

# **REPRODUKTIEWE GESONDHEID VAN VROULIKE WERKNEMERS IN 'N PETROCHEMIESE FABRIEK**

*deur*

**Mariaan Du Toit**

Skripsie voorgelê ter gedeeltelike nakoming van die vereistes vir die graad Magister Sciëntiae in Bedryfsfisiologie, in die vakgroep Fisiologie, Skool vir Fisiologie, Voeding en Verbruikerswetenskappe, aan die Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys.

**Studieleier:** Mnr. P.J. Laubscher  
**Hulpstudieleier:** Dr. W.P. Labuschagne

Potchefstroom  
2000

## OPSOMMING

Sasol Sintetiese Brandstowwe (SSB) bedryf die wêreld se enigste kommersieël suksesvolle steenkool gebaseerde sintetiese brandstowwe vervaardigingsbedryf by Secunda in Mpumalanga. Die produkte wat deur SSB vervaardig word, bestaan uit vloeibare brandstowwe, pyplyngas en verskeie chemiese- en polimeer produkte. Tydens die vervaardiging van petroleum word 'n groot verskeidenheid chemikalieë gebruik en by elke aanleg word verskillende chemikalieë tot die proses toegevoeg en/of onttrek. Oor die algemeen kom gasagtige vrystellings van steenkool vervloeiings aanlegte voor by uitlaat prosesse, byproduk herwinning, storting, afvalbehandeling, suurgasverwydering, sulfaatherwinning en kragopwekking. Omdat die blootstelling aan chemiese substansie so baie nadelige gevolge op die menslike liggaam kan hê, is dit belangrik om blootstelling te beheer en te bekamp. Om vas te stel in watter mate die vroue werkers by SASOL aan chemiese substansie in die omgewing blootgestel is, is persoonlike blootstellingsverslae, soos gemeet by die prosesse self, van die Beroepshigiëne afdeling van SASOL af ontvang en ontleed. Die persoonlike blootstellingskonsentrasies aan die verskeie substansie is met die tydbeswaarde drempelwaardes vergelyk soos vasgestel deur die ACGIH. Die blootstellingskonsentrasies is ook met riglynwaardes vergelyk wat bepaal is vir reproduksie toksisiteit. Waardes hoër as die van die vasgestelde waardes, kan reproduksie toksisiteit induseer (Jankovic & Drake, 1996:54).

'n Grondplan van Sasol is gebruik by die bepaling van die gebied waaruit die vroue vir die studie gekies is. Vir hierdie studie is die middelste strook geïdentifiseer as die deel waaruit die proefpersone vir die studie sal kom, omdat dit die gebied is waar die meeste vrouens gelokaliseer is. Omdat daar relatief min vroue by die verskillende aanlegte werk, is al die vrouens wat in hierdie gekose area werk, gebruik vir die studie. 'n Vraelys is opgestel in samewerking met Dr. W. Van Wyk (ginekoloog), Dr. W. P. Labuschagne (algemene praktisyn) en Mnr. P. J. Laubscher (dosent aan die Potchefstroomse Universiteit). Die tipe vrae wat in die vraelys gevra is, hou verband met die abnormaliteite wat ginekoloë, in Secunda, in die praktyk teëkom en abnormaliteite wat in die literatuur beskryf is.

Omdat daar na 'n populasie, nl. Sasol vrouewerkers, in geheel gekyk is en geen proefpersone ewekansig gekies is nie, word praktiese betekenisvolheid vir die studie gebruik, eerder as statistiese betekenisvolheid. Daar is wel van statistiese betekenisvolheid gebruik gemaak om die verskeie groepe, wat vir die studie gebruik is, met mekaar te vergelyk. Die program wat gebruik is by die statistiese verwerking van die data, is die SAS-sisteem vir 'Windows Release 6.12', 1996.

Eenrigting- en tweerigting tabelle is opgestel. Die eenrigting tabelle dui die frekwensie van die beantwoorde vrae aan, terwyl die tweerigting tabelle tendense met mekaar vergelyk.

Die tabelle en grafieke is met behulp van die Excell-program gedoen.

Vanuit die studie is die volgende bevind:

Ammoniak, benzeen, etielbenzeen, heksaan, heptaan, kwik, kresol, mesitileen, metanol, metiel etiel ketoon, naftaleen, oktaan, phenol, pentaan, propielalkohol, steenkoolstof, toluen, waterstofsianied, waterstofsulfied en xileen is substansie wat by die onderskeie aanlegte gemeet is. Die blootstellingsvlakke vir hierdie substansie was oor die algemeen laer as die vasgestelde tydbeswaarde drempelwaarde, soos deur die ACGIH vasgestel is. Substansie wat wel van die tydbeswaarde drempelwaarde oorskrei het, was ammoniak, benzeen, kwik, toluen en waterstofsianied. Die gemiddelde persentasie effektiewe blootstellings vlakke (%EBV'e) vir hierdie substansie was 183%, 117%, 1500%, 11% en 317%. Effektief behoort werkers aan nie meer as 100% EBV blootgestel te wees nie. Kwik en waterstofsianied hou dus 'n definitiewe risiko in vir die werkers wat aan hierdie hoë vlakke blootgestel word.

Die %EBV'e is ook uitgewerk vir substansie waarvoor daar reproduksie riglynwaardes beskikbaar was. Vanuit hierdie berekening is gevind dat benzeen, toluen, xileen, steenkoolstof en kwik baie hoë %EBV'e het. Waardes van 29000%, 219%, 1200%, 119% en 3100% is onderskeidelik vir hierdie substansie gekry. Hierdie substansie het 'n definitiewe potensiaal om skade aan die vroue se reproduksiegesondheid aan te rig.

Uit die ontleding van die vraelyste wat gebruik is tydens hierdie studie, kan die gevolgtrekking gemaak word dat die vrouens wat by SASOL werk, reproduksie abnormaliteite nl. Miskrame, vroeë geboortes, lae geboorte gewig en menstruele afwykings, veral menoragie mag ervaar.

Indien die %EBV resultate met die vraelys resultate vergelyk word, kan die gevolgtrekking gemaak word dat vroue werkers wat blootgestel word aan benzeen, toluen, xileen, steenkoolstof en kwik, meer miskrame, lae geboorte gewig babas, vroeë geboortes en menstruele abnormaliteite, veral meneragie, ondervind as nie-blootgestelde vroue.

## **SUMMARY**

Sasol Synthetic Fuels (SSF) run the world's largest commercially successful, coal based, synthetic fuel production in Secunda, Mpumalanga. The products that are produced by SSF, consist out of liquid fuel, pipeline gas, and large varieties of chemical- and polymer products.

With the processing of fuels, a lot of chemicals are being used at the different plants. At each plant a lot of chemicals are added or deducted from the process. Gaseous releases are released during the coal liquefying process at outlet processes, by-product recovering, dumping, waste handling, carbonated gas removal, sulphate recovering, and power generating. Because the exposure to chemical substances may have harmful effects on the human body, it is necessary to try to control exposure.

To find out to which extent the female workers at SASOL have been exposed to chemical substances in the environment, personal exposure reports were used. The reports were collected from the Occupational Hygiene Department at SASOL and analysed.

The personal exposure concentrations to the different substances were compared with the Time Limit Values (TLV), as established by the ACGIH. The personal exposure concentrations are compared to the reproduction guideline values, which indicate reproduction toxicity, as well. Values higher than the established values, can be indicative of reproduction toxicity (Jankovic & Drake, 1996:54)

A floor plan of SASOL was used to establish the area from which women were chosen to participate in the study. The middle area of SASOL was identified from where the experimental group came from for the study. The middle area was chosen, because this is the area where most of the women are localised. All the women in this chosen area were used for the study.

A questionnaire was compiled with the help of Dr. W. Van Wyk, Dr. W.P. Labuschagne and Mr. P.J. Laubscher. The type of questions that were asked in the questionnaire, were about abnormalities gynaecologists experienced in Secunda and abnormalities that were described in the literature.

Because a whole population of female workers were studied, the study made use of practical significance. Statistic significance was only used to compare the different groups of women that were used for the study. The program that was used for statistical processing of the data was the SAS system for Windows Release 6.12,1996.

One-way and two-way tables were composed. The one-way tables indicate the frequency of the different types of questions that are asked and the two-way tables compare the answers of the questions with one another. The tables and graphs were done with the EXCELL-Program.

Results that came forward from out the study are the following: Ammonia, benzene, ethyl benzene, hexane, cresol, mercury, methanol, mesitilene, methyl ethyl, ketone, naphthalene, phenol, pentane, coal dust, toluene, hydrogen cyanide, octane, and xylene are the different substances for which there have been measurements made at the different plants.

In the overall, all the exposure levels for these substances were lower than the established TLV values. Substances wick did exceed the TLV values, were ammonia, benzene, mercury, toluene, and hydrogencyanide. The effective exposure value percentage (EEV%) for these substances were 183%, 117%, 1500%, 11%, and 317%. A worker ought not to be exposed to more than a 100% EEV. It is for this reason that mercury and hydrogencyanide exposure holds in a definitive risk to exposed workers. The EEV% is worked out for substances for wick there were reproduction guideline values available. From these calculations the founding was that benzene, toluene, xylene, coaldust, and mercury had very high EEV%'s. the diffirent values were as follow: 2900%, 219%, 1200%, 119%, and 3100%.

These substances hold in a definitive potential to have harmful effects on female reproduction. From the questionnaires that were used during this study, the founding is that female workers at SASOL experience reproduction abnormalities. The abnormalities are miscarriages, low birth weight babies, early births, and menstrual abnormalities. If the EEV% are compared with the questionnaire's results, the following conclusion can be made: Female workers that are exposed to benzene, toluene, xylene, coal dust, and mercury experience more miscarriages, low birth weight babies, early births, and menstrual abnormalities than non-exposed women.

## **BEDANKINGS**

Ek wil graag die volgende persone bedank:

1. My studieleier, Mnr. P.J. Laubscher, vir sy leiding, inspirasie en geduld tydens hierdie studie.
2. Die personeel van die Mediese Stasie by Sasol vir hulle ondersteuning en gasvryheid tydens my studie opname tydperk.
3. Mev. W. Breytenbach, van die Statistiek Departement, vir haar hulp en bystand met die ontleding van my studie se resultate.
4. Bennie Smit, my verloofde, vir sy ondersteuning en bystand tydens die hele studie.
5. My ouers se bystand.
6. Bowenal aan God die hoogste eer!

# INHOUDSOPGAWE

BLADSYE:

<b>Hoofstuk 1 'n Algemene inleiding</b>	1
1.1 Inleiding	3
1.1.1 Hipotese	3
1.1.2 Doel	
<b>Hoofstuk 2 Literatuuroorsig</b>	
2.1 Die Petrochemiese Industrie	4
2.1.1 Brandstofvervaardigingsprosesse	4
2.1.2 Besoedeling tydens brandstofvervaardigingsprosesse	6
2.2 Toksikologie van toksiese substanses	9
2.2.1 Toksisiteit van substanses	9
2.2.2 Blootstelling aan chemikalieë wat in die lug teenwoordig is	10
2.2.3 Mutagenese	11
2.2.4 Voorbeelde van substanses betrokke by DNA beskadiging	12
2.2.5 Reproduksie en blootstelling aan toksiese substanses in die omgewing	14
2.2.6 Blootstellingseffekte van reproduksietoksies substanses	16
2.3 Reproduksie	19
2.3.1 Reproduksie by die vrou	19
2.3.2 Abnormale menstruele bloeding	23
2.4 Die prenatale ontwikkeling	27
2.4.1 Bevrugting	27
2.4.2 Die omgewing se invloed op prenatale ontwikkeling	30
2.4.3 Ontwikkelings- en embriotoksisiteit	31
2.4.4 Ongepaarde embriogenese en fetale groei	32
2.5 Die invloede van petrochemikalieë op reproduksie	33
2.5.1 Dierestudie bewyse	33
2.5.2 Bewyse van studies op mense	36
2.5.3 Tabulering van chemiese substanses wat 'n uitwerking op vroulike reproduksie het	38
<b>Hoofstuk 3 Metodiek</b>	
3.1 Omgewing evaluering	40
3.2 Proefpersoon keuse	41
3.3 Kontrole groep	42
3.4 Eksperimentele evaluering	42
3.5 Statistiese analise	43
<b>Hoofstuk 4 Resultate</b>	
4.1 Chemiese substans konsentrasies by die verskeie aanlegte	46
4.2 Uitslae van vraelyste	60
4.3 Bespreking	67
4.4 Gevolgtrekking	82
<b>Hoofstuk 5 Bibliografie</b>	86
<b>Hoofstuk 6 Bylae</b>	94

# HOOFSTUK 1

## ALGEMENE INLEIDING

### 1.1 INLEIDING

Gedurende die afgelope dekade is talle fisiologiese afwykings by mense geïdentifiseer wat waarskynlik verband hou met chemiese besoedeling van die omgewing en die werksplek (Yeomans & Wise, 1998) (Montague, 1999). Die mate waartoe omgewings- en werksplekblootstelling die reproduktiewe vermoë van die werkers beïnvloed, is nog grootliks onbekend, maar verbande is wel tussen blootstelling aan chemiese substansie en die benadeling van menslike reproduktiwiteit gevind (Anon., 1993). 'n Moontlike rede waarom daar so min aandag geskenk word aan die effek van chemiese substansie op menslike reproduktiwiteit, is omdat die MSD's (material safety data sheets) wat vir die werkers se gesondheids beskerming gebruik word, nie voorsiening maak vir reproduktiewe invloede nie (Jankovic & Drake, 1996:57).

Axelsson & Molin (1988:17) en Xu et al. (1998:55) vind dat blootstelling aan chemikalieë in veral petroleum industrieë geassosieer word met 'n verhoogde frekwensie miskrame, wangeskapenheid, geboorte defekte en stilgeboortes. In petrochemiese industrieë word werkers daaglik aan 'n verskeidenheid chemiese substansie blootgestel. Blootstelling vind op verskeie maniere plaas. Die mees algemeenste vorm van blootstelling is die inaseming van gasse. Gasse word hoofsaaklik by lekke, pompseëls en bergingsdromme vrygestel (Hutcheson et al., 1996:24).

Petroleum is 'n hoogs komplekse chemiese mengsel en bestaan feitlik heeltemal uit koolwaterstowwe (Lynge et al., 1997:8). Koolwaterstowwe aan die anderkant, maak weer 'n groot deel uit van organiese oplosmiddels en soos in die literatuur bewys, verteenwoordig die oplosmiddels 'n groot verskeidenheid gesondheidsprobleeme onder blootgestelde persone (Lynge et al., 1997:8; Henry, 1998:17; Torrey, 1978). 'n Baie bekende organiese oplosmiddel, is benzeen. Benzeen veroorsaak verskeie ongunstige gesondheidseffekte. Hierdie ongunstige gesondheidseffekte word met beide kort- en langtermynblootstelling geassosieer (Anttila et al., 1990:72; Henry, 1998:17). Benzeen is maar een van die vele organiese oplosmiddels in petroleum produkte wat ongunstige gesondheidseffekte tot gevolg het.

Chemikalieë wat tot die organiese oplosmiddelklas behoort, is die volgende: aromatiese koolwaterstowwe, alifatiese koolwaterstowwe (bv. kerosen, toluen, xileen), gechlorineerde koolwaterstowwe (bv. koolstoffetrachloried), glikole (bv. etileen glikol) en glikol eters (bv. metoksie etanol; Anon., 1998). Die algemeenste organiese oplosmiddels waaraan werkers by petroleum industrieë blootgestel is, is alifatiese- en aromatiese koolwaterstowwe, fenole, trichloro-etileen, xileen, asetoon en verwante komponente (Liano, 1999).

In 1998, het 'n analise van vorige studies, aangetoon dat vroue wat tydens swangerskap aan organiese oplosmiddels blootgestel is, 'n 64% groter kans het om geboorte te skenk aan babas met geboorte defekte (Montague, 1999). Die JAMA studie het bevind dat vroue wat tydens swangerskap aan organiese oplosmiddels blootgestel is, 'n 13-voudige verhoogde kans het om geboorte aan 'n misvormde baba te skenk (Liano, 1999). Nog 'n studie toon dat vroue wat aan organiese oplosmiddels blootgestel is, baie meer miskrame het en dat babas wat gebore word, oor die algemeen minder as 2,8kg weeg (Anon., 1998; Torrey, 1978). Verhoogde menstruele siklus afwykings word ook gekoppel aan organiese oplosmiddel blootstelling (Lindbohm, 1999:36; Clegg *et al.*, 1986:34). Resente studies het ook aangetoon dat organiese oplosmiddels ernstige gesondheidsprobleme veroorsaak, insluitende immuunsisteem afwykings en verskeie tipes kanker (Montague, 1999). In Bulgarye vergelyk Simeonova *et al.* (1989:48) die frekwensie sitogeniese abnormaliteite tussen werkers by 'n petroleum produserende industrie met 'n nie-blootgestelde groep werkers. Die resultaat is dat daar onder die blootgestelde groep werkers baie meer miskrame, stilgeboortes en wangeskapenheid voorgekom het. Die frekwensie chromosomale afwykings en chromatied uitruilings was ook hoër tussen die blootgestelde groep werkers as tussen die van die werkers wat nie blootgestel was nie. Die resultaat van hierdie studie stel voor dat daar sekere mutageniese substansie by die petroleum industrie voorkom wat moontlik fetale verlies of defekte kan veroorsaak.

Die bogenoemde ongunstige gesondheidseffekte wat met organiese oplosmiddel-blootstelling verbind word, is voorbeelde van studies wat net op die reproduksie gesondheid van die vroue werkers betrekking het.

Met die toenemende hoeveelheid vroue wat deur die petrochemiese industrie in diens geneem word, hou die omgewingsbesoedeling van vlugtige organiese substansie 'n definitiewe risiko potensiaal in vir die swanger vrou asook vir die ontwikkelende embrio. Dit is daarom belangrik om die risiko van sekere beroepsaktiwiteite te evalueer (Karvoven & Mikheer, 1986).

Om die assosiasie tussen petrochemikalieë en reproduksie abnormaliteite te ondersoek, is hierdie studie in die vorm van 'n epidemiologiese studie uitgevoer. 'n Epidemiologiese studie kan 'n assosiasie tussen blootstelling aan skadelike substansie en reproduksie abnormaliteite bevestig. Al nadeel is dat die effekte wat vasgestel is, al reeds skade veroorsaak het by die populasie wat vir die studie ondersoek is (Rosengerg, 1998). Reproduksie epidemiologie dek 'n groot veld onderwerpe. Die verskeie onderwerpe wat reproduksie epidemiologie dek, is onder andere, die ontwikkeling van die mens, reproduksie sisteme, bevrugting, swangerskap, geboorte en die gesondheid van die pasgebore kind. In 'n reproduksie epidemiologiese studie is dit ook moontlik om die uitkomst van verskillende effekte van chemiese stowwe te monitor, bv. verminderde fertiliteit, menstruele abnormaliteite, miskrame, kongenitale wangeskopenheid, stilgeboortes, vertraagde groei en ander abnormale toestande wat latere jare na vore kan kom (Rosengerg, 1998; Karvoven & Mikheer, 1986). Dit bring ons tot die doel en hipotese van hierdie studie.

### **1.1.1 Doel:**

Die doel van hierdie projek is om deur middel van 'n epidemiologiese studie vas te stel of vrouens wat by Sasol werk se reproduksie gesondheid aangetas word deur die blootstelling aan petrochemikalieë van die werkomgewing.

### **1.1.2 Hipotese:**

Die reprodktiewe gesondheid van vroulike werknemers van Sasol Sintetiese Brandstowwe (SSB) in Secunda word benadeel deur die blootstelling aan vlugtige organiese substansie wat vrykom tydens die vervaardiging van petroleum.

## HOOFSTUK 2

### LITERATUUROORSIG

#### 2.1 DIE PETROCHEMIESE INDUSTRIE

##### **2.1.1 Brandstofvervaardigingsprosesse**

In Suid-Afrika produseer Sasol meer as 40% van die land se vloeibare brandstowwe.

Sasol Sintetiese Brandstowwe (SSB) bedryf die wêreld se enigste kommersieel suksesvolle steenkool gebaseerde sintetiese brandstowwe vervaardigingsbedryf by Secunda in Mpumalanga. Die bedryf maak van laer graadse steenkool gebruik by die maak van hulle produkte. Die produkte wat deur SSB vervaardig word, bestaan uit vloeibare brandstowwe, pyplyngas en verskeie chemiese- en polimeer produkte. Die finale brandstof produkte word aan Sasol Olie en ander olie-maatskappye verkoop. Ongesuiwerde etileen en propileen word eers deur die Polifin Monomeer afdeling gesuiwer vir die produksie van poli-etileen, poli-propileen en poli-vinielchloried. Daarna word van die chemiese produkte verkoop aan ander chemikalie prosesserende maatskappye. Ammonia word onder andere aan bemestings- en plofstofmaatskappye verkoop (Anon., 1998).

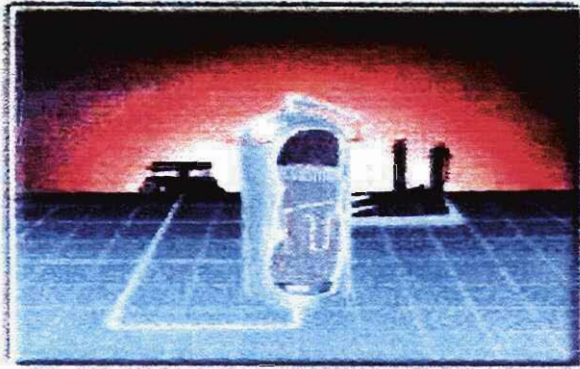
Sasol Sintetiese Brandstowwe by Secunda, bestaan uit twee dele nl. Sasol II en Sasol III. Sasol II en Sasol III is identies aan mekaar en kan petroleum onafhanklik van mekaar vervaardig. Die vervaardiging van petroleum word in verskeie stappe gedoen. Elke stap geskied by 'n ander aanleg. Tydens die vervaardiging van petroleum word 'n groot verskeidenheid chemikalieë gebruik en by elke aanleg word verskillende chemikalieë tot die proses toegevoeg en/of onttrek. In figuur 2.1 is 'n kort opsomming van die drie hoof prosesse wat betrokke is by die vervaardiging van petroleum.

Die Sasol proses begin in die vergassing aanleg waar steenkool onder druk by 'n hoë temperatuur en in die teenwoordigheid van stoom en suurstof, omgeskakel word na ru-gas. Tydens die tweede fase van die Sasol proses word die gas omgeskakel na vloeistowwe. Die ru-gas word afgekoel waarna dit kondenseer en produkte lewer soos teer, olie en pik. Ander chemikalieë byprodukte soos stikstofryke komponente, sulfaat en fenole, word respektiewelik as ammonia, sulfaat, kreosole, fenole en pik herwin wat dan later ook omgeskakel word na 'n meer bruikbare vorm. Die gesuiwerde sintetiese toevoer gas is dan beskikbaar vir die omskakeling deur middel van Hoë- en Lae Temperatuur Fischer Tropsch tegnologie (Anon., 1998).

# Sasol Processes

## **Oil-from-Coal Process**

The oil-from-coal process is utilised by Sasol in its existing operating facilities in South Africa. Currently 150 000 bbl/day of synthetic fuels are produced and a total of in excess of 700 million barrels have been produced since the start-up of Sasol Synthetic Fuels in the early 1980s.



## **Slurry Phase Distillate Process (Gas-to-Liquids)**

With growing international interest in exploiting natural gas as an environment-friendly and commercially viable energy source, Sasol Synfuels International is marketing the Sasol Slurry Phase Distillate process for the production of high-quality diesel from

natural gas.

## **Advanced Synthol Technology**

Sasol has developed and commercialised the Sasol Advanced Synthol technology for converting synthesis gas into gasoline and light olefins. This technology may be used to manufacture liquid fuels and chemicals from natural gas in a similar manner to the Sasol Slurry Phase Distillate process.

**Figuur 2.1** 'n Opsomming van die Sasol Brandstofvervaardigingsproses (Anon, 1998).

Hoë Temperatuur Fischer Tropsch omskakeling, Lae Temperatuur Fischer Tropsch omskakeling en die rafinering van ru-olie, is deel van die laaste fases van die Sasol proses. Tydens die Lae Temperatuur Fischer-Tropsch omskakeling reageer die sintetiese toevoer gas by 'n laer temperatuur as by die Synthol reaktors en word koolwaterstof wakse en parafiene geproduseer. Hoë kwaliteit diesel kan ook tydens die proses geproduseer word (Anon., 1998). Ru-olie raffinering vind plaas by die Natref Rafinadery waar ru-olie geraffineer word om petrol, diesel, vloeibare petroleum gas, paraffien en bitumen te vervaardig (Anon., 1998).

Na suiwing word gas na die Sasol Advanced Synthol reaktors gestuur. Hier reageer 'n vloeibare katalis en koolstofmonoksied, onder druk en by 'n matige temperatuur, met mekaar. Hoë waarde chemikalieë word dan aanhoudend saam met brandstof produkte geproduseer. Geoksineerde koolwaterstowwe en reaksie water word ook tydens hierdie proses geproduseer. Die koolwaterstowwe word dan verkoel in 'n produk-herwin aanleg. Die verskille in kookpunte van die koolwaterstowwe word gebruik om koolstof-ryke fraksies en metaangasryke gas te lewer. Van die metaanryke gas word as pyplyn brandstofgas

verkoop, terwyl die res na 'n gashervormingseenheid gestuur word waar dit hervorm word. C2-ryke stoom verdeel in etileen en etaan en word dan weer gesuiwer. Propileen vanaf die koolwaterstof gasse, word gesuiwer en gebruik vir die produksie van polipropileen. Polipropileen word ook saam met ammoniak gebruik om akrielnitriël te produseer en by omskakeling van akrielnitriël word akriel vesels geproduseer (Anon., 1998). Koolwaterstowwe wat in die C4 - C20 gebied voorkom, word na verwys as die olie stroom. Groot hoeveelhede olefiene in die C5 – C11 gebied, kom ook hierbinne voor. Alfa-olefiën-penteen en hekseen word herwin, terwyl die langer ketting olefiene, C7 – C11, na die brandstofpoel gestuur word (Anon., 1998).

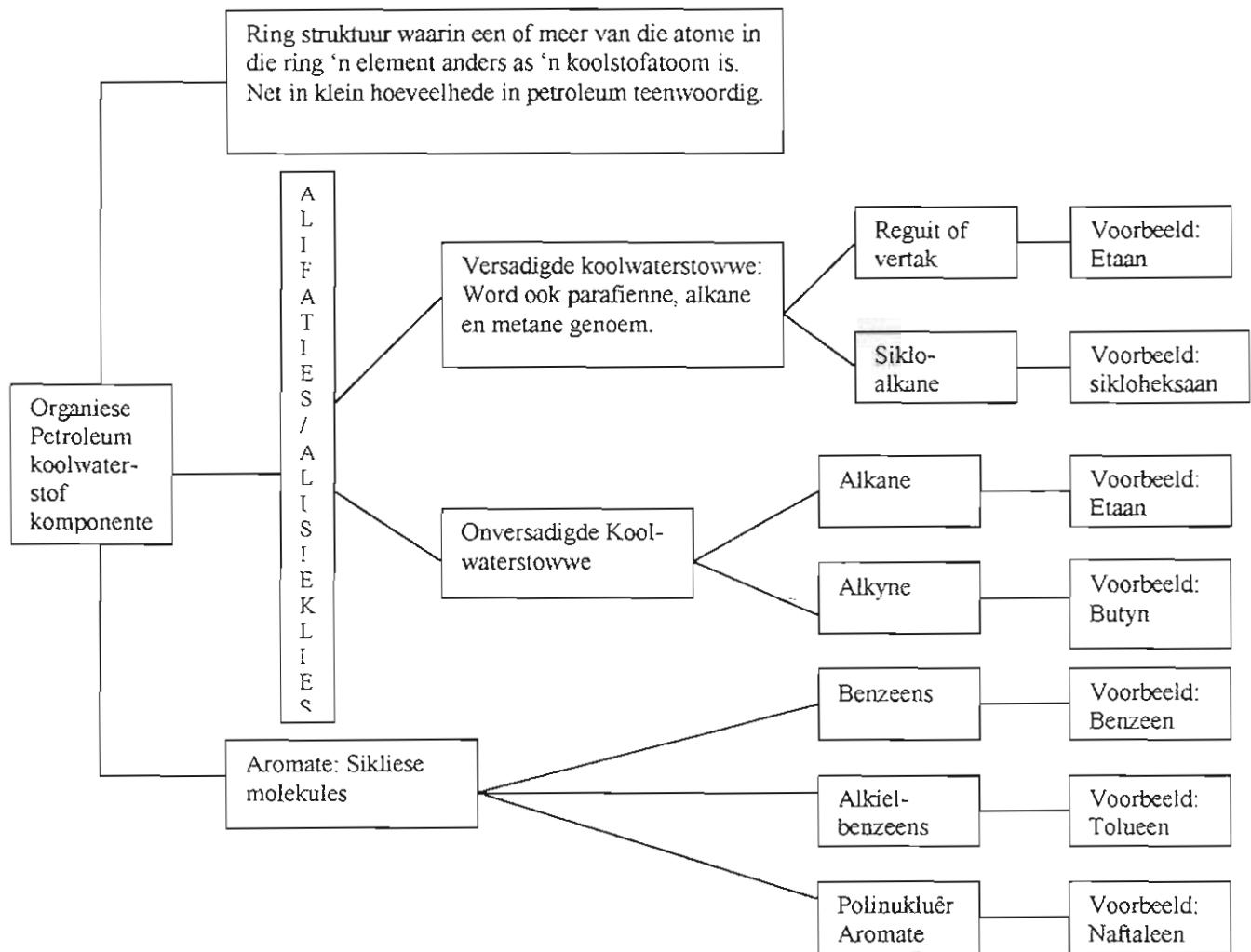
### **2.1.2 Besoedeling tydens brandstof vervaardigingsprosesse**

Vanaf die 1940's is daar 'n dramatiese toename in industriële produksie en 'n wydverspreide gebruik van sintetiese en potensiële toksiese chemikalieë en metale. Baie van die chemikalieë is stabiel en breek nie maklik af nie, daarom kan hierdie chemikalieë vir lang tye in die omgewing bly en die omgewing sodoende dan besoedel (Tryphonas, 1998:12).

Alle petroleum gebaseerde produkte is hoogs komplekse chemiese mengsels. Hierdie mengsels bestaan feitlik heeltemal uit koolwaterstowwe (Henry, 1998:17). Kontaminasie van die omgewing deur petroleum koolwaterstowwe is wyd verspreid en baie algemeen (Hutcheson *et al.*, 1996:24).

In figuur 2.2 is die skematiese voorstelling van die hoof koolwaterstof groepe waaruit brandstof bestaan (Hutcheson *et al.*, 1996:24).

**Figuur 2.2** Die hoof petroleum koolwaterstof groepe waaruit petrol bestaan (Hutcheson *et al.*, 1996:24).



*Lugvrystellings:*

Die graad van gesondheidsrisiko's wat met enige produk geassosieer word, hang grootliks af van die chemikalieë se intrinsieke- en toksiese effekte en die mate van blootstelling.

Die gesondheidsrisiko's as gevolg van die hantering van petroleum, diesel en ander brandstowwe is minimaal as die nodige voorsorgmaatreëls getref word (Henry, 1998:17).

Lugvrystellings met potensieële omgewings impak kan by elk van die hoof stadiums van die steenkool vervoerproses plaasvind (Nowacki, 1980).

Oor die algemeen kom gasagtige vrystellings van steenkoolvervloeingsaanlegte voor by uitlaat prosesse, byproduk herwinning, storing, afval behandeling, suurgas verwydering, sulfaat herwinning en kragopwekking. Ander gasvrylatingsbronne is pompseëls, kleppe, apparaat lekke en laairakke. Potensiële besoedelstowwe wat kan voorkom, is sulfaatoksiedes, stikstofoksiedes, gereduseerde sulfaat komponente, ammoniak, waterstofsianied, fenole, koolstofoksiedes, teer, olie en spoor elemente (Nowacki, 1980).

Steenkool omskakelingstegnologieë produseer gas, vloeistof en soliede afval strome waarvan almal steenkool-afgeleide organiese komponente bevat. Produk strome, asook proses strome se komponente het potensiële skadelike omgewingsbesoedelstowwe en hierdie komponente wat in die produkstrome en afvalstrome voorkom, kan die gevolg wees van 'n onvolledige produk- of byproduk herwinning (Nowacki, 1980).

Meeste van die brandstof verbrandingsbronne bevat spoorelemente soos natrium, kalium, magnesium, alliminium, silikon, titanium, yster, swael, kobalt, koper, arseen, stronsium, silwer, kadmium, tin, barium, kwik, lood, litium, berrilium, boor, vanadium, mangaan, nikkell en zirconium. Van hierdie spoor elemente is arseen, berrilium, kwik, selenium, kadmium en lood toksies en word dit verwag dat van hierdie substansie vlugtig kan raak tydens steenkool omskakeling (Nowacki, 1980).

Vanuit die bogenoemde is dit dus duidelik dat brandstofvervaardiging gepaard gaan met die vrystelling van 'n groot verskeidenheid besoedelstowwe. Menslike blootstelling aan sulke besoedelstowwe, op 'n herhaaldelike basis, kan nadelig wees vir die mens, omdat sommige chemikalieë in die liggaam kan akkumuleer en skade aanrig (Rosenberg, 1998).

## 2.2 TOKSIKOLOGIE VAN TOKSIESE SUBSTANSE

Toksiese substansie is daardie substansie wat bekend is dat dit direkte, sistemiese, teratogeniese en/of mutageniese effekte op die menslike liggaam uitoefen (Anon., 1995).

Huidiglik word daar groot hoeveelhede en 'n wye verskeidenheid toksiese substansie in werksplekke gebruik. Weens die beskikbaarheid van inligting via die Internet, is al meer werkers bewus van die nadelige effekte van blootstelling aan sodanige substansie (Rosenberg, 1998).

### **2.2.1 Toksisiteit van substansie**

Die toksisiteit van 'n substansie verwys na die substansie se intrinsieke vermoë om skadelike effekte in die liggaam te veroorsaak. Hierdie substansie kan 'n enkele sel, 'n groep selle, 'n orgaan sisteem of die hele liggaam aantas. 'n Toksiese effek kan sigbare skade hê, anders 'n verlaging in werkingsvermoë of funksie tot gevolg hê. Hierdie skade kan net deur middel van toetse aangedui word. Alle chemikalieë kan skade veroorsaak. As 'n groot hoeveelheid van 'n substansie nodig is om skade te veroorsaak, word die substansie as relatief nie-toksies beskou. Maar as 'n klein hoeveelheid skadelik is, word die chemikalieë as toksies beskou (Rosenberg, 1998).

Die toksisiteit van 'n stof hang van drie faktore af, nl. die chemikalieë se chemiese struktuur, die mate van absorpsie deur die liggaam en die liggaam se vermoë om die liggaam te detoksifiseer (Rosenberg, 1998).

Hoe langer die persoon blootgestel is aan 'n chemikalie, hoe groter is die kans van so 'n persoon om daardeur geaffekteer te word, selfs al is blootstelling minder of gelyk aan die drempeldosis.

Blootstelling aan chemikalieë oor 'n lang periode, of herhaaldelike blootstelling, kan gevaarlik wees, omdat sommige chemikalieë in die liggaam akkumuleer of deurdat die biologiese halfleeftyd daarvan sodanig is dat die liggaam nie die nodige tyd kry om daarvan ontslae te raak voor die volgende blootstelling nie (Rosenberg, 1998).

Die liggaam het verskeie orgaansisteme waarvan die lewer, longe en niere die belangrikste is. Hierdie sisteme skakel die chemikalieë om na 'n minder toksiese vorm. As die tempo van blootstelling aan chemikalieë die tempo van eliminering deur die liggaam oorskry, sal die chemikalieë in die liggaam akkumuleer (Rosenberg, 1998).

Akkumulering hou nie die heelyd aan nie. Daar is 'n tydstop waar die konsentrasie in die liggaam 'n platofase bereik en dan dieselfde bly vir so lank as wat die blootstelling dieselfde bly. Hierdie mate van akkumulering verskil van chemikalieë tot chemikalieë en is afhanklik van die biologiese halfleeftyd daarvan. Sommige chemikalieë soos ammoniak en formaldehyd, akkumuleer nie in die liggaam nie, omdat dit die liggaam vinnig verlaat. Ander chemikalieë soos lood, kalsium en polichlorineerde bifeniële word vir lang tye in die liggaam gestoor. Substansie soos asbes vesels bly lewenslank in die liggaam (Rosenberg, 1998).

Daar is ook gevind dat koolwaterstowwe met laer kookpunte, soos die van petroleum, die vel kan ontvet met kontak en sodoende irritasie en droogheid van die vel kan veroorsaak. Tydens oormatige of verlengde blootstelling, kan die koolwaterstowwe die vel se effektiwiteit van beskerming, verminder en die vel dan meer vatbaar maak vir irritasie en indringing van ander stowwe (Henry, 1998:17).

### **2.2.2 Die inname van besoedelstowwe**

Wanneer 'n toksiese stof skade aanrig by die punt van eerste kontak, word die skade lokale effekte genoem. Die mees algemeenste punte waar substansie eerste met die liggaam kontak maak, is die vel, oë, neus, keel en longe. Toksiese substansie kan ook die liggaam binnekom en via die bloedstroom na die interne organe gaan. Die effekte wat op hierdie manier geproduseer word, word sistemiese effekte genoem. Die interne organe wat die meeste geaffekteer word, is die lewer, niere, hart, senuwee sisteem en die reproduksie sisteem (Rosenberg, 1998).

Sommige chemikalieë wat in die lug voorkom, is irritante wat neus of keel irritasie veroorsaak. Die stowwe kan ook ongemak, hoes aanvalle of borspyn veroorsaak as hulle ingesem word en met die bronchi in kontak kom. Ander chemikalieë kan weer ingesem word sonder om enige waarskuwende simptome te toon, maar kan tog nog baie skadelik wees (Rosenberg, 1998).

Somtyds kan 'n chemikalieë as stof in die lug teenwoordig wees en dan neerslaan op die bronchi of alveoli. Baie van hierdie partikels kan uitgehoes word, maar ander kan in die longe agterbly en longskade veroorsaak. Ander partikels kan weer oplos en in die bloedstroom geabsorbeer word en op 'n ander plek in die liggaam 'n effek hê (Auroux, 1997:17; Rosenberg, 1998).

Omdat baie van die komponente in komplekse mengsels en varierende konsentrasies voorkom, is dit baie moeilik om die risiko van hierdie mengsels op menslike gesondheid te bepaal. Dit is hier waar menslike epidemiologiese studies dan baie waardevol is vir die bepaling van risiko's op menslike gesondheid (Yang, 1994).

Die hoofdoel van sulke epidemiologiese toksikologiese studies, is om die mutageniese of karsinogeniese risiko's van 'n bepaalde chemikalieë op mense te bepaal. Gewoonlik word dit deur kort-termyn in-vitro of in-vivo studies gedoen, waar daar na DNA mutasies en chromosoom struktuur veranderinge gekyk word (Yang, 1994).

Sitogenese is 'n area van navorsing wat belangrike data kan voorsien vir die risiko bepaling by die evaluering van blootstelling aan komplekse mengsels. Sitogenetiese veranderinge is die veranderinge aan die struktuur, of die hoeveelheid genetiese materiaal wat in die selle teenwoordig is (Yang, 1994).

### **2.2.3 Mutagese**

Verskeie tipes DNA skade kan tot die vorming van chromosoom afwykings lei. Chromosoom afwykings word hoofsaaklik in twee kategorieë verdeel, nl. chromatied-tipe afwykings of chromosoom-tipe afwykings (Yang, 1994). Meeste chemikalieë wat mutageniese skade veroorsaak, word 'S'-afhanklik genoem. S-afhanklik verwys na skade wat in die DNA aangerig word. Tydens hierdie periode van skade aanrigting, verander die DNA sintese periode na 'n periode van DNA-dubbelband verbreking (Yang, 1994). Chromatied-tipe afwykings kom voor by DNA replikasie tydens suster chromatied uitruilings (SCU). Die afwykings kan die gevolg wees van 'n versteuring in die DNA (Yang, 1994). Chromosoom-tipe afwykings kom ook voor by chromosome met meer of minder as die normale diploïede getal chromosome.

Sitogeniese navorsingsmetodes bied 'n bruikbare maatstaf om komplekse mengsels te bestudeer. Genetiese aktiewe substansie is al geïdentifiseer tydens die bestudering van sel-kulture of laboratorium proefdiere wat aan konsentrate of ekstrakte blootgestel is. Hierdie metode kan ook betekenisvol wees by die identifisering van genotoksiese komponente van mengsels. As mengsels verdeel word in komponente en dan daarna individueel getoets word, kan die onderskeie genotoksiese komponente geïdentifiseer word. Alhoewel baie studies op hierdie wyse uitgevoer is, is baie van die studies ook uit gegooi as gevolg van inherente probleme van die gekose toetsgroepe (Yang, 1994).

#### 2.2.4 Voorbeelde van substansie betrokke by DNA beskadiging

In die hieropvolgende paragrawe is 'n paar voorbeelde van substansie wat veranderinge in die genetiese materiaal van selle veroorsaak. Drie van die substansie waarna gekyk word, is metale, naamlik kadmium, berillium en chroom en die ander twee is oplosmiddels, naamlik asetaldehyd en benzeen.

##### *Metale.*

##### I. Kadmium:

Kadmium kan met kalsium binding en regulering inmeng en so die intra-sellulêre kommunikasie en selmembraan deurlaatbaarheid beïnvloed. Kadmium word maklik deur die longe geabsorbeer en het 'n halfleeftyd van 10 jaar. Dit bind aan sulfaat-bevattende aminosure, is toksies vir die niere en kan emfiseem veroorsaak tydens inaseming. Kadmium-chloried beskadig DNA, is mutagenies, klastogenies en veroorsaak sel vervorming (Duffes, 1996:79).

##### II. Berillium:

Berillium is 'n lae digtheid metaal. Daar is gerapporteer dat berillium-chloried DNA beskadig en RNA sintese inhibeer. Berillium-chloried veroorsaak mutasies in bakteriële- en soogdier selle. Dit kan ook inmeng met die suster chromatied uitruilingsproses. Berillium-sulfaat het nie 'n mutageniese effek op bakteriële selle nie, maar veroorsaak wel chromosomale afwykings en beïnvloed suster chromatied uitruilings. Berillium ione inhibeer ensiemwerking tydens fosfaat metabolisme en lok sterk immuun response uit. Berilliumoksied en berilliumsulfaat is as oorsake van longtumors in rotte geïdentifiseer (Aresini *et al.*, 1993:4)

##### III. Chroom

In gekweekte mamalia selle, veroorsaak chroom DNA beskadiging en verhoogde frekwensie suster chromatied uitruilings. Mutageniese- en klastogeniese aktiwiteite is ook gerapporteer (Duffes, 1996:79).

Chroom induseer oksidatiewe-tipe DNA skade (DNA-band breking) en kruis verbindings. Chroom(VI) is as 'n mutageen in verskeie bakteriese en soogdier sisteme aangewys, maar die manier van DNA beskadiging is nog nie heeltemal bekend nie (Cheng *et al.*, 1998:106).

Sekere tipes metale soos chroom en arseen, word as menslike karsinogene beskou. Chroom(VI) tree as 'n klassieke genotoksiese en mutageniese stof op met DNA as sy teiken. In teenstelling hiermee is arseen(III), wat as 'n nie-genotoksiese stof beskou word, maar wel die vermoë besit om sekere sellulêre proteïene aan te val. Beide arseen(III) en chroom(VI) verander basaal- en hormoon induseerbare uitdrukings in kuiken embryo's tydens baie lae toksiese dosisse (Hamilton & Wetterhahn, 1989:89; Hamilton *et al.*, 1993:8).

Chroom(VI) is beide mutagenies en karsinogenies. Dit wil voorkom of die rede hiervoor chroom(VI) se selektiewe penetrasie vermoë van selle is. As chroom(VI) eers in die sel is, word chroom(VI) deur die sel se sellulêre reductante gereduseer (Duffes, 1996:79).

#### *Oplosmiddels:*

##### I. Asetaldehyd:

Tydens 'n studie van Singh N.P. en Khan A. (1994:337), is daar na DNA beskadigingseffekte van etanol en sy hoof metaboliet, asetaldehyd gekyk. Menslike limfosiet selle is met etanol of asetaldehyd geïnkubeer. Daar is gevind dat asetaldehyd enkel-band en dubbel-band verbrekings in die DNA veroorsaak het en dat daar geen DNA herstel voorgekom het nie.

(Singh & Khan, 1994:3374).

##### II. Benzeen:

Strukturele chromosoom afwykings en suster chromatied uitruilings in die perifere bloedselle is tydens 'n studie onder vroue werkers, wat aan benzeen en toluen blootgestel is, ondersoek. Na afloop van die sitogenetiese studie is gevind dat daar 'n verhoging in diasentriese chromosome was en dat daar statisties betekenisvolle hoër frekwensie van suster chromatied uitruilings was. Die suster chromatied uitruiling frekwensies was aansienlik hoër by vroue waar groter benzeen absorpsie voorgekom het (Karacic *et al.*, 1995:27).

Chromosomale afwykings is een van die vroegste identifiseerbare manifestasies tydens genetiese skade by die blootstelling aan genotoksiese stowwe. Chromosomale afwykings word geïnduseer deur chemiese addukte en DNA veranderinge, terwyl suster chromatied uitruilings direk deur DNA band opbrekings geproduseer word (Karacic *et al.*, 1995:27).

### 2.2.5 Reproduksie en die blootstelling aan toksiese substansie in die omgewing

Tans word al hoe meer vroue in fabriekse indiens geneem en die kans op blootstelling aan toksiese substansie in die werksomgewing, verhoog dramaties (Karvonen & Mikheer, 1986). Soos voorheen gemeld, maak die MSD's nie voorsiening vir blootstellings gevolge van die reproduksie sisteem nie (Jankovic & Drake, 1996:57). Dis daarom dan dat al hoe meer werkende vroue in industrieë menstruele afwykings, miskrame en ander verwante reproduksie probleme ervaar (Montague, 1999).

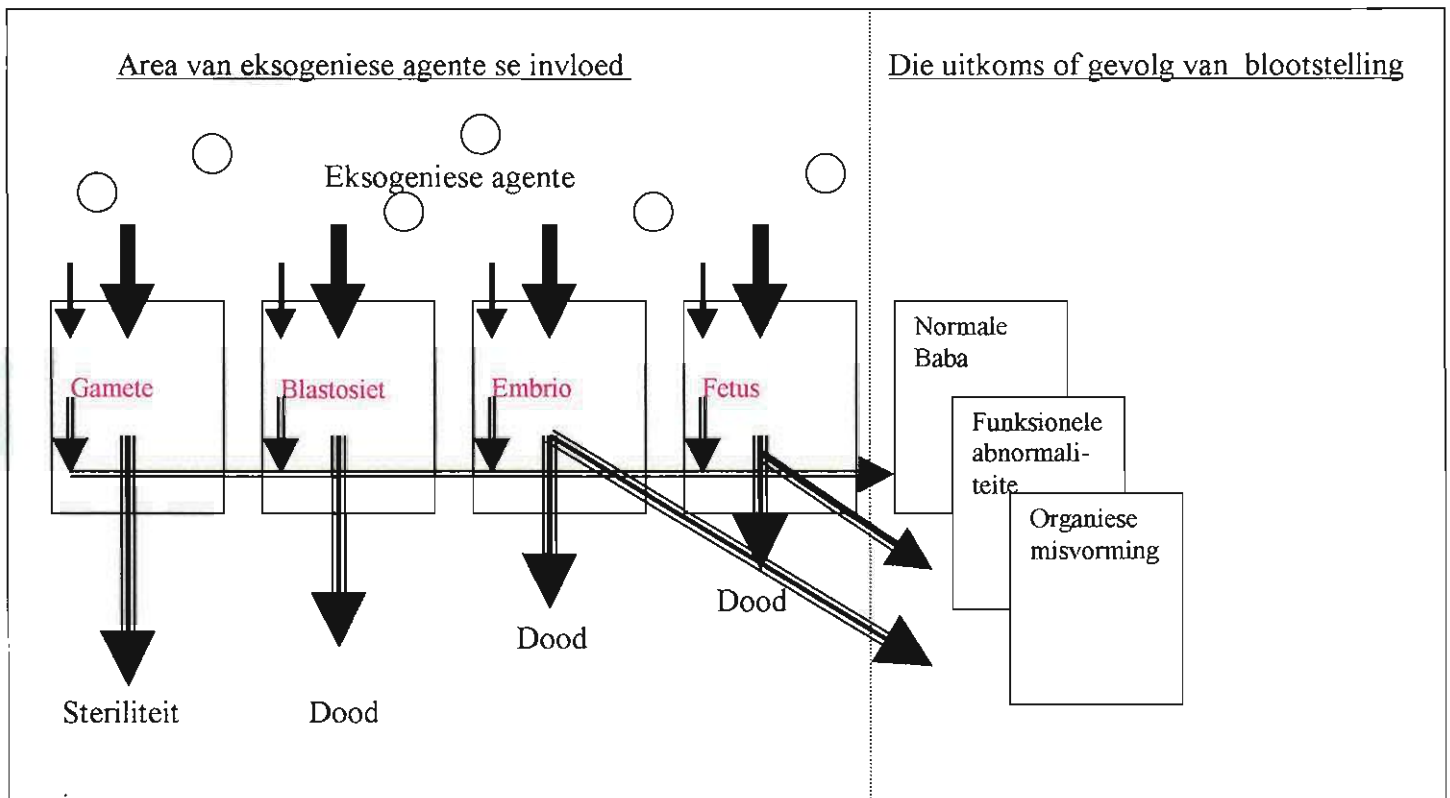
Yeomans & Wise (1998), het tydens 'n studie in die VSA na die lugvrystellings van reproduksie en endokrien ontwrigtende substansie gekyk. Vanuit hierdie studie het hulle vir die jaar 1994 en 1996, die tien mees volopste reproduksie ontwrigtende substansie wat in die atmosfeer vrygestel word, geïdentifiseer. Hierdie geïdentifiseerde substansie het almal baie nadelige uitwerkinge op die reproduksie- en endokrienstelsels tot gevolg. In tabel 1.1 word die tien substansie wat endokrien- en reproduksie ontwrigtende effekte het, volgens lugvrystellings hoeveelhede vir die jaar 1994 en 1996 weergegee.

**Tabel 1.1** Top tien reproduksie/endokrien ontwrigtende substansie vir die 1994 en 1996 wat in die VSA se atmosfeer vrygestel is.

<i>1994 Chemikalie</i>	<i>Kilogram vrygestel</i>	<i>1996 Chemikalie</i>	<i>Kilogram vrygestel</i>
Metanol	4707.89	Metanol	4118.20
Xyleen	3720.25	Xyleen	2758.48
Tolueen	3398.98	Asetonitriël	2552.64
Metiel etiel ketoon	2921.17	Metiel etiel ketoon	1934.61
Mangaan	2073.03	Tolueen	1916.63
Asetonitriël	1623.92	Heksaan	1387.01
Dichloro-metaan	1432.69	Styreen	1368.22
Styreen	1306.08	Fenol	1363.74
Trichloro-etaan	1216.68	Mangaan	1173.91
Fenol	1209.19	Lood komponente	1065.31

Tydens die ontwikkeling van die embrio is daar 'n konstante interaksie tussen genetiese faktore en die van die omgewing. Die genetiese informasie wat in die DNA van die ovum gekodeer is, bevat die totale programmering van die toekomstige kind. Die omgewing het 'n bepalende invloed op geen uitdrukking deurdat die omgewing substansie voorsien wat nodig is vir die groei en die differensiasie van organe en karaktereienskappe van die embrio. Die resultaat is dat verskeie eksterne, fisiese, chemiese en infektiewe faktore abnormaliteite, soos bv kongenitale wanvorming kan veroorsaak (Parmeggiani, 1983). Die proporsie wangeskapenheid wat deur omgewingsinvloede veroorsaak word, is baie moeilik om te bepaal. Daar is wel bereken dat omtrent 20% wangeskapenheid toegeskryf kan word aan genetiese of chromosomale faktore, 10% aan 'n eksogeniese oorsprong en 60 – 70% as gevolg van die interaksies tussen genetiese en eksterne faktore. Eksogeniese agente se invloed varieer omdat dit afhang tydens watter fase van swangerskap die vrou daaraan blootgestel is (Parmeggiani, 1983). Figuur 2.3 toon 'n uiteensetting aan van hoe blootstelling aan substansie op verskillende stadiums van die swangerskap, die uitkoms daarvan beïnvloed (Parmeggiani, 1983).

**Figuur 2.3** Die invloed van blootstelling aan chemiese substansie op verskillende stadiums van swangerskap.



*Gametogonese*: Die invloed van chemiese substansie op geslagskliere, produseer geen-misvorming. Hoogs toksiese stowwe kan steriliteit veroorsaak as gevolg van blootstelling gedurende hierdie stadium, terwyl minder toksiese stowwe fertiliteit kan verminder (Parmeggiani, 1983).

*Kliewing*: Tydens hierdie stadium is die embriotoksisiteit op sy hoogste (Parmeggiani, 1983).

*Embrionale periode*: Tydens hierdie stadium gaan die embrio deur 'n periode van vinnige morfogenese. Tydens hierdie periode word die orgaan strukturering die meeste deur eksogeniese agente beïnvloed. Baie wangeskopenheid kan geproduseer word. Dus is hierdie stadium maksimum teratogenies sensitief (Parmeggiani, 1983).

*Fetus periode*: Die fetus is baie minder vatbaar vir stowwe, maar morfologiese abnormaliteite van die genitale weg kan voorkom, asook histologiese veranderinge van verskeie organe (Parmeggiani, 1983).

As daar na die bogenoemde effekte gekyk word, sien ons dat die blootstelling van swanger vroue aan sommige substansie baie nadelige effekte op die ontwikkelende embrio het (Parmeggiani, 1983).

#### **2.2.6 Blootstellingseffekte van reproduksietoksien substansie:**

Reproduksietoksien substansie wat die endokriensisteem beïnvloed, word endokrien-indringers genoem en toksiene wat die immuunsisteem affekteer, immuuntoksene (Sharara *et al.*, 1998:70). Endokrien-indringers tree as antagonist of agonist op by reseptor eindpunte. Die uiteindelijke gevolg van hierdie endokrien-indringers, is die blokkering van sellulêre response in die endokriene kliere soos byvoorbeeld die adrenale, tiroïed en/of ovaria. Veranderinge wat in hierdie sisteme voorkom, kan lei tot abnormale neurologiese ontwikkelinge, afhangende van die duur en tyd van blootstelling van die swanger vrou, lei (Sharara *et al.*, 1998:70). Immuuntoksene meng in met die sitokiniensekresie en voorkom die normale aktivering van T en B selle. Dus meng hierdie substansie in met die sitokien-gemedieerde kommunikasie tussen immuunselle en verander die normale immuunresponse wat fundamenteel is vir reproduksie (Sharara *et al.*, 1998:70).

Versteuring van die endokrien- en/of immuunsisteem, kan tot die voorkoming van behoorlike funksionering van die reproduksiesisteem lei en dan sodoende reproduksie sukses verminder. Voorbeelde hiervan is die blootstelling van pasgebore babas en swanger vroue aan dioksien-verwante substansie via die moedersmelk. Blootstelling lei tot groei vertraging by pasgebore babas en blootstelling aan die swangervrou, kan tot 'n toename in stilgeboortes lei (Sharara *et al.*, 1998:70).

### *Meganismes van aksie van reproduksie- en ontwikkelings toksienes:*

'n Toksiese substans tree in die liggaam as 'n biologiese proses indringer op. Die energie vervoer en die inligting nodig vir normale reproduksie funksionering en ontwikkeling, word ook aangetas tydens blootstelling. Byvoorbeeld: Na die blootstelling aan 'n toksiese substans, word die substans na die teiken orgaan versprei (bv. Hipotalamus, pitutêre klier, uterus of lewer) en oefen dit 'n toksiese effek op daardie betrokke orgaan uit. Die toksien reageer met selle of subsellulêre komponente van die betrokke orgaan en dring in met die normale gang van die reproduksie funksionering. As hierdie indringing van die toksien, nie deur die liggaam herstel word nie, is die gevolg 'n tipiese toksiese effek. Die toksiese effek kan hoogs spesifiek wees en net 'n enkele funksie van 'n enkel sel tipe affekteer, of dit kan nie-spesifiek wees en verskeie teikens binne die liggaam hê. In sommige gevalle kan die substans deur die lewer gemetaboliseer word en so van die liggaam verwyder word (Williams *et al.*, 1988). Reproduksietoksien kan op direkte- of indirekte wyses in die liggaam optree (McLachlan & Arnold, 1996:84). Direkte effekte kom gewoonlik voor as die chemikalieë 'n soortgelyke struktuur as die endogene molekules het en die vermoë besit om die reproduksie organe binne te gaan. Hierdeur kan die chemikalieë die normale sellulêre prosesse, soos differensiasie, mitose, meiose, geprogrammeerde seldood, migrering, intrasellulêre kommunikasie, DNA-herstel of mitochondriale funksies, verander (Mattison, 1983:4). Hierdie veranderinge kan tot abnormale weefselgroeï, -funksie of die -dood lei. Byvoorbeeld, vir energie tydens sellulêre proliferasie, is mitochondriale funksies nodig. Chemikalieë wat met die mitochondriale funksie inmeng, kan groeivertraging as gevolg van 'n energietekort, veroorsaak. 'n Soortgelyke voorbeeld is die van DNA-herstel wat nodig is vir weefselgroeï en differensiasie. As chemikalieë inmeng met DNA-herstel, kan dit aanleiding gee tot abnormale sellulêre groei en tumorvorming (Mattison, 1983:4).

Indirekte effekte kan voorkom as chemikalieë 'n metaboliese omskakeling binne die liggaam benodig om toksiese effekte uit te oefen. 'n Voorbeeld hiervan is fitoëstrogene wat as nie-skadelik beskou word, maar toksies word as hulle in die gastro-intestinalekanaal of lewer gebioaktiveer word. Indirekte effekte kan ook voorkom as 'n chemikalie met die endogene hormone inmeng (McLachlan & Arnold, 1996:84). Natuurlike hormone is noodsaaklik vir normale ontwikkeling, gedrag, puberteit, seksuele funksie en gametogenese. Hierdie natuurlike hormoon-aksies kan deur sommige substans nageboots of geblokkeer word en daardeur veranderinge in die reproduksie prosesse veroorsaak (McLachlan & Arnold, 1996:84).

Sommige substans is net soos steroïed-hormone, lipiedoplosbaar, en beweeg oor die selmembrane deur middel van passiewe diffusie. Sodra hierdie substans oor die selmembrane beweeg het, kan hulle met die steroïedreseptore kommunikeer en biologiese response soos indusering of onderdrukking van geen-

aktivering, veroorsaak. 'n Voorbeeld hiervan is dichlorodiphenieltrichloroetaan (DDT) en diëtielstilbestrol (DES) wat aan die estrogeen reseptor bind en 'n biologiese respons induseer ten spyte van die feit dat nie een van die twee substansie struktureel dieselfde as die endogeniese estrogeen is nie. In beide die bogenoemde gevalle word die substansie verbindings met estrogeenreseptors geassosieer met ongewenste reprodutiewe uitkomst by neonate (McLachlan & Arnold, 1996:84).

Endokrien indringers soos byvoorbeeld DDT en DES is eksogene substansie. Hierdie substansie boots gewoonlik ander hormone na, blokkeer hormoon aksie of sit 'n ongewone hormoon aktiwiteit aan die gang. Verskeie studies toon dat blootstelling aan hierdie chemikalieë tot verminderde fertiliteit en abnormale seksuele ontwikkeling kan lei (Sharara *et al.*, 1998:70).

Metale soos byvoorbeeld lood, kadmium, mangaan en kwik het weer ander gevolge tot gevolg. By marmotte is gevind dat lood blootstelling, FSH onderdruk, gonadotropien-reseptor bindings in die ovaria affekteer en steroïed metabolisme verander. By vroue word lood blootstelling verbind met 'n verhoogde risiko vir miskrame en vroeë menstruele probleme (Auroux, 1997:17). Kwik word ook geassosieer met verhoogde risiko's vir miskrame sowel as menstruele probleme (Auroux, 1997:17). Kadmium aan die ander kant, verminder hCG (menslike chorioniese gonadotropien) produksie en inhibeer die oordrag van suurstof en nutriënte vanaf die plasenta na die fetus (Sharara *et al.*, 1998:70). Mangaan blootstelling kom voor by die gebruik van petroleum produkte. Hoë vlak mangaan blootstelling meng in met baie van die reproduksie prosesse. In dragtige muise, lei mangaan blootstelling tot vertraagde groei in fetusse terwyl by rotte mangaan blootstelling die hoeveelheid geproduseerde ovarium follikels verminder (Sharara *et al.* 1998:70). Dan is daar ook die oplosmiddels soos byvoorbeeld stireen, toluen en xileen. Daar is gevind dat toluen blootstelling fetale gewig verminder, die risiko vir miskrame verhoog en skelet vorming van die groeiende fetus vertraag. Xileen vertraag fetale ontwikkeling, verminder geboorte gewig, verlaag serum-progesteron en estrogeen vlakke en voorkom ovulasie by marmotte. Menstruele siklus probleme word veral geassosieer met stireen blootstelling (Sharara *et al.* 1998:70).

Tot dusver het besprekings gegaan oor effekte van omgewingsbesoedelstowwe op die vroulike reproduksie sisteem. Voorbeelde van verskeie substansie se effekte op die reproduksie sisteem is genoem en 'n paar meganismes van werking van die substansie is uitgelig.

In die volgende hoofstuk sal daar meer aandag geskenk word aan die reproduksie by die vrou.

## 2.3 REPRODUKSIE

### 2.3.1 Reproduksie by die vrou

Reproduksie by die vrou begin by die ontwikkeling van die ova binne die ovariums. Die twee ovaria is die primêre geslagsorgane van die vrou, en soos die testis, produseer hulle: (I) ryp geslagselle (eksokriene funksie) en (II) geslagshormone (endokriene funksie). Die strukturele en funksionele integrasie van die vroulike geslagsorgane asook sekondêre geslagskenmerke word deur estrogene en progesterone gehandhaaf. Hierdie hormone word deur die ovaria afgeskei en vanweë hul spesifieke rol by die vrou, word hulle die vroulike geslagshormone genoem. 'n Enkele ova word maandeliks vanaf die ovaria follikel vrygestel. Hierdie ovum gaan dan deur die fallopiese buise na die uterus. As die ova deur die sperm bevrug word, plant dit in die uterus in, waar dit later in die fetus verander (Guyton & Hall, 1996).

'n Vrou se reprodutiewe ouderdom is tussen die ouderdom 13 en 46. Die normale reproduksie jare van 'n vrou word gekenmerk deur die maandelikse, ritmiese veranderinge in die tempo's van sekresie van die vroulike hormone en ooreenkomstige veranderinge in die seksuele organe. Die gemiddelde duur van die siklus is gemiddeld 28 dae en word deur die ovariumhormone beheer. Dit beteken daar bestaan 'n intieme verband tussen die sikliese veranderinge wat in die ovarium plaasvind en die endometriale siklus. Die eerste endometriale siklus verskyn dus saam met die eerste ovariale siklus en word daarna maandeliks herhaal tot aan die einde van die vrugbare leeftyd van die vrou. Die volgende fases word in die endometriale siklus onderskei: (I) Menstruasie of die fase van vernietiging, (II) die follikel-, estrogeen- of proliferasiefase en (III) die corpus luteum-, progesteron- of sekretoriese fase (Louw, 1996).

Ongeveer elke 28 dae veroorsaak die gonadotrofiëse hormone van die anterior pitutêre klier, dat daar nuwe follikels in die ovariums begin groei. As een van die follikels dan uiteindelik 'ryp' is, vind ovulasie op die veertiende dag van die siklus plaas. Tydens die groei van die follikels word estrogeen hoofsaaklik gesekreter. Na ovulasie ontwikkel die sekreterende selle van die follikel in 'n corpus luteum wat dan groot hoeveelhede progesteron en estrogeen sekreter. Na 'n aantal dae, degenerer die corpus luteum en verminder die progesteron- en estrogeenproduksie totdat menstruasie begin. Onder menstruasie verstaan ons die sikliese uitstorting van bloed, slym en epiteelselle deur die vagina wat vir twee tot sewe dae, gewoonlik vyf, aanhou. Menstruasie vind plaas omrede baie van die oppervlakkige, maar ook van die dieper endometriumkapillêre bars. Namate die dieper vaatjies deurbreek, hoop bloed lokaal op, die druk wat sodoende ontwikkel, skeur die epiteeldekking sowel as die oppervlakkige gedeeltes van die

endometriumkliere af en die bloed saam met slym van die kliere en massa epiteelselle, word na buite gevoer. 'n Nuwe ovarium siklus volg dan (Guyton & Hall, 1996).

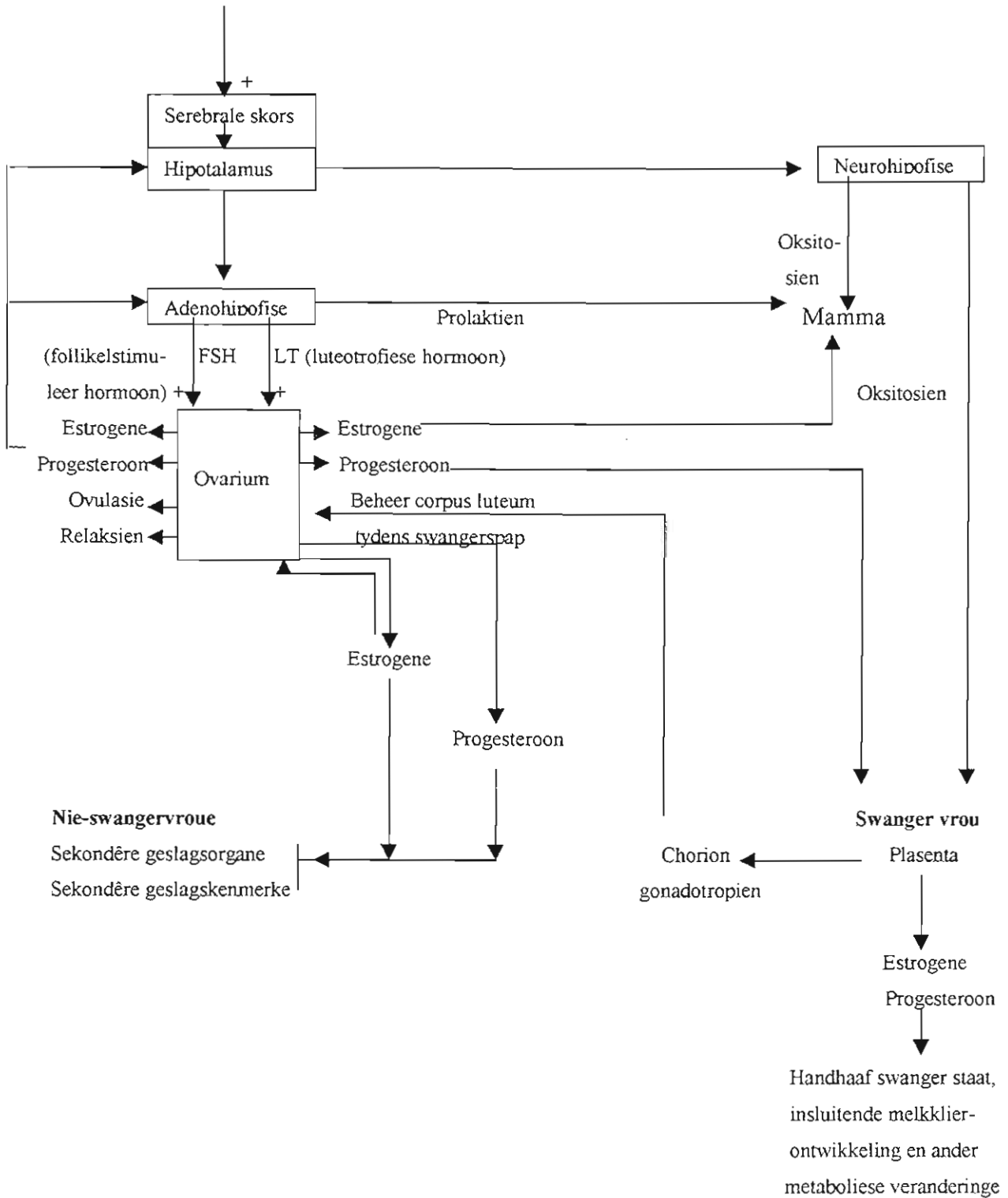
'n Nuwe lewe begin in 'n breukdeel van 'n sekonde in die fallopiese buis van die vrou wanneer 'n sperm en 'n eiersel, of ovum, verenig. Bevrugting vind plaas en geboorte vind ongeveer 280 dae hierna plaas (Louw, 1996). Na die bevrugting van die ovum, word die ovum na die uterus vervoer waarna progesteron sekresies drasties verhoog. Na drie dae in die uterus, plant die blastoseel in die endometrium in. Wanneer inplanting eers plaasgevind het, begin die tropoblast en ander selle van die blastoseel, vinnig prolifereer en vorm die plasenta en verskeie ander membrane. Na 40 weke is die baba gereed om gebore te word. Die funksie van die ovaria raak taamlik dikwels ontwrig en die oorsprong kan in die hipotalamus, hipofise, ovaria self, of in die perifere teikenselle wees. Aangesien ovariumfunksies en menstruasie so intiem geassosieer is, is menstruele afwykings 'n opvallende kenmerk van ovariumdisfunksie (Louw, 1996).

Die hoër sentra wat die ovaria beheer, beheer die geslagsaktiwiteite van die vrou op die volgende vier maniere (Figuur 2.4):

**Figuur 2.4** Die vier vlakke van geslagsaktiwiteit beheer by die vrou (Louw, 1996).

Neurogene prikkels

(psigies, tas, visueel)



### *Hormonale kontrole meganismes:*

By beide mans en vrouens dien die hipotalamus en laerliggende dele van die brein as 'n fundamentele neurale reguleerder vir die liggaam se reproduksie funksies. Die hipotalamus ontvang neurale en hormonale inligting vanaf die brein en die endokriene kliere en reageer dan op hierdie stimuli deur luteïniseer-hormoon-vrystellings hormoon (LHRH) en ander hormone te sekreter. LHRH is 'n indikator van reproduksie funksionering. Deur die inwerking van LHRH op die anterior pituitêre klier, word luteïniseer hormoon (LH) sekresie en follikel stimuleringshormoon (FSH) sekresie gepromoteer (Williams *et al.*, 1988). LH en FSH wat bekend staan as gonadotropiene, is nouliks betrokke by die produsering van gamete deur die testes en eierstokke. LH en FSH word episodies vrygestel as gevolg van die episodiese vrystelling van LHRH. LHRH sekresie word weer deur die hipotalamus beheer. Op hierdie wyse beïnvloed die intrinsieke eienskappe van die sentrale senuweestelsel die gonadotropienvrystelling asook gonadale funksionering. Dit is dan ook deur die sentralesenuweestelsel wat faktore soos emosie, psigiese gemoedstoestand, sensoriese stimuli en omgewingsinvloede 'n invloed op die reprodutiewe funksionering kan uitoefen (Williams *et al.*, 1988). Menopause word gekenmerk deur 'n verminderde ovaria estrogeen produksie, LHRH vrystellingsarsies, skielike liggaamtemperatuur fluktuasies en ander langtermyn veranderinge. As die oosiete gedurende enige tyd vanaf die fetale periode, tot en met volwassenheid beskadig word, kan gevolge soos vervroegde menopouse en eierstok vrystellings probleme voorkom. Soos wat die ouderdom van die oosiete vermeerder, verhoog die kans vir ontwikkelings abnormaliteite by neonate en kinders van moeders met beskadigde oosiete (Williams *et al.*, 1988).

Gonadale selle is van die aktiefste prolifererende tipes selle en is as gevolg daarvan uiters vatbaar vir die toksienes wat in die omgewing voorkom. Primêre ovaria mislukking word tans al meer met omgewingsfaktore verbind (Jung-Min *et al.*, 1998:138). Toksiese omgewingsstowwe het dikwels invloede op die voortplantingsisteme en op verwante endokriene organe. Die manifestering kom voor by puberteit, geen produksie, -transport of -funksie, menstruele siklus, seksuele gedrag, vrugbaarheid, laktasie en swangerskap uitkomst (Yang, 1994).

Die hoof manifestasies wat tydens toksifisering by die ontwikkelende fetus voorkom, sluit die volgende

- in: 1. die dood van die groeiende fetus,
2. strukturele abnormaliteite
3. veranderde groei, en
4. funksionele tekortkominge (Yang, 1994).

### 2.3.2 Abnormale menstruele bloeding

Fluktuasies in die sirkulerende estrogeen en progesteron vlakke, asook baie ander faktore is verantwoordelik vir normale menstruasie. 'n Normale menstruele siklus is  $28 \pm 7$  dae met 'n vloeiduur van  $4 \pm 2$  dae en 'n menstruele bloedverlies van  $40 \pm 20$  ml (Charles, 1998:1). Menstruele ongesteldhede is van die mees algemeenste ongesteldhede wat onder vroue voorkom. Erge menstruele simptome word geassosieer met 'n gereelde afwesigheid van menstruasie by 3 – 10% van alle fertile vroue (Lindbohm, 1999:36).

Daar word beweer dat menstruele sikluskarakteristieke 'n verband toon met beroepsblootstellings effekte op die reproduksiegesondheid van die vrou. Tog word daar nie baie aandag aan werkverwante menstruele probleme geskenk nie (Lindbohm, 1999:36).

Menstruele probleme het verskeie oorspronge. Maar voordat daar na die verskeie oorspronge gekyk gaan word, is dit nodig om te weet dat menstruele probleme in twee basiese groepe gedeel kan word:

Groep 1. bloedingsprobleme as gevolg van uterus abnormaliteite

Groep 2. en abnormale menstruasies (Greef, 2000).

Hieronder volg 'n uiteensetting van die twee groepe menstruele probleme wat voorkom, asook die verskeie oorsake vir abnormaliteite vir elk van die groepe.

#### **Groep 1.** (Bloedingsprobleme as gevolg van uterus abnormaliteite).

Die verskeie oorsake vir abnormale uterusbloeding:

A. Funksionele oorsake:

I. Swangerskapafhanklik

\* *Ekstra-uteriene swangerskap*

\* *Miskrame*

\* *Siekte van die endometrium*

\* *Bloedings voor kraam*

II. Nie – swangerskapafhanklik

\* *Leiomiom*: Tumor wat vir die grootste gedeelte uit gladde spierselle bestaan

\* *Poliep*: Tumor met 'n steel, gewoonlik op slymvliese.

\* *Adenomiose*: Groei van endometriale weefsel in die miometrium; gewoonlik 'n eenvoudige hiperplasie.

\* **Endometriose**: Aanwesigheid van endometriale weefsel op abnormale plekke.  
Word bestempel as inwendig wanneer die endometriumweefsel in die wand van die uterus of fallopiese buise voorkom en as uitwendig wanneer sodanige weefsel op die buite oppervlak van die uterus, die ovarium, die blaas, die dermwand of verskeie ander lokaliteite aangetref word.

\* **Iatrogeniese oorsake**: Ontstaan van bykomstige probleme as gevolg van die toediening van geneesmiddels.

-*Digitalis*: Geneesmiddels wat van plantblare (*digitalis purpurea*) gemaak word.

Vir die behandeling van hartversaking en atriumfibrillase.

-*Steroïede*

-*Anti – koagulate*

-*Kalmeermiddels*

## B. Disfunksionele oorsake

\* *Corpus luteum siste*

\* *Aanhoudende estrogeen sekresies*

\* *Bilaterale follikulêre siste*

\* *Estrogeen tekorte*

\* *Endometriale karsinoom*

\* *Endometriale hiperplasia*

\* *Koagulasie probleme*

\* *Hipotirodisme*

\* *Lewer siekte* - Hipomenoree, oligomenoree en amenoree is by vroue met hipotirodisme gerapporteer. Sirose word met oormatige bloeding geassosieer, omdat die lewer 'n verminderde kapasiteit het om estrogene te metaboliseer. Die gevolg is dat vrye estrogeenvlakke verhoog en dan endometriale hiperplasia en uterien bloeding veroorsaak (Charles, 1998:1).

\* *Hipogonadisme* – Dit is die ongepaarde ovarium funksie wat tot estrogeen tekort en abnormaliteite in die menstruele siklus sal lei (Kumar & Clark, 1996).

\* *Hiperprolaktinemia* – Dit is matige verhoogde prolaktien vlakke wat die gevolg is van fisiologie, patologie of sekondêr aan medikasie terapie (Kumar & Clark, 1996).

\* *Kanker van die serviks* – Word gediagnoseer aan die volgende simptome: abnormale uterus bloeding, vaginale uitskeiding, servikale gewasse en vaginale sitologie (Lawrence *et al.*, 1995).

\* *Fibromioom* – Dit is die ongewone vergroting van die uterus met swaar of ongereguleerde vaginale bloeding wat gepaart gaan met pyn (Lawrence *et al.*, 1995).

## Groep II (Abnormale menstruasie)

Die verskeie oorsake vir abnormale menstruasie

- \* *Polimenoree* – By sekere vroue word progesteron nie vir 'n lang genoeg tyd geproduseer nie. Die resultaat is 'n verkorte menstruele siklus as gevolg van 'n verkorte luteale fase. Hierdie vrou behoort ook 'n geskiedenis te hê van infertiliteit en herhaalde miskrame. Polimenoree, menoragie of premenstruele 'spotting', is gewoonlik die simptome van 'n ongewone rypwording van die endometrium.
- \* *Oligomenoree* – Hierdie vroue het verlengde ovulatoriese siklusse met verhoogde of verlengde progesteron vlakke tydens die luteale fase van die siklus. Tweedens mag hierdie vroue 'n verhoogde estrogen sekresie hê wat in die endometrium opbou. Die endometrium sal hiertydens groei totdat die bloedvoorsiening aan die endometrium onvoldoende is en dan breek. Die bogenoemde toestande is die oorsaak van gebrekkige of anders buitensporige menstruele bleedings.
- \* *Hipomenoree* – Die mees algemene oorsaak van hipomenoree is die gebruik van orale voorbehoedmiddels. Hierdie middels verminder die menstruele vloei en verkort die tydperk van menstruasie.
- \* *Menoragie* – Met die uitsondering van die bogenoemde menoragie, is menoragie die gevolg van psigogeniese stres, vaginale of endometriale infeksies en endometriose.
- \* *Amenoree* – Toestand van geen menstruasie. As menstruasie nog nie teen ouderdom  $\pm 14$  jaar plaasgevind het nie, word van primêre amenoree gepraat. As 'n vrou normaal gemenstrueer het en menstruasie staak sonder meer, word van sekondêre amenoree gepraat (ook gedefinieer as die afwesigheid van drie siklusse na mekaar). Die algemeenste oorsaak is swangerskap en moet altyd eers uitgeskakel word. 'Stres', omgewingsveranderinge, hipotalamus-, hipofise- of ovariumveranderinge sowel as sekondêre sistemiese siektes kan ook die oorsaak wees (Charles, 1998:1). Dit is belangrik om die moontlikheid vir swangerskap by enige vrou met abnormale bloeding te elimineer. Vroue met amenoree het gewoonlik 'n geskiedenis van skielike abnormale bleedings. Hierdie bleedings kan die gevolg wees van bloeding wat gepaard gaan met implanting ses dae na bevrugting. Meer ernstige en akute toestande kan met ektopiese swangerskappe of miskrame voorkom (Greef, 2000).
- \* *Intermenstruele bloeding* – Hier kan mens eerste verwys na die hormonale deurbreek bleedings. Vroue het bloeding as gevolg van 'n hormoon tekort of -oormaat. Die menstruele siklus word in twee fases verdeel. In die pre-ovulatoriese fase is die endometrium geprolifereer en kom

beurbreek bloedings voor as gevolg van 'n estrogeen tekort. Die rede hiervoor is dat die follikels van Graaf te min estrogeen produseer. Tydens die sekreterende fase van die siklus kom "spotting" verskeie kere voor en die oorsaak hiervoor is hoofsaaklik 'n tekort aan progesteron (Greef, 2000).

\* *Polisistiese ovariumsindroom* (Stein-Leventhal) - Die sindroom gaan met onvrugbaarheid en amenoree gepaard en word deur die verdikking van die ovariumkapsel en veelvuldige ovariumsiste (bilateraal) gekenmerk. Hirsutisme (abnormale harigheid) en ander tekens van vermanliking is gewoonlik opvallend (Greef, 2000).

Die verskeie oorsake vir abnormale bloedings wat by vroue mag voorkom, is bespreek. Uit die bespreking blyk dit dat vroue met bloedingsprobleme nie noodwendig probleme met swangerskap het nie (Greef, 2000). Die fertiliteit van die vrou word dus nie beïnvloed nie. In sommige gevalle soos byvoorbeeld endometriale- of servikale kanker, vaginale kwaadaardige gewasse en estrogeen sekreterende ovaria tumors, is daar moontlikhede dat daar komplikasie tydens swangerskap kan ontstaan. Komplikasies wat met hierdie gevalle geassosieer kan word, is onder andere dreigende-, onvermydelike-, onvolledige- of onbewuste aborsies (Charles, 1998:1).

Fertiliteit kan bepaal word deur te kyk na die voorkoms van geboortes, swangerskappe tydens lewensduur, kliniese infertiliteit of die wagtyd vir swangerskap. 'n Man en vrou word as infertiel beskou as die vrou na 'n jaar van onbeskermdede omgang met haar man, geen kliniese bewyse van swangerskap toon nie (Lindbohm, 1999:36; Lawrence *et al.*, 1995).

Die volgende statistiek gee 'n aanduiding van die mees algemeen menslike reproduksieprobleme wat by getroude paartjies voorkom:

1. Van al die getroude paartjies in die Verenigde State, is tot 15% van die paartjies klinies infertiel. Soveel as 25% getroude vrouens tussen die ouderdom 15 – 44 ervaar bevrugtingsprobleme.
2. Meer as 'n derde vroeë menslike bevrugting en tot 15% herkende swangerskappe eindig in miskrame.
3. Van die geskatte 15% miskrame, kan 20 – 30% van die abnormaliteite toegeskryf word aan genetiese faktore. 'n Volgende 7% kan toegeskryf word aan omgewingstowwe en die oorblywende 65 – 70% miskrame word deur onbekende faktore veroorsaak (Clegg *et al.*, 1986:34).

## 2.4 DIE PRENATALE ONTWIKKELING

Onlangse navorsing toon dat al hoe meer resultate aan die lig kom wat beklemtoon hoe 'n wye verskeidenheid faktore, tydens die prenatale periode en die geboorteproses, die mens se latere persoonlikheidsontwikkeling kan beïnvloed. In hierdie gedeelte sal daar vervolgens aandag geskenk word aan die wyse waarop normale prenatale ontwikkeling plaasvind, terwyl komplikasies wat kan intree ook onder die soeklig sal kom.

### **2.4.1 Bevrugting**

'n Nuwe lewe begin in 'n breukdeel van 'n sekonde in die fallopiese buis van die vrou wanneer 'n sperm en 'n eiersel, of ovum, verenig. Na bevrugting vind geboorte ongeveer 280 dae daarna plaas. Dit word algemeen aanvaar dat bevrugting plaasvind tussen 12 en 36 uur nadat die ovum die fallopiese buis binnegegaan het. Dit word beraam dat 50% van die bevrugte eierselle tydens die eerste paar weke spontaan geaborteer word, gewoonlik sonder dat die moeder ooit beseft het dat sy swanger was. Van die sigote wat die eerste drie tot vier weke na bevrugting oorleef, word 'n verdere ongeveer 10 tot 25% spontaan geaborteer, 'n gebeurtenis wat as 'n "miskraam" bekend is. Heelwat minder as die helfte van alle bevrugte eierselle resulteer gevolglik in lewende kinders (Louw, 1996; Clegg *et al.*, 1986:34).

#### *Chromosome, gene en selvorming.*

Wanneer ons 'n enkele sel van die menslike liggaam deur 'n mikroskoop bestudeer, sien ons 'n aantal klein donkerkleurige en staafvormige struktuurtyes in die selkern wat in plate voorkom. Hierdie struktuurtyes staan as chromosome bekend en kom altyd in 'n konstante hoeveelheid by 'n spesifieke spesie voor. So het elke geneties normale menslike sel 23 paar (dit wil sê 46) chromosome. Die uitsondering is geslagselle, bekend as gamete, wat slegs die helfte van die normale 46 chromosome, dit wil sê 23 chromosome elk, bevat. (Geslagselle dui vanselfsprekend op die manlike spermselle en die vroulike eierselle) (Louw & Edwards, 1993). Die chromosome bevat die gene wat as die uiteindelijke draers van erflike eienskappe beskou word. Elke geen is in 'n bepaalde posisie op 'n chromosoom gerangskik. Hoewel die menslike gene nog nie geïsoleer en getel is nie, wissel skattings van die aantal gene in 'n enkele menslike sel tussen twintig duisend en 'n miljoen. Gene bestaan primêr uit deoksiribonukleïensuur (DNA) wat as die biochemiese basis van oorerwing beskou word. Wanneer seldeling by die gewone menslike sel plaasvind, verdeel elk van die 46 chromosome in die selkern in twee. Die selstof wat die selkern omring, verdeel ook in twee, met die gevolg dat die twee nuwe selle identies aan die ouersel is, elk met 46 chromosome. Wanneer gamete egter gevorm word, tydens die

proses wat as meiose bekend staan, verdeel die chromosome nie in twee nie, maar gaan elke lid van elke paar na elk van die nuwe selle. Gamete het daarom slegs 23 chromosome en nie 46 nie. As 'n sperm 'n eiersel bevrug, word 'n eensellige sigoot gevorm wat 46 chromosome bevat, naamlik 23 chromosome van die vader se sperm plus die 23 chromosome van die moeder se eiersel (Guyton & Hall, 1996).

By die mens het alle somatiese en primitiewe geslagselle 46 chromosome en twee hiervan is gedeeltelik verantwoordelik vir die geslagsbepaling. Hierdie twee geslagschromosome word met die letters X en Y aangedui. In die manlike selle is die geslagschromosome X en Y, en in die selle van die vrou 'n X en 'n X. Die fenotipe of somatiese geslag, dit wil sê watter geslagskenmerke die persoon werklik openbaar, word egter onder meer deur die geslagshormone en ander onbekende gene van die outosomale chromosome beheer (Louw, 1996).

#### *Genetiese abnormaliteite:*

Wat genetiese abnormaliteite as sodanig betref, kan daar primêr tussen geenabnormaliteite en chromosoomabnormaliteite onderskei word. Geenabnormaliteite, soos wat die naam aandui, word veroorsaak deur foutiewe gene. Net soos woorde wat verkeerd gespel is 'n heeltemal verkeerde boodskap kan uitdra, so dra foutiewe gene foutiewe boodskappe oor. Die resultaat is afwykings van 'n uiteenlopende aard. So is daar geslagsgebonde abnormaliteite soos hemofilie. Ook sogenaamde "volksgebonde" geenabnormaliteite word aangetref. Dit is abnormaliteite wat 'n hoër voorkoms in sekere bevolkingsgroepe het omrede een van die paar voorvaders van die bepaalde volk oor 'n abnormale geen beskik het. Die geen is dus van geslag tot geslag oorgedra en het vermeerder namate die volk aangewas het. Voorbeelde is: (1) Porfirie by Afrikaners

(2) Tay-Sachs-siekte by Jode

(3) Albinisme by swartes, en

(4) Talssemie by Grieke en Italianers.

**Tabel 2.2** Enkelle menslike chromosoom abnormaliteite.

Toestand	Chromosome Getal	( C ) Abnormaliteit	Meganisme van produksie	Kenmerke
<b>Geslagschromosoom-afwykings</b>				
Turner-sindroom	45/46	45 XO	Nondisjunksie	Kort van bou, ovariale afwykings, sekondêre infantilisme, swak ontwikkelende mammae, hartafwykings.
Klinefelter-sindroom	47	XXY(algemeenste)	Nondisjunksie	Een Barr-liggaampie (S-chromatien), klein nie-funksionerende testes, steriliteit.
Drie-X-vrouens	47	XXX	Nondisjunksie	Twee Barr-liggaampies. Taamlik normale vrouens, maar sekondêre geslagskenmerke kan swak ontwikkel wees.
Pseudohermafroditisme	46	Geenmutasie		Vermanliking/vervrouliking.
Egte hermafroditisme	46 47/46 47/45	Mosaïeke: XX/XY XXY/XX	Ovum ( 2 kerne ) bevrug deur 2 spermatosa	Aanwesigheid van sowel funksionerende ovarium- as testisweefsel.
<b>Outosomale chromosoomafwykings</b>				
Down-sindroom (Mongolisme; G-trisomie)	47	3 C in groep G (Trisomie 21)	Nondisjunksie	Mongoolse voorkoms met epikantusvoue, uitstekende tong, hipotonie, verstandelik vertraag.
Trisomie 18 ( E-trisomie )	47	3 C in groep 16-18 (Trisomie 18)	Nondisjunksie	Verstandelik vertraag, nier- en hartafwykings.
Trisomie 13-15 ( D-trisomie )	47	Ekstra C in groep 13-15(Trisomie 15)	Nondisjunksie	Verstandelik vertraag, gesplete verhemelte, polidaktilie, doofheid.
Delesie van groep 17-18	46	Uitskakeling van lang- of kortarms van C 17-18	Chromosome breek	Kleinkop-dwerg, gamma-globuliengebreek.

Die terme wat in tabel 2.1 gebruik word se verklarings word hieronder gedefinieer.

*Nondisjunksie*: betrokke chromosoom skei nie gedurende meiose of vroeë kliewingsdeling nie en albei chromosome van 'n paar gaan na een sel, sodat die chromosoom in die ander sel ontbreek.

*Delesie*: kan die gevolg wees van 'n chromosoom wat gebreek het en waar die grootste gedeelte van die chromosoom dan na een sel gaan, terwyl die ander sel slegs 'n klein stukkie ontvang.

*Trisomie*: die persoon het 'n ekstra chromosoom, sodat hy drie in plaas van twee van die betrokke chromosome het.

*Monosome*: een chromosoom van 'n bepaalde chromosoompaar ontbreek. Monogole is trisomies vir chromosoom 21 en persone met Turner-sindroom monosamies vir chromosoom X.

*Mosaïek ten opsigte van geslagschromosome*: 2 verskillende sellyne in dieselfde individu; een lyn bevat soms 'n Y-chromosoom, en die ander nie.

*Barr-liggaampie*: (1) aanwesigheid – normale vrou of Klinefelter-sindroom, (2) afwesigheid – normale man of Turner-sindroom, (3) aantal – een of meer as die aantal X-chromosome in enige diploïede kern.

Daar is uiteraard ook ander geenabnormaliteite wat voorkom. 'n Bekende voorbeeld is fenielketonurie, 'n metaboliese versteuring wat deur 'n resessiewe geen oorgedra word en tot verstandelike vertraagdheid kan lei. Chromosoomabnormaliteite, in teenstelling met geenabnormaliteite, ontstaan as gevolg van defektiewe chromosome. Seker die bekendste voorbeeld in hierdie verband is die Down-sindroom (monogolisme) (Louw, 1996). In tabel 2.1 is nog bekende chromosoomafwykings wat voorkom, uiteengesit.

#### **2.4.2 Die omgewing se invloed op prenatale ontwikkeling.**

Soos vooraf al bespreek het, is daar 'n konstante interaksie tussen genetiese faktore en die omgewing tydens die ontwikkeling van die embrio. Die genetiese informasie wat in die DNA van die ovum gekodeer is, bevat die totale programmering van die toekomstige kind. Die uitdrukking van gene hang van die omgewing af omdat die omgewing substansie voorsien wat nodig is vir die groei en die differensiasie van organe en karaktereenskappe van die embrio. Die resultaat is dat verskeie eksterne, fisiese, chemiese en infektiewe faktore abnormaliteite kan veroorsaak, byvoorbeeld kongenitale wanvorming (Parmeggiani, 1983).

Die proporsie wangeskapenheid wat deur omgewingsinvloede veroorsaak word, is baie moeilik om te bepaal. Daar is wel bereken dat omtrent 20% wangeskapenheid toegeskryf kan word as gevolg van genetiese of chromosomale faktore, 10% aan eksogenese oorsprong en 60 – 70% as gevolg van die interaksies tussen genetiese en eksterne faktore. Eksogeniese agente se invloed varieer omdat dit afhang tydens watter fase van swangerskap die vrou blootgestel is (Parmeggiani, 1983).

By die groeiende kind ondergaan die organe groei en differensiasie. Tydens hierdie stadium van groei kan omgewingsbesoedelsubstansie die organe negatief beïnvloed. Dit is bewys dat beide prenatale en postnatale blootstelling vertraagde groei, veranderinge in kognetiewe vermoë, verminderde IK, verminderde respiratoriese volume en ander effekte kan veroorsaak (Reichrtova *et al.*, 1998:17).

Tydens die prenatale ontwikkeling word blootstelling aan omgewingsbesoedelsubstansie gevolg deur die oordrag daarvan deur die plasenta na die fetus. Daar is al gesien dat substansie met 'n lae molekulêre gewig, soos koolstofmonoksied en lipofiliese komponente, soos polisikliese aromatiese koolwaterstowwe, maklik deur die plasenta gaan. In kontras hiermee, akkumuleer die minder oplosbare swaarmetale veral in die plasental. Voorbeelde hiervan is lood, kadmium, kwik en nikkel (Reichrtova *et al.*, 1998:17).

### **2.4.3 Ontwikkelings- en embriotoksisiteit**

Ontwikkelingstoksisiteit verwys na die gevolge van blootstelling wat die kind affekteer vanaf die tyd van bevrugting tot en met puberteit. Die vier hoof ontwikkelings manifestasies wat voorkom is: 1) dood van die embrio net na bevrugting, 2) strukturele abnormaliteite, 3) veranderde groei en 4) funksionele tekorte (Williams *et al.*, 1988).

Embrio- en fetotoksisiteit verwys na enige toksiese effek wat net na bevrugting voorkom, as gevolg van prenatale blootstelling. Manifestasies wat geassosieer word met fetotoksisiteit, is onder andere die misvorming by kinders (Williams *et al.*, 1988). Ontwikkelingstoksienes kan 'n inwerking hê op die embrionale- of fetus periode en kan tydens hierdie periodes van blootstelling dood laat intree by die embrio of fetus. Ontwikkelingstoksienes mag net so 'n skadelike effek op die ouers hê soos wat dit op die fetus en embrio kan hê (Reichrtova *et al.*, 1998:17). As die blootstellingsvlak van die toksiese substans gelyk of hoër is as die aanbevole blootstellingsvlak, is die kans vir skade aan beide die embrio /fetus en die swangervrou, onvermydelik (Williams *et al.*, 1988).

‘n Teratogeen kan gedefiniër word as ‘n substans wat tekens van toksifikasie by die embrio kan produseer by ‘n vlak laer as die aanbevolle blootstellings vlak. Mutagene aan die anderkant is substans wat oor die vermoë beskik om die DNA strukture van die sel te verander. As mutagene in die spermsel of eiersel voorkom, is steriliteit, strukturele- of funksionele defekte, of oorerflike siekte van die gevolge wat kan voorkom. As mutagene nie in die sperm- of eiersel voorkom nie, kan die gevolg iets wees soos seldood of dogterselle wat veranderde gene of kwaadaardige gewasse produseer (Sharara *et al.*, 1998:70).

### **2.4.3 Ongepaarde embriogenese en fetale groei**

Tydens die vroegste fases van inplanting, bied die bevrugde ovum weerstand vir sekere tipes toksines. Dit wil sê dat as blootstelling aan toksiese substans plaasvind, dit nie die embrio sal dood maak nie en so ook nie ongewenste uitkomst op die embrio sal hê nie. As die toksiese substans wel ‘n uitwerking op die embrio binne die eerste drie weke van swangerskap het, is die gevolg ‘n miskraam (Williams *et al.*, 1988). Nadat inplanting van die embrio plaasgevind het, volg daar ‘n vinnige ontwikkeling in die hoeveelheid selle. Veral die vinnig ontwikkelende organe word tydens hierdie stadium van ontwikkeling maklik geaffekteer deur toksiese substans blootstelling. Die gevolge van blootstelling aan veral teratogene, tydens hierdie stadium, word gekenmerk aan funksionele en weefsel afwykings (Cheng *et al.*, 1998:106; Williams *et al.*, 1988). Abnormaliteite in gedrag is die gevolg van blootstelling aan toksiese substans tydens die stadium van sentrale senuweestelsel ontwikkeling by die groeiende fetus (Cheng *et al.*, 1998:106; Williams *et al.*, 1988).

## 2.5 DIE INVLOEDE VAN PETROCHEMIKALIEë OP REPRODUKSIE

Die steenkool vervloeiingsproses bestaan hoofsaaklik uit die hidrogenering van fyn gemaakte steenkool onder hoë temperature en drukke. Die resultaat is 'n ru-olie agtige vloeistof. In die VSA is daar drie hoof steenkoolvervloeiingsprosesse ontwikkel, nl. 1) die twee oplossing-rafineerde steenkool prosesse ( SRC-I en SRC-II ), 2) EDS (exxon skenker oplosmiddel ) en 3) H-steenkool.

### **2.5.1 Dierestudie bewyse**

#### A. Swaar oplosmiddels:

##### *Inaseming blootstelling.*

Inasemings aan SRC-II swaar oplosmiddels van 0.017, 0.084 en 0.66 mg/l vir 6 ure 'n dag, vanaf die 12de tot die 16de dag van swangerskap lei tot fetale ontwikkelings veranderinge (Springer *et al.*, 1982:2). In die behandelde groep wat 'n hoër dosis ontvang het, 65 mg/kg/dag, het 'n verminderde fetale gewig en kop-romp lengte gehad. By die 0.66 mg/l groep is abnormaliteite soos klein longe en gesplete lip ook gevind (Springer *et al.*, 1982:2).

##### *Dermale blootstelling.*

Wanneer swanger rotte aan dermale dosisse van 25, 250 of 500 mg/kg SRC-II swaar oplosmiddels vanaf dag 6 tot 15 van swangerskap blootgestel word, is daar geen effekte by die gebore kleintjies gevind nie. By dosisse van 500 mg/kg is verminderde fetale gewig en vertraagde ossifikasie gevind. Geen toksiese effekte is egter gevind nie (Chu *et al.*, 1990:10).

##### *Orale blootstelling.*

Hersirkulerende EDS en brandstof is oraal by dosisse van 0.1, 0.5 en 1.0 g/kg aan rotte gegee vanaf dag 6 tot 19 van swangerskap. Alhoewel die twee hoër dosisse 'n verminderde fetale oorlewing tempo en groei getoon het, is geen teratogeniese effekte waargeneem nie. Verskeie ander outeurs meld 'n verhoogde insidensie van fetale abnormaliteite aan tydens swangerskap blootstelling by dosisse van 0.14 g/kg tydens die 12de tot 16de dag van swangerskap (Hackett *et al.*, 1983:6). Die hoof abnormaliteit wat voorgekom het, is 'n afname in fetale long grote. Ander abnormaliteite wat ook voorgekom het, was gesplete lip, vermiste toonnaels, bloedvat abnormaliteite en vergrote serebrale ventrikels by dosisse van 0.37 g/kg.

SRC II oplosmiddels met kookpunte van 150 – 455°C veroorsaak teratogeniese effekte by dosisse van 0.74 g/kg tydens blootstelling van honde by dag 12 – 14 van swangerskap (Springer *et al.*, 1986:2). Vier-en-vyftig persent van die gebore hondjies het tussen dag 0 en 3 gevrek, 10% het gesplete lippe gehad, 22%

verkleinde longe en 33% het beide gehad. Alhoewel van die hondjies met verkleinde longe gebore is, het hulle longe dieselfde gewig as die kontrole groep op dag 21 gehad. Die liggaam gewig van die blootgestelde hondjies was egter nog steeds minder as die van die kontrole groep sin op dag 21. Dit word voorgestel dat ander fisiologiese ongepaardhede, anders as ontoerykende respiratoriese sisteem, 'n groei vertraging in die hondjies tot gevolg gehad (McKee *et al.*, 1987:4; Springer *et al.*, 1986:2).

#### B. Minder swaar (middel) oplosmiddels:

##### *Dermale blootstelling*

Die effekte van SRC-II medium en waterbehandelde-medium fraksies wat dermaal aan rotte toegedien is, is ondersoek (Chu *et al.*, 1990:10). Waterbehandeling het die hoeveelheid PAH's van 71% tot 50% verlaag. Dit lei tot 'n verhoging van 13% tot 39% in twee-ring aromate. Hierdie fraksies is aan swanger rotte op dag 6 tot 15 van swangerskap gegee by vlakke van 125, 250 en 500 mg/kg. Op dag 22 is die rotte ondersoek. Daar is gevind dat die gewig van die hart, lewer en niere ongeaffekteerd is deur die behandeling. By die gebruik van SRC-II medium, was die hematogeniese parameters onveranderd, maar waterbehandelde medium fraksies het anemie veroorsaak tydens die blootstelling aan die twee hoër dosisse. Effense lewer en vel veranderinge is gevind by die groepe wat aan die hoogste konsentrasie (500 mg/kg) blootgestel is (Chu *et al.*, 1990:10; Springer *et al.*, 1986:2).

#### C. Ligte oplosmiddels:

##### *Inaseming blootstelling*

Die teratogeniese en reproduksie effekte is met EDS-waterbehandelde nafta onder rotte bestudeer. Die rotte wat EDS by 0.2, 1.0 of 5.0 g/m<sup>3</sup> ingeasem het, het geen veranderinge in die fetale ontwikkeling of in die reproduksie parameters getoon nie (Chu & Dousseaux, 1994:14).

#### D. Die mutagenisiteit en karsinogenisiteit van oplosmiddels wat by proefdiere gevind is:

Tydens stikstof-, amino- of nitro-substitusie by koolstoffringe, verhoog mutagenisiteit. Alhoewel organiese amino-verbindings indirek werkende mutagene is en metaboliese aktivering benodig, kan hulle fotochemies omgeskakel word na hul verwante nitro- of nitroso komponente, wat dan direk-werkende mutagene is (Chu & Dousseaux, 1994:14). Volgens opnames dui dit daarop dat stikstofbevattende organiese verbindings, van swaar oplosmiddels, bydra tot karsinogenisiteit. By oplosmiddels wat nie aan die ligte- of swaaroplosmiddelklas behoort nie, is geen tumor inisieëringsaktiwiteit en karsinogenisiteit by SRC-II vloeistowwe met kookpunte van 300 – 700°F nie. Geen karsinogeniese aktiwiteite is by ligte oplosmiddels gevind nie. 'n Opsomming van die uitwerking van swaar-, medium- en ligte ketting

oplosmiddels op ontwikkeling en reproduksie by proefdiere word in Tabel 2.2 uiteengesit (Chu & Dousseaux, 1994:14).

**Tabel 2.2** Dosisse waarby swaar-, medium- en ligte oplosmiddels as teratogene optree of fetale mortaliteit veroorsaak by proefdiere gedurende (A) dermale blootstelling, (B) inaseming of (C) orale blootstelling (Chu & Dousseaux, 1994:14).

	Swaar oplosmiddels		Medium oplosmiddels		Ligte oplosmiddels	
	<i>Fetale mortaliteit</i>	<i>Teratogenisiteit</i>	<i>Fetale mortaliteit</i>	<i>Teratogenisiteit</i>	<i>Fetale mortaliteit</i>	<i>Teratogenisiteit</i>
A	+ 0.5g/kg <sup>a</sup>	- 0.5g/kg <sup>a</sup>	- 0.5g/kg <sup>b,c</sup>	- 0.5g/kg <sup>c</sup>		
B	+ 0.66mg/l <sup>d</sup>	+ 0.66mg/l <sup>d</sup>				
B					- 5mg/l <sup>a</sup>	- 5mg/l <sup>a</sup>
C	+ 0.14g/kg <sup>d</sup>	+ 0.14g/kg <sup>d</sup>				
C	+ 0.74g/kg <sup>f</sup>	+ 0.74g/kg <sup>f</sup>				
C	+ 0.5g/kg <sup>g,h</sup>	- 0.5g/kg <sup>g,h</sup>				

**VERKLARING VAN DIE TABEL SE AFKORTINGS**

<sup>a</sup> SRC-II swaar oplosmiddel (250-450°C), waar '+' en '-' toksisiteit en geen toksisiteit respektiewelik aandui.

<sup>b</sup> SRC-II medium oplosmiddels (154-378°C).

<sup>c</sup> SRC-II waterbehandelde oplosmiddels (154-378°C).

<sup>d</sup> SRC-II swaar oplosmiddels (288-454°C)

<sup>e</sup> EDS waterbehandelde nafta (38-204°C).

<sup>f</sup> SRC-II oplosmiddel (150-455°C).

<sup>g</sup> Hersirkuleerde EDS (200-427°C).

<sup>h</sup> EDS brandstof olie (427-558°C)

### 2.5.2 Bewyse van nadelige effekte op mense

Ondersoeke rakende reproduksie uitkomst van spesifieke probleme: 1) 'n substans kan 'n variërende uitkomst hê afhangende van die vlak en tyd van blootstelling. 2) Die gedefinieerde groepe is statisties nie korrek gekies nie, en 3) misvorming wat laat tydens swangerskap geïdentifiseer is, is oorlewendes van 'n kohort van misvormde bevrugtinge (Cordier *et al.*, 1997:8).

Daar is bewys dat blootstelling aan petroleum substansie, met 'n verhoogde frekwensie miskrame geassosieer kan word (Xu *et al.*, 1998:55). Axelsson en Molin (1988), het tydens 'n studie in Swede gekyk na swangerskap uitkomst in gebiede waar daar vrystellings van petrochemiese substansie in die lug is. In die algemeen was daar in die gemeenskap geen abnormale swangerskappe nie, maar tussen die vroue wat in petrochemiese industriële werk, is daar wel verhoogde hoeveelhede miskrame onder swanger vroue gevind (Xu *et al.*, 1998:55).

In 'n verdere studie van Axelsson (1989:16), is daar onder vroue wat by petrochemiese industriële laboratoriums werk, 'n aansienlike hoër tempo miskrame gevind as by vroue wat nie blootgestel is nie (Axelsson & Molin, 1988:17).

Simeonova *et al.* (1989:48) vind dat chromosoom veranderinge en suster chromatied uitruilings hoër is by werkers van petroleum industriële, as nie-blootgestelde werkers. Die resultaat stel die voorkoms van sekere mutageniese substansie in die petrochemiese omgewing voor, wat 'n moontlike effek op fetale verlies of defek kan hê (Xu *et al.*, 1998:55).

In die studie waar 75 vroue tydens hulle eerste trimester van swangerskap blootgestel was aan organiese oplosmiddels, het 13 vroue geboorte gegee aan kinders met wangeskopenheid. Van die mees frekwente wangeskopenheid gevalle wat na vore gekom het, was spinna bifida en hart abnormaliteite. Van die oplosmiddels waaraan die vroue blootgestel was, was onder andere alifatiese koolwaterstowwe, aromatiese koolwaterstowwe, fenole, trichloroetileen, xileen, chloor, aseton en verwante komponente (Laino, 1999).

Tydens 'n kohort studie is daar na die impak van organiese oplosmiddels op eritrosiet en hemoglobien vlakke asook menstruele siklus karaktereenskappe gekyk. Die studie het uit 110 vroue bestaan wat in 'n petrochemiese industrie gewerk het en wat blootgestel was aan benzeen, toluen, xileen en stieren. 'n

Statisties betekenisvolle verlaging in rooibloedsel- en hemoglobien vlakke is gevind, maar geen betekenisvolle verandering in die menstruele siklus is gevind nie (Georgieva *et al.*, 1998:71).

Die sentrale senuwee sisteem word by hoë konsentrasies aromatiese koolwaterstof blootstelling geaffekteer (Laino, 1999). By chroniese toksifikasie kan veranderinge in die bloed vorming, organe en in perifere bloed gesien word, asook by die ontwikkeling van bloedarmoede, bloedkanker, ens. (Georgieva *et al.*, 1998:71).

Vet is 'n opgaar plek vir lipied oplosbare chemikaleë. Dus, hoe meer vet mens het, hoe meer chemikaleë kan jy absorbeer. Vrouens het 'n baie hoër persentasie liggaamsvet as mans, veral in die borste. DDT is 'n organochloried. Organochloriede tree as estrogeen nabootsers op, dus verminder hulle die aksie van estrogeen in die liggaam. Hoe groter die blootstelling aan sulke 'estrogeen-agtige' stowwe is, hoe groter is die kans op borskanker. Organochloriede het ook 'n effek op die volgende generasie se reproduksie kapasiteit. Hierdie chemikaleë word na die babas oorgedra deur middel van moedersmelk (Greene & Ratner, 1994:72).

In twee artikels wat in 1997 gepubliseer is, is kennis rakende swangervroue se blootstelling en kognetiewe misvormings opgesom. Hierdie artikels dokumenteer dat organiese oplosmiddels, pestisiede, laboratorium werk, lood en ionisering straling, herhaaldelik met ongunstige swangerskap uitkomst geassosieer word (Cordier *et al.*, 1997:8). Glikooleters is 'n familie van om-en-by veertig chemikalië. Derivate van etileenglikool en propileenglikool kan in 'n groot verskeidenheid huishoudelike en industriële produkte gevind word. Omdat glikooleters so oplosbaar is in beide water en organiese vloeistowwe, word hulle meestal in water-medium produkte gevind. Die eerste indikasie van toksiese effekte op die reproduksie sisteem is gevind tydens die waarneming van verhoogde frekwensies van verlaagde sperm tellings by werkers wat blootgestel is aan etileenglikooleter. Daarna het verskeie studies onder vroue wat blootgestel is, 'n verhoogde risiko vir miskrame of subfertiliteit aangetoon (Cordier *et al.*, 1997:8).

### 2.5.3 Tabulering van chemiese substansie wat 'n uitwerking het op vroulike reproduksie

In Tabel 2.3 is 'n aantal chemiese substansie met hul verskeie blootstellings uitwerkings op die reproduksie sisteem van die vrou uiteengesit.

<b>Tabel 2.3</b> Chemiese substansie en hulle blootstellings effekte		
<b>Chemiese stof</b>	<b>Effek</b>	<b>Bron</b>
Ammoniak	Miskrame Lewer skade Neurotoksies	(Xu <i>et al.</i> , 1998:55) (Henry, 1998:17) (Henry, 1998:17)
Anestetiese gasse	Miskrame Misvorming	(Anon, 1982) (Anon, 1982)
Arseen	Fetus toksien Miskrame Kardiovaskulêre defekte Renale buis defekte SSS affekteerder	(Shalat <i>et al.</i> , 1996:48) (Shalat <i>et al.</i> , 1996:48) (Shalat <i>et al.</i> , 1996:48) (Shalat <i>et al.</i> , 1996:48) (Greenberg, 1996:72)
Benzeen	Chromosoom beskadiging  Embrio toksisiteit Lae geboorte gewig Skelet misvorming Menstruele afwykings	(Anon, 1982) (Henry, 1998:17) (Anttila <i>et al.</i> , 1990:72)  (Xu <i>et al.</i> , 1995:50) (Xu <i>et al.</i> , 1995:50) (Parmeggiani, 1983) (Sharara <i>et al.</i> , 1998:70)
Berrillium	Beskadig DNA	(Aresini <i>et al.</i> , 1993:4)
Bifeniele	Endomitriale kanker	(Sala <i>et al.</i> , 1998:40)
Bromopropaan	Ovaria wanfunksionering	(Jung-Min <i>et al.</i> , 1998:138)
Chroom	Beskadig DNA  Mutagenies Karsinogenies	(Duffes, 1996:79) (Cheng <i>et al.</i> , 1998:106)  (Duffes, 1996:79) (Duffes, 1996:79)
Dioksiene	Endomitriale kanker Verminderde fertilititeit	(Sala <i>et al.</i> , 1998:40) (Sala <i>et al.</i> , 1998:40)
Etanol	Menstruele afwykings Geboorte defekte Vertraagde groei SSS abnormaliteite Beskadig DNA	(Grant <i>et al.</i> , 1997:97) (Pieleszek, 1997:43) (Pieleszek, 1997:43) (Pieleszek, 1997:43) (Karacic <i>et al.</i> , 1995:27)
Etileen oksied	Chromosoom beskadiging Miskrame	(Anon, 1982 ) (Anon, 1982 )
Fenol	Menstruele afwykings	(Yeomans & Wise, 1998)
Formaldehied	Misvorming	(Parmeggiani, 1983)
Glikoleter	Miskrame Infertilititeit Kongenitale inperking Spinna bifida	(Cordier <i>et al.</i> , 1997:8) (Cordier <i>et al.</i> , 1997:8) (Cordier <i>et al.</i> , 1997:8) (Cordier <i>et al.</i> , 1997:8)

	Renale buis defekte	(Cordier et al., 1997:8)
Halotaan	Skelet misvorming	(Parmeggiani, 1983)
Kadmium	Menstruele afwykings Skelet misvorming Misvorming Beskadig DNA Mutagenies	(Rajczy <i>et al.</i> , 1997:17) (Kanojia <i>et al.</i> , 1998:95) (Parmeggiani., 1983) (Duffes, 1996:79) (Duffes, 1996:79)
Koolstofdioksied	Miskrame Menstruele afwykings Lae geboorte gewig	(Pieleszek, 1997) (Pieleszek, 1997:43) (Ritz & Yu, 1999:107)
Kwik	Misvorming Miskrame Gedrags probleme Lae geboorte gewig	(Auroux, 1997:17) (Anon, 1982) (Auroux, 1997:17) (Sharara <i>et al.</i> , 1998:70)
Lood	Verminderde fertiliteit Miskrame Misvorming Kognetiewe inperking	(Anon, 1982 ) (Anon, 1982 ) (Parmeggiani, 1983) (Auroux, 1997:17)
Metanol	Negatiewe embrio groei	(Brown-Woodman <i>et al.</i> , 1995:52)
Nikkel	Verminderde fertiliteit Stilgeboortes Misvorming Karsinogenies	(Reichrtova <i>et al.</i> , 1998:17) (Reichrtova <i>et al.</i> , 1998:17) (Parmeggiani, 1983) (Duffes, 1996:79)
Stireen	Misvorming	(Jankorio & Drake, 1996:57)
Swaeldioksied	Vroeë geboortes	(Xu <i>et al.</i> , 1995:55)
Tetrachlorodibenzodioksied	Spinna bifida	(Parmeggiani, 1983)
Tolueen	Renale buis defekte Menstruele afwykings	(Erramousoe et al., 1996:28) (Yeomans & Wise, 1998)
Trihalmetaan	Lae geboorte gewig	(Gallagher <i>et al.</i> , 1998:9)

## HOOFSTUK 3

### METODIEK

Sasol Sintetiese Brandstowwe is 'n groot petrochemiese vervaardiger waar petrol en 'n verskeidenheid chemiese stowwe uit steenkool vervaardig word. Hierdie petrochemiese maatskapy het 'n baie groot en geïntegreerde groep petroleum en chemikalieë prossesserende aanlegte. Tans werk daar ongeveer 5560 permanente werkers vir Sasol, waarvan 522 vroue werkers is. (LW. Hierdie 522 vroue werkers sluit die vroue wat by SSB werk in, sowel as die vroue wat by ander afdelings vir SASOL werk bv. administrasie) Daaglik word hierdie werkers blootgestel aan 'n verskeidenheid chemiese substansie. Tydens proses afsluitings, herstelwerk en skoonmaking is die blootstelling baie hoër as normaal en die moontlikheid van blootstelling aan toksiese konsentrasies bestaan.

#### **3.1 OMGEWINGS EVALUERING**

Algemene inligting rakende die brandstofvervaardigings prosesse en produkte by SASOL is verkry deur van inligting in die Sasol-biblioteek gebruik te maak. Sasol Sintetiese Brandstowwe by Secunda, bestaan uit twee dele nl. Sasol II en Sasol III. Sasol II en Sasol III is identies aan mekaar en kan petroleum onafhanklik van mekaar vervaardig. Die vervaardiging van petroleum word in verskeie stappe gedoen. Elke stap geskied by 'n ander aanleg. Tydens die vervaardiging van petroleum word 'n groot verskeidenheid chemikalieë gebruik en by elke aanleg word verskillende chemikalieë tot die proses toegevoeg en/of onttrek. Dit is daarom moeilik om 'n algemene persoonlike blootstelling van die werkers by Sasol te bepaal. Wat die Beroepshigiëniste van Sasol wel doen, is om die persoonlike blootstelling van die werkers te bepaal vir die spesifieke chemikalieë wat by die betrokke aanleg gebruik word. Risiko en gevaarlike substansie word dan so vir die spesifieke aanlegte geïdentifiseer. Hierdie is almal geïdentifiseerde substansie waarvan die beheerdrempels oorskrei is. Vir die studie is die mees onlangste persoonlike blootstelling opname rekords aangevra vir die onderskeie aanlegte. Tabelle is opgestel waarop die blootstelling vir die verskeie chemiese substansie by die onderskeie aanlegte aangetoon word. Een afsonderlike tabel is opgestel waarin al die blootstellingswaardes vir die verskeie aanlegte aangegee is. Die blootstellingswaardes is dan vergelyk met die tydbeswaarde drempelwaarde soos deur die ACGIH (American Conference of Governmental Hygiene) vasgestel is. Om vas te stel tot in hoe 'n mate die werkers se reproduksiegesondheid aangetas word tydens blootstelling, is die blootstellingswaardes ook vergelyk met reproduksietoksien riglyn- waardes (Jankovic & Drake, 1996:57) Daar is ook gebruik



Sewe verskillende aanlegte sowel as die laboratorium, kom in hierdie strook (persgekleurde) voor. Die sewe aanlegte wat in hierdie gedeelte voorkom is die volgende: Suurstof, Stoom, Brandstowwe, Rectisol, Gaskringloop, Phenosolven en Carbo Tar. Omdat daar relatief min vroue by die verskillende aanlegte werk, is al die vrouens wat in hierdie gekose area werk, gebruik vir die studie. Kontrak vrouewerkers is nie vir hierdie studie gebruik nie, omdat hulle net vir 'n kort rukkie aangestel is en dus nie oor 'n langtermyn blootgestel is nie. Weens die feit dat die hele gekose gebied se vrouewerkers by die studie betrek word, en dat die ander twee dele wat vir hierdie studie uitgelos word, byna geen vrouewerkers het nie, skakel dit vooroordeel gevolglikheid (susceptability bias) uit.

### **3.3 KONTROLE GROEP**

Al die vroue wat by die finansiële afdeling in die administratiewe gebou van die Potchefstroomse Universiteit werk, is vir die kontrole groep gebruik. Dit gee 'n kontrolegroep grote van 30 vroue. Omdat daar geen petrochemiese industrie in die nabye omgewing van Potchefstroom is nie, word veronderstel dat die petrochemiese blootstelling in Potchefstroom minimaal is. Die kontrolegroep word dus dan nie aan dieselfde omgewingstoestande as die proefgroep blootgestel nie. Om steekproefsydigheid te voorkom, is groepe as 'n geheel met mekaar vergelyk.

### **3.4 EKSPERIMENTELE EVALUERING**

'n Vraelys is opgestel in samewerking met Dr. W. Van Wyk (ginekoloog), Dr. W. P. Labuschagne (algemene praktisyn) en Mnr. P. J. Laubscher (dosent aan die Potchefstroomse Universiteit). Die tipe vrae wat in die vraelys gevra is, hou verband met die abnormaliteite wat ginekoloë, in Secunda, in die praktyk teëkom en abnormaliteite wat in die literatuur beskryf is. (Sien aanheg).

Deelname aan die projek is vrywillig. Voordat enige vraelys uitgedeel is, is daar eers vooraf met vrouens gereël om byeen te kom sodat leiding gegee kan word tydens die invul van die vraelys. Om die inligting konfidensieël te hou, is die voltooië vraelyste verseël in 'n koevert en via die interne posdiens van Sasol, na die Mediese Stasie gestuur. Vyf-en-sewentig vraelyste is in totaal by Sasol uitgedeel waarvan twee en vyftig terug ontvang is. Die proefgroep by Sasol is in twee groepe verdeel. Die laboratorium se vroue werkers is as 'n groep op hul eie gebruik en die res van die vroue wat in die onderskeie aanlegte werk, is

as die ander groep gebruik. Die rede vir die verdeling in die proefgroep was om die moontlikheid van verskille tussen 'blootgestelde' vroue wat op die aanlegte werk en laboratorium personeel wat onder hoogs gekontroleerde toestande werk, te ondersoek. Die twee Sasol groepe is dan met die kontrole groep vergelyk om sodoende verskille te ondersoek en uit te lig.

### 3.5 STATISTIESE ANALISE

In samewerking met Mev. W. Breytenbach van die Statistiek Departement, Potchefstroom, is op 'n statisties korrekte navorsings metode besluit. Daar is besluit op 'n epidemiologiese studie waar groepe in geheel met mekaar vergelyk word. Die kans om steekproeffoute te maak word dus so uitgeskakel en 'n meer praktiesbetekenisvolle resultaat kan vanuit die studie verkry word. Omdat daar na 'n populasie, nl. Sasol vrouewerkers, in geheel gekyk is en geen proefpersone ewekansig gekies is nie, word praktiese betekenisvolheid vir die studie gebruik, eerder as statistiese betekenisvolheid. Daar is wel van statistiese betekenisvolheid gebruik gemaak om die verskeie groepe, wat vir die studie gebruik is, met mekaar te vergelyk. Die program wat gebruik is by die verwerking van die data, is die SAS sisteem vir 'Windows Release 6.12', 1996. Daar is eenrigting tabelle vir die onderskeie groepe opgestel, asook tweerigting tabelle binne en buite die onderskeie groepe. Die eenrigting tabelle dui die frekwensie van die beantwoorde vrae aan terwyl die tweerigting tabelle tendense met mekaar vergelyk. Vir die data om prakties betekenisvol te wees, moet die Phi koeffisiënt groter as 0,5 wees. Die tabelle en grafieke is met behulp van die Excell-program gedoen.

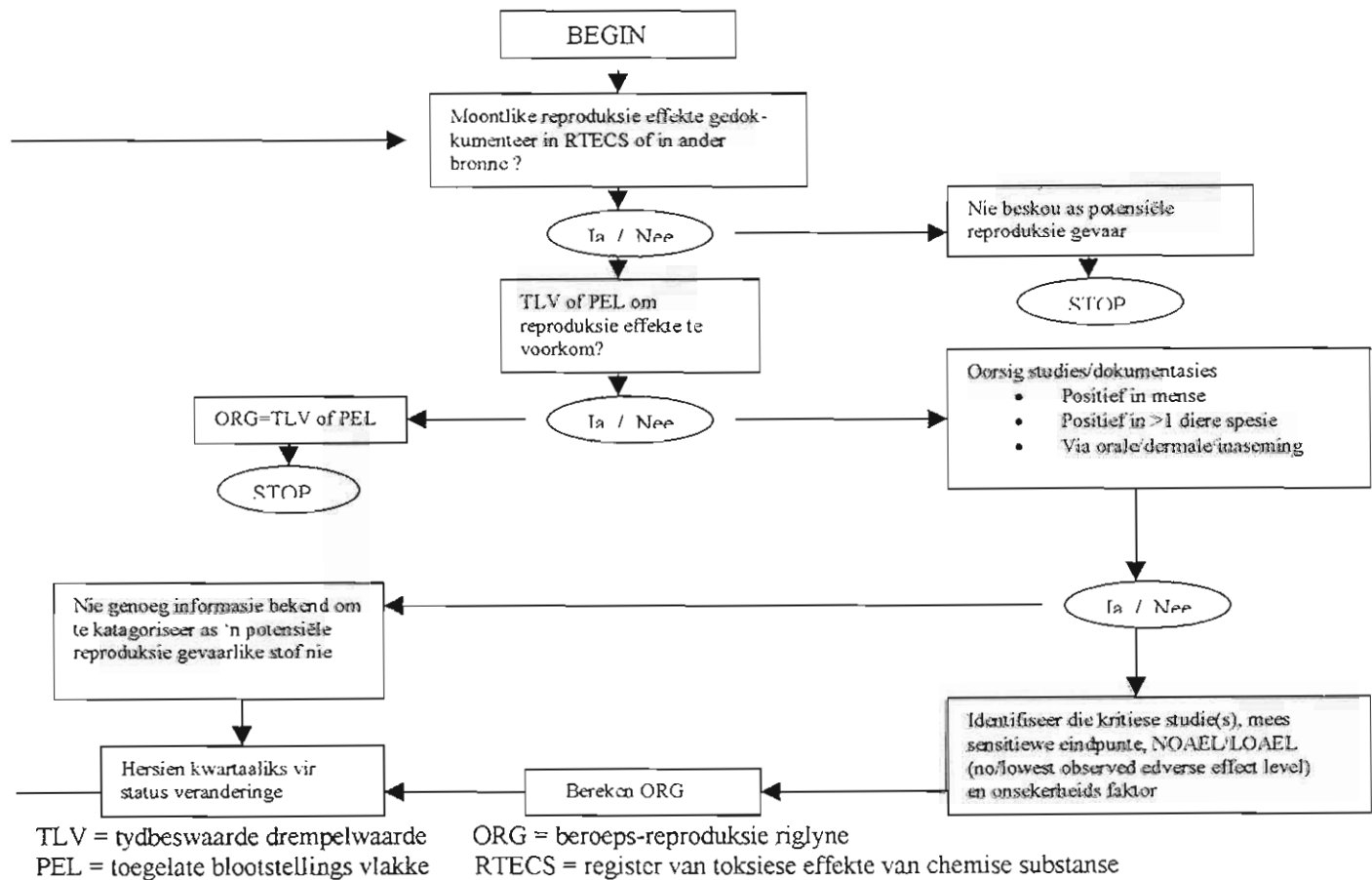
## HOOFSTUK 4

### RESULTATE

Al hoe meer vroue word vandag by industrieë in diens geneem en word sodoende al hoe meer blootgestel aan omgewingsbesoedelstowwe. Blootstelling aan hierdie besoedelstowwe kan die menstruele siklus beïnvloed asook moontlike nadelige effekte op die swangervrou hê. Dit is daarom belangrik om die risiko van sekere beroepsaktiwiteite te evalueer (Karvonen & Mikheer, 1986). Sasol in Secunda is 'n vervaardiger van petroleum. Petrochemiese substansie wat gebruik word by die vervaardiging van petroleum is nadelig vir vroue werkers se voortplantingstelsels. Talle studies wat wel uitgevoer is, het bevind dat die blootstelling aan besoedelstowwe afkomstig van petroleum vervaardigings fabriek, negatiewe uitwerking op onder andere vroue werkers se reproduktiesgesondheid het (Anttila *et al.*, 1990:72; (Montague, 1999; Rosenberg, 1998; Xu *et al.*, 1998:55). Soos reeds gemeld, is hierdie studie uitgevoer om vas te stel of vrouens wat by SSB (Sasol Sintetiese Brandstowwe) werk, se reproduktiewe gesondheid aangetas word deur die chemikalieë van die werksomgewing. Vroue werkers wat in die middel strook werk, dit wil sê waar die vervaardigingsprosesse geleë is, is gebruik as proefpersone vir hierdie studie. Die agt afdelings wat in hierdie strook voorkom, is Carbo Tar, Rectisol, Phenosolven, Stoom, Suurstof, Gaskringloop, Brandstowwe en die laboratorium. Vraelyste is uitgedeel en terugontvang van al die vroue werkers wat by die verskeie afdelings werksaam is. Alle blootstellings resultate is ook vir die verskeie chemiese substansie wat by elk van die afdelings gebruik word en wat vooraf deur die Beroepshigiëniste van Sasol bepaal is, verkry. Die suurstof aanleg se verslag is nie ingesluit nie, omdat geen chemikalieë by die aanleg tot die proses toegevoeg of onttrek word nie. Geen blootstellingslesings is vir die Suurstofaanleg dus beskikbaar nie. Die laboratorium se verslag, aan die ander kant, is ook nie ingesluit nie, omdat daar van die veronderstelling uitgegaan word dat laboratorium personeel onder hoogs gekontroleerde toestande werk en blootstelling omtrent heeltemal uitgeskakel word. Volgens 'n woordvoerder van die Mediese Stasie by SSB, word ontledings in die laboratorium onder hoogs gekontroleerde toestande uitgevoer. Die laboratorium se ventilasie sisteem is van so aard, dat navorsers/personeel nie veronderstel is om enigsins aan substansie blootgestel te wees nie. Blootstellingsopnames wat wel in die laboratorium vir die verskeie substansie gedoen is, is bepaal net vir die bepaalde tydperk wanneer die bepaalde substansie vir die eksperiment of ontleding gebruik is. Sommige van hierdie substansie wat gemeet is, word op 'n meer alledaagse basis gebruik, maar daar is ook van hierdie substansie wat op 'n maandelikse en selfs 'n jaarlikse basis gebruik word vir ontleding/eksperimentering.

Die blootstellingsresultate van die oorblywende ses aanlegte is vergelyk met die tydbeswaarde drempelwaardes. Die tydbeswaarde drempelwaardes is saamgestel om die werker gedurende 'n 40-uur werkweek te beskerm. By tydbeswaarde drempelwaardes word konsentrasies van gasse en dampe in die lug gewoonlik uitgedruk in dele per miljoen (dpm), 'n meting van konsentrasie volgens volume, asook in milligram per kubieke meter lug ( $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ), 'n meting van konsentrasie volgens massa. Die tydbeswaarde drempelwaardes wat vir hierdie studie as verwysingsvlakke gebruik is, die waardes soos vasgestel deur die ACGIH. TLV (Threshold Limit Value) is die naam vir alle waardes wat die ACGIH daar gestel het ter beskrywing van die drempelwaardes wat hulle gebruik. Deurgaans sal daar na TLV's verwys word, as daar van tydbeswaarde drempelwaardes van die ACGIH gepraat word. Die blootstellingsresultate is ook met reproduksie riglynwaardes vergelyk (Jankovic & Drake, 1996:57). Die riglynwaardes is vanuit 'n Amerikaanse joernaal verkry, nl. American Industries and Hygiene Association Journal. Die metode wat gebruik word om potensiële reproduksie toksiene te identifiseer, word in figuur 4.1 geïllustreer. Deur die blootstellingswaardes met die reproduksie riglynwaardes te vergelyk, kan daar vasgestel word of daar wel 'n reproduksie gesondheidsrisiko bestaan onder vroue werkers.

**Figuur 4.1** 'n Skematiese voorstelling vir die identifisering van potensiële reproduksie toksines



## 1.1 CHEMIESE SUBSTANS KONSENTRASIES BY DIE VERSKEIE AANLEGTE

Die persoonlike blootstelling opname rekords is aangevra vir die onderskeie aanlegte. Tabelle is opgestel waarop die blootstelling vir die verskeie chemiese substansie by die onderskeie aanlegte aangetoon word. Die blootstellingswaardes in die tabel is vergelyk met die tydbeswaarde- sowel as reproduksie riglynwaardes.

In tabel 4.1 tot 4.7 is 'n duidelike uiteensetting van die blootstellingsresultate. Substansie wat met 'n blou merk aangedui is, is substansie wat die tydbeswaarde drempelwaarde oorskry, soos deur die ACGIH vasgestel is. Die substansie wat met 'n rooi merk aangedui is, is substansie wat die reproduksie riglynwaardes oorskry en dus toksies vir die voortplantingstelsel kan wees.

### *A) Blootstellingskonsentrasies teenoor tydbeswaarde drempelwaardes.*

In tabel 4.1 word die blootstellingskonsentrasies vir die Rectisol aanlegte by SASOL II en SASOL III weergegee. Substansie wat gemeet is, is metanol, benzeen, mesitileen, naftaleen, toluene, waterstofsianied en xileen. Van die 101 lesings wat verkry is, het 13 lesings die tydbeswaarde drempelwaardes oorskry. 1 van die 11 metanol-, al 6 waterstofsianied-, 5 van die 15 benzeen- en 1 van die 17 toluenelesings het die tydbeswaarde drempelwaarde oorskry.

In tabel 4.2 word die omgewingskonsentrasies kwik, soos gemeet by Rectisol, weergegee. 8 Waardes vir kwik is ontvang. Al 8 hierdie kwik waardes het die tydbeswaarde drempelwaarde oorskry.

Tabel 4.3 dui die verskeie blootstellingskonsentrasies vir substansie soos gemeet by Carbo Tar, aan. Substansie wat by Carbo Tar voor gemeet is, is benzeen, heptaan, heksaan, oktaan, xileen en steenkoolstof. 29 Lesings is ontvang. Van hierdie 29 lesings, het nie een waarde die tydbeswaarde drempelwaarde oorskry nie.

Tabel 4.4 dui die blootstellingskonsentrasies van substansie soos gemeet by Vergassing, aan. Substansie waarvan daar resultate bekend is, amoniak, benzeen, etielbenzeen, naftaleen, toluene, steenkoolstof en xileen. Sewe van die 69 lesings wat ontvang is, het die tydbeswaarde drempelwaarde oorskry. Hiervan het 1 van die 5 ammoniak-, 1 van die 10 etielbenzeen-, 2 van die 10 toluene- en 3 van die 10 benzeen lesings die tydbeswaarde drempelwaarde oorskry.

Tabel 4.5 gee die lesings vir die gemete substansie by die Brandstof aanlegte aan. Substansie wat by hierdie aanlegte gemeet is, is die volgende: Benzeen, heksaan, heptaan, oktaan, toluen, fenol, metanol, kresol, propielalkohol, waterstofsulfied en xileen. 101 Lesings is verkry. Van hierdie lesings het 2 van die 14 benzeen- en al 5 die waterstofsianied lesings die tydbeswaarde drempelwaarde oorskry.

In tabel 4.6 word die lesings vir die gemete substansie van die Phenosolvan aanlegte weergegee. Ammoniak, benzeen, heptaan, heksaan, fenol, toluen, waterstofsulfied en xileen is by hierdie aanlegte gemeet. Vyf van die 7 ammoniak- en 1 benzeen lesing het die tydbeswaarde drempelwaarde oorskry.

In tabel 4.7 is 'n uiteensetting van die gemete substansie se konsentrasies soos gemeet by die Stoomaanlegte. Substansie wat by die stoomaanlegte gemeet is, is asetoon, benzeen, heksaan, heptaan, steenkoolstof, metanol, toluen, ammoniak en xileen. Twee van die 8 ammoniak-, 1 van die 7 steenkoolstof-, 1 van die 5 benzeen- en 1 van die 5 xileen lesing het die tydbeswaarde drempelwaarde oorskry.

#### *B) Blootstellingskonsentrasies teenoor reproduksieriglynwaardes*

Vir die meeste van die gemete substansie is diereproduksie riglynwaardes bekend. Daar is wel van die substansie soos byvoorbeeld metanol, naftaleen en waterstofsianied wat gemeet is maar waarvoor daar geen reproduksieriglynwaarde bekend is nie.

In tabel 4.1 waar die blootstellingskonsentrasies van die gemete substansie van Rectisol weergegee word, bleik dit duidelik dat die reproduksieriglynwaardes in 'n baie groter mate as die tydbeswaarde drempelwaardes oorskry word. Van die 101 lesings, het 46 lesings die reproduksieriglynwaardes oorskry. Dertien van die 17 toluen-, al 17 xileen en al 16 benzeen lesings het die reproduksieriglynwaardes oorskry.

In tabel 4.2 word die kwik waardes aangedui. Al 8 die lesings oorskry die tydbeswaarde drempelwaardes.

**TABEL 4.1** Persoonlike blootstellingskonsentrasies aan gevaarlike substansie by Rectisol

BLOOTGESTEDE PERSOON NAAM/NOMMER	SUBSTANS	PERSOONLIKE BLOOTSTELLING	TLV	TOKSIESE VLAK VIR MENSLIKE REPRODUKSIE
C Mokgotho	Metanol  (metinge vir Verslikkende dae)	236 mg/m <sup>3</sup> 228 mg/m <sup>3</sup> 1258 mg/m <sup>3</sup> * 236 mg/m <sup>3</sup>	260 mg/m <sup>3</sup>	-
C Mokgotho	Benzeen Tolueen Xileen Naftaleen Mesitileen Waterstofsianied	1.54 d * 3.68 dpm * 3.67 dpm * 3.37 dpm 3.37 dpm 54 dpm	5 dpm 50 dpm 100 dpm 10 dpm - 10 dpm	0.02 dpm 2.58 dpm 0.34 dpm - - -
212 DM 114	Benzeen Tolueen Xileen Naftaleen Mesitileen	1.36 dpm * 3.25 dpm * 3.25 dpm * 2.99 dpm 2.98 dpm	5 dpm 50 dpm 100 dpm 10 dpm -	0.02 dpm 2.58 dpm 0.34 dpm - -
212 DM 414	Benzeen Tolueen Xileen Naftaleen Mesitileen	1.26 dpm * 3.02 dpm * 3.02 dpm * 2.77 dpm 2.77 dpm	5 dpm 50 dpm 100 dpm 10 dpm -	0.02 dpm 2.58 dpm 0.34 dpm - -
SD Kubheka	Metanol  Benzeen Tolueen Xileen Naftaleen Mesitileen Waterstofsianied	76.08 mg/m <sup>3</sup> 71.88 mg/m <sup>3</sup> 86.82 mg/m <sup>3</sup> 1.43 dpm * 3.38 dpm * 3.38 dpm * 3.10 dpm 3.10 dpm 30 dpm *	260 mg/m <sup>3</sup>  5 dpm 50 dpm 100 dpm 10 dpm - 10 ppm	-  0.02 dpm 2.58 dpm 0.34 dpm - - -
212 DM 114	Benzeen Tolueen Xileen Naftaleen Mesitileen	141.00 dpm ** 73.40 dpm ** 14.30 dpm * 7.76 dpm 7.75 dpm	5 dpm 50 dpm 100 dpm 10 dpm -	0.02 dpm 2.58 dpm 0.34 dpm - -
SD Kubheka	Metanol Benzeen Tolueen Xileen Naftaleen Mesitileen	5.55 mg/m <sup>3</sup> 0.10 dpm * 0.50 dpm * 1.00 dpm * 0.24 dpm 0.24 dpm	260 mg/m <sup>3</sup> 5 dpm 50 dpm 100 dpm 10 dpm -	- 0.02 dpm 2.58 dpm 0.34 dpm - -
KL Hialele	Metanol Benzeen Tolueen Xileen Naftaleen	1.19 mg/m <sup>3</sup> 0.10 dpm * 0.50 dpm * 1.00 dpm * 0.24 dpm	260 mg/m <sup>3</sup> 5 dpm 50 dpm 100 dpm 10 dpm	- 0.02 dpm 2.58 dpm 0.34 dpm -

BLOOTGESTELDE PERSOON NAAM/NOMMER	SUBSTANS	PERSOONLIKE BLOOTSTELLING	TLV	TOKSIESE VLAK VIR MENSLIKE REPRODUKSIE
KC Makolane	Benzeen	1.33 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Toluëen	3.37 dpm *	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	2.73 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
	Naftaleen	2.50 dpm	10 dpm	-
	Mesitileen	2.50 dpm	-	-
	Waterstofsiaanied	35 dpm *	10 dpm	-
	G Nelson	Benzeen	1.26 dpm *	5 dpm
112 DM 114	Toluëen	4.06 dpm *	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	2.73 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
	Naftaleen	2.50 dpm	10 dpm	-
	Mesitileen	2.50 dpm	-	-
	Waterstofsiaanied	19 dpm	10 dpm	-
	Benzeen	1.96 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Toluëen	4.31 dpm *	50 dpm	2.58 dpm
120 DDM 414	Xileen	4.73 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
	Naftaleen	4.31 dpm	10 dpm	-
	Mesitileen	4.31 dpm	-	-
	Benzeen	36.8 dpm **	5 dpm	0.02 dpm
	Toluëen	17.73 dpm *	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	2.73 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
	Naftaleen	2.50 dpm	10 dpm	-
KC Makolane	Mesitileen	2.50 dpm	-	-
	Benzeen	6.81 dpm **	5 dpm	0.02 dpm
	Toluëen	8.64 dpm *	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	8.45 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
	Naftaleen	7.76 dpm	10 dpm	-
	Mesitileen	7.75 dpm	-	-
	Waterstofsiaanied	15 dpm *	10 dpm	-
G Nelson	Benzeen	3.53 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Toluëen	7.75 dpm *	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	8.45 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
	Naftaleen	7.76 dpm	10 dpm	-
	Mesitileen	7.75 dpm	-	-
	Waterstofsiaanied	11 dpm *	10 dpm	-
	G Nelson	Benzeen	17.8 dpm **	5 dpm
112 DM 114	Toluëen	1.70 dpm	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.90 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
	Naftaleen	1.70 dpm	10 dpm	-
	Mesitileen	1.70 dpm	-	-
	Benzeen	14.60 dpm **	5 dpm	0.02 dpm
	Toluëen	7.18 dpm *	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	2.41 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
120 DDM 414	Naftaleen	2.21 dpm	10 dpm	-
	Mesitileen	2.21 dpm	-	-

BLOOTGESTELDE PERSOON NAAM/NOMMER	SUBSTANS	PERSOONLIKE BLOOTSTELLING	TLV	TOKSIESE VLAK VIR MENSlike REPRODUKSIE
R Moyana	Metanol	0.98 mg/m <sup>3</sup>	260 mg/m <sup>3</sup>	-
	Benzeen	0.10 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Tolueen	0.50 dpm	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.00 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
	Naftaleen	0.10 dpm	10 dpm	-
	Mesitileen	0.18 dpm	-	-
MA Modise	Metanol	0.15 mg/m <sup>3</sup>	260 mg/m <sup>3</sup>	-
	Benzeen	0.10 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Tolueen	0.50 dpm	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.00 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
	Naftaleen	0.24 dpm	10 dpm	-
	Mesitileen	0.24 dpm	-	-

Blou : Oorskry die tydbeswaarde drempelwaarde

Rooi : Oorskry die toksiese vlak vir menslike reproduksie

mg/m<sup>3</sup> : Milligram per kubieke meter

dpm : Deeltjies per miljoen

**TABEL 4.2** Persoonlike blootstellingskonsentrasies aan kwik by Rectisol

AREA	KWIK LESINGS	GEMIDDELDE BLOOTSTELLING	TLV	TOKSIESE VLAK VIR MENSlike REPRODUKSIE
12 VL 101	**1.27	1.02	0.05 mg/m <sup>3</sup>	0.01 mg/m <sup>3</sup>
	**0.76			
12 VL 201	**2.09	1.60		
	**1.1			
12 DM 101	**0.48	0.33		
	**0.17			
12 Dm 201	**0.19	0.22		
	**0.24			

Blou : Oorskry tydbeswaarde drempelwaarde

Rooi : Oorskry die toksiese vlak vir menslike reproduksie

mg/m<sup>3</sup> : Milligram per kubieke meter

dpm : Deeltjies per miljoen

**TABEL 4.3** Persoonlike blootstellingskonsentrasies aan gevaarlike substansie by Carbo Tar

BLOOTGESTEDE PERSOON NAAM/NOMMER	SUBSTANS	PERSOONLIKE BLOOTSTELLING	TLV	TOKSIESE VLAK VIR MENSLIKE REPRODUKSIE
R. Thomas	Benzeen	0.05 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Heptaan	4.0 dpm	400 dpm	-
	Heksaan	2.96 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Oktaan	3.0 dpm	300 dpm	-
	Tolueen	4.92 dpm *	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.0 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
M. Nkosi	Benzeen	0.05 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Heptaan	4.0 dpm	400 dpm	-
	Heksaan	0.66 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Oktaan	3.0 dpm	300 dpm	-
	Tolueen	0.5 dpm *	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.0 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
T. Chele	Benzeen	0.05 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Heptaan	4.0 dpm	400 dpm	-
	Heksaan	0.5 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Oktaan	3.0 dpm	300 dpm	-
	Tolueen	0.5 dpm	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.0 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
D. Faber	Benzeen	0.05 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Heptaan	4.0 dpm	400 dpm	-
	Heksaan	2.96 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Oktaan	3.0 dpm	300 dpm	-
	Tolueen	4.92 dpm *	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.0 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
E. Sebande	Steenkoolstof	3.22 mg/m3 *	10 mg/m3	3 mg/m3
S. Hydare	Steenkoolstof	0.68 mg/m3	10 mg/m3	3 mg/m3
S. Hydare	Steenkoolstof	3.65 mg/m3 *	10 mg/m3	3 mg/m3
G. Koen	Steenkoolstof	9.17 mg/m3 *	10 mg/m3	3 mg/m3
S. Baloyi	Steenkoolstof	1.25 mg/m3	10 mg/m3	3 mg/m3

Blou : Oorskry tydbeswaarde drempelwaarde

Rooi : Oorskry die toksiese vlak vir menslike reproduksie

mg/m3 : Milligram per kubieke meter

dpm : Deeltjies per miljoen

**TABEL 4.4** Persoonlike blootstellingskonsentrasies aan gevaarlike substansie by Vergassing

BLOOTGESTEDE PERSOON NAAM/NOMMER	SUBSTANS	PERSOONLIKE BLOOTSTELLING	TLV	TOKSIESE VLAK VIR MENSLIKE REPRODUKSIE
M. Moeng	Stof	1.09 mg/m <sup>3</sup>	10.00 mg/m <sup>3</sup>	-
	Benzeen	2.57 dpm *	5.00 dpm	0.02 dpm
	Etiel Benzeen	1.00 dpm	100.00 dpm	-
	Naftaleen	0.10 dpm	10.00 dpm	-
	Tolueen	2.60 dpm *	50.00 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.00 dpm *	100.00 dpm	0.34 dpm
G. Morake	Stof	0.36 mg/m <sup>3</sup>	10.00 mg/m <sup>3</sup>	-
	Benzeen	2.22 dpm *	5.00 dpm	0.02 dpm
	Etiel Benzeen	1.00 dpm	100.00 dpm	-
	Naftaleen	0.59 dpm	10.00 dpm	-
	Tolueen	1.32 dpm	50.00 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.00 dpm *	100.00 dpm	0.34 dpm
E.L. Makofane	Stof	7.30 mg/m <sup>3</sup>	10.00 mg/m <sup>3</sup>	-
J.Makofane	Stof	2.50 mg/m <sup>3</sup>	10.00 mg/m <sup>3</sup>	-
E.L. Makofane	Stof	-	10.00 mg/m <sup>3</sup>	-
	Benzeen	0.05 dpm	5.00 dpm	0.02 dpm
	Etiel Benzeen	-	100.00 dpm	-
	Naftaleen	0.45 dpm	10.00 dpm	-
	Tolueen	0.50 dpm *	50.00 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.00 dpm *	100.00 dpm	0.34 dpm
T. Nel	Stof	0.80 mg/m <sup>3</sup>	10.00 mg/m <sup>3</sup>	-
	Benzeen	0.05 dpm *	5.00 dpm	0.02 dpm
	Etiel Benzeen	657.60 dpm *	100.00 dpm	-
	Naftaleen	0.10 dpm	10.00 dpm	-
	Tolueen	0.50 dpm	50.00 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.00 dpm *	100.00 dpm	0.34 dpm
A. Jonas	Benzeen	0.05 dpm *	5.00 dpm	0.02 dpm
	Etiel Benzeen	1.00 dpm	100.00 dpm	-
	Naftaleen	1.00 dpm	10.00 dpm	-
	Tolueen	4.86 dpm *	50.00 dpm	2.58 dpm
	Xileen	2.69 dpm *	100.00 dpm	0.34 dpm
	I. Mazibuko	Stof	0.23 mg/m <sup>3</sup>	10.00 mg/m <sup>3</sup>
Ammoniak		19.70 dpm	25.00 dpm	-
Benzeen		76.87 dpm **	5.00 dpm	0.02 dpm
Etiel Benzeen		1.00 dpm	100.00 dpm	-
Naftaleen		0.49 dpm	10.00 dpm	-
Tolueen		87.41 dpm **	50.00 dpm	2.58 dpm
Xileen		45.30 dpm *	100.00 dpm	0.34 dpm
S. Dlamini	Stof	1.33 mg/m <sup>3</sup>	10.00 mg/m <sup>3</sup>	-
	Ammoniak	23.50 dpm	25.00 dpm	-
J.Makofane	Stof	0.60 mg/m <sup>3</sup>	10.00 mg/m <sup>3</sup>	-
	Ammoniak	15.00 dpm	25.00 dpm	-

BLOOTGESTELDE PERSOON NAAM/NOMMER	SUBSTANS	PERSOONLIKE BLOOTSTELLING	TLV	TOKSIESE VLAK VIR MENSlike REPRODUKSIE
Moeng	Stof	1.09mg/m <sup>3</sup>	10.00mg/m <sup>3</sup>	
	Benzeen	2.57dpm *	5.00 dpm	0.02 dpm
	Etiel Benzeen	1.00 dpm	100.00 dpm	
	Naftaleen	0.50 dpm	10.00 dpm	-
	Tolueen	0.50 dpm	50.00 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.00 dpm *	100.00 dpm	0.34 dpm
S. Monareng	Stof	0.79 mg/m <sup>3</sup>	10.00 mg/m <sup>3</sup>	
	Benzeen	19.10 dpm **	5.00 dpm	0.02 dpm
	Etiel Benzeen	1.00 dpm	100.00 dpm	-
	Naftaleen	4.93 dpm	10.00 dpm	-
	Tolueen	0.89 dpm	50.00 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.00 dpm *	100.00 dpm	0.34 dpm
M. Moerane	Stof	0.31 mg/m <sup>3</sup>	10.00 mg/m <sup>3</sup>	-
G.P. Cronje	Stof	1.30 mg.m <sup>3</sup>	10.00 mg/m <sup>3</sup>	-
	Benzeen	71.32 dpm **	5.00 dpm	0.02 dpm
	Etiel Benzeen	1.00 dpm	100.00 dpm	-
	Naftaleen	2.13 dpm	10.00 dpm	-
	Tolueen	98.28 dpm **	50.00 dpm	2.58 dpm
	Xileen	59.20 dpm *	100.00 dpm	0.34 dpm
C. Joubert	Stof	0.38 mg/m <sup>3</sup>	10.00 mg/m <sup>3</sup>	-
	Benzeen	0.05 dpm *	5.00 dpm	0.02 dpm
	Etiel Benzeen	1.00 dpm	100.00 dpm	-
	Naftaleen	0.10 dpm	10.00 dpm	-
	Tolueen	0.50 dpm	50.00 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.00 dpm *	100.00 dpm	0.34 dpm
T.J. Mosia	Stof	0.14 mg/m <sup>3</sup>	10.00 mg/m <sup>3</sup>	-
	Ammoniak	10.90 dpm	25.00 dpm	-
H. Mobizela	Ammoniak	54.50 dpm *	25.00 dpm	-

Blou : Oorskry tydbeswaarde drempelwaarde

Rooi : Oorskry die toksiese vlak vir menslike reproduksie

mg/m<sup>3</sup> : Milligram per kubieke meter

dpm : Deeltjies per miljoen

TABEL 4.5 Persoonlijke blootstellingsconcentraties aan gevaarlijke stoffen by Brandstowwe

BLOOTGESTEDE PERSON NAAMNUMMER	SUBSTANS	PERSOONLIKE BLOOTSTELLING	TLV	TOKSIESE VLAK VIR MENSlike REPRODUKSIE
G. Gorden	Benzeen Heptaan Heksaan Oktaan Toluoen Xiloen	0.05 dpm * 4.0 dpm 0.5 dpm 3.0 dpm 0.5 dpm 1.0 dpm	5 dpm 400 dpm 20 dpm 300 dpm 50 dpm 100 dpm	0.02 dpm - 49.93 dpm - 2.58 dpm 0.34 dpm
F. Simmers	Benzeen Heptaan Heksaan Oktaan Toluoen Xiloen	11.50 dpm * 22.95 dpm 0.5 dpm 26.06 dpm 1.18 dpm 17.36 dpm	5 dpm 400 dpm 20 dpm 300 dpm 50 dpm 100 dpm	0.02 dpm - 49.93 dpm - 2.58 dpm 0.34 dpm
F. Simmers	Benzeen Heptaan Heksaan Oktaan Toluoen Xiloen	0.05 dpm * 4.0 dpm 0.5 dpm 3.0 dpm 0.5 dpm 1.0 dpm	5 dpm 400 dpm 20 dpm 300 dpm 50 dpm 100 dpm	0.02 dpm - 49.93 dpm - 2.58 dpm 0.34 dpm
A. Fosso	Benzeen Heptaan Heksaan Oktaan Toluoen Xiloen	0.05 dpm * 4.0 dpm 13.15 dpm 3.0 dpm 0.5 dpm 1.0 dpm	5 dpm 400 dpm 20 dpm 300 dpm 50 dpm 100 dpm	0.02 dpm - 49.93 dpm - 2.58 dpm 0.34 dpm
D. Koto	Benzeen Heptaan Heksaan Oktaan Toluoen Xiloen	0.05 dpm * 4.0 dpm 13.15 dpm 3.0 dpm 0.5 dpm 1.0 dpm	5 dpm 400 dpm 20 dpm 300 dpm 50 dpm 100 dpm	0.02 dpm - 49.93 dpm - 2.58 dpm 0.34 dpm
A. Fosso	Benzeen Heptaan Heksaan Oktaan Toluoen Xiloen	0.22 dpm * 24.12 dpm 12.25 dpm 26.52 dpm 0.5 dpm 13.83 dpm	5 dpm 400 dpm 20 dpm 300 dpm 50 dpm 100 dpm	0.02 dpm - 49.93 dpm - 2.58 dpm 0.34 dpm
A. J. Ndlovu	Benzeen Heptaan Heksaan Oktaan Toluoen Xiloen	0.05 dpm * 4.0 dpm 0.5 dpm 3.0 dpm 0.5 dpm 1.0 dpm	5 dpm 400 dpm 20 dpm 300 dpm 50 dpm 100 dpm	0.02 dpm - 49.93 dpm - 2.58 dpm 0.34 dpm

BLOOTGESTELDE PERSOON NAAM/NOMMER	SUBSTANS	PERSOONLIKE BLOOTSTELLING	TLV	TOKSIESE VLAK MR MENSlike REPRODUKSIE
D. Koto	Benzeen	0.05 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Heptaan	4.0 dpm	400 dpm	-
	Heksaan	0.5 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Oktaan	3.0 dpm	300 dpm	-
	Tolueen	0.5 dpm	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.0 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
	Phenol	0.001 mg/m3	19 mg/m3	0.94 dpm
	Kresol	-	22 mg/m3	-
D. Tsotetsi	Benzeen	0.05 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Heptaan	4.0 dpm	400 dpm	-
	Heksaan	0.5 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Oktaan	3.0 dpm	300 dpm	-
	Tolueen	0.5 dpm	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.0 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
	Phenol	0.33 mg/m3	19 mg/m3	0.94 mg/m3
	Kresol	1.0 mg/m3	22 mg/m3	-
S.T. Mtweni	Benzeen	22.80 dpm **	5 dpm	0.02 dpm
	Heptaan	28.72 dpm	400 dpm	-
	Heksaan	14.13 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Oktaan	3.0 dpm	300 dpm	-
	Tolueen	0.5 dpm	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.0 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
	Phenol	0.001 mg/m3	19 mg/m3	0.94 dpm
	Kresol	0.001 mg/m3	22 mg/m3	-
S.T. Mtweni	Benzeen	0.05 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Heptaan	4.0 dpm	400 dpm	-
	Heksaan	14.40 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Oktaan	23.0 dpm	300 dpm	-
	Tolueen	0.5 dpm	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.0 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
	Phenol	0.03 mg/m3	19 mg/m3	0.94 dpm
	Kresol	0.16 mg/m3	22 mg/m3	-
D. Tsotetsi	Benzeen	0.17dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Heptaan	26.0 dpm	400 dpm	-
	Heksaan	13.90 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Oktaan	33.70 dpm	300 dpm	-
	Tolueen	4.73 dpm *	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	22.70 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
	Phenol	0.68 mg/m3	19 mg/m3	0.94 mg/m3
T.S. Matsane	Benzeen	0.05 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Heptaan	4.0 dpm	400 dpm	-
	Heksaan	0.5 ppm	20 dpm	49.93 dpm
	Pentaaan	56.12 dpm	300 dpm	-
	Propiel Alkohol	2.0 dpm	200 dpm	-
	Metanol	0.04 dpm	260 mg/m3	-

BLOOTGESTELDE PERSOON NAAM/NOMMER	SUBSTANS	PERSOONLIKE BLOOTSTELLING	TLV	TOKSIESE VLAK VIR MENSlike REPRODUKSIE
T.S. Matsane	Benzeen	0.05 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Heptaan	4.0 dpm	400 dpm	-
	Heksaan	0.5 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Pentaaan	6.0 dpm	300 dpm	-
	Propiel Alkohol	10.12 dpm	200 dpm	-
	Metanol	1.19 mg/m3	260 mg/m3	-
	33KC101	Waterstof sulfied	15 dpm *	15 dpm
33KC101	Waterstof sulfied	220 dpm *	15 dpm	-
30KR101	Waterstof sulfied	25 dpm *	15 dpm	-
35KR101	Waterstof sulfied	20 dpm *	15 dpm	-
35KR101	Waterstof sulfied	60 dpm *	15 dpm	-

Blou : Oorskry tydbeswaarde drempelwaarde

Rooi : Oorskry die toksiese vlak vir menslike reproduksie

mg/m3 : Milligram per kubieke meter

dpm : Deeltjies per miljoen

**TABEL 4.6** Persoonlike blootstellingskonsentrasies aan gevaarlike substansie by Phenosolvan

BLOOTGESTELDE PERSOON NAAM/NOMMER	SUBSTANS	PERSOONLIKE BLOOTSTELLING	TLV	TOKSIESE VLAK VIR MENSlike REPRODUKSIE
A. Pearson	Phenol	1.46 mg/m3	19 mg/m3	3.6 mg/m3
	Ammoniak	7.41 dpm	25 dpm	-
	Waterstof sulfied	0.25 dpm	10 dpm	-
	Benzeen	0.84 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Heptaan	4.00 dpm	400 dpm	-
	Heksaan	0.50 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Tolueen	0.50 dpm	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.00 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
N. Strydom	Ammoniak	5.38 dpm	25 dpm	-
	Waterstof sulfied	0.27 dpm	10 dpm	-
	Waterstof sianied	0.10 dpm	10 dpm	-
B. Friend	Phenol	0.79 mg/m3	19 mg/m3	3.6 mg/m3
	Ammoniak	217.39 dpm *	25 dpm	-
	Waterstof sulfied	0.38 dpm	10 dpm	-
	Benzeen	7.23 dpm **	5 dpm	0.02 dpm
	Heptaan	4.00 dpm	400 dpm	-
	Heksaan	0.50 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Tolueen	0.50 dpm	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.00 dpm *	100 dpm	0.34 dpm

BLOOTGESTEDE PERSOON NAAM/NOMMER	SUBSTANS	PERSOONLIKE BLOOTSTELLING	TLV	TOKSIESE VLAK VIR MENSLIKE REPRODUKSIE
L. Motjele	Phenol	2.14 mg/m3	19 mg/m3	3.6 mg/m3
	Ammoniak	0.06 dpm	25 dpm	-
	Waterstof sulfied	1.90 dpm	10 dpm	-
	Benzeen	0.86 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Heptaan	4.00 dpm	400 dpm	-
	Heksaan	0.50 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Tolueen	0.50 dpm	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.00 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
N. Strydom	Phenol	-	19 mg/m3	3.6 mg/m3
	Ammoniak	7.41 dpm	25 dpm	-
	Waterstof sulfied	0.25 dpm	10 dpm	-
	Benzeen	0.34 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Heptaan	4.00 dpm	400 dpm	-
	Heksaan	0.50 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Tolueen	0.50 dpm	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.00 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
R. Vermaak	Phenol	0.99 mg/m3	19 mg/m3	3.6 mg/m3
	Ammoniak	142.86 dpm *	25 dpm	-
	Waterstof sulfied	-	10 dpm	-
	Benzeen	0.22 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Heptaan	4.00 dpm	400 dpm	-
	Heksaan	0.50 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Tolueen	0.50 dpm	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.00 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
16 TK 101	Phenol	-	19 mg/m3	3.6 mg/m3
	Ammoniak	153.85 dp *	25 dpm	-
	Waterstof sulfied	-	10 dpm	-
	Benzeen	0.36 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Heptaan	4.00 dpm	400 dpm	-
	Heksaan	0.50 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Tolueen	0.50 dpm	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.00 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
16 TK 401	Phenol	-	19 mg/m3	3.6 mg/m3
	Ammoniak	75.00 dpm *	25 dpm	-
	Waterstof sulfied	-	10 dpm	-
	Benzeen	1.14 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Heptaan	4.00 dpm	400 dpm	-
	Heksaan	0.50 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Tolueen	0.50 dpm	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.00 dpm	100 dpm	0.34 dpm

**TABEL 4.7** Persoonlike blootstellingskonsentrasies aan gevaarlike substansie by Stoom

BLOOTGESTEDE PERSOON NAAM/NOMMER	SUBSTANS	PERSOONLIKE BLOOTSTELLING	TLV	TOKSIESE VLAK VIR MENSlike REPRODUKSIE
E. De Bruin	Steenkool stof	0.07 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>	3 mg/m <sup>3</sup>
	Phenol	0.001 mg/m <sup>3</sup>	19 mg/m <sup>3</sup>	3.0 mg/m <sup>3</sup>
	Asetoon	5.0 dpm	750 dpm	
	Benzeen	0.05 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Metiel etiel ketoon	2.0 dpm	200 dpm	
	Heksaan	0.5 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Heptaan	4.0 dpm	400 dpm	
	Tolueen	1.92 dpm	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	3.66 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
	Ammoniak	3.3 dpm	25 dpm	-
F. Tsotetsi	Steenkool stof	-	10 mg/m <sup>3</sup>	3 mg/m <sup>3</sup>
	Phenol	-	19 mg/m <sup>3</sup>	3.0 mg/m <sup>3</sup>
	Asetoon	-	750 dpm	
	Benzeen	0.81 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Metiel etiel ketoon	4.00 dpm	200 dpm	
	Heksaan	0.50 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Heptaan	0.50 dpm	400 dpm	
	Tolueen	0.50 dpm	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	1.00 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
	Ammoniak	34.48 dpm *	25 dpm	-
B. Mapodile	Steenkool stof	0.03 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>	3 mg/m <sup>3</sup>
	Phenol	-	19 mg/m <sup>3</sup>	3.0 mg/m <sup>3</sup>
	Asetoon	17.98 dpm	750 dpm	
	Benzeen	0.05 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Metiel etiel ketoon	2.0 dpm	200 dpm	
	Heksaan	0.5 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Heptaan	4.0 dpm	400 dpm	
	Tolueen	2.43 dpm	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	4.07 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
	Ammoniak	2.0 dpm	25 dpm	-
P. Ngidi	Steenkool stof	0.03 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>	3 mg/m <sup>3</sup>
	Phenol	-	19 mg/m <sup>3</sup>	3.0 mg/m <sup>3</sup>
	Asetoon	18.73 dpm	750 dpm	
	Benzeen	0.05 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Metiel etiel ketoon	2.0 dpm	200 dpm	
	Heksaan	19.68 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Heptaan	4.0 dpm	400 dpm	
	Tolueen	2.14 dpm	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	4.21 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
	Ammoniak		25 dpm	-

BLOOTGESTEDE PERSOON NAAM/NOMMER	SUBSTANS	PERSOONLIKE BLOOTSTELLING	TLV	TOKSIESE VLAK VIR MENSlike REPRODUKSIE
S. Digaoto	Ammoniak	56.4 dpm *	25 dpm	-
V. Shongwe	Ammoniak	6.7 dpm	25 dpm	-
W. Masemola	Steenkool stof	0.15 mg/m <sup>3</sup>	2 mg/m <sup>3</sup>	3 mg/m <sup>3</sup>
M. Mhanga	Steenkool stof	2.16 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>	3 mg/m <sup>3</sup>
F. Tsotetsi	Steenkool stof	9.71 mg/m <sup>3</sup> **	10 mg/m <sup>3</sup>	
	Phenol	0.001 mg/m <sup>3</sup>	19 mg/m <sup>3</sup>	3.0 mg/m <sup>3</sup>
	Asetoon	17.45 ppm	750 dpm	
	Benzeen	0.05 dpm *	5 dpm	0.02 dpm
	Metiel etiel ketoon	2.0 dpm	200 dpm	
	Heksaan	0.5 dpm	20 dpm	49.93 dpm
	Heptaan	4.0 dpm	400 dpm	
	Tolueen	2.07 dpm	50 dpm	2.58 dpm
	Xileen	3.70 dpm *	100 dpm	0.34 dpm
	Ammoniak	1.1 dpm	25 dpm	
A. Mashego	Ammoniak	3.9 dpm	25 dpm	

Blou : Oorskry tydbeswaarde drempelwaarde

Rooi : Oorskry die toksiese vlak vir menslike reproduksie

mg/m<sup>3</sup> : Milligram per kubieke meter

dpm : Deeltjies per miljoen

Tabel 4.3 dui die blootstellingskonsentrasies by Carbo Tar aan. Alhoewel geen van die blootstellingskonsentrasies die tydbeswaarde drempelwaarde oorskry het nie, het al die benzeen en xileen lesings en 60% van die steenkoolstof lesings die reproduksieriglywaardes oorskry.

In tabel 4.4 is die blootstellingskonsentrasies van die substansie soos gemeet by Vergassing. Van die 69 lesings wat verkry is, het 23 van die lesings die reproduksieriglywaardes oorskry. Van die substansie wat die riglywaardes oorskry het, was benzeen, tolueen en xileen.

Tabel 4.5 dui die blootstellingskonsentrasies by Brandstowwe aan. Van die 99 lesings wat ontvang is, het 30 daarvan die reproduksieriglywaardes oorskry. Al die benzeen sowel as al die xileen lesings het die riglywaardes oorskry. Van die tolueen lesings, het 25% daarvan die riglywaardes oorskry.

In tabel 4.6 word die blootstellingskonsentrasies van gemete substansie by Phenosolvan aangedui. Van die 60 lesings wat ontvang is, is al die benzeen- en xileen lesings hoër as die riglywaardes.

In tabel 4.7 word die Stoomaanlegte se blootstellingskonsentrasies vir die verskillende substansie aangedui. Al die benzeen en xileen lesings was weereens hoër as die riglynwaardes.

## 4.2 UITSLAE VAN VRAELYSTE

Die vraelyste wat terugontvang is, is verwerk deur die Statistiek Departement van die Potchefstroomse Universiteit. Die resultate is opgestel in die vorm van eenrigting- en tweerigtingtabelle. Die eenrigtingtabel dui die frekwensie van die verskeie tipes beantwoorde vrae aan, terwyl die tweerigtingtabel die verskeie beantwoorde vrae met mekaar vergelyk en moontlike neigings wat mag voorkom by die beantwoording van die vraelyste, uitlig.

'n Totaal van 105 vraelyste is uitgedeel. Vyf-en-sewentig daarvan is aan vroue in Sasol uitgedeel en waarvan twee-en-vyftig vraelyste terug ontvang is. Dertig vraelyste is aan die kontrolegroep in Potchefstroom uitgedeel en twintig vraelyste is terug ontvang. Dit gee 'n totaal van twee-en-sewentig vraelyste wat terug ontvang is. Let wel, die totale populasie van vroue wat in die middelstrook van Sasol werk het vraelyste ontvang, as ook al die vroue wat vir die finansiële afdeling by PU vir CHO werk.

Die rede hoekom die proefgroep en die kontrolegroep as populasies in die geheel gebruik is, is bloot om statistiese redes. As die twee groepe, die proefgroep en die kontrolegroep, elk in die geheel gebruik word vir die studie, word vooroordeel gevolglikheid uitgeskakel. Dit wil sê, almal word vir die studie gebruik en niemand word uitgeskakel nie. Die proefgroep is in twee groepe verdeel. Groep 1 is al die vroue wat in die verskillende aanlegte by SASOL werk nl. by die Stoom-, Rectisol-, Vergassing-, Carbo Tar-, Brandstof- en Phenosolvan aanlegte. Groep 2 is vroue wat onder hoogs gekontroleerde toestande in die laboratorium werk. Die rede vir die verdeling van die proefgroep is om vas te stel of daar verskille onder die proefgroep voorkom en of gekontroleerde toestande vir blootstelling 'n effek het op die vroue werkers by Sasol.

### *Eenrigtingtabel*

Twee tipes vrae word in die vraelyste gevra. Tipe een vrae kan net met 'ja' of 'nee' beantwoord word en sluit vrae in soos: bv. Ondervind u enige menstruele probleme?

Tipe twee vrae word beantwoord deur 'n numerise waarde toe te ken aan vrae soos byvoorbeeld hoeveel sigarette rook u per dag?

Die frekwensie beantwoorde tipe een vrae word in die eenrigtingtabel uiteengesit ( tabel 4.8 ).

**Tabel 4.8.** Die uiteensetting van die frekwensie 'ja' en 'nee' beantwoorde vrae

Vraag	Groep 1		Groep 2		Groep 1+2		Kontrole	
	Ja	Nee	Ja	Nee	Ja	Nee	Ja	Nee
3.1	47.4	52.6	28.1	71.9	35.3	64.7		
5.1	26.3	73.7	15.2	84.8	19.2	80.8	100	
6.1	31.6	68.4	30.3	69.7	30.8	69.2	40	60
9.1	94.7	5.3	93.9	6.1	94.2	5.8	100	
9.2	94.7	5.3	100		98.1	1.9	95	5
9.3	73.7	26.3	81.8	18.2	78.8	21.2	90	10
9.4	89.5	10.5	93.9	6.1	92.3	7.7	95.5	5
9.5	63.2	36.8	39.4	60.6	48.1	51.9	35	65
10	94.7	5.3	71.9	28.1	80.4	19.6	60	40
11	57.9	42.1	36.4	63.6	44.2	55.8	45	55
12.1	57.9	42.1	75.8	24.2	69.2	30.8		
12.2	57.9	42.1	75.8	24.2	69.2	30.8		
12.3	52.6	47.4	72.7	27.3	65.4	34.6		
12.4	94.7	5.3	90.9	9.1	92.3	7.7		
12.5	63.2	36.8	54.5	45.5	57.7	42.3		
13.1	5.6	61.1	16.7	40	12.5	47.9	5.3	21.1
13.2			40	60	40	60		
14.1	11.1	88.9	12.9	87.1	12.2	87.8	5	95
14.2	100		100		100		100	
15	11.1	88.9	9.1	90.9	9.8	90.2	100	
16	15.4	84.6	28	72	23.7	76.3	7.7	92.3
17	9.1	90.9	8	92	8.3	91.7	100	
18	100		87.5	12.5	91.7	8.3	60	40
19	8.3	91.7	100		2.7	97.3	100	
20	5.9	94.1	3.2	96.8	4.2	95.8	100	
21	11.1	88.9	12.1	87.9	11.8	88.2	15	85
22	11.1	88.9	3	97	5.9	94.1	5	95

Groep 1. Carbo-Tar-, Phenosovan-, Brandstowwe-, Vergassing-, Stoom- en Suurstofaanleg.

Groep 2. Laboratorium.

Groep 1+2. Die bo-genoemde saam.

Kontrole. Die kontrolegroep

Groep1 en Groep2 is die twee proefgroepe wat vir hierdie studie gebruik is. Groep 1 is die vroue werkers wat in die aanlegte werk en groep 2 is die vroue werkers wat in die laboratorium werk. In die kolom "groep 1+2", word die gemiddelde waardes vir die frekwensie beantwoorde vrae van groep 1 en groep 2 aangegee. Om vas te stel of die twee proefgroepe, dit wil sê groep 1 en groep 2, dieselfde onderliggende eienskappe het, is 'n Studente-T toets uitgevoer. Die p-waarde wat verkry is vanuit die Studente-T toets, was 0.32. Omdat die p-waarde groter as 0.05 is, is daar nie 'n statisties betekenisvolle verskil tussen die twee groepe nie.

Daar is wel 'n statisties betekenisvolle verskil met 'n p-waarde van 0.03 tussen die proefgroep en die kontrolegroep gevind. Om die bogenoemde bevindings te staaf is daar na prakties betekenisvolle verskille tussen die groepe gekyk. Groep 1 en groep 2 se phi-koefisiënt-waardes was almal kleiner of gelyk aan 0.05 en dus is daar geen prakties betekenisvolle verskille tussen hierdie twee proefgroepe nie.

Omdat daar geen prakties betekenisvolle verskille of statistiese betekenisvolle verskille tussen groep 1 en groep 2 gevind is nie, is daar na groep 1 en groep 2 as 'n geheel gekyk. Dit wil sê, al die vroue wat in SSB werk, is saam in een proefgroep gebruik.

Die resultate van die tipe 2 vrae, dit is vrae waarvan die antwoorde 'n numeriese waarde het, is in tabel 4.9 uiteengesit en was as volg:

- Die gemiddelde ouderdom van die proefgroep is 30.2 jaar en die kontrolegroep 28.4 jaar.
- 13% van die proefgroep is rokers terwyl die kontrolegroep geen rokers het nie.
- 'n Gemiddelde hoeveelheid van drie drankies word per week deur die proefgroep gedrink en 'n gemiddeld van twee drankies per week deur die kontrolegroep. (Hierdie resultate geld net vir vroue wat op die vraelyste aangedui het dat hulle alkohol gebruik).
- Geen statisties betekenisvolle verskil is gevind tussen die proefgroep en die kontrolegroep se gemiddelde ouderdom van aanvangs van eerste menstruasie siklus en die gemiddelde siklus lengte nie.
- Die gemiddelde duur van menstruasie is 5.1 dae by die proefgroep en 4.7 dae by die kontrolegroep.
- Met die proefgroep se resultate is daar gevind dat die gemiddelde aantal weke van swangerskep, voordat miskrame voorkom, 18 weke is en vir die kontrolegroep 9 weke is.

**Tabel 4.9** Die uiteensetting van tipe twee beantwoorde vrae

<i>Die gemiddelde van die tipe 2 beantwoorde vrae</i>	<i>Proef groep</i>	<i>Kontrole groep</i>
Die gemiddelde ouderdom	30.2	28.4
Die gemiddelde hoeveelheid sigarette per dag gerook	13	0
Die gemiddelde hoeveelheid glase alkohol verbruik per week	3	2
Die gemiddelde ouderdom van aanvang van eerste menstruele siklus	13	13
Die gemiddelde menstruasie duur	5.1	4.7
Die gemiddelde siklus lengte	28	28
Die gemiddelde aantal weke van swangerskap voordat 'n miskraam voorkom	18	9

Vanuit die vraelyste het daar baie abnormaliteite navore gekom.

In tabel 4.10 word die abnormaliteite wat onder die vroue gerapporteer is, duidelik in tabelvorm uiteengesit.

**Lw.** In tabel 4.10 word net die *vraelys nommers* aangedui van vraelyste waarop abnormaliteite gerapporteer is.

Die volgende abnormaliteite is by proefgroep en kontrolegroep gevind: miskrame, vroeë geboortes, lae geboorte gewig babas, siekte toestande by kinders, fisies vertraagde groei, borskanker geskiedenis en chroniese siektes by moeders. Vanuit die 52 beantwoorde vraelyste van die proefgroep, het 9 vroue miskrame gerapporteer. Slegs 1 vrou by die kontrolegroep het 'n miskraam gerapporteer. Dit gee 'n persentasie verskil van 17% teenoor 5%. Geen vroeë geboortes het by die kontrolegroep voorgekom nie, terwyl daar by die proefgroep 5 gevalle van vroeë geboortes gerapporteer is. Daar is ook gevind dat daar 9 lae geboorte gewig gevalle by die proefgroep gerapporteer is en net 1 by die kontrolegroep. Dit gee 'n persentasie gemiddeld van 15% by die proefgroep teenoor die 5% by die van die kontrolegroep.

By die proefgroep is 15 gevalle van menstruele abnormaliteite gerapporteer terwyl daar by die kontrolegroep net 3 gevalle gerapporteer is. Dit gee 'n persentasie verskil van 29% teenoor 15%. Dertien gevalle van menoragie, vier van oligomenoree en een van polimenoree is by die proefgroep gerapporteer. Depressie, angstigheid en strabisme is deur die proefgroep, as probleme by hul kinders gerapporteer.

**TABEL 4.10 BEVINDINGS VAN REPRODUKSIE ABNORMALITEITE**

Vraelys No.	Miskraam (weke)	Vroeë geboortes	LGW babas(kg)	Probleme by kinders	Menstruele abnormaliteite	Fisiese vertraagde groei	Bors-kanker-ge-skiedenis	Moeder: chroniese siektes?
<b>Die proefgroep by Sasol</b>								
3					Menoragie			
6		16dae vroeg	2.8 kg					
7					Menoragie			Allergië
9			2.6 kg		Menoragie		Ja	
11		25dae vroeg	1.17 kg					
14	30 weke			Depressie				
15				Angstig				
19	2 weke	28dae vroeg						
20					Menoragie			
21	10 weke				Menoragie			
22								Hoë BD
23			2.7 kg					Sinus
31					Menoragie			
34	4 weke							
38			2.7 kg					
40	24 weke							
42					Menoragie			
43	26 weke				Menoragie			Migrane
46					Menoragie			
47					oligomenoree			
50					Menoragie		Ja	
53		14dae vroeg	2.5 kg		Menoragie			
54	2 weke			Sinus	Polimenoree			
58					oligomenoree			
60		14dae vroeg	2.8 kg	Strabisme				
64					Menoragie			
69						Ja		
70	24 weke		1.8 + 2kg					
72	2 weke							
<b>Die kontrolegroep in Potchefstroom.</b>								
82	9 weke		2.6 kg					
87						Ja		
92						Ja		
93						Ja		
100					Menoragie	Ja		
101					oligomenoree			
102								Asma
103								Sitonien tekort
104					Menoragie			

Allergië, hipertensie, sinus en migraine is chroniese siekte toestande onder die proefgroep vroue en asma en sitonien tekort is chroniese siekte toestande wat by die kontrolegroep vroue voorkom het. Twee gevalle van borskanker is by die proefgroep gevind. Vier moeders van die kontrolegroep het fisiese vertraagde groei by hulle kinders geïdentifiseer en net een moeder by die proefgroep het fisies vertraagde groei by haar kind geïdentifiseer het. Dit gee 'n persentasie verskil van 20% teenoor 2%.

### *Tweerigtingtabel*

Tydens die samestelling van 'n tweerigtingtabel word daar nie gekyk na die verskille tussen twee groepe nie. Hier word die antwoorde op vrae met ander antwoorde vergelyk. Die resultate van sulke tweerigtingtabelle is meer van fisiologiese belang. Die rede hoekom tweerigtingtabelle vir die studie gebruik is, is om vas te stel of daar sekere neigings is wat voorkom by die beantwoording van die vraelyste. Byvoorbeeld, vroue wat geantwoord het dat hulle sukkel met polimenoree, het dan ook meestal by die vraag oor miskrame, geantwoord dat hulle al miskrame voorheen gehad het. Dus, by die gebruik van tweerigtingtabelle word die verskillende voorvalle met mekaar vergelyk en sekere neigings/tendense kom na vore. In tabel 4.11 word hierdie tendense/neigings wat tydens die studie voorgekom het, uiteengesit.

Vyf prakties betekenisvolle resultate (dis resultate wat se phi-waardes groter of gelyk was aan 0.05) het met die samestelling van die tweerigtingtabelle na vore gekom. Daar is bevind dat a) vroue wat in Secunda groot geword het, dit oor die algemeen moeilik vind om swanger te raak. b) Vroue wat rook sukkel met menorigie. c) Oligomenoree word met minder suksesvolle pogings om swanger te raak, geassosieer. d) Polimenoree word geassosieer met 1)miskrame, 2)borskanker en 3)die ontwikkeling van bv. leerprobleme en depressie by kinders en e) laastens word menorigie geassosieer met borskanker.

In tabel 4.11 word die voorvalle en uitkomst van die onderskeie tendense duidelik uiteengesit.

**Tabel 4.11** \_Prakties betekenisvolle tendense wat voorgekom het tydens die studie wat van fisiologiese belang is.

<b>Voorval</b>	<b>Uitkoms</b>
In Secunda groot geword.	1. Sukkel om swanger te raak.
Rook	1. Menoragie
Oligomenoree	1. Sukkel om swanger te raak
Polimenoree	1. Miskrame 2. Die ontwikkeling van bv. leerprobleme en depressie by kinders. 3. Borskanker.
Menoragie	1. Borskanker.

### 4.3 BESPREKING

Die moderne petrochemiese industrie, insluitende SASOL waar hierdie studie gedoen is, is tot 'n groot mate geoutomatiseer. Met die outomatisering van industrieë word blootstelling aan besoedelstowwe geminimaliseer. Blootstelling aan besoedelstowwe vind dan hoofsaaklik plaas tydens instandhoudingsprosedures en ongeskeduleerde voorvalle soos lekke en storting (Xu *et al.*, 1998:55). Tydens hierdie omstandighede is vlugtige organiese oplosmiddels die hoof komponente van chemiese blootstelling by petroleum prosesering. Soos vooraf al bespreek is, is die doel van hierdie studie juis om vas te stel of vrouens wat by SASOL werk se reproduksie gesondheid aangetas word deur die blootstelling aan petrochemiese substansie van die werkomgewing.

Daar is twee basiese redes waarom dit belangrik is om die reprodktiewe gesondheid van werkende mans en vroue te beskerm: 1) dit beskerm die gesondheid van die toekomstige generasies, en 2) reproduksie gesondheid is van fundamentele belang as dit kom by die individu se algehele gesondheid (Henry, 1998:17).

Reprodktiewe gesondheidsrisiko's kan gedefinieer word as substansie wat die reproduksie gesondheid van volwassenes aantast en sodoende probleme veroorsaak by die fetus of kind. Hierdie reproduksie gesondheids probleme wat mag voorkom, sluit onder andere infertiliteit, impotensie, menstruele afwykings en miskrame in. Dit is baie moeilik om reproduksie gesondheidsprobleme te bepaal, omrede daar so 'n groot variasie tussen individue bestaan en dit moeilik is om vas te stel tot in hoe 'n mate die individu blootgestel is aan risiko substansie. Meeste van die kommersieel vervaardigde chemiese substansie is nie deeglik getoets vir hulle moontlike toksiese effekte op reproduksie nie. Toetse wat wel uitgevoer word om die substansie se effekte op reproduksie gesondheid te bepaal, word op diere uitgevoer en daarom is dit moeilik om effekte wat by mense voorkom, te interpreter (Williams *et al.*, 1988). Studies wat wel op mense gedoen is, is op mans of vrouens of op die ontwikkelende kind gedoen, maar nie op al drie saam nie (Williams *et al.*, 1988).

Die volgende is wel bekend: Biologiese meganismes speel 'n belangrike rol tydens die absorbering van chemiese substansie, asook die verspreiding daarvan binne die menslike liggaam. Biologiese meganismes is verantwoordelik vir die metabolisme van substansie, ekskresie daarvan en die herstel van eie selle (Parmeggiani, 1983). 'n Toksiese substansie tree as 'n indringer op wat die normale funksies van die sel, weefsel, orgaan of organisme beïnvloed. Reprodktiewe toksiene kan op twee maniere in 'n direkte wyse die reproduksie gesondheid van die mens aantast. Die toksien se struktuur kan soortgelyk wees aan die

van 'n hormoon of nutriënt wat binne die mens voorkom en dus hulle aksie naboots of die toksien kan die struktuur van die hormoon verander en sodoende die aktiwiteit daarvan verander (Rosenberg, 1998).

Toksiene kan ook in 'n indirekte wyse binne die liggaam reageer. Eers word die toksien tydens 'n metaboliese aksie omgeskakel. Hierdie sekondêr gevormde produk kan of organe of die weefsel van die reproduksiesisteem aantas of anders die liggaam se fisiologiese beheersisteme verander (Rosenberg, 1998). Die toksikologie van reproduksie- en seksuele funksionering word oor die algemeen in twee tipes verdeel:

- 1) reprodutiewe toksisiteit en
- 2) ontwikkelings toksisiteit.

Reproduksie toksienes meng vanaf puberteit in met die volwasse persoon se reproduksie en seksuele funksionering. Impotensie, menstruele afwykings en infertiliteit is die gevolge van blootstelling aan reproduksie toksienes. Ontwikkelingstoksiene aan die ander kant, veroorsaak ongunstige uitkomst by kinders vanaf die tyd wat bevrugting plaasgevind het, tot en met puberteit. Die vier hoof manifestasies wat met ontwikkelings toksienes geassosieer word is: 1) die dood van die embrio, 2) strukturele abnormaliteite, 3) veranderde groei en 4) funksionele tekorte by kinders. Sommige van die toksienes kan reproduksie- sowel as ontwikkelings effekte hê (Williams *et al.*, 1988). Vanuit die voorafgenoemde is dit duidelik dat die reproduksie sisteem baie fisiologiese prosesse betrek en dit saam met verskeie ander orgaansisteme in ons liggame funksioneer. As menslike gesondheid aangetas word, word verskeie sisteme in die liggaam daardeur beïnvloed. Veranderinge in geslagshormoonmetabolisme of -produksie kan byvoorbeeld 'n verhoogde risiko vir hartsiektes of sekere kankers by mans en vroue veroorsaak (Williams *et al.*, 1998). By vroue kan veranderinge in geslagshormoonmetabolisme tot 'n vervroegde menopouse lei en sodoende die risiko vir osteoporose verhoog. Die eerste tekens van skade wat aan die reproduksiesisteem aangerig is, word gesien by die infertiliteit van die man of vrou. Die wanfunksionering van die reproduksiesisteem kan ook kinders van blootgestelde ouers in verskeie maniere beïnvloed (Williams *et al.*, 1998).

Omdat die blootstelling aan chemiese substansie so baie nadelige gevolge op die menslike liggaam kan hê, is dit belangrik om blootstelling te beheer en te bekamp. Om vas te stel tot in hoe 'n mate die vroue werkers by SSB aan chemiese substansie in die omgewing blootgestel is, is persoonlike blootstellingsverslae, soos gemeet by die prosesse self, van die Beroepshigiëne afdeling van SASOL af ontvang en ontleed. Die blootstellingsverslae wat gebruik word vir die studie, word bloot gebruik om 'n algemene idee te vorm oor tot hoe 'n mate werkers wel aan chemiese substansie blootgestel is. Die blootstellingskonsentrasies aan die verskeie substansie is met die tydbeswaarde drempelwaarde vergelyk

soos vasgestel deur die ACGIH. Die blootstellingskonsentrasies is ook met riglynwaardes vergelyk wat bepaal is vir reproduksie toksisiteit. Waardes hoër as die van die vasgestelde reproduksieriglynwaardes, kan reproduksie toksisiteit induseer (Jankovic & Drake, 1996:57). Let wel, daar is reproduksie toksien riglynwaardes vir net 230 chemiese substansie, dus is daar van die chemiese substansie waarna daar in hierdie studie na gekyk is, wat nie reproduksietoksien riglynwaardes het nie.

Om te bepaal tot watter mate die werkers by SSB aan chemiese substansie blootgestel, is van die volgende formule gebruik gemaak:

$$\% \text{EBV} = \left[ \sum \frac{\text{TGG}}{\text{ABV}} \right] 100$$

% EBV = % Effektiewe Blootstellings Vlak

TGG = Tyd Beswaarde Gemiddeld

ABV = Aanbevolle Blootstellings Vlak

Die verslae van die gemete chemiese substansiekonsentrasies, van die verskeie aanlegte, is gebruik om te bepaal in hoe 'n mate die vroue werkers by SASOL blootgestel is. Vir elke afsonderlike aanleg is die gemiddelde blootstellings konsentrasies vergelyk met die aanbevolle blootstellingsvlak. Daarna is die %EBV bereken. Die %EBV is bereken waar die aanbevolle blootstellingsvlak, soos vasgestel deur die ACGIH, gebruik is, asook waar die reproduksie riglynwaardes wat as aanbeveelde blootstellingswaarde vir reproduksiegesondheid, gebruik is.

*Die substansiekonsentrasies by die onderskeie aanlegte:*

A) Blootstellingskonsentrasie teenoor tydbeswaarde drempelwaardes

Vir die Rectisolaanlegte is blootstellingslesings vir benzeen, naftaleen, metaan, toluen, waterstofsianied, xileen en kwik verkry. Sommige van die metanol-, benzeen- en toluen lesings het die tydbeswaarde drempelwaarde oorskry, terwyl al die waterstofsianied lesings wat verkry is, die tydbeswaarde drempelwaarde oorskry het. Indien die gemiddelde blootstellingskonsentrasies vir hierdie substansie uitgewerk word en die EBV% vir die verskeie substansie uitgewerk word, kan 'n beter idee geformuleer word oor tot in hoe 'n mate werkers effektief aan die substansie blootgestel word. Effektief behoort werkers aan nie meer as 100% van die EBV blootgestel te wees nie. Alle waardes groter as 'n 100% is nadelig vir die menslike gesondheid. Tog, as die EBV% vir die verskeie substansie uitgewerk word, het 3 van die substansie waardes groter as 100%. Vir kwik is die berekende EBV 1500%, vir benzeen 272% en vir waterstofsianied 273%. Dit blyk duidelik vanuit die bogenoemde resultate dat die blootstelling aan kwik, benzeen en waterstofsianied baie meer is, as wat dit behoort te wees en dat blootstelling aan sulke

hoë konsentrasies beheer moet word. Indien blootstelling nie beheer word nie, kan dit baie negatiewe gevolge op die menslike gesondheid hê. Byvoorbeeld: kwik akkumuleer veral in die hipotalamus, granulosa selle en sentrale senuweestelsel en kan aanleiding gee tot onder andere gedragsprobleme en menstruele afwykings (Auroux, 1997:17). Waterstofsianied is mutagenies en veroorsaak ontwikkelings- en sistemiese toksisiteit (Auroux, 1997:17). Benzeen aan die anderkant, is mutagenies, karsinogenies en het ontwikkelings-, reproduksie- en sistemiese toksisiteit tot gevolg (Williams *et al.*, 1988).

By die Carbo Tar aanlegte was daar egter geen blootstelling aan hoë substanskonsentrasies nie. Daar is vir benzeen, heptaan, hektaan, oktaan, toluen, xileen en steenkoolstof gemeet en tog was al die gemete konsentrasies laer as die tydbeswaarde drempelwaardes. EBV%'s het gewissel tussen 1 – 36% vir die onderskeie substansie.

By Vergassing is amoniak, benzeen, etielbenzeen, naftaleen, toluen, steenkoolstof en xileen gemeet. Sommige van die gemete amoniak-, etielbenzeen-, toluen- en benzeen lesings het die tydbeswaarde drempelwaardes oorskry. Indien die EBV% van die gemiddelde blootstellingskonsentrasies vir die verskeie substansie bereken word, is dit net benzeen wat 'n EBV% met 'n waarde groter as 100% het. Benzeen se EBV% by Vergassing is 344%. Beheermaatreëls sal moet toegepas word om die EBV'e aan benzeen te verminder omdat benzeen beide mutageniese en karsinogeniese effekte in die menslike liggaam tot gevolg kan hê (Williams *et al.*, 1988).

By Brandstowwe is daar gemeet vir benzeen, heptaan, hektaan, oktaan, toluen, xileen, phenol, kresol, metanol, pentaan, propielalkohol en waterstofsianied. Al die gemete waterstofsianied lesings en 2 van die 14 benzeen lesings het die tydbeswaarde beheerdrempel oorskry. As EBV%'s vir die verskeie substansie uitgewerk word, is dit slegs waterstofsianied wat 'n EBV% groter as 'n 100% het. Met 'n EBV% van 453%, sal beheermaatreëls by Brandstowwe getref moet word om blootstelling aan waterstofsianied te verminder. In die literatuur word daar immers na waterstofsianied verwys as 'n giftige gas (Williams *et al.*, 1988).

Substansie wat by Phenosolvan voor gemeet is, is amoniak, benzeen, heptaan, hektaan, phenol, toluen, waterstofsulfied en xileen. Slegs van die amoniak- en benzeen lesings het die tydbeswaarde drempelwaardes oorskrei. Indien die EBV% van die gemiddelde waardes van die substansie bereken word, is al die substansie se EBV%'s minder as 32%, behalwe vir amoniak met 'n EBV% van 304%. By die Phenosolvan aanlegte sal daar definitief na die amoniak blootstelling gekyk moet word. Amoniak

word beskou as 'n irriterende gas met sistemiese toksiese uitwerkings op die menslike liggaam (Williams *et al.*, 1988).

By die Stoomaanlegte is daar gemeet vir asetoon, benzeen, heksaan, heptaan, steenkoolstof, metanol, toluen, amoniak en xileen. Alhoewel van die amoniak-, steenkoolstof-, benzeen- en xileen lesings die tydbeswaarde drempelwaardes oorskry het, is die EBV%'s vir hierdie substansie almal minder as 100%.

B) Blootstellingskonsentrasies teenoor reproduksie riglynwaardes.

Substansie waarvoor daar reproduksieriglynwaardes beskikbaar is, word hieronder bespreek. Die blootstellingskonsentrasies van die substansie is met reproduksie riglynwaardes vergelyk. Waardes hoër as die vasgestelde reproduksie riglynwaardes, kan reproduksie toksisiteit induseer (Jankovic & Drake, 1996:57).

Die reproduksiesisteem is baie sensitief vir blootstelling aan chemiese substansie. Omdat blootstelling aan chemiese substansie, veral organiese oplosmiddels, hormonale en chromosomale afwykings tot gevolg mag hê, is die reproduksiesisteem een van die eerste sisteme wat deur blootstelling beïnvloed word (Yang, 1994). Dis ook hieroor dat die reproduksie riglynwaardes soveel hoër is as die vasgestelde tydbeswaarde drempelwaardes. Omdat die reproduksie riglynwaardes laer is as die tydbeswaarde drempelwaardes, is bykans al die gemete substansiekonsentrasies vir substansie waarvoor daar reproduksie riglynwaardes beskikbaar is, oorskry.

By Rectisol het al die blootstellingskonsentrasies van xileen, benzeen en kwik en 13 van die 17 blootstellingskonsentrasies van toluen, die reproduksie riglynwaardes oorskry.

Al die xileen en benzeen blootstellingskonsentrasies en 60% van die steenkoolstof blootstellingskonsentrasies het ook die die reproduksie riglynwaardes by Carbo Tar oorskry.

By Brandstowwe en Vergassing het benzeen en xileen blootstellingskonsentrasies weereens al die reproduksie riglynwaardes oorskry, terwyl 25% en 30% van die toluen blootstellingskonsentrasies, van die twee aanlegte, die reproduksie riglynwaardes onderskeidelik oorskry het.

By Stoom en Phenosolvan is al die reproduksie riglynwaardes van die gemete benzeen en xileen waardes ook oorskry.

Omdat hierdie studie juis handel oor die effek van blootstelling aan chemiese substansie op die vroulike reprodktiewe gesondheid, in die besonder op vroue werkers, is daar spesifiek gekyk na die %EBV'e waar die reprodksie riglynwaardes as aanbevolle blootstellingswaardes gebruik is. Waar die %EBV'e vir bv. benzeen net by twee aanlegte meer as 100% was, as die tydbeswaarde drempelwaardes gebruik is, is die %EBV'e nou by al ses aanlegte meer as 100%!

Om aan te dui tot in hoe 'n mate die vroue werkers se reprodksiegesondheid daaglik by die werk blootgestel is aan nadelige substansie, is die berekende %EBV'e vir substansie wat met die reprodksie riglynwaardes uitgewerk is, in tabel 4.11 uiteengesit teenoor die %EBV'e van substansie wat met die tydbeswaarde drempelwaardes uitgewerk is.

Die chemiese substansie waarvan die reprodksie riglynwaardes bekend is en wat gemeet is by die verskillende aanlegte, is die volgende: Benzeen, toluen, xileen, kwik en steenkoolstof. Van hierdie substansie was net drie aanlegte se toluen %EBV's minder as 100%, die res van al die gemete substansie se %EBV'e was almal meer as 100% by die verskeie aanlegte. Baie hoë EBV persentasie waardes is by die verskeie aanlegte gevind. Vir benzeen is die volgende %EBV'e by die verskeie aanlegte gevind: 67000%, 250%, 86000%, 11000%, 7800% en 1000%. Vir xileen: 1100%, 294%, 3300%, 1500%, 294% en 979% en vir toluen: 327%, 105%, 763%, 35%, 19%, en 70%. Kwik se %EBV by Rectisol is 31000% en steenkoolstof se %EBV by Carbo Tar is 119%.

**Tabel 4.11** 'n Kort opsomming van tabel 4.1 tot 4.7 se blootstellings resultate ten opsigte van die EBV% vir die onderskeie substansie

Aanleg waar metinge gedoen is.	Chemiese substans	Gemiddelde blootstelling lesings	TLV waarde	Reproduksie Toksien(RT) riglyn waarde	%EBV waar TLV-wardes as verwysing gebruik is	%EBV waar reproduksie riglynwaarde gebruik is
Rectisol	Waterstofsianied	27.33 dpm	10 dpm	-	273%	-
	Kwik	3.17 mg/m <sup>3</sup>	0.05 mg/m <sup>3</sup>	0.01 mg/m <sup>3</sup>	1500%	31000%
	Tolueen	8.44 dpm	50 dpm	2.58 dpm	16%	327%
	Benzeen	13.59 dpm	5 dpm	0.02 dpm	272%	67000%
	Xileen	3.86 dpm	100 dpm	0.34 dpm	4%	1100%
Carbo Tar	Benzeen	0.05 dpm	5 dpm	0.02 dpm	1%	250%
	Tolueen	2.71 dpm	50 dpm	2.58 dpm	5%	105%
	Xileen	1.0 dpm	100 dpm	0.34 dpm	1%	294%
	Steenkoolstof	3.59 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>	3 mg/m <sup>3</sup>	36%	119%
Vergassing	Benzeen	17.23 dpm	5 dpm	0.02 dpm	344%	86000%
	Tolueen	19.69 dpm	50 dpm	2.58 dpm	39%	763%
	Xileen	11.42 dpm	100 dpm	0.34 dpm	11%	3300%
Brandstowwe	Benzeen	2.51 dpm	5 dpm	0.02 dpm	50%	11000%
	Tolueen	0.91 dpm	50 dpm	2.58 dpm	2%	35%
	Xileen	5.24 dpm	100 dpm	0.34 dpm	5%	1500%
	Waterstofsulfied	68 dpm	15 dpm	-	453%	-
Phenosolvan	Benzeen	1.57 dpm	5 dpm	0.02 dpm	31%	7800%
	Tolueen	0.5 dpm	50 dpm	2.58 dpm	5%	19%
	Xileen	1.0 dpm	100 dpm	0.34 dpm	1%	294%
	Ammoniak	76.17 dpm	25 dpm	-	304%	-
Stoom	Benzeen	0.20 dpm	5 dpm	0.02 dpm	4%	1000%
	Tolueen	1.81 dpm	50 dpm	2.58 dpm	4%	70%
	Xileen	3.33 dpm	100 dpm	0.34 dpm	3%	979%
	Ammoniak	15.41 dpm	25 dpm	-	62%	-

Vanuit hierdie resultate is dit duidelik dat die blootstellingswaardes baie hoër is as die reproduksie riglynwaardes en dat die %EBV'e vir die verskeie substansie baie hoog is.

Om 'n meer algemene beeld van die chemiese substans blootstelling onder werkers te kry, is die gemiddelde konsentrasie van elke substans by elke aanleg gebruik en is 'n gemiddelde konsentrasie

waarde vir elke substans vir al die aanlegte saam bereken. In tabel 4.12 is 'n uiteensetting van die gemiddelde blootstelling konsentrasies vir die verskeie gemete substansie.

Baie hoë %EBV waardes is vir benzeen, kwik en xileen gekry. Die waardes is 29000%, 31000% en 1200% onderskeidelik. Tolueen en steenkoolstof se %EBV waardes was aansienlik minder as die van benzeen maar hoër as 'n 100%.

**Tabel 4.12** Uiteensetting van die totale gemiddelde blootstellingskonsentrasies van werkers by Sasol Sintetiese Brandstowwe

Substansie	Die gemiddelde blootstelling vir die substansie by SASOL	Gemiddelde %EBV as TLV as aanbevole drempelwaarde gebruik word	Gemiddelde %EBV as reproduksie riglynwaardes as drempelwaarde gebruik
Ammonia	45.79 dpm	183%	-
Benzeen	5.85 dpm	117%	29000%
Kwik	3.17 dpm	1500%	3100%
Steenkoolstof	3.59 dpm	36%	119%
Tolueen	5.67 dpm	11%	219%
Waterstofsianied	47.66 dpm	317%	-
Xileen	4.30 mg/m <sup>3</sup>	4%	1200%

Blootstelling aan hoë konsentrasies en blootstelling op die lange duur vir substansie soos hierdie kan baie nadelige uitwerkings op die reproduksiegesondheid hê. Daar is onder andere bevind dat alle vorme van kwik toksiese uitwerkings op die reproduksiesisteem het. Die teiken plekke vir kwik inwerking is by die hipotalamus, pitutêre klier en gonadale kliere. Die verskeie effekte wat met blootstelling geassosieer word is onder andere chromosomale abnormaliteite, verhoogde kans vir miskrame, lae geboorte gewig babas, kongenitale wanvorming en 'n abnormale ontwikkeling van die sentrale senuweestelsel. Die akkumulering van kwik in die sentrale senuweestelsel word geassosieer met menstruele afwykings (Williams *et al.*, 1988). Terwyl kwik in die sentrale senuweestelsel akkumuleer en die sentrale senuweestelsel dan so doende abnormaal laat ontwikkel, het xileen 'n onderdrukkende uitwerking op die sentrale senuweestelsel. Xileen blootstelling het ook baie negatiewe effekte op die groeiende fetus. Effekte soos vertraagde groei, lae geboorte gewig en veranderde ensiem aktiwiteite is onder neonate waargeneem (Clegg *et al.*, 1986:34; Brinbaun, 1995:103).

In die literatuur is daar min inligting beskikbaar rakende toluen se blootstellingseffekte op die reproduksiesisteam. Wat wel bekend is, is dat toluen menstruele afwykings onder vroue veroorsaak en renale buisskade by neonate tot gevolg het (Erramousore *et al.*, 1996:28; Yeomans & Wise, 1998).

Benzeen blootstelling word met baie negatiewe gevolge geassosieer. Benzeen is mutagenies sowel as karsinogenies en het toksiese uitwerkings op die reproduksiesisteam, sentrale senuweestelsel en ontwikkelende fetus (Anttila *et al.*, 1990:72). Ongewenste negatiewe effekte van benzeen is onder andere menstruele afwykings, veral swaar bloeding, die beskadiging van chromosome, histologiese veranderinge in die ovarium, skelet misvorming, kongenitale wanvorming en lae geboorte gewig by neonate (Henry, 1998:17; Sing & Khan, 1994:337; Xu *et al.*, 1995:50).

Al hierdie bogenoemde bevindings is genoem ter staving van die feit dat blootstelling aan petrochemikalië die vroulike reproduksie stelsel beïnvloed. Vanuit die eerste deel van die resultate van hierdie studie, is daar bevind dat benzeen, toluen, xileen, kwik, ammonia en waterstofsianied die tydbeswaarde drempelwaarde by sekere aanlegte oorskry. Die reproduksietoksien riglynwaardes vir hierdie substansie is in nog 'n groter mate oorskry. Benzeen en xileen in die besonder, het uiters hoë blootstellingsvlakke getoon. Dit bring ons weereens terug na die invloed van petrochemikalië op die vroulike reproduksie sisteem.

Om aan te toon of die petrochemikalië by SASOL dan wel 'n invloed op die vroulike reproduksie stelsels uitoefen, is die vraelyste aangaande vroulike reproduksie ontleed. Vroue wat by die laboratorium in SASOL werk, is eers vergelyk met die res van die vroue wat in die aanlegte by SASOL werk. Geen statisties betekenisvolle verskil is tussen hierdie twee groepe gevind nie. Die antwoorde van die twee groepe het ook baie met mekaar ooreengekom rakende die tipes menstruele afwykings en die hoeveelhede miskrame wat ondervind is. Dus is die twee groepe na as 'n geheel gekyk en vergelyk met die kontrole groep. By die verwerking van die vraelyste het 'n hele paar aangeduide abnormaliteite by van die vraelyste na vore gekom.

*\* Bevinding:*

By tien van die vraelyste is miskrame gerapporteer. Nege by die proefgroep en een by die kontrolegroep. Vier vroue het miskrame tussen twee en vier weke gerapporteer, twee vroue tussen nege en tien weke en vier vroue tussen vier-en-twintig en dertig weke.

*\* Literatuur:*

Die tyd van blootstelling bepaal dikwels die effek wat dit op die fetus sal hê. In die eerste twee weke na bevrugting, wanneer normale orgaan ontwikkeling nog nie begin het nie, het blootstelling aan verskeie chemikalieë, sy grootste effek. Die skade wat aangerig word is baie ernstig en die risiko vir miskrame verhoog dramaties. Tydens die periode 3 – 9 weke na bevrugting, kan blootstelling die kans op geboorte defekte verhoog. Groei abnormaliteite, minder ernstige liggaam abnormaliteite en postnatale funksionele abnormaliteite kom tipies voor na 9 weke van bevrugting. Karsinogene aan die anderkant, kan enige tyd tydens swangerskap 'n potensiële effek hê op die ontwikkeling van die fetus. 'n Toksiese stof, soos byvoorbeeld benzeen, kan die embrio affekteer al het blootstelling, van die ouers, voor bevrugting plaasgevind (Xu *et al.*, 1998:55). In sommige gevalle kan skade aan die genetiese materiaal van die ovaria of sperm, lei tot swangerskap verlies of oorerflike defekte (Anon., 1993). Swangerskap word in vier fases verdeel nl. 1) die periode van gametogenese, 2) periode van kliewing, 3) die embrionale periode en 4) die fetale periode (die periode van die fetus). Blootstelling tydens die eerste fase kan tot steriliteit lei, terwyl blootstelling in die laaste drie fases tot die dood van die blastosiet, embrio of fetus kan lei. Tydens die kliewing fase is die embrionale toksisiteit op sy hoogste. Na die kliewing fase volg die embrionale fase waar tydens die embrio vinnig morfologies verander en orgaansisteme begin vorm. Blootstelling tydens hierdie fase kan tot ernstige misvormings en anders tot embrionale dood lei. Hierdie is die fases van maksimum teratogeniese sensitiwiteit. Tydens die fetus periode is die fetus minder vatbaar vir blootstelling. Abnormaliteite wat mag voorkom word veral by abnormaliteite in die sentrale sensuweestelsel gesien (Parmeggiani, 1983).

*\* Bevinding:*

Vyf gevalle van vroeë geboortes en agt voorvalle van lae geboorte gewig babas is by die proefgroep gerapporteer. Slegs een lae geboorte gewig baba is by die kontrolegroep gerapporteer (15% teenoor 5%).

\* *Literatuur:*

Die gevolg van lae geboorte gewig babas kan moontlik toegeskryf word aan die blootstellingseffek van substansie tydens die fetale periode. Tydens die fetale periode vind strukturele groei plaas. Blootstelling tydens hierdie periode vertraag die groei proses en kan dan aanleiding gee tot lae geboorte gewig onder neonate (Williams *et al.*, 1988).

\* *Bevinding:*

Verskeie gevalle van menstruele abnormaliteite is onder vroue gerapporteer. By die kontrolegroep is twee gevalle van menorigie en een geval van oligomenoree gerapporteer. By die proefgroep is twaalf gevalle van menorigie, een van oligomenoree en een van polimenoree gerapporteer.

\* *Literatuur:*

Die menstruele siklus van die vrou het 'n gemiddelde duur van 28 tot 29 dae. Elke maand stimuleer FSH en LH die groei van 'n geselekteerde groep follikels. Met die groei en vermeerdering van die follikel selle word estrogeen geproduseer. Estrogeen is verantwoordelik vir die verdikking van die endometrium. Die estrogene is ook verantwoordelik vir die instandhouding van die sekondêre geslagseienskappe soos bv. die groei van borste, die verspreiding van vet oor die heupe ens. Met ovulasie beweeg die dominante follikel, in respons op LH, na die uterus. Tydens die tweede helfte van die menstruele siklus word hoë vlakke progesteron in respons op die estrogene geproduseer. Na ongeveer veertien dae kom menstruasie voor. Hierdie hele menstruele siklus word nouliks deur die hipotalamus beheer en gereguleer. Tydens die blootstelling aan reproduksietoksienes word die normale funksionering van selle, weefsels, organe en/of organismes beïnvloed. By blootstelling dring die substansie in met die biologiese prosesse, energie oordrag en informasie oordrag via die hipotalamus, wat nodig is vir normale reproduksie funksionering. Die hipotalamus is een van die eerste teiken organe waar toksiese substansie skade aanrig. Naas die hipotalamus, is die pituitêre klier, uterus, lewer en epididimus die volgende teiken organe. Die toksiene reageer in 'n direkte wyse deur die funksionering van die endokriene sisteem te verander of in 'n indirekte wyse waar die toksien eers deur die lewer omskakel word. Na omskakeling van die toksien kan dit 'n direkte effek op die reproduksiesisteem hê deur of struktureel dieselfde as endogene molekules te lyk, of anders chemies reaktief te wees (Williams *et al.*, 1988). 'n Substansie soos lood boots estrogeen hormoon na en kan dus op hierdie wyse die menstruele siklus beïnvloed. Kwik aan die ander kant, akkumuleer in die hipotalamus en affekteer die menstruele siklus weer op hierdie wyse (Williams *et al.*, 1988).

In die literatuur is gestaaf dat effekte soos wat hierdie studie opgelewer het, nl. menstruele afwykings, miskrame, vroeë geboortes en lae gewig babas, verbind kan word met die blootstelling aan benzeen, xileen, toluen, swaeldioksied, kadmium, kwik, fenol, etanol, arseen en ammoniak. ( sien literatuur stawings vir die bogenoemde substansie in tabel 2.3 ).

Die substansie wat tydens hierdie studie geïdentifiseer is as substansie wat die tydbeswaarde drempelwaardes en reproduksie riglynwaardes kom tipies voor by petrochemiese industrië. Studies wat by petrochemiese industrieë gedoen is rakende die reproduksiegesondheid van die vroue werkers, se resultate dui almal daarop dat die blootstelling aan sommige van die stowwe by die industrieë, 'n daadwerklike invloed op die vroue werker het. Hetsy op die vrou self of op haar nasate. Byvoorbeeld, tydens 'n studie wat deur Taskinen *et al.* (1986) by 'n petrochemiese industrie uitgevoer is, is gevind dat vroue wat aan petroleum gasse blootgestel is, veranderinge in hul ovulasie patrone ondervind. In nog twee studies van Xu *et al.* (1998), is gevind dat loodvrye brandstof estrogeniese effekte het en dat brandstof blootstelling by vroue, geassosieër word met miskrame en menstruele veranderinge.

**Benzeen** is 'n belangrike industriële chemikalieë, 'n petroleum byproduk, 'n komponent van lood-vrye brandstof en dus alomteenwoordig in die omgewing. In 1985, was die totale benzeen produksie van die Verenigde State, 9.73 biljoen ton. Benzeen rig skade aan die reproduksiesisteem aan deur dat dit 1) chromosomale veranderinge in die beenmurg en perifere limfosiete kan aanrig en 2) histologiese veranderinge in die eierstokke tot gevolg kan hê. Diere- en invitro studies het bewys dat benzeen blootstelling embryo-toksisiteit en verminderde fetus gewig veroorsaak (Maronpot, 1987:125). Dit is bewys dat die effekte van benzeen en sommige van sy metaboliete deur die plasenta in die swanger muis gaan en verskeie toksiese effekte in die fetus lewer veroorsaak (Ciranni *et al.*, 1987:208). Alhoewel daar 'n beperkte hoeveelheid studies, rakende benzeen blootstelling, oor menslike reproduksie is, daar wel 'n paar studies wat gedoen is wat op benzeen blootstelling gefokus het. Taskinen *et al.* (1986:43) vind 'n verhoogde frekwensie miskrame onder vroue wat by 'n farmaseutiese maatskapy werk en aan benzeen blootgestel is. In 'n epidemiologiese studie in China, is gevind dat benzeen blootstelling 'n verhoogde risiko vir miskrame tot gevolg het (Huang, 1991:25).

**Toluene:** In 'n studie van Lindbohm (1999:36) wil dit voorkom asof toluene die sterkste assosiasie toon tussen miskrame en toluene blootstelling. In 'n studie onder laboratorium werkers, is die gebruik van toluene, xileen of formalien van vroue in hul eerste trimester van swangerskap, geassosieër met 'n verhoogde risiko vir miskrame (Taskinen *et al.* 1994:43). Lindbohm *et al.* (1999:36) rapporteer in 'n

epidemiologiese studie dat alifatiese koolwaterstowwe met miskrame geassosieer word. In ses ander Finlandse studies, word metileenchloried, tetra-chloro-etileen en alifatiese koolwaterstowwe met miskrame geassosieer (Xu *et al.*, 1998:55).

**Kwik** is 'n substans wat baie ernstige gevalle van vergifting in die liggaam veroorsaak. Kwik is 'n neurotoksien en het veral 'n groot uitwerking op die ontwikkelende brein van die fetus. Kwik akkumuleer hoofsaaklik in die granulosa selle wat die oosiete omring. Die akkumulering van in die sentrale senuweestelsel, word geassosieer met menstruele afwykings. Tydens blootstelling aan die fetus, word kwik in die plasenta opgeneem. Blootstelling van so 'n aard kan lei tot 'n veranderde fetus groei, verhoogde fetus mortaliteit en 'n verhoogde voorkoms van kognetiewe wanvorming (Williams *et al.*, 1988). Tydens 'n studie is daar na 134 gevalle gekyk waar kwik vergiftiging voorgekom het. Van die 134 gevalle was 78 volwassenes, 31 kinders en 25 fetusse. Die fetus gevalle het almal abnormaliteite in die sentrale senuweestelsel en die skelet getoon (Sharara *et al.*, 1998:40). In 'n studie van Anttila & Sallmen (1995:37), is daar na die assosiasie tussen ouer blootstelling en miskrame gekyk. Daar is bevind dat kwik blootstelling met miskrame geassosieer word.

**Amoniak:** Xu en sy kollegas (1998:55) vind dat amoniak miskrame veroorsaak by blootgestelde vroue. Amoniak interreageer gewoonlik met neurotransmitter sisteme en het neurologiese manifestasies tot gevolg.

**Xileen:** Verder is daar gevind dat xileen 'n onderdrukkende effek op die sentrale senuweestelsel het en ensiemsisteme veranderinge tot gevolg het. Xileen veroorsaak onder andere miskrame, vertraagde fetale groei, lae geboorte gewig babas en onderdruk ovulasie by vroue (Sharara *et al.*, 1998:70).

Dit bring ons weer terug na die abnormaliteite wat aan die lig gekom het tydens die verwerking van die vraelyste. By die invul van die vraelyste het die vroue melding gemaak van miskrame wat ondervind is, vroeë geboortes, lae geboorte gewig babas en menstruele afwykings, veral menorigie. Substanses waarvan die tydbeswaarde drempelwaardes en reproduksie riglynwaardes oorskrei is, is vergelyk met die blootstellings gevolge van elk van die substanses.

Die volgende is bevind:

- Benzeen word geassosieer met 1) menstruele afwykings, veral swaar bloeding (Sharara *et al.*, 1998:70)
- 2) lae geboorte gewig babas (Maronpot, 1987:125) (Xu *et al.*, 1998:55)

en 3) miskrame (Huang, 1991:17) (Taskinen *et al.*, 1986:43).

- Tolueen word geassosieer met 1) miskrame (Lindbohm, 1999:36) (Yeomans & Wise, 1998).
- Xileen word geassosieer met 1) miskrame (Taskinen *et al.*, 1986:43) (Anttila & Sallmen, 1995:37) en 2) lae geboorte gewig babas (Sharara *et al.*, 1998:70).
- Ammoniak word geassosieer met 1) miskrame (Xu *et al.*, 1998:55).

Wat ook vanuit hierdie studie gevind is, is dat die vroue van die kontrolegroep wat vir hierdie studie gebruik is, verrassend meer fisies vertraagde groei onder hul kinders gerapporteer het, as die vroue van die proefgroep. Die rede vir hierdie resultaat is onbekend. In Potchefstroom is daar geen petrochemiese industrieë in die nabye omgewing nie. Die plattelandse dorp is bekend vir sy akademiese instansies en sy plase in die omgewing. Die enigste groot industrie wat wel 'n potensiaal het om die lug van die omgewing te besoedel, is Kynoch, wat kunsmis vervaardig. Geen inligting rakende die industrie se invloed op die mens en die omgewing is beskikbaar nie. Dus moet daar na ander faktore gekyk word wat dalk ook 'n invloed op die kinders se groei kan hê.

Kinders se groeitempo word nie net beïnvloed deur die voedsel en fisiese versorging wat hulle ontvang nie, maar ook deur die emosionele atmosfeer in die huis. Swak fisieke groei kan verband hou met die volgende faktore: 1) 'n premature geboorte,

- 2) 'n moeilike bevalling,
- 3) moederlike angs of depressie,
- 4) vroeë mediese probleme,
- 5) die moeder se binding met haar eie moeder tydens haar kinderjare,
- 6) temperament,
- 7) alkoholprobleme by ouers,
- 8) werkloosheid,
- 9) groot gesinne,
- 10) kinders wat kort na mekaar gebore is,
- 11) huweliks probleme,
- 12) ekonomiese probleme,
- 13) sosiale isolasie en
- 14) fisiese siekte van een van die gesinslede (Louw, 1996).

Uit die bogenoemde faktore kan afgelei word dat ernstige psigiese stres tot vertraagde fisieke groei aanleiding kan gee. Hierdie verskynsels staan bekend as psigososiale dwergagtigheid of deprivasie-dwergagtigheid (Louw, 1996). Ter verklaring konstateer Tanner (1970) dat emosionele deprivasie as gevolg van wisselwerking tussen psige en liggaam so 'n invloed op die pituïtêre klier het dat die produksie en funksionering van die groeihormone, en dus die liggaamlike groei, nadelig beïnvloed word. Birren en sy medewerkers (1981) verklaar op hulle beurt dat die emosionele toestande wat deur emosionele deprivasie teweeggebring word, nadelig op spysverteringsprosesse inwerk, wat nie alleen liggaamlike groei kan belemmer nie, maar ook weerstand teen siektes kan verlaag. Louw (1996) verwys na navorsers wat eweneens van mening is dat emosionele deprivasie die liggaam se aanpassingsmeganismes aftakel en sodoende die kind meer vatbaar maak vir agente soos virusse en mikro-organismes.

## 4.5 GEVOLGTREKKING

Sasol Sintetiese Brandstowwe (SSB) bedryf een van die wêreld se se mees kommersiële suksesvolle steenkool gebasseerde petroleum bedrywe. Tydens die prosesering van petroleum word daar baie chemiese substansie in die lug vrygestel. Die grootste deel van hierdie vrygestelde stowwe bestaan uit organiese mengsels en 'n kleiner deel daarvan uit spoorelemente soos byvoorbeeld nikkel, yster, chroom, kadmium en lood (Norwacki, 1980). Die werker word aan variërende konsentrasies van hierdie substansie blootgestel en hierdie substansie kan dan ook 'n invloed op sy of haar gesondheid uitoefen (Rosenberg, 1998).

Resente studies het aangetoon dat organiese oplosmiddels ernstige gesondheidsprobleme veroorsaak, insluitende immuunsisteem afwykings en verskeie tipes kanker (Montague, 1999). Versteuring van die endokrien- en immuunsisteem kan tot die voorkoming van behoorlike funksionering van die reproduksiesisteem lei en dan sodoende reproduksie sukses verminder (Sharara *et al.*, 1998:70). 'n Voorbeeld hiervan is 'n studie van Simeonova *et al.*, (1989:48) wat die blootstelling van vroue werkers aan organiese oplosmiddels van die petroleum industrie vergelyk het met sitogeniese abnormaliteite. Die resultaat was dat die blootgestelde groep vroue werkers 'n verhoogde hoeveelheid miskrame, stilgeboortes, lae geboorte gewig en wangeskopenheid ondervind het. Die frekwensie chromosomale afwykings en chromatied uitruilings was ook baie hoër onder die blootgestelde groep vroue. Nog 'n voorbeeld is 'n studie van Clegg *et al.*, (1986:34). Die studie het ongunstige uitkomst van organiese blootstelling op vroulike reproduksiegesondheid uitgelig. Daar is tydens die studie bevind dat organiese oplosmiddel blootstelling gekoppel kan word aan verhoogde menstruele siklus afwykings.

Tydens hierdie studie is daar gekyk of die vroue wat by Sasol Sintetiese Brandstowwe (SSB) werk, se reproduksiegesondheid aangetas word met die blootstelling aan petrochemikalieë in die werkomgewing. Die rede hoekom daar op hierdie studie besluit is, is omdat 'n hipotese gestel is dat die vroulike werkers van SSB se reproduksiegesondheid benadeel word deur die blootstelling aan vlugtige substansie wat vrykom tydens die vervaardiging van petroleum.

Vanuit die studie is die volgende bevind:

Blootstellingsresultate vir die volgende substansie is vanaf die departement Beroepshigiëne by SSB ontvang: Ammoniak, benzeen, etielbenzeen, heksaan, heptaan, kwik, kresol, mesitileen, metanol, metiel etiel ketoon, naftaleen, oktaan, phenol, pentaan, propielalkohol, steenkoolstof, tolueen, waterstofsianied,

waterstofsulfied en xileen. Die blootstellingsvlakke vir hierdie substansie was oor die algemeen laer as die vasgestelde tydbeswaarde drempelwaarde, soos deur die ACGIH vasgestel is. Substansie wat wel van die tydbeswaarde drempelwaardes oorskry het, was ammoniak, benzeen, kwik, toluen en waterstofsianied. Die gemiddelde %EBV'e vir hierdie substansie was onderskeidelik 183%, 117%, 1500%, 11% en 317%. Effektief behoort werkers aan nie meer as 100% EBV blootgestel te wees nie. Kwik en waterstofsianied hou dus 'n definitiewe risiko in vir die werkers wat aan hierdie hoë vlakke blootgestel word.

Die blootstellingsresultate van die verskeie aanlegte was ook vergelyk met reproduksie riglynwaardes. In plaas daarvan om die %EBV met die tydbeswaarde drempelwaardes uit te werk, is die reproduksie riglynwaardes as aanbevolle drempelwaardes vir reproduksiegesondheid ter berekening van die %EBV'e gebruik. Die %EBV'e is uitgewerk vir substansie waarvoor daar reproduksie riglynwaardes beskikbaar was. Vanuit hierdie berekeninge is gevind dat benzeen, toluen, xileen, steenkoolstof en kwik baie hoë %EBV'e het. Waardes van 29000%, 219%, 1200%, 119% en 3100% is onderskeidelik vir hierdie substansie gekry. Hierdie substansie het 'n definitiewe potensiaal om skade aan die vroue se reproduksiegesondheid aan te rig. Drie van hierdie substansie is organiese oplosmiddels en soos vooraf bespreek, verteenwoordig organiese oplosmiddels 'n groot groep gesondheidsprobleme by mense. Menstruele afwykings, miskrame, lae geboorte gewig onder babas en stilgeboortes is voorvalle wat veral met organiese oplosmiddel blootstelling geassosieer word. Kwik, wat in baie groot hoeveelhede in die lug teenwoordig is, is net so skadelik tydens blootstelling. Kwik akkummuleer veral in die hipotalamus, gonadale selle, ovarium en pituitêre klier en word geassosieer met miskrame, lae geboorte gewig en menstruele afwykings (Auroux, 1997:17).

By die ontleding van die vraelyste wat gebruik is tydens hierdie studie, kan die volgende gevolgtrekking gemaak word: Oorspronklik is die SSB proefgroep in twee groepe verdeel. Die een groep het bestaan uit vroue werkers wat by die verskeie aanlegte werk en die ander groep, uit die vroue werkers wat in die laboratorium werk. Die rede vir hierdie verdeling van die proefgroep was om vas te stel of die vrouens wat in die laboratorium onder hoogs gekontroleerde toestande werk, dieselfde of ander reproduksiegesondheid abnormaliteite ten opsigte van die vrouens wat in die aanlegte werk, ervaar.

Geen statisties betekenisvolle verskille is tussen die twee SSB proefgroepe gevind nie. Dus kan die gevolgtrekking gemaak word dat reproduksiegesondheid abnormaliteite wat wel navore gekom het by beide van die groepe, moontlik die gevolg is van die algemene omgewingsblootstelling by SSB aan die verskeie nadelige substansie.

Vanuit die voltooide vraelyste het die volgende reproduksie abnormaliteite onder die proefgroep na vore gekom. Miskrame, vroeë geboortes, lae geboorte gewig en menstruele afwykings, veral menoragie.

Om aan te dui hoe die proefgroep van die kontrolegroep verskil ten opsigte van die abnormaliteite wat onder die verskeie groepe gerapporteer is, is die persentasie abnormaliteite by die onderskeie groepe, teenoor mekaar, hieronder uiteen gesit.

*Abnormaliteite gerapporteer:*                      % voorkoms by proefgroep en % voorkoms by kontrolegroep:

• Miskrame	:	17%	en	5%
• Vroeë geboortes	:	14%	en	0%
• Lae geboorte gewig	:	17%	en	5%
• Menstruele abnormaliteite	:	29%	en	15%

Gevolgtrekking kan dus gemaak word dat die omgewingsblootstelling aan substansie by SSB nadelige uitwerking het op die vroue werkers se reproduksiegesondheid.

Indien die %EBV resultate met die vraelys resultate vergelyk word, kan die volgende gevolgtrekking gemaak word: Vroue werkers wat blootgestel word aan benzeen, toluen, xileen, steenkoolstof en kwik ondervind meer miskrame, lae geboorte gewig babas, vroeë geboortes en menstruele abnormaliteite, veral menoragie, as nie-blootgestelde vroue.

Baie hoë %EBV waardes is veral vir benzeen en kwik by SASOL gevind. %EBV's van 29000% en 31000% is onderskeidelik vir benzeen en kwik gevind. In die literatuur word benzeen en kwik blootstelling geassosieer met menoragie, skelet misvorming, lae geboorte gewig, histologiese veranderinge in die ovaria en miskrame (Anon, 1997; Auroux, 1997:17; Henry, 1998:17; Sharara *et al.*, 1998:70; Xu *et al.*, 1998:55). Weereens kan die gevolgtrekking gemaak word dat die blootstelling aan veral benzeen en kwik geassosieer word met menoragie, miskrame, vroeë geboortes en lae geboorte gewig.

'n Aantal belangrike *fisiologiese* afleidings is uit die tweerigtingtabel gemaak en alhoewel dit buite die veld van hierdie studie val, is dit tog noemenswaardig.

1. Vroue wat in Secunda groot geword het, vind dit oor die algemeen moeilik om swanger te raak.
2. Vroue wat rook het 'n verhoogde voorkoms van menoragie.
3. Vroue met oligomenoree sukkel om swanger te raak.
4. Vroue met poligomenoree I) het 'n verhoogde risiko vir miskrame

II) het waarskynlik 'n geskiedenis van borskanker.

5. Vroue met menorigie het waarskynlik 'n geskiedenis van borskanker.

Die hipotese van hierdie studie lui as volg: Die reprodktiewe gesondheid van vroue werkers van SSB word benadeel deur die blootstelling aan vlugtige organiese substansie, wat vrykom tydens die vervaardiging van petroleum.

Die resultate soos gevind in hierdie studie is die volgende: Ten eerste, baie hoë EBV %'s is vir veral Benzeen en kwik gevind. Ten tweede, vanuit die beantwoorde vraelyste aangaande reprodktiewe abnormaliteite is bevind dat die vroue veral probleme soos menorigie, miskrame, vroeë geboortes en lae geboorte gewig ondervind.

Uit die literatuur is dit duidelik dat blootstelling aan petrochemikalieë, veral benzeen direk verbind kan word met miskrame, menstruele afwykings en lae geboorte gewig.

Dit wil sê, met die vergelyking van die hipotese, soos aanvanklik gestel, en die resultate, soos gevind, sien ons dat die hipotese en resultate direk by mekaar aansluit.

Die hipotese word dus aanvaar.

## HOOFTUK 5

### BIBLIOGRAFIE

- ANON. 1993. Exposure to hazardous substances and reproductive health. [Beskikbaar op Internet:] thrive@health <http://www.thrieotine.com/health/library/CAD/abstract1945.html> [Datum van gebruik: Julie 28 1999].
- ANON. 1982. Factors that may influence the human reproductive system and the effects. Helsinki. [Beskikbaar op Internet:] <http://turca.me.tut.fi/cis/chemical-safety-training/toxann1.htm> [Datum van gebruik: Jul 26 1999].
- ANON. 1998. Sasol. Rosebank. [Op Internet beskikbaar]: <http://www.sasol.com> [Datum van gebruik: Aug 12 1999].
- ANON. 1995. Toxic Air Pollutants. [Beskikbaar op internet]: <http://www.epa.gov.oar.aqtrnd95/tap.html> [Datum van gebruik : Apr. 20 1999].
- ANTTILA, A. & SALLMEN, M. 1995. Effects of parental occupational exposure to lead and other metals on spontaneous abortion. *Journal of occupation and enviromental medicyne*, 37: 915 – 921.
- ANTILLLA, A., SALLMEN, M., HEMMINKI, K. 1990. Carcinogenic chemicals in the occupational enviromental. *Pharmacology and toxicology*, 72: 69 – 76.
- ARESINI, G., DRAPER, A.A., DUFFUS, J.H. & VAN DER VENNE, M. 1993. The toxicology chemicals. *carcinogenicity*, 4: 13 – 46.
- AUROUX, M. 1997. Behaviour Teratogeneses: An Extension to the Teratogenis of functions. *Biology of the neonate*, 17: 137 – 147.
- AXELLSON, G. & MOLIN, I. 1989. Outcome of pregnancy among women engaged in laboratory work of a petrochemical plant. *Journal of epidemiology*. 16:539 – 545.

AXELLSON, G. & MOLIN, I. 1988. Outcome of pregnancy among women living near petrochemical industries in Sewden. *Journal of epidemiology*, 17:363 – 369.

BIRREN, J.E., KINNEY, D.K., SCHAE, K.W. & WOODDRUFF, D.S. 1981. Developmental psychology. Boston: Houghton Mifflin. 221 – 249.

BRINBAUN, L.S. 1995. Developmental effects of dioxins. *Environmental health perspective*, 103: 89 – 94.

BROWN-WOODEN, P.C.D., HUAV, F., HAYS, L., HERLIHY, C., DICKER, K. & WEBSTER, W. 1995. Invitro assesment of the metabolite, formic acid, on embryonic development of the rat. *Teratolgy*, 52: 233 – 243.

CHARLES, M.M. 1998. Bleeding problems and treatment. *Clinical obstetrics and gynecology*. 1: 928 – 939.

CHENG, L., LIU, S., DIXON, K. 1998. Analysis of repair and mutagenesis of chromium induced DNA damage in yeast mammalian cells and transgenic mice. *Environmental health perspectives* 106: 27 – 31.

CHU, I. & DOUSSEAU, C.G. 1994. Toxicology of coal liquefaction products : an Overview. *Journal of applied toxicology*, 14: 241 - 256.

CHU, I., VILLENEUVE, D.C., VALLI, V.E., BLACK, W.D., ROBBINSON, K. & BOYROUTY, P. 1990. A teratological assesment of coal liquefaction products. *Journal for applied toxicity*, 10:411–416.

CIRANNI, R., BARALE, R., MARRAZZINI, A. & LOPRIENO, N. 1988. Benzene and the genotoxicity of its metabolites. *Mutation research*, 208:61 – 67

CLEGG, E.D., SAKAI, C.S. & VOYTEK, P.E. 1986. Assesment of Reproductive Risks. *Biology of reproduction*, 34: 5 – 16.

CORDIER, S., BERGERET, A., GOUJAR, J., HA, M., AYME, S., BIANCHI, F. & CALZOLARI, E. 1997. Congenital Malformations and maternal occupational exposure to glycol ethers. *Epidemiology*, 8: 355 – 363.

DUFLUS, J.H. 1996. Epidemiology and the identification of metals as human carcinagens. *Science in progress*, 79: 311 – 326.

ERRAMOUSORE, J., GALVEZ, R. & FISCHELI, D.R. 1996. Newborn renal tubular acidosis associated with prentale maternal toluene sniffing. *Journal for psychoactive drugs*, 28: 201 – 204.

GALLAGHER, M.D., NUCKOLS, J.R., STALLONES, L. & SAVITX, A. 1998. Exposure to trihalomethanes and adverse pregnancy outcomes. *Epidemiology*. 9: 485 – 489.

GEORGIEVA, T., LUKANOVA, A., FANER, T. & POPOR, T. 1998. Study of erythrocytes, hemoglobin levels, and menstrual cycle characteristics of woman exposed to aramatic hydrocarbons. *Occupational environment health*, 71: 46 – 18.

GRANT, K.A., AZAROV, A., SHIVELY, C.A. & PURDY, R.C. 1997. Discrimitive stimulus effects of ethanol in relation to menstrual cycle phase in cynomolgus monkeys. *Psychopharmacology* 130: 59 – 68.

GREEF, D.G.S. 2000. Abnormal uterine bleeding. *SA oharmaceutical journal*. 34 – 36p

GREENBERG, M. M. 1996. The central nervous system and exposure to tolene: A risk characterization. *Environmeltal research.*, 72: 1 – 7.

GREENE, G. & RATNER, V. 1994. A toxic link to breast cancer? The chemicals around us. *Health and environmeltal research.*, 72: 1 – 7.

GUYTON, A.C., HALL, J.E. 1996. Textbook of medical Physiology. 9<sup>th</sup> ed. USA: N. B Saunders. 1003 – 1055 p.

HACKETTt, P.L., SIKOV, M.R., SPRINGER, D.L., MAHLUM, D.D. & KELMAN, B.J. 1983. Teratology studies of solvent refind coal process materials. *Journal of applied toxicology*, 6: 129 – 133.

HAMILTON, J.W. & WETTERHALM, K.E. 1989. Differential effects of chromium (VI) on constitutive and inducible gene expression in chick embryo liver and correlation with chromium (VI) induced DNA damage. *Molecular carcinogen*, 2: 274 – 286.

HAMILTON, J.W., LOUIS, C.A., DOHERTY, K.A., REED, M.J. & TREDDWELL, M.D. 1993. Preferential alteration of inducible gene expression in viro by carcinogens that induce bulky DNA lesions. *Molecular carcinogen*, 8: 34 – 43.

HAMILTON, J.W., RONALD, C., KALTREIDER, O., BAJENOVA, O.V., INHAT, M.A. MC'CAFFERY, J., TRUPIE, B., ROWELLI, E.E. & MICHEALS, J.O. 1998. Molecular basis for effects of carcinogenic heavy metals on inducible gene expression. *Environmental health perspectives*, 106: 1005 – 1013.

HENRY, J.A. 1998. Composition and toxicity of petroleum products and their additives. *Human and experimental toxicology*, 17: 111 – 123.

HAUNG, X.Y. 1991. Influence on benzene and toluene to reproductive function of female workers in leather shoe-making industry. *Journal of preventive medicine*, 25: 89 – 91.

HUTCHEN, M.S., PEDERSEN, D., ANASTAS, N.D., FITZGERALD, J. & SIVERMAN, D. 1996. Beyond TPH: Health-based evaluation of petroleum hydrocarbon exposures. *Regulatory toxicology and pharmacology*, 24: 85- 101.

JANKOVIC, J. & DRAKE, F. 1996, A screening method for occupational reproductive health risk. *American industries hygiene association journal*, 57: 641 – 649.

JUNG-MIN, K., CHULI-HEE, K., SUNG KWAN HONG, K.L., YOUNG, K., ONAJA, K. & GHISU, K. 1998. Primary ovarian failure caused by a solvent containing bromopropane. *Journal of endocrinology*, 138: 554 – 565.

KANOJA, R.K., JUNAID, M. & MURTHY, R.C. 1998. Embryo and fetotoxicity of hexavalent Chromium: a long-term study. *Journal of toxicology*, 95: 165 – 172.

- KARVOVEN, M. & MIKHEER, M.I. 1986. Epidemiology of occupational health. Sweedan: WHO Regional Publications. 1-96 p.
- KORACIC, V., SKENDER, L., BOSNER, B. & BOGADI, A. 1995. Possible genotoxicity in low level benzene exposure. *American journal of industrial medicine*. 27: 379 – 388.
- KUMAR, P. & CLARK, M. 1996. Clinical Medicine: A Textbook for medical students and Doctors. Tokyo: WB Saunders. 79 – 326 p.
- LAINO, C. 1999. Some jobs unsafe in pregnancy. Totonto. [Beskikbaar op Internet:] <http://www.mgnbc.com/news/252697.asp> [Datum van gebruik: Julie 26].
- LAWRENCE, M., TIENERY, J., MC'PHEE, S.J., PAPADAKIS, N.A. 1995. Medical Diagnosis & Treatment. USA: Prentice International 617 – 650 p.
- LINDBOHM, M. 1999. Women's Reproductive Helath. Some recent developments in occupational epidemiology. *American journal of industrial medicine*. 36: 18 – 24.
- LOUW, D.A. 1996. Menslike ontwikkeling. Pretoria: Kagiso Tersiêr. 103 – 129p.
- LOUW, D.A. & EDWARDSs, D.L.A. 1993. Sielkunde, 'n inleiding vir studente in Suid-Afrika. Johannesburg: Lexicon Uitgewers. 843 - 855p.
- LYNGE, E., ANTTILA, A. & HEMMINIKI, K. 1997. Organic solvents and cancer. *Cancer causes and control*, 8: 406 – 419.
- MATTISON, D.R. 1983. The mechanisms of action of reproductive toxins. *American journal of industrial medicine*, 4: 65 – 79.
- MCKEE, R.H., PLUTNICK, R.T. & TRAU, K.A. 1987. Assesment of the potential reproductive and subchronic toxicity of EDS coal liqueds in Sprague-Dawley rats. *Toxicology*, 4: 57 – 62.

MARONPOT, P.R. 1987. Ovarian toxicity and carcinogenicity in recent national toxicology program studies. *Environmental health and perspective*, 125: 125 – 130.

MC'LACHLAN, J.A. & ARNOLD, S.F. 1996. Environmental estrogens. *Journal of american science*, 84: 452 – 461.

MONTAGUE, 1999. Solvent's. The all purpose poisons. [Beschikbaar op Internet:] <http://www.therapure.com/ps/solvents.htm>. [Datum van gebruik Jul. 26].

NOWRACKI, P. 1980. Health hazards and pollution control in synthetic liquid fuel conversion. 2ed. New Jersey: Noyes Data corporation. 16-41.

PARMEGGIANI, L. 1983. Encyclopaedia of occupational health and safety. 3ed. Geneva: JDC, 746 – 800.

PIELESZEK, A. 1997. The effects of carbon disulphide on menopause, concentration of monoamines, gonadotropines, estrogens and androgens in woman. *Annual of academic medicine*, 43: 255 – 267.

RAJCZY, K., FORGACS, Z., LAZAR, P., BERNARD, A., GATI, I. & KALI, G.S. 1997. Effects of cadmium on morphology and steroidogenesis of cultured human ovarian granulosa cells. *Journal for applied toxicology*, 17: 321 – 327.

REICHRTOVA, E., DOROCIK, F. & PALKOVICOVA, L. 1998. Sites of lead and nickel accumulation in the placental tissue. *Human and experimental toxicology*, 17: 176 – 181.

RITZ, B. & YU, F. 1999. The effects of ambient carbon monoxide on low birth weight among children born in southern California between 1989 and 1993. *Environmental health perspective*. 107: 17 – 17.

ROSENBERG J. 1998. Understanding Toxic Substances, Berkeley Way, Berkeley. [Beschikbaar op Internet:] <http://www.ohb.ovg/uts.htm> [Datum van gebruik: April 20].

- SALA, M., DOMESTIC, M. & ZAHM, S.H. 1998. A Death certificate based study of occupational and mortality from reproductive cancers among woman in 24 US states. *Reproductive cancer and occupation*, 40: 632 – 639.
- SHALAT, S.L., WALKER, D.B. & FINNELL, R.H. 1996. Role of arsenic as a reproductive toxin with particular attention to neural tube defects. *Journal of toxicology and environmental health*, 48:253–274.
- SHARARA, F.I., SEIFER, D.B. & FLAWS, J.A. 1998. Enviromental toxicants and female reproduction. *Fertillity and sterility*, 70: 613 – 622.
- SIMEONOVA, M., GEORIA, V. & ALEXTEC, C. 1989. Cytotogenic investigations of human subjects occupationally exposed to petroleum processing industry. *Enviromental research*, 48: 145 – 153.
- SINGH, N.P. & KHAN, A. 1994. Acetadehyde: genotoxicity and cytotoxicity in humanlymphocytes. *Mutation reearch*, 337: 9 – 17.
- SPRINGER, D.L., MILLER, R.A. & BUSCHBLOM , R. L. 1986. Lung development and postnatal survival for rats exposed to a high-boiling coal liquid. *Journal for applied toxicology*, 6: 129 – 133.
- SPRINGER, D.L., POSTON, K.A., MAHLUM, D.D. & SIKOV, M.R. 1982. Teratogenicity following inhalation exposure of rats to a high-boiling coal liquid. *Journal for applied toxicology*, 2:260-264.
- TANNER, J.M. 1970. Physical Growth. New York: Knopf. 259 - 311.
- TASKINEN, H.K., LINDBOHM, M.L. & HEMMINKI, K. 1986. Spontaneous abortions among women working in the pharmaceutical industry. *Journal of occupational medicine*, 43: 199 – 205.
- TORREY , P. 1978. Trae containments from coal. 2<sup>nd</sup> edition. New Jersey: NDC, 73 – 141p.
- TRYPHONAS, H. 1998. The impact of PCB and dioxing on childrens health. Immunological condideration. *Canadian journal of public health*, 12: 549 – 554.

WILLIAMS, L.A., BORAM, M., ESKENAZI, B., JOHNSON, E.M., MATTISON, D., ROTHSTEIN, M. & SANTODONATO, J. 1988. Reproductive health hazards in the workplace. 2<sup>nd</sup> edition. Philadelphia: Lippincot company, 40 – 311.

XU, X., CHO, S., SAMMEL, M., YOU, L., CUI, S., HUANG, Y., MA, G. & WNAG, L. 1998. Association of petrochemical exposure with spontaneous absotio. *Occupational environment*, 55:31-36.

XU, X., DING, H. & WANG, A. 1995. Acute effects of total suspended particles and sulfur dioxides on preterm delivery: a community – based cohort study. *Environmental health*. 50: 407 – 415.

YANG, R.S.H. 1994. Toxicology of chemical mixtures. Colorado: Academic Press, 283 – 291p.

YEOMANS, L. & WISE P. 1998. Poisons in our mist. The release of pollution that may cause cancer, damage human reproduction, linder child development, or interfere with human endocrine system. October 1998. Beskikbaar op Internet:] <http://www.ohiocitizen.org.poisens.html>. [Datum van gebruik: Julie 26].

## HOOFSTUK 6

### BYLAE

--	--	--

Vraelys nommer:

Groep: \_\_\_\_\_

#### VRAELYS:

Dui aan met 'n X in die toepaslike ruimtes.

Blank	
Swart	
Gekleurd	
Indiër	

1. Nasionaliteit:

2. Ouderdom: \_\_\_\_\_

3. Het u in Sekunda groot geword?

ja	nee
----	-----

Indien nie, hoe lank woon u al in Sekunda? \_\_\_\_\_

4. Hoeveel jare werk u al by SASOL? \_\_\_\_\_

5. Rook u?

ja	nee
----	-----

Indien wel, hoeveel sigarette rook u per dag? \_\_\_\_\_

6. Gebruik u alcohol?

ja	nee
----	-----

Indien wel, glase drink u per week? \_\_\_\_\_

7. Tydens watter ouderdom het u begin menstrueer? \_\_\_\_\_

8. Hoeveel dae menstrueer u? \_\_\_\_\_  
en hoe lank is u menstruele siklus? \_\_\_\_\_

9. Ondervind u tydens menstruasie a) swaar bloeding   
b) ligte bloeding   
c) ongereelde menstruasie

10. Is u seksueel aktief? 

ja	nee
----	-----

11. Gebruik u enige voorbehoed middel? 

ja	nee
----	-----

12. Tydens watter stadium van swangerskap het u by SASOL gewerk? a) eerste trimester   
b) tweede trimester   
c) derde trimester   
d) laktasie   
e) N.V.T

13. Het u dit moeilik gevind om swanger te raak? ( dit wil sê, as u na 6 maande, met 'n gemiddeld van 3 keer per week se onbeskermd omgang, nog nie swanger is nie ) 

ja	nee	nvt
----	-----	-----

14. Het u al enige miskrame gehad? 

ja	nee	nvt
----	-----	-----

Indien wel, hoeveel miskrame en op watter stadiums van swangerskap?

\_\_\_\_\_ miskrame.

\_\_\_\_\_ weke.

15. Het u enige swaar en onverwagte bloeding tydens 'n periode van geen menstruasie ervaar? 

ja	nee
----	-----

16. Het enige van u kinders 'n geboorte gewig van minder as 2.8kg gehad? 

ja	nee	nvt
----	-----	-----

Indien wel, spesifiseer. \_\_\_\_\_

17. Het enige van u kinders enige ontwikkelings probleme ervaar, bv. Leer probleme, depressie ens.

ja	nee	nvt
----	-----	-----

 Indien wel, spesifiseer. \_\_\_\_\_

ja	nee	nvt
----	-----	-----

18. Het u kinders hul mylpale op die regte stadiums bereik? Bv. Loop, staan en sit?

19. Is enige van u kinders gebore met 'n psigiese of fisiese gebrek?

ja	nee	nvt
----	-----	-----

Indien wel, spesifiseer. \_\_\_\_\_

20. Is daar in u familie enige geskiedenis van enige van die bogenoemde abnormaliteite?

ja	nee	nvt
----	-----	-----

Indien wel, spesifiseer. \_\_\_\_\_

21. Ly u aan enige chroniese siekte?

ja	nee
----	-----

Indien wel, spesifiseer. \_\_\_\_\_

22. Het u enige geskiedenis van borskanker?

ja	nee
----	-----

Indien wel, spesifiseer. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ X \_\_\_\_\_