, deurdat die volgende blootstelling aan geraas gevolg het voordat herstel van die vorige TDV volledig was. Nywerheidsgeraas lei tipies tot verlies wat begin by 4 kHz en dan geleidelik lateraal spreid (Grandjean, 1980; Bartholomae and Redmond, 1986).

In die vroeë stadium van verlies (aantasting), is die betrokke persoon onbewus van sy probleem. Dit is eers wanneer die skade so toegeneem het dat dit gehoor aantast in die spraaksone (ongeskiktheid) dat die persoon besef dat 'n probleem bestaan. Skade is egter onomkeerbaar. Dit gebeur ongelukkig ook dat werkers geraasgeïnduseerde gehoorverlies verwar met die vroeë begin van ouderdomsdoofheid. Hierdie persoon sal dan aanhou werk in die geraasomgewing, wat sy gehoor nog verder sal laat verswak.

2.2.2 Nie-gehoor Effekte van Geraas

Die effek van geraas is natuurlik nie net beperk tot

skade aan die gehoorsisteem nie, maar kring baie wyer as dit uit. Nie-gehoor effekte word beskryf as al daardie gevolge wat geraas op gesondheid én welsyn het, en wat veroorsaak word deur blootstelling aan geraas, met die uitsluiting van die gevolge vir die gehoororgaan (Van Dijk et al. 1986/87; Kryter, 1970, 1984; Ward, 1960; Brown et al).

Die meeste nie-gehoor gevolge van geraas is 'n gevolg van die primêre stimuli wat in die oor ontstaan het. Die Retikulêre Aktiverings Sisteem (RAS) en die ouditoriese korteks word sekondêr gestimuleer (vergelyk 2.1.3). Die RAS aktiveer die hoër sentrale sentra en stuur ook pulse na die outonome senuweestelsel in die hipotalamus en hiervandaan na ander sentra betrokke by die outonome senuweestelsel, byvoorbeeld die byniermedulla. Die RAS het ook verbindings met die hipofise. Die RAS oefen ook 'n invloed uit op die limbiese sisteem, en sodoende ook op emosie en gemoed.

Nie-gehoor gevolge van geraas kan as volg geklassifiseer word:

- a) Somatiese gevolge (vegetatiewe simptome),
- b) Beperkings op aktiwiteite,
- c) Kommunikasie, en
- d) Psigologiese probleme.

a) Somatiese gevolge

Somatiese gevolge van geraas sluit in bloedvatvernouing van die vel, dilatasie van die pupille, en verhoogde diastoliese bloeddruk word ook algemeen beskryf (Ising, 1980; Grandjean, 1980).

Ising beskryf ook dat geraasblootstelling sellulêre Mg opname verlaag, maar sellulêre Ca opname verhoog. Verhoogde uitskeiding van katekolamiene met adrenalien meer prominent as noradrenalien word ook beskryf. Geraasvlakke waaronder geen een van bogenoemde effekte plaasvind nie (30 - 65 dB), hang af van die tipe geraas (Anticaglia and Cohen, 1969), of die geraas beskou word as 'n verwagte voorval, en verder of dit inmeng met ander aktiwiteite (byvoorbeeld slaap).

b) Beperkings op aktiwiteite

Dit was al aangedui dat blootstelling aan geraas (musiek of andersins) aanleiding gee tot verhoogde produksie in eenvoudige vervelige take, omdat dit die werker aktiveer deur die RAS. Dit geld egter net vir eenvoudige take, en die produksie kan daal indien geraas voorkom waar meer ingewikkelde take afgehandel moet word (Kryter, 1984; Van Dijk et al. 1986/87; Grandjean, 1980). Dit mag ook wees dat produksie as sulks nie verhoog nie, maar dat die poging om produksie te verhoog,

verhoog. Indien 'n taak ook verdeel kan word in hoë- en lae-prioriteite sub-take, sal die lae-prioriteit sub-take (byvoorbeeld veiligheidsmaatreëls) verwaarloos word (Kryter, 1970; Bartsch et al. 1986).

Die inname en verwerking van inligting word beperk deur die teenwoordigheid van geraas. Visuele take mag ook beïnvloed word as gevolg van 'n sogenaamde 'blok', wat in werklikheid beteken dat die geraaswaarneming 'n hoër prioriteit geniet as die visuele waarneming in die serebrale skors. Veiligheidswaarskuwingstekens word geïgnoreer wat natuurlik lei tot verhoogde veiligheidsrisiko's (Brown et al.).

c) Kommunikasie

Spraak word meer luid in 'n omgewing waar die geraasvlak ongeveer 40 dB oorskry, en vanaf 70 dB is dit soms nodig om te skreeu. In 'n spesifieke werksomgewing kan dit uiteindelik lei tot 'n hees stem en pyn van die stembande. Dit gebeur ook dat gepaardgaande met 'n werker wat geraasgeïnduseerde gehoorverlies het, daar ook patologie in die larinks voorkom.

Spraak interpretasie probleme kan begin bo 'n geraasvlak van 45 dB. Werkers wat nie vertrouwd is met die terme in 'n spesifieke werksituasie

nie, ondervind gouer probleme as werkers wat vertrouwd is daarmee. Dieselfde geld ook as die gesprek gevoer word in 'n taal anders as die moedertaal. Van Dijk verwys ook na 'n situasie waar 'n hoë geraasvlak voorkom as gevolg waarvan werkers hul gesprekke beperk tot werksverband en wat dan lei tot 'n laer werksbevrediging, isolasie en 'n beperking op eenheidsgevoel in die groep.

d) Psigologiese probleme

Irritasie en spanning mag die gevolg wees van die blootstelling aan geraas as sulks, of indirek as gevolg van die versteurde werksituasie of kommunikasie. Simptome van spanning word waarneembaar wanneer die werker nie meer kan aanpas nie (Kryter, 1970; Van Dijk et al. 1986/87). Simptome van moegheid, irritasie en hoofpyn hoef nie noodwendig 'n kroniese, ernstige patologie te wees nie. Spanning as gevolg van geraas kan egter kombineer met ander spanninge, soos streng tyd-roosters, swak sosiale atmosfeer en swak werksekuriteit, en kan dan tot ernstige probleme lei.

Een van die psigologiese reaksies op geraas wat sekerlik die minste aandag kry, is die sekondêre psigologiese verandering wat plaasvind met gehoorgebrek. Miskien is die rede hiervoor die feit dat dit moeilik is om die invloed van 'n gehoor-

gebrek op sosiale interaksies na te vors. Tog bly die einddoel van gehoorbeskerming juis om dié gebrek te verhoed. Die gevolge wat gehoor- gebrek het op 'n persoon in sy sosiale omgewing en sy algemene kwaliteit van lewe behoort nooit uit die oog verloor te word nie.

2.3 Geraas op Steenkoolmyne

'n Kort oorsig van geraasvlakke soos gevind deur ander outeurs word hieropvolgend aangebied. Die data is ook kortliks saamgevat in Tabel 21 (Appendix I).

- a) **Koollaaier.** Volgens Bartholomae en Parker (1983) wissel koollaaier geraasvlakke tussen 95 en 100 dB. Aljoe et al. se geraasbepaling het effens laer waardes opgelewer met 94 - 100 dB. Bobick en Giardino (1976) het 92 - 99 dB gemeet.
- b) **Koolsnyer.** Pettitt en Aljoe (1984) het die volgende geraasvlakke gemeet terwyl die koolsnyer in werking was: 89 - 104 dB terwyl die masjien net sny, 93 - 104 dB terwyl die masjien sny en vorentoe beweeg, en 77 - 95 dB terwyl die masjien net beweeg. Bartholomae en Parker (1983) het ge-

raasvlakke wat wissel van 83 - 93 dB gemeet. Aljoe et al. het vlakke wat wissel van 95 - 97 dB gemeet. Bobick en Giardino (1976) het 86 - 95 dB gemeet.

- c) **Koolbore.** Bartholomae en Parker (1983) het 'n geraasvlak wat wissel van 86 - 92 dB gemeet by koolbore (elektries). Pneumatiese impakbore word meer algemeen gebruik en geraasvlakke vir dié bore wissel van 115 - 120 dB.
- d) **Dakbouter.** Bobick en Giardino (1976) het geraasvlakke wat wissel van 85 - 93 dB gemeet. Die laer waarde (83 dB) was gemeet wanneer die masjien slegs vorentoe beweeg het, 91 dB wanneer die dakbout vasgedraai word en 93 dB wanneer geboor word. Bartholomae en Parker (1983) het waardes van 85 - 95 dB gemeet.
- e) **Wisselkar.** Bobick en Giardino (1976) het geraasvlakke by 'n wisselkar gemeet en waardes het gewissel van 87 dB wanneer die wisselkar voortbeweeg tot 89 dB wanneer die steenkool afgelaai word. Bartholomae en Parker (1983)

het waardes van 86 - 92 dB gevind.

Aljoe et al. het ongeveer 90 dB gemeet by wisselkarre wat kole aflaa.

- f) **Delwer.** Bartholomae en Parker (1983) het geraasvlakke wat wissel van 97 - 103 dB gemeet by dromtipe delwers. Bobick en Giardino (1976) het waardes wat wissel van 87 dB (vorentoe beweeg) tot 97 dB (tydens laai en sny) opgelewer.
- g) **Strookafbousnyer.** Bobick en Giardino (1976) het 'n geraasvlak van 90 dB gemeet by 'n strookafbousnyer Bartholomae en Parker (1983) het geraasvlakke wat wissel van 98 - 101 dB gemeet. Aljoe et al. het 96 - 105 dB gemeet by die strookafbousnyer.
- h) **Ventilasiewaaiers.** Bartholomae en Parker (1983) het waardes wat wissel van 90 - 110 dB gemeet.

Dié waardes vergelyk goed met die waardes wat verkry is in hierdie opname (1988) (sien Afdeling 5).

2.4 Ingenieursbeheer van Geraas en Gehoorbeskerming

2.4.1 Ingenieursbeheer van Geraas

Ingenieursbeheer van geraas bly steeds die langtermyn oplossing vir gehoorbehoud. Die voordeel hieraan verbonde is dat menslike betrokkenheid en motivering beperk bly tot die werkers wat masjienerie moet instand hou en geraasvlakke moet monitor. Die massa werkers kan dus vryelik rondbeweeg in die werksomgewing en hoef nie van gehoorbeskerming gebruik te maak nie. Die probleme geassosieer met oorbeskermers is dus nie van belang nie (Royster, 1980/85).

Verskeie outeurs het suksesvolle of gedeeltelik suksesvolle ingenieursbeheer in die steenkool industrie gerapporteer. Voorbeelde hiervan is Aljoe wat werk gedoen het op 'n wurmvoermyner, snykop en slagbore, Bartholomae op 'n groep mobiele masjiene, Bobick op laai-voer-aflaai masjiene en Muldoon op vergruisers en siwwe. Hutton verwys in sy artikel 'Industrial Noise Control is Practical' na die suksesvolle gebruik van veselglaskombers materiaal, klankdempers en eenvoudige aanpassings in die werkingswyse van masjienerie. Dit is egter nie altyd moontlik om vooraf te bepaal watter tegniek sal werk nie, omdat geraasbeheer 'n baie komplekse aangeleentheid is.

Die 'Industrial Noise Manual' (American Industrial Hygiene Association) gee die volgende algemene riglyne vir geraasbeheer:

I Goeie beplanning van aanleg

II Met vervanging

- a) Gebruik stiller masjienerie
- b) Gebruik n stiller proses
- c) Gebruik stiller materiaal

III Aanpassing van die geraasbron

- a) Verminder die dryfkrag op vibrerende oppervlaktes
 - i) Handhaaf dinamiese balans
 - ii) Beperk draai spoed
 - iii) Verleng duur van werksiklus
 - iv) Ontkoppel dryfkrag
- b) Verminder vibrerende oppervlak reaksie
 - i) Voeg demp materiaal by
 - ii) Verbeter versterking
 - iii) Verhoog stewigheid
 - iv) Verhoog massa
 - v) Skuif resonans frekwensies
- c) Verminder oppervlakte van vibrerende oppervlakke
 - i) Verminder fisiese grootte
 - ii) Perforeer die oppervlakke
- d) Gebruik die direksionaliteit van bron
- e) Verminder spoed van vloeistofvloei
- f) Verminder turbulensie

IV Verandering van die klankgolf

- a) Beperk die klankgolf

- b) Absorbeer die klankgolf
 - i) Absorbeer klank binne 'n kamer
 - ii) Absorbeer klank langs die weg van oordrag
- c) Gebruik resonansie.

Hierdie riglyne kan, en is al, suksesvol aangewend (Hutton).

2.4.2 Gehoorbeskermers

Die SABS 1451 Deel I & II - 1988 gebruikskode vereis sekere minimum verswakking vir oorkappe (Tabel 2) en oorproppe (Tabel 3).

Tabel 2 MINIMUM VERSWAKKINGSWAARDES VIR OORKAPPE

<u>BANDMIDDELFREKWENSIE Hz</u>	<u>VERSWAKKING, dB, MINIMUM</u>
125	12
250	15
500	21
1 000	29
2 000	31
4 000	32
8 000	26

Tabel 3 MINIMUM VERSWAKKINGSWAARDES VIR OORPROPPE

<u>BANDMIDDELFREKWENSIE Hz</u>	<u>VERSWAKKING, dB, MINIMUM</u>
125	18
250	16
500	19
1 000	23
2 000	26
4 000	30
8 000	30

Met die aankoop van gehoorbeskermers kan die verswak-
kingsdata soos deur die vervaardiger verskaf word
vergelyk word met hierdie tabelle. Die geskiktheid
van 'n gehoorbeskermer in 'n gegewe situasie kan op
die volgende wyse getoets word (**Michael and Bienvenue,**
1980; Lotito, 1976).

Stap 1 Maak 'n frekwensie-analise van die geraas by
die werker se oor (A-beswaard).

Stap 2 Neem die frekwensie-analise waardes en trek
die verswakingswaardes soos verskaf deur
die vervaardiger hiervan af by elke frekwen-
sie.

Stap 3 Tel nou hierdie waardes op met gebruik van
die volgende vergelyking:

$$L_{pA} = 10 \log_{\sum_{i=1}^n} \text{antilog} \frac{f}{10} \text{ dB} \dots\dots\dots 8$$

waar L_{pA} = die A-beswaarde klankdrukpeil in oor

f = die A-beswaarde klankdrukpeil in een
frekwensie

Die waarde van L_{pA} behoort nie 85 dB te oorskry nie, en indien dit wel 85 dB oorskry word daar onvoldoende beskerming van die gehoorbeskermers verkry.

Volgens Durkt (ook Redmond, Lempert) gee gehoorkappe nie noodwendig dieselfde resultate in die werksomgewing as in die laboratorium nie, en verskaf meestal betekenisvol swakker beskerming. Enkele verklarings hiervan is die volgende:

- a) Die werker beweeg baie rond in die werksituasie en die seël wat die oorkap om die oor vorm word verbreek.
- b) Masjienbeweging of vibrasie sal ook die seël breek.
- c) Die gebruik van 'n veiligheidsbril sal ook die seël breek, waar dit onder die oorkap ingaan.
- d) Sweet sal die oorkap laat rondgly en die seël kan verbreek word.

- e) Baie hare kan verhoed dat 'n seël vorm.

- f) Frekwensie verspreiding van die geraas waaraan die werker blootgestel is, is belangrik. So byvoorbeeld sal die geraas van 'n dieselenjin wat 'n sterk komponent lae frekwensie (25 - 500 Hz) geraas het, nie voldoende afgeskerm word deur oorkappe nie, omdat gehoorbeskermers in die algemeen swakker beskerming bied in die lae frekwensies (vergelyk Tabel 2 & 3).

Ook oorproppe gee nie altyd 'n beskerming gelykstaande aan die vervaardigers se waardes nie. Die mees algemene rede hier is dat die oorproppe nie goed in die oorkanaal gepas word nie.

Verswakkingswaardes is egter nie die enigste kriteria vir die gebruik van 'n gehoorbeskermer nie (Casali et al. 1987). As die gehoorbeskermer nie aanvaar word deur die werkers en gereeld gedra word nie, is dit nie effektief nie. Dus is faktore soos gemak en drabaarheid baie belangrik. Slegs wanneer gehoorbeskermers gekies is op grond van verswakkings karakteristieke, gemak en drabaarheid, suksesvol uitgereik is aan alle werkers en die dra daarvan gemonitor kan word, sal die gebruik van gehoorbeskermers lewensvatbaar wees as 'n wyse om die gehoor van werkers te beskerm.

In teenstelling met administratiewe- en ingenieurs-beheer van geraasblootstelling wat passief staan teenoor die blootgestelde werker (vereis geen samewerking), is die werker in die geval van gehoorbeskerming aktief betrokke en samewerking dus essensiëel. Volgens Casali is die belangrikste faktor wat 'n invloed het op die drabaarheid van 'n gehoorbeskermer, die gemak waarmee die gehoorbeskermer gedra kan word. Dit volg dus hieruit dat 'n gehoorbeskermer met laer verswakingswaardes, maar wat meer gemaklik is, uiteindelik beter beskerming sal bied. Wilson beweer dat werkers eerder die gehoorbeskermers so verstel dat dit gemaklik is, as wat hulle dit sal verstel vir maksimum beskerming. Die gemaklike dra van gehoorbeskermers is dus minstens net so belangrik as die verswakingsdata.

2.5 Gehoorbewoud

Gebruikskode SABS 083-1983 lees in paragraaf 3.1 soos volg: '---- mag die ekwivalente geraasblootstelling N_{eq} nie 85 dB oorskry nie'. Die aanbevole grens in paragraaf 3.1 is gebasseer op 'n risiko van 8 % gedurende 'n werkleeu van 40 jaar. Hiervolgens sal 'n gehoorbewoudprogram (GBP) ingestel word indien geraasblootstelling 85 dB oorskry. Dit volg hieruit dat die mees suksesvolle GBP nog steeds 'n risiko van 8 % inhou.

Dit moet ook altyd in gedagte gehou word dat 'n GBP verder behoort te strek as net gehoorbewoud (**Royster,**

1985). Suksesvolle ingenieursbeheer sal ook die nie-gehoor nagevolg van geraas beperk (Paragraaf 2.2.2) en kan dus wyer uitkring as net gehoorbehoud. Verder kan dit, indien reg aangepak, werkstevredenheid langs twee roetes bevorder: eerstens sal die psigologiese spanning verlaag (Paragraaf 2.2.2.d) en tweedens sal die belangstelling in die werkerswelsyn nie ongemerk verbygaan nie.

'n Probleem wat dikwels opduik is verkeerde besluite wat geneem word met betrekking tot die verskillende aspekte van gehoorbehoud. Die belangrikste rede hiervoor is dat besluitnemers nie opgelei is in die veld van gehoorbehoud nie en nie oor die nodige kundigheid beskik nie. Verkeerde besluite word gemaak, wanneer die keuse vir gehoorbeskermers gemaak moet word, en verkeerde oudiometers, of oudiometriese metodes aangewend word. Ook die aankoop van luider gereedskap en verkeerde geraasbeheermetodes is betrokke. Verder is dit ook nie moontlik om 'n GBP vir 'n hele nywerheid volgens vaste reëls daar te stel nie. Verskillende myne toon unieke eienskappe en die onus rus dus op die GB-Komitee van 'n myn om 'n algemene GBP so aan te pas dat dit aan die myn se behoeftes sal voldoen.

Dit is ook belangrik om tot die besef te kom dat die uitvoer van 'n GBP nie by een enkele professionele groep kan berus nie. Elkeen betrokke moet 'n bydrae

lewer om 'n GBP te laat slaag. Dus is die werkers net so betrokke as die bestuur en dit is belangrik om die feit in ag te neem by die opvoedkundige stadium van 'n GBP. Dit is ook om dié rede dat dit so belangrik is dat die inisiatief vir die implementering en die instandhouding van 'n GBP vanuit 'n myn self sal kom (Spindler et al. 1979).

Royter verwys na die vyf fases van 'n suksesvolle GBP. Hieronder word die volgende ingesluit:

- i) Opvoeding/Voorligting
- ii) Geraas opnames
- iii) Ingenieurs en/of administratiewe beheer
- iv) Gehoorbeskerming
- v) Oudiometriese monitering.

Mellard en Doyle skryf dat die opvoeding van werkers die sleutel is tot 'n effektiewe GBP. Hulle verwys hier spesifiek na die gebruik van gehoorbeskermers. Stapleton brei hierdie opvoeding uit na die bestuur van 'n organisasie. Die belangrikste doel van 'n opvoedingsproses behoort te wees om bestuur en werkers te oortuig en te laat glo dat hulle sal baat vind by 'n suksesvolle GBP.

Daar is egter 'n paar valstrikke in 'n opvoedings/voorligtings program. GBP word dikwels aan werkers voorgedra in die vorm van 'n inligtingseminaar wat iewers

in die besige opleidingsprogram van 'n onderneming ingepas moet word. 'n GBP verteenwoordig eerder 'n opvoedingstaak. Nie alleen moet werkers ingelig word oor die organisasie van die GBP nie, maar die beginsels waarop die GBP berus, en meer belangrik die doel en belang van 'n GBP, moet ook aan die werkers voorgelê word. Opleidingspersoneel onderskat dikwels die insig van werkers, en weerhou dan inligting. Dit lei tot agterdog wat die GBP ondermyn.

Stapleton meen dat werknemers nie die moontlikheid van 'n beloning ervaar nie, en om hierdie rede nie geïntereseerd is in 'n opleidingsprogram nie. Dit is ook belangrik dat werknemers sal glo in die doel. Indien dit nie die geval is nie, kan die GBP en die onderdele daarvan nie 'beheer' word nie, aangesien werknemers nie sal deelneem nie. Die alternatief is die afdwing van die GBP. Dit skep egter wrywing tussen werknemers en die GBP organisasie, en weerstand bou op teen die GBP. Indien werknemers glo in die doel, sal hulle die GBP ook buite die werksomgewing uitdra. Die werknemer sal dan by sy woning terwyl hy kraggereedskap gebruik, of skyfskiet beoefen, ook sy gehoor beskerm.

Dit gebeur ook dikwels dat in 'n besige opleidingsentrum onderwerpe begin kompeteer vir tyd, klaskamers en aanbieders. Dit gebeur dan maklik dat laer prioriteit onderwerpe opsy geskuif word, en dit is die

verantwoordelikheid van die organiseerders van die GBP om toe te sien dat GBP-opvoeding nie skade ly nie.

Administratiewe beheer as deel van 'n GBP is 'n onderwerp wat min aandag geniet in die literatuur. Daar word dikwels daarna verwys (**Sataloff et al. 1984; Royster, 1980; Spindler et al. 1979**), maar min outeurs bespreek administratiewe beheer. Selfs in artikels waar suksesvolle GBP bespreek word, word nie na administratiewe beheer verwys nie. Dit laat die indruk dat administratiewe beheer van geraas voorgehou word as 'n moontlikheid om geraasblootstelling te beperk, maar nooit toegepas word nie, en dalk om praktiese redes.

Ingenieursbeheer van geraas en gehoorbeskermers is reeds bespreek in Afdeling 2.3 en word weer na verwys in Afdeling 6.1. Hierdie is uiters belangrike aspekte van 'n GBP en enigeen wat 'n GBP aanpak behoort 'n goeie insig te hê van hierdie aspekte (**Olishifski and Harford, 1975**).

'n Verdere belangrike onderdeel van 'n GBP is die bepaling van die sukses van die GBP. Dit word meestal aanvaar dat oudiometrie die finale toets is om die sukses van 'n GBP te toets (**Villeneuve and Caza, 1986; Royster, 1980; Spindler et al. 1979; Alberti, 1980; Schneider et al.**). Atherley en Johnston (1981) spreek

egter twyfel uit oor die geldigheid van oudiometrie as 'n wyse om die sukses van 'n GBP te bepaal. Atherley grond hier sy stelling op die feit, volgens homself, dat geldigheid van oudiometrie en oudiometriese resultate as sulks nog nooit ondersoek was nie. Die outeur meen dat beter bepalers van sukses, geraasmeting en meet van geraasblootstelling sal wees, en dat oudiometrie 'n sekondêre rol moet speel.

In die mynbou omgewing waar groot en veranderende werksgebiede betrokke is, sal die siftingoudiometer egter 'n gerieflike en praktiese metode bly om 'n neiging binne 'n myn aan te toon, en ook 'n metode om die mynpopulasie te vergelyk met die algemene nie-industriële geraasblootgestelde populasie. Die myn populasie kan met dié populasie vergelyk word deur middel van 'n publikasie soos ISO 7029. Let op dat ISO 7029 toelaat vir die 'normale' populasie, dit wil sê 'n groep wat wel ouderdomsdoofheid ontwikkel, en wel blootgestel word aan geraas, maar nie aan industriële geraas nie, soos ook die geval sal wees met die mynpopulasie.

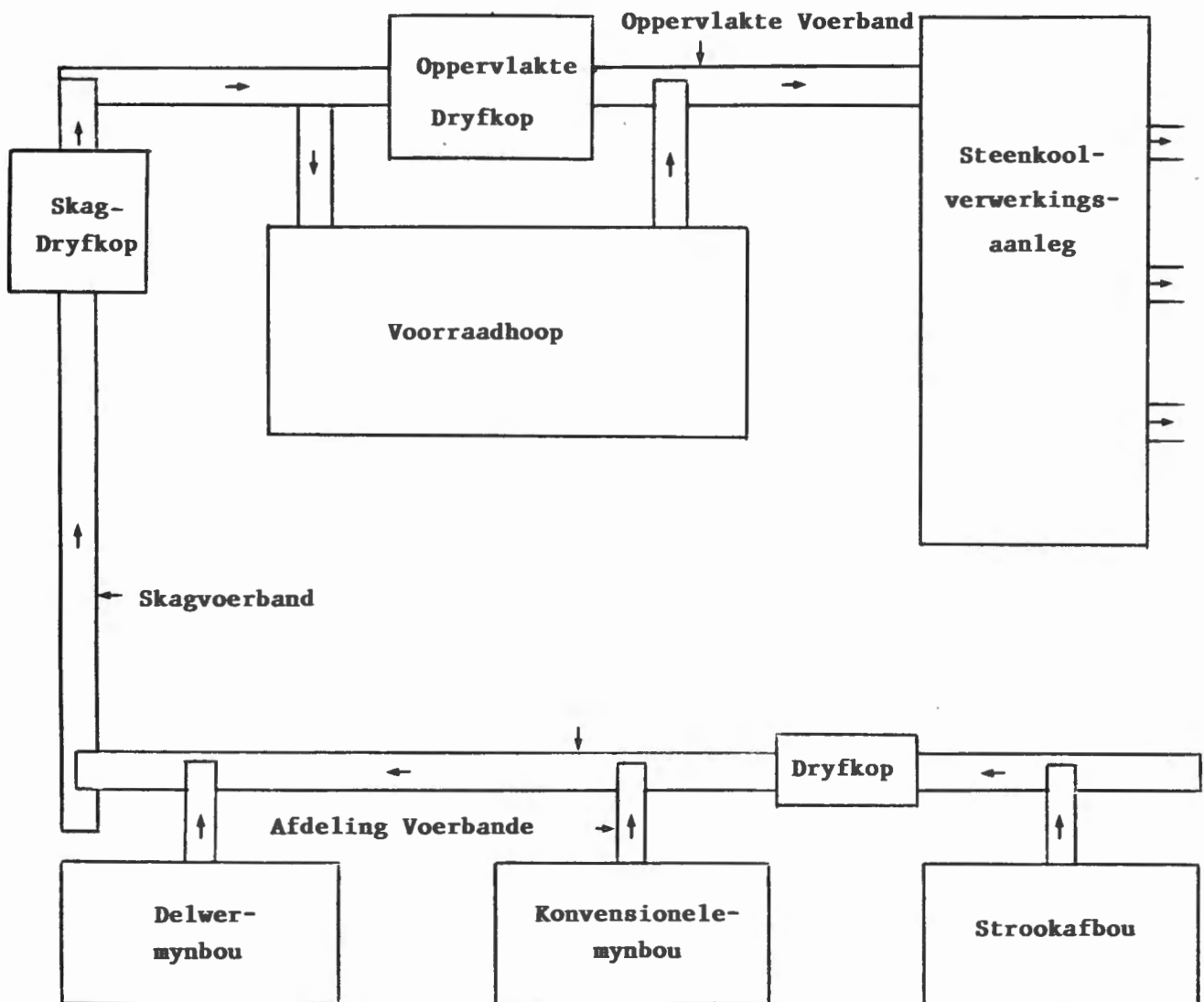
Royster verwys na enkele faktore wat belangrik is by oudiometriese toetse en waarna opgelet moet word. Daar is rasseverskille en seksuele verskille gevind by die 'normale' gehoor van mense, en die groepe kon nie met mekaar vergelyk word nie. Die akkurate kalibreer van oudiometers (SABS 0154) en gepaste omgewing

vir bepaling (SABS 0182) van gehoordrempels is baie belangrik (Schmidek et al. 1975). Die sogenaamde 'leer-effek' moet ook in ag geneem word. Dit kan beteken dat alhoewel die werker se gehoordrempel (soos bepaal met oudiometer) nie verskuif oor die eerste 4 - 6 jaar nie sy gehoordrempel inderdaad verswak het, maar dat die leer-effek daarvoor gekompenseer het.

Oudiometriese evaluering verskaf ook 'n geleentheid vir GBP personeel om in persoonlike kontak met werkers te kom (Royster, 1985). So 'n geleentheid kan benut word vir opvoeding en motivering van 'n werker. Die oudioloog of mediese beampte op die myn behoort ook die werker van sinvolle terugvoer, na evaluering van die oudiogram, te kan verskaf. Die gevolg hiervan is dat die werker meer betrokke raak by sy gehoorstatus en sodoende meer betrokke by die GBP.

3 DIE MYN

Die steenkoolmyn waar die geraasopname gemaak is, was gekies omdat al drie koolmynmetodes wat algemeen in die Suid-Afrikaanse steenkoolbedryf aangetref word, naamlik konvensionele mynbou, delwermynbou en strookafbou, hier gebruik word. Die oppervlakte van die myn is groot (gemeet aan Suid-Afrikaanse standaarde) en 'n hoë steenkoollaag word gemyn.



Figuur 3

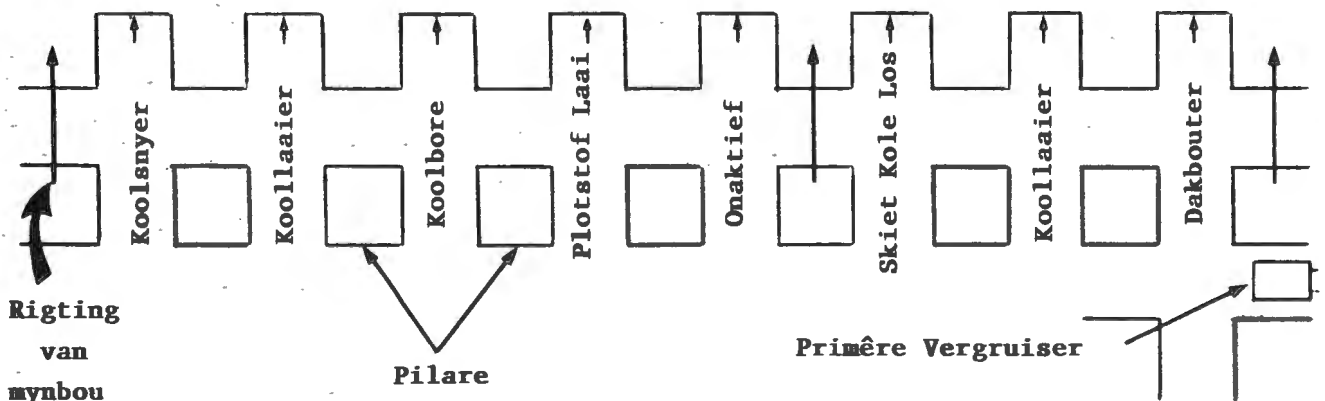
DIE VOERBANDSISTEEM IN DIE STEENKOOLOGYN

Steenkool word na die oppervlak gebring by wyse van 'n voerbandsisteem, wat sy oorsprong by of naby die afbouplek het. Kleiner voerbande sort hul steenkool op groter voerbande en die steenkool word uiteindelik na die oppervlak gebring by twee skuins skagte. Die steenkool word, na behoefte, gevoer na 'n voorraadhoop of 'n steenkoolverwerkingsaanleg. In tye van lae of geen produksie kan die verwerkingsaanleg steenkool trek vanaf die voorraadhoop. In die verwerkingsaanleg word die steenkool in drie groottes gesorteer, wat dan direk deur middel van voerbande aan klante gelewer word (Figuur 3).

Kortliks bestaan die drie mynbou metodes uit die volgende.

3.1 Konvensionele Mynbou

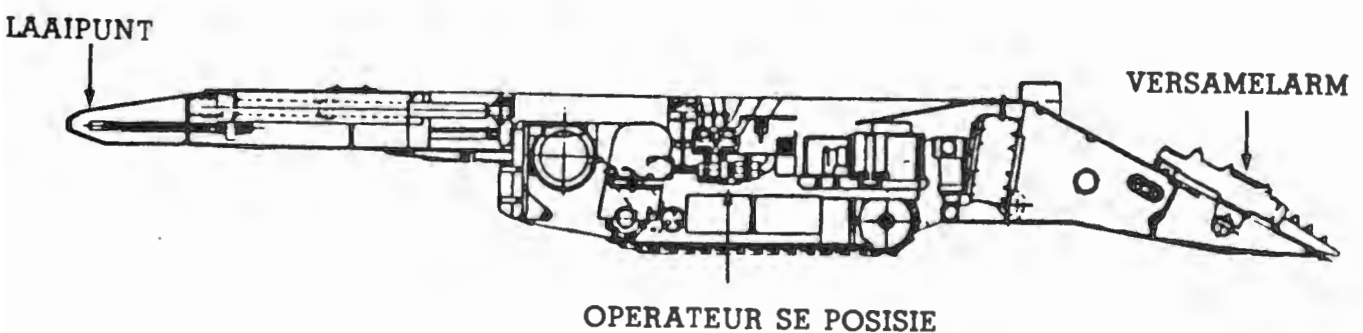
In hierdie metode word agt afbouplekke tussen nege pilare tegelyk gemyn terwyl die afbouplekke vorentoe beweeg (Figuur 4).



Figuur 4

Die volgorde van die mynbou bedrywighede roteer tussen die agt afbouplekke en behels die volgende: in die eerste afbouplek sny die koolsnyer die boonste gedeelte van die afbouplek los van die dak (ongeveer 2 m diep). Die koolsnyer, soos ook die geval is met die ander werkspanne, beweeg nou na die tweede afbouplek waar dieselfde gebeur, en dan na die volgende totdat die afbouplekke gesny is, en keer dan terug na die eerste afbouplek.

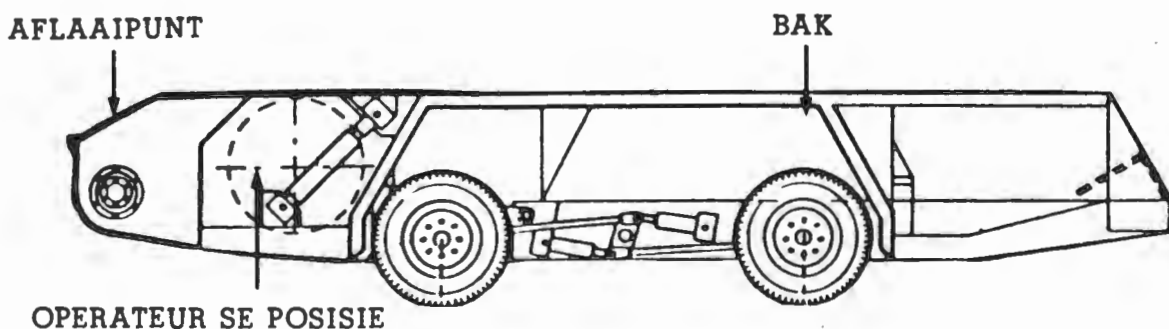
Intussen laai die koollaaier (Figuur 5) die steenkool wat deur die koolsnyer losgesny is op 'n wisselkar. Hierna, die derde stadium, word die dertien gate wat geboor moet word gemerk. Twee spanne van twee werkers elk boor hierna met elektriese rotsbore die gemerkte gate, waarna die boorspanne na die volgende afbouplek gaan, wat reeds gesny en skoongemaak is. In die volgende stadium word die gate gelaai met plofstof en die steenkool word dan losgebreek deur middel van die ontploffing.



Figuur 5

n KOOLLAAIER

Die koollaaier kom nou terug na die eerste afbouplek (gewoonlik is meer as een koollaaier beskikbaar) en laai die steenkool op die wisselkar, wat dan die steenkool vervoer na die primêre vergruiser by die voerband. Meestal werk twee wisselkarre gelyktydig en laai beurtelings steenkool by die koollaaier. Elke wisselkar het 'n dra vermoë van ongeveer agt ton steenkool (Figuur 6).



Figuur 6

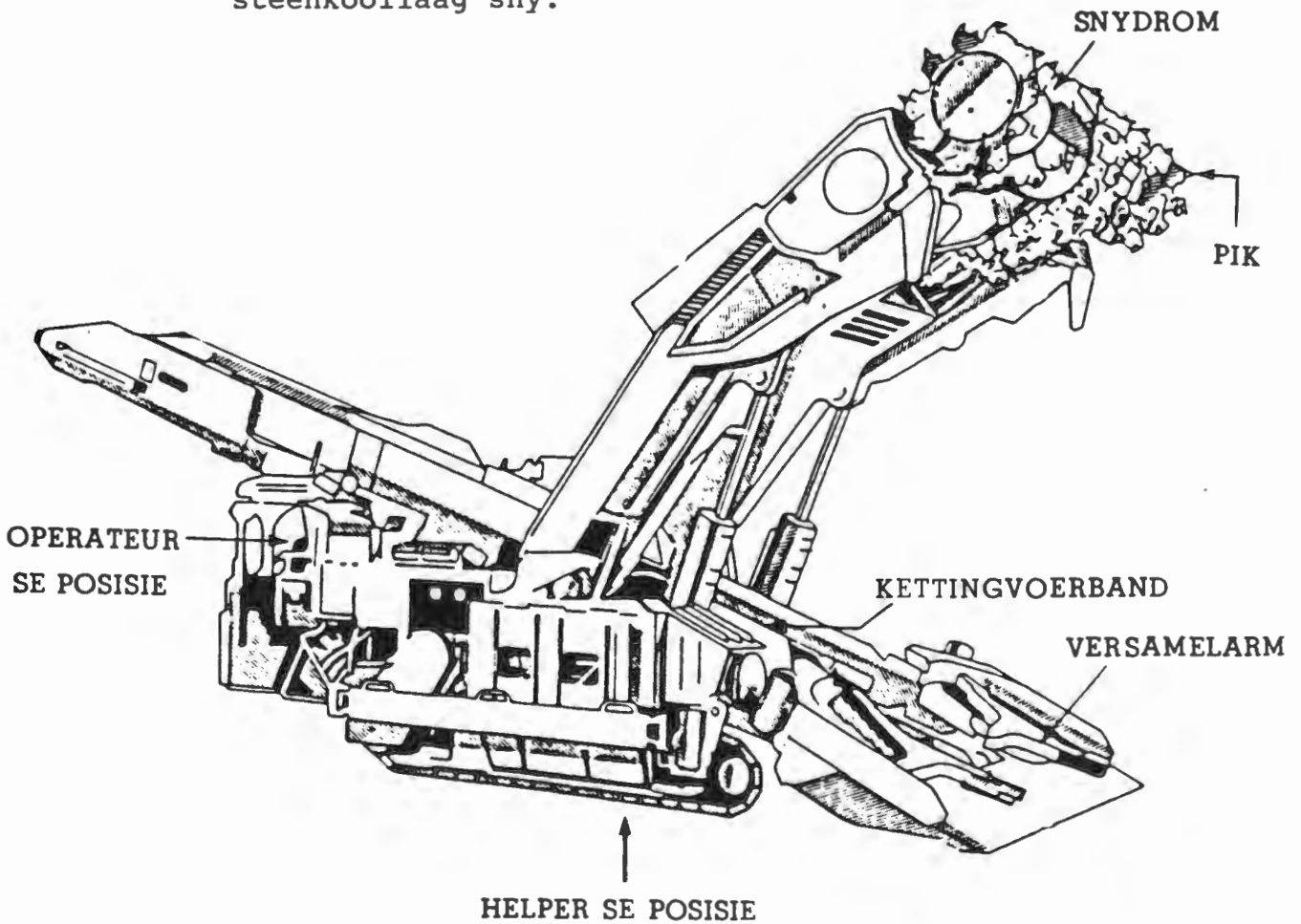
'n WISSELKAR

Nadat die afbouplek skoongemaak is deur die koollaaier, kom die dakbouterspan. 'n Toepaslike hoeveelheid dakboute, volgens die grootte en geologiese struktuur van die dak, word nou ingesit. Die plek vir die dakboute word gemerk deur die myner, gate word geboor en die dakboute word met harpuit in die gate ingedruk en vasgedraai.

Al die aktiwiteite beskryf word in die ander afbouplekke ook toegepas. In een of twee afbouplekke sal daar op enige tydstep geen aktiwiteit wees, met die voordeel dat geen wagtye ontstaan nie. Die wisselkar lewer die steenkool aan die primêre vergruiser.

3.2 Delwer Mynbou

'n Baie groot en swaar masjien, die delwer (Figuur 7), sny die steenkool van die afbouplek met 'n snydrom wat horisontaal op die masjien monteer is. Terwyl die drom draai en steenkool afsny beweeg die drom ook op en af sodat dit die hele hoogte van die steenkoollaag sny.



Figuur 7 DIE DELWER

Onder die snydrom is 'n versamelarmsisteem (soortgelyk aan die wat op die koollaaiër aangetref word) wat die steenkool wat reeds afgesny is versamel, en dit voer na 'n kettingvoerbandsisteem wat op die

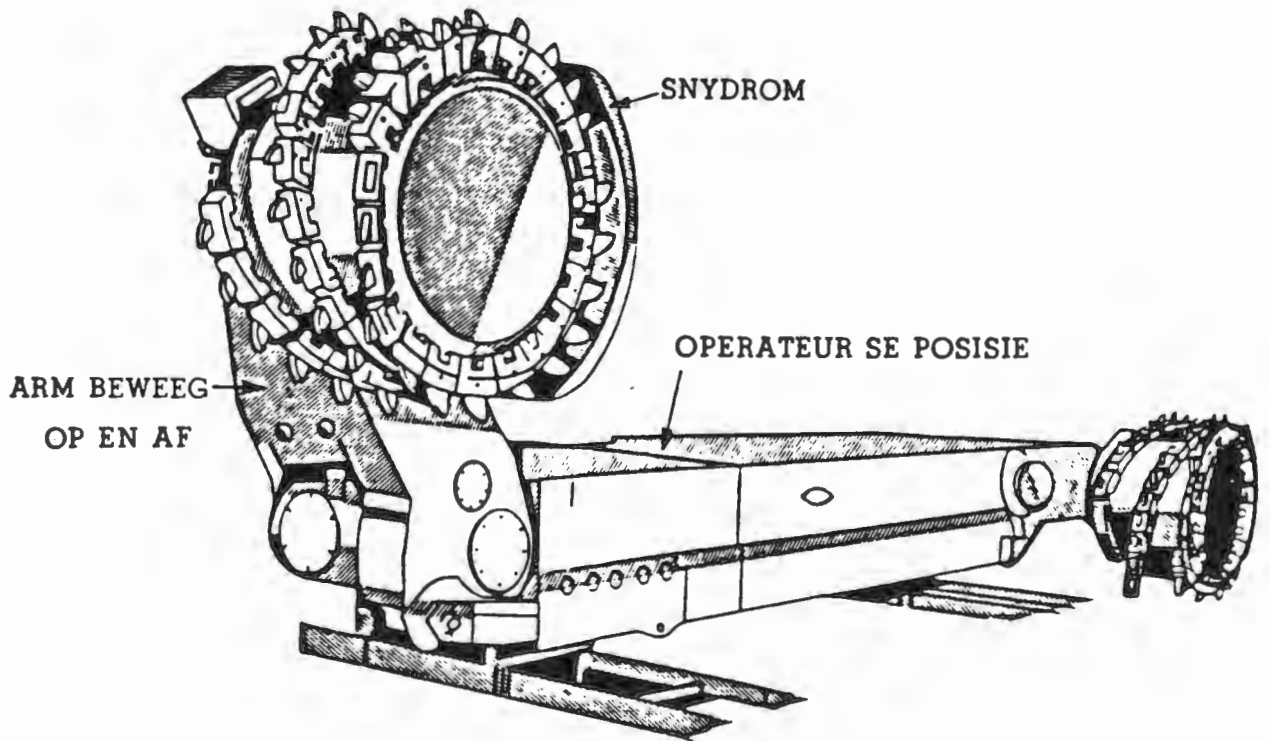
delwer gemonteer is, en die steenkool aan die agterkant van die delwer op 'n wisselkar stort. Die steenkool word ook hier, soos in die geval van konvensionele mynbou, by die primêre vergruiser gelewer, waarna die groter stukke opgebreek word, en die steenkool op 'n voerband gestort word.

3.3 Strookafbou

Die strookafboumasjien in dié geval bestaan uit 'n totaal van honderd-en-veertig segmente. Elke segment bestaan uit pantser-en-skilde metaalplate wat ondersteun word deur hidrouliese pilare. Hierdie sisteem ondersteun die dak (die dak stort in soos die strookafbou voorwaarts beweeg en die dak nie meer ondersteun word nie), verder ondersteun dit die kettingvoerband-sisteem, en beskerm die werkers teen die bewegende dele.

Die strookafbousnyer (Figuur 8) beweeg heen-en-weer langs die lengte van die stroomafbou (ongeveer 200 m) deurdat dit teen die dakondersteuningssisteem steun, en beweeg deur te trek aan 'n ketting wat geheg is aan beide eindes van die strookafboumasjienerie. Die strookafbousnyer het twee snyers (die sogenaamde vooreinde en agtereinde snyers) op die voor en agterkante van die snyemasjien. Die twee snyers draai parallel teen die steenkoollaag (loodreg op die steenkoollaag in die geval van die delwer) en beweeg op

en af teen die steenkoollaag om die hele hoogte te kan sny.



Figuur 8 h STROOKAFBOUSNYER

Die kettingvoerbandsisteen voer die kole na die een einde van die strookafbou, waar die steenkool aan die primêre vergruiser gelewer word, en waar die steenkool na vergruising op 'n voerband gelewer word. Langs die vergruiser word die transformators aangetref wat die snyer voorsien van elektrisiteit, asook die hidrouliese kragopwekkers wat die hidrouliese pilare voorsien.

3.4 Ondersteunings Dienste

Die vervoersisteen in die myn bestaan uit vlamdigte dieselaangedrewe voertuie. Die voertuie kan in twee

hoofgroepe verdeel word naamlik werkervervoer en materiaalvervoer.

Om werkers te vervoer word twee tipes voertuie gebruik naamlik die Mitsubishi bus en die Toyota Landcruiser bakkies. Hierdie voertuie word meestal net gebruik aan die begin en einde van skofte. Vir die vervoer van materiaal word verskeie voertuie en trekkers gebruik waaronder Massey Ferguson en Eimco trekkers, met hul sleepwaens. Die voertuie vervoer materiaal wat by werkplekke benodig word en sluit houtstutte in.

Verskeie werkers word ook langs die voerbandsisteem aangetref en die werkers is veral by die sogenaamde dryfkoppe gekonsentreer. 'n Dryfkop bestaan meestal uit 'n paar 56 kW elektriese motors wat deur die gebruik van ratkaste die voerband aandryf. Die werkers onderhou die voerbandsisteem.

Enkele werkers voorsien en onderhou die ventilasiesisteem. Dit bestaan uit groot lugpype en die lug word in die werkplekke ingepomp deur middel van groot ventilasiewaaiers. Die ventilasiesisteem kan verskuif word na gelang van behoefte en soos die werkplekke verander.

4 METODES

4.1 Apparaat

4.1.1 Klankpeilmeter

h Tipe 2, vlamdigte klankpeilmeter, die Scott model 452 (reeksnommer 733483) was gebruik. Die klankpeilmeter was gepas met h Scott oktaafband analiseerder, model 462 (reeksnommer 157). Die klankpeilmeter en oktaafbandanaliseerder was daaglik voor en na gebruik (soms ook gedurende gebruik) ge-yk met h Scott akoestiese yker, model 457-1 (reeksnommer 1856) by a vlak van 110 dB en h frekwensie van 1 kHz.

4.1.2 Geraasdosimeters

Quest micro-15 geraasdosimeters was gebruik om geraasblootstelling van werkers te bepaal. Die meters was daaglik voor en na gebruik ge-yk met h Quest akoestiese yker, model CA-128, by h vlak van 110 dB en h frekwensie van 1 kHz.

Die meters het h ingeboude mikroverwerker en die volgende kon sonder berekeninge direk van die meters gelees word:

- a) Tydsduur van opname
- b) L_{Aeq}
- c) N_{eq} .

4.2 Meetmetodes

Die bepalings van geraasvlakke en geraasblootstelling was toegespits op werkskategorieë wat volgens voorlopige meetings, inligting uit die literatuur (Bartholomae and Parker, 1983; Aljoe and Pettitt, 1984; Bobick and Madden, 1984; Bennet, 1985) en volgens myn personeel blootgestel is aan skadelike vlakke van geraas. Die opname is onderverdeel in afdelings wat ooreenstem met aktiwiteite in die myn en was soos volg verdeel:

- a) Konvensionele mynbou
- b) Delwer mynbou
- c) Strookafbou
- d) Kool vervoer en verwerking
- e) Materiaal- en werkervervoer
- f) Ventilاسie.

Die geraasblootstelling opname was in dieselfde afdelings onderverdeel met die uitsondering van ventilاسie.

4.2.1 Geraasmetings

Aangesien die werksomgewing ondergronds gedurig van vorm en grootte verander terwyl die afbouplek gemyn word kon standaard meetmetodes (SABS 083-1983) nie altyd gevolg word nie, en sonering van werksplekke ondergronds kon nie sinvol uitgevoer word nie.

Die metode beskryf in SABS 083-1983 Afdeling 4.4.2(a) is gevolg waar die mikrofoon geplaas word waar die hoorder se oor is. Klankdrukpeillesings was dus geneem by die werksposisie van die werker, eerder as by die oorsprong van die geraas. Die mikrofoonposisie was waar moontlik, binne 10 cm vanaf die werker se oor. Frekwensie-analises is op dieselfde metode uitgevoer.

Die meter is in alle gevalle met 'n windskerm gebruik. Die A-beswaarde klankdrukpeil modus, asook die S-tyd-beswaringskenkrommes was in alle gevalle gekies.

4.2.2 Geraasblootstellingsmetings

Die geraasblootstelling van die werkers was in alle gevalle vir die hele skof gemonitor. Dosismeters was bogronds in die lampkamer met die aanvang van die skof aan die werkers uitgereik. Die meters was op die batterygordel of in die boonste sak van die oorpak gedra. Die mikrofoon van die dosismeters is geheg aan 'n 90 cm lang draad en is met 'n knippie aan die boortjie van die oorpak aangeknip. Die mikrofoon was altyd so geplaas dat dit nie gedurende die skof versper sou word nie.

Die werkers was hierna na hul werkplek gevolg, en die tyd wat die werker werklik gewerk het, aangeteken. Geen tye werklik gewerk is aangeteken vir trek-

kerdrywers nie, omdat vyf werkers tegelyk gemonitor is, en die opnemer natuurlik nie al vyf trekkers tegelyk kon volg nie. Aan die einde van die skof is die werkers gevolg na die oppervlak waar die dosismeters verwyder is en die lesings noteer is.

Die tyd, vandat die dosimeter in die lampkamer aangeskakel was tot weer afgeskakel in die lampkamer aan die einde van die skof, was geneem as skoflengte. Persentasie tyd gewerk was bereken vanaf totale tyd werklik gewerk (soos bepaal deur stophorlosie) en skoflengte. L_{Aeq} en N_{eq} waardes kon direk afgelees word vanaf die geraasdosimeters.

Volgens SABS 083-1983 Onderafdeling 2.1 word N_{eq} deur die volgende vergelyking gegee:

$$N_{eq} = L_{Aeq} + C_i \text{ dB} \dots\dots\dots 5$$

Dit is natuurlik net geldig as die L_{Aeq} alreeds bereken is vir 'n 40 uur werkweek (N_{eq} vir 40 uur werkweek : sien vroeër). Die aanpassing vir impulskorreksie was net in een geval naamlik die vergruiserbediener gemaak, waar impulsgeraas voorgekom het.

Die geraasblootstelling vir 'n werkskategorie is op die volgende wyse bereken:

$$N_{eq} = \frac{N_{eq1} + N_{eq2} + \dots + N_{eqn}}{n} \text{ dB} \dots\dots 9$$

5 RESULTATE

Die resultate wat gedurende die opname verkry is, word opgesom in Tabele 4 tot 17. Die data word aangebied as A-beswaarde klankdrukpeillesings met oktaafband frekwensie-analises, en ekwivalente geraasblootstelling vir die verskillende werkskategorieë. Ekwivalente deurlopende A-beswaarde klankdrukpeillesings vir die skoflengte (ure en minute) en persentasies van skoftyd gewerk, is ook opgeneem in die tabelle. Frekwensie-analises van geraas gemeet by sommige masjiene, en by die werkers posisie in ander gevalle is opgeneem in twaalf grafieke (Figure 9 - 20). Die data sal in Afdeling 5.7 kortliks bespreek word.

Die resultate word behandel volgens die verskillende mynboumetodes en mynbou-aktiwiteite.

5.1 Konvensionele Mynbou

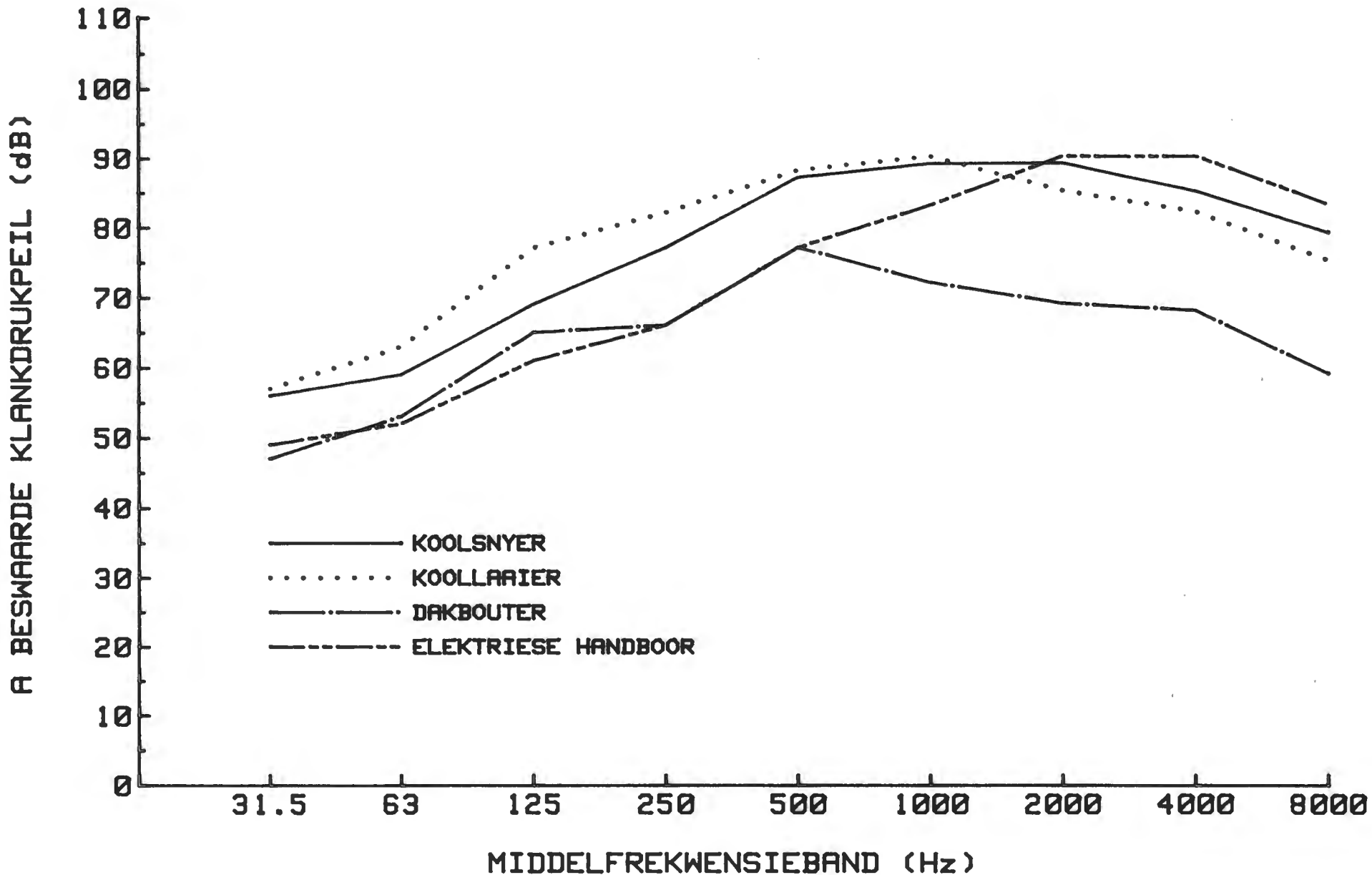
Masjienerie gebruik vir konvensionele mynbou sluit in die koolsnyer, die koollaaier, die dakbouter, die wisselkar en die elektriese handboor. Resultate vir die wisselkar word ingesluit onder koolvervoer, omdat dit in delwermynbou ook gebruik word.

Tabel 4 **KONVENSIONELE MYNBOU : FREKWENSIE-ANALISE**
EN A-BESWAARDE KLANKDRUKPEILLESINGS BY DIE
OPERATEUR SE POSISIE VIR DIE KOOLSNYER,
KOOLLAAIER, DAKBOUTER EN DIE ELEKTRIESE
HANDBOOR (dB)

FREKWENSIE (Hz)	KOOL SNYER	KOOL LAAIER	DAK BOUTER	ELEKTRIESE HANDBOOR
31,5	56	57	47	49
63	59	63	53	52
125	69	77	65	61
250	77	82	66	66
500	87	88	77	77
1 K	89	90	72	83
2 K	89	85	69	90
4 K	85	82	68	90
8 K	79	75	59	83
dB	94	94	80	94

Tabel 4 bied die A-beswaarde klankdrukpeillesing by die werker se posisie vir vier masjiene wat gedurende konvensionele mynbou gebruik word. Die dakbouter het 80 dB gelees terwyl die koolsnyer, die koollaaier en die elektriese koolboor 94 dB gelees het. Frekwensie-analise van die koolsnyer en koollaaier het min of meer dieselfde gelees (Tabel 4 en Figuur 9), terwyl die koolboor laer waardes oplewer in die lae frekwensies (31,5 - 500 Hz oktaaf bande), terwyl 4 000 en 8 000 Hz hoër waardes oplewer het.

Tabel 5 bevat die geraasblootstellings resultate vir agt werkskategorieë betrokke by konvensionele mynbou.



FIGUUR 9 KONvensionele MYNBOU: FREkwensie-ANALISE BY DIE OPERATEUR SE POSISIE

Tabel 5

KONVENSIONELE MYNBOU WERKERS N_{eq}
EN L_{Aeq} VLAKKE, SKOFLENGTE EN
PERSENTASIE TYD GEWERK

WERKSKATEGORIE	N_{eq} (dB)	L_{Aeq} (dB)	SKOF LENGTE (ure:min)	% TYD GEWERK
Laaieroperator	93,5	92,7	9:28	63
Dakbouteroperator	88,1	87,1	9:23	62
Wisselkaroperator	91,6	91,0	9:10	64
Elektriesebooroperator	88,8	88,0	9:26	67
Koolsnyeroperator	92,8	92,1	9:27	61
Koolsnyerhelper	89,2	88,5	9:14	71
Mpasopi (spanleier)	92,9	92,1	9:20	63
Vergruiserbediener	95,2	89,5	9:14	71

Ekwivalente geraasblootstelling vir konvensionele mynbou wissel vanaf 88,1 dB vir die dakbouteroperator tot 93,5 dB vir die koollaaioperator. Die L_{Aeq} was gemeet vir die duur van 'n skof, en omdat die skoflengte in alle gevalle langer as agt uur was, is die N_{eq} ook in alle gevalle hoër as die L_{Aeq} .

Veral interessant hier is die N_{eq} van 88 dB vir die dakbouteroperator. Dit is 8,1 dB hoër as die werklike geraasvlak van die dakbouter. As in ag geneem word dat die dakbouteroperators gemiddeld 62 % van 'n nege uur en drie-en-twintig minute skof gewerk het, behoort die N_{eq} 78,6 dB te gewees het (Vergelyking 4). Die waarde verkry uit die opname is egter 9,5 dB hoër.

n Moontlike oplossing vir die verskil kan wees dat die dakbouter dikwels in die omgewing van ander masjienerie werk wat meer geraas veroorsaak as die dakbouter self, en dat die dakbouter operateur ook tussen die ander masjienerie rondbeweeg wanneer hy self nie besig is nie.

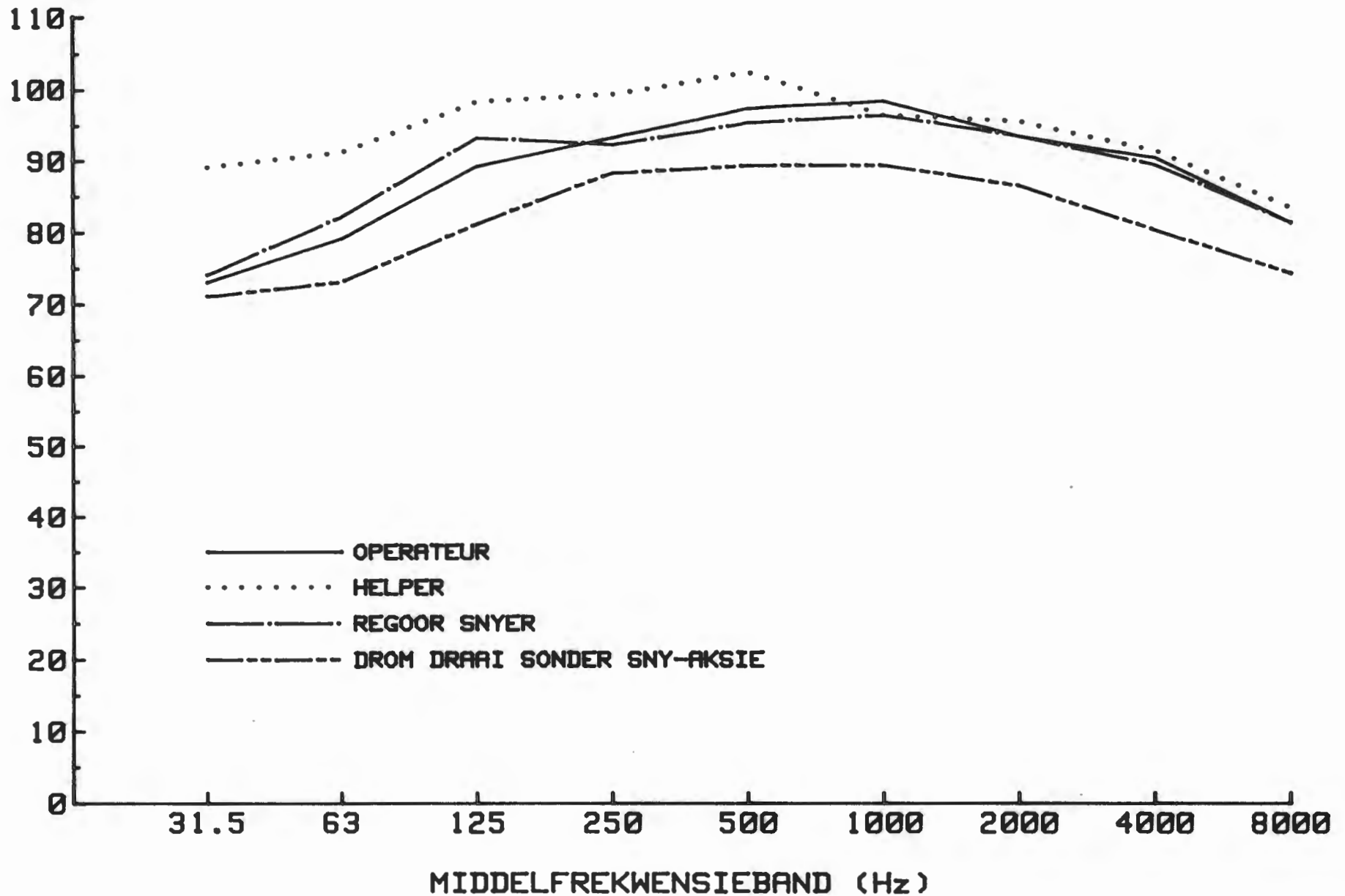
5.2 Delwer

Tabel 6 bevat die resultate vir die geraasopname van die meganiese delwer, en bied vier stelle waardes. Vir die frekwensie-analise verwys ook na Figuur 10.

Tabel 6 DELWER : FREKWENSIE-ANALISE EN A-BESWAARDE
KLANKDRUKPEILLESINGS BY DIE VERSKILLENDE
WERKSPOSISIES (dB)

FREKWENSIE (Hz)	OPERATEUR	HELPER	REGOOR SNYER	DROM DRAAIENDE
31,5	73	89	74	71
63	79	91	82	73
125	89	98	93	81
250	93	99	92	88
500	97	102	95	89
1 K	98	96	96	89
2 K	93	95	93	86
4 K	90	91	89	80
8 K	81	83	81	74
dB	103	106	101	95

A-BESWAARDE KLANKDRUKPEIL (dB)



FIGUUR 10 DELWER: FREKWENSIE-ANALISE BY VERSKILLENDE POSISIES

Met die eerste stel waardes is die geraas gemeet by die operateur wat 'n vlak van 103 dB opgelewer het. Die tweede lesing van 106 dB is geneem ongeveer regoor die ratkas van die masjien by die posisie van die delwerhelper. Die derde waarde van 101 dB was geneem 1 m vanaf en regoor die snyer, en die vierde waarde (95 dB) in dieselfde posisie, maar sonder dat die masjien werklik kole sny (vir die posisies sien Figuur 7). Let op die frekwensie analise in die posisie van die helper. Die resultate van 1 tot 8 kHz is ongeveer dieselfde as vir die ander lesings, maar die waardes van 31,5 tot 500 Hz is hoër as vir die ander meetposisies.

Tabel 7 DELWERWERKERS : N_{eq} VLAKKE, L_{Aeq} VLAKKE, SKOFLENGTE EN PERSENTASIE TYD GEWERK

WERKSKATEGORIE	N_{eq} (dB)	L_{Aeq} (dB)	SKOF LENGTE (ure:min)	% TYD GEWERK
Wisselkaroperateur	91,4	91,0	8:40	62
Mpasopi (spanleier)	93,8	93,1	9:13	66
Vergruiserbediener	91,4	90,8	9:08	62
Delweroperateur	94,4	93,9	8:44	63
Delwerhelper	92,6	92,1	8:47	65
Dakbouteroperateur	93,3	92,6	8:55	67
Dakbouterhelper	90,2	89,7	8:59	67
Myner	91,9	91,6	9:55	100

Tabel 7 gee die N_{eq} -lesing vir delwerwerkers en waardes wissel van 90,2 dB vir die dakbouterhelper tot

94,4 dB vir die delweroperateur. Net soos in die geval van konvensionele mynbou was die N_{eq} waarde vir die dakbouteroperateur hoër as die geraasvlak van die dakbouter (13 dB in die geval).

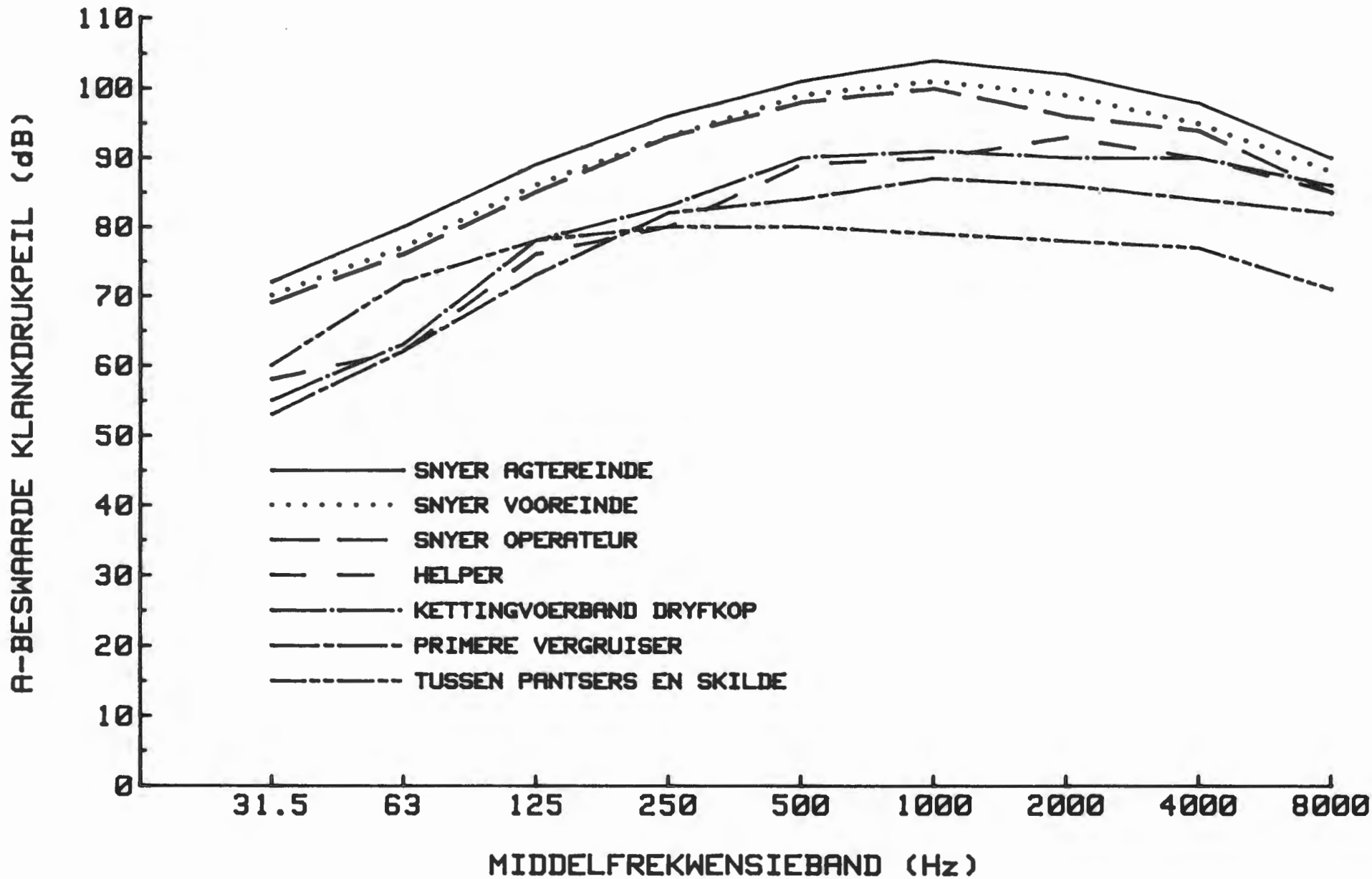
5.3 Strookafbou

Tabel 8 (frekwensie-analise ook Figuur 11) bied die resultate vir geraasvlakke by verskillende werkplekke langs die strookafbou. Metings, met die uitsondering van metings by die kettingvoerband dryfkop en primêre vergruiser, was geneem in die loopweg by die hidrouliese pilare.

Tabel 8 **STROOKAFBOU : FREKWENSIE-ANALISE EN A-BESWAARDE**
KLANKDRUKPEILLESINGS BY VERSKILLENDE WERKSPLEKKE
(dB)

FREKWENSIE (Hz)	SNYER AGTEREINDE	SNYER VOOREINDE	SNYER OPERATEUR	HELPER	KETTING VOER- BAND DRYFKOP	PRIMÊRE VERGRUISER	TUSSEN PANT- SERS-EN-SKILDE
31,5	72	70	69	58	55	53	60
63	80	77	76	62	63	62	72
125	89	86	85	76	78	73	78
250	96	93	93	80	83	82	80
500	101	99	98	89	90	84	80
1 K	104	101	100	90	91	87	78
2 K	102	99	96	93	90	86	78
4 K	98	95	94	90	90	84	77
8 K	90	88	85	85	86	82	71
dB	108	105	104	97	97	92	87

Die strookafbousnyer vooreinde (105 dB) en agtereinde (108 dB) snyers se geraasmetings was ook in die loop-



FIGUUR 11 STROOKAFBOU: FREKWENSIE-ANALISE BY VERSKILLENDEN WERKPLEKKE

weg geneem, in 'n posisie wat werkers sou inneem regoor die snyers. Lesings by die operateur, 104 dB, was geneem met die snyer wat beweeg in beide rigtings. Die operateurhelper (97 dB) was meestal 5 - 10 m vanaf die voorsnyer en lesings hier was ook geneem met die masjien wat beweeg in beide rigtings.

Lesings by die kettingvoerband dryfkop (97 dB) was geneem by die posisie van die bedieners wat naby die aandryfmotors en ratkaste werk. By die koolvergruiser was lesings geneem 2 m vanaf die vergruiser by die posisie wat die bediener inneem en het 'n waarde van 92 dB opgelewer. Die lesings by die hidrouliese pilare was geneem, soos in die geval van die voerbandaandrywer en vergruiser, terwyl die strookafbousnyer op 'n groot genoeg afstand was om nie die lesings by die pilare te beïnvloed nie (ligging van meetposisies

Tabel 9 STROOKAFBOU WERKERS N_{eq} VLAKKE, L_{Aeq} VLAKKE, SKOFLENGTE EN PERSENTASIE TYD GEWERK

WERKSKATEGORIE	N_{eq}	L_{Aeq}	SKOF LENGTE	% TYD GEWERK
Vergruiserope- rateur	97,2	96,6	9:08	70
Snyeroperateur	100,0	99,5	8:57	62
Snyeroperateur assistent	98,9	98,3	9:07	62
Mpasopi (span- leier)	93,1	92,6	9:03	62
Pantser-en- skilde bediener	93,1	92,6	9:03	62

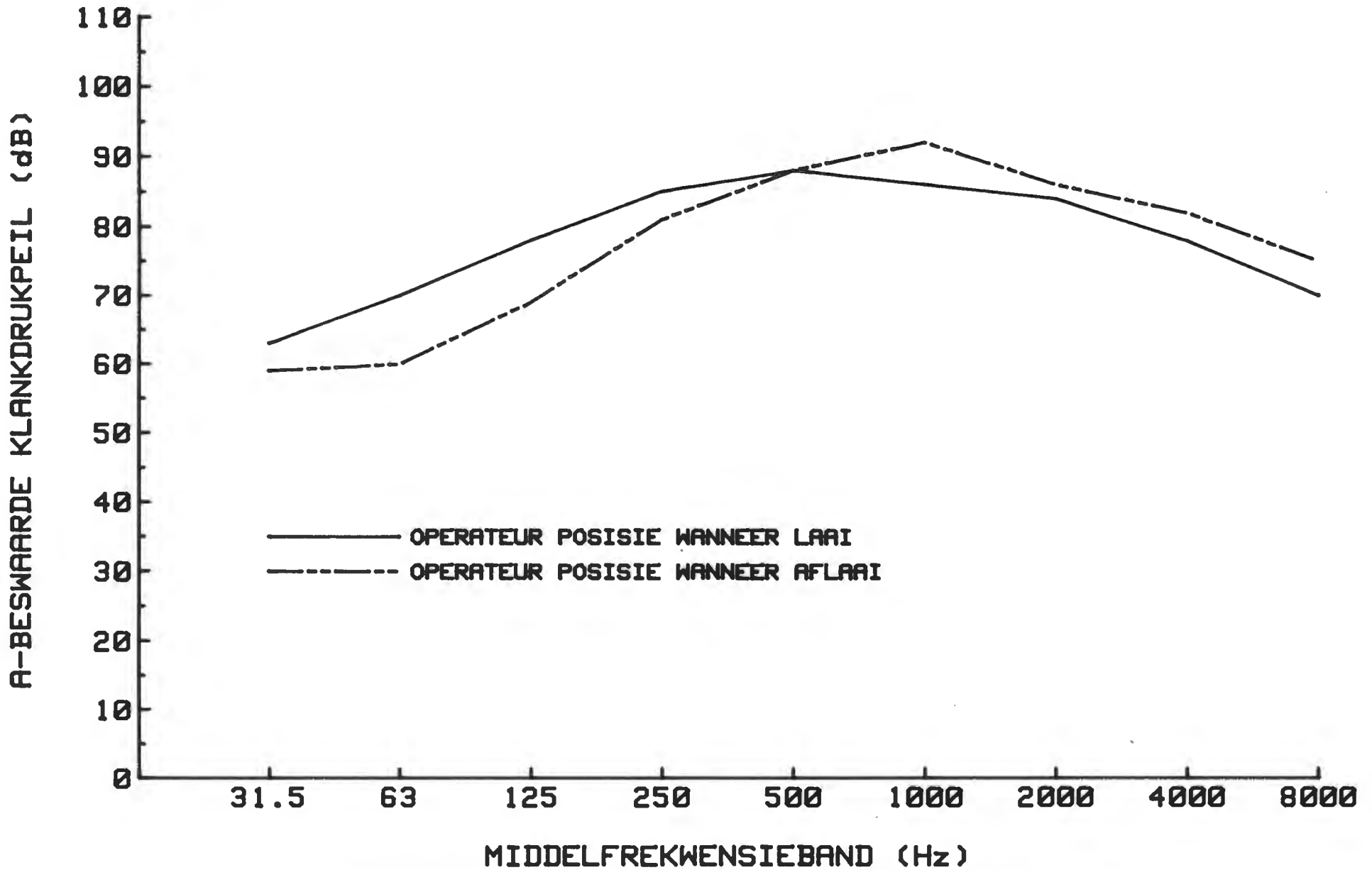
Tabel 9 bevat die resultate vir geraasblootstelling vir die strookafbouwerkers. N_{eq} vlakke wissel van 93,1 dB vir die spanleier en pantser-en-skilde bediener tot 100,0 dB vir die snyeroperator. Ander geraasblootstellingswaardes was 98,9 dB vir die snyeroperatorassistent en die vergruiseroperator was aan 97,2 dB blootgestel.

5.4 Koolvervoer en -Verwerking

Geraasvlakke en frekwensie-analise van geraas by die wisselkaroperator se werksposisie (Tabel 10 en Figuur 12) was gedoen terwyl die wisselkar kole opgelaa het by die koollaaier (konvensionele mynbou) of by die delwer. Metings was ook geneem terwyl die wisselkar besig was om kole af te laai by die vergruiser.

Tabel 10 WISSELKAR : FREKWENSIE-ANALISE EN A-BESWAARDE KLANKDRUKPEILLESING BY VERSKILLENDE PLEKKE (dB)

FREKWENSIE (Hz)	BY OPERATEUR WANNEER LAAI	WANNEER AFLAAI
31,5	63	59
63	70	60
125	78	69
250	85	81
500	88	88
1 K	86	92
2 K	84	86
4 K	78	82
8 K	70	75
dB	93	95



FIGUUR 12 WISSELKAR: FREKWENSIE-ANALISE BY WERKSPOSISIËS

'n Poging is aangewend om wisselkar geraasvlakke te meet terwyl die wisselkar in beweging was. Die poging is laat vaar omdat dit gevaarlik is om met die wisselkar rond te beweeg. Verder beweeg die wisselkar net oor kort afstande en daarom vir kort tydperiodes en dit was selde moontlik om meer as een lesing per rit te neem. Lesings het dus baie gewissel en 'n geloofwaardige frekwensie-analise kon nie opgestel word nie. N_{eq} lesings vir wisselkaroperateurs word in Tabel 5 (konvensionele mynbou) en Tabel 7 (delwer) gelys. Waardes van 91,6 en 91,4 dB is onderskeidelik gevind.

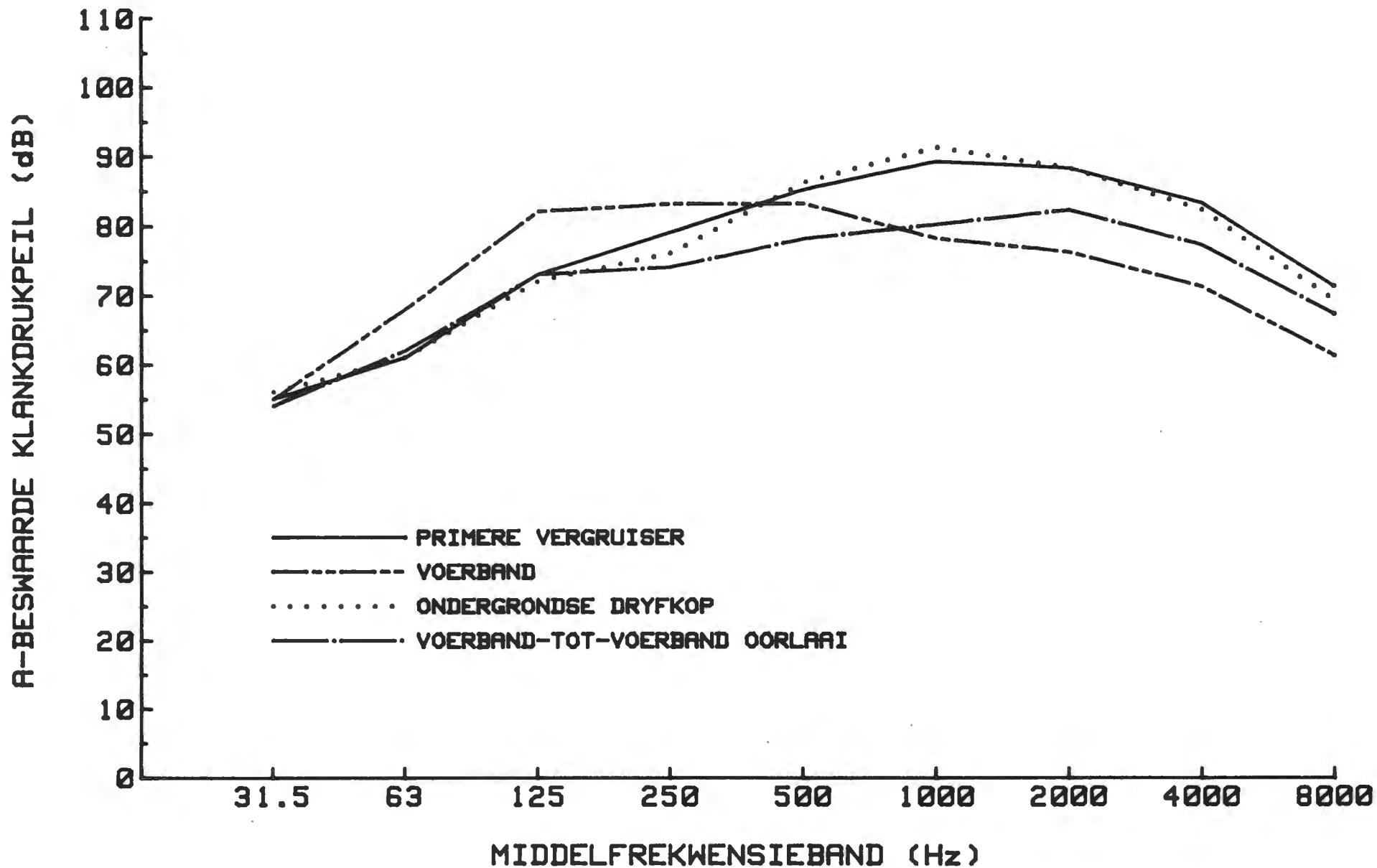
Tabelle 11 en 12 (Figure 13 en 14) bevat die resultate vir verskillende plekke by die koolvervoersisteen wat begin by die primêre koolvergruiser ondergrond (93 dB). Verder sluit die tabelle ook lesings in wat by die voerband (88 dB) geneem is (met ander aktiwiteite ver weg en met geen invloed op die lesings), en by 'n ondergrondse dryfkop (94 dB). Verder is lesings (Tabel 12) ook geneem by twee skag dryfkoppe met lesings van 107 en 101 dB asook boggrondse dryfkoppe met lesings van 97 en 93 dB. Baie min bedieners was aangetref by die vervoersisteen, maar lesings is nogtans geneem wat die posisies van moontlike verbygangers sou naboots.

Tabel 11

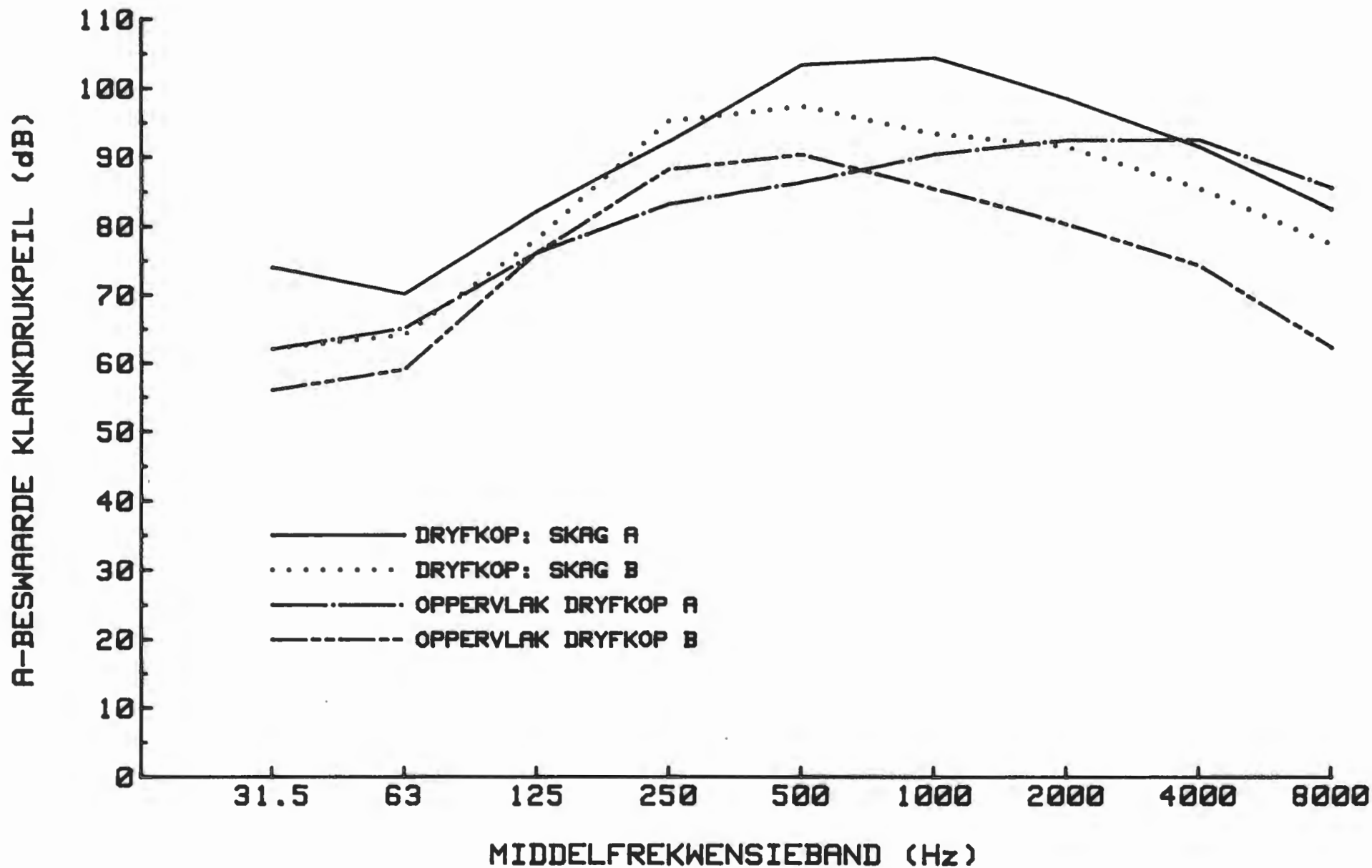
KOOLVERVOER : FREKWENSIE-ANALISE EN
A-BESWAARDE KLANKDRUKPEILLESINGS BY
PRIMÊRE VERGRUISER, VOERBAND, ONDER-
GRONDSE DRYFKOP EN ONDERGRONDSE VOER-
BAND TOT VOERBAND OORLAAI (dB)

FREKWENSIE (Hz)	PRIMÊRE VERGRUISER	VOERBAND
31,5	55	55
63	61	68
125	73	82
250	79	83
500	85	83
1 K	89	78
2 K	88	76
4 K	83	71
8 K	71	88
dB	93	88

FREKWENSIE (Hz)	ONDERGRONDSE DRYFKOP	VOERBAND-TOT- VOERBAND OORLAAI
31,5	56	54
63	61	62
125	72	73
250	76	74
500	86	78
1 K	91	80
2 K	88	82
4 K	82	77
8 K	69	67
dB	94	86



FIGUUR 13 KOOLVERVOER: FREKWENSIE-ANALISE BY VERSKILLENDE PLEKKE LANGS VOERBAND



FIGUUR 14 KOOLVERVOER: FREKWENSIE-ANALISE BY DRYFKOPPE

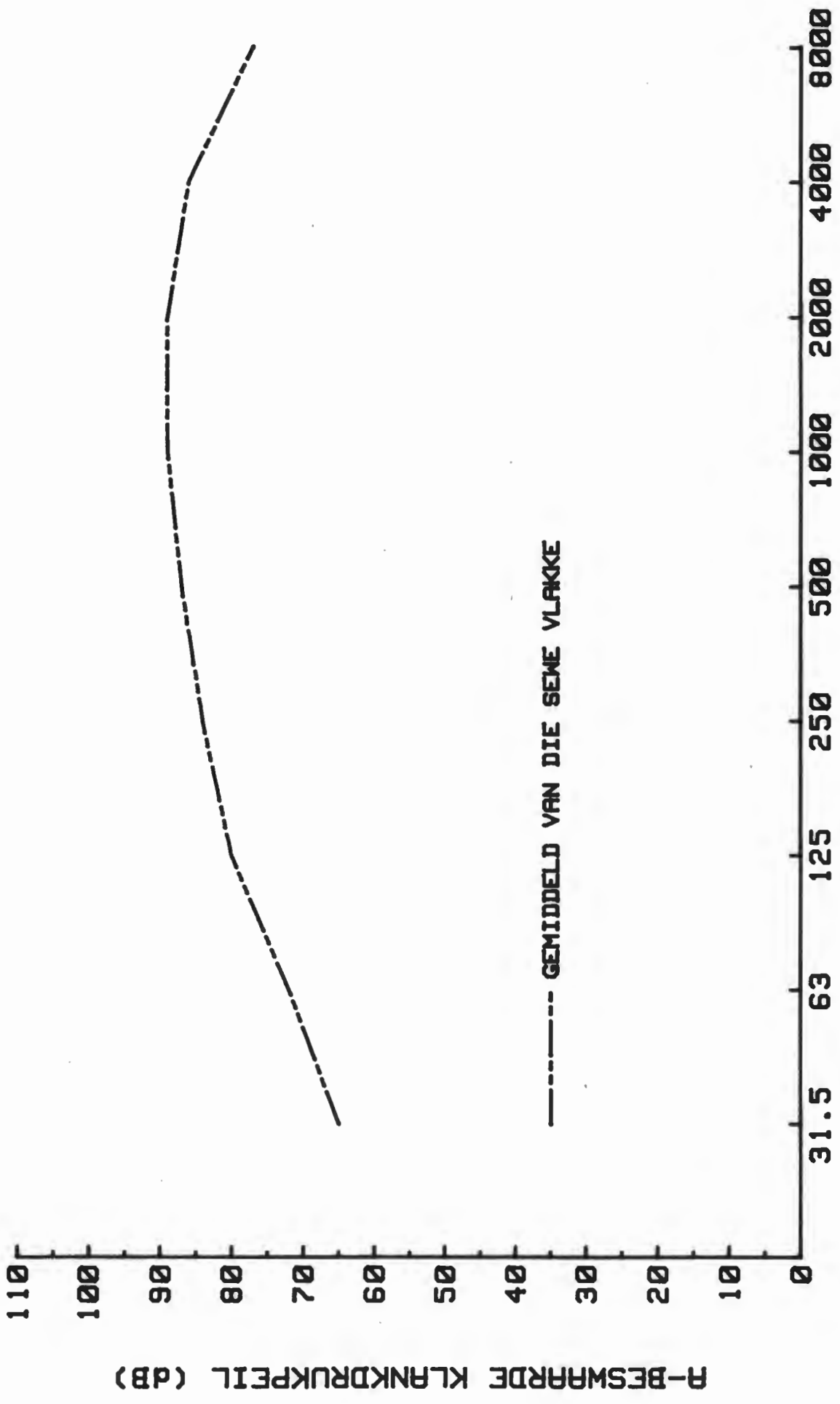
Tabel 12

KOOLVERVOER : FREKWENSIE-ANALISE EN
A-BESWAARDE KLANKDRUKPEILLESINGS BY
TWEE SKAGDRYFKOPPE EN TWEE OPPERVLAK-
DRYFKOPPE (dB)

FREKWENSIE (Hz)	DRYFKOP BY SKAG A	DRYFKOP BY SKAG B
31,5	74	62
63	70	64
125	82	78
250	92	95
500	103	97
1 K	104	93
2 K	98	91
4 K	91	85
8 K	82	77
dB	107	101

FREKWENSIE (Hz)	DRYFKOP A	DRYFKOP B
31,5	62	56
63	65	59
125	76	76
250	83	88
500	86	90
1 K	90	85
2 K	92	80
4 K	92	74
8 K	85	62
dB	97	93

Tabel 13 (frekwensie-analise : Figuur 15) gee 'n uiteensetting van geraasvlak lesings in die koolsifkamer ten opsigte van verskillende vlakke. Waardes wat wissel van 88 dB tot 98 dB is gevind.



FIGUUR 15 KOOLSIFKAMER: FREKWENSIE-ANALISE
MIDDELFREKWENSIEBAND (Hz)

Tabel 13

KOOLSIFKAMER : FREKWENSIE-ANALISE EN
A-BESWAARDE KLANKDRUKPEILLESINGS OP
VERSKILLENDE VLAKKE

FREKWENSIE (Hz)	KOOLSIFKAMER				VLAK		
	GROND VLOER	EERSTE VLOER	TWEDE VLOER	DERDE VLOER	VIERDE VLOER	VYFDE VLOER	SESDE VLOER
31,5	68	66	68	69	70	58	58
63	74	74	76	76	75	66	65
125	83	82	82	82	82	73	73
250	86	87	86	87	86	77	79
500	89	89	89	89	89	80	81
1 K	92	91	92	91	90	82	85
2 K	91	91	93	92	91	82	85
4 K	87	88	91	85	88	81	82
8 K	75	77	80	82	78	75	71
dB	97	97	98	97	96	88	90

Geraasvlakke vanaf die grondvloer opwaarts tot die vierde vlak was ongeveer dieselfde. Op die vyfde en sesde vloer was die geraasvlakke tot 10 dB laer (88 dB op die vyfde en 90 dB op die sesde vloer). Die koolsiwwebedieners was blootgestel aan 'n N_{eq} van 94,1 dB (Tabel 14).

Tabel 14

MATERIAAL EN KOOLVERVOER N_{eq} VLAKKE,
 L_{Aeq} VLAKKE EN SKOFLENGTE

WERKSKATEGORIE	N_{eq}	L_{Aeq}	SKOFLENGTE
Eimco LHD bestuurder	98,6	97,9	9:10
Eimco trekker bestuurder	96,6	96,1	9:07
M F trekker bestuurder	90,3	89,7	9:05
M F 4 x 4 trekker bestuurder	92,1	91,5	9:10
Noyes bestuurder	93,2	92,6	9:09
Dryfkopbediener (oppervlakte)	91,3	91,1	8:16
Koolsiwwebediener	94,1	93,8	8:31
Dryfkopbediener ondergronds	88,2	87,6	9:10

5.5 Materiaal en Werkvervoer

Tabel 15 (frekwensie-analise : Figure 16, 17 en 18) gee die lesings geneem in die posisies van die bestuurders van vyf ondergrondse dieseltrekkers. In sommige van die trekkers is die enjins beperk tot baie laer maksimum enjinomwentelinge, en daarom is lesings geneem by luierspoed asook werkspoed.

Lesings vir die trekkers teen werkspoed wissel tussen 100 en 107 dB.

Tabel 15 A **MATERIAAL VERVOER : FREKWENSIE-ANALISE**
EN A-BESWAARDE KLANKDRUKPEILLESINGS
BY VERSKILLENDE WERKSTEMPO'S (dB)

FREKWENSIE (Hz)	EIMCO LHD	
	LUIER	WERKspoED
31,5	50	60
63	59	68
125	70	80
250	77	84
500	80	90
1 K	83	94
2 K	79	95
4 K	77	95
8 K	63	83
dB	87	100

Tabel 15 B

EIMCO 651 TREKKER		
FREKWENSIE (Hz)	LUIER	WERKspoED
31,5	50	65
63	57	79
125	69	94
250	72	88
500	79	92
1 K	84	98
2 K	83	101
4 K	75	99
8 K	68	101
dB	88	107

Tabel 15 C

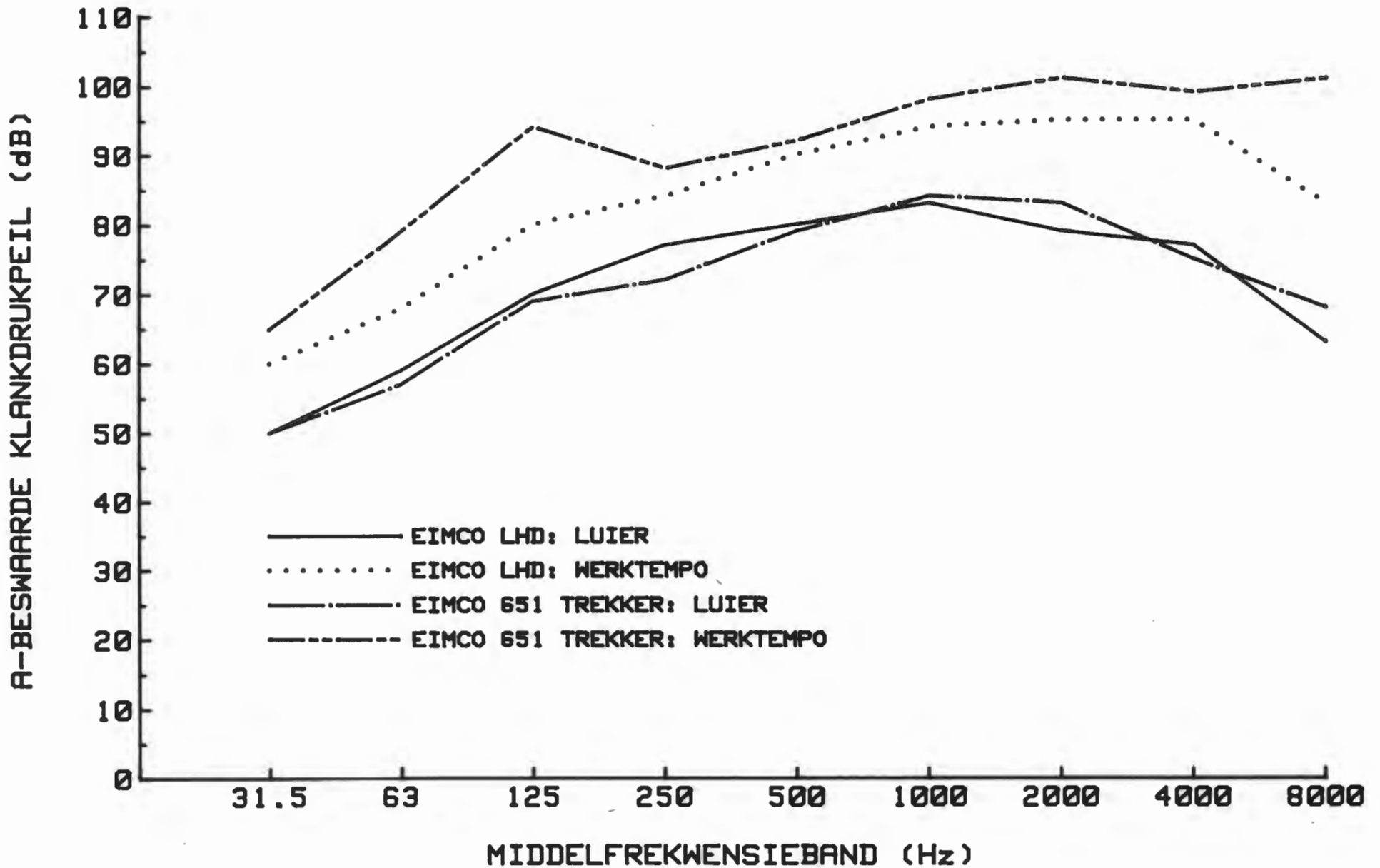
MASSEY FERGUSON 706 TREKKER		
FREKWENSIE (Hz)	LUIER	WERKspoED
31,5	43	60
63	53	80
125	57	82
250	64	83
500	72	90
1 K	75	93
2 K	75	94
4 K	71	93
8 K	63	83
dB	80	100

Tabel 15 D

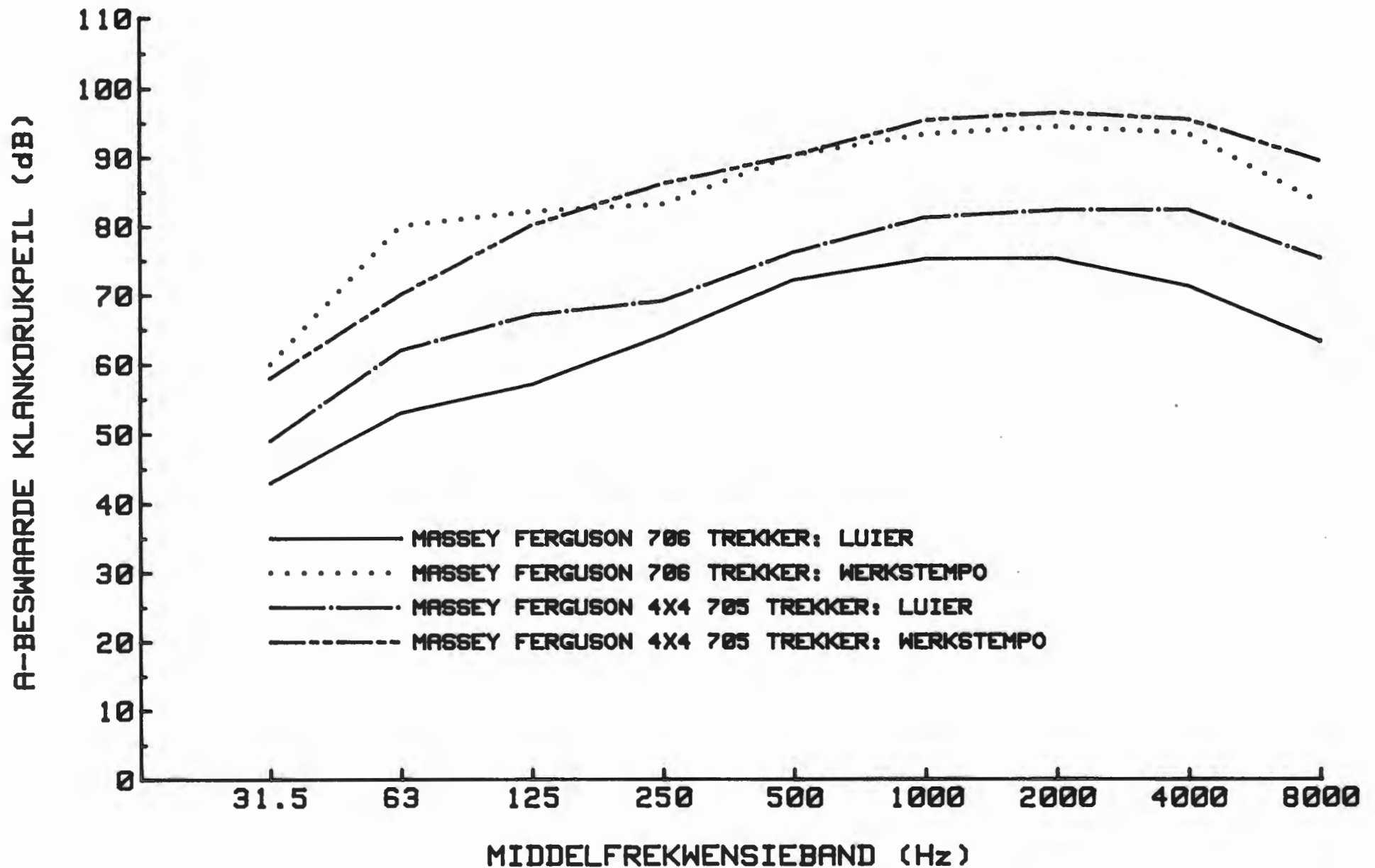
MASSEY FERGUSON 4 x 4 705 TREKKER		
FREKWENSIE (Hz)	LUIER	WERKspoED
31,5	49	58
63	62	70
125	67	80
250	69	86
500	76	90
1 K	81	95
2 K	82	96
4 K	82	95
8 K	75	89
dB	88	101

Tabel 15 E

NOYES 889		
FREKWENSIE (Hz)	LUIER	WERKspoED
31,5	64	63
63	79	72
125	70	88
250	73	90
500	79	93
1 K	85	99
2 k	82	97
4 K	77	95
8 K	68	88
dB	89	103



FIGUUR 16 MATERIAAL VERVOER: FREKWENSIE-ANALISE BY EIMCO TREKKER



FIGUUR 17 MATERIAAL VERVOER: FREKWENSIE-ANALISE BY MASSEY FERGUSON TREKKERS



FIGUUR 18 MATERIAAL VERVOER: FREKWENSIE-ANALISE BY NOYES 889 TREKKER

Geraasblootstellingsvlakke vir die trekkerbestuurders is in Tabel 14 gelys. Die N_{eq} vlakke het gewissel van 90,3 - 98,6 dB. Die Massey Ferguson trekkerbestuurder was aan die minste geraas blootgestel (90,3 dB), die vierwiel aangedrewe Massey Ferguson trekker se bestuurder was aan 92,1 dB blootgestel, die Noyes bestuurder (die Noyes is 'n swaar tipe trekker wat materiaal in 'n verwyderbare bak vervoer) was aan 'n N_{eq} van 93,2 dB en die Eimco trekker en LHD bestuurders aan 96,6 en 98,6 dB onderskeidelik. Ook hier was die skoflengte in alle gevalle langer as nege uur.

Tabel 16 A WERKERVERVOER : FREKWENSIE-ANALISE
EN A-BESWAARDE KLANKDRUKPEILLESINGS
BY VERSKILLENDE WERKSTEMPO'S (dB)

FREKWENSIE (Hz)	LAND CRUISER	
	LUIER	WERKspoed
31,5	55	66
63	64	88
125	66	79
250	66	82
500	71	95
1 K	80	96
2 K	80	98
4 K	75	93
8 K	68	85
dB	84	102

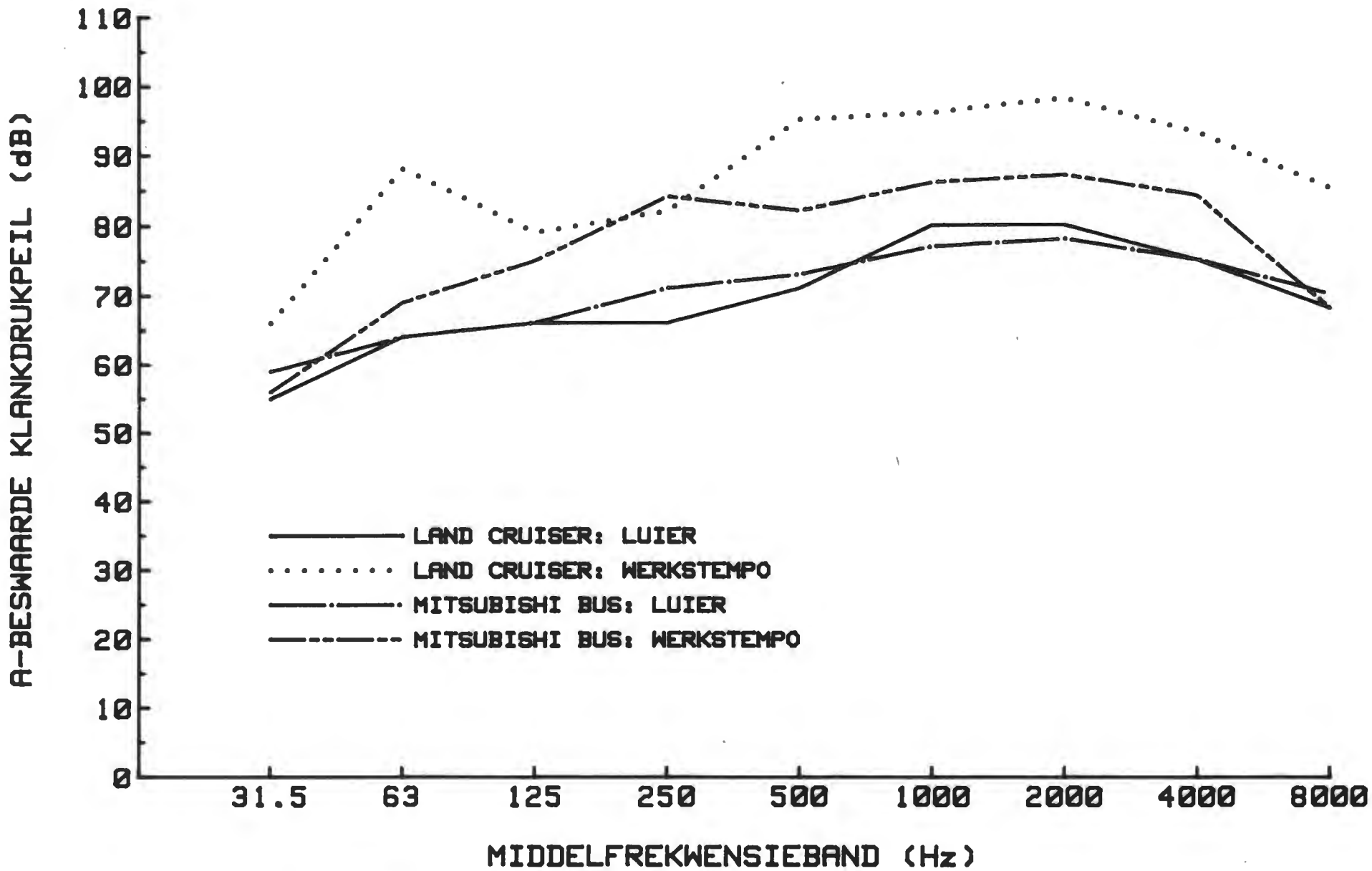
Tabel 16 B

FREKWENSIE (Hz)	MITSUBISHI BUS	
	LUIER	WERKSPOED
31,5	59	56
63	64	69
125	66	75
250	71	84
500	73	82
1 K	77	86
2 K	78	87
4 K	75	84
8 K	70	68
dB	84	92

Tabel 16 (Figuur 19) gee die geraasvlakke met frekwensie-analise in die bestuurderskajuit van die Toyota Landcruiser en Mitsubishi bus. Maksimum waardes van 102 dB en 92 dB onderskeidelik, is gevind. Geen geraasblootstellingsvlakmetings is gemaak op die bestuurders van die voertuie nie, omdat daar nie formele bestuurders vir die voertuie is nie, en werkers van ander werkskategorieë net die voertuie as vervoer gebruik. Dit sou dus baie moeilik wees om 'n akkurate lesing te verkry.

5.6 Ventilasie

Geraasvlakke en frekwensie-analise by die ventilasiewaaiers (Tabel 17 en Figuur 20) was geneem met die mikrofoon in 'n posisie 2 m vanaf die aandryfmotor,



FIGUUR 19 WERKERVERVOER: FREKWENSIE-ANALISE BY LAND CRUISER EN MITSUBISHI BUS

loodreg op die lengte van die waaier (die waaiers was toegerus met geraasdempers). Daar is op dié meetposisies besluit omdat dit die geraasvlakke waaraan 'n verbyganger blootgestel sou word, naboots.

Tabel 17 **FREKWENSIE-ANALISE EN A-BESWAARDE
KLANKDRUKPEILLESING VAN VENTILASIEWAAIER GERAAS**

FREKWENSIE (Hz)	WAAIER MET GERAAS DEMPER	2 m VANAF INLAAT
31,5	59	63
63	63	64
125	76	77
250	85	85
500	98	98
1 K	92	95
2 K	92	98
4 K	89	101
8 K	82	96
dB	99	105

5.7 Frekwensie-Analises

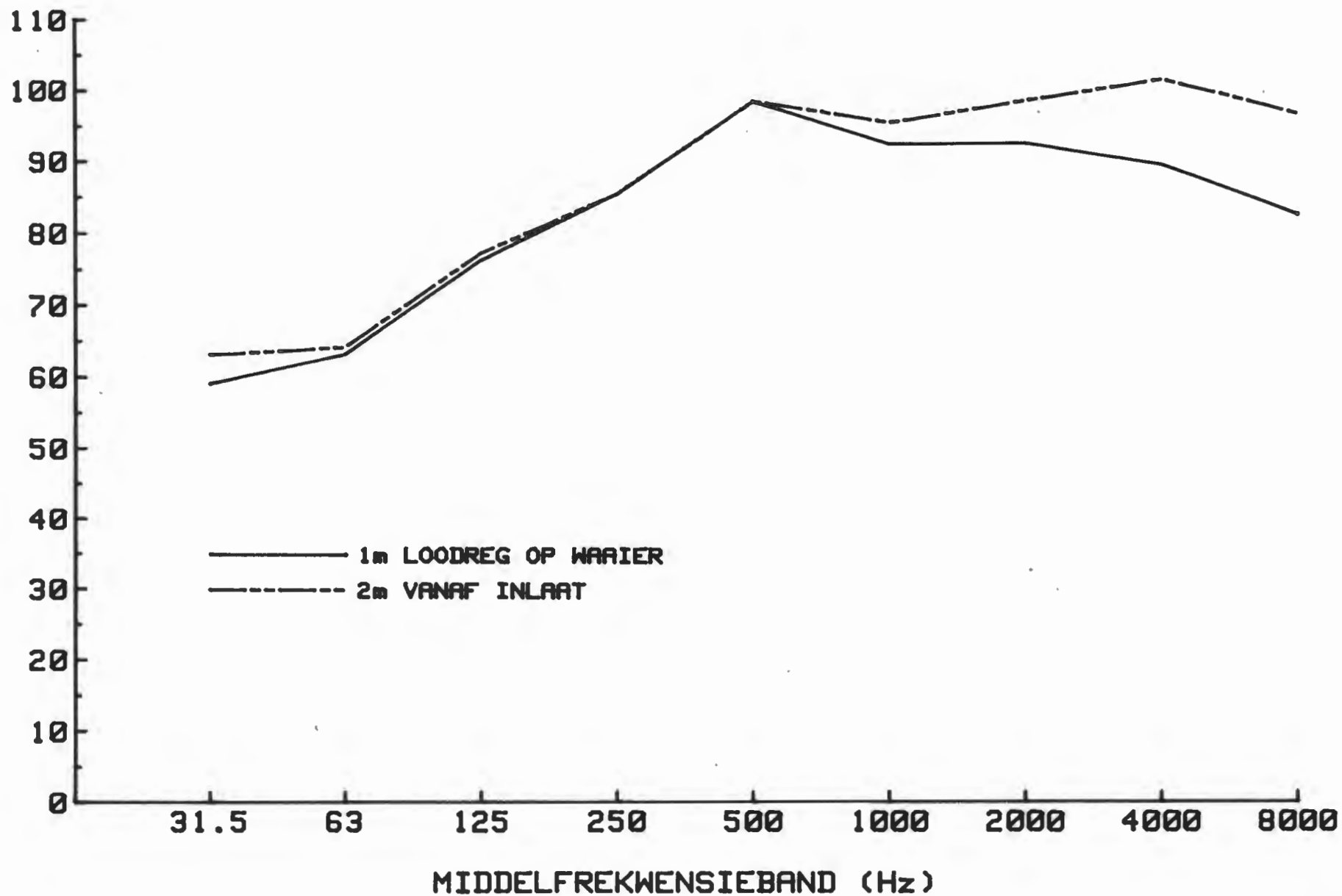
Figure 9 - 20 is grafiese voorstellings van frekwensie-analises wat gedoen was by die verskillende masjiene en werksposisies. Hierdie inligting kan vir twee moontlike gebruike aangewend word.

Die eerste hiervan is die ingenieursbeheer van geraas, en tweedens kan dit ook gebruik word om die minimum invoegverlies van gehoorbeskermers te bereken in elke

werksomgewing, deur gebruik te maak van die metode soos beskryf in Afdeling 2.3.2.

In die meeste gevalle bereik die klankpeillesings hoër waardes in die frekwensies vanaf 250 - 4 000 Hz. Meer aandag behoort dus aan hierdie frekwensies gegee te word ten opsigte van geraasbeheer en gehoorbeskermers, veral omdat die spraak naamlik 250 - 2 000 Hz (Grandjean, 1980), ook hier betrek word.

A-BESWARDE KLANKDRUKPEIL (dB)



FIGUUR 20 FREKWENSIE-ANALISE VAN VENTILASIEWAAIER GERAAS

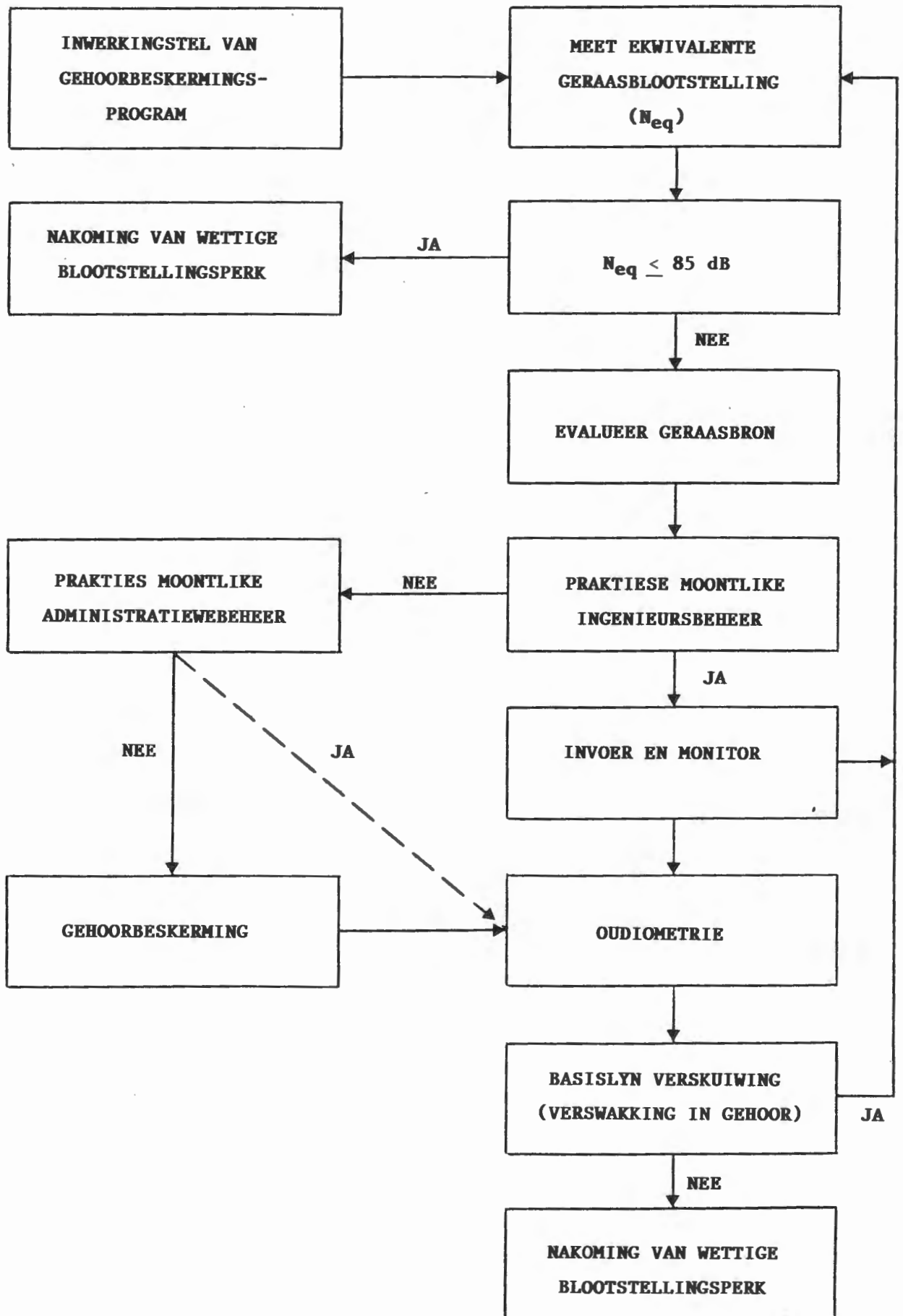
6 BESPREKING

Die doel van 'n gehoorbehoudprogram is tweeledig. Eerstens wil dit die werker beskerm teen geraas wat gehoor beskadig, en verder wil dit ook die voorkoms van ongegronde eise teen die werkgever uitskakel.

Volgens die resultate van hierdie opname van geraasblootstelling word minstens nege-en-twintig werkskategorieë blootgestel aan 'n N_{eq} van meer as 85 dB. Volgens SABS 083-1983 paragraaf 3.1 '---- mag die ekwivalente geraasblootstelling (N_{eq}) nie 85 dB oorskry nie. Indien hierdie grens oorskry word, moet gehoorbehoud maatreëls ---- getref word'. N_{eq} waardes het gewissel van 88 dB vir die dakbouteroperator (konvensionele mynbou) tot 100 dB vir die strookafbou-snyeroperator. Dit dui daarop (vlakke van geraas en hoeveelheid mense betrokke in ag geneem) dat 'n wydverspreide en ernstige geraasprobleem voorkom.

6.1 Roetes tot Nakoming vir 'n Gehoorbehoudprogram

Riglyne vir die roetes van nakoming van 'n gehoorbehoudprogram soos voorgestel deur die Kamer van Mynwese Navorsings Organisasie (Figuur 21) kan ook by die myn gevolg word, met gepaste aanpassings om vir unieke probleme by die myn voorsiening te maak (Research Advisory Committee, 1986). Kortliks behels die program die volgende:



Figuur 21 ROETES TOT NAKOMING VIR DIE GEHOORBEHOUDPROGRAM

- a) Die Meet van die Ekwivalente Geraasblootstelling (N_{eq}). Indien die N_{eq} waarde minder of gelyk aan 85 dB is, word wetlike vereistes (huidiglik nog geen vir mynbou industrie) nagekom. Indien die N_{eq} waardes groter as 85 dB is moet:
- b) die geraasbronne geïdentifiseer en geëvalueer word, en die geraasvlakke moet dan afgebring word tot binne wetlike perke, deur ingenieursbeheer toe te pas op die geraasbronne. Indien dit suksesvol gedoen kan word moet die ingenieurs beheer maatreëls toegepas word op die masjienerie betrokke. Die langtermyn sukses van die maatreëls moet gemonitor word deur op 'n gereelde grondslag geraasmeting te herhaal. Oudiometrie moet ook gedoen word om te verseker dat ingenieursbeheer wel suksesvol was. Indien 'n drempelverskuiwing wel plaasvind in die rigting van swakker gehoor moet die geraasmeting herhaal word en die situasie her-evalueer word. Indien ingenieursbeheer egter onsuksesvol is, moet:
- c) daar gekyk word na administratiewe beheer van geraas. Hierdeur kan geraasblootstelling beperk word tot 'n N_{eq} van 85 dB deur die **blootstellings-tyd** te beperk. Die sukses van administratiewe beheer moet ook soos in die geval van ingenieursbeheer gemonitor word met oudiometrie. Sou die gehoordrempel verskuif, moet die proses vanaf

Paragraaf a) herhaal word. Indien administratiewe beheer onsuksesvol of nie moontlik is nie, kan:

- d) daar na gehoorbeskerming gekeer word. Die sukses van gehoorbeskerming moet ook deur middel van oudiometrie gemonitor word.

Resultate in die verslag dui daarop dat die 85 dB geraasblootstelling perk oorskry word (Paragraaf a) hierbo dus uitgevoer). Daar moet dus na ingenieursbeheer van geraasbronne gekyk word. Ingenieurs voer aan dat dit baie moeilik is om masjienerie stiller te laat loop deur middel van ingenieursbeheer, maar dit is egter al bewys dat geraasbeheer suksesvol deur ingenieursmetodes toegepas kan word in die steenkoolmynbedryf (**Hutton**). 'n Voorbeeld hiervan is die werk gedoen deur Bartholomae en Parker (1983), 'n opsomming van resultate daarvan verskyn in Tabel 18. Vanaf die inligting kan ons sien dat alhoewel 'n vlak van 85 dB nie verkry kan word in alle gevalle nie, werk in dié verband tog met sukses gedoen is. Geraasvlakke kan met soveel as 10 dB afgebring word.

Volgens die verslag is gedetailleerde inligting ten opsigte van geraasbeheer vir mynbou-masjienerie beskikbaar. Onderdele om dié tegnologie toe te pas is in die handel beskikbaar (ook Suid Afrika : Eimco). Verder is daar ook inligting beskikbaar wat die koste

vir arbeid en onderdele wat beskikbaar is dek, en dit stel die myn in staat om 'n koste-effektiewe roete te kies. Individuele myne sal egter hul unieke probleme moet kan oplos.

Tabel 18 GERAASVLAKKE VAN MYNGEREEDSKAP SOOS
GERAPPORTEER DEUR BARTHOLOMAE EN PARKER
VOOR EN NA BEHANDELING VIR GERAAS

MASJIEN	GERAASVLAKKE (dB)	
	VOOR BEHANDELING	NA BEHANDELING
Koollaaier	95 - 100	93 - 95
Delwer	97 - 103	94 - 100
Strookafbousnyer	98 - 101	90 - 94
Kettingvoerband	97 - 100	90 - 95
Dakbouter	85 - 95	85 - 90
Load-haul-dumper	97 - 102	80 - 85
Vervoer vragmotors	90 - 100	80 - 85
Dieselbus	80 - 100	80 - 85
Ondergrondse waaier	90 - 110	90 - 95
Bogronde vergruiser	90 - 100	85 - 90
Sifkamers	90 - 100	85 - 95

Werk gedoen (Pettitt and Slone, 1986) op die strookafbousnyer het die volgende opgelewer. Vooreinde snyers kon 5 - 6 dB stiller gemaak word, en die kettingvoerband geraasvlakke was 9 - 11 dB stiller. In 'n sifkamer (Bobick and Madden, 1984) het die siwwe 'n afname van 5 8 dB getoon na behandeling.

Gehoorbekoud deur middel van ingenieursbeheer van geraasvlakke is 'n langtermyn benadering tot the pro-

bleem. Nie alleen is dit van toepassing op geraas-
demping van masjienerie wat huidiglik in gebruik is
nie, maar dit het ook toepassing op die ontwerp van
nuwe gereedskap. Nuwe gereedskap behoort so ontwerp
te word dat dit die minimum geraasvlakke uitstraal.
Die koste van die ontwerp van stil gereedskap sal
egter deur kopers/gebruikers geabsorbeer moet word.
Die hoër koste sal egter geregverdig kan word as die
koste van ongeschiktheids-eise en langtermyn koste
van gehoorbeskermers en oudiometrie in ag geneem word.

Mynbesture moet egter in ag neem dat al word 'n vlak
van 85 dB in alle masjiene bereik (suksesvolle inge-
nieursbeheer), sal die masjiene wat 85 dB mag oorskry
nog op 'n gereelde basis ondersoek moet word. Gereed-
skap slyt, en kan dan die vlak van 85 dB weer oorskry.
Nuwe gereedskap moet ook geëvalueer word voordat dit
aangekoop word, ten einde te verseker dat 'n geraas-
vlak van 85 dB nie oorskry word nie. Op dié manier
kan myne dus ook druk uitoefen op vervaardigers om
geraasbeheer op gereedskap toe te pas.

Administratiewe beheer kan toegepas word indien inge-
nieursbeheer faal, net gedeeltelik suksesvol is, of
as 'n tydelike maatreël totdat ingenieursbeheer toege-
pas kan word. Dit behels die beperking van geraas-
blootstelling tot 85 dB deur nie die geraasvlak te
beperk nie, maar wel deur die blootstellingstyd so
te reël dat die geraasblootstelling tot 85 dB beperk

word. Die werker kan dan in 'n omgewing werk waar die geraasvlak hoër as 85 dB is sonder dat die geraasblootstelling (N_{eq}) meer as 85 dB is. In Tabel 19 word tye hieroor aangebied.

Tabel 19 TYD PER DAG WAT WERKERS AAN VERSKILLENDE GERAASVLAKKE BLOOTGESTEL KAN WORD EN 'n N_{eq} VAN 85 dB HANDHAAF

<u>TYD</u>	<u>A-BESWAARDEKLANKDRUKVLAK</u>
8 h	85
4 h	88
2 h	91
1 h	94
½ h	97
15 min	100
7½ min	103

In praktyk sal dit beteken dat die verskillende werkskategorieë op hierdie steenkoolmyn aan tye per dag soos voorgestel in Tabel 20 blootgestel kan word sonder om 'n N_{eq} van 85 dB te oorskry. Data in Tabel 19 en 20 is bereken deur gebruik te maak van die volgende vergelyking:

$$L_{Aeq} = 10 \log \left(\frac{T_1}{T_0} \text{ antilog } \frac{P_0}{10} \right) \dots\dots\dots 10$$

met T_0 = 8 uur

T_1 = tyd blootgestel

P_0 = A-beswaardeklankdrukvlak.

Uit Tabel 20 kan gesien word dat administratiewe beheer dikwels nie realisties sal wees nie. Indien ingenieursbeheer nie moontlik was nie, en administratiewe beheer ook faal moet gehoorbeskermers gebruik word.

Die ondergrondse omgewing op 'n steenkoolmyn bied egter unieke probleme sover dit dra van gehoorbeskermers aangaan. Stof, vuilgoed en perspirasie lei tot probleme wat onder andere insluit ongemak as gevolg van die dra van gehoorbeskermers. Werkers wat pilaar-herwinning doen voel ook baie sterk daaroor dat hulle nie bereid is om gehoorbeskermers te dra nie. Die werkers maak staat op waarskuwingskranke of - seine vanaf die dak ('rooftalk'). Deur na die verskillende kranke te luister, probeer hulle bepaal wanneer die dak gaan inval. 'n Mens sou in elk geval wou argumenteer dat werkers hulself nie op sulke onseker tekens behoort te verlaat vir veiligheid nie.

In 'n oorsig artikel spreek Wilkens en Martin die mening uit dat beskikbare eksperimentele inligting daarop dui dat effektiewe gebruik van gehoorbeskermers in hoë geraasvlakomgewings gewoonlik nie waarneming en herkenning van, of die vlak van aandag vir waarskuwingstekens beïnvloed nie. Uitsonderings is geïdentifiseer (Atherley and Noble, 1970), veral as die attenuasie van die beskermers lei tot 'n sterk lae-frekwensie element in 'n klank wat alreeds sterk lae-frek-

Tabel 20

TYE WAT VERSKILLENDE WERKSKATEGORIEË
BLOOTGESTEL KAN WORD EN 'n 85 dB N_{eq}
HANDHAAF

WERKSKATEGORIE	HUIDIGE N_{eq}	TYD VIR 85 dB N_{eq} (ure : min)
Laaieroperateur	94	1:00
Dakbouteroperateur (konvensioneel)	88	4:00
Wisselkaroperateur	92	1:35
Elektriesebooroperateur	89	3:11
Koolsnyeroperateur	93	1:16
Koolsnyerhelper	89	3:11
Mpasopi (konvensioneel)	93	1:16
Vergruiserbediener	95	0:48
Wisselkaroperateur	91	2:00
Mpasopi (delwer)	94	1:00
Delweroperateur	94	1:00
Delwerhelper	93	1:16
Dakbouteroperateur (delwer)	93	1:16
Dakbouterhelper (delwer)	90	2:31
Myner (delwer)	92	1:35
Vergruiseroperateur (strookafbou)	97	0:30
Snyeroperateur	100	0:15
Snyeroperateurassistent	99	0:19
Mpasopi (strookafbou)	93	1:16
Pantser-en-skilde bediener	93	1:16
Eimco LHD bestuurder	99	0:19
Eimco trekkerbestuurder	97	0:30
M F trekkerbestuurder	90	2:31
M F 4 x 4 trekker bestuurder	92	1:35
Noyes bestuurder	93	1:16
Dryfkoopbediener (oppervlak)	91	2:00
Koolsiwwe bediener	94	1:00
Dryfkoopbediener (ondergronds)	88	4:00

wensie komponente bevat, tweedens as die beskermers gedra word in 'n lae geraasvlak omgewing, derdens as die beskermers onderbroke gedra word, en laastens as die gehoorbeskermers gedra word deur werkers wat alreeds 'n geraas geïnduseerde gehoorverlies het.

Baie belangrike inligting kan verkry word van die intensiteit, frekwensie, rigting en die afstand vanaf 'n klankbron. Dié inligting kan van belang wees vir die herkenning en die aandagvlak nodig om die klank waar te neem. In reaksie kan 'n persoon in die rigting van die klankbron kyk om visuele inligting te kry (of wegdraai van die bron). Inkorting in lokalisering of diepte-waarneming wanneer gehoorbeskerming gedra word kan dus 'n veiligheidsgevaar inhou. Volgens Wilkens en Martin dui eksperimentele bevindings daarop dat gehoorbeskermers verwarring veroorsaak tussen voorwaartse- en terugrigtings en tot 'n mindere mate tussen links en regs.

Groter inkorting is gerapporteer vir toetspersone wat oormowwe gedra het, in vergelyking met die wat oorproppe gedra het. Dit is onduidelik tot watter mate lokalisering beïnvloed gaan word deur gehoorbeskerming, maar inkorting kan natuurlik lei tot verhoogde veiligheidsrisiko. Afstand vanaf die klankbron is ook baie belangrik en dra van gehoorbeskermers kan inmeng met die intensiteit, frekwensie spektrum en die reverberasie karakteristieke van die klank, en dan so diepte-waarneming.

Regte gebruik van gehoorbeskermers sal egter nie noodwendig die waarneming van 'n waarskuwingsteken beïnvloed nie. Gehoorbeskermers wat in die ondergrondse omgewing in 'n koolmyn gebruik kan word sal ondersoek moet word om aan te pas by die stowwerige toestande, die frekwensie van waarskuwingstekens, die agtergrond geraasvlakke en frekwensies van die geraas, asook die sein-tot-geraas-verhouding van die waarskuwingsein, en die attenuasie karakteristieke van die gehoorbeskermer.

Prout et al. (1973) (Buro van Myne, VSA) meen dat hulle daarin geslaag het om myners te leer om waarskuwingseine waar te neem terwyl gehoorbeskermers gedra word. Eksperimente is egter in 'n laboratorium uitgevoer en faktore soos lokalisasie is nie ondersoek nie. Die studie dui egter daarop dat myners tog 'geleer' kan word en dat die oplossing in dié rigting lê.

Selfs al word gehoorbeskermers korrek gedra, kan gehoorbeskermers nie altyd die geraasvlakke atteneer tot 'n veilige vlak nie. Beperkende faktore sluit in baie hoë geraasvlakke wat nie deur die beskermer verlaag kan word tot 85 dB nie, en dan ook beengeleiding. Die belangrikste beperkende faktore vir gehoorbeskermers is nog steeds weerstand teen die dra van gehoorbeskermers (onderbroke gebruik, of gebruik slegs wanneer iemand met gesag in die omgewing is) of verkeerde gebruik (oorproppe verkeerd ingesit, of oormowwe, wat nie die oor bedek). Die sukses van gehoorbesker-

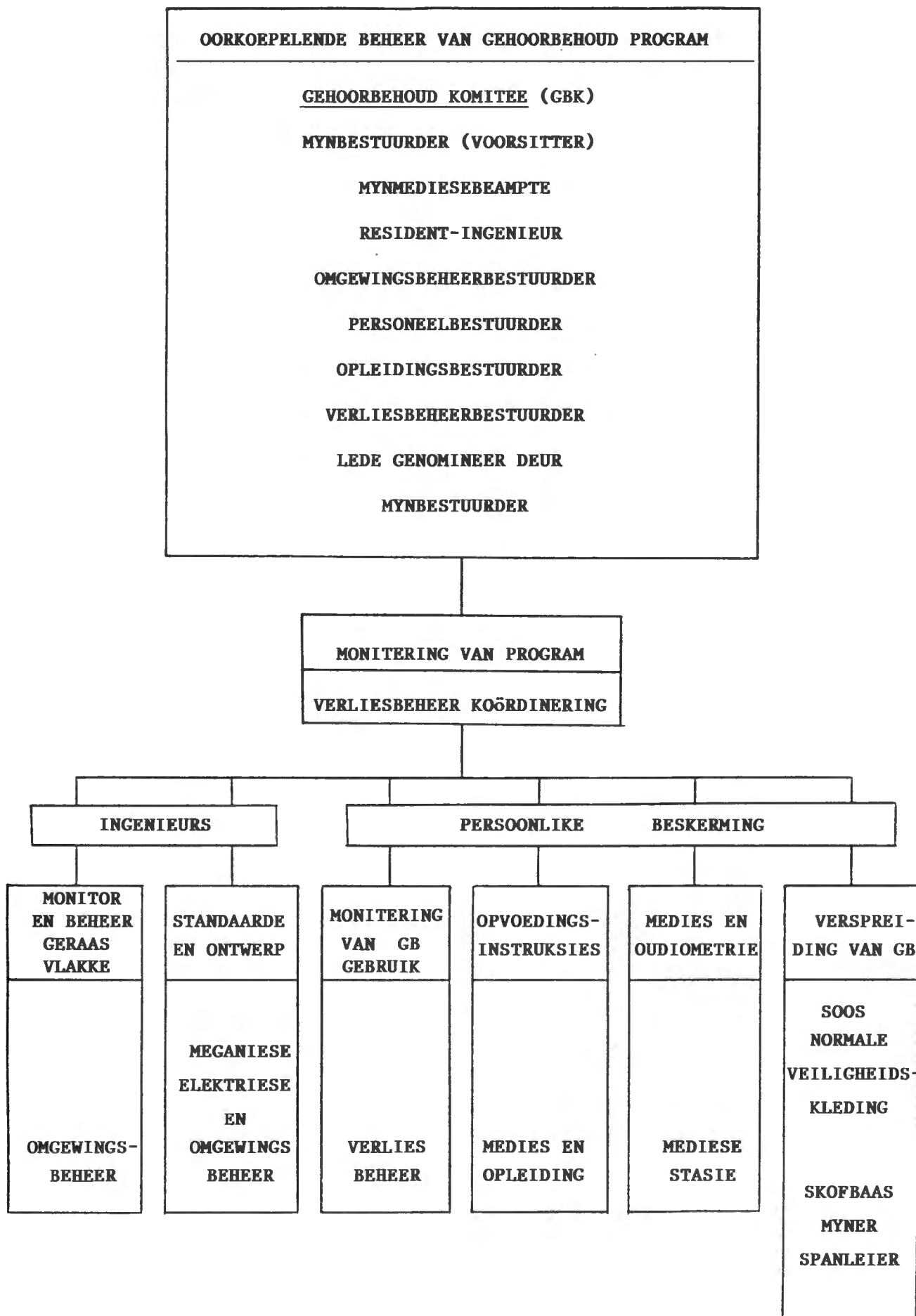
mers moet dus gemonitor word en dit kan gedoen word deur oudiometriese toetsing. Beweging van die basislyn beteken oneffektiewe gehoorbeskerming. Dit kan dan beteken dat gehoorbeskermers verkeerd aangewend word, waarna òf omgesien sal moet word, òf die gehoorbeskermers is nie effektief genoeg nie.

Hierdie of enige andere soortgelyke myn sal egter die roete tot nakoming sinvol moet kan koördineer en die verskillende take aan toepaslike departemente op die myn moet toeken.

6.2 Organisasie van 'n Gehoorbehoudprogram

Die Kamer van Mynwese stel drie vlakke van beheer voor in die organisasie van 'n gehoorbehoudprogram naamlik oorkoepelende beheer, monitering en uitvoering. Hierdie organisasie word in Figuur 22 saamgevat. Hoe die finale beheermeganisme op 'n myn lyk sal wissel van myn tot myn. Enige myn moet in ag neem dat behoeftes verander, dat die organisasie aangepas kan word, en dat die organisasie dikwels geëvalueer moet word.

Geen gehoorbehoud program (GBP) bestaan huidiglik op hierdie myn nie. Oudiometriese toetsing vind glad nie plaas nie en beperkte geraasmetings word gedoen. Met die totstandkoming van 'n gehoorbehoudprogram kan die volgende roete gevolg word:



Figuur 22

ORGANISASIERAAMWERK VIR 'n GEHOORBEHOUDPROGRAM

a) **Sameroep van 'n Gehoorbehoud Komitee (GBK).** Oor-koepelende beheer van GBP behoort te geskied deur 'n GBK. Die mynbestuurder sal optree as voorsitter van die bestuur. Die voorsitter van die GBK sal die myn se standarde daarstel met inagneming van wetgewing, gebruikskodes, en aanbevelings. Die GBK behoort gereeld (minstens halfjaarliks) te vergader om vordering in oënskou te neem en nuwe verwikkelinge in ag te neem. Vordering behoort onder die volgende hoofde hersien te word:

- i) Geraasbronne
- ii) Gehoorbeskermers (GB)
- iii) Opvoeding en opleiding
- iv) Oudiometrie
- v) Mediese evaluering.

b) **Gehoorbehoud Program Opvolging.** Die funksie kan deur die Verliesbeheer (VB) departement hanteer word. Die VB sal verantwoordelik wees vir die dag tot dag hantering van die GBP en die toepassing van nuwe maatreëls. Die departement is ook verantwoordelik vir die versameling en verwerking van inligting en die verskaffing van inligting aan die GBK. Die doel hier is dus om:

- i) Geraasbronne te ondersoek
- ii) Om geraasvlakke in verband te bring met blootstelling
- iii) Om blootstelling in verband te bring met gehoorvlakke.

c) **Die Uitvoer van die GBP.** Die faktore betrokke by die uitvoer van n GBP word kortliks hieronder saamgevat. Daar moet inaggeneem word dat dit hier gaan oor die volg van roetes tot nakoming soos vroeër bespreek. Elke departement betrokke behoort n afgevaardigde te hê by die GBK en dit sal die persoon se verantwoordelikheid wees om die betrokke departement ten opsigte van die GBP te koördineer, en sal ook met die Verliesbeheerbestuurder skakel.

- i) **Geraasvlak metings.** Die identifisering van geraasbronne, die evaluering van nuwe gereedskap en ander faktore wat geraas mag beïnvloed moet in ag geneem word.
- ii) **Onderhouding van geraasstandaarde en ontwerp spesifikasies.** Die belangrikste hier is om toe te sien dat standaarde gehandhaaf word asook dat nuwe gereedskap voldoen aan vereistes, en verder behels dit die ondersoeking en invoer van geraasbeheer.
- iii) **Monitering na die dra van GB.** Dra van die gehoorbeskermers moet gereeld gemonitor word en inligting hieroor aan die GBK verskaf word.
- iv) **Opvoeding, opleiding en GB uitreiking.** Die funksie van opvoeding en opleiding sal die beste deur die opleidingsdepartement hanteer word. Die eerste uitreiking van GB

behoort ook hier plaas te vind. Opvoeding en opleiding speel 'n belangrike rol in die langtermyn sukses van die dra van GB. Weerstand moet oorkom word, en die belangrikheid van die dra van GB moet oorgedra word.

- v) **Oudiometrie.** Die funksie kan deur die mediese beampste of opleidingsdepartement hanteer word. Indien dit deur opleiding hanteer word, moet daar goeie skakeling tussen opleiding en die mediese departement wees.
- vi) **Verspreiding van GB.** Die werkgewer is verplig om gehoorbeskermers beskikbaar te stel waar die dra daarvan vereis word. GB behoort met die normale veiligheidsuitrusting uitgereik te word. 'n GB-reeks behoort beskikbaar te wees ten einde te verseker dat die behoefte van verskillende werkers en situasies bevredig kan word. Opleiding in die gebruik van verskillende GB is belangrik. Ondergronds moet GB deur die skofbaas uitgewerk word. Die myner sal toesien dat voorraad beskikbaar is en dat die spanleier bykomende GB saamdra vir onmiddellike uitreiking, sodat werkers altyd GB beskikbaar het.

Dit moet op hierdie stadium in ag geneem word dat slegs **riglyne** tot dusver bespreek was. Baie meer faktore is betrokke by gehoorbehoud, en dit val

binne die bestek van die spesifieke toestande by elke myn, en detail kan deur personeel betrokke by elke myn uitgewerk word.

7 GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS

7.1 Gevolgtrekkings

- a) Skadelike geraasvlakke wat wissel van 80 dB (dakbouter) tot 105 dB (ventilasiewaaier) was gemeet.
- b) 'n Groot getal werkkategorieë word aan geraasblootstellingsvlakke blootgestel wat 85 dB oorskry.
- c) Met in agneming van a) en b) behoort hierdie en soortgelyke steenkoolmyne 'n gehoorbehoudprogram in te stel.
- d) Die unieke situasie wat op 'n steenkoolmyn aangetref word sal die vorm wat gehoorbehoudprogramme aanneem bepaal.
- e) Die roete van gehoorbeskerming behoort die volgende in te sluit:
 - i) Gereelde evaluering van geraasbronne
 - ii) Ingenieursbeheer
 - iii) Administratiewe beheer
 - iv) Gehoorbeskermers
 - v) Evaluering van die gehoorbehoudprogram wat oudiometrie sal insluit.

7.2 Aanbevelings

Dit word aanbeveel dat 'n gehoorbehoudprogram so gou doenlik op hierdie en soortgelyke steenkoolmyne aangepak word. Die gehoorbehoudprogram behoort so georganiseer te word dat dit sal voldoen aan die vereistes gestel deur die steenkoolmynbou. Riglyne soos bespreek in 6.1 en 6.2 kan gevolg word.

VERWYSINGS

- Alberti, P.W. 1987.** Hearing Conservation - Past, Present and Future? Sound and Vibration.
- Alberti, P.W. 1980.** Personal Hearing Protection in Industry. Raven Press, New York.
- Aljoe, W.W., Bobick, J.G., Redmond, G.W. and Bartholomae, R.C. 1980.** The Bureau of Mines Noise Control Research Program - A 10-Year Review. Info. Circ. 9004, Bureau of Mines US.
- Aljoe, W.W. and Pettitt, M.R. 1984.** Coal Cutting Noise Control. Proceedings: Bureau of Mines Technology Transfer Seminars, July 24, US Dept. of the Interior.
- Atherley, G.R.C. and Johnston, N. 1981.** Audiometry - The Ultimate Test of Success? Ann. Occup. Hyg., Vol. 27.
- Atherley, G.R.C. and Noble, W.G. 1970.** Effect of Ear-Defenders on the Localization of Sound. Brit. J. Industr. Med., 27.
- Anticaglia, J.R. and Cohen, A. 1969.** Extra-Auditory Effects of Noise as a Health Hazard. Bureau of Occupational Safety and Health, Cincinnati, Ohio.
- X **Barker, A.H. and Gill, W.F. 1972.** Noise. Inspectors of Mines and Quarries, Dept. of Trade and Industry.
- Bartholomae, R.C. and Parker, R.P. 1983.** Mining Machinery Noise Control Guidelines. The Bureau of Mines, Washington DC.
- Bartholomae, R.C. and Redmond, G.W. 1986.** Noise-Induced Hearing Loss - A Review. Ann. Am. Conf. Gov. Ind. Hyg., Vol. 14.
- Bartsch, R., Brückner, C. and Dieroff, H.G. 1986.** Influence of Different Kinds of Noise on the Ear and Some Physiological and Psychological Parameters. Int. Arch. Occup. Environ. Health, 58: 217-226.
- Bennet, S.C. 1985.** Noise Characteristics of Underground Transport Systems. Mining Technology.
- Bobick, T.G. and Madden, R. 1984.** Current Status of Load-Haul-Dump Machine Noise Control. Proceedings: Bureau of Mines Technology Transfer Seminars, US Dept of the Interior.

Brief, R.S. and Confer, R.G. 1975. Interpreting Noise Dosimeter Results Based on Different Noise Standards. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., Vol. 36, No. 9.

Brown, J.E., Thompson, R.N. and Folk, E.D. Certain Non-Auditory Physiological Responses to Noise. US Dept. of Labor.

Burns, W. 1970. The Relation of Temporary to Permanent Threshold Shift in Individuals. Charing Cross Hospital Medical School.

Casali, J.G., Lam, S.T. and Epps, B.W. 1987. Rating and Ranking Methods for Hearing Protector Wearability. Sound and Vibration.

Crocker, J. and Clements, J. 1979. Noise in the Mining Industry. Mining Technology.

Durkt, G. and Marraccini, L.C. 1986. Hearing Protector Effectiveness in Mines : A Retrospective Study. Ann. Am. Conf. Ind. Hyg., Vol. 14.

Giardino, D.A. and Marraccini, L.C. 1975. Noise in the Mining Industry - An Overview. Pittsburgh Health Technology Centre, Pittsburgh, PA.

Grandjean, E. 1980. Fitting the Task to the Man : An Ergonomic Approach. Taylor & Francis Ltd, London.

Hetu, R. and Parrot, J. A Field Evaluation of Noise-Induced Temporary Threshold Shift. Centre d'Etudes, Bioclimatiques, CNRS, Strasbourg, France.

Hutton, P.H. Industrial Noise Control is Practical. General Electrical Co, Washington.

Industrial Noise Manual. 1975. Third Edition. Am. Indus. Hyg. Assoc.

Ising, H. 1980. Health Effects of Traffic Noise. Int. Arch. Occup. Environ. Health.

ISO 7029. Acoustics - Threshold of Hearing by Air-Conduction as a Function of Age, and Sex for Otologically Normal Persons.

Johnston, T.B., Davies, D.V. and Davies, F. 1958. Gray's Anatomy : Descriptive and Applied. Thirty-Second Edition, Longmans, Green & Co. Ltd.

Jones, C.O. and Howie, R.M. 1982. Investigations of Personal Noise Dosimeter for Use in Coalmines. Ann. Occup. Hyg., Vol. 25, No. 3.

Kryter, K.D. 1984. Physiological, Psychological and Social Effects of Noise. NASA Reference Publication 1115.

Kryter, K.D. 1970. The Effects of Noise on Man. Academic Press, New York.

Lempert, B.L. and Edwards, R.G. 1983. Field Investigations of Noise Reduction Afforded by Insert-Type Hearing Protectors. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., (44).

Lolito, F. 1976. Methods of Measuring and Rating Hearing Protector Performance. Mine Safety Appliances Co, Pittsburgh, PA.

Maas, R.B. 1973. Occupational Noise Exposure and Hearing Conservation. Occupational Medicine Yearbook, Medical Publishers, Inc. Chicago.

McMahon, K.J. and McManus, P.E. 1988. Occupational Noise Exposure in the Printing Industry. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., (49).

Mellard, T.J., Doyle, T.J. and Miller, M.H. 1978. Employee Education - The Key to Effective Hearing Conservation. Sound and Vibration.

Melnick, W. 1987. Noise Standards for the Work Place. Noise Control Engineering J.

Merluzzi, T.V. 1981. Cognitive Assessment. Guilford Press, New York.

Meyerhoff, W.L. 1984. Diagnoses and Management of Hearing Loss. W.B. Saunders Co., Philadelphia.

Michael, P.L. and Bienvenue, G.R. 1980. Hearing Protector Performance - An Update, Am. Ind. Hyg. Assoc. J., (41).

Molvaer, O.I. and Gjestland, T. 1981. Hearing Damage Risk to Divers Operating Noisy Tools Underwater. Scan. J. Work Environ. Health, 7.

Nixon, J.C. and Glorig, A. 1962. Noise-Induced Temporary Threshold Shift vs Hearing Level in Four Industrial Samples. J. Aud. Res., 2: 125-138.

Olishifski, P.E. and Harford, E.R. 1975. Industrial Noise and Hearing Conservation. National Safety Council, Chicago.

Pettitt, M.R. and Slone, R.M. 1986. Noise Study of Longwall Mining Systems. Bureau of Mines, Washington DC.

Powell, W.H. 1957. The Assessment of Noise at Collieries. Transactions of the Institution of Mining Engineers.

Prout, J., Michael, P.L. and Saperstein, L.W. 1973. A Study of Roof Warning Signals and the Use of Personal Hearing Protection in Underground Coal Mines. NTIS, US Dept. of Commerce.

Research Advisory Committee Special Sub-Committee on Hearing Conservation. 1986. Draft Guide to : The Implementation and Control of a Hearing Conservation Programme in the South African Mining Industry.

Robinson, D.W. 1987. Noise Exposure and Hearing. A New Look at the Experimental Data. Health Safety Executive, Contract Research Report No. 1/87, Southampton.

Robinson, D.W. (Editor). 1971. Occupational Hearing Loss. Academic Press, London.

Royster, J.D. 1985. Audiometric Evaluations for Industrial Hearing Conservation. Sound and Vibration.

Royster, L.H. 1980. An Evaluation of the Effectiveness of Two Different Insert Types of Ear Protection in Preventing TTS in an Industrial Environment. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., (4).

Royster, L.H. and Royster, J.D. 1985. An Overview of Effective Hearing Conservation Programs. Sound and Vibration.

Ruch, T.C. and Patton, H.D. 1965. Physiology and Biophysics. Nineteenth Edition, W.B. Saunders Co., Philadelphia and London.

SABS 083-1983. Die Meet en Beoordeling van Arbeidsgeraas vir Gehoorbehouddeleindes. Die Raad van die Suid Afrikaanse Buro vir Standaarde, Pretoria.

SABS 0154-1983. Nagaan van Luggeleidingskalibrering van Suiwertoonoudiometers. Die Raad van die Suid Afrikaanse Buro vir Standaarde, Pretoria.

SABS 0182-1982. Daarstel van 'n Akoestiese Omgewing Toepaslik vir Oudiometriese Toetsing. Die Raad van die Suid Afrikaanse Buro vir Standaarde, Pretoria.

SABS 1451 Deel 1 - 1988. Gehoorbeskermers. Deel 1 - Oorkappe. Die Raad van die Suid Afrikaanse Buro vir Standaarde, Pretoria.

SABS 1451 Deel 2 - 1988. Gehoorbeskermers. Deel 2 - Oorproppe. Die Raad van die Suid Afrikaanse Buro vir Standaarde, Pretoria.

Sataloff, J., Sataloff, R.T., Menduke, H., Yerg, R. and Gore, R.P. 1984. Hearing Loss and Intermittent Noise Exposure. J. Occ. Med., Vol. 26, No. 9.

Sataloff, J. and Sataloff, R.T. 1981. An Effective Hearing Conservation Program. Mech. Eng.

Schmidek, M.E., Margolis, B. and Henderson, T.L. 1975. Effects of the Level of Noise Interruptions on Temporary Threshold Shift. Am. Ind. Hyg. Assoc. J.

Schmidek, M.E., Layne, M.A., Lempert, B.L. and Fleming, R.M. 1976. The NIOSHA Survey of Hearing Conservation Programs. Sound and Vibration.

Schneider, E.J., Peterson, J.E., Hoyle, H.R., Ode, E.H. and Holder, B.B. 1961. Correlation of Industrial Noise Exposures with Audiometric Findings. Am. Ind. Hyg. Assoc.

Schneider, E.J., Mutchler, J.E., Hoyle, H.R., Ode, E.H. and Holder, B.B. The Progression of Hearing Loss from Industrial Noise Exposure. Pow Chemical Co., Midland, Michigan.

Spindler, D.E., Olson, R.D. and Fishbeck, W.A. 1979. An Effective Hearing Conservation Program. Am. Ind. Hyg. Ass. J.

Stapleton, L. and Royster, L.H. 1985. The Education Phase of the Hearing Conservation Program. Sound and Vibration.

Still, H. 1970. In Quest of Quiet. Stackpole Books, Harrisburg, PA.

Taylor, R. 1970. Noise. Pelican Books.

Time Magazine. 1988. A Fire Hose Down the Ear Canal. Amsterdam, (26 September).

Van Dijk, F.J.H., Ettema, J.H., Zielhuis, R.L., Verbeek, J.H.A.M., De Vries, F.P. and Souman, A.M. 1986/87. Non-Auditory Effects of Noise in Industry (bestaan uit sewe artikels).

- I. Introduction and Study Objectives. Int. Arch. Occup. Environ. Health, 58: 321-323.
- II. A Review of the Literature. Int. Arch. Occup. Environ. Health, 58: 325-332.
- III. Secondary Analysis of a National Survey. Int. Arch. Occup. Environ. Health, 58: 333-335.
- IV. A Field Study on Industrial Noise and Blood Pressure. Int. Arch. Occup. Environ. Health, 59: 51-54.
- V. A Field Study in a Shipyard. Int. Arch. Occup. Environ. Health, 59: 55-62.

- VI. A Final Field Study in Industry. Int. Arch. Occup. Environ. Health, 59: 133-145.
- VII. Evaluation, Conclusions and Recommendations. Int. Arch. Occup. Environ. Health, 59: 147-152.
- Villeneuve, E.O. and Caza, M. 1986.** Noranda's Experience with a Hearing Conservation Program. Part 1 : Quebec Mining Operations, Ann. Am. Conf. Gov. Ind. Hyg., Vol. 14.
- Ward, W.D. 1960.** Recovery from High Values of Temporary Threshold Shift. J. Acoustical Soc. Am.
- Ward, W.D., Glorig, A. and Sklar, D.L. 1959(a).** Relation between Recovery from Temporary Threshold Shift and Duration of Exposure. J. Acoustical Soc. Am.
- Ward, W.D., Glorig, A. and Sklar, D.L. 1959(b).** Temporary Threshold Shift Produced by Intermittent Exposure to Noise. J. Acoustical Soc. Am.
- Wilkins, P. and Martin, A.M. 1987.** Hearing Protection and Warning Sounds in Industry : A Review. Applied Acoustics, 21.
- Woolsey, C.N. and Walzi, E.M. 1942.** John Hopkins Hospital Bulletin, 71.
- Zwicker, E. 1987.** Meaningful Noise Measurement and Effective Noise Reduction. Noise Control Eng. J.