

**BLOOTSTELLING AAN STOF, GERAAS EN
WATERSTOFFLUORIEDGAS IN 'N KUNSMISFABRIEK EN DIE
GESONDHEIDSGEVARE VERBONDE DAARAAN**

Adri Spies, B.Sc Honns.

Skripsie voorgelê ter gedeeltelike nakoming van die vereistes vir die graad
Magister Scientiae in die Departement Fisiologie aan die Potchefstroomse
Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys.

Leier: Mnr. P.J. Laubscher

Potchefstroom
1999

VOORWOORD

Graag wil ek die volgende persone bedank vir die bydrae wat elkeen gelewer het tydens die voltooiing van my studies:

- Eertens wil ek mnr. Laubscher, my studieleier, bedank vir sy leiding en kundige raadgewing.
- Baie dankie aan die bestuur en werkers by die kunsmisfabriek vir hul hulp en samewerking. Dan wil ek net mnr. W. Botha uitsonder vir sy hulp en tyd tydens die opnames.
- Die personeel by die Departement Fisiologie vir hul belangstelling en hulp.
- Die personeel by die Ferdinand Postma Biblioteek van die PU vir CHO vir die hulp tydens die literatuurinsameling.
- Dr. Nelson en Mev. Brand vir die vertaling en die taalversorging.
- Ek wil in besonder my ouers en vriende bedank vir hul ondersteuning, motivering en liefde.
- In besonder wil ek mnr. P.J. Spies bedank vir sy ondersteuning, aanmoediging, geduld en liefde.

INHOUDSOPGAWE

| | |
|--|------------|
| VOORWOORD..... | ii |
| OPSOMMING..... | x |
| ABSTRACT..... | xii |
| HOOFSTUK 1..... | 1 |
| INLEIDING..... | 1 |
| DOEL VAN DIE STUDIE..... | 5 |
| HOOFSTUK 2..... | 6 |
| LITERATUUROORSIG..... | 6 |
| 2.1 GERAAS..... | 6 |
| 2.1.1 Fisiese eienskappe van klank..... | 6 |
| 2.1.1.1 Definisies van die fisiese grondbeginsels van klank..... | 8 |
| 2.1.2 Klankintensiteit..... | 8 |
| 2.1.3 Gelykehardheidskontoere..... | 10 |
| 2.1.4 Die struktuur en funksie van die oor..... | 11 |
| 2.1.4.1 Fisiologiese dele van die oor..... | 11 |
| 2.1.5 Invloede van geraas op die werker..... | 13 |
| 2.1.5.1 Kommunikasie en geraas..... | 13 |
| 2.1.5.2 Geraas en produktiwiteit..... | 15 |

| | |
|---|----|
| 2.1.5.3 Geraas en gesondheid..... | 16 |
| 2.1.6 Kategorieë van gehoorverlies..... | 17 |
| 2.1.6.1 Geleidingsdoofheid..... | 17 |
| 2.1.6.2 Senuweedoofheid..... | 18 |
| 2.1.6.3 Gemengde gehoorverlies..... | 19 |
| 2.1.7 Die ouditories effekte van geraas..... | 20 |
| 2.1.7.1 Tydelike drempelverskuiwing..... | 20 |
| 2.1.7.2 Permanente drempelverskuiwing..... | 21 |
| 2.1.7.3 Beroepsdoofheid..... | 24 |
| 2.1.7.4 Geraasgeïnduseerde gehoorverlies..... | 24 |
| 2.2 SUPERFOSFAATSTOF..... | 26 |
| 2.2.1 Fisiese en chemiese eienskappe..... | 27 |
| 2.2.1.1 Samestelling..... | 27 |
| 2.2.1.2 Fisiese data..... | 27 |
| 2.2.1.3 Plof- en vlambaarheid..... | 27 |
| 2.2.1.4 Oplosbaarheid in water..... | 28 |
| 2.2.1.5 Reaktiwiteitsdata..... | 28 |
| 2.2.2 Beroepsblootstellingsdrempel..... | 28 |
| 2.2.3 Gesondheidsgehare..... | 29 |
| 2.3 WATERSTOFFLUORIEDGAS..... | 32 |
| 2.3.1 Fisiese en chemiese eienskappe..... | 32 |
| 2.3.2 Nywerheidsgebruike van HF..... | 32 |
| 2.3.3 Werkplekberoepsblootstellingsdrempel..... | 33 |
| 2.3.4 Gesondheidsgehare..... | 33 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.4.1 Akute effekte..... | 34 |
| 2.3.4.2 Chroniese effekte..... | 34 |
| 2.3.4.3 Reproductiwiteit en ontwikkelingseffekte..... | 35 |
| 2.3.4.4 Respiratoriese effekte en HF-gas..... | 35 |
| 2.3.4.5 Kanker..... | 37 |
| 2.3.4.6 Oogeffekte..... | 38 |
| 2.3.4.7 Sistemiese effekte..... | 38 |
| 2.3.5 Bepaling van blootstelling..... | 38 |
| 2.3.5.1 Lugmonitering..... | 38 |
| 2.3.5.2 Fluoriedkonsentrasie in die urine..... | 39 |
| 2.3.5.3 Fluoriedkonsentrasie in die serum..... | 39 |
| 2.3.5.4 Fluoriedkonsentrasie in hare..... | 40 |
| 2.3.5.5 Mediese toetse vir HF..... | 40 |
| HOOFSTUK 3 | 41 |
| METODE..... | 41 |
| 3.1 GERAASMETINGS..... | 41 |
| 3.2 SUPERFOSFAATSTOFMONITERING..... | 42 |
| 3.3 WATERSTOFFLUORIEDGASMONITERING..... | 44 |
| 3.4 BESKRYWING VAN MEETAREAS..... | 47 |
| 3.4.1 Geraasmeetarea..... | 47 |
| 3.4.2 Superfosfaatstofmeetarea..... | 47 |
| 3.4.3 waterstoffluoriedgasmeetarea..... | 48 |

| | |
|---|---------------|
| HOOFSTUK 4..... | 49 |
| RESULTATE EN BESPREKING..... | 49 |
| 4.1 GERAAS..... | 50 |
| 4.2 SUPERFOSFAATSTOF..... | 63 |
| 4.2.1 Korrel 1-aanleg..... | 63 |
| 4.2.2 Korrel 2-aanleg..... | 65 |
| 4.2.3 Meulkamer..... | 66 |
| 4.2.4 Statiese monsters..... | 67 |
| 4.3 WATERSTOFFLUORIEDGAS..... | 70 |
| 4.3.1 Drägerbuis HF-gasbepaling..... | 70 |
| 4.3.2 Gewaste silikagelbuis HF- monitering..... | 72 |
| 4.4 MEDIESE PROFIEL VAN DIE WERKERS..... | 75 |
| HOOFSTUK 5..... | 79 |
| AANBEVELINGS..... | 79 |
| 5.1 GERAASBEHEER EN GEHOORBEHOUD..... | 79 |
| 5.2 SUPERFOSFAATSTOF..... | 86 |
| 5.3 WATERSTOFFLUORIEDGAS..... | 89 |
| BRONNELYS..... | 93 |
| AANHANGSEL 1 | |
| AANHANGSEL 2 | |

LYS VAN FIGURE:

| | |
|--|----|
| 1. Figuur 2.1: Skematiese voorstelling van die ontstaan van klankgolwe as gevolg van 'n vibrerende bron in die lug (Marais 1989:11 p. 199)..... | 7 |
| 2. Figuur 2.2: Relatiewe respons van die drie klankpeilmeterbeswaringsnetwerke (Marais, 1989:11 p. 210)..... | 9 |
| 3. Figuur 2.3: Gelykehardheidskontoure van suiwer tone (Marais, 1989:11 p.223)..... | 10 |
| 4. Figuur 4.1: Vloerplan van die ketelhuis | 50 |
| 5. Figuur 4.2: Vloerplan van die kompressorhuis..... | 51 |
| 6. Figuur 4.3: Vloerplan van die meulkamer..... | 52 |
| 7. Figuur 4.4: Vloerplan van die seëlmasjienarea..... | 53 |
| 8. Figuur 4.5: Vloerplan van die korreldrom..... | 54 |
| 9. Figuur 4.6: Vloerplan van die skroptoring..... | 55 |
| 10. Figuur 4.7: Vloerplan van die sifarea (bo)..... | 56 |
| 11. Figuur 4.8: Die vloerplan van die sifarea (onder)..... | 57 |
| 12. Figuur 4.9: Die vloerplan van die skaalarea..... | 58 |
| 13. Figuur 4.10: Die superfosfaatstofblootstelling van werkers in die Korrel 1-aanleg. | 63 |
| 14. Figuur 4.11: Die superfosfaatstofblootstelling van die werkers in Korrel 2-aanleg. | 65 |
| 15. Figuur 4.12: Die superfosfaatstofkonsentrasie van al die werkers in die meulkamer..... | 66 |
| 16. Figuur 4.13: Die werkers se blootstellingskonsentrasie (mg/m^3) aan | |

| | |
|--|----|
| superfosfaatstofkonsentrasie in Korrel 1- en Korrel 2-aanlegte en die meulkamerarea. | 67 |
| 17.Figuur 4.14: Die werkers se blootstellings aan waterstoffluoriedgas konsensentrasie van die Broadfields-aanleg op verskillende periodes van die dag met behulp van die Dräger-sisteem bepaal ... | 71 |
| 18.Figuur 4.15: Die werkers se blootstellings aan die waterstoffluoriedgas van die Broadfields-aanleg met behulp van gewaste silikagelbuisies bepaal..... | 73 |
| 19.Figuur 4.16: Die persentasievoorkoms van verskillende siektes by werkers in Korrel 1-, Korrel 2-, meulkamer- en Broadfields-aanlegte. | 75 |

LYS VAN TABELLE:

1. **Tabel 2.1:** Die aard van spraakontvangs onder raserige toestande..... 14
2. **Tabel 4.1:** Die gemiddelde klankpeile van die verskillende areas wat gemoniteer is..... 62
3. **Tabel 4.2:** Die superfosfaatstof analyses, wat gedoen is deur die SABS..... 69
4. **Tabel A1.1:** Die stofblootstellingswaardes wat gekry is in die Korrel 1-aanleg en die BBd- waarde
5. **Tabel A1.2:** Die stofblootstellingwaardes wat gekry is in die Korrel 2-aanleg en die BBd-waarde
6. **Tabel A1.3:** Die stof blootstellingwaardes wat gekry is in die Meulkamer en die BBd-waar
7. **Tabel A1.4:** Die gemiddelde gemoniteerde HF-gaskonsentrasies wat gekry is in Broadfields-aanleg en die aanbevole BBd-waarde
8. **Tabel A2.1:** HF-gaskonsentrasieblootstelling soos gemeet by die verskillende areas in die Broadfields- aanleg

OPSOMMING

Drie omgewingstressors naamlik geraas, superfosfaatstof en waterstoffluoriedgas is tydens die studie gemoniteer. Die doel van die studie was om die blootstellings aan superfosfaatstof en waterstoffluoriedgas te kwantifiseer en die moontlikheid van korrelasie tussen die persoonlike blootstellingskonsentrasies en die voorkoms van gesondheidseffekte te ondersoek. Tweedens is daar in geselekteerde areas geraasvlakke bepaal. Al die opnames is gedoen in 'n kunsmisfabriek tydens maksimale produksie.

In nege werkareas is geraasmoniterings gedoen om geraassones te identifiseer. Hierdie werkplekke was die area by die korreldrom, skroptoring, siwwe-areas, skaalarea, vloeroppervlakte van die meulkamer, ketelhuis, kompressorhuis en die seëlmasjienarea. Die superfosfaatstof-blootstellingskonsentrasiebepalings is in die Korrel 1-, Korrel 2-aanlegte en Meulkamer van die kunsmisfabriek gedoen. Laastens is waterstoffluoriedgas blootstellingskonsentrasies in die Broadfields-aanleg bepaal.

Al nege areas is as geraassones geïdentifiseer. Al die geraassones is volgens die metode in die SABS-kode 083 bepaal. Die ekwivalente geraasvlak is vir elke area bepaal. Die stofblootstellingskonsentrasie is volgens die NIOSH metode 0500 vir irriterende totale stof, bepaal. Al die werkers aan skof is gemoniteer, sowel as verskeie statiese monsters. HF-gasblootstellingskonsentrasies is eerstens gemoniteer met behulp van Drägerbuis, om vas te stel watter areas of werkers blootgestel is. Daarna is die areas vir HF-gas met behulp van gewaste silikajelbuis gemoniteer. Die buise is deur twee onafhanklike laboratoriums volgens die NIOSH-metode 7903 ontleed.

In die mediese verslae van die werkers, was daar 'n hoë voorkoms van brongitis, keulseer en fibrositis, wat moontlik deur die superfosfaatstof en onsuiverhede in

die stof veroorsaak kan word. Die HF-gaskonsentrasie blootstelling van al die werkers en areas in die Broadfields-aanleg het die korttermyn beroepsblootstellingdrempel tydens die studie oorskry. Uit die mediese data van werkers in hierdie area het daar veral irritasie in die neus, keel, laer brongi en longe voorgekom, sowel as faringitis en sinusitis.

ABSTRACT

In this study three environmental stressors were monitored, namely noise, superphosphate dust and hydrogen fluoride gas. The purpose of the study was to quantify the exposure to superphosphate dust and hydrogen fluoride gas and to investigate the possibility of a correlation between individual concentrations of exposure and the incidence of disease symptoms. Secondly, noise levels were determined in selected areas. All measurements were taken in a fertilizer factory during maximal production.

Noise monitoring was done in nine working areas in order to identify noise zones. These areas were those at the granulation drum, scrubbing tower, screening areas, scale area, floor surface of the milling section, boilerhouse, compressor room and the area for the sealing machine. The determination of the concentration of exposure to superphosphate dust was done in the Granulation 1 and Granulation 2 plants and in the milling section of the fertilizer factory. During the determination of the concentration of exposure to hydrogen fluoride gas measurements were taken in the Broadfields plant.

All nine areas were identified as noise zones. All the noise zones were determined according to the method stipulated in the SABS code 083. An average noise level was established for each area. The dust concentration was established by means of NOISH method 0050 for nuisance dust. All workers on duty were monitored, and several static samples were taken as well. The concentration of exposure to HF gas was first monitored by means of a Dräger tube in order to determine which areas or workers were exposed. Thereafter the areas for HF gas were monitored by means of washed silica gel tubes. Two independent laboratories analyzed the tubes according to the NIOHS method 7903. In the medical data of the workers there were a high incidence of bronchitis, sore throat and fibrositis and this may be caused by the superphosphate dust. The HF gas concentration exceeded the shortterm

occupational exposure limit (STEL OEL-RL) in all the areas and in all the labourers. From the medical data of labourers in this area, complaints such as irritation of the nose, throat, lower bronchi and lungs occurred very often, as well as pharyngitis and sinusitis.

HOOFSTUK 1

INLEIDING

Nywerheidsontwikkeling het onmiskenbare littekens op die natuur en die mens nagelaat. Die snel groeiende tegnologie en die behoeftes van die moderne mens veroorsaak dat meer en meer nywerhede opgerig word. Dit het die potensiaal om groter en meer ingrypende skade drasties te verhoog. Die skade het reeds sulke afmetings aangeneem, dat die voortbestaan van die aarde bedreig word, byvoorbeeld globale verhitting, die gat in die osoonlaag en suurreën.

Benewens die makro-invloede van nywerheidsbesoedeling, word die werker in die mikro-omgewing ook nadelig beïnvloed. Werkers in nywerhede word aan verskeie omgewingstressors blootgestel, wat ingedeel word in chemiese, biologiese, ergonomiese, psigiese en fisiese stressors.

In hierdie studie is daar gekyk na verskeie omgewingstressors, naamlik:

- 1) geraas
- 2) waterstoffluoriedgas
- 3) superfosfaatkunsmisstof.

Al die opnames is in 'n kunsmisfabriek gedoen, tydens maksimale produksie.

Geraas is een van die mees algemene gevare in die nywerheid vandag, maar dit hou nie 'n onmiddellike lewensgevaar in nie. Werkers word meer aan geraas as aan enige ander omgewingstressor blootgestel. Ongeveer

negemiljoen Amerikaanse werkers word elke dag aan geraas blootgestel (Cooper Megerson, 1993).

Geraas is eers gedefineer as: “ ’n klank sonder aanvaarbare musikale kwaliteit” (Cohen & Dukes-Dobos; 1985, Glorig, 1985). Hierdie definisie is egter onaanvaarbaar. Die redes hiervoor is dat dit moeilik is om aanvaarbare musikale kwaliteit te definieer, omdat aanvaarbare musikale kwaliteit soms ongewens is. Die huidige aanvaarbare definisie is dat geraas ’n ongewenste klank is. Geraas word hoofsaaklik geproduseer as gevolg van produksie, rekreasie, vermaak en vervoer (Alta Bates Medical Center, 1995).

In 1830 is die effek van geraas op die mens die eerste keer waargeneem toe Fosbrooke bevind dat gehoorverlies by grofsmede in Engeland, voorkom en dat dit verband hou met die mate van blootstelling aan geraas. Dertig jaar later het Weber vir die eerste keer verslag gedoen oor ketelmakers en spoorwegwerkers wat gehoorverlies opgedoen het. Barr het in 1886 en 1890 ’n volledige verslag gepubliseer oor die beskadiging van die gehoor as gevolg van geraas (soos aangehaal in Glorig, 1985).

Vir honderde jare het mense die hoë koste van nywerheidsgeraas betaal, naamlik permanente gehoorverlies. Laer geraasvlakke in die werkplek kan die mens irriteer en kommunikasie en konsentrasie belemmer (Malerbi, 1989a).

Geraas in die werkplek kan nie uitgeskakel word nie omdat die mens se optrede afhanklik is van klank. Byvoorbeeld, incien ’n masjien se geluid skielik verander, is dit ’n aanduiding dat daar iets fout is en die werker kan vinnig optree. Dus daar moet aanvaarbare geraasvlakke gevind word in die werkplek wat geen negatiewe effekte op die mens of die mens se vermoë om sy taak uit te voer, het nie (Malerbi, 1989a).

Superfosfaat [$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$] is 'n nie-stikstofnutriëntprodukt en word gevorm deur fosforsuur en fyn fosfaatrots te meng (IMC-AGRICÔ, Phosphate production 1995).

Daar is ondersoek ingestel na die werkers se blootstelling aan superfosfaatstof. Tydens die produksie van superfosfaatkunsmis word fosforsuur chemies aan kalsium en ander elemente in die fosfaatrots verbind (IMC-AGRICÔ, Phosphate production, 1995; Hunter, 1975). Werkers word onder meer blootgestel aan hoë hoeveelhede superfosfaatstof, omdat dit tydens die produksie van kunsmis gemaal en gedroog moet word, wat baie stof veroorsaak.

Korttermynblootstellings aan superfosfaatstof irriteer die vel, oë, neus en keel as gevolg van die klein hoeveelheid vry fosforsuur en fluoried. Langtermynblootstelling aan superfosfaatstof veroorsaak longskade (IMC Agrico, Material safety data sheet 1995).

Waterstoffluoriedgas word egter in 'n groot verskeidenheid nywerhede gebruik, naamlik in die produksie van aluminium, staal en fosfaatkunsmis. Tydens die vervaardiging van superfosfaatkunsmis kan blootstelling aan fluoried voorkom. Die proses behels die maal en droog van die fosfaatrots, wat veroorsaak dat fyn deeltjies, wat fluoried bevat, vrygestel word. Waterstoffluoried (HF) is een van die fluoriedkomponente wat die algemeenste in sulke werkplekke voorkom. Dit veroorsaak inflammasie in die laer lugweë en ook osteofluorosis tydens langdurige blootstelling (Lund *et al.*, 1997; Walmsley, 1997).

Chroniese fluoriedvergiftiging is waargeneem in die vorm van siektes in die skelet en tande by diere, wat in die omgewing van 'n superfosfaatkunsmisaanleg wei (Hunter, 1975).

HF-gas se beroepsblootstellingsdrempel (BBd)- waarde is 3 dpm. Laerlugweg-inflammasie kom voor indien die HF-gas blootstellingskonsentrasie 5 dpm is. Indien die blootstelling van HF-gas 26 mg/m³ bereik, ontwikkel laerlugweg-inflammasie, sowel as oog-, neus- en keel-irritasie binne drie minute (Machle *et al.*, 1934).

Die wateroplosbaarheid van HF-gas is baie hoog, daarom beskadig dit die boonste respiratoriese mukosa. Wing *et al.* 1991 soos aangehaal in Morris & Smith, 1987 het bevind dat tydens blootstelling aan HF-gas, 41,5% van die werkers oogirritasies, 21% keelseer, 20,6% hoofpyn ervaar, en 19,4% is uitasem is (Morris & Smith, 1978).

Doel van die studie

Die doel van die studie was vierledig:

- Eerstens om die geraasvlak in verskeie areas in 'n kunsmisfabriek te bepaal.
- Tweedens om die werkers se blootstelling aan superfosfaatstof en waterstoffluoriedgas in sekere areas te kwantifiseer.
- Derdens om die mediese data voorsien deur die kliniek te korreleer met die werkers se beroepsblootstelling aan waterstoffluoriedgas en superfosfaatstof.
- Laastens om aanbevelings daar te stel wat die blootstellings van die werkers sal verlaag tot 'n aanvaarbare vlak.

Navorsings vrae:

- Word werkers in die kunsmisfabriek by Korrel 1-, en Korrel 2-aanleg en die Meulkamer blootgestel aan konsentrasies hoër as die aanbeveelde beroepsblootstellingswaarde van superfosfaatstof soos aangedui in tabel 2 van die Wet op Beroepsgesondheid en Veiligheid No. 85 van 1993, Regulasies vir Gevaarlike Chemiese Substansies van 1995?
- Is die werkers in die Broadfields-aanleg se blootstellingskonsentrasie aan waterstoffluoriedgas hoër as die korttermyn beroepsblootstellingswaarde soos aangedui in tabel 2 van die Wet op Beroepsgesondheid en Veiligheid No. 85 van 1993, Regulasies vir Gevaarlike Chemiese Substansies van 1995?
- Oorskry die geëvalueerde areas in die kunsmisfabriek die ekwivalente geraasvlak van 85 dB(A)?
- Kom die gesondheidsafwyking geassosieer met die blootstelling aan waterstoffluoriedgas, superfosfaatstof en onsuiverhede in die stof, voor in die geselekteerde werkers se mediese data?

HOOFSTUK 2

LITERATUUROORSIG

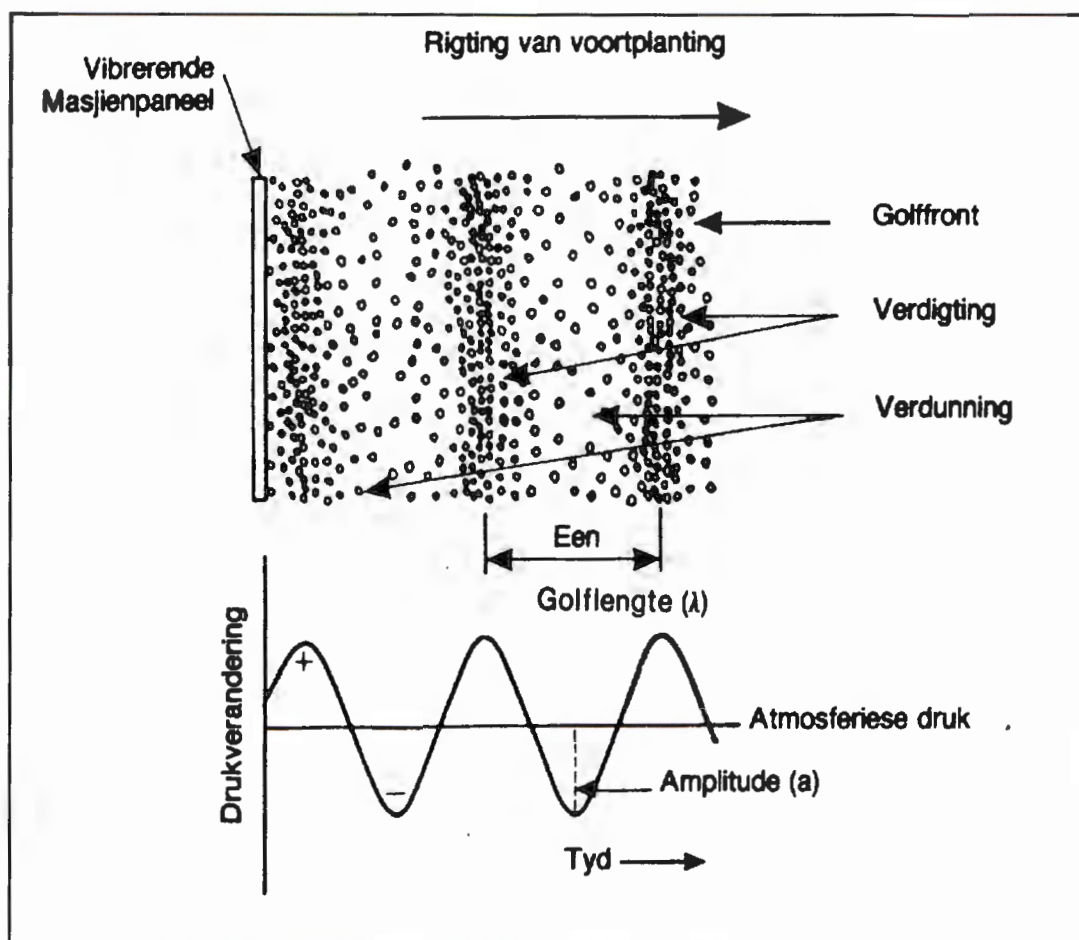
2.1 GERAAS

Geraas is noodwendig deel van die nywerheidsbedrywighede van die mens. Dit het wydverspreide invloede op die mens en moet beheer word (Laroche *et al.*, 1992). In die Suid-Afrikaanse Buro vir Standaarde (SABS) kode 083:1996, mag die omgewingsgeraas vlak nie hoër wees as 85dB(A) nie. Indien die geraasvlak laer is as 85 dB(A), kan dit steeds stremmend inwerk op ander noodsaaklike take. Geen werker mag in 'n werkplek werk indien die ekwivalente geraasvlak gelyk of hoër is as 85 dB(A) nie (Wet op Beroepsgesondheid en Veiligheid No. 85 van 1993, Omgewingsregulasies vir werkplekke, 1987).

2.1.1 FISIESE EIENSKAPPE VAN KLANK

Enige voorwerp wat in die lug beweeg of vibreer, produseer drukgolwe wat deur die oor as klank geïnterpreteer word (Cook, 1989b). Klank word opgewek as 'n geraasbron wat die lug rondom die bron laat vibreer (McGuire, 1991a). Dit veroorsaak fluktuasies in die lugdruk wat hoër of laer is as die atmosferiese druk. Molekules bots met hul naaste molekule en spring terug en veroorsaak golwe van verdunning en verdigting. Dit vorm 'n energiegolf wat in alle rigtings deur 'n elastiese medium kan beweeg (Marais, 1994:11; Malerbi, 1989a).

'n Drukverandering van 2×10^{-5} Pa kan deur die oor waargeneem word. Ossilerende lugmolekules veroorsaak harmonieuse bewegings, en die resulterende akoestiese drukfluktuasies is sinusodaal van aard.



Figuur 2.1 Skematiese voorstelling van die ontstaan van klankgolwe as gevolg van 'n vibrerende bron in die lug (Marais 1989).

Die eenvoudigste tipe klank is bekend as 'n suiwer toon, dit wil sê die klank het slegs 'n enkel frekwensie. Die meeste nywerheidsgeraas bestaan uit 'n verskeidenheid frekwensies wat deur verskillende bronne veroorsaak word (Malerbi, 1989a; Marais 1989).

2.1.1.1 Definisies van die fisiese grondbeginsels van klank

Frekwensie is die aantal volledige vibrasiesiklusse per sekonde, die eenheid is in hertz (Hz) en die simbool is f (Malerbi, 1989a). Die middel- C op 'n klavier produseer 'n frekwensie van 256 siklusse per sekonde. Waarneembare klank vir die menslike oor is tussen 16 en 20,000 Hz (Cook, 1989b; McGuire, 1991a).

Die snelheid van klank is afhanklik van die elasticiteit en digtheid van 'n medium. Die eenheid is meter per sekonde (m/s) en die simbool is c (CRC Handbook of Chemistry and Physics, soos aangehaal in Malerbi, 1989a).

Golflengte is die afstand tussen twee pieke en word gemeet in lamda (λ) (Marais 1989).

Klankdrywing is die totale klankenergie wat vrygestel word per tydseenheid, gemeet in watt (W) (Malerbi, 1989a).

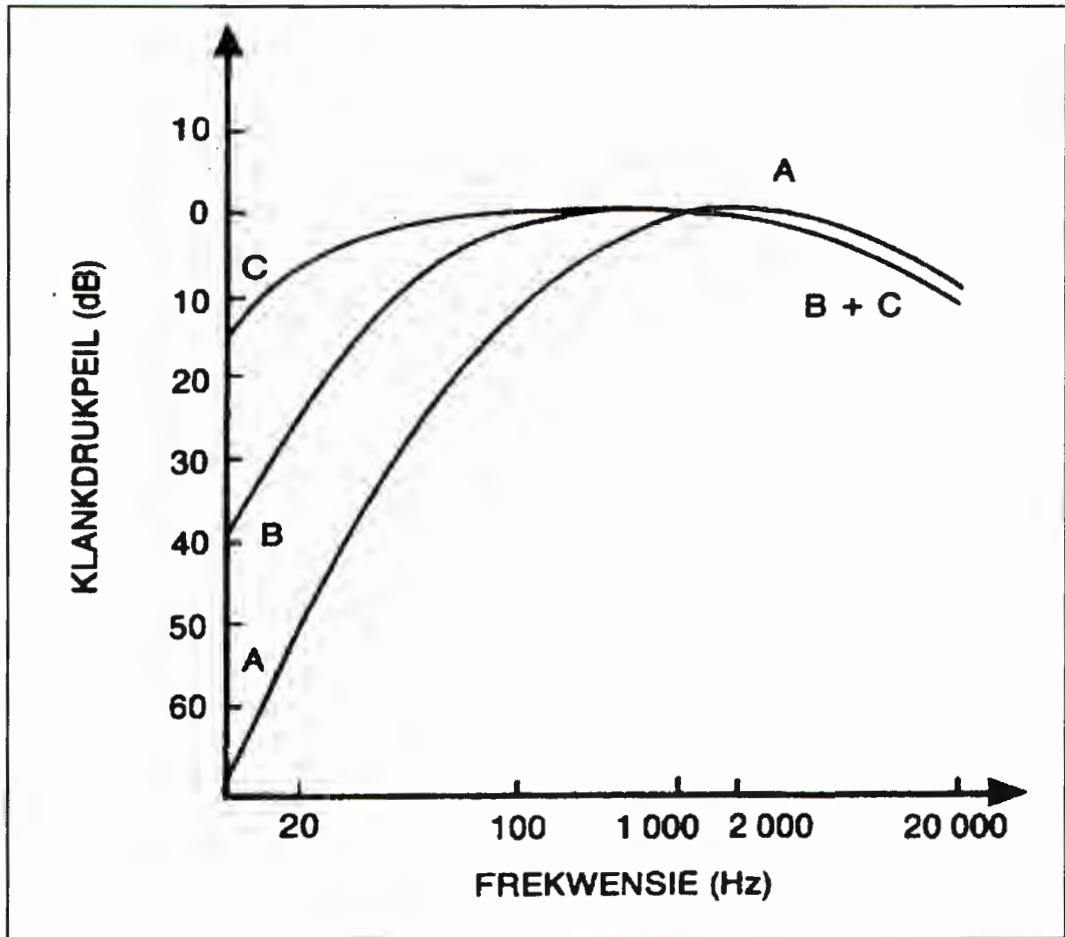
Klankintensiteit is die hoeveelheid klankenergie wat deur 'n eenheid area per eenheid tyd beweeg. Dit word in W/m^2 gemeet (Malerbi, 1989a).

Klankdruk is die klankenergie wat akoestiese drukfluktuasies veroorsaak (Malerbi, 1989a).

2.1.2 KLANKINTENSITEIT

Die oor is sensitief vir 'n wye reeks klankdrukvlakke. Daar is gevind dat die oor logaritmiere reageer op klankdrukvlak verandering. Die geraasvlakke word met behulp van 'n geïntegreerende klankpeilmeter gemeet. Die klankpeilmeter het drie ingeboude filters, naamlik A-, B- en C-beswaringsnetwerke. Die verskille tussen hierdie drie netwerke is die graad

van onderskeiding van lae-frekwensie klank. Die A-beswaringsnetwerk onderskei die meeste die lae-frekwensie klanke, tweedens die B-beswaringsnetwerk en die C-beswaringsnetwerk die minste (Malerbi, 1989a).



Figuur 2.2 Relatiewe respons van die drie-klankpeilmeter-beswaringsnetwerke (Marais, 1989: 210).

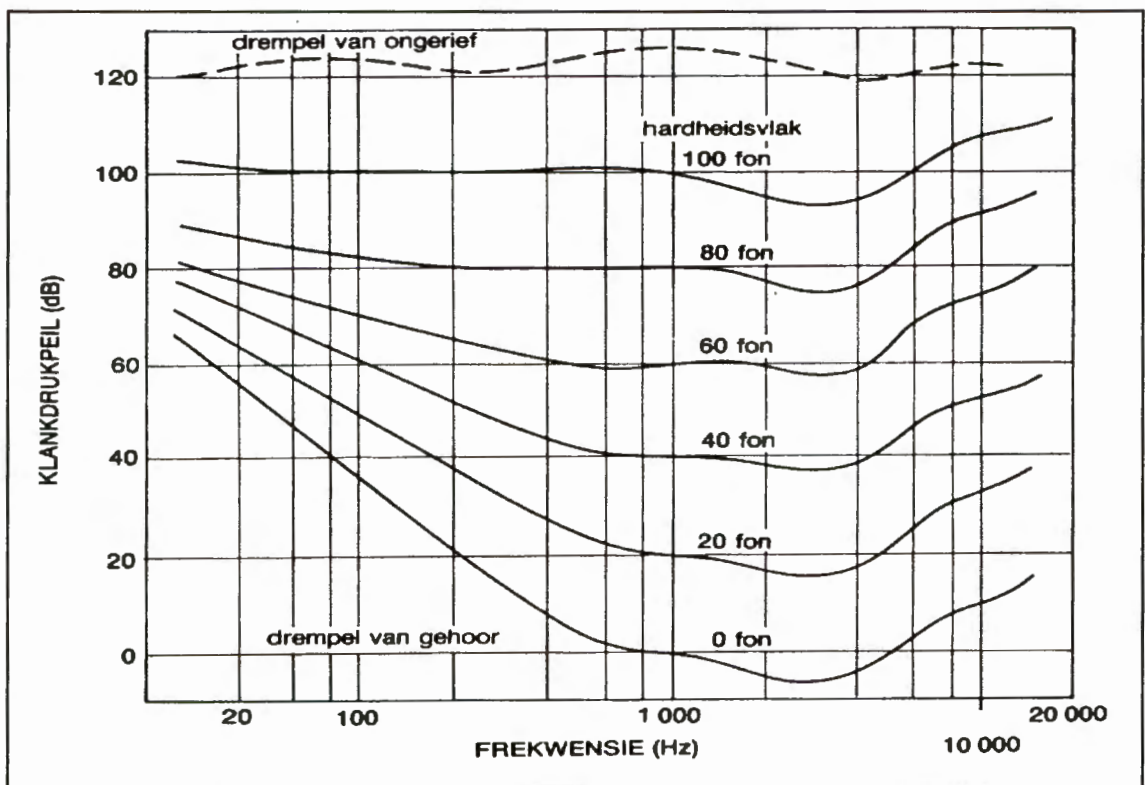
Die menslike oor onderskei op dieselfde manier tussen lae frekwensies klank as die klankpeilmeter. Die A-beswaringsnetwerk (dB(A)) word gebruik tydens gehoorbehoudmeting, omdat dit die menslike oor se reaksie op geraas die beste naboots (Marais, 1989).

2.1.3 GELYKEHARDHEIDSKONTOER

Dit is ekwivalente hardheidskontoere. Hardheid is nie net afhanklik van die frekwensie of die amplitude nie, maar ook van die duur en intensiteit (BS 3383:1961 en ISO R266: 1975 soos aangehaal deur Malerbi, 1989a).

Die foneenheid is die subjektiewe beoordeling van die hardheid by verskillende intensiteite en frekwensies. Die 0-foneenheid, soos gesien in Figuur 2.3, staan bekend as die drempel van gehoor (Marais, 1989).

Die insinking op die grafiek by 4 kHz en 12 kHz is as gevolg van resonansie in die oorkanaal. Klankpeilmeters is ontwerp om die menslike oor se reaksie deur beswaringnetwerke na te boots (Malerbi, 1989a).



Figuur 2.3 Gelykhardheidskontoere van suiwertone (Marais, 1989: 223).

2.1.4 DIE STRUKTUUR EN FUNKSIE VAN DIE OOR

2.1.4.1 Fisiologiese dele van die oor

Daar is drie dele:

Buite-oor

Dit is die sigbare deel naamlik die pinna, wat die klank opvang en in die ouditoriese kanaal (meatus) intregter. Die oorkanaal is ongeveer 2,5 cm lank en is S-vormig wat inwaarts, vorentoe en opwaarts gebuig is. Die oorkanaal se funksie is om die klankpulsie na die timpanium te stuur en vibrasies te veroorsaak (Malerbi, 1989b; Glorig, 1985; National Institute on Deafness and Other Communication Disorders, 1997).

Middeloor

Dit is luggevol en bevat die ossikels of gehoorbeentjies. Daar is drie beentjies, naamlik die malleus, inkus en stapes, wat die vibrasies van die oordrom na die ovale venster oordra. Daar is ook twee spiere in die oor, naamlik die stapedius en tensor timpani. Die tensor timpani trek die handvatsetel van die malleus inwaarts en die stapedius trek die malleus uitwaarts. Die Eustachiusbuis verbind die oorkanaal aan die farinks, en dit is noodsaaklik om dit die lugdruk aan weerskante gelyk te hou (Bell, 1966:3; Malerbi, 1989b; National Institute on Deafness and Other Communication Disorders, 1997).

Die middeloor het drie funksies:

- Effektiewe oordra van klankimpulse vanaf 'n lugmedium na 'n vloeistofmedium in die binne-oor.
- Dit beskerm die binne-oor.
- Dit handhaaf dieselfde druk weerskante van die oordrom. Hierdie funksie word duidelik gevoel indien daar 'n vinnige verandering in lugdruk plaasvind (Glorig, 1985).

Binne-oor

Die binne-oor bevat twee dele, naamlik drie semi-sirkulêre kanale wat die balansorgaan vorm, en die koglea, vir gehoor. Die koglea is buise wat opgedraai is rondom 'n steel en word met been omhul. Die buis is in drie vloeistofge vulde kompartemente verdeel: die scala vestibuli, scala tympani en scala media. Die laasgenoemde deel besit die Orgaan van Corti, wat die haarselle, naamlik die stereo-silia met die tektorale membraan verbind. Die haarselle is verbind met die ouditoriese senuwee (Malerbi, 1989a; Glorig, 1985; National Institute on Deafness and Other Communication Disorders, 1997).

Die menslike oor kan normaalweg tussen 20-20,000 Hz hoor. Frekwensies laer as 20 Hz word subsonies genoem en hoër as 20,000 Hz word ultrasonies genoem (Cohen & Dukes-Dobos, 1985).

Meganisme van gehoor

Daar is verskeie opeenvolgende gebeure wat plaasvind wanneer die mens klank waarneem. Die klankgolwe in die lug produseer elektriese seine en deur middel van senuwee-impulse word dit na die brein gestuur, waar dit as klank geïnterpreteer word.

Klankgolwe beweeg deur die oorkanaal en bereik die oordrom, wat dan in harmonie vibreer. Die klankgolwe word versterk as gevolg van die vibrasie van die oordrom, of timpanium. Die versterkte vibrasie word oorgedra na die drie ossikiles, naamlik die malleus, inkus en stapes. Die vibrasies beweeg deur die ovale venster van die koglea, wat in die vloeistofge vulde binne-oor geleë is. Die basillêre vesel, Corti-stawe en die retikulêre lamina is rigied en beweeg as 'n eenheid. Die basillêre membraan is baie elasties by die ovale venster. In die koglea is daar haarselle en wanneer die klankgolf die koglea bereik, veroorsaak dit dat die vloeistof beweeg. Dit beweeg weer die haarselle en stereosilia (National Institute on Deafness and Other Communication Disorders, 1997).

Indien die haartjies van die haarselle as gevolg van 'n klankgolf na een kant toe gebuig word, word die haarselle gedepolariseer en na die ander kant toe gehiperpolariseer. Dit veroorsaak dat die senuwee geëksiteer word en 'n impuls produseer wat 'n sein na die brein stuur wat as klank geïnterpreteer word (Guyton, 1991).

Tydens waarneming van lae frekwensie klank word die basilêre membraan naby die apeks die meeste geaktiveer. Tydens hoë klank waarneming word die basilêre membraan naby die basis van die koglea geaktiveer (Guyton, 1991).

2.1.5 INVLOED VAN GERAAS OP DIE WERKER

2.1.5.1 Kommunikasie en geraas

Geraas belemmer kommunikasie sowel as waarskuwingseine. Werkers moet waarskuwingseine in 'n raserige werksomgewings kan waarneem (Cohen & Dukes-Dobos, 1985a).

Nywerheidsgeraas word algemeen as 'n gevaar beskou, maar is die omgewingstressor wat in die praktyk die minste aandag geniet. Die beheer van hierdie stressor is gewoonlik onvoldoende. Die werkers reageer passief teenoor geraas en beide die bestuurder en werkers is nie bewus van die gevaar van geraas nie (Leinster *et al.*, 1994).

| Geraasvlak (dBA) | Stemhardheid en afstand | Aard van kommunikasie | Telefoon-gebruik |
|------------------|--|-------------------------|------------------|
| 55 | Normale stem by 3,048m. | Gemaklike kommunikasie | Gemaklik |
| 65 | Normale stem by 0,9144m. Verhoogde stem by 1,8288m | Kontinue kommunikasie | Gemaklik |
| 75 | Verhoogde stem by 0,6096m. Harde stem by 1,2192m. Skree by 2,4384m | Gemiddelde kommunikasie | Gedeeltelik |
| 85 | Baie harde stem by 0,3048m. Skree by 0,6096- 0,9144m. | Minimale kommunikasie | Onmoontlik |

Tabel 2.1: Die aard van spraakontvangs onder raserige toestande. Bioacoustics Data Book, NASA Report SP-3006, National Aeronautics and Space Administration, Washington, DC 1964, p. 301, (Soos aangepas deur Cohen & Dukes-Dobos, 1985a: 409).

Die effek van geraas wat die beste beskryf is, is die inmenging daarvan met die waarneem van gewenste klank, byvoorbeeld spraak. Tabel 2.1 beskryf die aard van kommunikasie onder verskillende omgewingsgeraastoestande. Beperkinge wat veroorsaak word deur geraas in die nywerheid, is kommunikasiebelemmering, werkbelemmering en maskering van waarskuwingseine. Spesiale meet metodes is ontwikkel

vir die meet van die maskeringseffek van geraas (Cohen & Dukes-Dobos, 1985; Michael 1972).

2.1.5.2 Geraas en produktiwiteit

Die produktiwiteit van die mens word op 'n verskeidenheid maniere deur geraas beïnvloed en is soos volg:

Geraasvlakke wat hoër as 90 dB(A) is en wat 'n hoë vibrasievlak van 1000Hz frekwensie-area besit, het 'n nadelige effek op die produktiwiteit van die werkers. Komplekse werk wat verskeidenheid, hoë tempo en psigiese werklading vereis, sal negatief deur geraas beïnvloed word. Produktiwiteit word egter positiewe beïnvloed, tydens 'n geraasvlak wat kontinu of ritmies is (Cohen & Dukes-Dobos, 1985).

Dit is moeilik om die langdurige, nie-ouditoriese effek van geraas op die mens te bepaal, maar dit veroorsaak wel irritasie, ongelukke en bemoeilik kommunikasie. Deur die mens se vermoë om aan te pas kan die effek van geraas op die mens gekanselleer word (Bell, 1966; Cook, 1989b).

Moegheid en irritasie wat ontstaan as gevolg van skofwerk, is al waargeneem in die teenwoordigheid van geraasvlakke bo 85 dB(A) (Melamed & Bruhis, 1996). Geraas plaas stres op verskeie dele van die liggaam, deur die abnormale sekresie van sekere hormone. Werkers wat blootgestel word aan geraas, kla oor sensuiewe probleme, slaaploosheid en moegheid (U.S Department of labour: occupational safety and health administration, 1980) Tydens skofwerk word die endokriene siklus versteur. Dit beïnvloed die sentrale sensuiewe stelsel. Die ritmiese aktiwiteite wat beïnvloed word is slaap, wakkerheid, rus, inname van

vloeistof, kardiale omset, suurstofverbruik en verskeie ander (Anon., 1996a).

Indien die persone die gevoel het dat hulle geen beheer kan uitoefen oor die geraas nie, sal dit 'n negatiewe effek op hul produktiwiteit hê (Cohen & Dukes-Dobos, 1985). Die graad van irritasie van geraas hou egter nie verband met die intensiteit van die klank nie, maar wel met die mens se houding teenoor geraas (Bell, 1966; Cook, 1989b). Die invloed van geraas op die mens beïnvloed ook persoonlike aktiwiteite, soos slaap, studie, ontspanning en kommunikasie (Marais, 1994; Michael, 1972).

2.1.5.3 Geraas en gesondheid

Die blootstelling aan 'n oormaat geraas kan tydelike gehoorskade veroorsaak, maar indien die blootstelling voortduur, word die gehoorskade permanent. In studies is bevind dat daar 'n verband is tussen geraas en veranderinge in die kardiovaskulêre sisteem (hipertensie, verandering in bloeddruk, en harttempo), endokriene en immuunstelsels, verspreiding in die gastroïntestinale weg, fisiologiese en psigologiese stres en fetusabnormaliteite (McGuire, 1991b).

Persone wat deur geraas geïrriteer word, se sistoliese bloeddruk styg met 8,5 mmHg en hul diastoliese bloeddruk met 6,4 mmHg (Lercher *et al.*, 1993).

Tydens blootstelling aan 'n geraasvlak van 85 dB(A) en hoër is daar 'n verhoogde kortisol- en katecholamiensekresie (Lercher *et al.*, 1993; Melamed & Bruhis, 1996). Katecholamiene veroorsaak dat die kardiaal omset verhoog, omrede die polsslag en hartspier kontraksies verhoog. Dit veroorsaak dat die liggaam se vraag na suurstof en die bloeddruk styg (Anon, 1996b). Dit is die rede hoekom die bloeddruk styg met 'n

blootstelling aan geraasvlakke bo 85 dBA. Kortisol is 'n streshormoon, dus dit beïnvloed verskeie fisiologiese reaksies, soos byvoorbeeld dit verlaag immuniteit, verhoog maagsuur sekresie, en verskeie ander (Anon, 1996c ; Guyton, 1991).

2.1.6 KATEGORIEË VAN GEHOORVERLIES

Daar is vier hoofipes gehoorverlies:

- Geleidingsdoofheid;
- senuweedoofoheid;
- gemengde gehoorverlies; en
- funksionele verlies (Bell,1966; Malerbi, 1989b; McGuire, 1991b).

2.1.6.1 Geleidingsdoofheid

Hierdie tipe gehoorverlies is as gevolg van afwykings of skade in die buite- of die middeloor en gebeur soos volg:

- Die oorkanaal kan verstop wees as gevolg van oorwas of 'n onbekende voorwerp.
- Die oordrom self kan geskeur wees as gevolg van 'n ontploffing.
- Indien die Eustachiusbuis geblokkeer is as gevolg van swelling of 'n afskeiding, kan die atmosferiese druk in die middeloor nie onderhou word nie. Die oordrom sal dus onder druk verkeer en sal nie doeltreffend op klank reageer nie.
- Die gehoorbeentjies kan verskuif word deur byvoorbeeld 'n ontploffing. (Bell, 1966; Malerbi, 1989b; McGuire, 1991b).
- Vloeistof in die middeloor.
- Infeksie in die middel- of buite-oor (McGuire, 1991b).

2.1.6.2 Senuweedooftheid

Dit ontstaan as gevolg van skade in die middeloor, byvoorbeeld aan die haarselle, ouditoriese senuwees en in die breinsentrum van gehoor of geleidingsdooftheid (McGuire, 1991b). Daar kan verskeie oorsake wees:

- Kongenitale dooftheid

Dit word veroorsaak deur siektes soos rubella en verkoues in swanger vroue, waar die fetus se gehoor beïnvloed word (Malerbi, 1994b).

- Ongeluk tydens geboorte en siektes

Ongelukke tydens geboorte en sekere siektes by pasgebore babas kan senuweedooftheid veroorsaak. Sekere kindersiektes soos masels en sekere tipes medikasie kan bilaterale dooftheid by kinders veroorsaak. Pampoentjies kan tot unilaterale dooftheid lei (Malerbi, 1994b).

- Ototoksikologie

Alledaags gebruikte medikasie kan die haarselle of die ouditoriese senuwees beskadig. Dit sluit in antibiotikums, antikankermiddels, diuretikums, nikotien, alkohol, voorbehoedpille en aspirine indien dit oor 'n lang periode gebruik word (Malerbi, 1989b).

- Skedelbasisbreek

Dooftheid ontstaan as gevolg van fisiese skade aan die delikate struktuur van die binne-oor (Malerbi, 1989b).

- Akoestiese neuroom

Dit word veroorsaak deurdat daar 'n tumor of groeisel op die ouditoriese senuweevesel groei. Die vroeë opsporing van akoestiese neuroom kan met 'n operasie herstel word (Olishifski, 1988).

- Presbikuse

Gehoouerlies verhoog met ouderdom en hierdie verskynsel word presbikuse genoem. Dit ontstaan deurdat die binne-oor strukturele veranderinge ondergaan as gevolg van atrofie, vaskulêre en neurale degenerasie (Bell, 1966; Marais, 1994).

Die toestand begin op 'n vroeë ouderdom. Die haarselle, naby die ovale venster in die koglea, reageer by hoë frekwensies en word dus eerste geaffekteer. Die rede waarom hierdie haarselle beskadig word, is omdat hierdie area onder drukveranderings verkeer en omdat die basillêre membraan baie elasties is by hierdie punt (Malerbi, 1989b; Guyton, 1991).

- Geraas geïnduseerde gehouerlies

Dit word later in die hoofstuk behandel.

2.1.6.3 Gemengde gehouerlies

Dit is 'n kombinasie van geleidings- en senuweedoofheid (Cohen & Dukes-Dobos, 1985; Bell, 1966; McGuire, 1991b). Gemengde gehouerlies is duidelik sigbaar as 'n afname in gehoor by beide hoë en lae frekwensies (McGuire, 1991).

2.1.7 DIE OUDITORIESE EFFEKTE VAN GERAAS

Dit sluit in:

| TIPE GEHOORVERLIES | TYD VAN HERSTEL |
|----------------------------------|--|
| Tydlike drempelverskuiwing | Die gemiddelde herstel tyd is tussen 16 - 40 uur. |
| Permanente drempelverskuiwing | Dit is onomkeerbaar. |
| Geraasgeïnduseerde gehoorverlies | Dit is permanente gehoorverlies minus presbikuseverlies. |
| Beroepsdoofheid | Dit is 'n geraasgeïnduseerde gehoorverlies as gevolg van geraasblootstelling by die werk (Malerbi, 1989a). |

2.1.7.1 Tydelike drempelverskuiwing (TDV)

Die nadelige effek van matige tot harde geraasblootstelling het slegs 'n tydelike effek op die gehoor. Die herstelperiode is afhanklik van die blootstellingstydperk en die klankvlakke. Dit kan 'n tydperk van 40 uur en langer neem om die gehoorskade te herstel. Wanneer 'n persoon soms oortyd werk, kan dit gebeur dat die gehoor nie kan herstel nie (Malerbi, 1989b).

Tydlike drempelverskuiwing (TDV) ontstaan om die gehoor te beskerm. Daar is twee meganismes wat vir TDV verantwoordelik is. Eerstens word dit toegeskryf aan metaboliese veranderinge in die ouditoriese reseptorselle.

Tweedens is daar vasokonstriksie in die lokale kapillêre in die koglea tydens geraasblootstelling van 90 dB(A). Dit verlaag die suurstoefoer na die Orgaan van Corti. Derdens, indien die oor blootgestel word aan geraasvlakke van 90 dB(A) vir 10 ms, sal die spiere wat die oordromspanning beheer, saamtrek. Die beweeglikheid van die meganiese deeltjies in die oor word verlaag. Dit verlaag die geraas met 12-14 dB. Dus, die 10 ms-vertraging geld nie by onverwagte harde klanke, soos byvoorbeeld ontploffings, nie (Malerbi, 1989b; Marais, 1989; Guyton, 1991).

Hierdie beskermingsmeganisme word by 140dB(A) geaktiveer, waar die normale vorentoe- en agtertoebeweging van die ossikels na heen-en-weer-beweging verander. Dit verlaag die oordrag van druk na die koglea (Malerbi, 1989b).

Daar is al waargeneem dat die menslike oordrom bars of skeur by 'n kort periode blootstelling aan hoë-intensiteitgeraas. Soms is daar verlengde verlies aan waarnemingsvermoë by hoë frekwensies (9000Hz) (Bell, 1966).

2.1.7.2 Permanente drempelverskuiwing (PDV)

Indien die herstel van TDV onvolledig is, kan dit tot PDV lei. Dit kan ontstaan as gevolg van 'n voortdurende blootstelling aan geraas oor tien jaar (Malerbi, 1989b).

Die gehoorverlies kom gewoonlik voor tussen die frekwensies 3000-6000 Hz. Die eerste waarneming van gehoorverlies word gewoonlik aangetref by 4000 Hz. As die gehoor verder versleg, word die waarneming van laer frekwensies ook benadeel (Bell, 1966). 'n Vroeë ontstaanfase van gehoorskade kan opgespoor word deurdat daar 'n afname in gehoor plaasvind by 4 kHz (Lutman, 1992).

Dit kom voor dat langdurige blootstelling aan geraas metaboliese veranderinge in die ouditoriese reseptorselle en -senuwees veroorsaak. Dit lei tot die degenerasie van die selstruktuur (Marais, 1994).

Fredelius, (1988) het bevind dat die oormaat geraasblootstelling 'n onomkeerbare effek op die ondersteuningstafies van die Orgaan van Corti het. Dit gee aanleiding tot 'n afname in die hoogte van die Orgaan van Corti, omdat die ondersteuningstafies breek (soos aangehaal deur Harding *et al.*, 1992).

Dit is onbetwisbaar dat langdurige blootstelling aan geraas tot gehoorverlies lei. Beroepsdoofheid is gewoonlik bilateraal, maar een oor kan meer geaffekteer word indien die geraas oneweredig versprei word (Katsuki, 1957 soos aangehaal in Bell, 1966).

Lee-Feldstein, (1993) het 'n studie oor vyf jaar by 'n motorvervaardiger gedoen. Die werkers is aan geraasvlakke tussen 104-110 dB(A) blootgestel. 'n Gemiddelde gehoorverlies van 3,4 - 6,2 dB(A) by 2 - 4kHz gevind (Lee-Feldstein, 1993).

- **Tinnitus**

Dit is 'n subjektiewe sensasie van geraas in die ore of kop, waar dit of 'n hoë klankgelui, gesuis, of gefluit kan wees; of 'n lae klankgedruis kan

wees (Malerbi, 1989a; National Institute on Deafness and Other Communication Disorders, 1997).

Tinnitus is 'n algemene klagte wat by werkers voorkom wat aan geraas blootgestel word (Phoon *et al.*, 1993). Laeklank-tinnitus kom normaalweg tydens geraasgeïnduseerde gehoorverlies voor (Acton & Grime soos aangehaal in Malerbi, (1989)). Kort periodes van hoëklank-tinnitus kan waargeneem word voordat permanente drempelverskuiwing plaasvind en kan dus as 'n waarskuwing teen gehoorskade dien. Indien tinnitus voortdurend voorkom, dui dit aan dat 'n mate van gehoorskade voorkom. Tinnitus is ongeneesbaar, maar 'n mate van gemak kan verkry word deur maskeringsgeraas in die oor te speel met 'n verstelbare opwekker wat gedra word. Tinnitus word in een of beide ore ondervind (National Institute on Deafness and Other Communication Disorders, 1997; Malerbi, 1989a).

Haarselle word geaktiveer deurdat sekere klank meganiese energie vorentoe- en agtertoe reflekteer in die koglea, wat veroorsaak dat die koglea klank produseer. Dit stimuleer die haarselle verder en dit lei tot tinnitus of "Kemp-eggo" (Kemp, 1987).

- **Hardheidversterking**

Hardheidversterking kom voor tydens 'n verhoging in die gehoordrempel. Indien geraasintensiteit hoër is as die drempel, is daar 'n persepsie van verhoging in klankintensiteit. Hierdie effek kom voor as gevolg van beskadiging van die Orgaan van Corti (Malerbi, 1989a).

Afskerming

Dit kom voor indien die frekwensie en die intensiteit van die agtergrondgeraas te hoog is en dit belemmer spraak en ander klanke (Malerbi, 1989a).

2.1.7.3 Beroepsdoofheid

Beroepsdoofheid is 'n term wat die gehoorverlies beskryf wat veroorsaak word deur geraasblootstelling in die werkplek. Die gehoorverlies kan of gedeeltelike of algehele gehoorverlies wees. Dit sluit akoestiese skade en geraasgeïnduseerde gehoorverlies in (Malerbi, 1989b).

2.1.7.4 Geraasgeïnduseerde gehoorverlies

Geraasgeïnduseerde gehoorverlies kan ontstaan as gevolg van 'n eenmalige blootstelling aan 'n harde klank of geraas of deur 'n herhaaldelike blootstelling aan 'n verskeidenheid van hardheidsvlakke. Blootstelling aan beskadigende klanke beskadig die sensoriese haarselle van die binne-oor en die ouditoriese senuwees (National Institute on Deafness and Other Communication Disorders, 1997).

Effekte van geraasgeïnduseerde gehoorverlies

Die struktuur van die binne-oor word beskadig. Die skade ontstaan geleidelik indien die persoon kontinu oor jare aan harde geraas blootgestel word.

Akoestiese trauma is 'n skielike verandering in gehoor as gevolg van 'n eenmalige blootstelling aan byvoorbeeld 'n ontploffing, maar geraasgeïnduseerde gehoorverlies daarenteë is 'n geleidelike proses.

Indien die blootstelling aan geraas verwyder word, is daar nie verder progressie in die gehoorverlies nie (National Institute on Deafness and Other Communication Disorders, 1997).

Die beperking van geraasgeïnduseerde gehoorverlies

Geraasgeïnduseerde gehoorverlies kan soos volg verhoed word:

- Verlaat die gebou of geraassone vir 30 minute elke 5-10 minute indien jy moet skree om jou self hoorbaar te maak binne halwe meter vanaf die ander persoon.
- Demp klanke deur die dra van oorproppe of -kappe.
- Ondergaan gereeld oudiometriese toetse (National Institute on Deafness and Other Communication Disorders, 1997).

Geraasgeïnduseerde gehoorverlies is 'n geleidelike onomkeerbare proses. Tydens 'n ontploffing is dit sigbaar deurdat die oordrom skeur en die ossikels ontwig word. Dit beskerm die binne-oor teen die geweldige skok en hierdie skade kan herstel word. Indien haarselle vernietig word, is daar 'n insinking by 3-6kHz op 'n oudiogram. Eksperimente het bevind dat die frekwensies ooreenstem met die resonansie van die frekwensie in die oorkanaal (Malerbi, 1989b; Irwin, 1994).

Die 4kHz oudiometriese induiking vergroot baie in die eerste tien tot vyftien jaar van blootstelling, maar daarna verander dit nie baie nie. Die 2kHz-induiking verander baie in die 20-40 jaar van blootstelling (Irwin, 1994).

Die stereosilia en die buitenste ry haarselle word altyd voor die binneste ry haarselle beskadig. Indien die geraasblootstelling voortduur, word die Orgaan van Corti verwoes en verdwyn die senuweevesel met tyd. Die

verandering in 'n persoon se gehoor is óf tydelik óf permanent en staan bekend as die drempelverskuiwing (Malerbi, 1989b).

Harding *et al.* (1992) het in hul studie bevind dat die derde ry buitehaarselle verlaag by blootstelling aan geraas. In die eerste geval is die Orgaan van Corti blootgestel aan geraas en vir 'n herstelperiode van 0,6 uur gelaat. Die haarselle in die 65-95%-area vanaf die apek se hoogte het afgeneem. Kogleas is ook vir 'n herstelperiode van 0,6-4 ure gelaat en die haarselle in die area 15-25% area vanaf die apek se hoogte het ook afgeneem (Harding *et al.*, 1992).

2.2 SUPERFOSFAATSTOF

Superfosfaat is 'n granulêre fosfaat kunsmis. Die proses van superfosfaatkunsmis produksie begin deur die fyn maal van fosfaatrots. Swaelsuur word by kalkrots gevoeg en dit vorm fosforsuur. Fosforsuur en kalsiumfosfaatrots word gemeng en laat reageer, hierdie proses gebeur in die Broadfields aanleg. In die produksie van fosfaatbevattende kunsmis word fosfaatrots gereageer met fosforsuur, om meer oplosbare kunsmis te verkry (Hussein, 1994).

Hierna word dit na die Korrel aanlegte vervoer, waar dit gedroog word teen 80-100 °C , afgekoel en gesif word. Dit staan bekend as granulêre tripelsuperfosfaat $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.



Miljoene ton superfosfaat word elke jaar as kunsmis in die landbou gebruik (Hunter, 1975:6 ; IMC Agrico, Fertilizer Phosphate Production, 1995).

Tydens 'n studie in Abu-Zaabal (Egipte) is spesifieke aktiwiteite van sekere isotope in fosfaaterts, superfosfaat en fosfaatgips gemeet (Hussein, 1994). Die radioaktiwiteit in die fosfaaterts ontstaan, as gevolg van die afbraakprodukte van die ^{238}U -reeks. Die konsentrasie van die uraan in die fosfaaterts is tussen 30-260dpm, wat meer is as die gemiddelde hoeveelheid (4dpm) is wat natuurlik in die aardkors voorkom (Hussein, 1994).

2.2.1 FISIESE EN CHEMIESE EIENSKAPPE

Superfosfaat is 'n anorganiese sout (IMC Agrico, Fertilizer Material Safety Data Sheet, 1995).

2.2.1.1 Samestelling

Die gevaarlike bestanddele in superfosfaat is 2-4% vrye sure (H_2PO_4) en 2.0-2.2% fluoriede as F.

2.2.1.2 Fisiese data

Dit is grys tot bruin korrels en het 'n kenmerkende kunsmisreuk. Superfosfaat is nie 'n vlugtige sout nie, en het 'n pH van 3.1-3.2 (IMC Agrico, Fertilizer Material Safety Data Sheet, 1995).

2.2.1.3 Plof- en vlambaarheid

Superfosfaat is 'n nie-vlambare anorganiese sout en is nie plofbaar nie. Indien dit aan hoë temperature van 982 °C blootgestel word, kom klein

hoeveelhede toksiese en irriterende fluoriede, swael-oksiede en fosfor-oksied vry (IMC Agrico, Fertilizer Material Safety Data Sheet, 1995).

2.2.1.4 Oplosbaarheid in water

Superfosfaatstof se tipiese wateroplosbaarheid is 83% (IMC Agrico, Fertilizer Phosphate Products, 1995).

2.2.1.5 Reaktiwiteitdata

Superfosfaatstof is stabiel onder enige normale omstandighede (IMC Agrico, Fertilizer Material Safety Data Sheet, 1995).

2.2.2 BEROEPSBLOOTSTELLINGSDREMPEL

Die toelaatbare blootstellingsdrempel vir superfosfaatstof word nie in die tabelle in die Regulasie van Gevaarlike Chemiese Substansie beskryf nie. Dus word die irriterende stofdrempel gebruik van 10mg/m^3 (World Health Organization, 1984).

Die aanbeveelde BBd-waarde vir totale irriterende stof is 10mg/m^3 soos aangehaal in die Gevaarlike Chemiese Substans-regulasie (Wet op beroepsgesondheid en veiligheid no. 85 van 1993, Regulasie vir Gevaarlike Chemiese Substansies van 1995). Dit stem ooreen met die drempelwaarde wat voorgeskryf word deur die American Conference of Government Industrial Hygienists (ACGIH) tydens die bepaling van superfosfaatstof konsentrasies (IMC Agrico Material Safety Data Sheet, 1995).

2.2.3 GESONDHEIDSGEVARE

Volgens die National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), veroorsaak superfosfaat nie longkanker nie. Die hoofroete van inname in die liggaam is deur die longe deur middel van asemhaling. Tydens hoë blootstelling aan superfosfaatstof kan daar oor 'n kort termyn 'n ligte vel-, oog-, neus- en keelirritasie voorkom as gevolg van die klein vrye hoeveelheid fosforsuur wat dit bevat (IMC Agrico, Fertilizer Material Safety Data Sheet, 1995).

Tydens die produksie van fosfaatkunsmisse, onder meer superfosfaat, word daar hoofsaaklik waterstoffluoried en silikon-tetrafluoried vrygestel (Meng & Zhang, 1996).

Daar is egter geen navorsing gedoen op die langtermyn-effekte van blootstelling aan superfosfaat nie. Enige ander anorganiese sout waarvan die blootstelling hoër is as die aanbeveelde blootstellingsdrempelwaardes, veroorsaak vertraagde longskade (IMC Agrico, Fertilizer Material Safety Data Sheet, 1995).

Algemene siektes wat tydens kunsmisproduksie voorkom, is brongitis, chroniese obstruksie van die lugweë, brongioltis, peribrongiale en interstisiële fibrose (Broderick & Schwartz, 1992). Onsuierhede in die stof kan ook aanleiding gee tot die bogenoemde simptome. Onsuierhede wat hoofsaaklik voorkom in superfosfaatstof is, kalsium, swael, fosfor, en verskeie ander soos getabeleer in hoofstuk 4.

Die gesondheidsgevaar van die onsuierhede is:

Kalsium

- Kalsiumstof blootstelling beïnvloed asemhaling, irriteer die oë, vel, longe en lugweë. Tydens inaseming veroorsaak kalsiumstof, swaar asemhaling en hoës.
- Indien die kalsiumstof in oë kom, word dit geïrriteer en selfs brandwonde aan die kornea, is al waargeneem.
- Die kroniese blootstelling aan kalsiumstof, veroorsaak 'n verhoogde vloeï van mukus in die neus en respiratoriese stelsel (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 1996a).

Kaluim

- Brandwonde kan ontstaan indien dit in kontak kom met die vel en oë. Kalium gasse irriteer die neus, keel, en longe.
- Kroniese blootstelling aan kalium gasse veroorsaak die vorming van sere in die neus. Herhaalde blootstelling kan brongitis veroorsaak en hierdie kroniese gesondheidsgevaar kan van maande tot jare voorkom, na blootstelling (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 1996b).

Fosfor

- Blootstelling aan fosforgas kan die oë, neus, keel en longe irriteer. Hoë fosforgas blootstellingskonsentrasies kan lewensgevaarlik wees vir die werkers.

- Herhaalde blootstelling aan lae konsentrasies fosforgas kan die been verwoes, veral in die kakebeen. Dit kan ook anemia, gewigsverlies en brongitis veroorsaak.
- Fosforgas blootstelling veroorsaak ook skade aan die lewer, nier en senuweestelsel (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 1996c).

Nikkel

- Nikkelstof kan die oë en vel irriteer. Blootstelling aan nikkelstof veroorsaak vel allergieë.
- Nikkelstof is karsinogenies, omrede daar bewys is dat dit longkanker in diere veroorsaak. Dit veroorsaak ook nier skade en affekteer die lewer funksies.
- Werkers wat blootgestel word aan nikkelstof, toon asma symptomes, naamlik kortasem, hoes en moeilike asemhaling (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 1996d).

Sink

- Sink stofdeeltjies kan die oë irriteer (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 1996e).

Strontium

- Strontium kan die oë en vel irriteer, tydens korttermyn blootstelling.
- Kroniese blootstelling aan strontium kan die hart affekteer en kan in die been akkumuleer (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 1996f).

2.3 WATERSTOFFLUORIEDGAS (HF-GAS)

Nywerheidsblootstelling aan HF-gas ontstaan tydens die vervaardiging van superfosfaatkunsmis. HF-gas word tydens die maal- en droogproses van die fosfaatrots vrygestel (Walmsley, 1997; Koren, 1991).

2.3.1 FISIESE EN CHEMIESE EIENSKAPPE

HF-gas is 'n kleurlose gas en is baie oplosbaar in water. Die gas het 'n skerp, bytende irriterende reuk, met 'n reukdrempel van 0.042 dpm. Die chemiese formule vir waterstoffluoried is HF, en die molekulêre massa is 20.01amu (US EPA, 1998). HF se kookpunt is 180 °C en is 100% oplosbaar in water (Baker, 1995).

2.3.2 NYWEHEIDSGEBRUIKE VAN HF

HF word hoofsaaklik gebruik in die produksie van aluminium en chlorofluorokoolstowwe (CFC's). Dit word ook gebruik om uraanisotope te skei en as 'n katalis in die petroleumnywerheid (US EPA, 1998; Bennion & Fraizblau, 1997; Hussein, 1994).

HF word ook gebruik tydens die vervaardiging van fosfaatkunsmis, stene, glas, keramiek, plastiek, ferro-omaljes, fluorokoolstowwe, lugverfrissers vuurpylbrandstof, hoë-oktaanbrandstof en prosesse soos soldering, steenkoolverbranding en die ekstraksie uit die rots (US EPA, 1998; Cook, 1989a).

Ander gebruike van HF is die skoonmaak van staal en oplos van silika's in die mynbou en om roes te verwyder (Safety Line The Magazine, 1996). Dit word ook gebruik in brouerye, droogskoonmakerye en leerwerke

(Krenzelok, 1992). Die enigste natuurlike bron van HF is aktiewe vulkane (Stokinger, 1987).

2.3.3 BEROEPSBLOOTSTELLINGDREMPELS

Gevaarlike Chemiese Substans Regulasie (GCS): Die korttermyn aanbeveelde beroepsblootstellingsdrempelwaarde van waterstoffluoried is 2,5 mg/m³ of 3dpm. (Wet op Beroepsgesondheid en Veiligheid no. 85 van 1993, Regulasies vir Gevaarlike Chemiese Substansies)

2.3.4 GESONDHEIDSGEVARE

Akute of korttermyninaseming van HF-gas kan erge respiratoriese skade veroorsaak en tot irritasie en pulmonêre edeem lei. Ernstige oogirritasie en dermale brandwonde kan voorkom indien die oë en vel blootgestel is (US EPA, 1998; Salls, 1924).

Chroniese of langtermyn sistemiese blootstelling aan lae vlakke van HF kan voordelig wees, byvoorbeeld in die voorkoming van tandbederf en tydens die behandeling van osteoporose. Indien die blootstellingsvlakke baie hoog is, kan skeletfluorose voorkom (US EPA, 1998). Langtemynblootstelling aan HF-gas kan nier- en lewerskade veroorsaak (Aquire Database, 1989).

2.3.4.1 Akute effekte

Die inaseming van HF-gas kan ernstige skade aanrig aan die mens se respiratoriese weë, soos die neus, keel, brongi en gee aanleiding tot pulmonêre edeem (Paustenbach, 1985:6; Sittig, 1985 soos aangehaal in US EPA, 1998). Ernstige okkulêre irritasie en dermale brandwonde kan voorkom. Inaseming van HF veroorsaak ongereelde polsslag, koue ledemate, bloed in die urine en longinfeksiese (Baker, 1995).

Tydens die LD₅₀ -toetse by rotte, muise en ape is gevind dat HF-gas 'n gemiddelde tot hoë toksisiteit het tydens inaseming (U.S. Department of Health and Human Services, 1993 soos aangehaal in US EPA, 1998).

2.3.4.2 Chroniese effekte

As gevolg van hoë inname of inaseming van HF-gas kom skeletfluorose voor, met ander woorde, die akkummulasie van fluoried in die skeletweefsels en die patologiese beenvorming in mense (ATSDR, 1993 soos aangehaal in US EPA, 1998).

HF-gas beweeg deur die vel na dieper subkutaneuse weefsel en die bene. Dit lei tot been demineralisering, nekrose, pyn, hipokalsemie, beenskade en gewrigskade (Krenzelok, 1992). Die algemene siektes wat voorkom, is long- en niersiektes (Baker, 1995).

Die chroniese inaseming van HF-gas veroorsaak 'n irritasie en kongestie in die keel, neus en brongi in die lae lugweë. Lewer-, nier- en longskade is gekry in diere wat chronies blootgestel is aan HF-gas (US EPA, 1998).

2.3.4.3 Reproductiwiteit en ontwikkelingseffekte

Ongereeldheid in die menstruele siklus kom algemeen voor by meisies en vroue wat blootgestel word aan HF-gas (US EPA, 1998).

2.3.4.4 Respiratoriese effekte van HF-gas

MacKinnon, (1988) het bevind dat indien HF-gas met die longweefsel in kontak kom, selskade sal ontstaan via twee meganismes:

- Eerstens, tree dit op as 'n swak suur. Dit is min geïoniseerd, daarom beweeg dit deur die lipiedmembraan na die dieper subkutaneuse weefsels; en
- tweedens, deur die vorming van fluoriedsoute met die intrasellulêre kalsium en magnesium, wat veroorsaak dat die selle afsterf (Bennion & Fraizblaua, 1997; Upfal en Doyle, 1990).

By 'n HF-gaskonsentrasie van 7,1 dpm is daar tydens 'n studie bevind dat die vlak uithoubaar en respireerbaar is. Indien die konsentrasie verhoog, word dit irriterend en mag mense nie lank daaraan blootgestel word nie. 'n HF-gaskonsentrasie van 7,1 dpm veroorsaak pulmonêre skade (Machle *et al.*, 1934, soos aangehaal in Bennion & Fraizblaua, 1997).

Stokinger (1949) het bevind dat bloeding en edeem in die longe van honde voorkom by 'n blootstelling van 11,6 dpm HF-gas oor 'n 6-uur skof in 'n vyfdag-werkweek. Tydens letale konsentrasievlakke was die oorsaak van dood die gevolg van pulmonêre skade. By 'n HF-gaskonsentrasie bo 30 dpm word die lippe, mond, keel en longe gebrand. Vloeistof akkumuleer in die longe en veroorsaak die dood (soos aangehaal deur Safety Line, The Magazine, 1996).

Machle *et al.* (1934) het 1 Rhesus-aap, vyf konyne en drie marmotte aan 'n HF-gaskonsentrasie van 7.08 dpm vir 'n 6-7uur tydperk vir 50 dae, dit wil sê 309 ure, blootgestel. Die Rhesus-aap het renale skade ontwikkel, maar geen pulmonêre skade nie. Een van die marmotte is dood na 134 uur van HF-gas blootstelling. Daar is laegraadse inflammasie gevind in die alveoliwande wat gepaard gaan met atelektasis. Daar was ook degeneratiewe veranderings en hiperplasmie in die brongiale epiteel (Machle *et al.*, 1934).

Die tweede marmot is dood na 160 uur en daar is gedeeltelike pulmonêre bloeding en 'n laegraadse selreaksie gevind. Die derde marmot is na nege maande doodgemaak. Pulmonêre bloeding, sellulêre infiltrering, met onreëlmatige verdikking van die alveoliwande is gevind (Machle *et al.*, 1934).

Die vier konyne het almal pulmonêre skade getoon in die vorm van leukosietinfiltrering van die alveoliwande (Machle *et al.*, 1934).

Die absorpsie van HF-gas deur die bloed as gevolg van inaseming is baie vinnig. Dus hou enige inaseming die risiko van sistemiese toksisiteit in (Morris & Smith, 1978).

Blootstelling aan HF-gas veroorsaak 'n inflammatoriese reaksie in die laer lugweë. 'n Blootstelling aan HF-gas bo 2,5 mg/m³ word met simptome in die boonste respiratoriese lugweë geassosieer. By 'n blootstellingskonsentrasie bo 0,6 mg/m³ sal die fluoriedkonsentrasie in die plasma verhoog (Lund *et al.*, 1995).

Morris en Smith (1978) toon 'n korrelasie aan tussen die luggedraagte HF-gaskonsentrasie en die fluoriedkonsentrasie in die plasma. Daar is ook

gevind dat 99,7% van die ingesemde HF-gas in die boonste lugweg in die sistemiese sirkulasie geabsorbeer word (Morris & Smith, 1978).

Daar bestaan 'n verwantskap tussen HF-gas in die lug en die fluoriedkonsentrasie in die urine. Kono *et al.* (1987) het 'n studie gedoen op 142 HF-gasblootgestelde werkers en 82 nie-blootgestelde werkers. In die agt werkplekke was die HF-gas in die lug 0.3-5 dpm en die fluoriedkonsentrasie in die urine 0.91-6.50 dpm. Daar bestaan dus 'n liniêre verband tussen die lug HF-gaskonsentrasie en fluoried in die urine (Kono *et al.*, 1987). Kono *et al.* (1993) het ook 'n verband gevind tussen die HF-gaskonsentrasie in die lug en die fluoriedkonsentrasie in die serum, urine en hare van die blootgestelde werkers. Tydens die studie het die outeurs bereken dat indien die werkers blootgestel word aan 'n HF-gas lugkonsentrasie van 3 dpm, daar ongeveer 57.9 µg/λ fluoried in die serum en 2 mg/λ fluoried in die urine van die blootgestelde werkers sou wees (Kono *et al.*, 1993).

Die meeste simptome wat veroorsaak word deur HF-gasblootstelling, kom in die boonste lugweë en oë voor (Hjortsberg *et al.*, 1994 soos aangehaal deur Lund *et al.*, 1997). Simptome van die lae respiratoriese weg, soos byvoorbeeld hoes, kom voor by 'n lae HF-konsentrasie. Die moontlike rede hiervoor is dat dit oplosbaar is in water (Morris & Smith, 1978).

2.3.4.5 Kanker

'n Verhoging van fluoriedblootstelling kan aanleiding gee tot respiratoriese kanker (Grandjean *et al.*, 1993).

Die helfte van die geabsorbeerde fluoried word vinnig deur die urine uitgeskei en dit kan aanleiding gee tot blaaskanker (Grandjean *et al.*, 1993).

2.3.4.6 Oogeffekte

Die oë is baie gevoelig vir HF-gasblootstellings. Tydens blootstelling aan HF-gas word die oë geïrriteer, wat 'n brandsensasie veroorsaak (Baker, 1995; Salls, 1924). Okkulêre blootstelling aan HF kan die korneale en die verbindingsepitheel beskadig. Dit kan lei tot kornea-edeem, verbindingsisgemie en chemotaksis (McCulley *et al.*, 1983).

Indien fluoried die kornea dieper penetreer, kan kornea-opakifikasie en nekrose in die anteriorholtestrukture voorkom (Kirkpatrick *et al.*, 1995).

2.3.4.7 Sistemiese effekte

Tydens inaseming van HF-gas is daar 'n hoë risiko vir sistemiese toksisiteit. Die sistemiese effek van HF is primêr die versteuring van die elektroliete, wat aanleiding gee tot hipokalsemie, hipomagnesemie en asidose (Kirkpatrick *et al.*, 1995; Upfal & Doyle, 1990).

2.3.5 BEPALING VAN BLOOTSTELLING

2.3.5.1 Lugmonitering

Daar moet op 'n gereelde basis evaluasies van HF-gas gedoen word. Dit kan gedoen word deur lug monsters te versamel (Aquire Database, 1989).

2.3.5.2 Fluoriedkonsentrasie in die urine

Daar kan ook van biologiese monitering gebruik gemaak word om HF-gasblootstelling te evalueer. Dit word gedoen deur die fluoriedkonsentrasie in die urine te bepaal. Die fluoriedkonsentrasie in die urine het 'n liniêre verband met die HF-gaskonsentrasie in die lug. Die voor-skofmonster gee 'n aanduiding van die bio-akkulumering van fluoried en die na-skofmonster die blootstelling in die werkplek (Kono *et al.*, 1993; Walmsley, 1997).

2.3.5.3 Fluoriedkonsentrasie in die serum

Die hoofelimineringsweg van HF is via die niere. Dus is die fluoriedkonsentrasie in die urine 'n goeie indikator van die beroepsblootstelling van HF-gas (Kono *et al.*, 1992).

Zoder *et al.*, (1977) stel voor dat urienfluoriedanalise na 'n werkskof gedoen moet word. Daar bestaan 'n liniêre verband tussen die gemiddelde urienfluoriedkonsentrasie en die HF-gas in die lug (Kono *et al.*, 1992; Zoder, 1977).

2.3.5.4 Fluoriedkonsentrasie in hare

Daar bestaan 'n liniêre verband tussen die fluoriedkonsentrasie in die hare en HF-gas lugkonsentrasie (Kono *et al.*, 1993).

2.3.5.5 Mediese toetse vir HF blootgestelde werkers

Tydens die mediese ondersoek voor indiensintreding, moet longfunksietoetse gedoen word. Indien HF-gasblootstellingsimptome ontwikkel, moet die volgende toetse gedoen word:

- Lewer- en nierfunksietoetse; en
- bors X-strale na akute blootstelling (Aquire Database, 1989).

HOOFSTUK 3

METODES

3.1 GERAASMETINGS

3.1.1 Apparaat

- Quest 1900 (Tipe 1), integrerende klankpeilmeter met serie nommer CC6040029.
- Brüel en Kjaer mikrofoon tipe 4936, serie nommer 2064169.

3.1.2 Kalibrering

- Gekalibreer deur HEWLETT PACKARD op 10 Junie 1998.
- Voor en na elke geraas meting is daar gekalibreer met behulp van 'n Quest QC-10 akoestiese kalibrasie bron (serie nommer, QE 6080004).

3.1.3 Prosedure vir die bepaling van klankdruk vlakke

- Vloerplanne van al die werkplekke wat gemoniteer moes word, is verkry. Dit is verkry omdat die klankpeilvlakke wat gemeet word, daarop aangedui word.
- $L_{A,T}$ is bepaal.
- Daar is gesorg dat wind nie die lesings beïnvloed nie, deur 'n windkous te gebruik. Die apparaat is ten alle tye volgens die vervaardiger se voorskrifte gebruik.
- Die metode soos beskryf in SABS-gebruikskode 083:1996 is deurgaans gebruik.

3.1.4 Berekeninge

Gemiddelde klankpeile

$$(L_{AR,T})_{av} = 10 \text{Log} \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{(L_{AR,T})_i / 10} \right)$$

3.2 SUPERFOSFAATSTOFMONITERING

3.2.1 Apparaat

- 10 MSA Escort Elf persoonlike monsterneming pompies en MSA Omega battery laaier.
- 'n Seepbelburet
- 'n Vyf desimaal Sartorius BP210D skaal is gebruik.
- Akklimatisasie kas.

3.2.2 Kalibrasie

- Daar is 'n seepbelburet gebruik, om die persoonlike monsternemings pompies voor en na monitering te kalibreer.
- Die vloeitempo was 2 liter per minuut.

3.2.3 Moniterings prosedure

- As gevolg van die rondbeweeg van werkers in die aanleg is op persoonlike en nie areastofmonitering besluit nie. Al die werkers aan skof is gemoniteer. Dus dit verseker dat die hoogste blootgestelde werker gemoniteer word.

Persoonlike monitering

- NIOSH metode 0500, is gebruik vir die monitering van totale stof. Die stofanalises is deur die Algemene Chemiese Laboratorium van die SABS gedoen. Dit is gedoen deur middel van X-straal fluoresensiespektrometrie.
- Daar is van sellulose-esterfilters, met 'n deursnit van 37 mm en 'n porieëgrootte van 0.8 mikron en 37 mm sellulose ondersteuningskywe gebruik gemaak.
- Alle filters is oornag gelaat in 'n akklimatisasiekas om te akklimatiseer.
- Elke filter is drie keer geweeg en 'n gemiddeld is geneem. Die geweegde filters is hierna in filterkassette geplaas en verseël.
- Die pompies is na elke 30 minute gekontroleer of dit nog werk en of daar voldoende stof op die filters versamel het. Die pompies is na monitering afgeskakel en die tyd is genoteer. Die moniteringstyd was tussen 3-4 ure. Die rede vir hierdie kort moniteringstyd was, omrede die stof konsentrasies so hoog was.
- Die filterhouers is verwyder en verseël.
- Filters is weer vir 24 uur geakklimatiseer.
- Die filters, sowel as die kontrolefilters, is drie keer geweeg en 'n gemiddelde massa is verkry. Die massaverskil van die kontrolefilters is as korreksiefaktor gebruik om te vergoed vir die massaverandering van die filters as gevolg van die absorpsie of verlies van waterdamp.

3.2.4 Berekeninge

- Volume lug :

$$volume = \frac{vloeitempo \times tyd(\text{min})}{1000} m^3$$

- Stofmassa op filter:

$$massa(mg) = [Eind(mg) - Begin(mg)] \pm korreksie(mg)$$

- Stofkonsentrasie:

$$stofkonsentrasie = \frac{massa(g) \times 1000}{volume(m^3)} mg/m^3$$

3.3 WATERSTOFFLUORIEDGASMONITERING

3.3.1 Apparaat

- 'n Kwaliteit 1, Dräger Gas Detektor Pomp Model 31 (serie nommer 04153179M) en absorpsie buisies (serie nommer MC 0372) is gebruik.
- Gewaste SKC silikagel absorpsie buisies.
- Lugvloei deur die SKC absorpsie buisie is bewerkstellig deur middel van Gillian persoonlike monsterneming konstantevloei pompies, wat voorsien was van lae vloei eenhede (serie nommers: 12176, 12121, 12116, 12172).

3.3.2 Kalibrasie

- Daar is 'n seepbelburet gebruik, om die persoonlike monsternemings pompies voor en na monitering te kalibreer.
- Die vloeitempo was 0.3 liter per minuut.

3.3.3 Prosedure

HF-gasbepalings is met behulp van twee metodes gedoen:

1. Met met behulp van Drägerbuisie;

2. 'n Meer akkurate bepaling van HF-gas met behulp van silikagelbuis en laboratoriumanalise.

Die Drägerbuis-metode is gebruik om vas te stel of daar HF-gas in die omgewing teenwoordig is. Die meting van die hoeveelheid HF-gas teenwoordig, is die meer akkurate silikagel buise gebruik en met behulp van laboratorium analises gekwantifiseer.

Omdat die Drägerbuis-foutgrens $\pm 25\%$ is, is die duurder akkurate analitiese metode gebruik in alle werkplekke waar die HF-gaskonsentrasie hoër was as die korttermyn beroepsblootstellingsdrempel (BBd)-waardes en 25% minus die korttermyn BBd-waarde.

Drägerbuis-monitoring

- Die werkplek van elke werker waar daar waarskynlik HF-gas was, is gemoniteer.
- Daar is drie metings per area op verskillende tye van die dag gedoen, naamlik om 09:00, 12:00 en 14:00, om vas te stel of daar variasies is in die HF-gaskonsentrasie op verskillende tye van die dag is. Die tyd wanneer die gaskonsentrasie op sy hoogste was is bepaal.
- Die Dräger HF-detektorbuis is aan die Dräger-pompie gekoppel en 20 volumes lug is deur die buis gepomp soos deur die metode vereis word.
- Die Dräger HF-detektorbuis verkleur van blou na pienk in die teenwoordigheid van HF-gas.
- Die mate van verkleuring dui die konsentrasie HF-gasteenwoordigheid aan.
- Die konsentrasie gas word op 'n skaal op die buisies aangedui.

Silikagelbuismonitering

- Die gewaste silikagelabsorpsiebuis is in buishouers geplaas en aan die Gillian persoonlike monsternemingpompe gekoppel wat van lae vloeieenhede voorsien was.
- Twee pompe, elk met 'n silikagelbuis, is aan elke werker gekoppel.
- Die pompe is aangeskakel en die tyd is genoteer.
- Die moniteringstyd was slegs 10 minute per buis. Die tyd is bepaal, deur die HF-konsentrasie wat verkry tydens die gebruik van die Drägerbuis in berekening te bring.
- Die silikagelbuis-HF-monitering is slegs gedoen op die tyd van die dag waar die HF-konsentrasie volgens die Dräger-metode die hoogste geblyk te wees het.
- Die fluoriedbepalings is deur middel van ionchromatografie gedoen (NIOSH-metode 7903).
- Om die waarskynlikheid van akkurate resultate te verhoog, is een van die twee monsters wat per werker geneem is, ontleed deur die chemiese laboratorium by Naschem en die ander by die Suid-Afrikaanse Buro van Standaarde (SABS).

3.3.4 Berekeninge:

Volume lug (m^3) :

$$m^3 = \frac{\text{vloeitempo}(\lambda / \text{min}) \times \text{tyd}(\text{min})}{1000}$$

HF-gaskonsentrasie (mg/m^3) volgens NIOSH metode 7903:

$$mg/m^3 = \frac{F(\text{gram}) \times 1000 \times 1,053}{\text{volume}(\lambda)}$$

3.4 BESKRYWING VAN MEETAREAS

3.4.1 Geraasmeetareas

Die geraassones is in die volgende areas bepaal:

Korrel 1-aanleg

- Korreldrom
- Skroptoring

Korrel 2-aanleg

- Siwwe (bo)
- Siwwe (onder)
- Skaalarea

Meulkamer

- Vloeroppervlakte

Ketelhuis

Kompressorhuis

Verpakkingsarea

- Seëlmasjien

Die areas is betrokke by die vervaardiging van kunsmis, deur dit te maal, te droog en te korrel of te verpak.

3.4.2 Superfosfaatstofmeetareas

Die stofkonsentrasies is in die omgewingslug van werkers in die volgende areas bepaal:

1. Korrel 1-aanleg.
2. Korrel 2-aanleg.

3. Meulkamer.

Tydens die vervaardiging van kunsmis moet die primêre grondstowwe eers gemaal word. In die meulkamer word die rots fyngehaal. In die Korrelaanlegte word die kunsmis hoofsaaklik gedroog en word korrels gevorm.

3.4.3 HF-gasmeetareas

Waterstoffluoriedgasbepalings is gedoen in verskillende werkplekke van die Broadfields-aanleg. Alle werkers aan skof is gemoniteer asook verskeie statiese monsters is geneem.

Die proses in die Broadfields-aanleg behels die intermediêre produk vorming vir die korrelproses. Fosforsuur, swaelsuur en kalsiumrots word hoofsaaklik gebruik tydens hierdie proses.

HOOFSTUK 4

RESULTATE EN BESPREKING

Met hierdie studie is die mate van blootstelling aan omgewingstressors, naamlik superfosfaatstof en waterstoffluoriedgas in 'n kunsmisfabriek, sowel as die ekwivalente geraasvlak van sekere areas bestudeer. Die mediese verslae van die werkers is ook bestudeer, om vas te stel of daar moontlike gesondheidseffekte voorkom, wat veroorsaak word deur die gemoniteerde stressors.

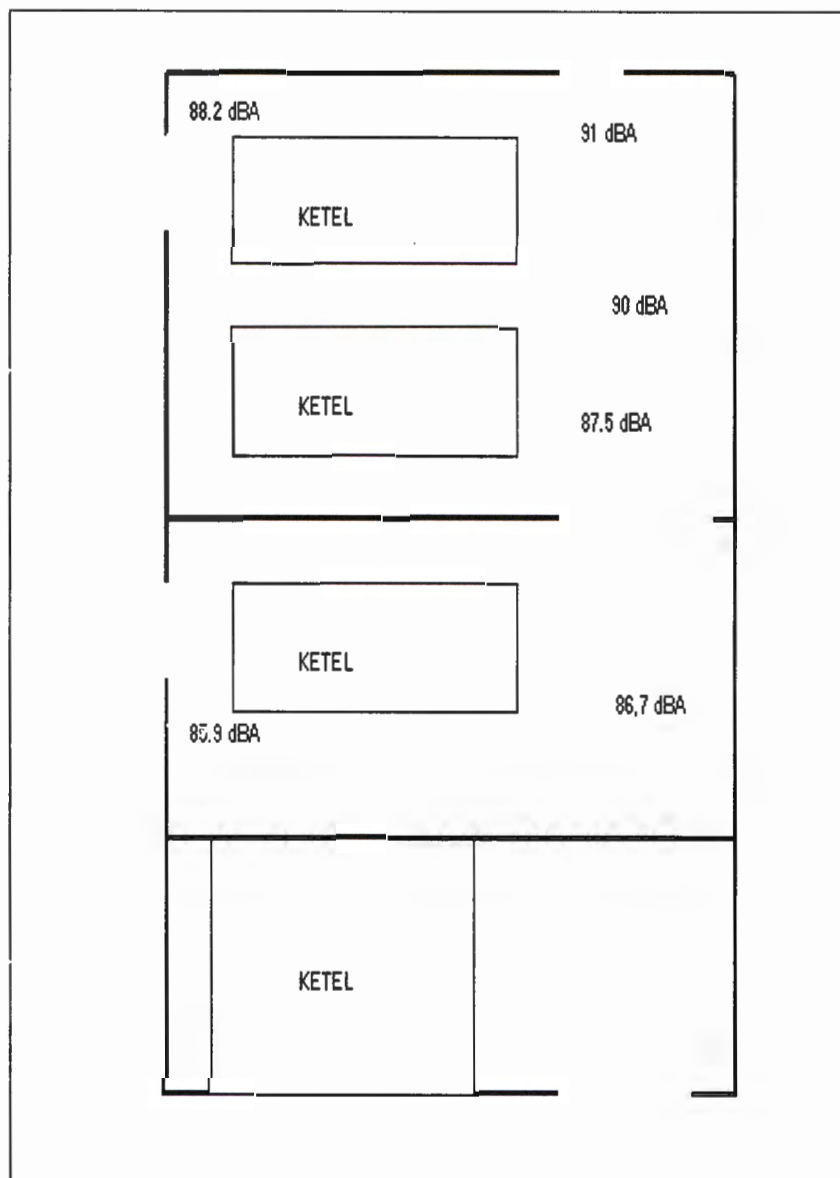
Daar is in nege werkplekke geraassoneerings gedoen, naamlik in die Korrel 1-aanleg se korreldrom en skroptoringareas, die Korrel 2-aanleg se sif- en skaalarea, die meulkamer, ketelhuis, kompressorhuis en die verpakkingsarea.

Persoonlike superfosfaatstofblootstelling is in drie areas gemeet, naamlik by die Korrel 1- en Korrel 2-aanlegte en die meulkamer. Tydens die vervaardiging van kunsmis moet die primêre grondstowwe eers gemaal word. In die meulkamer word die kalsiumrots fyngemaal. In die korrelaanlegte word die kunsmis hoofsaaklik laat korrels gevorm en gedroog. In Superfosfaatstof is daar 'n groot verskeidenheid onsuiverhede, wat moontlik nadelig kan wees op die werkers se gesondheid.

Waterstoffluoriedgaskonsentrasies is in verskillende werkplekke van die Broadfields-aanleg gemoniteer. Alle werkers aan skof, se HF-gas blootstelling is gemoniteer. Verskeie statiese monsters is ook geneem. Die proses in die Broadfields-aanleg behels die intermediêre produkvorming vir die korrelproses. Fosforsuur, swaelsuur en kalkrots word hoofsaaklik tydens hierdie proses gebruik.

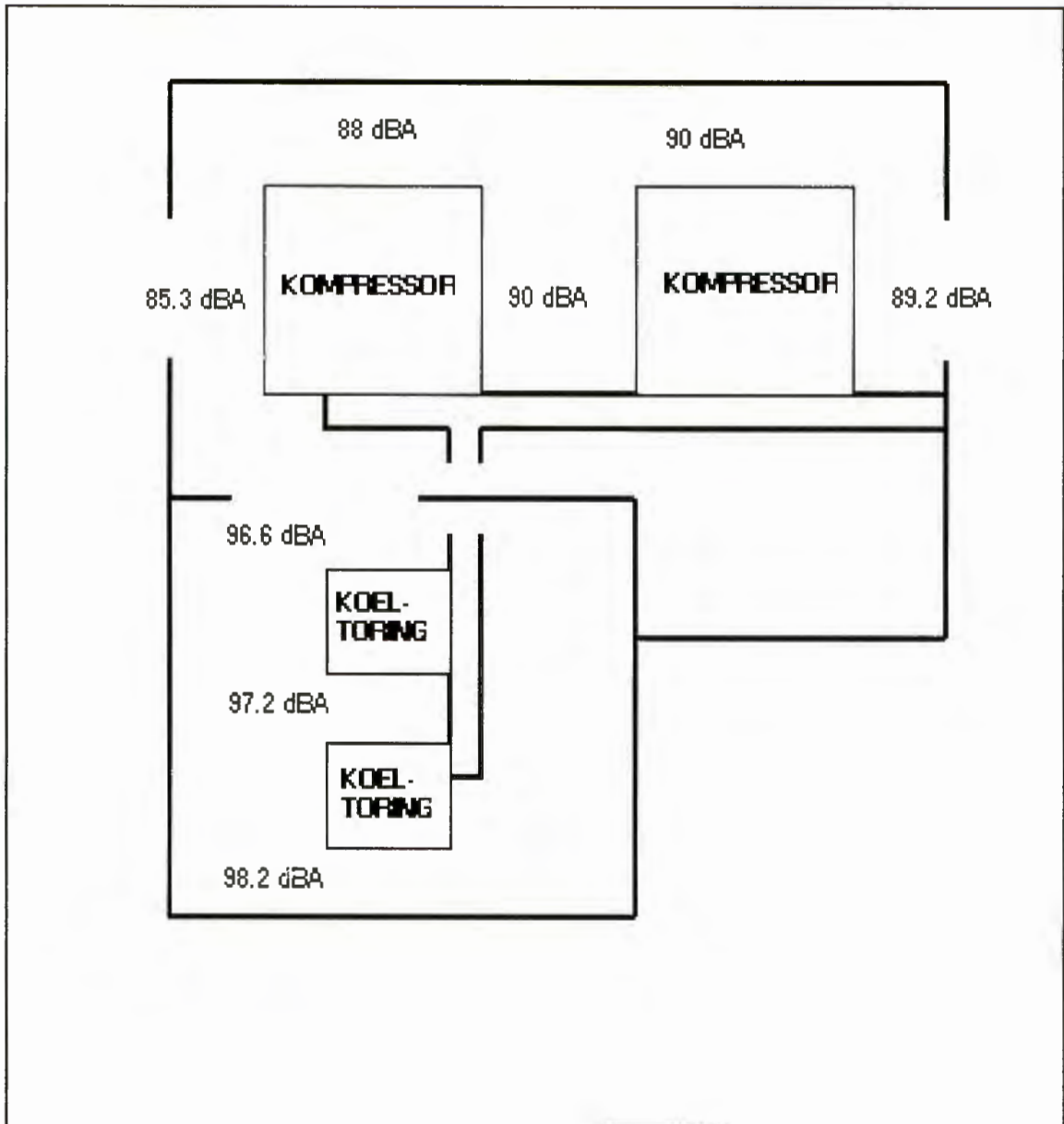
4.1 GERAAS

4.1.1 KETELHUIS



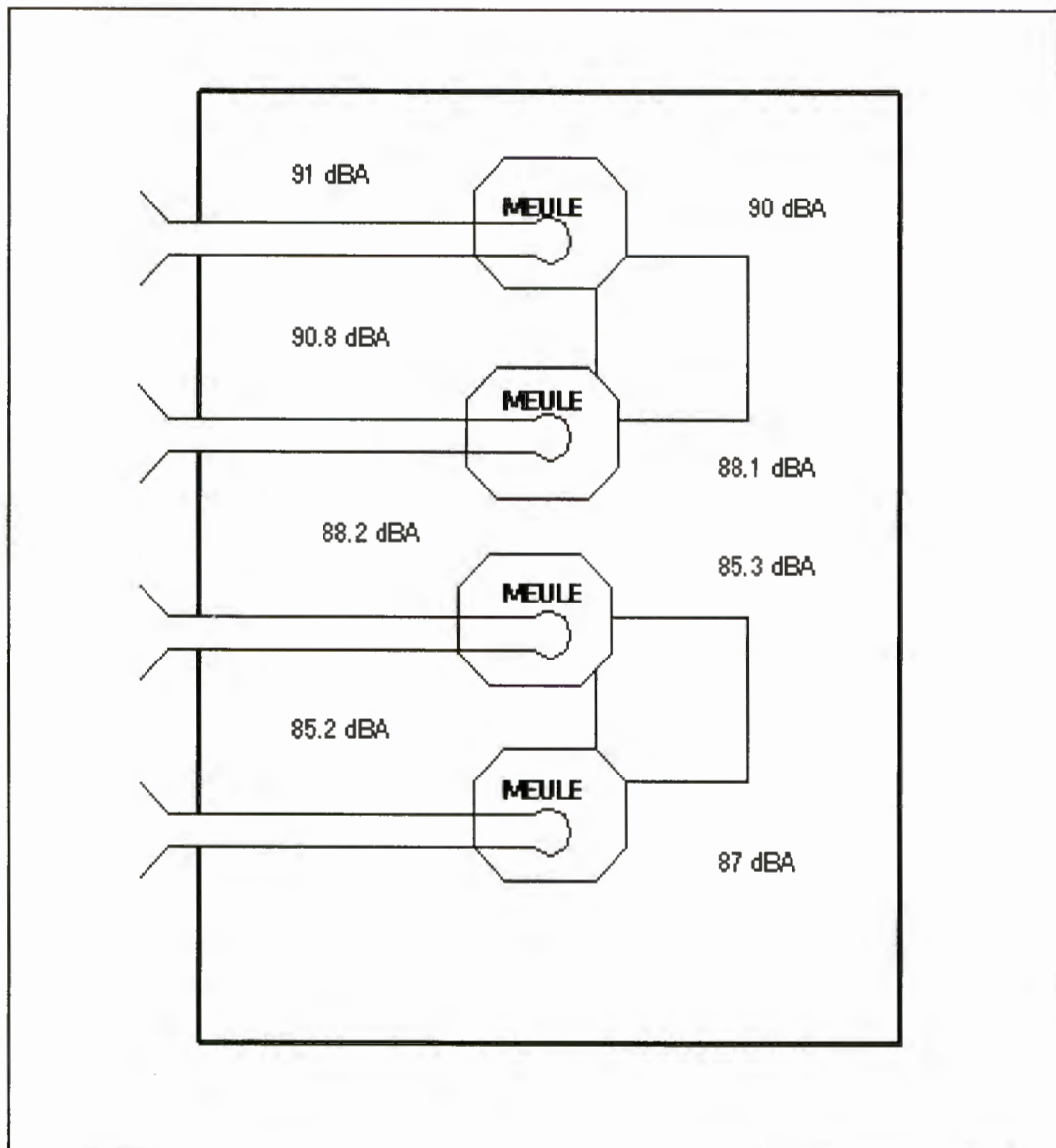
Figuur 4.1: Vloerplan van die ketelhuis. Enkele van die metings wat geneem is, word aangedui op die vloerplan in die area waar die metings geneem is. Dit gee 'n aanduiding van die verspreiding van die geraasintensiteite. Die hele gebou is as 'n geraassone gesoneer, omdat al die lesings 85 dB(A) oorskry het. Die ekwivalente geraasvlak in die ketelhuis was 88,59 dB(A).

4.1.2 KOMPRESSORHUIS EN KOELTORING AREA



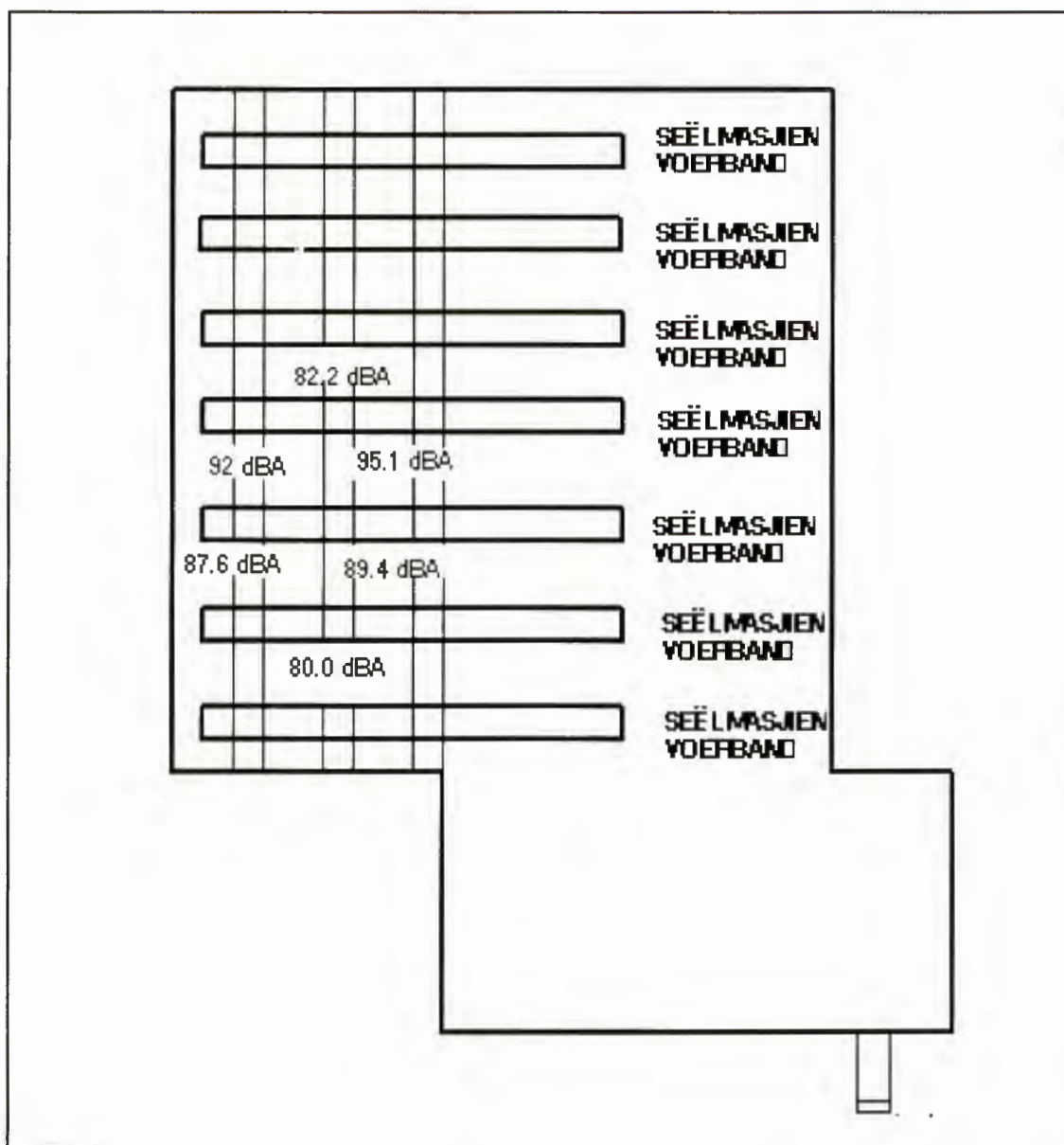
Figuur 4.2: Vloerplan van die kompressorhuis. Enkele van die metings wat geneem is, word aangedui op die vloerplan in die area waar die metings geneem is. Dit gee 'n aanduiding van die verspreiding van die geraasintensiteite. Die hele gebou is in twee geraassone gesoneer, omdat al die lesings 85 dB(A) oorskry het. Die ekwivalente geraasvlakke in die kompressorhuis was 88.81 dB(A) en die koeltoring was 97.38 dB(A).

4.1.3 MEULKAMER: VLOEROPPERVLAKTE



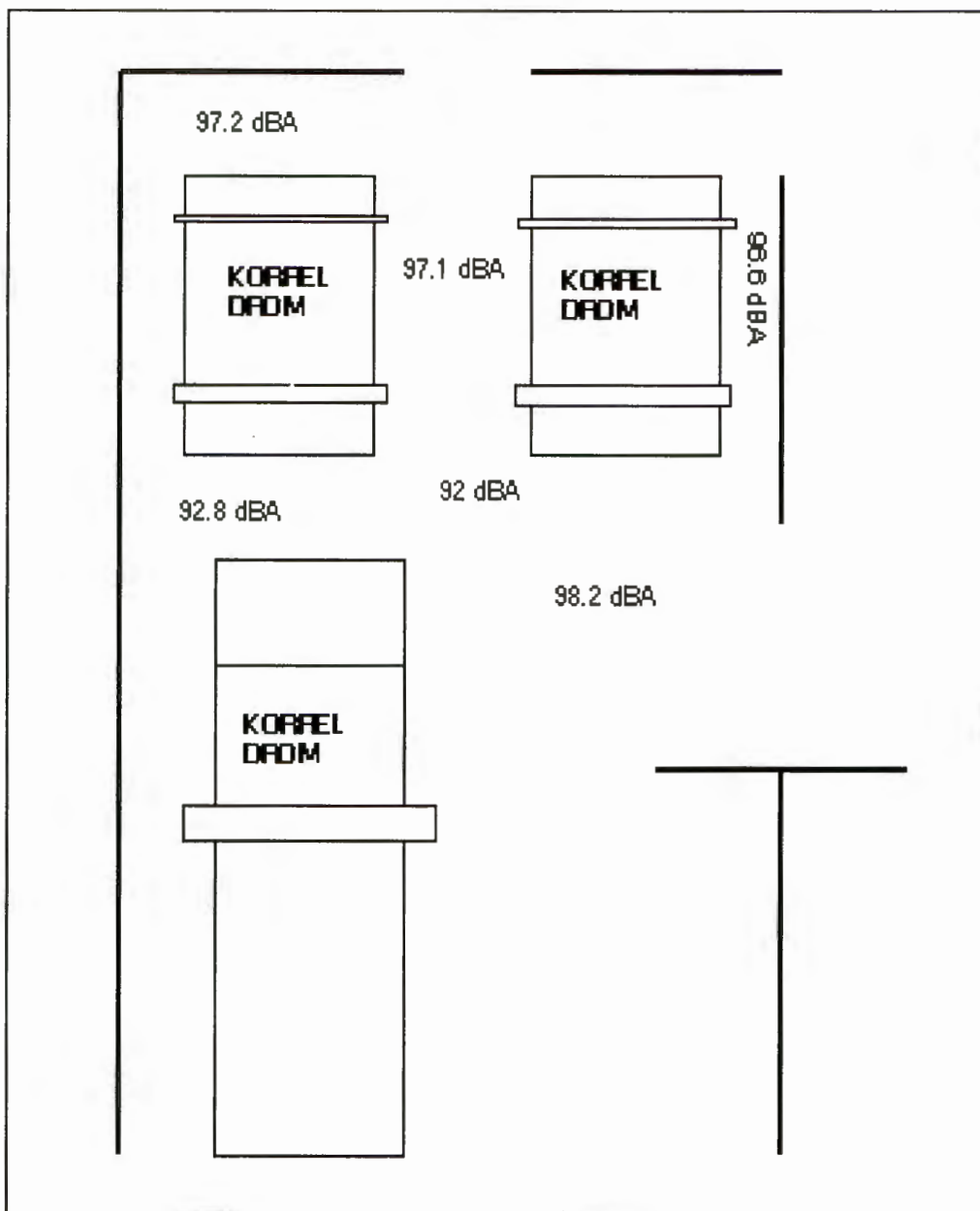
Figuur 4.3: Vloerplan van die meulkamer. Enkele van die metings wat geneem is, word aangedui op die vloerplan in die area waar die metings geneem is. Dit gee 'n aanduiding van die verspreiding van die geraasintensiteite. Die hele gebou is as 'n geraassone gesoneer, omdat al die lesings 85 dB(A) oorskry het. Die ekwivalente geraasvlak in die meulkamer was 88,32 dB(A).

4.1.4 VERPAKKINGSAREA



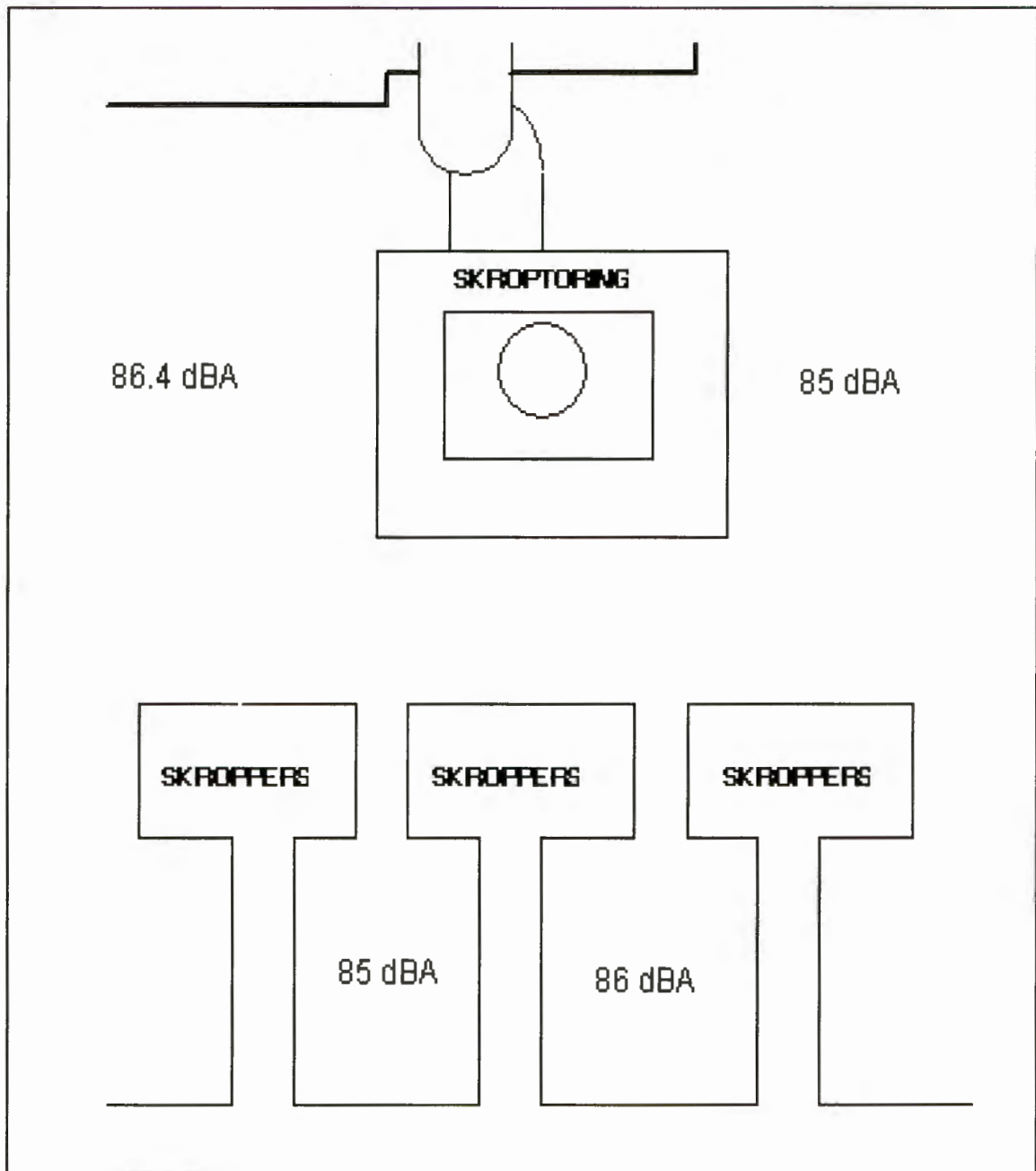
Figuur 4.4: Vloerplan van die seëlmasjienarea. Enkele van die metings wat geneem is, word aangedui op die vloerplan in die area waar die metings geneem is. Dit gee 'n aanduiding van die verspreiding van die geraasintensiteite. Die hele area is as 'n geraassone gesoneer.

4.1.5 KORREL 1-AANLEG: KORRELDROM



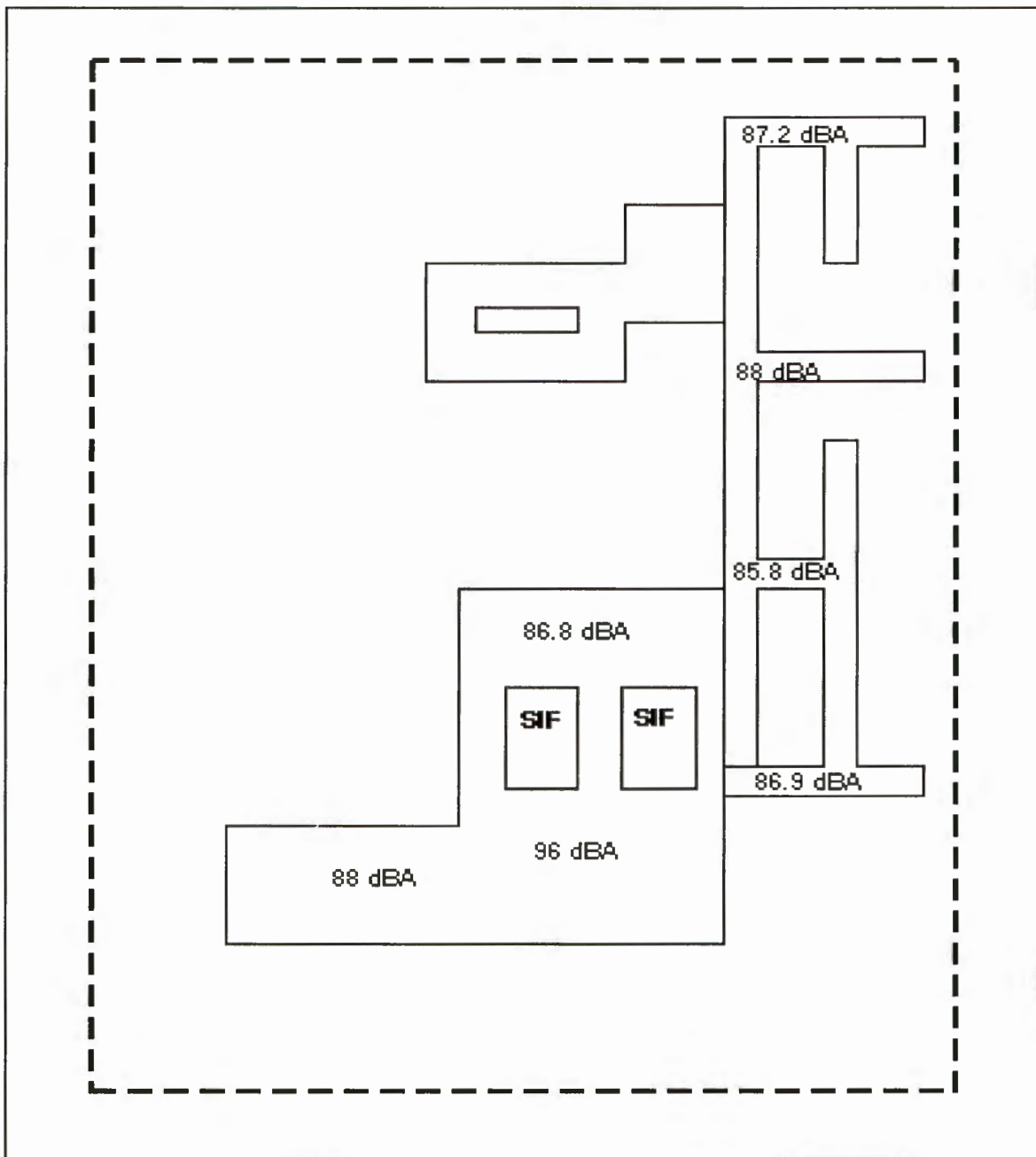
Figuur 4.5: Vloerplan van die korreldrom. Enkele van die metings wat geneem is, word aangedui op die vloerplan in die area waar die metings geneem is. Dit gee 'n aanduiding van die verspreiding van die geraasintensiteite. Die hele gebou is as 'n geraassone gesoneer, omdat al die lesings 85 dB(A) oorskry het. Die ekwivalente geraasvlak in die korreldrom was 96.21 dB(A).

4.1.6 KORREL 1-AANLEG: SKROPTORING



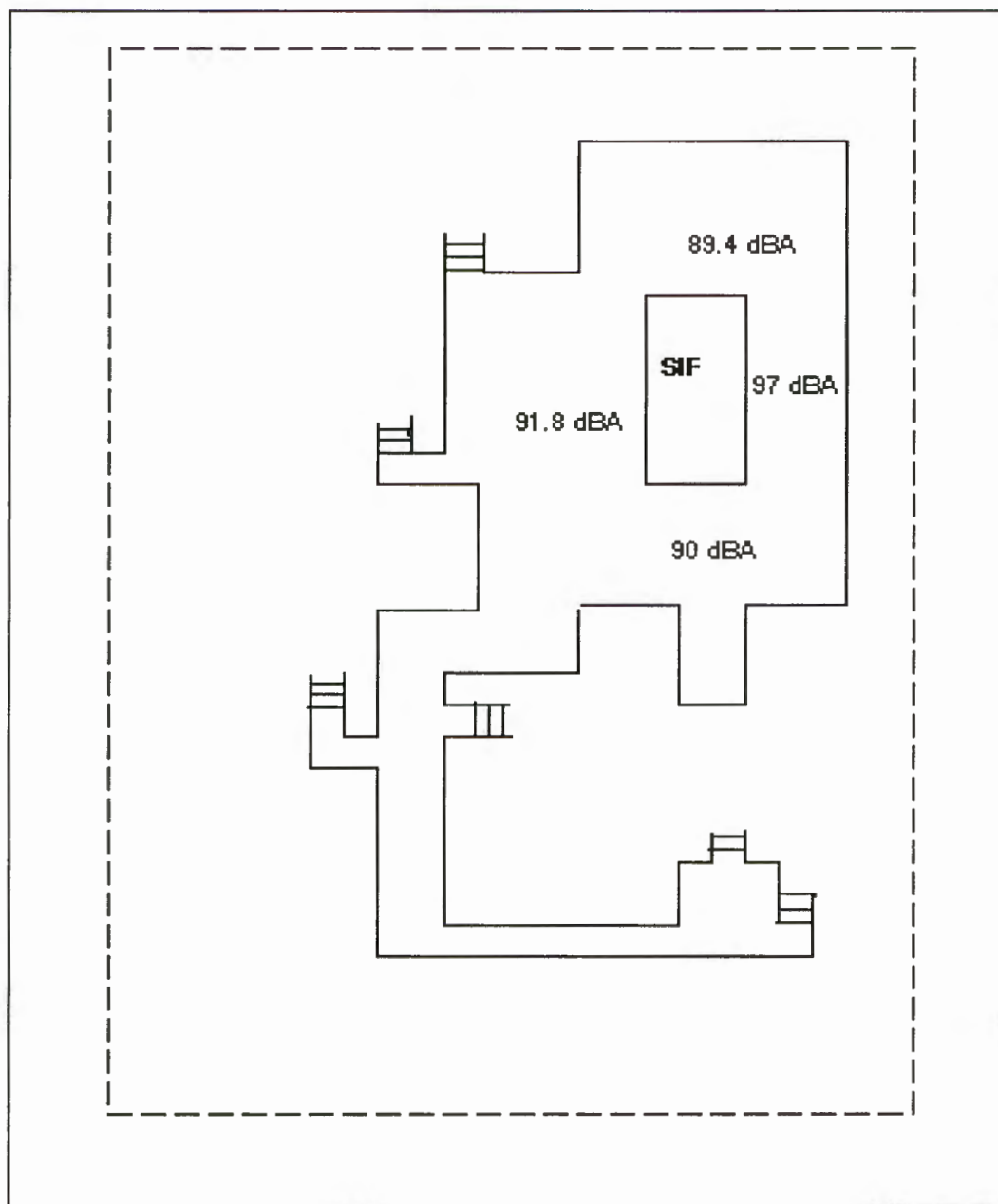
Figuur 4.6: Vloerplan van die skroptoring. Enkele van die metings wat geneem is, word aangedui op die vloerplan in die area waar die metings geneem is. Dit gee 'n aanduiding van die verspreiding van die geraasintensiteite. Die hele gebou is as 'n geraassone gesoneer omdat al die lesings 85 dB(A) oorskry het. Die ekwivalente geraasvlak in die skroptoring was 85,83 dB(A).

4.1.7 KORREL 2-AANLEG: SIWWE-AREA (BO)



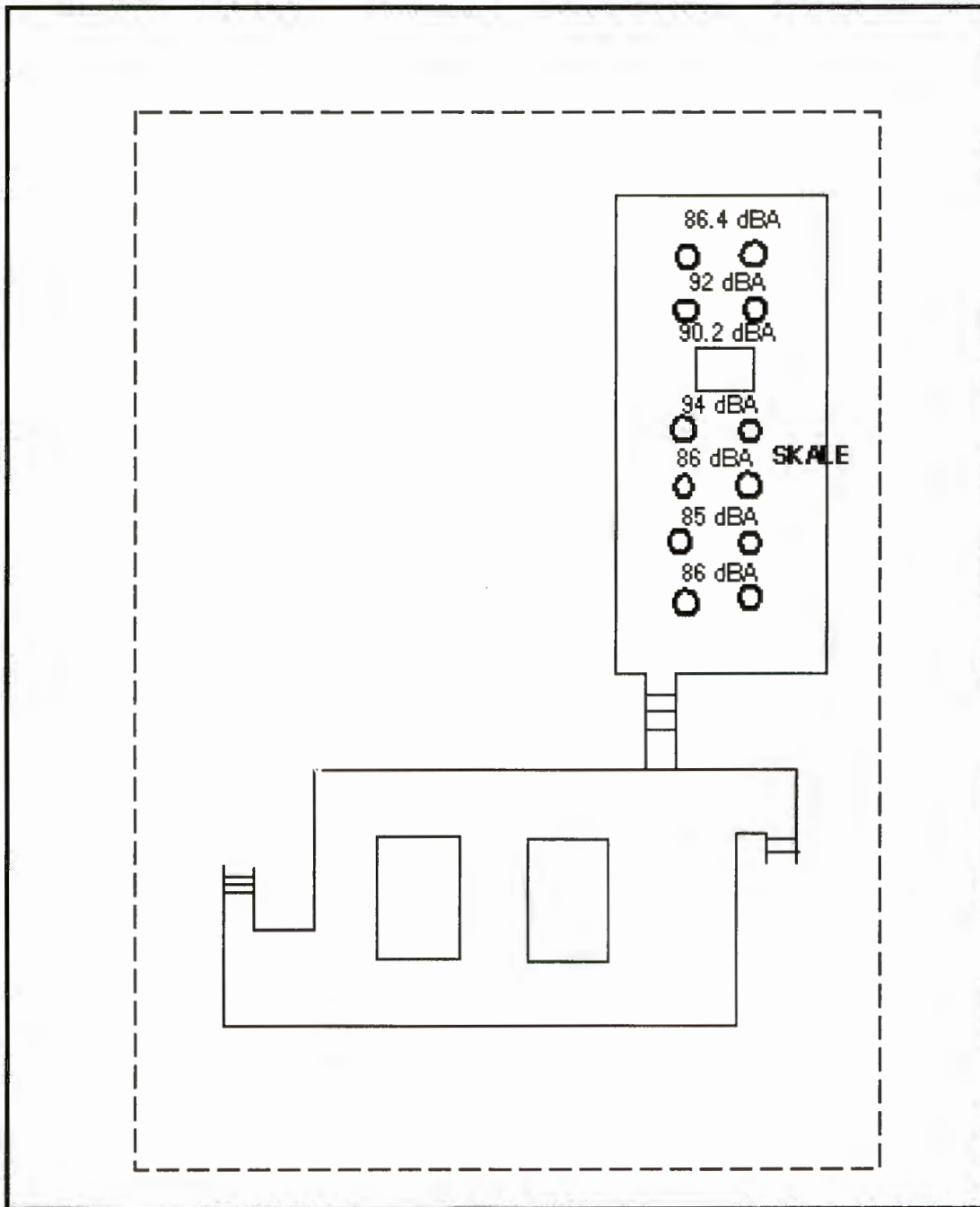
Figuur 4.7: Vloerplan van die sifarea (bo). Enkele van die metings wat geneem is, word aangedui op die vloerplan in die area waar die metings geneem is. Dit gee 'n aanduiding van die verspreiding van die geraasintensiteite. Die hele gebou is as 'n geraassone gesoneer omdat al die lesings 85 dB(A) oorskry het. Die ekwivalente geraasvlak in die sifarea (bo) was 90,07 dB(A).

4.1.8 KORREL 2-AANLEG: SIWWE-AREA (ONDER)



Figuur 4.8: Vloerplan van die sifarea (onder). Enkele van die metings wat geneem is, word aangedui op die vloerplan in die area waar die metings geneem is. Dit gee 'n aanduiding van die verspreiding van die geraasintensiteit. Die hele gebou is as 'n geraasone gesoneer omdat al die lesings 85 dB(A) oorskry het. Die ekwivalente geraasvlak in die sifarea (onder) was 93,22 dB(A).

4.1.9 KORREL 2-AANLEG: SKAALAREA



Figuur 4.9: Vloerplan van die skaalarea. Enkele van die metings wat geneem is, word aangedui op die vloerplan in die area waar die metings geneem is. Dit gee 'n aanduiding van die verspreiding van die geraasintensiteite. Die hele gebou is as 'n geraassone gesoneer omdat al die lesings 85 dB(A) oorskry het. Die ekwivalente geraasvlak in die skaalarea was 89,81 dB(A).

'n Geraassone is 'n area waar die ekwivalente geraasvlak gelyk of hoër is as 85 dB(A). In die SABS kode 083:1993, mag geen werksarea se ekwivalente geraasvlak hoër wees as 85 dB(A).

In al die gevalle, met uitsondering van die verpakkingsarea (Figuur 4.4), was al die klankpeile gemeet hoër of gelyk aan 85 dB(A). By die verpakkingsarea (seëlmasjienarea) was slegs een van die sewe seëlmasjienvoerbande in werking en was dit moontlik die rede waarom daar waardes laer as 85 dB(A), was. Indien daar gekyk word na die klankpeile gemeet naby die werkende voerbande is die klankpeile hoër as 85 dB(A). Daar kan aangeneem word dat die ander voerbande se ekwivalente geraasvlakke dieselfde sal wees as die werkende voerband se geraasvlak. Dus die hele seëlmasjienarea is as voorsorgmaatreël as 'n geraassone geklassifiseer, omdat die gemiddelde klankpeil hoër as 85 dB(A) is. Die gemiddelde ekwivalente geraasvlak sal moontlik nog hoër wees indien al sewe seëlmasjienvoerbande in werking is. Die metings sal egter herhaal moet word wanneer al die seëlmasjienvoerbande in werking is om hierdie vermoede te bevestig.

In die literatuur is gevind dat geraas 'n nadelige effek op die werker of die mens se gehoor het. Daar is vier tipes kwantifiseerbare effekte, naamlik tydelike drempelverskuiwing, permanente drempelverskuiwing, geraasgeïnduseerde gehoorverlies en beroepsdoofheid (Malerbi, 1989a).

Tydlike drempelverskuiwing word veroorsaak tydens 'n matig tot harde geraasblootstelling en het slegs 'n tydelike effek op die gehoor. Die herstelperiode is ongeveer 40 uur. Die menslike oordrom bars of skeur by 'n kort periode blootstelling aan hoë-intensiteitgeraas. Soms is daar verlengde verlies aan waarnemingsvermoë van hoë frekwensies (9000Hz) (Bell, 1966).

Indien die herstel van tydelike drempelverskuiwing onvolledig is, kan dit tot permanente drempelverskuiwing lei. Dit kan ontstaan as gevolg van 'n

voortdurende blootstelling aan geraas oor tien jaar (Malerbi, 1989b). Permanente drempelverskuiwing is onomkeerbaar (Malerbi, 1989a).

'n Langdurige blootstelling aan geraas veroorsaak metaboliese veranderinge in die ouditoriese reseptorselle en senuwees, wat tot degenerasie van die selstruktuur lei. (Marais, 1994). Daar is gevind dat die oormaat geraasblootstelling 'n onomkeerbare effek op die ondersteuningstafies van die Orgaan van Korti het deurdat die ondersteuningstafies breek (Fredelius, 1988 soos aangehaal in Harding *et al.*, 1992).

Geraasgeïnduseerde gehoorverlies kan ontstaan as gevolg van 'n eenmalige blootstelling aan 'n harde klank of geraas of deur 'n herhaaldelike blootstelling aan 'n verskeidenheid van hardheidsvlakke. Blootstelling aan beskadigende klanke beskadig die sensoriese haarselle van die binne-oor en die ouditoriese senuwees (National Institute on Deafness and Other Communication Disorders, 1997).

Die langdurige blootstelling aan geraas lei tot gehoorverlies. Beroepsdoofheid is gewoonlik bilateraal, maar een oor kan meer geaffekteer word indien die geraas oneweredig versprei word (Katsuki, 1957 soos aangehaal in Bell, 1966).

Tinnitus is 'n algemene klagte wat by werkers voorkom wat aan geraas blootgestel word (Phoon *et al.*, 1993). Lae-klanktinnitus kom normaalweg voor tydens geraasgeïnduseerde gehoorverlies (Acton & Grime soos aangehaal in Malerbi, 1989a).

Phoon *et al.* 1993 het 'n studie gedoen om werkers wat aan klankpeile hoër as 85 dB(A) blootgestel is, te monitor. 'n Getal van 808 werkers is tydens die studie met geraasgeïnduseerde doofheid gediagnoseer. 'n Persentasie van 23,3 van die geraasblootgestelde werkers het tinnitus gehad, terwyl 'n studie deur Alberti aangetoon het dat 58% van die werkers tinnitus het (Phoon *et al.*, 1993).

Dus is bewys dat klankpeile hoër as 85 dB(A) nadelig is vir die mens.

In Noord-Amerika word ongeveer 30-60% werkers aan geraasvlakke bo 85 dB(A) (Franks, 1990) blootgestel. Daar is gevind dat tussen 20-50% van die werkers nie die voorgeskrewe gehoorbeskermingstoerusting dra nie. In 'n ander studie is bevind dat 42% van die werkers nie hul gehoorbeskermingstoerusting dra nie (Melamed *et al.*, 1994).

Beperkinge wat deur geraas in die nywerheid veroorsaak word, is kommunikasiebelemmering, werkbelemmering en maskering van waarskuwingseine (Cohen & Dukes-Dobos, 1985; Michael 1972). Indien die klankpeilmeting hoër is as 90 dB(A), kan dit 'n nadelige effek op die werker se produktiwiteit hê (Cohen & Dukes-Dobos, 1985). Moegheid en irritasie wat ontstaan as gevolg van skofwerk, kom voor in die teenwoordigheid van geraasvlakke bo 85 dB(A) (Melamed & Bruhis, 1996).

In studies is bevind dat daar 'n verband is tussen geraas en veranderinge in die kardiovaskulêre sisteem, endokriene en immuunsisteme, verspreiding in die gastroïntestinale weg, fisiologiese en psigologiese stres en fetusabnormaliteite (McGuire, 1991b).

Daar is bevind dat geraasblootstelling laer as 85 dB(A) die diastoliese bloeddruk en katesjolanienafskeiding verhoog (Andrén, 1980 soos aangehaal in Lercher *et al.*, 1993). Peterson *et al.*, 1981 het bevind dat ape wat nege maande vir agt ure lank aan geraas van 85 dB(A) blootgestel is, se bloeddruk verhoog het (Peterson *et al.*, 1981 soos aangehaal in Lercher *et al.*, 1993).

Geraassonerings is in nege areas gedoen en al die areas is as geraassones geïdentifiseer. Die gemiddelde klankpeile is van elke area bereken en al die areas was bo 88 dB(A). Slegs een area was wel bo 85 dB(A). Die areas moet aangedui word as 'n geraassones deur die aanbring van die nodige

waarskuwingstekens. Persoonlike beskermingsmaatreëls moet onmiddellik getref word.

In Hoofstuk 5 sal aandag gegee word aan die oplossing van die probleem en die voorsorgmaatreëls wat getref kan word.

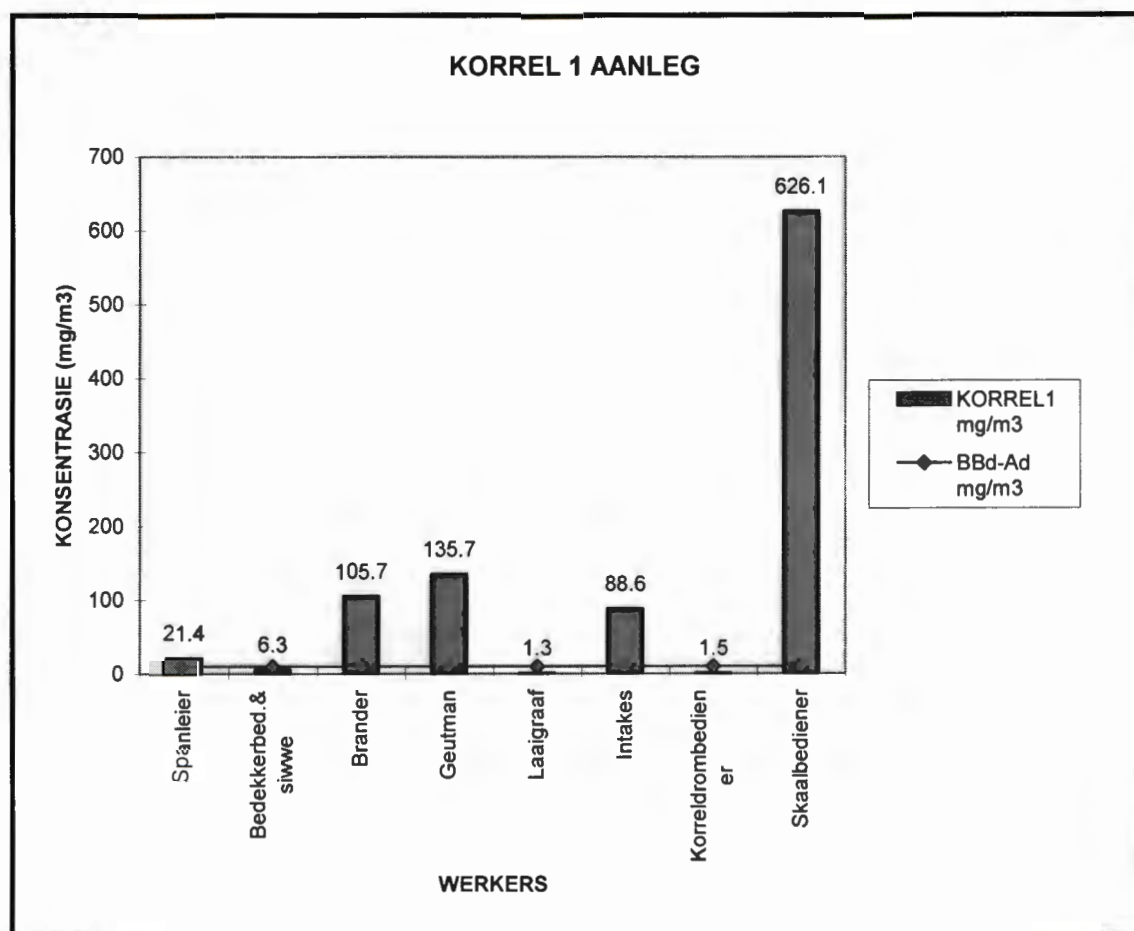
| AREA | GEMIDDELDE KLANKPEILMETINGS dB(A) |
|-------------------------|--|
| KETELHUIS | 88.59 |
| KOMPRESSORHUIS | 88.81 |
| KOELTORING | 97.38 |
| MEULKAMER | 88.32 |
| KORREL 1- KORRELDROM | 96.21 |
| KORREL 1- SKROPTORING | 85.83 |
| KORREL 2- SIWWE (BO) | 90.07 |
| KORREL 2- SIWWE (ONDER) | 93.22 |
| KORREL 2- SKAALAREA | 89.81 |

Tabel 4.1: Die gemiddelde klankpeile van die verskillende areas wat gemoniteer is.

4.2 SUPERFOSFAATSTOF

Persoonlike superfosfaatstofblootstelling van al die werkers in die Korrel 1- en 2-aanlegte en die meulkamer is geneem sowel as statiese monsters by die hoppers van die Korrel 1- en 2-aanlegte en die rotshoop by die Broadfields-aanleg.

4.2.1 KORREL 1-AANLEG



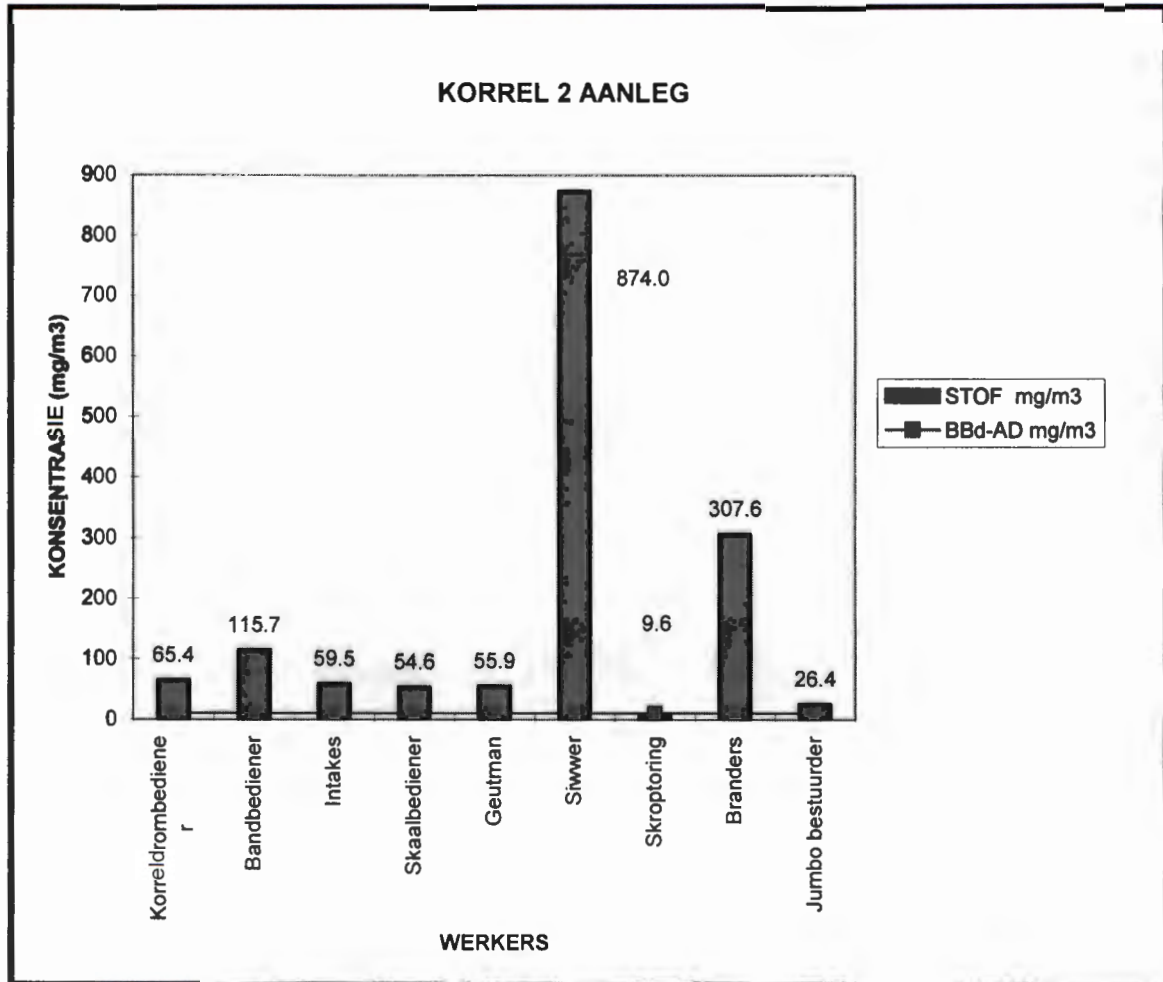
Figuur 4.10: Die superfosfaatstofblootstelling van die werkers in die Korrel 1-aanleg. Die reguit lyn dui die beroepsblootstellingsdrempel (BBd)-waarde aan soos vervat in die Regulasies op Gevaarlike Chemiese Substanse, 1995.

Figuur 4.10 toon aan dat by die Korrel 1-aanleg, 5 uit die 8 werkers se blootstelling hoër was as die BBd-waarde van 10 mg/m^3 vir totale irriterende stof soos aangehaal in die Gevaarlike Chemiese Substans-regulasie (Wet op beroepsgesondheid en veiligheid no. 85 van 1993, Regulasie vir Gevaarlike Chemiese Substansies van 1995). Dit stem ooreen met die TLV waarde wat voorgeskryf word deur die American Conference of Government Industrial Hygienists (ACGIH) tydens die bepaling van superfosfaatstof konsentrasies (IMC Agrico Material Safety Data Sheet, 1995).

62,5 % van die werkers is blootgestel aan waardes bokant die aanbeveelde BBd-waarde. Die skaalbediener se blootstelling is $626,1 \text{ mg/m}^3$. Dit is feitlik 63 keer hoër as die aanbevele BBd-waarde. Die geutman en die branderbediener se stofblootstellingkonsentrasie was onderskeidelik $135,6$ en $105,7 \text{ mg/m}^3$. Dit is onderskeidelik 13,5 en 10,5 keer hoër as die aanbevele BBd-waarde. Die superfosfaatblootstelling van die spanleier is $21,4 \text{ mg/m}^3$. Die innamebediener "intakes" was $88,6 \text{ mg/m}^3$, onderskeidelik 2,1 en 8,8 keer hoër as die aanbevele BBd-waarde. Die skaalbediener, geutman en die branderbediener se stofblootstellings is herhaal, om die hoë waardes te bevestig. Die werkers werk een week en rus een week. Dus om akkuraatheid te verseker is die herhaalde stofmonsters tydens die tweede week se werkers geneem. Die eerste monsternemings waarde is gebruik. Daar is ook elke halfuur, die persoonlike stofmosternemings pompe en filters na gegaan. Vir 'n meer akkurate stofkonsentrasie bepaling moet daar meervoudige monsters geneem word. Daar kan byvoorbeeld elke uur 'n nuwe monster geneem word. Dit sal voorkom dat die filter oorbelaai word.

4.2.2 KORREL 2-AANLEG

Al die werkers aan skof is gemoniteer en die volgende waardes is gekry:



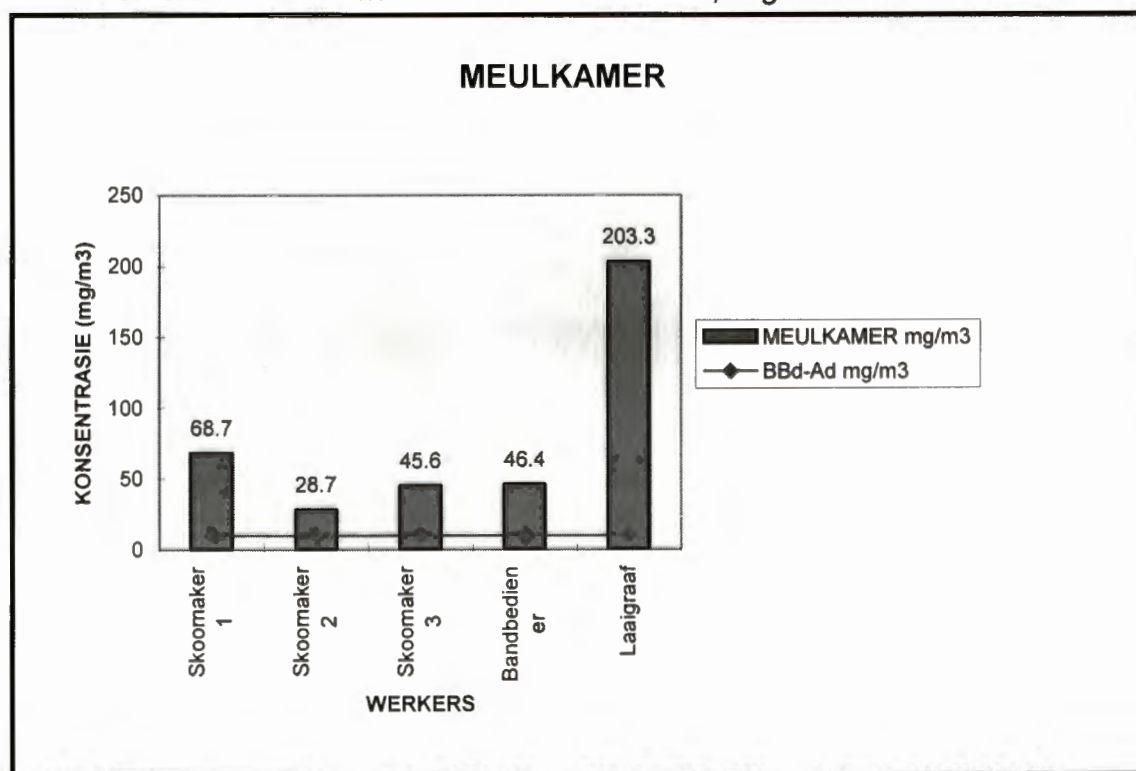
Figuur 4.12: Die superfosfaatstofblootstelling van die werkers in die Korrel 2-aanleg. Die reguit lyn stel die BbD-drempelwaarde voor soos vervat in die Regulasies op Gevaarlike Chemiese Substansie, 1995.

Slegs die stofblootstelling van die werker by die skroptoring was laer as die BbD-waarde. Dit was egter nog steeds so hoog, dat 'n moontlikheid bestaan dat die werkers se blootstelling met geringe verandering in sy werkmetode of in omgewingsomstandighede die BbD-waarde oorskry kan word.

Die superfosfaatstofblootstelling van die siwwebedieners was uiters hoog, naamlik $837,0 \text{ mg/m}^3$. Dit is 87,4 keer hoër as die aanbeveelde BBd-Ad waarde. Die werker by die brander se blootstelling was $307,6 \text{ mg/m}^3$ en die bandbediener $115,7 \text{ mg/m}^3$, wat albei uiters hoë blootstellingskonsentrasies is. Die branderbediener en die bandbediener se superfosfaatstofblootstelling oorskry die BBd-Ad waarde onderskeidelik 30,8 en 1,2 keer. Die korreldrombediener, innamebediener, skaalbediener, geutmán en "jumbo"-bestuurder se blootstellings was onderskeidelik $65,4 \text{ mg/m}^3$, $59,5 \text{ mg/m}^3$, $54,6 \text{ mg/m}^3$, $55,4 \text{ mg/m}^3$ en $26,4 \text{ mg/m}^3$.

4.2.3 Meulkamer

Al die werkers wat in die meulkamer aan skof was, is gemoniteer.



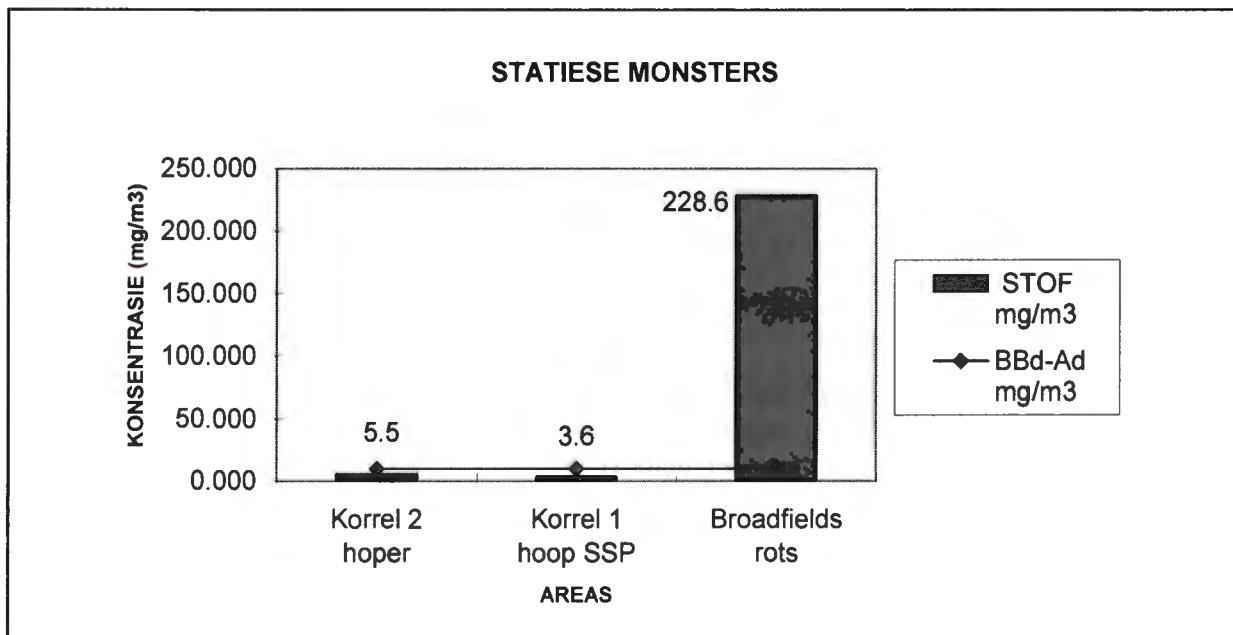
Figuur 4.12: Die superfosfaatstofkonsentrasie van al die werkers in die meulkamer. Die reguit lyn dui die BBd-waarde aan soos vervat in die Regulasie op Gevaarlike Chemiese Substansie. 1995.

In Figuur 4.12 is dit sigbaar dat al die werkers in die meulkamer se blootstelling hoër as die aanbeveelde BBd-waarde was. In die Meulkamer is dit hoofsaaklik kalsiumrots.

Die hoogste blootstellingswaarde was dié van die laagraafbestuurder, naamlik van 203,3 mg/m³. Dit is 20,3 keer hoër as die aanbevele BBd-waarde. Skoonmaker 1 se stofblootstelling was die tweede hoogste, naamlik 68,7 mg/m³. Die bandbediener en skoonmaker 3 se blootstelling was onderskeidelik 46.4 mg/m³ en 45.6 mg/m³. Die laagste stofkonsentrasie was 28,7 mg/m³ by skoonmaker 2.

In die meulkamer is daar hoë stofblootstellingskonsentrasies. Al die werkers in hierdie werkplekke se blootstellings het die aanbevele BBd-waarde oorskry.

4.2.4 Statiese monsters



Figuur 4.13: Die werkers se blootstellingskonsentrasie (mg/m³) aan superfosfaatstofkonsentrasie in die Korrel 1- en Korrel 2-aanlegte en die meulkamerarea.

Daar is drie statiese monsters geneem, een by die Broadfields-rotshoop, by Korrel 2-aanleg se ophoper en 'n derde by Korrel 1-aanleg se superfosfaathoop. Die stofkonsentrasie by die Broadfields-rotshoop se hoop was $228,6 \text{ mg/m}^3$. Die superfosfaatstof blootstellingskonsentrasie is ver bo die aanbevole BBd-waarde van 10 mg/m^3 . Die areas moet as respiratorareas aangedui word.

Hierdie waardes kan egter wissel omdat daar nie elke dag dieselfde bedrywighede plaasvind nie.

In al drie die aanlegte waar daar superfosfaatstofkonsentrasies bepaal is, was daar uitsonderlike hoë superfosfaatkonsentrasies teenwoordig. In die Korrel 1-aanleg, was die skaalbediener se superfosfaatblootstelling $626,1 \text{ mg/m}^3$, dit is 63 % hoër as die aanbevole BBd-waarde. In die geval van die Korrel 2-aanleg was die siwwebediener se blootstelling $874,0 \text{ mg/m}^3$ en by die meulkamer was die laaigraafbestuurder se blootstellingskonsentrasie $203,321 \text{ mg/m}^3$, om slegs enkeles te noem. Die hoë superfosfaatkonsentrasies het waarskynlik 'n nadelige effek op die werkers se gesondheid.

Tydens hoë blootstelling aan superfosfaatstof kan daar oor 'n kort termyn 'n ligte vel-, oog-, neus- en keelirritasie voorkom as gevolg van die klein vrye hoeveelheid fosforsuur wat dit bevat (IMC Agrico, Fertilizer Material Safety Data Sheet, 1995). Superfosfaat is 'n anorganiese sout en enige blootstelling daaraan hoër as die aanbevole BBd-waardes veroorsaak vertraagde longskade (IMC Agrico, Fertilizer Material Safety Data Sheet, 1995). Siektes wat gereeld tydens kunsmisproduksie voorkom, is brongitis, chroniese obstruksie van die lugweë, brongioliitis, peribrongiale en interstisiële fibrose (Broderick & Schwartz, 1992).

ONSUIWERHEDE IN DIE SUPERFOSFAATSTOF

| | MONSTER A | MONSTER B |
|-----------|-----------|-----------|
| Strontium | min | min |
| Sink | min | Baie min |
| Yster | Baie min | Baie min |
| Nikkel | Baie min | Baie min |
| Kalsium | Baie | Baie |
| Kalium | Baie min | min |
| Swael | Baie | Baie |
| Fosfor | Baie | Baie |
| Silikon | min | min |

Tabel 4.2: Die superfosfaat analise, gedoen deur die SABS.

Onsuiwerhede in die superfosfaat is geanaliseer. Die onsuierhede bestaan hoofsaaklik uit kalium, swael en fosfor.

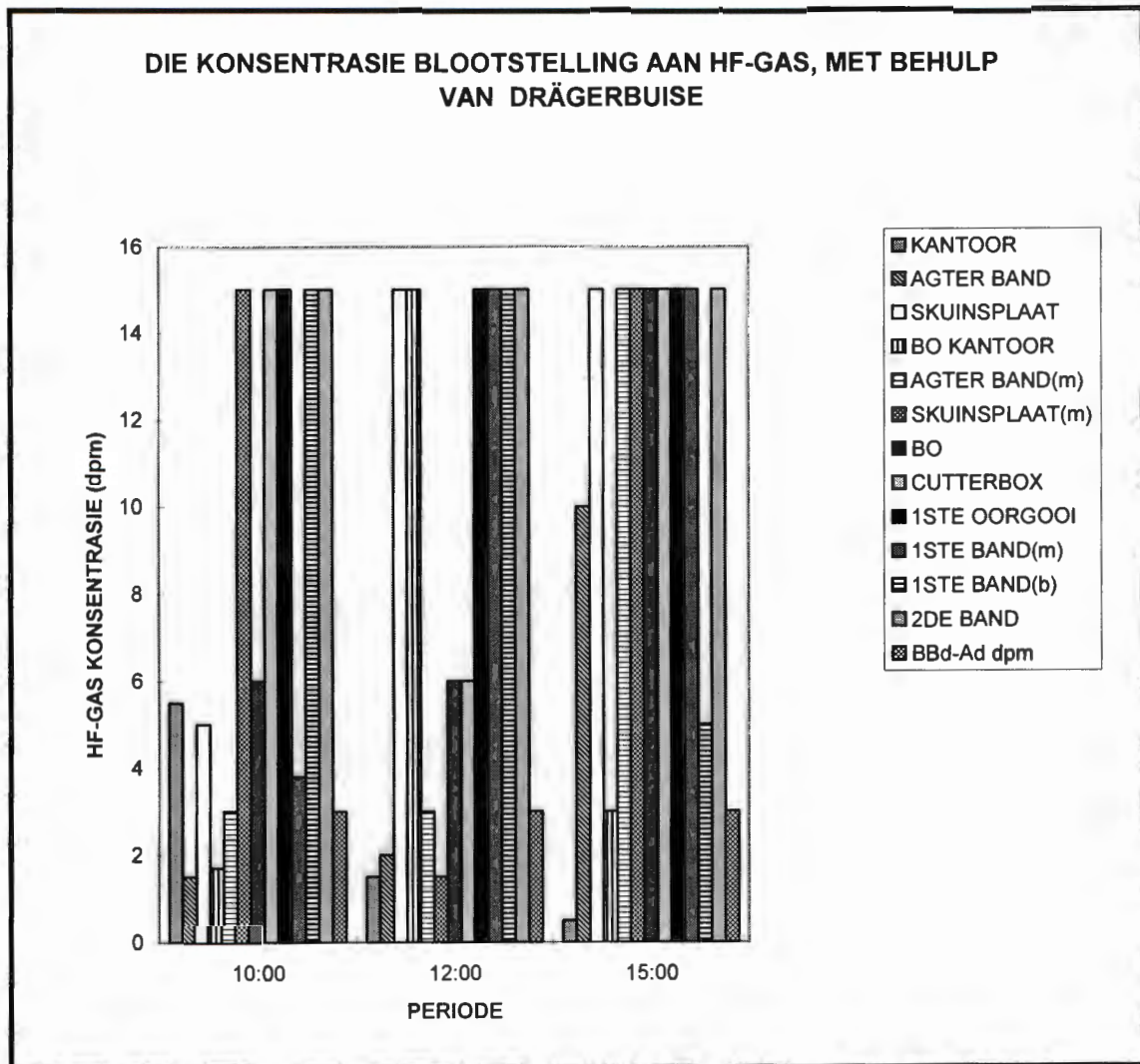
4.3 WATERSTOFFLUORIEDGAS

HF-gas is 'n hoogs reaktiewe substans wat die oë, neus, keel en longe van werkers irriteer of beskadig. HF-gas is afkomstig uit die vervaardigingsproses van kunsmis. Dit is moontlik dat die werkers in die kunsmisaanlegte daaraan blootgestel is. Drie metings van die HF-gaskonsentrasie is gedoen. Die eerste metings met die Drägerbuis was om die teenwoordigheid van HF-gas te bepaal en om die waarskynlikheid te bepaal dat die HF-gaskonsentrasie die BBd-waarde oorskry. Indien laasgenoemde moontlikheid bestaan het, is die HF-gaskonsentrasie weer gemeet met behulp van twee gewaste silikagelbuis by elke werker. Die buise se HF-gaskonsentrasie is deur twee onafhanklike laboratoriums bepaal om die moontlikheid van foutiewe resultate tot 'n minimum te beperk.

BROADFIELDS-AANLEG

4.3.1 DRÄGERBUIS HF-GAS BEPALINGS

Die Drägerbuis-metode is gebruik vanweë sy relatiewe lae koste, gemak van gebruik en die spoed waarmee resultate bekom kan word. Dit is dus die aangewese metode om die teenwoordigheid van HF-gas in die lug aan te dui. Dit is ook gebruik om die HF-gaskonsentrasieverspreiding in die dag te karakteriseer sodat akkurate metings tydens die hoogste blootstelling geneem kan word.



Figuur 4.14: Die werkers se blootstellings aan waterstof-fluoriedgaskonsentrasie by die Broadfields-aanleg, wat op verskillende periodes van die dag met behulp van die Dräger-sisteem bepaal is.

In Figuur 4.14 is HF-gasblootstelling op drie verskillende t_e van die dag by dieselfde punte bepaal. HF-gaskonsentrasies was gedurende al drie periodes baie hoog. Tydens die 15:00-moniteringsperiode was daar 12 areas wat die korttermyn BBd-Ad waarde van 3 dpm oorskry het en tydens die 10:00-moniteringsperiode het 10 areas die BBd-Ad waarde oorskry. Tydens die 12:00-metingsperiodes het nege areas die BBd-Ad waarde oorskry. Met die 15:00 uur-

moniteringsperiode was die HF-gas blootstellingskonsentrasie gevaarlik hoog. Die HF-gas se waardes van 15 dpm kan egter hoër wees, omdat dit voor die voorgskrewe monsternemingstyd van die Drägerbuis, reeds die boonste konsentrasiemerk bereik het.

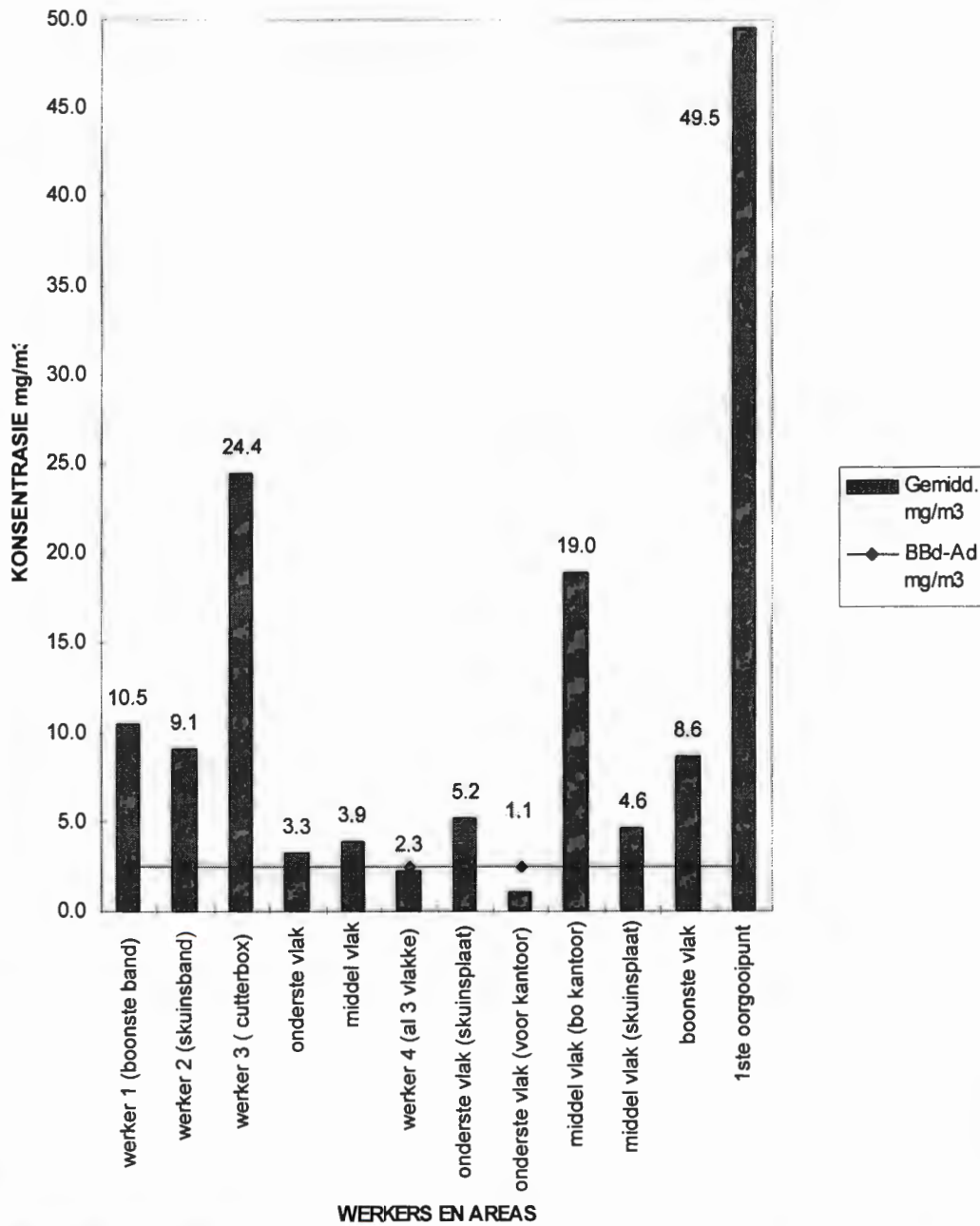
Met 'n blootstelling aan 'n HF-gaskonsentrasie van 20dpm, is die mens se lewe in gevaar. Hierdie substans is bio-akkumulerend in menslike weefsel en inwendige organe (Aquire Database, 1989).

Die HF-gasblootstelling was volgens die Drägerbuis meting so hoog dat die moontlikheid bestaan het dat die lewens van die werkers bedreig word. Dit was dus noodsaaklik dat 'n meer korrekte meting van die HF-gaskonsentrasie gekry moet word.

4.3.2 GEWASTE SILIKAGELBUISIES HF-GASMONITERING

Die areas waar die HF-gaskonsentrasie volgens die Drägerbuis-metings nie laer as 75% van die BBd-waarde was nie, is met die gewaste silikagelbuisie gemoniteer op die tyd van die dag wat dit die hoogste geblyk te wees het. Die motivering vir hierdie afsnypunt is die akuraatheidsgrens van die Drägerbuis, naamlik $\pm 25\%$.

DIE HF-GAS BLOOTSTELLING KONSENTRASIE IN DIE BROADFIELDS-
AANLEG



Figuur 4.15: Die werkers se blootstellings aan die Waterstoffluoried-gas in die Broadfields aanleg, wat met behulp van gewaste silikagel-buisies bepaal is.

NIOHS-metode 7903 is gevolg, om die HF-gas konsentrasie te bepaal. Twee monsters per area of per werker is geneem. Die analyses vir HF-gas konsentrasies is onderskeidelik deur die chemiese laboratoriums by Naschem en die SABS gedoen. Dit het die kans op foutiewe evaluering geminimaliseer. Die waardes wat verkry is deur die twee laboratoriums is verkrygbaar in tabel A2.1 , in aanhangsel 2.

Uit figuur 4.15 is dit sigbaar dat die HF-gas konsentrasies in sommige gevalle baie hoog is. Dit is veral hoog by die eerste oorgooipunt, waar die HF-gas konsentrasie $49,5 \text{ mg/m}^3$ was. Tydens die Drägerbuismetings is by hierdie punt 'n HF-gas konsentrasie van 15dpm ($12,5 \text{ mg/m}^3$) gekry wat, omdat dit die maksimum konsentrasie is wat die Dräger metode kan meet. Die vermoede dat die HF-gas konsentrasies baie hoër kan wees as 15 dpm is bevestig deur die silikagelbuis analise.

Blootstelling aan $16,7 \text{ mg/m}^3$ (20 dpm), is lewensgevaarlik vir die mens (Aquire Database, 1989). Werker 3 by die "cutterbox" se blootstelling van $24,4 \text{ mg/m}^3$, is lewensgevaarlik. Die werker 3 is slegs gemoniteer by die "cutterbox", maar die werker kom ook gereeld by die eerste oorgooipunt en kan dus sy blootstelling verhoog. Ander werkers of areas waar die HF-gas konsentrasie ook lewensgevaarlik is, is die area op die middelvlak bo die kantoor met 'n HF-gas konsentrasie van $19,0 \text{ mg/m}^3$ en werker 1 (boonste band) met 'n konsentrasie van $10,5 \text{ mg/m}^3$. Raadpleeg hoofstuk 5 vir aanbevelings.

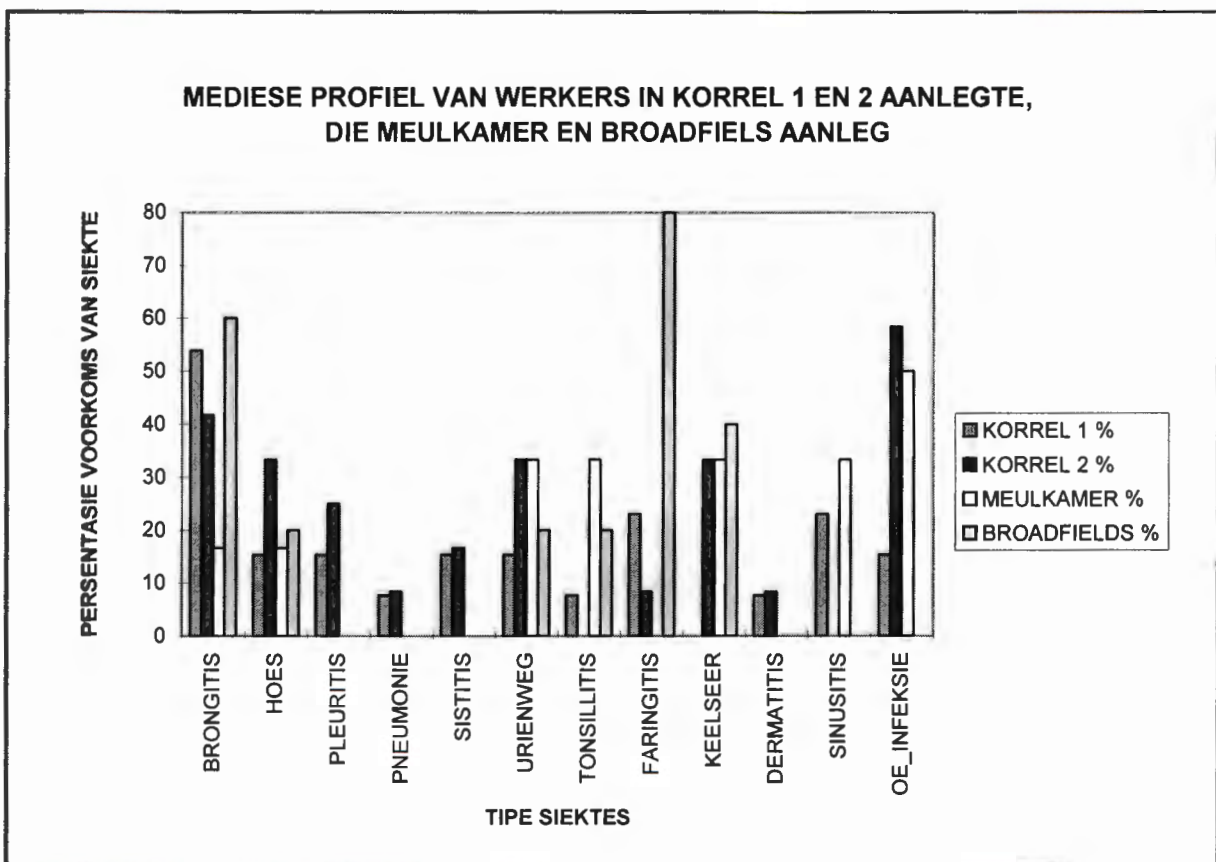
Die korttermyn BBd-waarde is ook oorskrei by die onderste vlak (skuinsplaat) en die aksievlak is oorskrei by werker 4. HF-gas is lewensgevaarlik en daar moet dadelik opgetree word om die werkers te beskerm.

Die Wet op beroepsgesondheid en veiligheid no 85 van 1993 , Regulasie van gevaarlike chemiese substansies, se aanbeveelde korttermyn BBd waarde is 3 dpm. Daar bestaan egter geen plafondrempel vir HF-gas nie.

Die ACGIH se plafon drempel vir HF-gas is 3dpm. 'n Plafondrempel is 'n drempel wat nooit oorskrei mag word nie. In Suid-Afrika is daar slegs 'n korttermyn waarde, dus dit mag slegs vir 15 minute per 'n agt uur skof oorskrei word. Uit die ACGIH se benadering kan dadelik die gevaarlikheid van HF-gas gesien word. HF-gas is lewensgevaarlik en daar sal dadelik aandag geskenk moet word in die Broadfields aanleg.

4.4 MEDIESE PROFIEL VAN DIE WERKERS

In figuur 4.16 word die persentasie van die totale aantal werkers in die aanlegte aan die verskillende siekte toestande wat algemeen onder die werkers voorkom voorgestel in 'n histogram.



Figuur 4.16: Die persentasie voorkoms van verskillende gesondheidseffekte by werkers in Korrel 1-, Korrel 2-, Broadfields aanlegte en Meulkamer.

Definsies van die siektetoestande waarna gekyk is:

- Sistitis: Dit is die ontsteking van die urienblaas.
- Sinusitis: Die inflammasie van een of meer van die lugholtes in die fasiale bene, wat met mukus uitgevoer is en met die neus verbind is.
- Pleuritis: Die inflammasie van die pleura as gevolg van longontsteking in die onderliggende long.
- Pneumonie: inflammasie van die longsakkies wat met etter gevul word, sodat lug uitgesluit word en die long solied word.
- Brongitis: Ontsteking van die brongi, gekenmerk deur hoes, produksie van etterslymerige sputum en vernouing van die brongi weens spasmodiese kontraksies.
- Faringitis: Inflammasie van die deel van die keel agter die sagte verhemelte (farinks), dit veroorsaak seerkeel en word geassosieer met tonsillitis.
- Tonsillitis: Infalmmasie van die tonsils wat lei tot seerkeel, koors en slukprobleme.
- Dermatitis: Ontsteking van die vel, wat veroorsaak word deur 'n agens van buite. Die vel is rooi en jeukerig en kleinblasies ontwikkel.
- Hoes (Tussis): Is 'n vorm van gewelddadige uitaseming waarby irriterende partikels in die lugweë uitgedryf word (Oxford Mediese woordeboek: vertalend en verklarend, 1993).

In die Broadfields-aanleg is die werkers blootgestel aan HF-gas. 'n 80% voorkoms van faringitis het daar voorgekom. Daar was ook 'n 60 % voorkoms van brongitis en 40 % keelseer. Daar was ook 'n 20 % voorkoms van tonsillitis en klagtes van hoes, sowel as 'n urienwegontsteking. Dit kan moontlik die gevolg wees van blootstelling aan HF-gas. In die literatuur is gevind dat HF-gas wat baie irriterend is veral in die neus, keel, laer brongi en longe (Aquire Database, 1989; United States Environmental Protection Agency,1998). Akute of kort termyn inaseming van HF gas kan erge respiratoriese skade veroorsaak, dit kan lei tot irritasie en pulmonêre edeem. Ernstige oog irritasie en dermale brandwonde kan

voorkom indien die oë en vel blootgestel is (EPA,1998) en (Salls, 1924). Die kroniese inaseming van HF-gas veroorsaak 'n irritasie en kongestie in die keel, neus en brongi in die lae lugweë. Lewer, niere en long skade is gekry in diere wat kroniese blootgestel is aan HF-gas (EPA,1998).

In Korrel 1-aanleg, was daar 'n hoë voorkoms van 55 % brongitis, en 25% sinusitis en faringitis. 15% Oog infeksies, pleuritis, urienweg ontsteking en hoes aanvalle het voorgekom. Daar was ook 'n 7% voorkoms van pneumonie, tonsillitis en dermatitis. Tydens hoë blootstelling aan superfosfaatstof kan daar oor 'n korttermyn 'n ligte vel, oë, neus en keel irritasie voorkom, as gevolg van die klein vrye hoeveelheid fosforsuur wat die bevat (IMC Agrico, Fertilizer Material Safety Data Sheet, 1995). Algemene siektes wat voorkom tydens kunsmis produksie is brongitis, kroniese obstruksie van die lugweë, brongioltis, peribrongiale en interstisiële fibrose (Broderick en Schwartz, 1992).

In Korrel 2-aanleg was daar 'n 60 % voorkoms van oog infeksies, 42 % brongitis en 34 % hoes klagtes, urienweg ontsteking en keelseer. Daar was 'n 27 % voorkoms van pleuritis en 'n 17% voorkoms van sistitis. Pneumonie, faringitis en dermatitis het 7% voorgekom. Die simptome wat voorgekom het word moontlik deur die fosforsuur veroorsaak word, wat teenwoordig is tydens die produksie van superfosfaatkunsmis en die hoë stof konsentrasie (IMC Agrico, Fertilizer Material Safety Data Sheet, 1995). Fluoried beskading die niere, indien blootstelling plaasvind (Walmsley, 1997) en (United States Environmental Protection Agency,1998).

In die Meulkamer is die hoogste voorkoms van oog infeksies, naamlik 50 %. Daar is ook 'n 33 % voorkoms van sinusitis, tonsillitis, keelseer en urienweg ontsteking. Brongitis en hoes aanvalle het 18 % voorgekom, by werkers in die Meulkamer. Dit kan moontlik wees as gevolg van die hoë suurgraad (pH van 3.1-3.2) en hoë oplosbaarheid in water (83%) van superfosfaatstof wat ingeasem word (IMC Agrico, Fertilizer Material Safety Data Sheet, 1995).

As daar gekyk word na die mediese profiel wat saamgestel is en die resultate wat gekry is tydens die studie, is daar 'n duidelike ooreenkoms. Die siekte toestande wat verkry is, is lugweginfeksies, longsiektes, vel- en oog infeksies en urien- en blaasinfeksies. In die literatuur het dit duidelik voorgekom dat HF-gas en superfosfaatstof, keel, neus, long en nier irritasies veroorsaak (IMC Agrico, Fertilizer Material Safety Data Sheet, 1995; EPA, 1998). Indien HF-gas blootstellings simptome ontwikkel, moet die volgende toetse gedoen word:

1. Lewer en nier funksie toetse,
2. Bors X-strale na akute blootstelling (Aquire Database,1989).

HOOFSTUK 5

AANBEVELINGS

5.1 GERAASBEHEER EN GEHOORBEHOUD

Geraas gelyk of hoër as 85 dB(A) is, moet beheer word (Wet op Gesondheid en veiligheid, No 85 van 1993, Omgewingsregulasie vir werksplekke no. 6 van 1983). Die volgende metodes kan gevolg word:

- Beheer by die bron;
- verhoging van die afstand tussen die geraasbron en die werker;
- vermindering van die blootstellingstyd;
- plasing van afskermers tussen die bron en die blootgestelde persoon; en
- persoonlike beskermingstoerusting (Malerbi, 1989a).

5.1.1 ALGEMENE BEHEER MAATREËLS

Beheer van geraas by die bron

Geraas word veroorsaak deur vibrerende masjiene of deur materiaal wat verwerk word (Malerbi, 1989a).

- Beplande onderhoud van masjinerie:

Eerstens kan geraas beheer word deur gereeld die masjiene na te gaan en te onderhou. Ou masjinerie moet gereeld deur nuwes vervang word - dit sal die geraasvlakke verlaag. Deur smeermiddels, die vervanging van verweerde onderdele en die vasdraai van los bonte, kan die klankpeil tot 10 dB verlaag word (Cohen & Dukesi-Dobos, 1985; Malerbi, 1989a; Royster & Royster, 1990).

- Verstelling van spoed van masjinerie:

Geraasintensiteit met 'n lae frekwensie kan verlaag word as die spoed van die bewegende dele van die masjien verlaag word. As die frekwensie tot onder die hoorbare frekwensie, of tot op 'n vlak waar die oor minder sensitief is, verlaag word, kan dit 'n positiewe uitwerking op geraasintensiteit en die invloed daarvan tot gevolg hê. Byvoorbeeld deur die spoed te halveer, sal dit die frekwensie halveer en kan die klankpeil tot 17 dB verlaag word. Tydens 'n hoëfrekwensie-geraas kan die spoed verhoog word sodat die frekwensie verhoog tot bo die hoorbare grens. Groot, stadige masjinerie kan vervang word met klein vinniger masjiene (Cohen & Dukes-Dobos, 1985; Malerbi, 1989a).

- Verlaag impulsgeraas:

Gebruik materiale soos hardwerkende rubber en kurk tussen impakoppervlaktes. Soms is dit nodig om rubber, hout of verskeie ander materiale tussen die twee masjinerie-oppervlaktes te plaas (Malerbi, 1989a; Olishifski, 1988). Isoleer bewegende dele vanaf die dele wat kan vibreer deur byvoorbeeld die montering van die dele op rubber.

- Herontwerp die proses

Indien impulsgeraas 'n noodwendige gevolg is tydens die produksie, moet daar gekyk word of daar nie 'n metode is wat minder geraas veroorsaak nie. Daar kan van bonte gebruik gemaak word eerder as spykers. Byvoegings tot 'n proses kan geleidelik gedoen word en nie vinnig of gelyktydig nie. (Malerbi, 1989a; Olishifski, 1988; Cohen & Dukes-Dobos, 1985).

- Versterk panele:

Dun metaalplate kan vibreer en dit veroorsaak baie geraas (Malerbi, 1989a).

Vergroot die afstand tussen die werker en die geraasbron

Indien 'n lawaaierige en stiller proses naby mekaar geleë is en dit in dieselfde gebou is, verskuif die stiller proses na die verste punt van die gebou. As die afstand verdubbel, sal die klankintensiteit met 6 dB verlaag (Malerbi, 1989a). Verskuif die werker of werkplek weg van die geraasbron.

- **Akoestiese afskermers:**

Indien alle ander metodes nie die geraasvlak tot onder die aanvaarbare vlak afbring nie, kan akoestiese afskermers tussen die werkers en die geraasbron geplaas word. Daar bestaan verskeie tipes, en dit moet vir 'n bepaalde toestand ontwerp word (Malerbi, 1989a).

- **Klankinsulasie:**

Die eienskappe van insulerende materiaal is dat dit 'n hoë massa per eenheidsarea, 'n hoë inherente demping en lae styfheid het. Die ideale materiaal is loodplate. Insulasie word altyd gekenmerk deurdat daar 'n absorbtiewe laag op die oppervlakte is wat na die geraasbron wys (Malerbi, 1989a).

Administratiewe metodes

Verander produksieprogramme en roteer werkers om 'n aanvaarbare geraasdosis te verseker. Die werker word dus vir korter periodes aan die geraasbron blootgestel. Lawaaierige prosesse se tydsduur word verkort, deur eerder die proses vir twee dae teen vier ure elk te laat werk, as een dag teen agt ure (Marais, 1989).

Plaas afskermers tussen die geraasbron en die werker

Deur 'n geraasafskermingsmuur op te rig, word daar 'n geraasskaduwee gevorm. Dit is veral suksesvol by hoëfrekwensie-geraas, maar in 'n mindere mate by

laefrekwensie-geraas. Die tipe muur moet so na as moontlik aan die geraasbron opgerig word (McGuire, 1991a).

Audiometrie

Deur gereelde audiometriese toetse van werkers kan daar in 'n vroeë stadium van gehoorskade, die probleem opgespoor word. Die werker moet met indienstreding geëvalueer word en daarna vir die eerste drie jaar ten minste elke jaar. Na drie jaar kan dit elke twee jaar gedoen word. Indien die geraasvlak in die area hoër is as 105dB moet die audiometriese toetse elke ses maande herhaal word (SABS 083:1996).

Persoonlike gehoorbeskermingstoerusting

Gehoorbeskermingstoerusting is die laaste linie van verdediging teen geraas nadat ingenieurs of administratiewe beheer onvoldoende geblyk te wees het (Royster & Royster, 1990). Daar is vier omstandighede wanneer persoonlike gehoorbeskermingstoerusting gebruik moet word:

- Vir onmiddellike beskerming wanneer geraas geïdentifiseer is en dit besig is om reggestel te word;
- as laaste uitweg nadat alles probeer is om die probleem op te los;
- in hoëgeraassones wat slegs vir kort periodes betree word, byvoorbeeld vir herstelwerk; en
- waar die geraaspeil bo 85 dB(A) is (Malerbi, 1989a).
- Tydens 'n gehoorbehoudprogram moet die volgende maatreëls ingestel word by die gebruik van persoonlike beskermingstoerusting:
- Onderrig die werkers ten opsigte van die noodsaaklikheid van die gehoorbehoud tydens geraas;
- lei werkers op in die korrekte gebruik van persoonlike beskermingstoerusting;
- vestig 'n ouditoriese moniteringsprogram wat indiensnemingsmeting

en opvolgmonitering behels; en

- lig werkers in oor hul status van gehoor (Cohen & Dukes-Dobos, 1985).

Tipes gehoorbeskermingstoerusting

- Oorkappe

Dit is ontwerp om die hele eksterne oor te bedek, en 'n skuimgevulde of vloeistofgevulde kussing seël dit teen die kop. Die oorseeël moet gereeld nagegaan word. Oorkappe raak ongemaklik in warm weer, of in aanlegte waar dit warm is (Malerbi, 1989; Royster & Royster, 1990; Olishifski, 1988).

- Oorproppe

Daar is twee tipes:

- 1 Sagte soliede plastiek of silikoonrubberoorproppe; en
- 2 Plastiek skuimproppe.

Bogenoemde tipes pas in die oorkanaal in en kan 'n paar keer gedra word. Die skuimproppe sit uit nadat dit in die oorkanaal geplaas is. Die ander tipes is vooraf gegiet en kom in verskillende groottes (Malerbi, 1989a).

3M SA beveel oorproppe (reeksnommer 1110) aan, wat 'n 30 dB-afname van die waargeneemde geraas tot gevolg het.

Voor- en nadele van oorkappe en - proppe

- Oorkappe is duideliker sigbaar en is dus makliker kontroleerbaar.
- Oorkappe is groot en kan nie maklik verloor nie.
- Persone met oorinfeksies kan oorkappe dra.
- Die kappe kom in een grootte voor en pas op die meeste persone.

- Vuilheid en toksiese stowwe kan in die oorkanaal inkom indien oorproppe met vuil hande gehanteer word.
- Proppe is baie goedkoper as kappe.
- Proppe is gemakliker in warm toestande.
- Brille, lang hare of gesigshare belemmer die seël van oorkappe. Dit belemmer egter nie die effektiwiteit van oorproppe nie.
- Proppe is meer gepas in klein ruimtes as oorkappe (Malerbi, 1989a).

5.1.2 SPESIFIEKE BEHEERMAATREËLS

- Gereelde nagaan en onderhoud van die masjienerie is belangrik. Deur gereeld skroewe en boutte vas te draai sal die geraasvlak daal. Daar moet 'n onderhoud program ontwikkel word. Elke aanleg moet een maal per maand deur gegaan word en die stukkende, en los masjienerie moet vervang of herstel word.
- In die ketelhuis kan die ketels nie geïnsuleer word nie, en kan die proses nie verander word nie, dus in hierdie area sal daar van gehoorbeskermers gebruik gemaak moet word.
- In die kompressorhuis kan die area van die koeltorings, met 'n akoestiese skerm afgeskerm word. Dit sal veroorsaak word dat dit die geraasvlak by die kompressors verlaag word. Die werkers sal van gehoorbeskermers voorsien moet word.
- In die Meulkamer kan die meules geïnsuleer en afgesluit word, dit sal die geraasvlak laat daal. Die proses kan nie verander word nie.

- In die korreldrom area kan die korreldromme geïnsuleer en afgesluit word. Die roterende dele moet altyd goed ge-olie word. Smeermiddels verlaag die geraasvlakke van bewegende dele.
- In die siwwe areas en skaalarea, kan die proses nie verander word nie. Al die werkers in hierdie areas moet van gehoorbeskermers voorsien word. Daar kan van akoestiese afskermers gebruik gemaak word, wat tussen die werker en die geraasbron geplaas word.
- In die verpakkingsarea kan daarvan ingenieursbeheer gebruik gemaak word. Deur 'n sagter seëlproses te ontwikkel waar daar onder andere nie van hoë druk lug gebruik gemaak word nie. Deur slegs van hitte gebruik te maak, kan die sakke ook verseël word. Daar moet egter afsuig stelsel voorsien word, om die plastiek gasse af te suig.
- Al die werkers in die kunsmisfabriek moet opgelei word in die gebruik van gehoorbeskermers. Die werkers moet ingelig word van die effek van geraas op die oor en mens se gesondheid, soos byvoorbeeld verhoging in bloeddruk.
- Daar moet gereeld audiometeriese toetse gedoen word op die werkers. Indien daar 'n aanduiding is van gehoorskade kan die werker uit die area verwyder word, en 'n oplossing vir die beheer van die geraasbron gevind word.

5.2 SUPERFOSFAATSTOF

Om die stofblootstellingskonsentrasie te verlaag, is daar verskeie metodes. Eerstens moet daar met behulp van ingenieursbeheer probeer word om die stofkonsentrasie te verlaag. Indien dit nie suksesvol is nie, moet daar van persoonlike beskermingstoerusting gebruik gemaak word.

5.2.1 SPESIFIEKE BEHEERMAATREËLS

Goeie huishouding

Deur die werksarea skoon en vry van stof te hou, sal die luggedraagte stofkonsentrasies afneem. Tydens die produksie van kunsmis word baie stof vrygestel en sak uit in die werksareas. Indien die fyn stof versteur word, word dit weer in die lug versprei. Om hierdie probleem aan te spreek moet die stof na elke skof, met behulp van stofsuiers opgesuig word.

Ingenieursbeheer

Indien daar gekyk word na die proses vir die produksie van superfosfaatkunsmis, is dit duidelik dat dit nie verander kan word nie. Daar kan van plaaslike uitsuigstelsels gebruik gemaak word, waar daar 'n hoë stof vrystelling voorkom.

'n Hoë konsentrasie van stof kom voor by die siwwe. As daar 'n plaaslike positiewe uitsuigstelsel opgerig word, sal dit die konsentrasie by die siwwe sowel as die omliggende areas verlaag. Die plaaslike uitsuigstelsels moet verkieslik 'n afsuigkap hê wat die bron feitlik bedek. Die gekontamineerde lug wat afgesuig word, moet eers gesuiwer word voor dit in die atmosfeer vrygelaat word. Dit kan gedoen word deur sikloonstofafskeiers, botsafskeiers, sakfilters of deur diepbedek- en matfilters (Marais, 1989:195-245).

Die innamebediener se stofkonsentrasie kan verlaag word, deur 'n verandering in die werksprosedure. Die innamebediener se werk is om die die fynge maalde rou materiaal los te krap, nadat die laaigraaf dit in die ophoper gegooi het. Deur weg te beweeg terwyl die laaigraaf die fyn materiaal instort, en te wag dat die stof uitsak sal die stofblootstellingskonsentrasie verlaag. Daar kan 'n gedeeltelike afskermer aangebring word oor die ophoper met 'n afsuigstelsel.

Persoonlike beskermingstoerusting

Die werkers moet ingelig en opgelei word oor die gevare van hoë blootstelling aan stof, sowel as die korrekte gebruik van die beskermingstoerusting (Le Grange, 1994).

Die vervaardigers van stofmaskers beveel aan dat wanneer die werker die stof reuk, moet dit dadelik vervang word. Die respirators moet ten minste elke dag vervang word, omrede die stofkonsentrasies so hoog is.

Persoonlike beskermingstoerusting moet slegs gebruik word indien ingenieursbeheer onvoldoende is (IMC Agrico, Fertilizer Material Safety Data Sheet, 1995).

Die spanleier, brander en geutman kan slegs van persoonlike beskermingstoerusting voorsien word, omrede daar geen verandering kan gedoen word in die verskillende werksareas nie.

- **Respirators**

Die superfosfaatstof is 'n baie suur (pH van 3.1-3.2) en is 83% oplosbaar in water. Dit veroorsaak dat die neus, keel en longe geïrriteer word. Daar moet dus

van 'n respirator gebruik gemaak word (IMC Agrico, Fertilizer Material Safety Data Sheet, 1995).

Indien die stofkonsentrasie die aanbeveelde BBd-waarde oorskry, moet daar van stofrespirators gebruik gemaak word wat aan die NIOSH-voorskrifte voldoen (IMC Agrico, Fertilizer Material Safety Data Sheet, 1995).

3M SA beveel 'n halfmasker (reeksnommer 6300) en 'n stoffilter (reeksnommer 2128) aan. Die konsultante van 3M het aanbeveel dat hulle eers self 'n evaluasie wil maak van die werksplek en dan die korrekte respirators aan te beveel.

- Oogbeskerming

Die werkers moet styfpassende brille dra om die stofblootstelling te verlaag (IMC Agrico, Fertilizer Material Safety Data Sheet, 1995).

- Velbeskerming

Daar is normaalweg geen beskerming nodig nie, maar as irritasie voorkom, moet werkers klere met lang moue dra en nie-deurlaatbare handskoene (IMC Agrico, Fertilizer Material Safety Data Sheet, 1995).

Velbeskerming is nodig omrede die superfosfaat 83 % oplosbaar is in water, dus dit sal oplos in die sweet. Superfosfaatstof se pH is 3.1- 3.2 dus dit is baie suur en sal die vel irriteer en brand.

5.3 WATERSTOFFLUORIEDGAS

5.3.1 SPESIFIEKE BEHEERMAATREËLS

Ingenieursbeheer

Werker 3 wat by die “cutterbox” werk moet dadelik uit die area verwyder word. Die werker se blootstelling is 24 mg/m^3 . Daar sal dadelik 'n afsuigstel geïnstaleer moet word. Voor vrystelling van die lug aan die atmosfeer moet dit eers gesuiwer word.

In die Broadfields aanleg is die kunsmis nat. Indien hierdie half gestolde materiaal versteur word, word HF-gas vrygestel. Dus by al die oorgoipunte moet afsuigstelsels geïnstaleer word.

Die area waar die hoogste HF-gas konsentrasie is, is by die eerste oorgoipunt en moet beheer word. Die area kan geïsoleer word deur die proses te bedek en 'n plaaslike uitsuigstelsel op te rig. Nadat die gas dus opgesuig is, moet die lug gesuiwer word van die HF-gas, deur middel van HF-gasabsorbeërs of -absorbeërs. Alle werkers in hierdie area moet verwyder word voor die probleem aangespreek is.

Indien die proses by die Broadfields-aanleg geïsoleer kan word, sal dit die blootstelling ook verlaag. As bogenoemde beheermetodes nie die blootstellingsvlak afbring nie, moet daar van persoonlike beskermingstoerusting of van administratiewe beheermaatreëls gebruik gemaak word.

Die skuinsbande wat die materiaal vervoer, se ontwerp moet verander word. Daar moet kante langs die vervoerbande aangebring word, wat verhoed dat die

materiaal afstort en HF-gas vrystel. Dit sal werkers 1 en 2 se blootstelling verlaag, deurdat hulle nie die gestorte materiaal hoef op te skep nie.

Administratiewe beheer

Daar moet inligting en opleiding gegee word aan die werkers oor die gevare van waterstoffluoried.

- Werker 3 mag slegs 1,5 minute , vier maal per dag, in die “cutterbox” area werk.
- Werkers 1 mag slegs 3.7 minute, vier maal per dag in die boonste vervoerband area werk.
- Werker 2 mag slegs 4.1 minute vier maal per dag in die skuinsband area werk.
- Alle werkers wat in die eerste oorgooipunt werk mag slegs 45 sekondes vier maal per dag in hierdie area wees.

In hierdie area is 'n probleem en daar moet dadelik aandag aangeskenk word.

Persoonlike beskermingstoerusting

- Klerasie

Die ACGIH (American Conference of Governmental and Industrial Hygienists) beveel polivinielchloried as 'n goeie beskermingsmateriaal aan.

- Oogbeskerming

Veiligheidsbrille met plastieklense en nie-geperforeerde kantskerms of gasdigte brille moet gedra word. Geen kontaklense mag gedra word nie (Baker, 1995; Aquire Database, 1989).

- Velbeskerming

Suurweerstandbiedende handskoene moet gedra word, naamlik Neoprene of PVC (Baker, 1995).

- Respirators

In die literatuur word aanbeveel dat HF-gaskonsentrasies van tot en met 20 dpm moet 'n chemiese patroon- respirator, en 'n stof- en misfilter gebruik word. Indien die konsentrasie bo 20 dpm is, moet daar van NIOSH-goedgekeurde selfonderhoudende asemhalingsapparaat met 'n kontinue vloei of positiewe druk volgesigmasker gebruik gemaak word (Baker, 1995; Aquire Database, 1989).

3M SA beveel aan:

- volgesig lugsuiweraar (reeksnommer 6800).
- patroon (reeksnommer 6057).
- stoffilter (reeksnommer 5911).

Die patroon en filter moet vervang word indien die werker die HF-gas kan ruik. Die konsultant wil self 'n evaluasie doen van die werksplek en dan die korrekte respirators aanbeveel.

SLOTSOM

Daar word aanbeveel dat al die areas in die kunsmisfabriek geherevalueer moet en in geraassones soneer word. Daar is tydens die studie verskeie ander areas waargeneem, waar daar geraas probleme mag wêes. Daar sal ook 'n intense ondersoek gedoen moet word na ander chemiese substansie se blootstelling. Tydens kunsmis produksie word daar verskeie ander gevaarlike chemiese substansie gebruik byvoorbeeld, fosforsuur, ammoniak, swaelsuur en verskeie ander. Daar sal 'n volledige studie gedoen moet word om al die risiko's te bepaal.

Daar is slegs na enkele omgewingsstressors gekyk, maar daar is verskeie ander stowwe wat 'n negatiwe bydraende faktor op die werkers se gesondheid kan hê.

BRONNELYS

1. ANON. 1996a. Nerves and nervous systems. (*In* Encyclopaedia Britannica '96) [CD-Rom].
2. ANON. 1996b. Endocrine systems - Catecholamines. (*In* Encyclopaedia Britannica '96) [CD-Rom].
3. ANON. 1996c. Endocrine systems - Cortisol. (*In* Encyclopaedia Britannica '96) [CD-Rom].
4. AQUIRE DATABASE. 1989. Hydrogen Fluoride. [Beskikbaar op internet] <http://mail.odsnet.com/TRIFacts/240.html> [Datum van gebruik: 8 Junie 1998].
5. ALTA BATES MEDICAL CENTER. 1998. Noise-induced hearing loss. [Beskikbaar op internet] <http://www.altabates.com/housecalls/searchcalls.cgi?title=noise+induced+hearing+loss&keyword+> [Datum van gebruik 7 Des. 1998].
6. BAKER, J.T. 1995. Hydrofluoric acid. [Beskikbaar op internet:] http://www.camd.lsu.edu/msds/h/hydrofluoric_acid.htm#Ace [Datum van gebruik: 19 Nov. 1998].

7. BELL, A. 1966. Noise an occupational hazard and public nuisance. World Health Organisation, Geneva. p.7-131.

8. BENNION, J.R. & FRALZBLAU, A. 1997. Chemical pneumonitis following household exposure to hydrofluoric acid. *American journal of industrial medicine*, 31(4): 474-478, Apr.

9. BRODERICK, A. & SCHWARTZ, D.A. 1992. Halogen gases, ammonia, and phosgene. (In Sullivan, J.B. & Krieger, G.R., eds. Hazardous materials toxicology, clinical principles of environmental health. Baltimore, Md. : Williams and Wilkins. p. 791-796.

10. CANADIAN CENTRE OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY. 1996a. Calcium. (In CCINFOdisc database series 99-4) [CD-Rom].

11. CANADIAN CENTRE OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY. 1996b. Potassium. (In CCINFOdisc database series 99-4) [CD-Rom].

12. CANADIAN CENTRE OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY. 1996c. Phosphorous. (In CCINFOdisc database series 99-4) [CD-Rom].

13. CANADIAN CENTRE OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY. 1996d.
Nickel. (*In* CCINFOdisc database series 99-4) [CD-Rom].

14. CANADIAN CENTRE OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY. 1996e.
Zinc. (*In* CCINFOdisc database series 99-4) [CD-Rom].

15. CANADIAN CENTRE OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY. 1996f.
Strontium. (*In* CCINFOdisc database series 99-4) [CD-Rom].

16. COHEN, A. & DUKES-DOBOS, F. 1985. 3b vols. Applied ergonomics. (*In* Cralley, L.V. & Cralley, L.J., eds. Patty's industrial hygiene and toxicology, 1985: 3a New York : Wiley)

17. COOK, P.B. 1989a. Hydrofluoric acid. (*In* Cook, P.B., ed. Trevethick's occupational health hazard: a practical industrial guide. 2nd ed. Oxford : Heineman Medical Books. p. 78-79.)

18. COOK, P.B. 1989b. Noise. (*In* Cook, P.B., ed. Trevethick's occupational health hazard: a practical industrial guide. 2nd ed. Oxford : Heineman Medical Books. p. 159-161.)

19. COOPER MEGERSON, S. 1993. Industrial hearing conservation. *American speech-language-hearing association*, 35(11): 49-50, Nov.
20. FRANKS, J.R. 1990. Number of workers exposed to occupational noise. *NIOHS publication on noise and hearing*. Cincinnati, OH.
21. GLORIG, A., 1985. Noise. (*In* Cralley, L.J., & Cralley, L.V., Second eds. Volume 3B. *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology*: p.557-579 New York : Wiley)
22. GRANDJEAN, P., OLSEN, J.H. & JUEL, K. 1993. Excess cancer incidence among workers exposed to fluoride. *Scandinavian journal of working environmental health*, 19(1): 108-109.
23. GUYTON, A.C. 1991. The sense of hearing. (*In* Guyton, A.C., ed. *Textbook of medical physiology*. 8th ed. Saunders : Philadelphia. 1014p.)
24. HARDING, G.W., BAGGOT, P.J. & BOHNE, B.A. 1992. Height changes in the organ of Corti after noise exposure. *Hearing research*, 63:26-36.
25. HUNTER, D. 1975. *The diseases of occupations*. Fifth ed. London: Hodder & Stoughton. p.1225.

26. HUSSEIN, E.M. 1994. Radioactivity of Phosphate ore Superphosphate en Phosphogypsum in Abu-Zaabal, Egypt. *Health Physics*, 67(3) : 280-282.
27. IMC-AGRICO COMPANY, FERTILIZER PHOSPHATE PRODUCTS. 1998. Granular Triple superphosphate (GTSP) 0-46-0. [Beschikbaar op Internet] <http://www.imc-agrico.com/fertilizer/product/gtsp.html> [Datum van gebruik: Mei 10].
28. IMC-AGRICO COMPANY, FERTILIZER MATERIAL SAFETY DATA SHEET. 1995. [Beschikbaar op Internet] <http://www.imc-agrico.com/fertilizer/product/msds/gtsp.html#ident> [Datum van gebruik: Mei 10].
29. IMC-AGRICO COMPANY, FERTILIZER PRODUCT DATA SHEET. 1998. [Beschikbaar op Internet] <http://www.imc-agrico.com/fertilizer/product/datasheet/gtspdds.html> [Datum van gebruik: Mei 10].
30. IMC-AGRICO COMPANY, FERTILIZER PHOSPHATE PRODUCTION. 1995. [Beschikbaar op Internet] <http://www.imc-agrico.com/fertilizer/phosphate/plants.html#Discovery> [Datum van gebruik: Mei 10].
31. IRWIN, J. 1994. Noise-induced hearing loss and the 4 kHz dip. *Occupational Medicine (Oxford)*, 44(4): 222-223.

32. KEMP, D.T. 1987. Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. *Journal of the Acoustic Society of America*, 64:11386-11391.
33. KIRKPATRICK, J.J., ENION, D.S. & BURD, D.A. 1995. Hydrofluoric acid burns: a review. *Burns*, 21(7): 483-493.
34. KONO, K., YOSHIDA, Y., HARADA, A., WATANABE, M., TANIMURA, Y., ORITA, Y., DOTE, T. & BESSHO, Y. 1993. Urine, serum and hair monitoring of hydrofluoric acid workers. *International archives of occupational and environmental health*, 65(1): 595-598.
35. KONO, K., YOSHIDA, Y., HARADA, A., WATANABE, M., TANIMURA, Y. & SHIBUYA, Y. 1992. Fluoride metabolism and renal function: concern health care of hydrofluoric acid workers. *Proceeding of the tenth Asian conference on occupational health*, 2: 755-762, Sept.
36. KONO, K., YOSHIDA, Y. & YAMAGATA, H. 1987. Urinary fluoride monitoring of industrial hydrofluoric acid exposure. *Environmental research*, 24(2): 415-420, Apr.
37. KOREN, H. 1991. Air quality management. 2vols. (In Koren, H., ed. Handbook of environmental health and safety: principles and practices.: 2nd ed. New York : Lewis. p. 1-65.)

38. KRENZELOK, E.P. 1992. Hydrofluoric acid. (*In* Sullivan, J.B. & Krieger, G.R., eds. Hazardous materials toxicology: clinical principles of environmental health. Baltimore, Md. : Williams & Wilkins. p. 785-790.)
39. LAROCHE, C., HÉTU, R., QUOC, H.T. & JOSSERAND, B. 1992. Frequency selectivity in workers with noise-induced hearing loss. *Hearing Research*, 64:61-72.
40. LE GRANGE, J.P. 1994. The control of dust, gases and fumes (*In* Schoeman, J.J. & Schröder H.H.E., eds. Occupational Hygiene. 2nd ed. Kenwyn : Juta p. 285-356.)
41. LEE-FELDSTEIN, A. 1993. Five-year follow-up study of hearing loss at several locations within a large automobile company. *American journal of industrial medicine*, 24:41-54.
42. LEINSTER, P., BAUM, J., TONG, D. & WHITEHEAD, C. 1994. Management and motivational factors in the control of noise induced hearing loss (NIHL). *Annals of Occupational Hygiene*, 38(5): 649-662.
43. LERCHER, P., HÖRTNAGL, J. & KOLFER, W.W. 1993. Work noise annoyance and bloodpressure: combined effects with stressful working conditions. *Occupational Environmental Health*, 65(1):23-28.

44. LUND, K., EKSTRAND, J., BOE, J., SØSTRAND, P. & KONGERUD, J. 1997. Exposure to hydrogen fluoride: an experimental study in human of concentrations of fluoride in plasma, symptoms, and lung function. *Occupational and environmental medicine*, 54: 32-37.
45. LUTMAN, M.E. 1992. Apportionment of noise-induced hearing disability and its prognosis in a medicolegal context: a modelling study. *British journal of audiology*, 26: 307-319.
46. MACHLE, W., THAMANN, F., KITZMILLER, K. & CHOLAK, J. 1934. The inhalation of hydrogen fluoride: the response following exposure to high concentrations. *Journal of industrial hygiene*, 16: 129-145.
47. MALERBI, B. 1989a. Noise. (In Waldron, H.A., ed. *Occupational health practice*. 3rd ed. London : Butterworths. p.113-151.)
48. MALERBI, B. 1989b. Audiometry (In Waldron, H.A., ed. *Occupational health practice*. 3rd ed. London : Butterworths. p.269-279.)
49. MARAIS, P.J. 1989. Geraas en gehoorbehoud. (In Schoeman, J.J. & Schröder H.H.E., eds. *Inleiding tot beroepshigiëne*. Goodwood : Nasional boekdrukkery. p. 195- 245.)

50. MARAIS, P.J. 1994. Noise and Hearing Conservation. (*In* Schoeman, J.J. & Schröder H.H.E., eds. Occupational Hygiene. 2nd ed. Kenwyn : Juta p. 193-241.)
51. McCULLY, J.P., WHITING, D.W., PETIT, M.G. & LAUBER, S.E. 1983. Hydrofluoric acid burns of the eye. *Journal of Occupational Medicine*, 25: 447-450.
52. MCGUIRE, J. 1991a. Industrial plant noise abatement. (*In* Hansen, D.J., ed. The work environment: occupational health fundamentals. Chelsea, Mich. : Lewis p. 167-209.
53. MCGUIRE, J. 1991b. Hearing conservation and employee protection (*In* Hansen, D.J., ed. The work environment: occupational health fundamentals. Chelsea, Mich. : Lewis. p. 209-241.
54. MELAMED, S. & BRUHIS, S. 1996. The effects of chronic industrial noise exposure on urinary cortisol, fatigue, and irritability: a controlled field experiment. *Journal of occupational environmental medicine*, 38(3):252-256, March.
55. MELAMED, S., RABINOWITZ, S. & GREEN, M.S. 1994. Noise exposure, noise annoyance, hearing protection device use and distress in blue-collar workers. *Scandinavian journal of work, environment and health*, 20: 294-300.

56. MENG, Z. & ZHANG, B. 1996. Chromosomal aberrations and micronuclei in lymphocytes of workers at a phosphate fertilizer factory. *Mutation research*, 339(3): 283-288.
57. MICHAEL, P.L. 1972. Noise. (In Cralley, L.V., Cralley, L.J., Clayton, G.D. & Jurgiel, J.A., eds. Industrial environmental health: the worker and the community. New York : Academic Press. p. 145-162.)
58. MORRIS, J.B. & SMITH, F.A. 1987. Regional deposition and absorption of inhalation of hydrofluoric acid. *Toxicology Application of Pharmacology*, 62: 415-427.
59. NATIONAL INSTITUTE ON DEAFNESS AND OTHER COMMUNICATION DISORDERS. 1997. Noise-induced hearing loss fact sheet. [Beskikbaar op internet] <http://www.nih.gov/nidcd/noise.htm> [Datum van gebruik: 9 Mei 1998].
60. OLISHIFSKI, J.I. 1988. Occupational Hearing Loss, Noise, and Hearing Conservation. (In Zenz, C., ed. Occupational medicine: principles and practical applications. 2nd ed. St. Louis : Mosby p.274-324.)
61. OXFORD MEDIESE WOORDEBOEK: VERTALEND EN VERKLARENDE. 1993. Oxford, N.Y. : Oxford University Press. 75-540p.

62. PAUSTENBACH, D.J. 1985. 3b vols. Exposure limits, pharmacokinetics, and unusual work schedules. (Patty's industrial hygiene and toxicology, 1985: 3a.)
63. PHOON, W.H., LEE, H.S. & CHIA, S.E. 1993. Tinnitus in noise-exposed workers. *Occupational Medicine*, 43:35-38.
64. ROYSTER, J.D. & ROYSTER, L.H. 1990. Hearing conservation programs, practical guidelines for success. Chelsea, Mich.: Lewis. p.1-120.
65. SAFETY LINE THE MAGAZINE. 1996. Hydrofluoric acid. [Beschikbaar op internet:] http://www.wt.com.au/~dohswa/magazine/sline_29/article7.htm
[Datum van gebruik: 9 Mei 1998].
66. SALLS, C.M. 1924. Hydrofluoric acid fumes. *Industrial hygiene bulletin*, 1:10-11.
67. SOUTH AFRICAN BUREAU OF STANDARDS. 1996. The measurement and assessment of occupational noise for hearing conservation purposes. Pretoria : South African Bureau of Standards. 24p.
68. STOKINGER, H.E. 1981. 3b vols The halogens and thenonmetals boron and silicon. (Patty's industrial hygiene and toxicology, 1981 : 2A.)

69. SUID AFRIKA. 1993. Wet op beroepsgesondheid en veiligheid no. 85 van 1993. Pretoria : Staatsdrukkery.
70. UNITED STATES OF AMERICA DEPARTMENT OF LABOUR. 1980. Noise control - a guide for workers and employers. p. 1-2.
71. UNITED STATES OF AMERICA, ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). 1998. Hydrogen fluoride:related compounds. [beskikbaar op internet] <http://www.epa.gov/ttn/uatw/hlthef/hydrogen.html> [Datum van gebruik: 8 Jun. 1998].
72. UPFAL, M. & DOYLE, D. 1990. Medical management of hydrofluoric acid exposure. *Journal of occupational medicine*, 32(8): 726-731, Aug.
73. WALMSLEY, T. 1997. Fluoride in urine. *Canterbury health laboratories*. [Beskikbaar op Internet] <http://www.chlabs.co.nz/n4086hlp.htm> [Datum van gebruik: 10 Mei 1998].
74. WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION). 1984. Evaluation of exposure to airborne particles in the work environment. Geneva. 66p.
75. ZODER, A., GELDMACHER, M., MALLINEKRODT, V. & SCHALLER, K.H. 1977. Renal fluoride excretion as a useful parameter for monitoring hydrofluoric acid-exposed persons. *International archives of occupational and environmental health*, 40: 13-24.

AANHANGSEL 1

| AREAS | KORREL 1 mg/m³ | BBd-Ad mg/m³ |
|--|----------------------------------|--------------------------------|
| Spanleier | 21.4 | 10 |
| Bedekkerbediener & siwwer | 6.3 | 10 |
| Brander | 105.7 | 10 |
| Geutman | 135.7 | 10 |
| Laaigraaf | 1.3 | 10 |
| "Intakes" | 88.6 | 10 |
| Korreldrombediener | 1.5 | 10 |
| Skaalbediener | 626.1 | 10 |

Tabel A1.1: Is al die gemoniteerde stofblootstellingswaardes wat verkry is in Korrel 1-aanleg en die BBd-waarde.

| | KORREL 2 mg/m³ | BBd-Ad mg/m³ |
|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Korreldrombediener | 65.4 | 10 |
| Bandbediener | 115.7 | 10 |
| "Intakes" | 59.5 | 10 |
| Skaalbediener | 54.6 | 10 |
| Geutman | 55.9 | 10 |
| Siwwer | 874.0 | 10 |
| Skroptoring | 9.6 | 10 |
| Branders | 307.6 | 10 |
| Jumbo-bestuurder | 26.4 | 10 |

Tabel A1.2: Die gemoniteerde stofblootstellingwaardes wat verkry is in die Korrel 2-aanleg en die BBd-waarde.

| | MEULKAMER mg/m³ | BBd-Ad mg/m³ |
|---------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Skoonmaker1 | 68.7 | 10 |
| Skoonmaker2 | 28.7 | 10 |
| Skoonmaker3 | 45.6 | 10 |
| Bandbediener | 46.4 | 10 |
| Laaigraaf | 203.3 | 10 |

Tabel A1.3: Die gemoniteerde stofblootstellingwaardes wat verkry is in die Meulkamer en die BBd-waarde.

| Area | Gemiddelde mg/m³ | BBd-Ad mg/m³ |
|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| werker 1 (boonste band) | 10.5 | 2.5 |
| werker 2 (skuinsband) | 9.1 | 2.5 |
| werker 3 (" cutterbox") | 24.4 | 2.5 |
| onderste vlak | 3.3 | 2.5 |
| Middelvlak | 3.9 | 2.5 |
| Werker 4 (al 3 vlakke) | 5.2 | 2.5 |
| Onderste vlak (skuinsplaat) | 0.1 | 2.5 |
| Onderste vlak (voor-kantoor) | 19.0 | 2.5 |
| Middelvlak (bo-kantoor) | 4.6 | 2.5 |
| Middelvlak (skuinsplaat) | 0.1 | 2.5 |
| boonste vlak | 8.6 | 2.5 |
| 1ste oorgooipunt | 49.5 | 2.5 |

Tabel A1.4: Die gemiddelde gemoniteerde HF-gaskonsentrasies wat verkry is in die Broadfields-aanleg en die aanbeveelde BBd-waarde.

AANHANGSEL 2

| Area | mg | mg | mg/m ³ | mg/m ³ | Gemidd. | BBd-Ad |
|---------------------------------|--------|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | SABS | Naschem | Naschem | SABS | mg/m ³ | mg/m ³ |
| werker 1 (boonste band) | 0.0068 | 0.0529 | 18.5679 | 2.3868 | 10.47735 | 2.5 |
| werker 2 (skuinsband) | 0.0074 | 0.0447 | 15.6897 | 2.5974 | 9.14355 | 2.5 |
| werker 3 ("cutterbox") | 0.0748 | 0.0645 | 22.6395 | 26.2548 | 24.44715 | 2.5 |
| onderste vlak | 0.0053 | 0.0135 | 4.7385 | 1.8603 | 3.2994 | 2.5 |
| Middelvlak | 0.0003 | 0.011 | 3.861 | 0.1053 | 3.861 | 2.5 |
| Werker 4 (al 3 vlakke) | 0.0003 | 0.0065 | 2.2815 | 0.1053 | 2.2815 | 2.5 |
| Onderste vlak (skuinsplaat) | 0.0003 | 0.0149 | 5.2299 | 0.1053 | 5.2299 | 2.5 |
| Onderste vlak (voor-kantoor) | 0.0003 | 0.003 | 1.053 | 0.1053 | 1.053 | 2.5 |
| Middelvlak (bo- kantoor) | 0.0003 | 0.054 | 18.954 | 0.1053 | 18.954 | 2.5 |
| middel vlak (skuinsplaat) | 0.0003 | 0.0132 | 4.6332 | 0.1053 | 4.6332 | 2.5 |
| boonste vlak | 0.0003 | 0.0246 | 8.6346 | 0.1053 | 8.6346 | 2.5 |
| eerste oorgooipunt | 0.1238 | 0.1584 | 55.5984 | 43.4538 | 49.5261 | 2.5 |

Tabel A2.1: HF-gas konsentrasieblootstelling soos gemeet by die verskillende areas in die Broadfields-aanleg.