



MILIEU-EFFEKTRAPPORT ELEKTRISCHE CENTRALE EBES - RODENHUIZE

OMBOUW GROEP 4 OP STEENKOOL

85/01

MILIEU-EFFEKTRAPPORT ELEKTRISCHE CENTRALE EBES RODENHUIZE

OMBOUW GROEP 4 OP STEENKOOL

Onder leiding van

- Prof. Ir. F.R. Vanmassenhove
Seminarie voor Kernenergietechniek
Medewerker : Ir. F. Joppen

- Prof. Dr. R. Dams
Laboratorium voor Analytische Chemie
Instituut Nukleaire Wetenschappen
Medewerkers : Lic. E. Dekeyser
Dr. R. Dumarey

- Prof. Dr. W. De Breuck
Leerstoel voor Toegepaste Geologie
Medewerkers : Dr. L. Lebbe
Lic. Ph. Van Burm
Lic. M. Van Camp
Dr. L. Walschot
Lic. L. Zeuwts
Centrum voor de studie van Water, Bodem en Lucht (BECEWA)
Medewerker : Ing. M. Vercruysse

met de medewerking van

- Studiecentrum voor Kernenergie (SCK/CEN)
Medewerkers : Ir. G. Cosemans
Ing. G. De Baere
Dr. B. Vanderborght

- Groep Toegepaste Ekologie (GTE)
Prof. Dr. R. Verheyen
Medewerker : Lic. T. Vercauteren

INHOUD

1. INLEIDING EN DOELSTELLING	1
2. WERKING EN PROBLEMATIEK VAN EEN KLASSIEKE ELEKTRISCHE CENTRALE	3
2.1. Beschrijving van de activiteiten	3
2.1.1. Werkingsschema	3
2.1.2. Brandstoffen	5
2.1.2.1. Steenkool	5
2.1.2.2. Stookolie	5
2.1.2.3. Aardgas	5
2.1.2.4. Hoogovengas	7
2.1.3. Distributie elektriciteit	7
2.1.4. Basislast - Pieklast	8
2.1.5. Optredende massastromen	12
2.2. Problematiek	16
2.2.1. Luchtverontreiniging	16
2.2.1.1. Gasemissies	17
2.2.1.2. Stofemissies	21
2.2.1.3. Diffuse stofemissies	23
2.2.1.4. Wetgeving en normen	24
2.2.2. Vaste afval	35
2.2.2.1. Aard van de vliegas	35
2.2.2.2. Afvoer van vliegas	38
2.2.2.3. Invloed op het milieu	40
2.2.3. Afvalwater en de invloed ervan op oppervlaktewater	41
2.2.3.1. Mogelijke bronnen van ver- ontreiniging	41
2.2.3.2. Wetgeving	43
2.2.4. Grondwater	45
2.2.4.1. Mogelijk bronnen van grond- waterverontreiniging	45
2.2.4.2. Aard van de verontreiniging	46
2.2.4.3. Wetgeving	47

II

2.2.5. Geluidshinder	49
2.2.6. Radioaktiviteit	50
2.2.6.1. Mogelijke bronnen	50
2.2.6.2. Aard van de straling	52
2.2.6.3. Transportwegen	54
2.2.6.4. Wetgeving	54
 3. DE CENTRALE RODENHUIZE - TOESTAND VOOR DE	
OMBOUW	55
3.1. Technische beschrijving	55
3.1.1. Algemeen	55
3.1.2. Technische uitrusting	56
3.1.2.1. Kolenbehandeling	56
3.1.2.2. Stookoliebehandeling	56
3.1.2.3. Hoogovengas	57
3.1.2.4. Ketels en branders	57
3.1.2.5. Stoomturbines en genera- toren	59
3.1.2.6. Lucht- en rookgaskanalen	59
3.1.3. Elektriciteitsproductie	61
3.1.4. Brandstoffeninzet	61
3.1.5. Piekbelasting (1984)	65
3.1.6. Voornaamste massastromen en hun transport	57
3.1.6.1. Brandstofaanvoer	67
3.1.6.2. Bodemas en vliegas	68
3.1.6.3. Rookgassen (zwavelemissie)	69
3.1.6.4. Termische belasting	71
3.2. Maatschappelijke parameters	71
3.2.1. Historiek van de centrale	71
3.2.2. Planologische en juridische omkadering	74
3.2.3. Werkgelegenheid op de centrale	74
3.2.3.1. Algemeen	74
3.2.3.2. Tewerkstelling op de centrale	74

III

3.2.3.3. Tewerkstelling via diensten door derden	76
3.2.3.4. Geïmpliceerd effect op de tewerkstelling	76
3.2.4. Economische karakteristieken	77
3.2.4.1. Produktiehoeveelheden	77
3.2.4.2. Kostprijs van een kilowatt- uur-differentiële kosten	79
3.3. Lucht	80
3.3.1. Algemeen	80
3.3.2. Emissies	80
3.3.2.1. Brandstofverbruik	80
3.3.2.2. Emissiefactoren	82
3.3.2.3. Massastroom kontaminanten	85
3.3.2.4. Koncentraties in de rook- gassen	88
3.3.2.5. Fysische en chemische eigen- schappen van het geëmitteerde stof	93
3.3.2.6. Vergelijking met normen	94
3.3.3. Immissieniveaus in de zone Gent- Terneuzen	95
3.3.3.1. Meteo	95
3.3.3.2. Bijdrage door andere bronnen	96
3.3.3.3. Immissieniveaus	100
3.3.4. Bijdrage van de centrale Roden- huize tot de immissie	107
3.3.4.1. Algemeen	107
3.3.4.2. Invoergegevens	108
3.3.4.3. Berekende immissieniveaus	109
3.3.4.4. Vergelijking met normen	120
3.3.5. Diffuse stofemissies	123
3.4. Vaste afval	126
3.4.1. Aard en samenstelling	126
3.4.1.1. Vliegias	126
3.4.1.2. Bodemas	151

3.4.2. Hoeveelheden	159
3.4.3. Plaats en omvang van het stort	165
3.4.4. Vergelijking met de stortvergunning	168
3.5. Afvalwater	169
3.5.1. Soorten afvalwater en lozingspunten	169
3.5.2. Hoeveelheden en kwaliteit	169
3.5.2.1. Koelwater	169
3.5.2.2. Astransportwater	179
3.5.2.3. Regeneratie- en spoelwater van de demineralisatie	182
3.5.2.4. Ketelwaswater	183
3.5.2.5. Sanitair afvalwater	186
3.5.2.6. Perkolatie- en afvloeiwater van de kolenhoop	189
3.5.3. Vergelijking met de lozingsnormen	194
3.5.3.1. Koelwater	194
3.5.3.2. Industrieel afvalwater	197
3.6. Oppervlaktewater	198
3.6.1. Herkomst en gebruik	198
3.6.2. Kwaliteit	201
3.6.2.1. Temperatuur	201
3.6.2.2. Opgeloste zuurstof	207
3.6.2.3. Andere parameters	210
3.7. Grondwater	210
3.7.1. Hydrolitostratigrafie en hydraulische kenmerken van de ondergrond	210
3.7.1.1. Algemeen	210
3.7.1.2. Aangevulde en vergraven gronden (A)	216
3.7.1.3. Bodems	217
3.7.1.4. De kwartaire slecht doorlatende laag KDL	217
3.7.1.5. De kwartaire watervoerende laag KZ	218

3.7.1.6. Het Tertiair	222
3.7.1.7. Hydraulische parameters van de watervoerende laag KZ en van de vliegass	224
3.7.2. Stroming van het grondwater	229
3.7.2.1. Algemeen	229
3.7.2.2. Het stijghoogtewaarnemingsnet	231
3.7.2.3. De stijghoogteverdeling in de watervoerende laag KZ	232
3.7.2.4. Stijghoogteverschil tussen het bovenste en het onderste deel van de watervoerende laag KZ	234
3.7.2.5. Stijghoogten in de kunstmatige gronden	235
3.7.3. Grondwaterwinning	235
3.7.4. Grondwaterkwaliteit	236
3.7.4.1. Algemeen	236
3.7.4.2. Aangewende gegevens	236
3.7.4.3. Het "natuurlijk" grondwater in het gebied	238
3.7.4.4. Het stortperkolaat	238
3.7.4.5. Het verontreinigd grondwater	241
3.7.5. Evolutie van de grondwaterkwaliteit	258
3.7.5.1. Algemeen	258
3.7.5.2. Aangewend mathematisch model	259
3.7.5.3. Simulatie van de grondwaterstro- ming en de grondwaterkwaliteit met het vliegassstort op het hui- dig peil	261
3.8. Biotische omgeving	271
3.8.1. Biologische toestand van de opper- vlaktewaters	271
3.8.1.1. Algemeen	271
3.8.1.2. Het kanaal Gent-Terneuzen	272
3.8.1.3. De Moervaart	272
3.8.1.4. Huidig effect van de koel- waterlozing	275

3.8.1.5. De afvoerbeek van het vlieg- asstort	277
3.8.2. De biotische omgeving	277
3.8.2.1. Algemeen	277
3.8.2.2. Het bedrijfsterrein	278
3.8.2.3. De aanpalende gebieden	280
3.8.2.4. De ruimere omgeving	281
3.8.2.5. Huidig effect van de lucht- verontreiniging	281
3.9. Geluidshinder	283
3.10. Ioniserende straling	285
3.10.1. Stookolie en hoogovengas	285
3.10.2. Steenkool	285
3.11. Visuele impact	288
 4. VOORSTEL TOT OMBOUW VAN GROEP 4 EN PLANNING IN DE CENTRALE RODENHUIZE	 289
4.1. Brandstoffen	289
4.2. Het produktieprogramma na ombouw	290
4.2.1. Jaarproduktie	290
4.2.2. De piekbelasting na ombouw (1986)	292
4.3. Voorstel tot ombouw van groep 4	292
4.3.1. Technische uitrusting	292
4.3.2. Transport, overslag en stockage van brandstoffen	294
4.3.3. Kolenbehandeling	295
4.3.3.1. Transport naar de kolenbunkers	295
4.3.3.2. Tijdelijke opslag	295
4.3.3.3. Breekmolens	295
4.3.4. De verbrandingsketel en de branders	295
4.3.4.1. De ketel	295
4.3.4.2. Branders	296
4.3.5. Rookgassenbehandeling	296
4.3.5.1. Recirkulatie	296
4.3.5.2. Luchtvoorverwarmer (LUVO)	296

4.3.5.3. Ontstoffer	297
4.3.6. Verwijdering van bodemas en vliegass	297
5. IMPACT NA DE OMBOUW	298
5.1. Maatschappelijke impact	298
5.1.1. Economische impact	298
5.1.2. Sociale impact	299
5.1.2.1. Aktiviteit bij de werking van de centrale	299
5.1.2.2. Tewerkstelling bij de ombouw	300
5.2. Lucht	301
5.2.1. Algemeen	301
5.2.2. Emissies	301
5.2.2.1. Brandstofverbruik	301
5.2.2.2. Massastroom kontaminanten : emissieprognose	303
5.2.2.3. Koncentraties in de rook- gassen	309
5.2.2.4. Fysische en chemische eigen- schappen van stof bij steen- koolverbranding	311
5.2.2.5. Vergelijking met normen	322
5.2.3. Bijdrage van de centrale tot de immissie	323
5.2.3.1. Evaluatie van de berekende immissieniveaus	323
5.2.3.2. Vergelijking met normen	336
5.2.4. Diffuse stofemissies	338
5.3. Vaste afval	340
5.3.1. Aard en samenstelling	340
5.3.2. Hoeveelheden	340
5.3.3. Plaats en omvang van het stort	340
5.4. Afvalwater	341
5.4.1. Soorten afvalwater	341
5.4.2. Hoeveelheden en kwaliteit	341
5.4.2.1. Koelwater	341

VIII

5.4.2.2. Astransportwater	341
5.4.2.3. Regeneratie- en spoelwater van de demineralisatie	342
5.4.2.4. Ketelwaswater	342
5.4.2.5. Sanitair afvalwater	342
5.4.2.6. Perkolatie- en afvloeiwat van de kolenhoop	343
5.5. Oppervlaktewater	343
5.6. Grondwater	343
5.6.1. Geometrie van het vliegastort	343
5.6.2. Invloed van de ophoging van het vliegastort op de grond- waterstroming en de grond- waterkwaliteit	344
5.6.2.1. Algemeen	344
5.6.2.2. Ingebrachte gegevens	344
5.6.2.3. De randvoorwaarden	345
5.6.2.4. Resultaten	345
5.7. Biotische omgeving	348
5.7.1. De oppervlaktewaters	348
5.7.1.1. De koelwaterlozing	348
5.7.1.2. Het afvloeiwat van het vliegastort	348
5.7.2. De biotische omgeving	349
5.7.2.1. Het vliegastort	349
5.7.2.2. Luchtverontreiniging	349
5.8. Geluidshinder	350
5.9. Ioniserende straling	351
5.10. Visuele impact	354
6. SAMENVATTING VAN DE MILDERENDE MAATREGELEN	355
6.1. Lucht	355
6.2. Vaste afval	356
6.3. Afvalwater	356
6.4. Grondwater	357
6.5. Biotische omgeving	357

7. LEEMTEN IN KENNIS EN INFORMATIE	358
7.1. Vaststelling	358
7.2. Lucht	358
7.3. Vaste afval	360
7.4. Afvalwater	361
7.5. Grondwater	361
7.6. Biotische omgeving	362
8. SAMENVATTING EN BESLUIT	364
8.1. De elektrische centrale Rodenhuize	364
8.2. Elektriciteitsproduktie en brand- stoffen	364
8.3. Geplande ombouw	365
8.4. De voornaamste massastromen	369
8.4.1. Brandstofaanvoer	369
8.4.2. Bodemas en vliegass	370
8.4.3. De rookgassen (zwavelemissie)	371
8.4.4. De termische belasting	371
8.5. Maatschappelijke impact van de ombouw	372
8.5.1. De economische impact	372
8.5.2. De sociale impact	372
8.5.2.1. De aktiviteit bij de werking van de centrale	372
8.5.2.2. De tewerkstelling bij de ombouw	374
8.6. Milieu-impact : vergelijking toestand vóór en na de ombouw	374
8.6.1. Lucht	374
8.6.1.1. Problematiek	374
8.6.1.2. De bestudeerde scenario's	375
8.6.1.3. Emissies - vergelijking met normen	376
8.6.1.4. Immissieniveaus - verge- lijking met normen	377
8.6.1.5. Diffuse stofemissies	383

8.6.2. Vaste afval	384
8.6.3. Afvalwater	385
8.6.3.1. Koelwater	385
8.6.3.2. Astransportwater	387
8.6.3.3. Regeneratie- en spoelwater	387
8.6.3.4. Ketelwaswater	388
8.6.3.5. Sanitair afvalwater	388
8.6.3.6. Perkolatie- en afvloei- water van de kolenhoop	388
8.6.4. Oppervlaktewater	389
8.6.5. Grondwater	390
8.6.5.1. Hydrolitostratigrafie en hydraulische kenmerken van de ondergrond	391
8.6.5.2. Stroming van het grondwater	392
8.6.5.3. Grondwaterwinning	392
8.6.5.4. Samenstelling van het grondwater	393
8.6.5.5. Evolutie van de grondwater- kwaliteit	394
8.6.6. Biotische omgeving	395
8.6.7. Geluid	397
8.6.8. Ioniserende straling	397
 9. NIET-TECHNISCH OVERZICHT	 398
9.1. Inleiding	398
9.2. De elektrische centrale Rodenhuize vóór en na de ombouw	398
9.3. De socio-ekonomische aspecten	399
9.4. Invloed op de lucht	401
9.5. Invloed op het oppervlaktewater en op het grondwater	403
9.6. Invloed op de biotische omgeving	406
9.7. Invloed op de andere milieupara- meters	407

REFERENTIES	408
-------------	-----

VERKLARENDE WOORDENLIJST	414
--------------------------	-----

1. INLEIDING EN DOELSTELLING

Met een overeenkomst, daterend van 28.02.1985, verzocht de N.V. VERENIGDE ENERGIEBEDRIJVEN VAN HET SCHELDELAND (EBES) de Rijksuniversiteit te Gent over te gaan tot het opstellen van een Milieu-Effektrapport (MER) aangaande de voorgenomen ombouw van groep 4 van de centrale Rodenhuize. Dit initiatief werd door de maatschappij genomen in het vooruitzicht van een wettelijke reglementering inzake milieu-effektrapportering. De opdracht werd toevertrouwd aan de professoren R. DAMS, W. DE BREUCK en F. VANMASSENHOVE.

De voorziene ombouw van groep 4 maakt deel uit van een plan van de elektriciteitsondernemingen, dat werd goedgekeurd door het Controle Komitee voor de Elektriciteit en het Gas, om een aantal centrales werkend op stookolie om te bouwen naar steenkool. Hierbij steunt men zich op economische argumenten. Inderdaad, de prijs voor productie van warmte uit steenkool bedraagt thans slechts twee derden tot de helft van de produktieprijs van warmte uit stookolie.

In dit bestek werden de twee groepen van de centrale Langerlo reeds omgebouwd terwijl groep 5 te Ruien in ombouw is. Andere eenheden die naast groep 4 van de centrale Rodenhuize voor ombouw in aanmerking komen zijn die van Amercoeur (groep 2), van Ruien (groep 6), van Les Awirs (groep 5) en van Kallo. Deze volgorde is gebaseerd op het feit dat de ombouw van de grootste en meest recente groepen het meest rendeert.

Het onderhavig milieu-effektrapport is ingedeeld in 9 hoofdstukken. Na de inleiding wordt de algemene problematiek geschetst. Vervolgens worden de huidige toestand en de toestand na de ombouw toegelicht; de aspecten lucht,

oppervlaktewater, grondwater en biotische omgeving werden in dit verband bestudeerd. Ook is aandacht besteed aan de milderende maatregelen en aan de leemten in kennis en informatie.

Het hoofdstuk 8, samenvatting en besluiten, is in een iets meer uitgebreide vorm als een afzonderlijke nota uitgebracht onder de titel "Globale beoordeling".

Het niet-technisch overzicht (hoofdstuk 9) is beschikbaar voor het brede publiek onder de benaming "Verklarende nota".

2. WERKING EN PROBLEMATIEK VAN EEN KLASSIEKE ELEKTRISCHE CENTRALE

2.1. Beschrijving van de activiteiten

2.1.1. Werkingsschema

Een klassieke elektrische centrale kan vanuit het standpunt van milieu-effektrapportering gezien worden als een technische installatie die de warmte-energie uit de verbranding van fossiele brandstof (kolen, olie, gas) omzet in elektrische energie. De hoofdkomponenten van een centrale zijn dus :

- de ketel

Hier wordt de brandstof verbrand en de warmte van de verbrandingsgassen overgedragen op de werkvloeistof, water, met de vorming van stoom. Aan de ketel worden de brandstof en de erbij horende verbrandingslucht toegevoerd.

- de turbine-alternator

De turbine zet de warmte-energie van de stoom om in draaiende mechanische energie. In de alternator wordt deze mechanische energie omgezet in elektrische. De werkvloeistof voor deze transformatie, die in het geheel van ketel en turbine aanwezig is, blijft in een gesloten kringloop (de primaire kringloop).

Naast het resultaat van deze energie-omzetting, de elektriciteit, zijn er ook een paar onvermijdelijke neveneffecten :

- rookgassen

De verbrandingsgassen, ontdaan van hun warmte, moeten geëvacueerd worden naar de omgevingslucht. Om hun verspreiding in de hand te werken is er een hoge schoorsteen vereist. Tevens moeten de rookgassen zo goed mogelijk ontdaan worden van stof. Bovendien moeten de schadelijke produkten voor

mens en milieu tot een minimum beperkt worden. In dat verband bestaan er normen en voorschriften.

- de lozing van warmte op lage temperatuur

Uit de aard van het omzettingsproces van warmte in elektrische energie, moet uit de primaire kring heel wat warmte op lage temperatuur (ca 25 tot 30°C) afgevoerd worden via een sekundaire koelkring. Dit gebeurt via de kondensor. De kondensorwarmte wordt geloosd hetzij in een waterloop of in de zee, hetzij in de lucht via een koeltoren; een combinatie van beide is mogelijk. Bij lozing in natuurlijke wateren mag een maximale temperatuur niet overschreden worden; bij een koeltoren moet gelet worden op kondensneerslag in de omgeving.

- de assen

De kolen bevatten naast de brandbare eveneens onbrandbare bestanddelen. Aangezien de kolen en dus ook de onbrandbare bestanddelen tot poeder gemalen worden vooraleer ze in de vuurhaard geblazen worden, komen deze laatste grotendeels voor als vliegias; ze worden meegevoerd met de rookgassen, terwijl een kleiner gedeelte als bodemas (ook sintelas of korrelas genoemd) op de bodem van de vuurhaard terecht komt.

Vooraleer de rookgassen in de schouw gebracht worden, worden deze bijna totaal ontdaan van de vliegias met behulp van een filter, in de praktijk een elektrofilter.

- de afvalwaters

De activiteiten op de centrale brengen een aantal afvalwaters met zich mee; het zijn het transportwater van de vliegias, regeneratie- en spoelwater van de demineralisatie, ketelwaswater, perkolatie- en afvloeiwatier van de kolenhoop en sanitair afvalwater.

Bij een centrale zijn er ook een aantal nevenactiviteiten :

- de aanvoer van de brandstof (kolen, olie, gas)
- de tussenstockage van de brandstof (kolenhoop, olietanks,

gastanks)

- de afvoer en/of stockage van vlieggas en bodemas.

Het uiteindelijk doel van de aktiviteit is de geproduceerde elektriciteit, via de hoogspanningspost, de hoogspanningslijnen en het verdeelnet naar de verbruikers te brengen.

De technische installatie wordt schematisch voorgesteld in figuur 2.1-1.

2.1.2. Brandstoffen

2.1.2.1. Steenkool

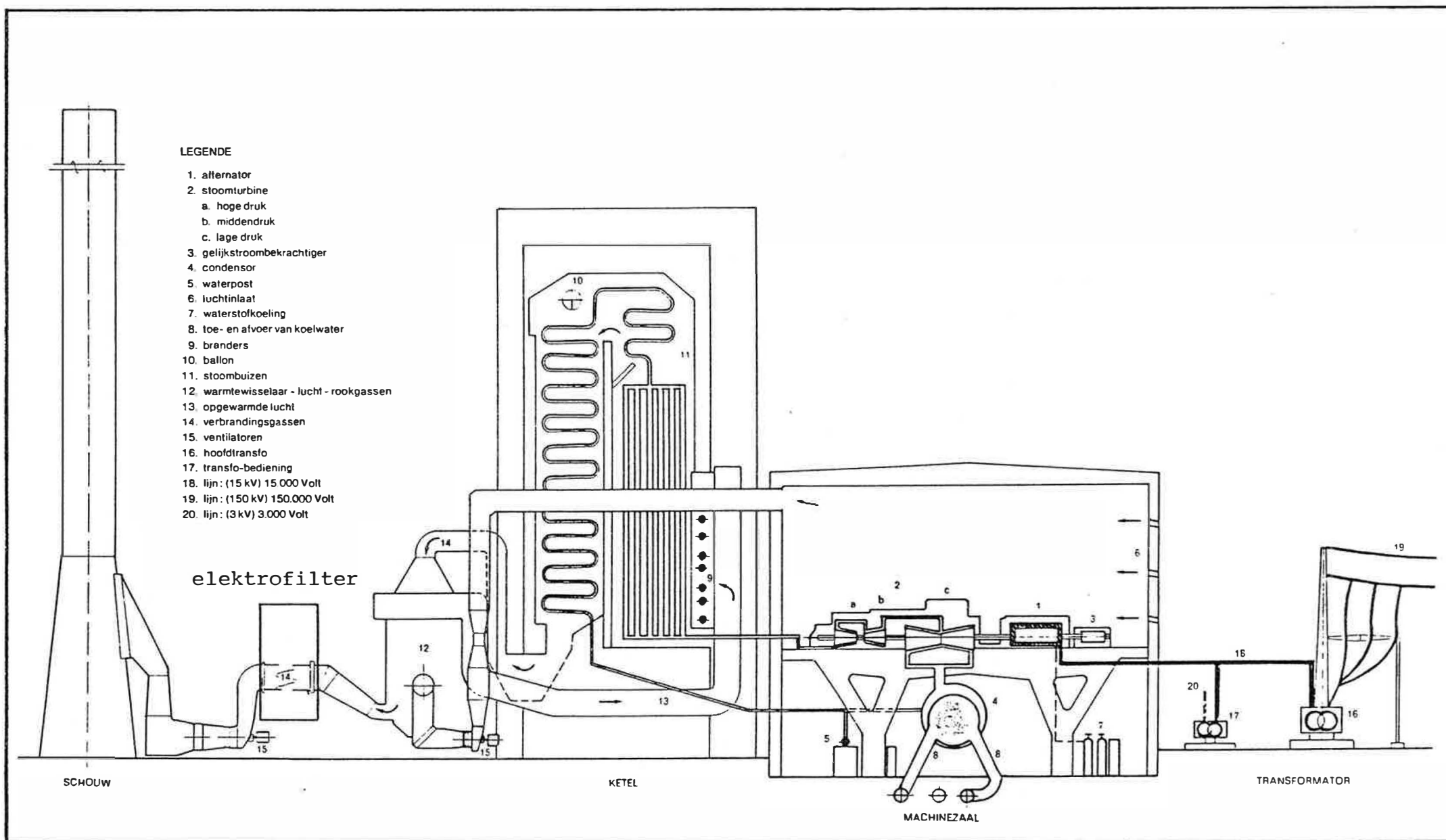
Steenkool is op dit ogenblik de goedkoopste fossiele brandstof. Voor elektriciteitsproduktie worden praktisch enkel nog poederkoolinstallaties gebruikt. De steenkool wordt zeer fijn gemalen en samen met de verbrandingslucht in de ketel geblazen. Deze werkwijze garandeert een bijna volledige verbranding. Een nadeel van deze werkwijze is het ontstaan van grote hoeveelheden vlieggas.

2.1.2.2. Stookolie

De zware stookolie die in elektrische centrales wordt verbruikt is afkomstig van de residu's, die ontstaan bij de distillatie en cracking van ruwe petroleum. Deze stookolie bevat doorgaans veel zwavel (van 2,5 tot 3%) zodat deze brandstof vanuit milieustandpunt weinig interessant is. Er bestaan echter ook zware fuels met een lager zwavelgehalte (< 1%).

2.1.2.3. Aardgas

Aardgas vormt veruit de duurste brandstof en wordt daarom zo weinig mogelijk gebruikt. Aardgas heeft echter



twee voordelen : de verbrandingsinstallatie is eenvoudig en de rookgassen zijn bijna volledig zuiver.

2.1.2.4. Hoogovengas

Hoogovengas is een afvalgas dat ontstaat bij de staalproductie. Het is gemiddeld samengesteld uit 20% koolstofmonoxide; de rest zijn onbrandbare producten zoals koolstofdioxide en stikstof. Dit gas, uiteraard arm aan kaloriën, moet samen verstoekt worden met calorierijke brandstoffen zoals kolen, olie en aardgas. Als fataalgas is hoogovengas relatief goedkoop.

Het gebruik van dit gas in elektrische centrales heeft milieu-technische voordelen door het grote rookgasvolume. Een directe lozing van hoogovengas is ontoelaatbaar wegens de toxiciteit van koolstofmonoxide,

Vele verbrandingsketels zijn uitgerust om meer dan één soort brandstof te verstoken, hetgeen de elektriciteitsvoorziening in diverse omstandigheden beveiligt.

Wegens het prijsverschil op de wereldmarkt tussen fuel en aardgas enerzijds en steenkool anderzijds, is de huidige tendens centrales op fuel en/of aardgas om te bouwen op steenkool. De kostprijs van fuel is ongeveer het dubbele van steenkool.

2.1.3. Distributie elektriciteit

De koppeling tussen de verschillende centrales en de hoogspanningsposten gebeurt via het hoogspanningsnet. Dit hoogspanningsnet brengt de elektrische energie naar de verbruikers. In figuur 2.1-2 vindt men het schema van de hoogspanningslijnen.

2.1.4. Basislast - pieklast

Het verbruik van elektrische energie is uiteraard niet konstant in de tijd. Bovendien is het opstapelen van elektrische energie op grote schaal onmogelijk.

De dagschommeling kent een typisch verloop zoals aangegeven in figuur 2.1-3.

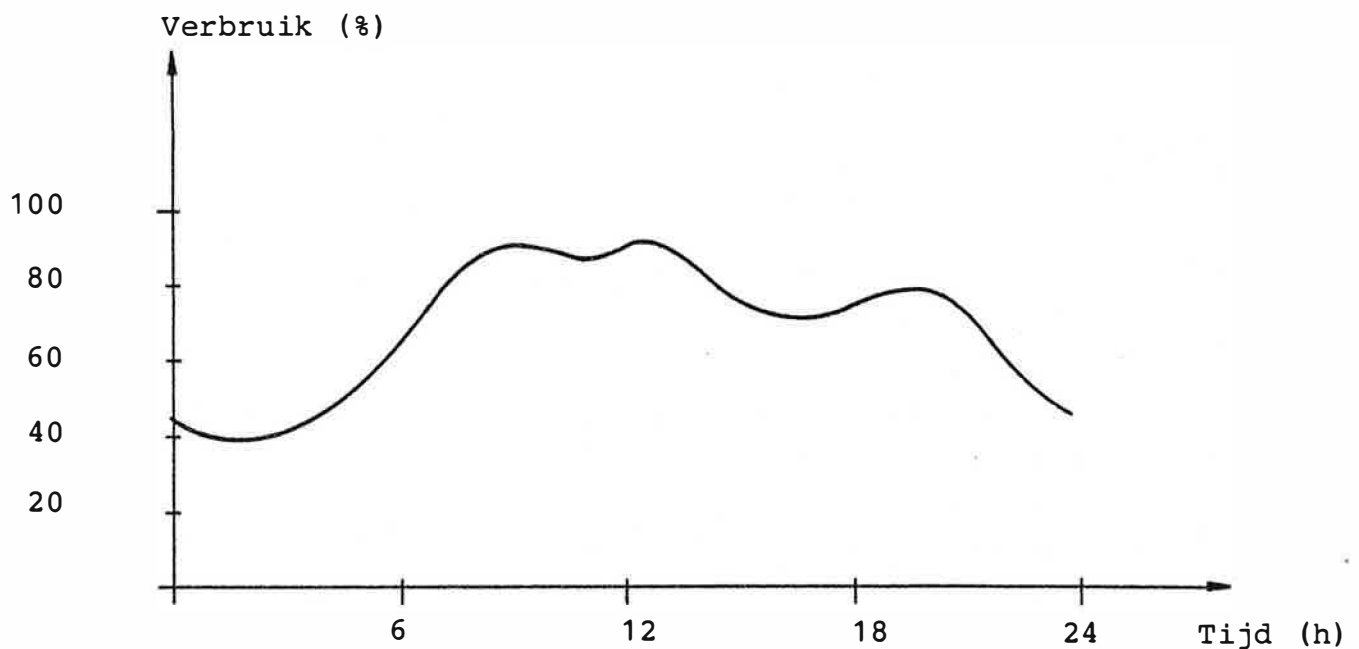
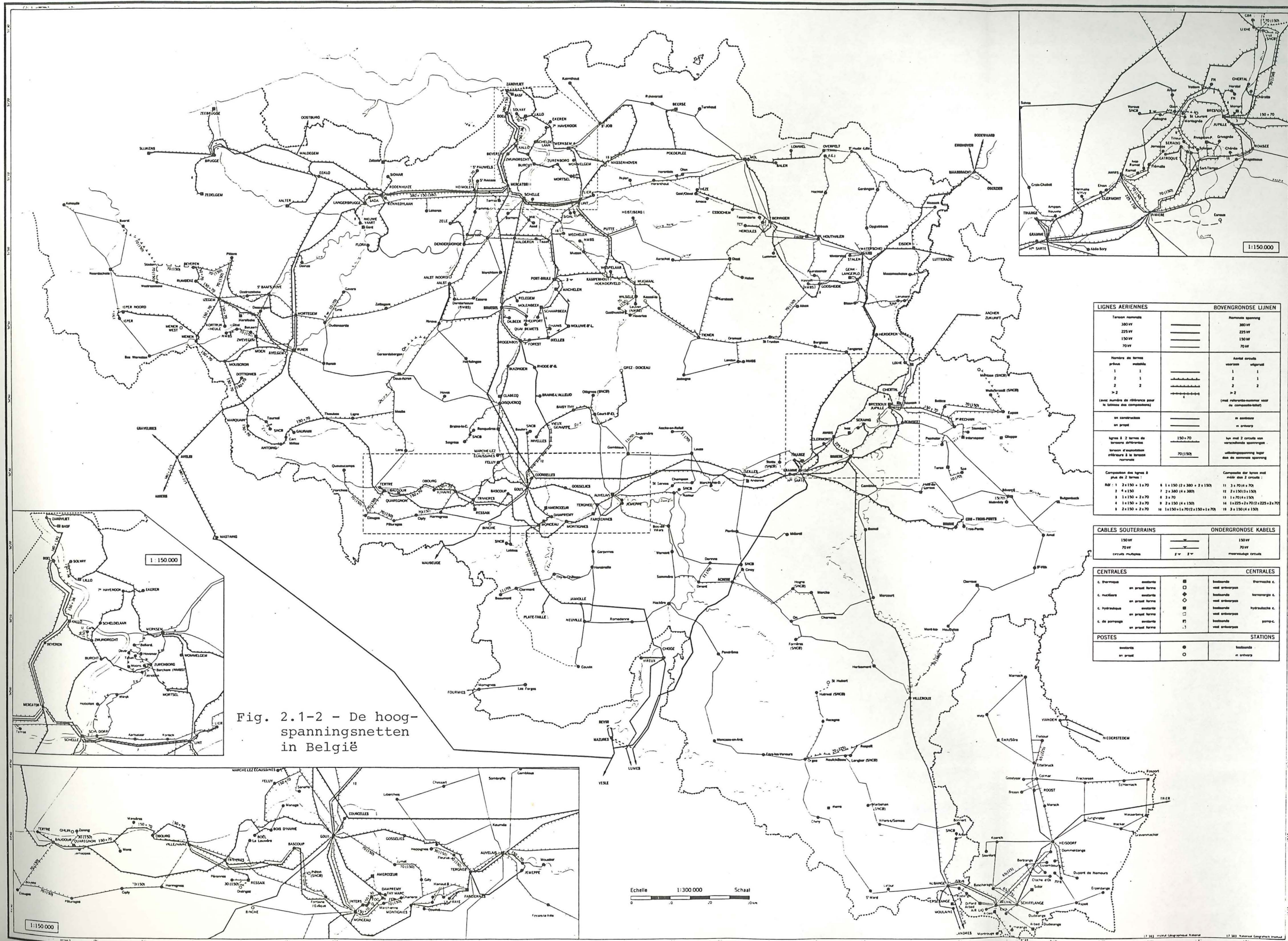


Fig. 2.1-3 - Een typische dagschommeling van het elektriciteitsverbruik

l niet
rische

aan-

Tijd (h)



Het verbruik ligt in de weekends lager dan gedurende de week. Er treedt tevens een schommeling op ten gevolge van de seizoenen. Normaal komt het maximum gedurende de derde week van december, terwijl het verbruik minimaal is in de laatste week van juli.

Op ieder ogenblik moet de produktie gelijk zijn aan het verbruik; de dagschommelingen kunnen wel enigszins afgevlakt worden door het inschakelen van pompcentrales. België heeft slechts twee pompcentrales: Coo-Trois-Ponts en Plate-Taille (144 MW). De pompcentrale (1095) te Coo-Trois-Ponts kan gezien worden als een grote elektrische energie-akku. Met het overschot aan goedkope elektriciteit van de kerncentrales (in de stille uren) wordt het water in stuwmereen gepompt, zodat nadien bij grote vraag, via waterturbine-alternatoren, de elektriciteit terug aan het net geleverd kan worden (het omzettingsrendement is ca. 70%).

De energieproduktie van elke centrale moet dus aan de omstandigheden aangepast worden. Dit gebeurt uiteraard op de meest economische wijze. De kostprijs van een geproduceerde kilowattuur heeft drie grote componenten :

- investering en afschrijving
- onderhoud- en exploitatiekosten
- brandstofkosten

De kosten van investering en de ermee gepaard gaande afschrijvingen zijn onafhankelijk van de geproduceerde hoeveelheid energie. Het onderhoud en de exploitatie zijn weinig gevoelig aan de geproduceerde hoeveelheid energie. De brandstofkosten daarentegen zijn direkt proportioneel met de geproduceerde hoeveelheid elektrische energie.

Bij het bouwen van een centrale zoekt men dus een

evenwicht tussen de globale investering en de brandstofkost, om bij relatief veranderlijke gebruiksduur nog economisch te kunnen werken.

Het is duidelijk dat bij een gegeven park van centrales deze eenheden gaan werken met een minimum aan produktiekosten. Een produktie-eenheid met een lage brandstofkost wordt normaal in bedrijf gehouden (basislast), terwijl een groep met een zeer hoge brandstofkost zelden zal draaien (pieklast).

De vraag die zich stelt is hoe de verschillende centrales in bedrijf genomen worden. De gevraagde energie in het net is P op het ogenblik t . Op een tijdstip $t + \Delta t$ vraagt het net een energie $P + \Delta P$. Het is vanzelfsprekend dat de toename aan energie ΔP met een minimum aan kosten wordt gedekt door deze groep die op dat ogenblik de laagste marginale kost heeft. Bij een energiedaling gebeurt het omgekeerde.

Het is dus de marginale kost die zal bepalen welke centrales er op een bepaald ogenblik in dienst zijn. De meest bepalende faktor voor de marginale kost is de brandstofprijs. Op basis hiervan kan men een klassement opstellen van centrales die bij voorkeur zullen gebruikt worden :

- centrales met een overmijdelijke produktie; voorbeelden hiervan zijn getijdencentrales en riviercentrales. De brandstofkost is uiteraard nul. In België zijn er geen centrales van dit type.
- kerncentrales
- hydraulische centrales met stuwmeer. De brandstofkost is in principe nul, doch hier treedt het verschijnsel van de substitutie op. Aangezien men het water kan opsparen en de capaciteit van de hydraulische centrales beperkt is, zal men

zoveel mogelijk de duurdere brandstoffen (stookolie en gas) vervangen door hydraulische energie. Dit verklaart de plaats van hydraulische centrales na kerncentrales.

- termische centrales met kolen.
- termische centrales met gas- en stookolie.

2.1.5. Optredende massastromen

In deze paragraaf wordt de grootte-orde van de optredende massastromen besproken. Als referentie werd een centrale met een termisch vermogen van 1 GJ.s^{-1} gekozen. Dit stemt overeen met een elektrisch vermogen van 370 MW en een globaal rendement van 37%.

Uit het termisch vermogen P_{th} en het globaal rendement leidt men het nodige brandstofdebiet (in kg.s^{-1}) af :

$$m_B = \frac{1000 \times P_{th}}{\Delta h_u}$$

met Δh_u de stookwaarde van de brandstof (MJ.kg^{-1}).

De stookwaarde van een brandstof is sterk afhankelijk van haar samenstelling. In eerste benadering kan men echter de richtwaarden vermeld in tabel 2.1-1 gebruiken.

Tabel 2.1-1 - Kenmerkende stookwaarden

Brandstof	Richtwaarden Δh_u
steenkool	24,5 MJ.kg ⁻¹
zware stookolie	40,2 MJ.kg ⁻¹
aardgas	31,8 MJ.Nm ⁻³

Hiermee vinden we de nodige brandstofdebieten, waarbij wordt verondersteld dat de verbranding volledig is (tab. 2.1-2)

Tabel 2.1-2 - Brandstofdebieten

Brandstof	m_B
steenkool	40,8 kg.s ⁻¹
zware stookolie	24,8 kg.s ⁻¹
aardgas	31,4 Nm ³ .s ⁻¹

Om het luchtverbruik te begroten gaan we uit van de formules van ROSIN en FEHLING. Deze formules geven het nodige luchtdebiet (L_n) en het rookgasdebiet (V_n) als functie van de aard van de brandstof en de stookwaarde, bij een neutrale verbranding : dit is een verbranding waarbij enkel het nodige luchtvolume wordt toegevoegd. Men vindt dan de waarden gegeven in tabel 2.1-3.

Tabel 2.1-3 - Teoretisch luchtverbruik en rookgasdebiet

Brandstof	L_n	V_n
steenkool	6,4 Nm ³ .kg ⁻¹	6,9 Nm ³ .kg ⁻¹
stookolie	10,1 Nm ³ .kg ⁻¹	10,6 Nm ³ .kg ⁻¹
aardgas	8,0 Nm ³ .Nm ⁻³	8,9 Nm ³ .Nm ⁻³

Deze waarden moeten worden gecorrigeerd. De toegevoegde lucht bevat steeds waterdamp, die niet aan de verbranding deelneemt, maar wel het massadebiet verhoogt. De invloed van de luchtvochtigheid is beperkt. De toename van het lucht- en rookgasdebiet bedraagt slechts enkele procenten.

Er wordt steeds iets meer lucht toegevoegd dan de theoretische hoeveelheid. Dit is nodig om een volledige verbranding mogelijk te maken. De menging tussen de brandstof en de lucht is niet volmaakt en dit effect moet men compenseren door een zekere luchtovermaat. De definitie van de luchtfactor k van een verbrandingsinstallatie is dan :

$$k = \frac{\text{werkelijk toegevoerd luchtdebiet}}{\text{teoretisch luchtdebiet}} = \frac{L}{L_n}$$

De aanbevolen waarden voor de luchtfactor zijn gegeven in tabel 2.1-4.

Tabel 2.1-4 - Waarden voor de luchtfactor

Brandstof	Aanbevolen waarde	Gebruikte waarde bij berekening
Poederkool	1,1 ... 1,3	1,2
Stookolie	1,02 ... 1,2	1,2
Aardgas	1,05 ... 1,1	1,07

Bij stookolie werd de maximumwaarde gebruikt omdat in elektrische centrales steeds zware stookolie wordt aangewend.

Er wordt in veel gevallen ook gebruik gemaakt van het begrip zuurstofovermaat ($O_2\%$) in de rookgassen. Het verband tussen luchtfactor en zuurstofovermaat wordt gegeven door

$$O_2\% = \frac{21 \times (k-1) \times L_n}{V}$$

met V het werkelijke rookgasvolume. De gebruikte luchtfactoren komen overeen met een zuurstofovermaat van 3,3% voor steenkool en stookolie, en met 1,2% voor aardgas. De werkelijke waarden van het luchtdebiet en het rookgasdebiet zijn gegeven in tabel 2.1-5.

Tabel 2.1-5 - Werkelijk luchtverbruik en rookgasdebiet

Brandstof	$L = k \cdot L_n$	$V = V_n + (k-1)L_n$
Steenkool	$7,7 \text{ Nm}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$	$8,2 \text{ Nm}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$
Olie	$12,1 \text{ Nm}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$	$12,6 \text{ Nm}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$
Aardgas	$8,6 \text{ Nm}^3 \cdot \text{Nm}^{-3}$	$9,5 \text{ Nm}^3 \cdot \text{Nm}^{-3}$

Indien we nu rekening houden met het brandstofverbruik bij $1 \text{ GJ} \cdot \text{s}^{-1}$, vinden we de waarden opgenomen in tabel 2.1-6.

Tabel 2.1-6 - Totaal lucht- en rookgasdebiet

Brandstof	Luchtverbruik ($\text{Nm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	Rookgasvolume ($\text{Nm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
Steenkool	313	334
Stookolie	301	313
Aardgas	269	297

We vinden voor de drie klassieke brandstoffen waarden van dezelfde grootte-orde. De waarden van aardgas zijn iets lager dan deze voor steenkool en stookolie. Aardgas komt echter nauwelijks in aanmerking voor elektriciteitsproductie wegens de hoge kostprijs.

Voor steenkool moeten we nog rekening houden met een

belangrijke hoeveelheid assen. Het asgehalte van de meeste kolen ligt rond 18%. Het massadebiet aan assen is bijgevolg ongeveer $5,5 \text{ kg.s}^{-1}$, waarvan het grootste deel als vlieggas vrijkomt wanneer poederkolen worden gebruikt.

Ongeveer de helft van de geproduceerde warmte ($0,5 \text{ GJ.s}^{-1}$) moet afgevoerd worden via de sekundaire koelkring naar het koelwater of naar de lucht bij gebruik van een koeltoren.

2.2. Problematiek

2.2.1. Luchtverontreiniging

De produktie van elektriciteit door verbranding van fossiele brandstoffen gaat gepaard met verschillende vormen van luchtverontreiniging. Hierbij wordt onder luchtverontreiniging verstaan "het door menselijk toedoen rechtstreeks of onrechtstreeks in de atmosfeer brengen van stoffen of energie met een zodanige schadelijke werking dat de gezondheid van de mens in gevaar wordt gebracht, biologische hulpbronnen, ecosystemen en goederen worden geschaad, afbreuk wordt gedaan aan de leefbaarheid van het milieu en ander rechtmatig gebruik van het milieu belemmering ondervindt (EEG, 1984).

Gasvormige emissies in de atmosfeer gebeuren vooral via de daartoe opgetrokken schoorsteen en kunnen dus relatief gemakkelijk gemeten worden. Stofvormige lozingen gebeuren echter eveneens via allerlei moeilijker te controleren diffuse bronnen, die in verband staan met het transport en de voorbehandeling van de brandstof en met de verwijdering van de reststoffen. Om de immissie van verontreinigende en hinderende stoffen te verminderen, werden dan ook een aantal wetten en richtlijnen betreffende klassieke termische elek-

trische centrales uitgevaardigd door de nationale overheid en door de EEG-instanties.

2.2.1.1. Gasemissies

De rookgassen bestaan hoofdzakelijk uit stikstof (ca. 74%), overmaat zuurstof (ca. 5%), waterdamp (ca. 7%), koolstofdioxide (ca. 12,5%) en argon (0,9%). Waterdamp wordt niet beschouwd als een luchtkontaminant. De impact is enkel visueel omwille van de zichtbare pluim die de omgeving een industrieel karakter geeft. Koolstofdioxide is een essentiële komponent van de lucht en neemt deel aan de biologische cyclus, zodat het gehalte in de atmosfeer konstant blijft. De verbranding van fossiele brandstoffen door de mens heeft echter tijdens de jongste eeuw geleid tot een stijging van ca. 285 ppm tot 350 ppm (thans ongeveer 0,8 ppm per jaar). Een verdere stijging zou volgens bepaalde voorspellingen leiden tot een toename van de gemiddelde temperatuur, al wijzen de waarnemingen van de jongste decennia eerder op een daling in het noordelijk halfrond. Belangrijke gasvormige verontreinigingen in de rookgassen zijn afkomstig van een min of meer volledige oxidatie van onzuiverheden of hoofdbestanddelen van de brandstof.

De belangrijkste kontaminant is zwaveldioxide (SO_2) dat ontstaat uit het aanwezige zwavel dat voor meer dan 97% geoxideerd wordt tot SO_2 en voor maximaal 3% tot zwaveltrioxide (SO_3). Hoogstens 5% van deze zwaveloxiden (SO_x) wordt gevangen in de vliegassdeeltjes, terwijl de resterende fraktie als dusdanig geloosd wordt indien geen rookgasontzwaveling toegepast wordt. De zwavelgehalten van de fossiele brandstoffen variëren van 0,03% voor aardgas tot meer dan 5% voor sommige zwaardere frakties van de petroleum.

De meest voor de hand liggende milieusanerings-

maatregel is dus de beperking van het zwavelgehalte van de brandstof. Ondanks een aantal dergelijke maatregelen door de overheid, droegen de termische elektrische centrales in 1982 nog voor 47% bij tot de totale SO_x -emissies in de Vlaamse Regio (Emissieinventaris, 1982). Voornamelijk door de inschakeling van nucleaire centrales is deze relatieve bijdrage reeds sterk gereduceerd. Men voorziet een verdere reductie tijdens de eerst volgende jaren zodat het doel van de konventie van Genève (vermindering van de totale SO_x -lozing met 30% tegen 1993) en de EEG-richtlijn (vermindering van de SO_x -lozing door stookinstallaties met termisch vermogen groter dan 50 MW met 60% tegen 1995) mogelijk kunnen gehaald worden. Ook de omschakeling van stookolie met een zwavelgehalte van ca. 2% naar steenkool met een zwavelgehalte van ca. 1% zal daartoe bijdragen.

Eén der belangrijkste milieueffekten van de SO_x -lozingen is ongetwijfeld de groeiende zure neerslag ("zure regen") in Europa. De zwavelafzetting draagt voor na genoeg de helft bij tot zowel de natte zure neerslag (ongeveer één derde van de totale zure neerslag) als tot de droge zure afzetting. Omdat ongeveer 85% van de emissies door hoge bronnen via de atmosfeer naar het buitenland wordt getransporteerd, dragen deze hoge bronnen slechts voor ongeveer 25% bij tot de droge zwavelneerslag in Vlaanderen.

Stikstofoxiden (NO_x) ontstaan bij de verbranding van fossiele brandstoffen enerzijds door oxidatie van de in de brandstof aanwezige stikstofverbindingen (0 tot 2% stikstof) en anderzijds door oxidatie van luchtstikstof. De vorming van NO_x wordt bevorderd door een grotere luchtvermaat, een hogere temperatuur en een langere verblijftijd in de hogere temperatuurszone. Bestrijding kan gebeuren door een aangepaste geometrie van de ketel, een speciale konstruktie van de brander ("low NO_x -brander"),

eventueel gedeeltelijk rookgasrecirculatie en een tragere afkoeling van de gassen. Bij de verbranding ontstaat voornamelijk stikstofmonoxide (NO) en slechts ongeveer 5% stikstofdioxide (NO₂). Het NO zet zich in de atmosfeer traag (één uur tot één dag) om in NO₂. De totale massa aan NO_x wordt meestal berekend als NO₂. Het gehalte aan NO_x in de rookgassen van elektrische centrales varieert van 450 tot 2000 mg.Nm⁻³. Uit emissieinventarisatie blijkt dat de verbranding van fossiele brandstoffen voor elektriciteitsproductie in 1982 slechts voor ongeveer 25% bijdroeg tot de emissies in Vlaanderen (Emissieinventaris, 1982). De belangrijkste bron is het verkeer. Vooral de immissie in de steden wordt in sterke mate bepaald door deze laatste bronnen op lage hoogte zodat de verspreiding zeer beperkt is.

In de atmosfeer kunnen de NO_x bij hoge buiten-temperatuur en zomerse weersomstandigheden aanleiding geven tot fotochemische mist. Het mechanisme is echter zeer complex en vereist onder meer de aanwezigheid van koolwaterstoffen en deeltjes in de lucht. Tevens geven ze aanleiding tot een bruinkleuring van verontreinigde lucht. Onderzoek van natte en droge zure neerslag wijst uit dat door de oxidatie ontstane nitraten voor meer dan een vierde bijdragen tot de zure afzetting.

Onvolledige verbranding van de brandstoffen leidt in de eerste plaats tot de vorming van koolstofmonoxide (CO). Vermits de vorming van CO een verlies aan calorische waarde vertegenwoordigt, wordt de vorming ervan tot een minimum beperkt. Slechts bij afwezigheid van zuurstofovermaat, zoals in de ontploffingsmotor (tot 40.000 mg.Nm⁻³ in de uitlaatgassen van benzinevoertuigen) is de vorming belangrijk. Bij elektriciteitsproductie wordt echter steeds met een lichte lucht-overmaat gewerkt; zodat de concentratie in de rookgassen beperkt blijft tot 20 à 30 mg.Nm⁻³. De impact ervan op de immissie is dan ook klein. Ongeveer dezelfde bemerkingen kunnen gemaakt

worden voor gasvormige koolwaterstoffen (KWS). Ook deze worden dankzij de hoge temperatuur, de langere verblijftijd en de brandstof/lucht-verhouding nagenoeg volledig verbrand zodat de concentraties in de rookgassen meestal 50 mg.Nm^{-3} niet overschrijden en de bijdrage tot de omgevingsluchtkoncentraties klein is.

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) worden meestal afzonderlijk beschouwd omdat ze carcinogene componenten bevatten. Ze ontstaan voornamelijk wanneer de verhouding brandstof/lucht niet goed kan geregeld worden, zoals bij huisverwarming en afvalverbranding met roosterbranders. De gehalten in rookgassen van een efficiënt gestookte elektrische centrale zijn echter lager dan $0,05 \text{ mg.Nm}^{-3}$.

Indien de brandstoffen halogenen bevatten, worden ook chloriden (Cl^-), fluoriden (F^-) en bromiden (Br^-) in grote mate gasvormig geëmitteerd. Naargelang van het asgehalte worden ze in min of meerdere mate tegengehouden met de vlieg-as; toch worden ze grotendeels als de overeenkomstige zuren geloosd met de gassen. Vooral aan F^- wordt in Vlaanderen belang gehecht, gezien recente schadegevallen aan planten en dieren in de omgeving van kunstmeststofbedrijven, steenbakkerijen en emailfabrieken. Tenslotte kunnen ook enkele zware metalen zoals kwik (Hg) en seleen (Se) gasvormig geëmitteerd worden. Algemeen kan aangenomen worden dat het in de brandstof aanwezige Hg nagenoeg kwantitatief geloosd wordt. De kwikgehalten van fossiele brandstof zijn meestal niet hoger dan 1,5 ppm. Seleen komt meer voor in steenkool (0,5 tot 3 ppm) maar wordt voor minder dan een vierde gasvormig geloosd.

Diffuse gasemissies zijn enkel te verwachten door vervluchtiging van teerachtige vluchtige componenten die een zekere reukhinder kunnen veroorzaken.

2.2.1.2. Stofemissies

De belangrijkste luchtverontreiniging veroorzaakt door de verbranding van vloeibare brandstoffen en vooral van steenkool vormt de emissie van deeltjes of stof. Deze wordt dus steeds bestreden met ontstoffers, hetzij door natte gaswassing, doekenfilters of meer recent, elektrostatische vliegassvangers. Terwijl de stofemissies bij vloeibare brandstoffen vooral bestaan uit roet, dat een hoog vanadiumgehalte heeft en dat ontstaat door onvolledige verbranding en door condensatie van hoog kokende organische componenten, wordt bij steenkoolverbranding voornamelijk vliegass geloosd. De hoeveelheid vliegass is in hoge mate afhankelijk van het asgehalte en bevat belangrijke concentraties aan zware metalen.

De as van de steenkool bestaat in grote mate uit korstgesteenten met uiteenlopende mineralogische samenstelling, zodat ze hoofdzakelijk silicium (Si), aluminium (Al), ijzer (Fe), calcium (Ca), magnesium (Mg), barium (Ba), natrium (Na), kalium (K), titaan (Ti) en andere oxofiele elementen bevat. Daarnaast zijn er in de kolen ook sulfidedeeltjes, zoals pyriet, aanwezig. Deze deeltjes bevatten naast zwavel (S) en ijzer (Fe) ook een aantal sulfofiele elementen zoals mangaan (Mn), arseen (As), antimoon (Sb), seleen (Se), lood (Pb), kwik (Hg), koper (Cu), nikkel (Ni), zink (Zn) en molybdeen (Mo). Tenslotte zijn er een aantal spoorelementen verdeeld over de koolmatrix.

Door aangepaste technieken kan het gehalte aan as en pyriet verminderd worden bij de konditionering van de steenkool. Het resterende asgehalte van steenkool gebruikt voor elektriciteitsproduktie is echter meestal hoog (10 tot 25%). Bij de verbranding worden deze minerale bestanddelen gedeeltelijk gesmolten, omgezet tot oxiden en sommige componenten vervluchtigen zelfs, waarna ze in koudere zones

kondenseren op het oppervlak van kleine deeltjes. Wanneer de gesmolten bestanddelen samenkitten tot deeltjes die groter zijn dan $100\text{ }\mu\text{m}$ vallen ze meestal naar de bodem van de ketel, waar ze verzameld worden als bodemas, of zetten ze zich op de ketelwanden als slak (cf. § 2.2.2.). De kleinere deeltjes daarentegen worden meegevoerd met de rookgassen. Dikwijls zijn ze glasachtig, sferisch en hol zodat ze een lage soortelijke massa hebben. Deze vliegias bestaat hoofdzakelijk uit een oxide- of een silikaatmassa, waarop veelal sulfofiele elementen gekondenseerd zijn. In het totaal is de vliegias dan ook sterk aangerijkt met zware metalen ten opzichte van de aardkorst. Typische samenstellingen ervan worden verder gegeven. Vermits de zware metalen zich aan het oppervlak bevinden, wordt het uitlogen ervan in het milieu bevorderd. Typisch rekent men dat slechts 10 tot 15% als bodemas en slak wordt verzameld. De vliegias moet dus zo efficiënt mogelijk gekollekteerd worden. Terwijl de efficiëntie van elektrostatische vliegiasvangers voor vliegias afkomstig van oliestook slechts ca. 90% bedraagt, kan de efficiëntie voor vliegias afkomstig van steenkool 96 tot 99,7% bedragen. De geëmitteerde vliegias heeft een aërodynamische diameter die kan variëren van $10\text{ }\mu\text{m}$ tot kleiner dan $0,1\text{ }\mu\text{m}$. Deeltjes kleiner dan $2\text{ }\mu\text{m}$ hebben een grote levensduur in de lucht (2 tot 10 dagen) en kunnen dus gezien de hoge schouwen zeer ver verspreid worden. Vooral deze kleine deeltjes kunnen moeilijk gevangen worden door de ontstoffers en zijn aangerijkt met zware metalen.

De emissieinventaris voor de Vlaamse Regio berekent dat in 1982 de bijdrage van de elektriciteitsproductie met fossiele brandstoffen tot de totale primaire antropogene stofemissie via schoorstenen en uitlaatpijpen ongeveer 35% zou bedragen. De effecten van stof in de atmosfeer zijn velerlei. Naast het visuele aspect, zoals de reductie van de zichtbaarheid en de bevuiling van oppervlak-

ken, vormen de stofdeeltjes ook een essentiële parameter in de atmosferische chemische reacties die onder meer leiden tot fotochemische mist en zure neerslag. Korrosieverschijnselen worden in de hand gewerkt door afzetting van stof; inhalatie door de mens is vooral van belang voor deeltjes met een aërodynamische diameter kleiner dan 5 μm . Tenslotte vormen ze wolkenkondensatiekernen en hebben op deze wijze een invloed op het klimaat.

2.2.1.3. Diffuse stofemissies

Niet alleen via de schoorsteen worden stofdeeltjes geloosd maar ook bij allerlei bewerkingen van vaste materialen wordt op diffuse en moeilijk controleerbare wijze stof opgenomen in de atmosfeer. Het is duidelijk dat de afmetingen en de soortelijke massa van de afzonderlijke partikels waaruit de vaste materie bestaat een belangrijke parameter zijn. Deze vorm van luchtverontreiniging is dan ook vooral van belang bij steenkoolgebruik en in veel mindere mate bij vloeibare of gasvormige brandstoffen, waarbij slechts de verhandeling van de bodemas en de vlieggas tot diffuse emissies kan aanleiding geven. Verder spelen ook het vochtgehalte en de windsnelheid een grote rol.

De voornaamste handelingen die tot diffuse stofemissies leiden zijn :

1. Enkel voor vaste brandstoffen :

- Het aanvoeren van de brandstof
- Het opslaan van de brandstof
- De voorbehandeling van de brandstof
- De winderosie van de opslaghoopen
- De lading en de ventilatie van de bunkers
- Het verkeer en de winderosie van het kolenpark

2. Zowel voor vloeibare als voor vaste brandstoffen:

- Het ontladen en opslaan van reststoffen
- De ventilatie van de vlieggasbunkers

- Het transport van de reststoffen.

Een realistische schatting van de diffuse stofvormige emissies is bijzonder moeilijk. De emissies variëren trouwens sterk met de meteorologische parameters en diskontinue handelingen rond de centrale.

2.2.1.4. Wetgeving en normen

2.2.1.4.1. Algemeen

De overheid beschikt over verschillende middelen om de impact van de lozingen door een stookinstallatie op de luchtkwaliteit te beperken. Het meest rechtstreeks kan ingegrepen worden door emissienormen : dit zijn maximale gehalten of hoeveelheden die mogen geloosd worden, te formuleren voor stookinstallaties van een bepaald type en met een bepaalde brandstofsoort. Om de verspreiding te verhinderen en dus de verdunning van de geloosde kontaminanten te verzekeren, kan ook een minimum schouwhoogte opgelegd worden. Deze laatste verplichting, die vooral in de periode 1970-1980 opgang maakte, leidt natuurlijk slechts tot een verplaatsing van het probleem. Ten gevolge van de berichten omtrent zure neerslag en woudsterfte wordt meer en meer kritisch gekeken naar deze benadering. Onrechtstreeks kan men beperkingen opleggen door het formuleren van immissienormen, dit zijn maximaal toelaatbare concentraties aan kontaminanten in de omgevingslucht ter hoogte van het maaiveld.

Het opleggen van nationale immissie- en emissienormen behoort tot de bevoegdheid van de nationale overheid. Hinderlijke inrichtingen van klasse I zijn volgens de ARAB echter verplicht een uitbatingsvergunning aan te vragen bij de bestendige deputatie van de provincie. In die vergunning kunnen naast de bestaande algemene normen, extra-verplichtingen en specifieke exploitatievergunningen opge-

legd worden. Vermits de luchtverontreiniging een geregionaliseerde materie is zijn de bevoegdheden voor advies en controle betreffende de exploitatievergunningen overgeheveld naar de gewestregeringen. Dit is ook het geval voor de controle op de luchtverontreiniging. Deze bevoegdheden en taken worden uitgeoefend door de Administratie voor Ruimtelijke Ordening en Leefmilieu (AROL)

In navolging van de EEG-richtlijn betreffende de milieueffektbeoordeling (EEG, 1985) is op 28.06.1985 echter het "Decreet betreffende de Milieuvergunning" door de Vlaamse Executieve uitgevaardigd. In deze milieuvergunning worden de vroegere bouw-, uitbatings- en lozingsvergunning samengesmolten. Het decreet wordt echter slechts van kracht wanneer ook de uitvoeringsbesluiten uitgevaardigd zijn.

2.2.1.4.2. Emissienormen

Restrikties op de emissies van een kontaminant kunnen op verschillende wijzen geformuleerd worden :

- Hoeveelheid kontaminant geëmitteerd per tijdseenheid (b.v. $\text{kg SO}_x \cdot \text{h}^{-1}$).
- Hoeveelheid kontaminant geëmitteerd per hoeveelheid verbruikte brandstof (bv. $\text{mg SO}_x \cdot \text{mg}^{-1}$) of per hoeveelheid verbruikte brandstofequivalent (bv. $\text{ng SO}_x \cdot \text{J}^{-1}$).
- Hoeveelheid kontaminant per volume rookgas (bv. $\text{mg SO}_x \cdot \text{Nm}^{-3}$). In dit geval wordt het volume rookgas beschouwd bij 0°C en 101,3 kPa, meestal gekorrigeerd voor het vochtgehalte en teruggebracht tot een bepaald gehalte aan zuurstof of koolstofdioxide.
- Samenstelling van de brandstof (bv. % S).
- Minimale schoorsteenhoogte voor de verspreiding van de gassen.

In een wet- of richtlijn betreffende de beperking

van de emissies of in een individuele exploitatievergunning worden meestal ook maatregelen voorgeschreven voor de meting en de controle van de emissies en worden ook de administratieve bevoegdheden vastgelegd. In dit overzicht wordt vooreerst een korte samenvatting gegeven van de Belgische wetgeving en vervolgens van de meest recente Europese richtlijnen en raadsbesluiten voor de EEG die direkt of indirekt een invloed hebben op de luchtverontreiniging door grote stookinstallaties voor elektriciteitsproduktie.

2.2.1.4.2.1. Belgische wetgeving

Op 28.12.1964 verscheen een kaderwet betreffende de bestrijding van de luchtverontreiniging waarbinnen konkrete maatregelen kunnen uitgevaardigd worden.

De Koninklijke besluiten van 26 .07.1971, 03.07.1972, 29.01.1974 en 06.01.1978 definiëren 5 zones voor speciale bescherming tegen luchtverontreiniging, waar geen laagwaardige brandstofsoorten mogen aangewend worden voor privaat en industrieel gebruik. Deze KB's hebben slechts een indirekt belang voor de elektrische centrales namelijk bij de berekening van de minimum schouwhoogte. Voor deze zones dienen lagere immissienormen aangewend in de formule.

Het Koninklijk Besluit van 08.08.1975 betreffende het voorkomen van luchtverontreiniging door zwaveloxiden en stofdeeltjes afkomstig van industriële verbrandingsinstallaties vormt de kern van de Belgische wetgeving voor grote stookinstallaties. Hierin wordt voor termische centrales onder meer bepaald :

- Bij volledig of gedeeltelijk gebruik van steenkool met een asgehalte van 20% of meer mag het stofgehalte in de rookgassen niet hoger zijn dan 500 mg.Nm^{-3} en bij gebruik van steenkool met minder dan 20% asgehalte ligt de maximale stofkoncentratie bij 350 mg.Nm^{-3} .

- Bij eenheden met een termisch vermogen van minstens 100 MW moet een opacimeter geplaatst zijn voor continue controle van de ontstoffingsinstallatie.
- Bij volledig of gedeeltelijk gebruik van vloeibare brandstof mag het SO_2 -gehalte van de rookgassen nooit meer dan 5 g.Nm^{-3} bedragen (waterdamp wordt verondersteld in dampvorm te blijven). Bij een zuurstofovermaat van 0,9% en een geschat vereist rookgasvolume van 11,85 Nm³kg⁻¹ brandstofmengsel betekent dit dat het zwavelgehalte van de brandstof niet meer mag bedragen dan 3,15%. Bij een geïnstalleerd vermogen van 200 MW of meer dient de exploitant van de centrale tevens een beperkt meetnet op te zetten voor de controle van de immissies. Wordt een glijdend 24-uursgemiddelde van $500 \mu\text{m.Nm}^{-3}$ overschreden dan dient overgeschakeld naar zwavelarme brandstof (1,25% S), zodat de SO_2 -concentratie in de rookgassen gereduceerd wordt tot 2 g.Nm^{-3} .
- De Bacharach-index van de rookgassen van een met vloeibare brandstof gestookte centrale mag buiten de periode waarin de ketels worden aangestoken niet meer dan 4 bedragen.
- Om een behoorlijke verspreiding van de rookgassen te waarborgen, geschieden de lozingen in de atmosfeer via een schoorsteen met minimale hoogte h_p .

$$h_p = \sqrt{\frac{340 \cdot q}{C_m}} \sqrt[3]{\frac{1}{R \cdot \Delta T}}$$

met :

- ΔT : temperatuursverschil ($^{\circ}\text{C}$) tussen rookgassen bij het verlaten van de schoorsteen en de omgevingstemperatuur;
- R : debiet van de verbrandingsgassen, zonder luchtoverschot, in $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ bij reële temperatuur ($11,85 \text{ Nm}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ voor een verbrandingswarmte van $41,3 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$;
- C_m : maximale bijdrage van de lozingen op de grond ($200 \mu\text{g.Nm}^{-3}$ buiten de zones, $100 \mu\text{g Nm}^{-3}$ in de zones voor speciale bescherming);

q : massastroom SO_2 bij nominaal vermogen (kg.h^{-1}).

In het Koninklijk Besluit van 25.09.1978 worden de benamingen en de kenmerken van zware minerale oliën, bestemd voor brandstof, aangepast (tab.2.2-1). Door achtereenvolgende Ministeriële besluiten van 17.10.1979, van 18.12.1980 en van 29.09.1983 werd de toepassing van dit besluit uitgesteld tot 30.09.1984.

Tabel 2.2-1- Maximaal toelaatbare zwavelgehalten

	Vóór aanpassing	Na aanpassing
Type A	1,0%	1,0%
Type B	2,6%	1,9%
Type C	3,0%	2,2%
Type D	3,5%	2,8%
Type E	5,0%	5,0%

2.2.1.4.2.2. Richtlijnen van de Raad van de Europese Gemeenschappen

Met als doelstelling de grensoverschrijdende verontreiniging te beperken, heeft de Raad van de Europese Gemeenschappen een aantal resoluties voor een actieprogramma goedgekeurd in 1973, 1977, 1981 en 1983 (EEG, 1973, 1977, 1981, 1983a). Meest concreet zijn echter de richtlijnen, bij de raad ingediend op 15.04.1983 (EEG, 1983b), betreffende de bestrijding van door industriële installaties veroorzaakte luchtverontreiniging, en die ingediend op 19.12.1983 (EEG, 1985) inzake beperking van de emissie van verontreinigende stoffen door grote stookinstallaties. Kort samengevat worden hierin volgende maatregelen voorgesteld :

- De lidstaten nemen de nodige maatregelen opdat voor de bouw, de exploitatie en de belangrijke wijziging van installaties die luchtverontreiniging kunnen veroorzaken een door de bevoegde autoriteiten af te leveren vergunning verplicht wordt gesteld.
- De lidstaten stellen voor 31.12.1986 programma's op voor de vermindering, vóór 31.12.1985, van de totale jaarlijkse emissies van grote stookinstallaties; met 60% voor SO_2 , 40% voor stof en 40% vóór NO_x ten opzichte van het referentiejaar 1980. Onder grote installaties worden verstaan alle stookinstallaties met een nominaal termisch vermogen, met inbegrip van de neveninstallaties, van 50 MW of meer, ongeacht het brandstoftype.
- Voor eenheden met een termisch vermogen groter dan 100 MW dient met ingang van 01.01.1985 iedere bouw- of bedrijfsvergunning en iedere vergunning voor een ingrijpende verbouwing van bedoelde stookinstallatie voorwaarden te bevatten met betrekking tot de naleving van de volgende voor SO_2 , stof en NO_x vastgestelde emissiegrenswaarden (tab. 2.2-2.)
Voor de vloeibare en gasvormige brandstoffen wordt uitgegaan van een zuurstofgehalte in de rookgassen van 3 volume %.

Tabel 2.2-2 - Emmissiegrenswaarden voor zwaveldioxide, stof en stikstofoxiden (uitgedrukt in mg.m^{-3} rookgassen, herleid tot genormaliseerde druk en temperatuur, verminderd met het waterdampgehalte)

Verontreiniging	Zwaveldioxide (1)		Stof	Stikstofoxiden (uitgedrukt in NO_2)	
	vanaf 1 januari	na 31 december		vanaf 1 januari	na 31 december
Brandstoftype					
Vast	over het algemeen ≤ 400 (≤ 2000 voor rooster- of poederkoolinstallaties met een nominaal termisch vermogen van minder dan 300 MW)	over het algemeen ≤ 250	≤ 50	over het algemeen ≤ 800 ($\leq 1\ 300$ voor poederkoolinstallaties met verwijdering van gesmolten as)	over het algemeen ≤ 400 (≤ 800 voor poederkoolinstallaties met verwijdering van gesmolten as)
Vloeibaar	over het algemeen ≤ 400 (≤ 1700 voor installaties met een nominaal termisch vermogen van minder dan 300 MW)	over het algemeen ≤ 250	≤ 50	≤ 450	≤ 220
Gasvormig	over het algemeen ≤ 35 (≤ 100 voor gas uit cokesfabrieken) (≤ 5 voor vloeibaar gemaakt gas)		over het algemeen ≤ 5 (≤ 10 voor hoogovengas) (≤ 100 voor industriegas uit de ijzer- en staal-industrie)	≤ 350	≤ 180

(1) De fraktie SO_3 in de rookgassen dient bijgeteld

Dit is voor de vaste brandstoffen 6 volume %.

- Voor de controle van deze maatregelen worden vanaf 01.01.1985 een aantal emissiemetingen op geregelde tijdstippen voorzien voor rekening van de exploitant. Resultaten van metingen, ijking en verwerking van de gegevens moeten door de bevoegde overheid worden gepubliceerd. Het daggemiddelde mag niet boven de voorgeschreven emissiewaarde liggen en 97% van de halfuursgemiddelden mag niet hoger dan 6/5 van de emissiegrenswaarde liggen. Geen enkel halfuursgemiddelde mag het dubbele ervan bedragen.
- Als nieuwe installatie wordt bedoeld elke stookinstallatie waarvoor de gedeeltelijke of volledige bouwvergunning dan wel, bij ontstentenis van een dergelijke procedure, een bedrijfsvergunning is verleend na 01.10.1985. Onder oude installatie wordt verstaan elke stookinstallatie waarvoor vóór 01.01.1985 een bouw- en/of bedrijfsvergunning is verleend of die voor dit tijdstip was ingericht. In Nederland interpreteert men de ombouw van stookolie naar steenkool onverbiddelijk als een nieuwe installatie, voor de SO₂-lozingen.
- De schoorsteenhoogte mag niet meer dan 200 m bedragen, tenzij er bij gebruik van brandstof met een hoog zwavelgehalte (moeilijkheden bij levering van zwavelarme brandstof) een probleem met de volksgezondheid zou zijn. Deze maatregel is merkwaardig. Hij vindt zijn oorsprong in de grote bekommernis voor de grensoverschrijdende verontreiniging.
- Het uitvallen van de rookgaszuiveringsinstallatie moet onmiddellijk gemeld worden en de duur mag maximaal 10 achtereenvolgende dagen bedragen.
- Jaarlijks dient een landelijke emissieinventaris opgesteld.

2.2.1.4.2.3. Duitse wetgeving

Vermits in België, door het ontbreken van normen, dikwijls verwezen wordt naar de zeer gedetailleerde Duitse normen, worden in dit overzicht ook enkele recente Duitse emissienormen gegeven voor steenkoolcentrales met een termisch

vermogen gelegen tussen 50 en 300 MW (tab. 2.2-3.)

Hierin wordt een duidelijk onderscheid gemaakt tussen nieuwe en bestaande installaties (vergunningsverlening voor het verschijnen van de verordening). Voor bestaande installaties met een voorziene levensduur van meer dan 10.000 uren wordt voor SO_2 een nieuwe norm ingevoerd. Tevens worden de concentraties in de rookgassen afhankelijk gesteld van het geïnstalleerde vermogen. Voor een termisch vermogen groter dan 300 MW mag het SO_x -gehalte bijvoorbeeld slechts 400 mg.Nm^{-3} bedragen en worden ook de toegelaten concentraties aan Cl^- en F^- gehalveerd.

2.2.1.4.2.4. Administratie voor Ruimtelijke Ordening en Leefmilieu (AROL)

Ondermeer op basis van bovengenoemde normen en richtlijnen worden door AROL voor de ombouw van stookolie naar steenkool de volgende maximaal toelaatbare gehalten gehanteerd.

SO_2 : 2000 mg.Nm^{-3}
 NO_x : 850 mg.Nm^{-3}
 Stof: 125 mg.Nm^{-3}

2.2.1.4.3. Immissienormen

Alhoewel immissienormen betrekking hebben op concentraties in omgevingslucht, die bepaald worden door de som van alle bronnen en door de meteorologische parameters, kunnen ze toch een invloed hebben op de maximale emissiewaarden.

Door de Raad van Europa werden in Directieve 80/779/EEC grenswaarden en richtwaarden geformuleerd voor SO_2 en gesuspendeerd stof. Deze werden door België overgenomen bij Koninklijk Besluit van 16.03.1983 en zijn samengevat in tabel 2.2-4.

Tabel 2.2-3 - Overzicht van Duitse emissienormen voorelektrische centrales. Emissies in mg. Nm^{-3}

	Nieuwe installaties	Bestaande installaties	Opmerkingen
SO_x (als SO_2)	2000	zoals exploitatievergunning	residuele levensduur < 10.000 uren residuele levensduur > 10.000 uren wervelbed
	400	2500	
NO_x (als NO_2)	1800	2000	poederkoolinstallaties met smeltasverwijdering
		1300	poederkoolinstallaties met droge bodemasverwijdering
	800	1000	andere systemen
Stof	50	125	
CO	250	250	
Cl^- (als HCl)	200	-	
F^- (als HF)	30	-	
Som zware metalen (als metaal)	10		voor andere vaste brandstoffen dan steenkool.

Tabel 2.2.4 - Belgische immisienormen

Referentie periode	Frekwentie	Grenswaarde van daggemiddelden ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	
		SO_x gemeten als SO_2	Gesusp.Stof (*)
1 jaar	50-percentiel	80 (indien stof > 40) 120 (indien stof $\leq$ 40)	80
1 jaar	98-percentiel**	250 (indien stof > 150) 350 (indien stof $\leq$ 150)	250
Winter (01.10 tot 31.03)	50-percentiel	130 (indien stof > 60) 180 (indien stof $\leq$ 60)	130

* Gemeten als zwarte rook volgens OESO-metode

** Niet te overschrijden gedurende 3 opeenvolgende dagen

Stof (gementen als zwarte rook) * $30 \mu\text{g.m}^{-3}$ (50-percentiel)
 $75 \mu\text{g.m}^{-3}$ (95-percentiel)
 $90 \mu\text{g.m}^{-3}$ (98-percentiel)

* Indikatief meerjarenprogramma voor de bestrijding van de luchtverontreiniging 1984-1988, Ministerie van huis - vesting, fysische planning en milieu (1983)

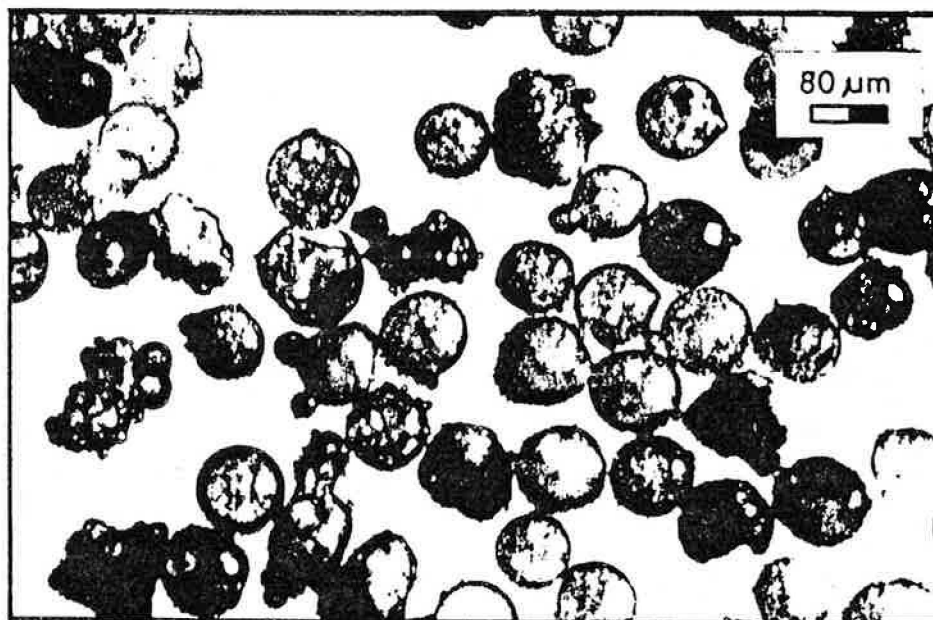
2.2.2. Vaste afval

2.2.2.1. Aard van de vlieg-as

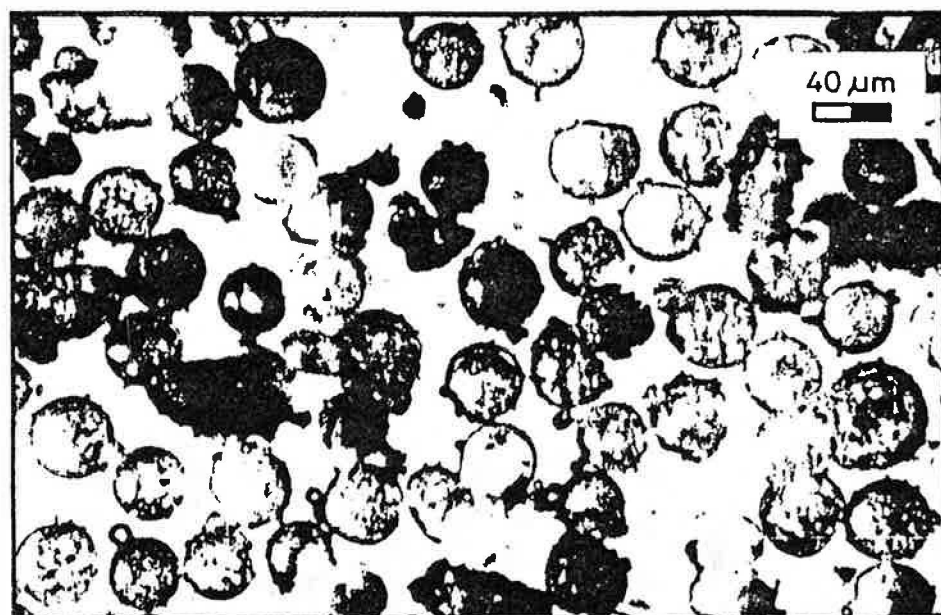
Elektrische centrales gestookt met steenkool produceren als bijproduct vlieg-as en bodemas. De hoeveelheid as is sterk afhankelijk van de kolensoort. Het totaal as-gehalte bedraagt meestal 18% doch kan oplopen tot 30%. Ongeveer 88% van de ontstane as bestaat uit vlieg-as en 12% uit bodemas. De vlieg-as wordt in de elektrofilters tegengehouden; de bodemas wordt onderaan de verbrandingsruimte opgevangen.

Vlieg-as is een poedervormig, fijnkorrelig mineraal product. De as is een siliciumdioxide- en aluminiumtrioxidehoudend materiaal dat arm is aan vrij of gebonden calciumoxide. Hoofdbestanddelen zijn Si, Al en Fe. Talrijke andere elementen komen echter voor.

Qua structuur zijn de vlieg-asdeeltjes amorf of sferisch (foto.2.2-1) (FISHER, 1978). Amorfe deeltjes bestaan hoofdzakelijk uit onverbrande steenkool en ontstaan bij een zeer korte verblijftijd van de brandstof in de vuurhaard. Ze zijn doorzichtig of ondoorzichtig, afhankelijk van het koolstof- en silikaatgehalte. Deeltjes met een sponsachtige structuur zijn gedurende een langere tijd in de vuurhaard aanwezig geweest maar bevatten nog steeds een niet te verwaarlozen hoeveelheid



fractie 75-90 µm



fractie 37-45 µm

Foto 2.2-1 - Mikroskopisch zicht van twee frakties van een vliegasmmonster (uit HUET et al., 1981)

onverbrand materiaal. De grootste deeltjes zijn hoekig van vorm, bestaan hoofdzakelijk uit roet en worden waarschijnlijk gevormd uit slakfragmenten die loskomen van de ketelwand. De grootste massa van de vliegase bestaat evenwel uit doorzichtige, sferische deeltjes met een diameter die doorgaans kleiner is dan 40 μm . Ze zijn hol, vol of gevuld met kleinere sferen. Andere hebben een kristallijne structuur. Tenslotte zijn er ook nog donkergekleurde sferen die voornamelijk ijzeroxide, ondermeer magnetiet, bevatten, eventueel samen met silikaten.

De chemische samenstelling van vliegase is sterk afhankelijk van de afmetingen van de deeltjes, te wijten aan de aanrijking van tal van elementen in de buitenste laag (dikte van 0,002 tot 0,02 μm). Tijdens de verbranding immers treedt atomisatie op van een aantal non-ferro metalen afkomstig van de steenkoolmatrix. Andere worden omgezet tot vluchtige verbindingen. Bij het afkoelen van de rookgassen worden minder vluchtige oxiden gevormd die kondenseren op de aanwezige vliegase deeltjes. Zeer vluchtige elementen zoals Hg en Se kondenseren daarentegen slechts bij het verlaten van de schoorsteen. Dit kan eveneens gepaard gaan met een absorptie van SO_3 en een aantal organische verbindingen, zoals de poly-aromatische koolwaterstoffen, op de deeltjes. Algemeen geldt dat voor die kleinste partikels de hoeveelheid gekondenseerd materiaal omgekeerd evenredig is met het kwadraat van de diameter. In sommige gevallen wordt bovendien een aanrijking vastgesteld van alkali- en aardalkalimetalen die in hogere concentraties in steenkool aanwezig zijn. Het aanrijkmecanisme berust niet op condensatie maar op het uitkristalliseren van de mineralen op de residuele silikaatmatrix. Als gevolg van dit alles mag vliegase niet als een inert materiaal beschouwd worden. Het belang van het uitlogingsproces wordt het best geïllustreerd aan de hand van een numeriek voorbeeld. Voor een deeltje met een 10 μm dia-

meter, waarin de komponent x homogeen verdeeld is, wordt, wanneer de buitenste 10 nm wordt uitgeloogd, slechts 0,6% van de totale hoeveelheid van x vrijgesteld. Indien deze komponent echter in de buitenste schil met een faktor 100 aangerijkt is, komt bij het uitlogen 38% vrij. Dit fenomeen wordt des te belangrijker naarmate de deeltjes kleiner worden, meer bepaald voor deze fraktie van de vliegass die niet door de elektrofilter wordt tegengehouden (diameter ≤ 1 tot 5 μm). Deze deeltjes worden bovendien door mens en dier ingeademd en zetten zich af in de ademhalingswegen waar onder inwerking van het longvocht eveneens uitlegging optreedt.

De korrelverdelingsbundel van Belgische vliegassorten (OCW, 1984) is weergegeven in figuur 2.2-1. Uit de korrelverdeling blijkt dat de monsters granulometrisch analoog zijn met leem. De vliegass vertoont echter geen plasticiteit en gedraagt zich in bepaalde opzichten eerder als zand. De volumieke massa van de vliegassdeeltjes is kleiner dan deze van de meeste natuurlijke gronden. De doorlatendheid stemt overeen met deze van zeer fijn zand of leem.

2.2.2.2. Afvoer van vliegass

Indien de vliegass niet herbruikt wordt dient ze noodgedwongen gestort te worden. De afvoer kan in droge of natte vorm geschieden.

Droge afvoer gebeurt meestal met vrachtwagens of op pneumatische wijze. Bij een afvoer met vrachtwagens dienen er opslagsilo's voorzien te worden. Bij pneumatisch transport moeten grote luchthoeveelheden gefiltreerd worden.

Een andere vaak aangewende methode is het hy-

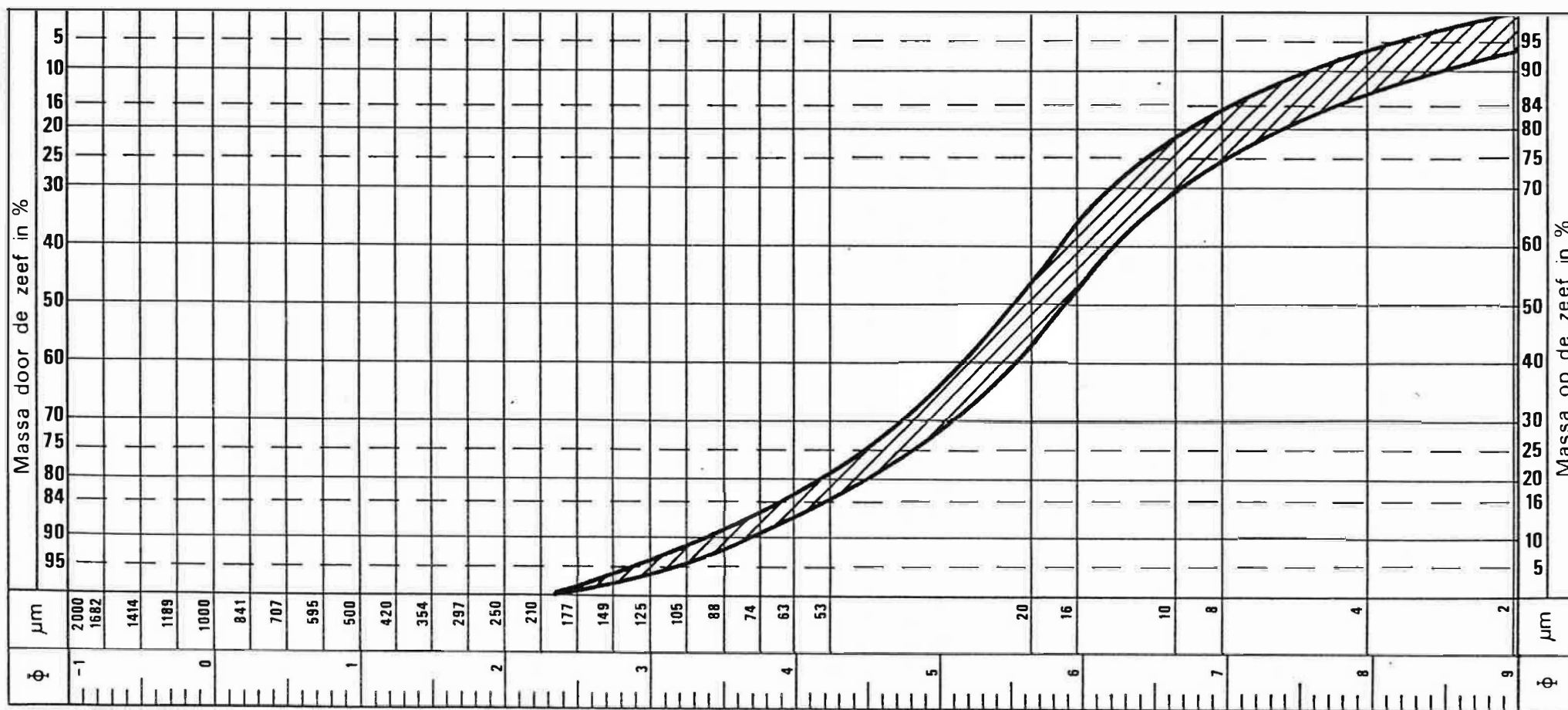


Fig.2.2-1 - Korrelverdelingsbundel van de Belgische vliegassoorten bestudeerd door het OCW (OCW, 1984)

draulisch transport waarbij grote hoeveelheden water vereist zijn. Een intense uitloging kan plaatsvinden.

Andere transportmogelijkheden zijn vervoer per schip, per spoor of met een transportband.

Het storten kan nat of droog en boven of onder het maaiveld, al dan niet in verbinding met het grondwater, gebeuren.

Thans wordt vliegas gedeeltelijk herbruikt. De belangrijkste mogelijkheden zijn :

- funderings- en onderfunderingslagen
- vulstof bij de bereiding van koolwaterstofmengsels
- ophogingsmateriaal voor wegen
- cementindustrie
- betonindustrie
- baksteenindustrie
- metaalwinning uit vliegas
- andere toepassingsvormen : glasindustrie , bodemverbeteraar, produktie van schuurpapier, zandstralen, aanleg van paden, ijzelbestrijding, binden van fosfaten in de waterzuivering.

2.2.2.3. Invloed op het milieu

Afgezien van de kleine hoeveelheid vliegas die via de schoorstenen geloosd wordt situeert de invloed van vliegas op het milieu zich hoofdzakelijk bij vliegasstorten. Afhankelijk van de stortwijze zal het landschap in mindere of meerdere mate gewijzigd worden. Grondwater- en bodemverontreiniging kunnen optreden door het uitlogen van zouten en zware metalen. De hydrogeologische omstandigheden zijn in dit verband van primordiaal belang.

2.2.3. Afvalwater en de invloed ervan op oppervlaktewater

2.2.3.1. Mogelijke bronnen van verontreiniging

2.2.3.1.1. Koelwater

Een hoeveelheid van de geproduceerde warmte in de ketels wordt aan het milieu vrijgegeven. Na doorgang van de stoom in de turbines wordt deze in de condensors afgekoeld. De afkoeling vereist grote hoeveelheden koelwater.

Het koelsysteem kan open of gesloten zijn. Er dient evenwel altijd een belangrijke hoeveelheid koelwater gespuid te worden. Bij lozing van het koelwater in een oppervlaktewater kunnen er belangrijke gevolgen zijn voor de chemische, fysische en biologische karakteristieken van het water. Een verhoging van de temperatuur kan bepaalde chemische reacties versnellen of beïnvloeden. Bij een temperatuursstijging van 10°C kunnen sommige reacties twee tot drie maal sneller verlopen.

2.2.3.1.2. Astransportwater

Indien vlieggas hydraulisch getransporteerd wordt zal het transportwater een groot aantal gemakkelijk uitloogbare bestanddelen bevatten. De lozing van dit transportwater kan een invloed hebben op de kwaliteit van het ontvangende water.

2.2.3.1.3. Regeneratie- en spoelwater van de demineralisatie

Het suppletiewater van de stoomketels moet ontdaan worden van opgeloste stoffen door middel van demineralisatoren. Na verzadiging van de ionenuitwisselaars dienen deze

geregenereerd te worden. Hierbij wordt er vooral NaOH, HCl en H_2SO_4 gebruikt. Om de sterke pH-schommelingen af te zwakken is een buffering of neutralisatie van de opeenvolgende spoelingen noodzakelijk.

2.2.3.1.4. Ketelwaswater

De vuurhaardzijde van de ketels dient op regelmatige tijdstippen gereinigd te worden. Afhankelijk van het gekozen systeem kan dit jaarlijks of met grotere tussenpozen gebeuren. Het ketelslib en het waswater worden meestal naar een bezinkbekken afgevoerd. Na bezinking wordt het bovenstaande water geloosd wat het oppervlaktewater kan verontreinigen.

De kwaliteit van het ketelslib en het effluent is sterk afhankelijk van de gebruikte brandstof.

2.2.3.1.5. Sanitair afvalwater

De hoeveelheid sanitair afvalwater is functie van het aantal tewerkgestelde personeelsleden. Het sanitair afvalwater kan verontreiniging veroorzaken als het in oppervlaktewater wordt geloosd.

2.2.3.1.6. Perkolatie- en afvloeiwatervan de kolenhoop

De opslag van kolen kan aanleiding geven tot het ontstaan van perkolatie- en afvloeiwatervan. De hoeveelheid perkolatiewater is vooral afhankelijk van de stockageduur van de kolen; de kolen hebben immers het vermogen een bepaalde hoeveelheid water op te slaan.

Bij hevige regenbuien kan er afvloeiwatervan voorkomen. De eventuele verontreiniging door perkolatiewater of afvloeiwatervan is vooral afhankelijk van de gebruikte

kolen en van de stapelwijze.

2.2.3.2. Wetgeving

De wet van 26.03.1971 op de bescherming van de oppervlaktewateren tegen verontreiniging, aangevuld bij decreet van 23.12.1980, regelt de bescherming van de wateren van het openbaar hydrografisch net en van de kustwateren tegen verontreiniging.

Iedere lozing van afvalwater is onderworpen aan een vergunning. Voor het lozen van normaal huisafvalwater in de openbare riolen wordt de vergunning verleend door het College van Burgemeester en Schepenen. Voor de lozing van ander afvalwater in de openbare riolering en van alle afvalwaters in het oppervlaktewater wordt de vergunning verleend door de directeur van de waterzuiveringsmaatschappij. In Vlaanderen zijn er 2 waterzuiveringsmaatschappijen : de Waterzuiveringsmaatschappij van het Kustbekken (WZK) en de Vlaamse Waterzuiveringsmaatschappij (VWZ).

De directeur van de waterzuiveringsmaatschappij geeft van iedere lozingsvergunning kennis aan de Minister van Volksgezondheid.

Vertegenwoordigers van de provincie, de openbare instellingen die oppervlaktewater winnen voor distributiedoeleinden en waarvan de watervang in het gebied van de maatschappij gelegen is evenals de bedrijven waarvan het afvalwater een grotere verontreinigende belasting heeft dan 5.000 I.E., schrijven in op het maatschappelijk kapitaal van de waterzuiveringsmaatschappijen en maken deel uit van de algemene vergadering en van de raad van beheer.

Het KB van 23.01.1974 bepaalt de modaliteiten van het beroep ingesteld bij wet van 26.03.1971. Het be-

roep moet gericht worden aan de gemeenschapsminister die bevoegd is voor het waterbeleid.

Het MB van 28.04.1975 geeft de aanwijzing van de ambtenaar bevoegd voor het nemen of het laten nemen van monsters in het bestek van de technische controle op de lozing van afvalwater, en van de ambtenaren bevoegd om de overtredingen van de wet van 26.03.1971 op te sporen en vast te stellen.

Bewijskrachtige analyses van afvalwater moeten uitgevoerd worden door een erkend laboratorium. Dit wordt vastgelegd in het besluit van de Vlaamse Executieve van 06.01.1983.

De industrie heeft de mogelijkheid zijn afvalwater zelf te zuiveren en dit kosteloos te lozen in een oppervlaktewater; ze kan ook haar water tegen betaling laten zuiveren door de afvalwaterzuiveringsmaatschappij. Het besluit van de Vlaamse Executieve van 21.12.1983 legt vast hoe de verontreinigende belasting van het geloosde water bepaald kan worden. Er worden twee formules opgesteld : één voor de berekening van het aantal eenheden verontreinigende belasting betreffende inschrijvingen op het maatschappelijk kapitaal van de waterzuiveringsmaatschappij en een tweede voor de berekening van het aantal eenheden verontreinigende belasting betreffende de bijdrage in de kosten van beheer en werking van de waterzuiveringsmaatschappijen. Beide formules zijn gesteund op kwantiteits- en kwaliteitsmetingen.

Tot 31.12.1985 mogen de waterzuiveringsmaatschappijen de metingen vervangen door het toepassen van een vereenvoudigde methode eveneens bepaald in het besluit van 21.12.1983.

Het algemeen reglement voor het lozen van afvalwater in de gewone oppervlaktewateren, in de openbare riolen en in de kunstmatige afvoerwegen voor regenwater, wordt bepaald in het KB van 03.08.1976. Dit reglement stelt de algemene lozingsnormen vast voor de verschillende afvalwateren in de verschillende afvoerwegen en bepaalt eveneens het aanvragen van de vergunning voor het lozen van afvalwater; ook de controle op het lozen van afvalwater maakt het onderwerp uit van dit KB. Per sektor worden er bijkomende lozingsnormen opgelegd. Deze zijn verschenen in de KB's van 03.08.1976, 22.04.1977 en 23.01.1979. Er kunnen per bedrijf aanvullende bijzondere voorwaarden opgelegd worden. Thans worden alle sectoriële lozingsnormen grondig herwerkt.

Het verdrag tussen België en Nederland, goedgekeurd door de wet van 04.01.1961 bepaalt de kwaliteitsnormen voor de wateren van het kanaal Gent-Terneuzen. De in het kanaal direkt of indirekt geloosde stoffen mogen geen aanleiding geven tot een overschrijding van deze normen.

2.2.4. Grondwater

2.2.4.1. Mogelijke bronnen van grondwaterverontreiniging

Het aantal activiteiten die de kwaliteit van grondwater ongunstig kunnen beïnvloeden is zeer groot : produktie, transport, opslag, toepassing of deponeren van, evenals andere handelingen of ongevallen met stoffen, ook vloeistoffen, die de grondwatersamenstelling ongunstig kunnen beïnvloeden, zijn de voornaamste. Ook infiltratie van verontreinigd oppervlaktewater draagt bij tot de degradatie van het grondwater. Het effect van deze activiteiten kan

nog versterkt worden door het mechanisch aantasten van de bodem of van de diepere grondlagen waardoor een eventueel aanwezige natuurlijke bescherming wegvalt of vermindert.

De meest voor de hand liggende mogelijke grondwaterverontreinigingsbronnen nabij een klassieke kolengestookte elektrische centrale : zijn de vliegashandhaving, eventueel het kolenpark en bekkens met min of meer verontreinigd oppervlaktewater dat kan infiltreren; dit oppervlaktewater kan koelwater en/of afvaltransportwater zijn. Al deze bronnen kunnen beschouwd worden als puntbronnen.

2.2.4.2. Aard van de verontreiniging

De aard van de grondwaterverontreiniging is niet alleen afhankelijk van de bron maar tevens van de grondsoort waarop of waarin de verontreinigingsbron zich bevindt; het is dan ook moeilijk a priori een lijst op te stellen met verontreinigende stoffen welke in het grondwater aangetroffen kunnen worden. De verspreiding van de verontreiniging zal bepaald worden door de hydrogeologische omstandigheden die van geval tot geval zullen verschillen.

Uit literatuurgegevens blijkt de meest voorkomende grondwaterverontreiniging geassocieerd met vliegashandhaving deze met sulfaat te zijn; indien daarenboven verontreinigd oppervlaktewater als transportwater wordt gebruikt zullen allerlei contaminanten zich in het stortporiënwater bevinden dat zich met het grondwater kan mengen.

Verontreiniging door perkolaat van kolenhopen is weinig waarschijnlijk of onbelangrijk indien de verblijftijd van de kolen in het kolenpark vrij beperkt is.

Vanuit bekkens met verontreinigd oppervlaktewater, aan te wenden als koelwater of als afvaltransportwater, kan

de verontreiniging het grondwater bereiken indien het oppervlaktewaterpeil voldoende hoog is en de hydraulische weerstand nabij de bekkenbodem niet te groot is.

2.2.4.3. Wetgeving

De wetgeving in verband met de bescherming van het grondwater is zeer jong. Het Dekreet van 24.01.1984 houdende maatregelen inzake het grondwaterbeheer stipuleert o.a. dat de Vlaamse Executieve volgende maatregel kan nemen (Art. 3. § 1.1 °) : in geheel het Vlaamse Gewest of in delen ervan het direkt of indirekt lozen, het deponeren of opslaan op of in de bodem van stoffen die het grondwater kunnen verontreinigen, verbieden, reglementeren of aan een vergunning onderwerpen.

De uitvoering van dit dekreet wordt geregeld door het besluit van de Vlaamse Executieve van 27 maart 1985 houdende reglementering van de handelingen die het grondwater kunnen verontreinigen. Dit besluit bepaalt o.a. (Art.4 § 1.) dat een voorafgaande vergunning nodig is voor het direkt of indirekt lozen van stoffen van de lijst II, het deponeren of opslaan op of in de bodem van stoffen van lijst I of II (tab.2.2-5). Deze bepaling is niet van toepassing (Art. 4.§ 3.) voor o.a. handelingen overeenkomstig het Decreet van 02.07.1981 betreffende het beheer van afvalstoffen ("Afvalstoffendekreet").

Artikel 10 van het afvalstoffendekreet bepaalt o.a. dat het verwijderen van afvalstoffen zo moet ingericht worden dat hergebruik, terugwinning en recycling van de afvalstoffen bevorderd wordt, zonder gevaar op te leveren voor de gezondheid van de mens of voor het milieu.

Het uitvoeringsbesluit van de Vlaamse Executieve van 21.04.1982 houdende de algemene voorwaarden die gelden voor stortplaatsen van afvalstoffen in of op de bodem bepaalt in

Tabel 2.2-5 - Stoffen van de LIJST I en de LIJST II houdende reglementering van de handelingen die het grondwater kunnen verontreinigen (B.S. 20.07.1985).

LIJST I - Families en groepen van stoffen	LIJST II - Families en groepen van stoffen																				
Lijst I omvat de afzonderlijke stoffen van onderstaande families of groepen van stoffen. 1. Organische halogeenvverbindingen en stoffen waaruit in water dergelijke verbindingen kunnen ontstaan. 2. Organische fosforverbindingen. 3. Organische tinverbindingen 4. Stoffen die in of via het water een kankerverwekkende, mutagene of teratogene werking hebben. 5. Kwik en kwikverbindingen. 6. Cadmiun en cadmiumverbindingen. 7. Minerale oliën en koolwaterstoffen. 8. Cyaniden	Lijst II omvat de afzonderlijke stoffen en categorieën van stoffen van de onderstaande families en groepen die schadelijk zijn voor het grondwater. 1. De volgende metalloïden en metalen alsmede verbindingen daarvan. <table> <tr><td>1. zink</td><td>11. tin</td></tr> <tr><td>2. koper</td><td>12. borium</td></tr> <tr><td>3. nikkel</td><td>13. beryllium</td></tr> <tr><td>4. chroom</td><td>14. barium</td></tr> <tr><td>5. lood</td><td>15. uranium</td></tr> <tr><td>6. selenium</td><td>16. vanadium</td></tr> <tr><td>7. arsenicum</td><td>17. kobalt</td></tr> <tr><td>8. antimoon</td><td>18. thallium</td></tr> <tr><td>9. molybdeen</td><td>19. tellurium</td></tr> <tr><td>10. titaan</td><td>20. zilver</td></tr> </table> 2. Biociden en derivaten daarvan, die niet in lijst I genoemd zijn. 3. Stoffen met een schadelijke werking op de smaak en/of geur van het grondwater alsmede verbindingen waaruit dergelijke stoffen in het water kunnen ontstaan en die het water ongeschikt voor menselijke consumptie kunnen maken. 4. Organische siliciumverbindingen die toxisch of persistent zijn en stoffen waaruit dergelijke verbindingen kunnen ontstaan, met uitzondering van die welke biologisch onschadelijk zijn of die in water snel worden omgezet in onschadelijke stoffen. 5. Anorganische fosforverbindingen en elementair fosfor. 6. Fluoriden, chloriden. 7. Ammoniak, nitrieten en nitraten.	1. zink	11. tin	2. koper	12. borium	3. nikkel	13. beryllium	4. chroom	14. barium	5. lood	15. uranium	6. selenium	16. vanadium	7. arsenicum	17. kobalt	8. antimoon	18. thallium	9. molybdeen	19. tellurium	10. titaan	20. zilver
1. zink	11. tin																				
2. koper	12. borium																				
3. nikkel	13. beryllium																				
4. chroom	14. barium																				
5. lood	15. uranium																				
6. selenium	16. vanadium																				
7. arsenicum	17. kobalt																				
8. antimoon	18. thallium																				
9. molybdeen	19. tellurium																				
10. titaan	20. zilver																				

dat verband dat (Art. 16 § 2., Art.40 § 2., Art. 62 § 2.) maatregelen ter voorkoming van de verspreiding van verontreinigd grondwater en perkolatiewater moeten getroffen worden overeenkomstig het technisch dossier van de aanvraag of indien de analyseresultaten van de watermonsters uit de putten dit noodzakelijk maken; deze maatregelen kunnen worden opgelegd door de toezichthoudende ambtenaar (OVAM).

Bovenstaande geeft een overzicht van de bestaande wettelijke instrumenten. Hoofdstuk V van het Decreet van 24.01.1984 en hoofdstuk XII van het Afvalstoffendecreet voorzien in de nodige strafbepalingen. Bovendien stelt art. 59 van laatstgenoemd decreet dat degene die wederrechtelijk afvalstoffen achterlaat, veroordeeld zal worden tot het verwijderen ervan, bij gebreke waarvan hij zal verplicht worden tot terugbetaling van de kosten voor het verwijderen door de gemeente of door de afvalstoffenmaatschappij.

Al bij al blijkt dat ekologische schade voor juristen een nieuw fenomeen is. Wegens zijn individualistisch karakter is het traditionele aansprakelijkheidsrecht weinig aangepast om het herstel te verwezenlijken van schade van deze soort (BOCKEN, 1985)

2.2.5. Geluidshinder

De geluidsbronnen die kenmerkend zijn voor een elektrische centrale kunnen in drie kategoriën worden ingedeeld :

- de kontinu werkende bronnen zijn deze die geluid produceren als de centrale in bedrijf is. Voorbeelden hiervan zijn ventilatoren, koeltorens, kolenmolens (zonder tussenopslag) e.a. Deze bronnen veroorzaken de meeste geluidshinder.

- de intermitterend werkende bronnen zijn hoofdzakelijk te wijten aan transportactiviteiten zoals brandstofaanvoer (treinen, lichters) en asafvoer (vrachtwagens, transportbanden); ook de kolenmolens met tussenopslag behoren tot deze categorie
- de sporadische bronnen zijn deze die slechts in uitzonderlijke omstandigheden geluid voortbrengen; het geluid bij het afblazen van stoom en dit veroorzaakt door bijkomende werkzaamheden worden tot deze categorie gerekend. Het geluidsniveau van deze bronnen mag beduidend hoger zijn dan dit van de vorige kategoriën vooraleer het als echt hinderlijk wordt ervaren.

Wat de geluidshinder betreft is voor een milieu-effektrapport enkel het geluidsniveau buiten de terreinen van de centrale belangrijk. Het geluidsniveau op de centrale kan nadelig zijn voor de werknemers en valt bijgevolg onder de toepassing van het ARAB.

2.2.6. Radioactiviteit

2.2.6.1. Mogelijke bronnen

Zoals alle gesteenten bevatten steenkolen sporen van radioactieve isotopen. De belangrijkste zijn de elementen die behoren tot drie natuurlijke vervalreeksen : de thoriumreeks, de uraniumreeks en de actiniumreeks met als respectievelijke moederkernen Th-232, U-238 en U-235. Daarnaast zijn er nog enkele isotopen die geen vervalreeks vormen, zoals bijvoorbeeld K-40, Sm-147 en Sm-148.

De belangrijkste isotopen zijn, met hun fysische eigenschappen opgenomen in tabel 2.2-6.

Tabel 2.2-6 - De belangrijkste natuurlijke isotopen die voorkomen in steenkool

Isotoop	Natuurlijke Abundantie %	Halveringstijd jaar	Geëmitteerde straling en energie
K-40	0,012	$1,28 \cdot 10^9$	β^- : 1,3 MeV; EC ⁽⁺⁾ β^+ ; γ : 1,461 MeV
La-138	0,09	$1,3 \cdot 10^{11}$	β^- : 0,4 MeV; EC ; γ : 1,436 MeV; 0,789 MeV
Sm-147	15,0	$1,06 \cdot 10^{11}$	α : 2,233 MeV
Sm-148	11,2	$7,0 \cdot 10^{15}$	α : 1,96 MeV
Th-232	100	$1,405 \cdot 10^{10}$	vervalreeks
U-235	0,720	$7,04 \cdot 10^8$	vervalreeks
U-238	99,28	$4,47 \cdot 10^9$	vervalreeks

(+) EC : elektronenvangst

De uitgezonden straling in het geval van vervalke- tens is moeilijk te bepalen. Indien de keten in sekulair evenwicht is wordt het vervaltempo bepaald door de moederkern. Op basis daarvan kan men een tabel opstellen die de energie- rijkste γ -stralen geeft wanneer een moederkern verval- (tab. 2.2-7).

De energie die per desintegratie van de moederkern vrijkomt wordt voor de drie reeksen respektievelijk begroot op 5 MeV, 0,2 MeV en 0,2 MeV.

Verder komen er nog veel α -deeltjes vrij omdat het een verval van zware kernen betreft.

2.2.6.2. Aard van de straling

Het gedrag van α - β -en γ -straling is totaal ver- schillend.

De α -straling heeft wegens de grote massa en de elektrische lading van de α -deeltjes een zeer klein doordrin- gingsvermogen in materie. Voor uitwendige stralingsbelasting worden ze niet in rekening gebracht. Bij inname zijn ze ech- ter des te gevaarlijker, omdat ze hun energie verliezen over een zeer kleine afstand en aldus grote schade kunnen veroor- zaken in organische weefsels.

De γ -straling (fotonen) heeft geen lading en geen rustmassa. Ze kan grote afstanden afleggen in materie en zowel bij inwendige als uitwendige bestraling gevaarlijk zijn.

De β -straling (elektronen) moet wat het gedrag be- treft gesitueerd worden tussen de twee reeds vernoemde stra- lingen. Men kan ze in rekening brengen voor uitwendige stra- lingsbelasting, vooral indien er annihilatie-straling op- treedt. Bij inname moet men ze zeker in rekening brengen.

Tabel 2.2-7 : De belangrijkste γ -straling uit de vervalreeksen

Reeks	Isotoop	Halveringstijd	γ -energie (MeV)
Uranium (U-238)	Th-234	24,1 d	0,63
	Ra-226	1602 jaar	0,185
	Pb-214	26,8 min	0,295; 0,352
	Bi-214	19,7 min	0,609; 1,120; 1,764
	Pb-210	21 jaar	0,0465
Thorium (Th-232)	Ac-228	6,13 h	0,338; 0,911
	Pb-212	10,64 h	0,238
	Tl-208	3 min	0,583
Actinium (U-235)	U-235	$7,1 \cdot 10^8$ jaar	0,185

2.2.6.3. Transportwegen

Men maakt onderscheid tussen uitwendige en inwendige bestraling.

Uitwendige bestraling is afkomstig van radio-isotopen die zich buiten het lichaam bevinden, zowel onder de vorm van stofdeeltjes in de lucht en in gassen als onder neergeslagen vorm of verwerkt in materialen.

Inwendige bestraling wordt veroorzaakt door isotopen die in het lichaam terechtkomen; dit kan gebeuren door inademing of via het voedsel. De herkomst van de besmettende isotoop is zeer moeilijk te achterhalen indien een grote algemene bevolkingsgroep is besmet.

2.2.6.4. Wetgeving

De normen die vermeld staan in het ARAB, bijlage D, hebben enkel betrekking op installaties die radioactieve stoffen verhandelen. Deze normen kunnen echter als referentie gebruikt worden.

Men maakt in het ARAB onderscheid tussen naburige en totale bevolking. Met naburige bevolking bedoelt men de mensen die permanent in de onmiddellijke omgeving van de stralingsbron gehuisvest zijn. Dit is steeds een beperkte groep; de maximaal toegestane stralingsbelasting voor deze groep is groter dan die voor de totale bevolking. Voor het ogenblik worden de volgende normen gehanteerd :

- naburige bevolking : maximaal 0,5 rem per jaar
- totale bevolking : maximaal 5 rem per 30 jaar.

3. DE CENTRALE RODENHUIZE - TOESTAND VOOR DE OMBOUW

3.1. Technische beschrijving

3.1.1. Algemeen

De centrale Rodenhuize bevat vier produktie-groepen, dit betekent vier verbrandingsketels, met elk een schoorsteen en vier turbo-alternatoren met elk hun kondensor. De kondensors bevinden zich in een geïntegreerde kringloop voor de afvoer van de totale kondensorwarmte naar het kanaal Gent-Terneuzen, via de nabijgelegen Moervaart en/of naar de koeltoren, naargelang van de bedrijfstoestand van de centrale (fig. 3.5-2).

In tabel 3.1-1 vindt men de voornaamste kenmerken van de vier groepen.

Tabel 3.1-1 - Kenmerken van de produktiegroepen in de centrale Rodenhuize

Groep	In bedrijf sedert	Brutovermogen (MW)	Brandstof	Schoorsteen- hoogte (m)
G1	1964	133	kolen (fuel)	102
G2	1965	133	fuel hoogoven- gas	102
G3	1968	133	fuel hoogoven- gas	102
G4	1979	279	fuel hoogoven- gas	150

De relatief jonge leeftijd van groep 4 maakt deze groep geschikt voor de ombouw van fuel naar steenkool.

3.1.2. Technische uitrusting

3.1.2.1. Kolenbehandeling

Na het lossen uit de wagons worden de kolen via een extraktievijs en transportbanden naar het kolenpark geleid. Het kolenpark heeft een capaciteit van 150.000 t. De verhandeling van de kolen gebeurt door middel van een schep-rad, dat 100 t per uur kan verwerken. Indien groep 1 van de centrale op vollast werkt volstaat de maximale voorraad voor 85 dagen.

De kolen worden nadien met transportbanden naar de kolenbunkers gevoerd. De bunkers, met een opslagkapaciteit van $2 \times 400 \text{ m}^3$, kunnen ook rechtstreeks vanaf de losinstallatie worden bevoorraad. Vervolgens worden de kolen gedroogd en gemalen. Het drogen is noodzakelijk om aaneenkitten van de poederkool te vermijden. De poederkolen worden tenslotte opgeslagen in de poederkolenbunker, die 700 t kolen kan bevatten. Vanaf deze bunker vertrekken de kolenverdelers naar de branders.

3.1.2.2. Stookoliebehandeling

De stookolie wordt opgeslagen in 6 tanks met een totale capaciteit van 149.000 m^3 . Twee van deze tanks worden gereserveerd voor olie met een laag zwavelgehalte om, vooral bij ongunstige weersomstandigheden, de zwaveldioxidelozingen te beperken.

De ketel van groep 4 is voorzien van een menginstallatie, waarmee het mogelijk is om fuels van een verschillende kwaliteit gelijktijdig te verstoken. Hiermee kan men gemakke-

lijker aan de lozingsnormen voldoen.

Om het terug opstarten mogelijk te maken wanneer alle groepen afgekoeld zijn, is een kleine hulpketel voorzien, die met lichte stookolie wordt gestookt. Deze installatie is nodig om de zware stookolie terug op te warmen, zodat deze terug verpompbaar en verstoekbaar wordt.

3.1.2.3. Hoogovengas

Het hoogovengas wordt vanuit de N.V. Sidmar via een pijpleiding met een diameter van 3 m aangevoerd. Het maximaal debiet is $400.000 \text{ Nm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Men kan dit debiet steeds volledig verwerken, zelfs indien één van de groepen 2, 3 of 4 buiten dienst is. De produktie van hoogovengas is echter zeer wisselvallig. De schommelingen worden opgevangen door een gazometer van 25.000 Nm^3 .

Wegens de toxiciteit van hoogovengas, is de installatie op plaatsen waar er gevaar is voor lekken, voorzien van gasdetektoren.

3.1.2.4. Ketels en branders

De stoomketels van de vier groepen werken volgens hetzelfde principe; het zijn stralingsketels met natuurlijke cirkulatie. Ze zijn uitgerust met stoomtrommels. De verbrandingskamer werkt in onderdruk.

De ketels van de groepen 1, 2 en 3 verschillen slechts van elkaar in details en in het gebruik van brandstoffen. De ketel van groep 4 heeft een enigszins andere konstruktie.

De ketel van groep 1 is uitgerust voor het verstoffen van poederkolen, of van een mengsel van poederkolen

en stookolie; tot 50 % van de maximale warmteproduktie kan door stookolie worden geleverd. Er zijn 26 branders aanwezig voor vloeibare brandstof waarvan 22 in de gewelven en 4 in de wanden. Hierbij komen nog, in de gewelven, 24 kolenbranders.

De ketels van de groepen 2 en 3 zijn nagenoeg identiek. De branders zijn in vijf rijen van vier in het voorgewelf van de ketels geplaatst. De acht bovenste branders zijn stookoliebranders, de twaalf onderste zijn voor gemengde verbranding van stookolie en hoogovengas. De opstelling laat toe naar keuze de volle belasting te maken met 100 % stookolie of 38 % stookolie en 62 % hoogovengas. De stookolie wordt in de branders gebracht op een temperatuur van ongeveer 210°C. Bij groep 2 wordt tevens het hoogovengas voorverwarmd.

De ketel van groep 4 wordt gedetailleerder beschreven, omdat deze wellicht zal worden omgebouwd. Het gaat hier om een torenkonstruktie, met als voornaamste kenmerk dat de oververhitters, de heroververhitters en de economizers uit horizontale pijpen bestaan die zich boven de vuurhaard bevinden. De luchtvoorverwarmer bevindt zich onderaan.

De ketel is in de zijwanden voorzien van 2 x 12 branders die zich "in oppositie" bevinden. Hiervan zijn er zes zuivere oliebranders. De achttien andere branders kunnen ofwel een mengsel van stookolie en hoogovengas, ofwel enkel stookolie verbranden. Tot 60 % van de warmte kan door het hoogovengas geleverd worden.

3.1.2.5. Stoomturbines en generatoren

De turbines van de 4 groepen zijn ontworpen door BBC; de konstruktie is uitgevoerd door CEM. De turbines zijn hoofdzakelijk reaktieturbines. De eerste trap van de hogedrukturbine is een aktietrap om een gedeeltelijke stoomtoevoer mogelijk te maken. In een aktietrap gebeurt de volledige ontspanning van de stoom in de starter. In een reaktietrap daarentegen heeft nog een gedeeltelijke ontspanning plaats in de rotortrap, waardoor er een drukval over de rotor staat en partiële stoomtoevoer onmogelijk is.

De alternatoren zijn geleverd door ACEC. Deze van de groepen 1, 2 en 3 zijn identiek. De nominale spanning bedraagt 15 kV. De bekrachtiging gebeurt door een alternator die aangedreven wordt door een reduktor.

De alternator van groep 4 is moderner van uitvoering; de bekrachtigingsmachine is een omgekeerde synchrone generator (gelijkspanning op de stator, wisselspanning op de rotor). De wisselspanning wordt dan omgezet in gelijkspanning door een meedraaiende gelijkrichter. Op deze manier worden sleepkontakten vermeden; de alternator is van het "BRUSHLESS"-type.

Alle alternatoren zijn waterstofgekoeld.

3.1.2.6. Lucht- en rookgaskanalen

Het rookgaskanaal is opgebouwd uit de luchtvoorverwarmer (LUVO), de ontstoffer (indien met steenkool wordt gestookt), de zuigventilator en de schoorsteen. Verder bestaat de mogelijkheid om rookgassen terug in de ketel te sturen. Dit wordt gedaan om steeds dezelfde stoomkarakteristieken te behouden, vooral bij deelbelasting en bij het

gebruik van sterk veranderlijke brandstoffen, zoals hoog-
ovengas.

Het luchtkanaal is samengesteld uit de blazende ventilatoren en de LUVU. De verbrandingslucht wordt aangezogen vanuit de machinekamer.

In de luchtvoorverwarmer worden de rookgassen zoveel mogelijk afgekoeld teneinde zoveel mogelijk energie nuttig te gebruiken. De rookgassen mogen echter niet te sterk worden afgekoeld. De beperkende faktor in dit verband is het zuurdauwpunt. Indien brandstoffen worden gebruikt met een relatief hoog zwavelgehalte, zoals zware stookolie en steenkool, is er steeds zwaveltrioxide aanwezig in de rookgassen. De temperatuur waarbij dit oxide kondenseert en neerslaat noemt men het zuurdauwpunt. Het spreekt vanzelf dat het kondenseren van zwaveltrioxide moet worden verhinderd om korrosieproblemen te vermijden.

De rookgastemperatuur bij ingang van de trekventilatoren bedraagt ongeveer 200°C.

Thans is enkel groep 1 uitgerust met een elektrostatische ontstoffer. Het werkingsprincipe steunt op het voeren van het met stof beladen rookgas doorheen een kamer waarin de individuele deeltjes een elektrische lading bekomen. Wegens het sterk elektrisch veld, ongeveer 50 kV gelijkspanning, worden de deeltjes afgebogen en komen ze terecht op de opvangelektroden. Daar worden ze vastgehouden, door elektrische en/of moleculaire aantrekking, tot ze verwijderd worden door een intermitterende slag, dat het "tikken" genoemd wordt.

Het spreekt vanzelf dat de efficiëntie van de ontstoffer zeer belangrijk is. Een ontstoffer met een efficiëntie van 99,8 % laat drie maal minder stof door dan

een ontstoffer met een efficiëntie van 99,4 %.

3.1.3. Elektriciteitsproduktie

In de centrale Rodenhuize neemt de produktie van elektrische energie in de loop van de jaren langzamerhand af ten gevolge van het inzetten van de kerncentrales in Doel. De voornaamste gegevens van het verleden zijn opgenomen in tabel 3.1-2.

Tabel 3.1-2 - Nominale en gemiddelde brutobelasting van de centrale en van de afzonderlijke groepen (1980 - 1982 - 1984)

Nominale belasting			Jaarbelasting (%)		
	(1000 MWh)	(%)	1980	1982	1984
Centrale	5930	100	66,5	54,4	48,9
G1	1165	19,6	82	80	76
G2	1165	19,6	67	25	51
G3	1165	19,6	60	27	51
G4	2444	41,2	62	70	34

Het duurder worden van zware fuel heeft de gemiddelde belasting van de groepen 2, 3 en 4 in de laatste jaren sterk gedrukt. De globale belasting van de centrale ligt nu reeds beneden de vijftig procent. De verdeling van de belasting over de verschillende groepen wordt centraal door CPTE vastgelegd.

3.1.4. Brandstoffeninzet

De samenstelling van de brandstoffen die in de centrale Rodenhuize verstoekt worden is weergegeven in tabel 3.1-3.

Tabel 3.1-3 - Gemiddelde elementaire brandstofsamenstelling
(in gewichtsprocenten - periode 1980-1984)

Fuel	A	D	E
Koolstof	87	87	87
Waterstof	12,1	10,4	11,5
Zwavel	0,9	2,6	3,5
Hoogovengas (HOG)		Kolen (natte gewichtsprocenten)	
Waterstof	1,3	Water	8,8
Koolstof-		As	17
monoxide	21,6	Koolstof	66,3
Restgas	77,1	Zwavel	1,1
		Rest	6,8

De produktiehoeveelheden uit tabel 3.1-2 vereisen de inzet van een zekere hoeveelheid warmte, geleverd door de verschillende soorten brandstof. In tabel 3.1-4 vindt men de detailopgave van de hoeveelheden brandstof en de korresponderende warmte.

Het procentueel aandeel van elke brandstofsoort op het niveau van de centrale is beduidend gewijzigd in de periode 1980 -1984. De globale produktie is teruggelopen van ongeveer 66% tot 49% van de nominale produktie, zodat de duurdere brandstof, zware fuel, sterk wordt teruggedrongen. Het relatief aandeel van elke soort is in tabel 3.1-5 opgenomen.

Tabel 3.1-4 - Brandstoffeninzet in de centrale Rodenhuijze (1980-1984)

1980						
Soort Brandstof	G1	G2	G3	G4	Centrale	Wante (GJ)
Kolen(t)	355.581	-	-	-	355.581	8.600.948
Fuel A (t)	2.741	4.526	-	9.578	16.845	688.441
Fuel D (t)	16.489	131.909	122.182	271.659	542.239	21.902.558
HOG (1000 Nm ³)	-	556.193	601.675	779.674	1.937.542	5.161.926
1982						
Kolen (t)	334.705	-	-	-	334.705	8.144.411
Fuel A (t)	1.476	471	-	2.099	4.035	165.548
Fuel D (t)	10.467	47.945	54.471	260.459	373.342	15.026.704
HOG (1000 Nm ³)	-	237.054	265.613	1.806.086	2.308.743	6.512.309
1984						
Kolen (t)	327.615	-	-	-	327.615	8.129.374
Fuel A (t)	-	1.259	323	175	1.757	72.085
Fuel D (t)	2.717	6.003	-	9.778	18.498	740.259
Fuel E (t)	-	60.537	66.030	101.793	228.360	9.006.414
HOG (1000 Nm ³)	-	1.000.370	1.027.378	1.120.950	3.148.698	9.202.142

Tabel 3.1-5 - Hoeveelheid geproduceerde warmte en het procentueel aandeel van elke brandstofsoort in de centrale Rodenhuize

Jaar	Warmteproductie (1000 GJ)	Kolen (%)	Fuel (%)	HOG (%)
1980	36.355	23,7	62,1	14,2
1982	29.849	27,3	50,9	21,8
1984	27.150	29,9	36,2	33,9

De hoeveelheid zware fuel is bijna op de helft teruggeval-
len, terwijl de hoeveelheid aangewend hoogovengas bijna
verdubbeld is. Bovendien was er in de loop van 1984 een
omschakeling van zware fuel D naar E die een hoger zwavel-
gehalte (3,5% i.p.v. 2,6%) bezit. De omschakeling van fuel
D naar E is in de hand gewerkt door de sluiting van de
raffinaderij van N.V. Texaco in de Gentse kanaalzone. Fuel
E komt in hoofdzaak uit de modernere krakingsinstallaties
van N.V. Esso te Antwerpen en heeft als dusdanig een hoger
zwavelgehalte.

Het verbruik van hoogovengas is van 1980 naar
1984 ongeveer met een faktor 1,8 (in warmte) vergroot. De
produktie in de N.V. Sidmar is toegenomen, terwijl hun
eigen verbruik gedaald is. De huidige produktie is ongeveer
 $400.000 \text{ Nm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

Het steenkoolverbruik in groep 1 vertoont een ge-
ringe daling.

Over de jaren heen kan het specifiek bruto ener-
gieverbruik van de verschillende groepen als volgt geken-
merkt worden :

- groep 1 : $9,46 \text{ MJ.kWh}^{-1}$ bruto
- groep 2 : $9,17 \text{ MJ.kWh}^{-1}$ bruto
- groep 3 : $9,44 \text{ MJ.kWh}^{-1}$ bruto
- groep 4 : $9,08 \text{ MJ.kWh}^{-1}$ bruto

De gemiddelde stookwaarde van de brandstoffen is weergegeven in tabel 3.1-6. Deze waarden worden als richtcijfers gebruikt.

Tabel 3.1-6 - Gemiddelde stookwaarde van de brandstoffen

Brandstof	Stookwaarden
Kolen	24,5 MJ.kg ⁻¹
Fuel A	41 MJ.kg ⁻¹
Fuel D	40,3 MJ.kg ⁻¹
Fuel E	39,6 MJ.kg ⁻¹
HOG	2,93 MJ.kg ⁻¹

3.1.5. Piekbelasting (1984)

Door het onbeschikbaar zijn van goedkoper werkende eenheden in het totale produktiepark kan het voorkomen dat de centrale op zijn nominale waarde werkt gedurende een beperkte periode.

Bij de brandstofverdeling over de verschillende groepen (tab. 3.1-7) wordt uitgegaan van het feit dat er door N.V.Sidmar 400.000 Nm³ hoogovengas per uur geproduceerd wordt en dat groep 1 uitsluitend op kolen werkt. Fuel E is de aanvullende brandstof voor de groepen 2, 3 en 4.

De weergegeven verdeling van het hoogovengas over de groepen 2, 3 en 4 is door N.V.EBES medegedeeld. Uit het opgegeven termisch vermogen en het gemiddelde bruto specifiek verbruik van elke groep vindt men het bruto elektrisch vermogen. De hoeveelheden brandstof bekomt men met behulp van de waarden uit tabel 3.1-6. Bij piekbelasting blijft zware fuel E de dominante brandstof.

Tabel 3.1-7 - Huidig piekvermogen in de centrale Rodenhuize (1984)

GROEP	Termisch vermogen (GJ.h ⁻¹)	Brandstof		Bruto elektrisch vermogen (MW)
		Soort	Verbruik (t.h ⁻¹) (1000 Nm ³ .h ⁻¹)	
1	1225	Kolen	50	130
2	1225			133
	888	Fuel E	22,4	
	337	HOG	115	
3	1225			130
	888	Fuel E	22,4	
	337	HOG	115	
4	2570			283
	2072	Fuel E	52,3	
	498	HOG	170	
Totaal Centrale	6245			676
	1225 (19,6%)	Kolen	50	
	3848 (61,6%)	Fuel E	97,1	
	1172 (18,8%)	HOG	400	

3.1.6. Voornaamste massastromen en hun transport

3.1.6.1. Brandstofaanvoer

De jaarlijkse hoeveelheden brandstof zijn opgenomen in tabel 3.1-4.

Het transport van het hoogovengas gebeurt steeds via een rechtstreekse pijpleiding tussen N.V. Sidmar en de centrale Rodenhuize; de nodige beveiligings- en bewakingsapparatuur is aanwezig. Als dusdanig stelt dit transport geen milieuproblemen, tenzij de visuele impact die te beoordelen valt in een sterk industriële omgeving als de Gentse kanaalzone. Tot het eerste kwartaal van 1984 werd hoofdzakelijk zware fuel D verstookt, afkomstig van de N.V. Texaco en vervoerd via een rechtstreekse pijpleiding. Na het stilleggen van de raffinageinstallatie is er op fuel E overgeschakeld. Het vervoer van deze brandstof vanuit het Antwerpse havengebied naar Rodenhuize gebeurt met lichters.

Het kolentransport geschiedt per spoor vanuit de Gentse en Antwerpse koolterminals. Hiervoor worden grotendeels afgesloten wagons (fads) aangewend. Het totale bulkvervoer met spoorwagons (kolen) en lichters (fuel) is samengevat in tabel 3.1-8.

Tabel 3.1-8 - Bulkvervoer van brandstoffen (1.000 t)

Jaar	1980	1982	1984
Kolen	356	335	328
Fuel	-	-	228
Totaal	356	335	556

Door het veranderen van fuel D naar fuel E is het bulkvervoer sterk toegenomen. Hiervoor werden lichters ingeschakeld.

Het vervoer per spoor daalde met ongeveer 8% van 1980 tot 1984.

De frekwentie van het spoorwegvervoer tussen de Antwerpse en Gentse kolenterminals werd begroot (tab.3.1-9). Hierbij werd rekening gehouden met het feit dat een volledige trein bestaat uit 22 wagons met elk een nuttige lading van 54 t steenkool.

Tabel 3.1-9 - Spoorbelasting door het kolentransport

jaar	Aantal wagons	Aantal treinen
1980	6.580	300
1982	6.200	282
1984	6.070	276

Rekenend op de werkende dagen in het jaar betekent dit iets meer dan één trein per werkdag.

Het bepalen van de milieubelasting langs de spoorlijnen en in het Antwerpse en Gentse havengebied is bijzonder moeilijk.

3.1.6.2. Bodemas en vliegias

Het verstoken van zware fuel en hoogovengas stelt vanuit het oogpunt van assen geen enkel probleem. De stofbelasting (roet) via de rookgassen wordt bij de luchtverontreiniging behandeld (cf.§ 3.3.2.5).

Het verbranden van kolen onder de vorm van poederkolen brengt zonder de geschikte middelen een grote stofbelasting mee via de vliegias. Dit aspect werd reeds aangehaald bij de bespreking van de algemene problematiek (cf. § 2.2.2.). Een elektrofilter voor de rookgassen zorgt ervoor dat bijna al het stof (99-99,8%) uit de rookgassen

verwijderd wordt. De verontreiniging door dit stof wordt behandeld bij de luchtverontreiniging (cf. §3.3.).

De assen uit de kolen vindt men dus bijna volledig terug hetzij als vliegas (fijnkorrelig stof) hetzij als bodemas (korrel- of sintelas). De gewichtsverdeling tussen vliegas en bodemas is van de orde 88 en 12 %. De hoeveelheden geproduceerde assen zijn opgenomen in § 3.4 (tab. 3.4-20).

De behandeling van de assen wordt besproken in § 3.4. Het vliegasstort en het effect ervan op het milieu maken het onderwerp uit van de paragrafen 3.4. en 3.7.

3.1.6.3. Rookgassen - zwavelemissie

De detailstudie van de rookgassen vindt men in de bespreking van de luchtverontreiniging (§ 3.3.). Hieronder wordt enkel één deelaspect makroskopisch belicht, nl. de zwavelemissie onder de vorm van zwaveloxiden.

In de brandstof is steeds een hoeveelheid zwavel aanwezig die bij de verbranding bijna totaal omgezet wordt in zwaveloxiden. In de praktijk stelt men vast dat 97,5 % van de zwavel in fuel en 95% van de zwavel in kolen omgezet wordt tot oxiden. De rest van de zwavel komt terecht in het roet en de assen.

Men neemt aan dat het zwavelgehalte van de steenkool 1,04% is voor 1980 en 1982 en 1,26% voor 1984. De zwavelpercentages van zware fuel zijn in tabel 3.1-3 opgenomen. Uit de brandstoffeninzet (tab. 3.1-4) volgt de hoeveelheid zwavel in de rookgassen (tab. 3.1-10).

Tabel 3.1-10 - De jaarlijkse zwavelemissie, als oxide, in de centrale Rodenhuize

	Zwavel in brandstof (t)	Zwavel als oxide (t)	Procentueel t.o.v. 1980
1980	17.950	17.410	100
1982	13.220	12.810	73,5
1984	12.100	11.690	67

De zwaveluitstoot (als oxide) in de centrale Rodenhuize is beduidend afgenomen de laatste jaren. Dit is te wijten aan de globale produktievermindering in de centrale (1980 : 66,5 %; 1984 : 48,5% jaarbelasting) waardoor het verbruik aan zware fuel sterk gedaald is. Dat de vermindering van de emissie niet groter is dan 33% t.o.v. 1980 is een gevolg van de overgang van fuel D (2,6% zwavel) naar fuel E (3,5% zwavel) in 1984.

Een korrekter beeld wordt verkregen indien de geproduceerde elektriciteit genormaliseerd wordt. Aldus vindt men de waarden weergegeven in tabel 3.1-11.

Tabel 3.1-11 - De jaarlijkse zwavelemissie als oxide in de centrale Rodenhuize genormaliseerd op 10^6 MWh

Jaar	Zwavel als oxide (t)	Procentueel t.o.v. 1980
1980	4.413	100
1982	3.955	90
1984	4.027	91

Het brandstoffenpakket bij piekbelasting ziet er enigszins anders uit dan bij de gemiddelde jaarbe-

lasting (tab. 3.1-7). Op basis daarvan is het eenvoudig om de hoeveelheden zwavel te bepalen die per uur met de rookgassen als oxide uitgestoten worden (tab. 3.1-12).

Tabel 3.1-12 - Zwavelemissie als oxide bij piekbelasting in kg.h^{-1}

Brandstof	Zwavel in brandstof (kg.h^{-1})	Zwavel in rookgassen (kg.h^{-1})	(%)
Kolen	630	598	15,3
Fuel E	3.999	3.314	84,7
Totaal	4.629	3.912	100

Zware fuel E is bij nominale belasting de hoofdverantwoordelijke, met 84,7 % van het totaal, voor de emissie van zwavel als zwaveloxide in de rookgassen.

3.1.6.4. De termische belasting

In alle bedrijfstoestanden van de centrale moet er ongeveer 50% van het termisch vermogen van elke groep (tab. 3.1-7) via de geïntegreerde koelkring afgevoerd worden. De behandeling van deze lozingen en de verdeling tussen de warmtelozing in de Moervaart en in de lucht via de koeltoren wordt in § 3.5. behandeld.

3.2. Maatschappelijke parameters

3.2.1. Historiek van de centrale

De elektriciteitsmaatschappij N.V.EBES beschikt in het Gentse over twee centrales, beide langs het kanaal Gent-Terneuzen gelegen.

De oudste is die van Langerbrugge. Ze werd gebouwd vanaf 1912, werd meermaals uitgebreid en gemo-

derniseerd en beschikt thans over 3 eenheden met een totaal nettovermogen van 198 MW. Door het feit dat zij zich op de linkeroever van het kanaal vlak bij een woonkern en in een tamelijk oude industriezone bevindt, waren de uitbreidingsmogelijkheden beperkt.

Om in de groeiende elektriciteitsbehoefte te kunnen voorzien, en in het kader van de uitbreiding van de industriezone langs de oostkant van het kanaal Gent-Terneuzen, werd in 1961 Rodenhuize uitgekozen als vestigingsplaats voor een nieuwe centrale.

Bij deze keuze hield men rekening met de nabijheid van andere bedrijven die niet alleen afnemers van elektrische energie zouden zijn, maar tegelijkertijd leveranciers van brandstoffen voor de elektrische centrale. Dit zou een betere valorisatie van deze bijprodukten betekenen voor de omgevende bedrijven. Ook de eventuele stoomleveringen aan deze bedrijven speelden een belangrijke rol.

De centrale Rodenhuize werd gebouwd op een terrein van ca. 100 ha, gelegen aan de samenvloeiing van het kanaal Gent-Terneuzen en de Moervaart.

De eerste eenheid van de centrale werd in 1961 besteld en in 1964 in bedrijf genomen. Het betreft een groep van 133 MW, uitgerust met een ketel voor gelijktijdige verbranding van steenkool en zware olie. In de loop van haar geschiedenis werd deze groep, naargelang de economische beschikbaarheid van de brandstoffen, origineel hoofdzakelijk gestookt met magere steenkool en daarna met zware stookolie. Thans verbruikt ze bijna uitsluitend vette steenkool.

Een tweede eenheid, met eenzelfde vermogen,

werd een jaar later besteld en in 1965 reeds in bedrijf genomen. De bijhorende ketel werd speciaal ontworpen voor een gemengde verbranding zware olie - hoogovengas. Tegelijkertijd met de bouw van deze groep werd een pijpleiding voor de levering van hoogovengas aangelegd tussen de N.V. Sidmar en de centrale Rodenhuize.

Begin 1966 besloot de N.V. EBES tot de oprichting van een derde eenheid van 133 MW. Twee jaar later, in oktober 1968, werd deze in bedrijf genomen. Ook deze ketel werd ontworpen voor gemengde verbranding, zware stookolie - hoogovengas.

In 1974 werd de oprichting van een vierde eenheid met een vermogen van 279 MW aangevat. Deze groep werd in bedrijf genomen in 1979.

Bij de bouw van deze groep hield men rekening met een te verwachten uitbreiding van de staalfabriek Sidmar. Om de hiermee gepaard gaande hogere produktie van hoogovengas te kunnen verbruiken, werd ook deze ketel uitgerust voor gemengde verbranding zware stookolie - hoogovengas.

Anderzijds stelde men vast dat het toevoegen van deze groep de temperatuur van het kanaalwater overdreven zou doen stijgen, waardoor de bouw van een koeltoren zich opdrong. Om ook in de uiterst warme periodes van het jaar aan de temperatuurnormen te voldoen werd deze koeltoren overgedimensioneerd, zodat hij ook een groot deel van het koelwater van de 3 kleinere groepen kan verwerken.

Tegelijkertijd met de bouw van deze vierde groep werd de hoogovengasleiding vergroot en werd een fuelleiding geplaatst tussen de raffinaderij van

de N.V. Texaco en de centrale Rodenhuize. Zo gebeurde de levering van de brandstoffen langs pijpleidingen. Sinds het sluiten van de raffinaderij van N.V. Texaco (laatste levering in april 1984) wordt alle stookolie per schip aangevoerd. De steenkool komt per trein in de centrale.

3.2.2. Planologische en juridische omkadering

De juridische en planologische omkadering van de kanaalzone Gent-Terneuzen, waar het terrein van de centrale Rodenhuize is gelegen, wordt geïllustreerd aan de hand van figuur 3.2-1. Het aantal woonzones binnen een straal van 2 km van de centrale is beperkt. Het overwegend industrieel karakter van de kanaalzone blijkt zeer duidelijk uit de figuur.

3.2.3. De werkgelegenheid op de centrale

3.2.3.1. Algemeen

De tewerkstelling op de centrale Rodenhuize omvat twee facetten : de direkte tewerkstelling op de centrale zelf en de tewerkstelling via diensten door derden aan de centrale geleverd. Bij beide activiteiten moet het multiplikatie-effekt van de tewerkstelling in rekening gebracht worden.

3.2.3.2. Tewerkstelling op de centrale

De centrale Rodenhuize stelt half 1985 rechtstreeks 273 personen (eigen personeel en stagiairs) te werk. Op enkele uitzonderingen na wonen al deze personeelsleden in Oost-Vlaanderen.

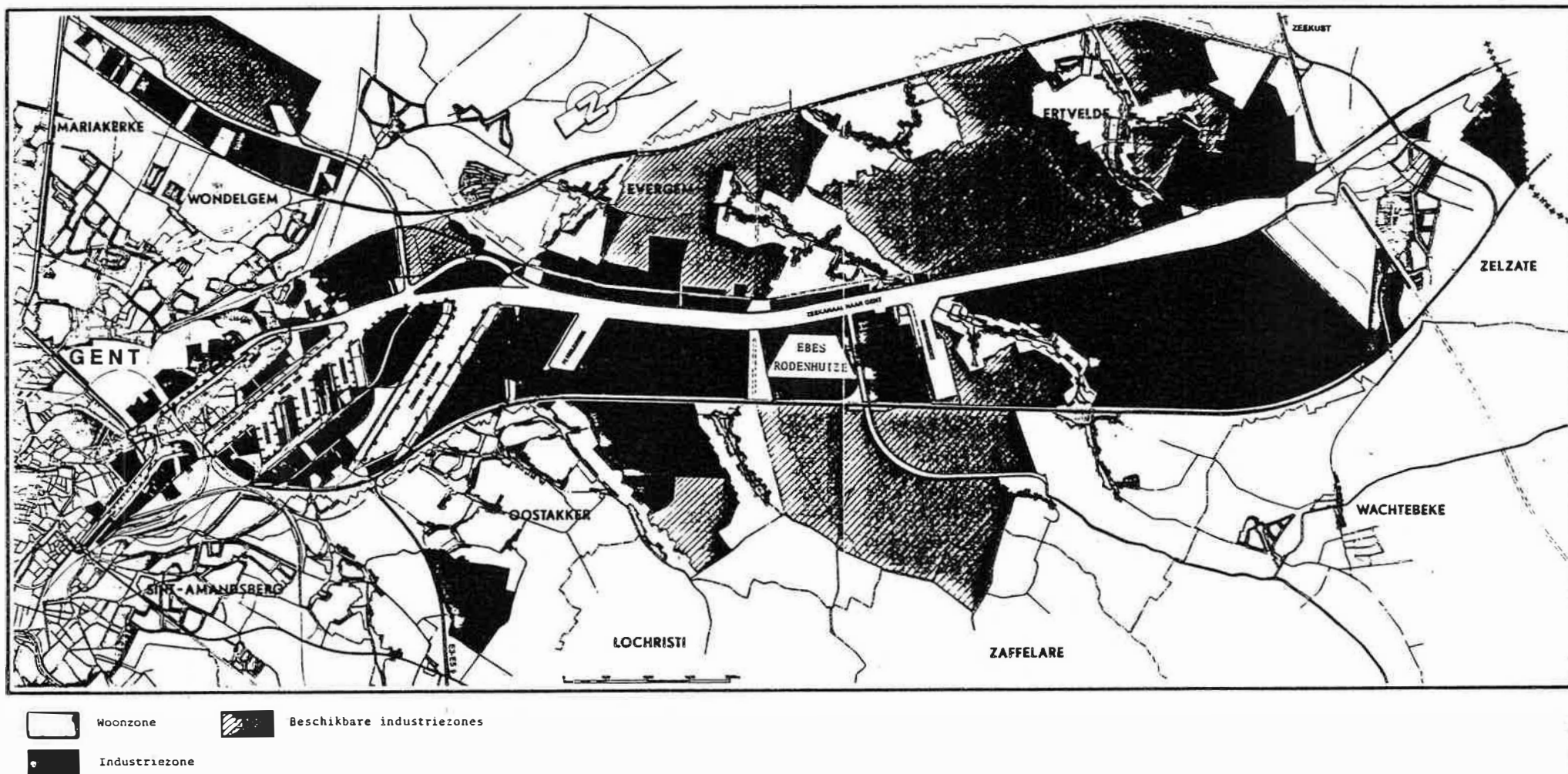


Fig. 3.2-1 - Industrie- en woonzones in de Kanaalzone Gent-Terneuzen

Gezien de verminderde elektriciteitsproduktie zal uiteindelijk het aantal tewerkgestelde personen met minstens 50 eenheden moeten verminderen tot 223 personen. Dit dient te gebeuren door natuurlijke afvloeiing en mutatie naar andere produktiecentrales van de N.V.EBES.

3.2.3.3. Tewerkstelling via diensten door derden

Op de centrale worden door derden systematische werken uitgevoerd, wat op jaarbasis een tewerkstelling van 15 personen betekent. Bij de onderhouds-, verbeterings-, revisie- en nazichtswerken wordt gedurende bepaalde periodes van het jaar een zeker werkvolume door derden gepresteerd. In de laatste jaren bedroeg deze tewerkstelling op jaarbasis gemiddeld 17 personen.

De werking van de centrale vereist ook de toevoer van een aantal materialen (buiten brandstof). Dit kan als volgt samengevat worden :

- jaarlijkse levering van afgewerkte materialen (94 miljoen BF per jaar)
- de aanvoer en het lossen van de vaste brandstoffen door de N.M.B.S. (330.000 t per jaar of 276 treinen per jaar).
- de aanvoer en het lossen van de vloeibare brandstoffen door een private firma (230.000 t per jaar of 170 schepen per jaar).

3.2.3.4. Geïmpliceerd effect op de tewerkstelling

Het geïmpliceerd effect op de tewerkstelling in de streek wordt bekomen doordat de personen die bij de activiteiten van de centrale zowel rechtstreeks als onrechtstreeks betrokken zijn, op hun

beurt tewerkstelling en diensten vereisen. Dit effect is moeilijk te preciseren. Het centrum voor economische studies van de Katholieke Universiteit Leuven rekent met een multiplikatiefaktor van 1,5.

De direkte tewerkstelling door de centrale bedraagt ongeveer 305 personen (273 + 32). Met het multiplikatie-effekt komt men tot een totaal van 458 personen. Daarnaast is er nog het multiplikatie-effekt van de diensten door derden.

3.2.4. Economische karakteristieken

3.2.4.1. Produktiehoeveelheden

De geproduceerde hoeveelheden elektriciteit voor de periode 1980 - 1982 - 1984 zijn opgenomen in tabel 3.2-1.

De produktie door de groepen 2, 3 en 4 neemt in die periode sterk af (1980 : 2.991.000 MWh, 1982 : 2.304.000 MWh; 1984 : 2.020.000 MWh). De reductie ten opzichte van 1980 is voor 1982 en voor 1984 respektievelijk 23% en 33%. Deze vermindering is een gevolg van de hoge kostprijs van zware fuel en dus van een vervangende produktie met lage kostprijs. De warmteproduktie uit zware fuel bedraagt thans nog ca. 60% van deze van 1980 (tab. 3.1-5).

Tabel 3.2-1 - Brutoproduktie in MWh van de verschillende groepen in de centrale Rodenhuize

	1980	1982	1984
Groep 1 (MWh) (%)	955.022 82	934.670 80,2	883.648 75,8
Groep 2 (MWh) (%)	781.061 67	286.950 24,6	592.598 50,9
Groep 3 (MWh) (%)	694.225 59,6	309.680 26,6	596.250 51,2
Groep 4 (MWh) (%)	1.515.550 62	1.707.470 69,7	830.650 34

3.2.4.2. Kostprijs van een kilowattuur - differentiële kosten

De kostprijs van een geproduceerde kilowattuur bestaat uit een vast gedeelte en uit een proportioneel gedeelte :

- Het vast gedeelte omvat :

- de afschrijvingen en de kapitaalsintresten;
- de lasten van de tussentijdse intresten bij de bouw;
- de aansluitpenalisatie op het net (afhankelijk van de lastverdeling in het distributienet);
- de vaste exploitatiekosten;
- de stockeringskosten van de brandstof;

Deze vaste kosten moeten betaald worden ongeacht de productie.

- Het proportioneel gedeelte bestaat uit :

- de brandstofkosten per kilowattuur geproduceerd;
- de proportionele exploitatiekosten.

Bij de beslissing om een nieuwe centrale te bouwen worden al deze factoren in rekening gebracht. Bij transformaties van een centrale daarentegen zijn er twee hoofdkomponenten van belang; de bijkomende investering en het verschil in brandstofkosten tussen bijvoorbeeld fuel en kolen. Thans is een ombouw van fuel naar kolen economisch voordelig.

Van de groepen 2, 3 en 4 die op fuel en hoogovengas werken, zijn de groepen 2 en 3 respectievelijk 20 jaar en 17 jaar oud. Groep 4 is in 1979 in bedrijf genomen. De keuze voor de ombouw van de groep 4 is bijgevolg op basis van bedrijfs-economische redenen nogal evident.

Het is duidelijk dat in een park van centrales de groepen in bedrijf genomen worden naargelang de veranderlijke kosten lager zijn. Kerncentrales worden dus zo veel mogelijk ingezet, waarna de kolengroepen aan de beurt komen. Groepen gestookt met zware fuel of aardgas worden slechts bij de pieken in de netbelasting ingezet.

Om een idee van de differentiële kostprijs tussen zware fuel en kolen te bekomen wordt uitgegaan van een specifiek bruto energieverbruik van $9,2 \text{ MJ.kWh}^{-1}$. Het prijsverschil tussen een gigajoule warmte uit fuel en één uit kolen is een marktgegeven en als dusdanig veranderlijk. Dit prijsverschil bedraagt thans ca. 80 BF.

Het brandstofkostenverschil tussen fuel en kolen is in deze onderstelling ongeveer $0,08 \times 9,2$ of 0,73 BF per kilowattuur. Voor een relatief kleine groep zoals groep 1, met een jaarproduktie van ongeveer 900.000 MWh, betekent dit een kostprijsverschil van ongeveer 650 miljoen BF per jaar. Het economisch belang van een zo laag mogelijke brandstofkost is hiermee aangetoond.

3.3. Lucht

3.3.1. Algemeen

De bestaande toestand wordt geëvalueerd voor de jaren 1982, 1983 en 1984 daar in deze periode vooral het brandstofverbruik een aantal belangrijke wijzigingen heeft ondergaan. Als referentiejaar wordt evenwel 1982 gebruikt. Dit is het meest recente jaar waarvoor zowel de emissie- als de immissiegegevens voor de zone Gent-Zelzate volledig zijn.

3.3.2. Emissies

3.3.2.1. Brandstofverbruik

De emissie van kontaminanten is in de eerste plaats afhankelijk van de aard en de hoeveelheid van de gebruikte brandstof. Tabel 3.3.1. geeft een gedetailleerd overzicht van het brandstofverbruik, de diensturen en de netto-elektriciteitsproduktie per jaar voor de 4 groepen afzonderlijk

Tabel 3.3.1. - Overzicht van het brandstofverbruik, de diensturen en de netto-elektriciteitsproductie, voor de periode 1982-1984

	1982				1983				1984			
	G1	G2	G3	G4	G1	G2	G3	G4	G1	G2	G3	G4
Brandstof												
- steenkool (t)	334705	-	-	-	259385	-	-	-	327615	-	-	-
- fuel A (t)	1476	471	-	2088	-	-	472	1129	-	1259	323	175
- fuel D (t)	10467	47945	54471	260459	13219	18984	10589	106117	2717	6003	-	9778
- fuel E (t)	-	-	-	-	-	38426	41221	85487	-	60537	66030	101793
- hoogovengas (10 ³ Nm ³)	-	237054	265613	1806086	-	452004	423745	1758043	-	1000370	1027378	1120950
Diensturen	7688	2951	3155	8237	6238	4073	3727	7019	7423	6618	6794	4357
Netto-elek- triciteitpro- duktie (MWh)	871919	272650	293392	1614660	666912	361219	323903	1290354	828051	563520	564126	783064

in de periode 1982 - 1984. Op basis van de calorische waarde kan de bijdrage van de verschillende brandstoffen tot de totale warmteproduktie berekend worden. Dit wordt voor de volledige centrale weergegeven in figuur 3.3.1. Uit de figuur blijkt dat het steenkool- en fuel A-verbruik gedurende de drie jaren nagenoeg konstant gebleven is, waarbij laatstgenoemde bijna als verwaarloosbaar mag worden beschouwd. Het aandeel van fuel D daarentegen daalt sterk, namelijk, van 50% in 1982, over 23% in 1983 tot amper 3% in 1984. Deze vermindering werd opgevangen door het in gebruik nemen van fuel E vanaf 1983 alsook door een geringe stijging in het verbruik van hoogovengas. De totale netto-elektriciteitsproduktie ten slotte vertoont in 1983 en 1984 een lichte daling in vergelijking met 1982, respektievelijk 13% en 10%.

3.3.2.2. Emissiefactoren (EPA, 1974; DUVEL & ZUNDORF, 1974; WACHTERS, 1976)

Voor de evaluatie van de emissies wordt gebruik gemaakt van zogenaamde emissiefactoren die toelaten de hoeveelheden van diverse kontaminanten te berekenen, die tijdens een verbrandingsproces gevormd worden. Daarbij wordt rekening gehouden met een aantal parameters zoals de aard en de chemische samenstelling van de brandstof, de bezettingsgraad en het type van branders.

Tabel 3.3-2 geeft een overzicht van de gebruikte emissiefactoren voor de tien kontaminanten die in dit rapport behandeld worden. Deze waarden, medegedeeld door de Emissie Inventarisatie van de Vlaamse Regio (EIVR), zijn gebaseerd op literatuurgegevens en werden experimenteel bepaald door diverse onafhankelijke onderzoekers. Ze geven meestal een goede benadering van de realiteit (een nauwkeurigheid voor SO₂ van 2%, voor de overige kontaminanten van 5 tot 30%).

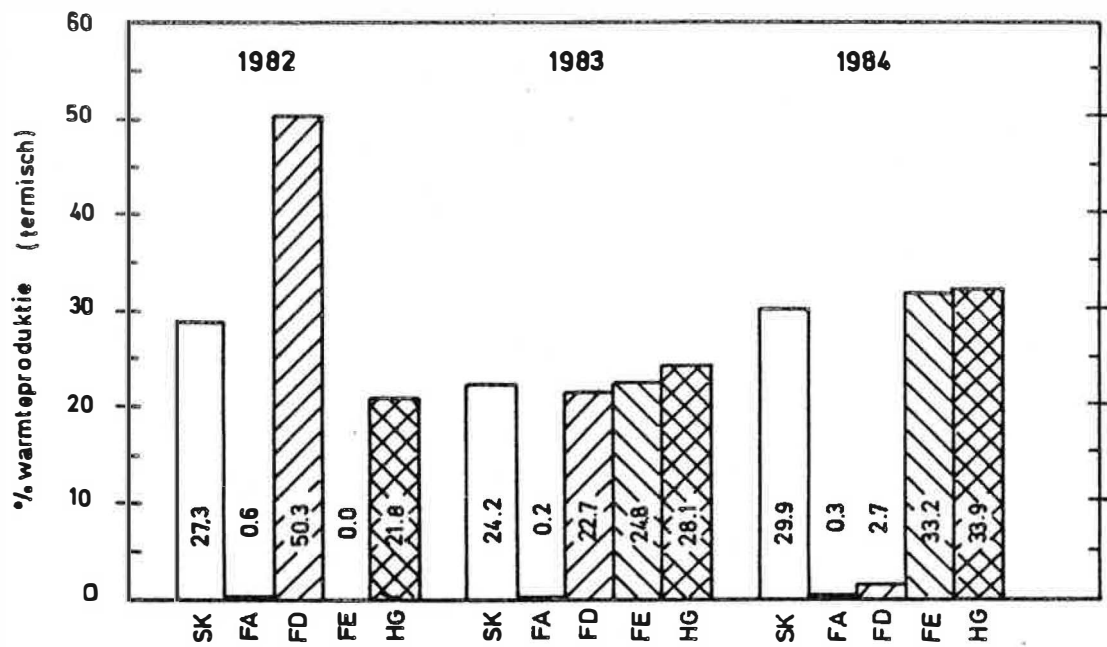


Fig. 3.3-1 - Procentuele bijdrage van de diverse brandstoffen tot de totale warmteproductie in de periode 1982-1984
 (SK : Steenkool; FA : Fuel A; FD : Fuel D; FE : Fuel E; HG : hoogovengas)

Tabel 3.3-2 - Emissiefactoren voor diverse brandstoffen

kontaminant	steenkool (kg.t^{-1})	fuel (kg.t^{-1})	hoogovengas (g.Nm^{-3})
stof	$8,5 \times \alpha \times (1-\eta)$	$1,0 \times (1-\eta)$	$0,01 \times (1-\eta)$
lood	$0,00664 \times (1-\eta)$	$0,0005 \times (1-\eta)$	0
SO_x (als SO_2)	$\frac{64,06}{32,06} \times \sigma \times 0,95$	$\frac{64,06}{32,06} \times \sigma \times 0,975$	0
CO	0,4	0,2	0
CO_2	$\frac{44,01}{12,01} \times \beta$	$\frac{44,01}{12,01} \times \beta$	$\frac{44,01}{12,01} \times \beta$
NO_x (als NO_2)	7,3	9	0,1282
KWS	0,15	0,15	0,0833
aldehyden	0,0025	0,1	0
F^- (als HF)	$0,011 \times \alpha$	0,0001	0
Cl^- (als HCl)	$0,079 \times \alpha$	0,036	0

α = asgehalte (% , nat)

β = koolstofgehalte (kg.t^{-1} , nat)

η = efficiëntie elektrofilter

σ = zwavelgehalte (kg.t^{-1} , nat)

3.3.2.3. Massastroom kontaminanten

De chemische samenstelling van de diverse brandstoffen, nodig voor de berekening van de kontaminant-massastromen, is opgenomen in tabel 3.3-3. De weergegeven waarden zijn jaar-gemiddelden bekomen op basis van maandelijks uitgevoerde analyses door of in opdracht van EBES Rodenhuijze. De toename van het gemiddeld zwavelgehalte in de gebruikte steenkool vanaf 1983 is te wijten aan een overschakeling van Zuidafrikaanse op Amerikaanse steenkool, die echter een lager asgehalte heeft. Tevens moet opgemerkt worden dat fuel E, die vanaf 1983 steeds meer gebruikt wordt ter vervanging van fuel D, de meest milieubelastende bijdrage levert wat het zwavelgehalte betreft.

De jaaremissies voor elke groep afzonderlijk alsook voor de volledige centrale zijn weergegeven in tabel 3.3-4. Voor de berekening van de stof- en loodemissies wordt een elektrofilterefficiëntie van 98% in rekening gebracht, evenwel enkel voor groep 1 en dan nog uitsluitend bij steenkoolverbranding. Voor de overige groepen en voor de groep 1 bij werking op fuel is er geen rookgasontstopping voorzien.

Tussen de verschillende groepen onderling treden jaar per jaar min of meer belangrijke verschuivingen op wat betreft de emissies. Dit is vooral uitgesproken voor de groepen 2, 3 en 4 in 1984 ten opzichte van 1982 en staat in rechtstreeks verband met de gebruiksduur per groep en per jaar. Zo is het aantal diensturen van groep 4 in 1984 teruggevallen op amper 50% in vergelijking met 1982, voornamelijk te wijten aan perioden van stilstand door een incident of voor revisie, terwijl het gebruik van groepen 2 en 3 verdubbeld is. Voor de volledige centrale treedt in de periode 1982 - 1984 echter slechts een lichte daling op van de totale netto-elektriciteitsproduktie zodat de globale jaaremissies voor de diverse kontaminanten

Tabel 3.3-3 - Gemiddelde chemische samenstelling van de brandstof
(nat gewicht)

Brandstof	1982	1983	1984
STEENKOOL			
% water	8,767	8,867	9,325
% as	16,947	16,336	16,095
% S	1,041	1,530	1,261
% C	66,3	66,3	66,3
FUEL A			
% S	0,899	0,899	0,899
% C	87,0	87,0	87,0
FUEL D			
% S	2,596	2,467	2,580
% C	87,0	87,0	87,0
FUEL E			
% S	-	3,745	3,276
% C	-	87,0	87,0
HOOGOVENGAS			
% C	22,502	22,822	22,750

Tabel 3.3-4 - Jaaremissies (per groep; totaal)

Kontaminant	Eenheid	G1			G2			G3			G4			TOTAAL		
		1982	1983	1984	1982	1983	1984	1982	1983	1984	1982	1983	1984	1982	1983	1984
Stof *	ton	976	734	899	51	62	78	57	57	77	281	210	123	1365	1062	1177
Lood *	kg	50	41	45	24	29	34	27	26	33	131	96	56	233	192	168
SO _x (als SO ₂)	ton	7168	8169	7990	2433	3716	4187	2755	3524	4220	13208	11356	6991	25564	26764	23387
CO	ton	136	106	132	10	11	14	11	10	13	53	39	22	209	167	181
CO ₂	10 ³ ton	851	672	805	350	561	1050	393	521	1068	2326	2085	1291	3920	3839	4214
NO _x (als NO ₂)	ton	2551	2012	2418	466	575	738	524	525	729	2594	1960	1149	6136	5072	5035
KWS	ton	52	41	50	27	46	94	30	43	96	190	175	110	299	306	349
Aldehyden	ton	2	2	1	5	6	7	5	5	7	26	19	11	39	32	26
F ⁻ (als HF)	ton	62	47	58	5x10 ⁻³	6x10 ⁻³	7x10 ⁻³	5x10 ⁻³	5x10 ⁻³	7x10 ⁻³	26x10 ⁻³	19x10 ⁻³	11x10 ⁻³	62	47	58
Cl ⁻ (als HCl)	ton	449	335	417	2	2	2	2	2	2	9	7	4	462	346	426

* efficiëntie elektrofilter = 98%; enkel groep 1, enkel steenkoolverbranding.

slechts in beperkte mate wijzigen (9% tot 33% daling in 1984 ten opzichte van 1982 met uitzondering van CO₂ en KWS waarvoor een geringe stijging optreedt, respektievelijk 8% en 17%).

De geleidelijke vervanging van fuel D door fuel E vanaf 1983 weerspiegelt zich niet in een significante verhoging van de SO_x-emissie. Dit laatste wordt verklaard door een vermindering in het algemeen fuel-verbruik (voor de groepen 2, 3 en 4 samen een respektievelijke daling van 17% en 33% in 1983 en 1984 in vergelijking met 1982) en een daarmee gelijklopend toenemend verbruik van hoogovengas, dat duidelijk minder milieubelastend is.

Een evaluatie van de uurlijkse massastromen (kg.h⁻¹) is niet mogelijk wegens een gebrek aan gegevens betreffende de benuttingsgraad van de diverse groepen, het brandstofverbruik en vooral de brandstofverhouding per uur.

3.3.2.4. Koncentraties in de rookgassen

Emissienormen, opgelegd van overheidswege, worden doorgaans uitgedrukt als concentraties in de rookgassen (mg.Nm⁻³). Dit impliceert een omrekening van de kontaminant-massastromen, vermeld in tabel 3.3-4, aan de hand van de geproduceerde volumina rookgassen die verschillen naargelang van het brandstoftype :

- steenkool	6,955	Nm ³ .kg ⁻¹	(nat, 0% O ₂ -overmaat)
- fuel A	11,57	Nm ³ .kg ⁻¹	(")
- fuel D	11,48	Nm ³ .kg ⁻¹	(")
- fuel E	11,43	Nm ³ .kg ⁻¹	(")
- hoogovengas	1,432	Nm ³ .Nm ⁻³	(")

Daarnaast moet eveneens rekening gehouden worden met de overmaat zuurstof in de rookgassen, die per groep en per jaar verschilt. In het KB van 08.08.1975 betreffende

het voorkomen van luchtverontreiniging door zwaveloxiden en stofdeeltjes afkomstig van industriële verbrandingsinstallaties, wordt echter niets vermeld over een uit te voeren normalisatie naar een vastgelegd O_2 - of CO_2 -gehalte.

De EEG-richtlijn daarentegen hanteert een O_2 -overmaat van 6% voor steenkool en 3% voor fuel en hoogovengas. Omwille van de uniformiteit wordt deze normalisatie hier toegepast bij de berekening van de gemiddelde concentraties in de rookgassen.

De resultaten zijn samengevat in tabel 3.3-5. De tabel geeft aan dat het stofgehalte in 1983 een lichte daling (ca. 5%) vertoont te wijten aan het lagere asgehalte van de Amerikaanse steenkool. De toename in 1984 is een gevolg van het nagenoeg exclusief steenkoolverbruik. Voor de groepen 2, 3 en 4 daalt de stofemissie sterk vanwege het hoger hoogovengasverbruik.

De SO_x -emissies door de groep 1 nemen toe, vooral in 1983 (+ 44%) en in mindere mate in 1984 (+ 19%), ten gevolge van het beduidend hoger zwavelgehalte in de Amerikaanse steenkool. De geringere stijging in 1984 vloeit voort uit het feit dat er nagenoeg geen fuel meer gebruikt wordt. Voor de groepen 2 en 3 stijgen de SO_x -emissies in 1983 met ca. 6%. Dit is een gevolg van de substitutie van fuel D door fuel E met een hoger zwavelgehalte. Door de toename in het hoogovengasverbruik treedt er in 1984 een daling op met ca. 30% in vergelijking met 1982. Voor de groep 4 daarentegen nemen de SO_x -emissies geleidelijk toe (+ 3% in 1984).

De CO_2 -emissies voor de groep 1 blijven konstant terwijl voor de groepen 2 en 3 een duidelijke stijging wordt vastgesteld wat opnieuw te verklaren is door het hoger verbruik van hoogovengas, dat op zichzelf reeds gemiddeld 20% CO_2 bevat.

Tabel 3.3-5 - Emissie concentraties in de rookgassen ($\mu\text{g.Nm}^{-3}$; vochtig genormaliseerd naar 6% O_2 - overmaat voor steenkool en naar 3% voor fuel en hoogovengas)

Kontaminant	Eenheid	G1			G2			G3			G4		
		1982	1983	1984	1982	1983	1984	1982	1983	1984	1982	1983	1984
Stof *	mg.Nm^{-3}	283	268	278	49	41	30	49	40	29	43	38	37
Lood *	$\mu\text{g.Nm}^{-3}$	15	15	14	23	19	13	23	19	13	20	17	17
SO_x (als SO_2)	mg.Nm^{-3}	2075	2980	2466	2328	2441	1625	2346	2506	1622	2020	2059	2078
CO	mg.Nm^{-3}	39	39	41	9,3	7,5	5,3	9,3	7,4	5,1	8,0	7,0	6,6
CO_2	g.Nm^{-3}	246	245	248	335	368	407	334	370	410	356	378	384
NO_x (als NO_2)	$\mu\text{g.Nm}^{-3}$	738	734	746	446	377	287	447	373	280	397	355	342
KWS	$\mu\text{g.Nm}^{-3}$	15	15	15	26	30	36	26	31	37	29	32	33
Aldehyden	$\mu\text{g.Nm}^{-3}$	0,6	0,7	0,3	4,6	3,8	2,6	4,6	3,7	2,5	4,0	3,5	3,3
F^- (als HF)	$\mu\text{g.Nm}^{-3}$	18	17	18	$4,6 \times 10^{-3}$	$3,8 \times 10^{-3}$	$2,6 \times 10^{-3}$	$4,6 \times 10^{-3}$	$3,7 \times 10^{-3}$	$2,5 \times 10^{-3}$	$4,0 \times 10^{-3}$	$3,5 \times 10^{-3}$	$3,3 \times 10^{-3}$
Cl^- (als HCl)	$\mu\text{g.Nm}^{-3}$	130	122	129	1,7	1,4	0,9	1,7	1,3	0,9	1,4	1,3	1,2

* efficiëntie elektrofilter = 98%; enkel groep 1 bij steenkoolverbranding.

Voor de kontaminanten Pb, CO, NO_x, aldehyden, F⁻ en Cl⁻ kunnen de emissies voor de groep 1 als konstant beschouwd worden terwijl er voor de overige groepen een significante vermindering optreedt. Dit wordt terug verklaard door het stijgend hoogovengasverbruik.

De KWS-emissies voor de groep 1 blijven konstant terwijl ze voor de overige groepen en vooral voor 2 en 3 continu toenemen. Dit laatste is te wijten aan een groter algemeen brandstofverbruik (fuel + gas) zoals blijkt uit de productiecijfers.

Tenslotte moet opgemerkt worden dat de emissie van F⁻ en Cl⁻ hoofdzakelijk optreedt in groep 1, respectievelijk 99,9% en 97,3% van de totale jaarlijkse massastromen. Deze halogenen zijn immers geassocieerd met de anorganische fraktie van de brandstof, vandaar het enorme verschil tussen steenkool en fuel.

Teneinde een berekening van de concentraties in reële omstandigheden toe te laten wordt in tabel 3.3-6 een overzicht gegeven van het gemiddeld O₂-gehalte in de rookgassen per groep en per jaar en van de daarbij behorende korrektiefactoren ten opzichte van de gehanteerde normalisatie.

Ter controle van de akkurateste van de berekende emissies werden in de periode 1984-1985 een aantal kontaminanten bepaald in de rookgassen van groep 1. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.3-7. Het stof werd kumulatief bemonsterd over 25 meetpunten, homogeen verdeeld over een horizontale doorsnede van de schouw. De kollektie van F⁻ en Cl⁻ gebeurde door simultane absorptie in een 1 M NaOH oplossing, gevolgd door analyse respektievelijk met een ion-selektieve elektrode en via een potentiometrische neerslagtitratie met Ag.

Voor het rookgasdebiet en het stofgehalte is de

Tabel 3.3-6 - O_2 -overmaat en korrektiefactoren t.o.v. de genormaliseerde emissies uit tabel 3.3-4.

		G1	G2	G3	G4
1982	% O_2	4,14	0,71	0,81	0,53
	C_1^*	1,124	1,128	1,122	1,138
	C_2^{**}	1,401	1,167	1,167	1,167
1983	% O_2	3,74	0,94	1,14	0,77
	C_1	1,151	1,115	1,104	1,124
	C_2	1,401	1,167	1,167	1,167
1984	% O_2	4,45	1,17	1,53	1,00
	C_1	1,104	1,102	1,082	1,111
	C_2	1,401	1,167	1,167	1,167

* C_1 x genormaliseerde emissie = concentratie bij reële O_2 -overmaat

** C_2 x genormaliseerde emissie = concentratie bij 0% O_2 -overmaat

Tabel 3.3-7 - Resultaten van de emissiemetingen (1984-1985)

kontaminant	eenheid	berekend*	gemeten	Δ %
rookgas	$Nm^3 \cdot h^{-1}$	395500 (4,45% O_2)	404000	+ 2
stof	$mg \cdot Nm^{-3}$	306	310	+ 1
F^-	$mg \cdot Nm^{-3}$	19,8	15,3	- 23
Cl^-	$mg \cdot Nm^{-3}$	141,9	62,2	- 56

* jaargang 1984

overeenkomst tussen de beide waarden uitstekend. De afwijking voor F^- en vooral voor Cl^- wordt verklaard door de grote onzekerheid op de gebruikte emissiefactoren vermits deze gebaseerd zijn op een zeer beperkt aantal literatuurgegevens die bovendien een grote spreiding vertonen.

3.3.2.5. Fysische en chemische eigenschappen van het geëmitteerde stof

Literatuurgegevens betreffende de fysico-chemische eigenschappen van deeltjes afkomstig van een fuel-gestookte elektrische centrale zijn uiterst schaars en beperken zich meestal tot het geven van spoorkoncentraties van diverse metalen. In een grondige studie, uitgevoerd door het Limburgs Studiecentrum voor Ecologie (LISEC) ter karakterisatie van stofemissies door de destijds met fuel gestookte centrale van EBES-Langerlo, wordt er een duidelijk onderscheid gemaakt tussen grove en fijne deeltjes.

Grof stof dat met 85 tot 95% de belangrijkste fractie vertegenwoordigt, heeft een aërodynamische diameter tussen 0,6 en 16 μm . De structuur is afgerond poreus met uiteenlopende dichtheid. De deeltjes bestaan hoofdzakelijk uit gekarboniseerd materiaal (gemiddeld 94% koolstof) met een laag gehalte aan anorganische componenten, ondermeer vanadiumpentoxide. Belangrijke concentraties aan zwavel, vermoedelijk onder elementaire vorm, zijn aanwezig.

De procentuele bijdrage van de grove deeltjes tot de totale stofemissie blijkt in eerste instantie afhankelijk te zijn van de samenstelling van de fuel en is het grootst voor fuel E vanwege het hoge gehalte aan zeer stabiel asfalteen. In dit geval wordt bovendien door het LISEC een emissiefactor van $8,5 \text{ g.t}^{-1}$ gehanteerd tegenover gemiddeld 1 g.t^{-1} uit de literatuur. Vermits deze waarde nog niet bevestigd is door andere onderzoekers wordt door de EIVR alsook in dit rapport

de voorkeur gegeven aan laatstgenoemde.

Een tweede bepalende parameter is de rookgassnelheid. Experimenteel wordt vastgesteld dat de bijdrage van het grof stof daalt van 86%, over 48%, tot 36% voor een rookgassnelheid van respectievelijk $12,6 \text{ m.s}^{-1}$, $7,9 \text{ m.s}^{-1}$ en $5,3 \text{ m.s}^{-1}$ (VAN ACKER, 1979).

Het fijn stof (aerodynamische diameter $\ll 1 \mu\text{m}$) bestaat uit poreuse, donkere of sferische, heldere deeltjes. Eerstgenoemden gelijken qua structuur en samenstelling sterk op de grove deeltjes : een koolstofmatrix met daarin aanwezig vanadiumpentoxide en sporen alkalisulfaten, wat afgeleid wordt uit de massaverhouding tussen het SO_4^{2-} en het K- en Na-gehalte. De heldere deeltjes hebben een silikaat- of sulfaatmatrix waarin inhomogeen verdeelde hoge concentraties aan metalen, zoals V en Ni, en metaaloxiden aanwezig zijn. Typisch voor de silikaatdeeltjes is de Si/Al verhouding van 3.

De bespreking van de fysico-chemische karakteristieken van stofdeeltjes gevormd bij steenkoolverbranding geschiedde reeds summier in § 2.2..1. en wordt verder behandeld in § 5.2.2.4.

3.3.2.6. Vergelijking met normen

In de exploitatievergunning, afgeleverd door de Bestendige Deputatie van de Provinciale Raad van Oost-Vlaanderen, is er geen sprake van enige emissienorm voor de centrale Rodenhuize (KB 19.06.1979) . Dit vergunningsbesluit omvat een herziening van het KB van 14.07.1978 waarbij de aanvankelijk opgelegde norm betreffende de emissie van stof, namelijk, maximaal 150 mg.Nm^{-3} bij een emissie van ten hoogste 7 kg.h^{-1} en 100 mg.Nm^{-3} bij een emissie van meer dan 7 kg.h^{-1} , geschrapt is. De reden daarvoor is de vroeger uitge-

voerde omschakeling van de groep 1 op steenkool waardoor deze norm geenszins haalbaar zou zijn. Dit neemt evenwel niet weg dat de voorschriften van het KB van 08.08.1975 van toepassing blijven, met name een maximale concentratie voor de stofemissie bij steenkoolverbranding van 350 mg.Nm^{-3} (asgehalte $<20\%$) en voor de SO_2 -emissie bij volledig of gedeeltelijk gebruik van fuel 5 g.Nm^{-3} .

Zoals blijkt uit de gemiddelde stof- en SO_x -concentraties, vermeld in tabel 3.3-5, worden deze normen in de periode 1982-1984 door geen enkele groep overschreden. Nochtans moet opgemerkt worden dat de bovenvermelde SO_2 -norm herleid wordt tot maximaal 2 g.Nm^{-3} indien in één van de stations van het verplichte immissiemeetnet, opgericht in de directe omgeving van de centrale, een glijdend 24-uursgemiddelde van $500 \mu\text{g.Nm}^{-3}$ overschreden wordt. In een dergelijk geval moet er overgeschakeld worden op zwavelarme brandstof. Uit tabel 3.3-5 volgt dat in de periode 1982-1984 de gemiddelde SO_x -emissiekoncentratie deze norm bereikt en meestal zelfs duidelijk overschrijdt, met uitzondering van de groepen 2 en 3 in 1984. Uit de bespreking van de immissietoestand zal evenwel blijken dat een dergelijke kritische situatie, die voornamelijk te wijten is aan zeer ongunstige meteorologische omstandigheden, slechts uiterst zelden optreedt (cf. § 3.3.3.3.).

3.3.3. Immissieniveaus in de zone Gent-Zelzate.

3.3.3.1. Meteo

De atmosferische verspreiding van kontaminanten na emissie wordt in hoofdzaak bepaald door 3 klimatologische parameters, namelijk, de windrichting, de windsnelheid en de atmosferische stabiliteit.

Voor het referentiejaar 1982 zijn meteowaarnemingen te Gent nagenoeg onbestaande zodat noodgedwongen gebruik gemaakt moet worden van de gegevens afkomstig van de hoge meteomast van het Studiebureau van Kernenergie (SCK/CEN) te Mol. Macrometeorologisch zijn Gent en Mol vergelijkbaar. Micrometeorologisch daarentegen treden er systematische verschillen op, vooral wat de windsnelheid en de stabiliteit betreft. Op jaarbasis evenwel blijken deze verschillen statistisch slechts een relatief klein effect te hebben op de immissietoestand op grondniveau (NATIONAAL R & D PROGRAMMA, 1981).

De klimatologische waarnemingen te Mol gebeuren uurlijks op 69 m hoogte. De windroos voor het jaar 1982 is weergegeven in figuur 3.3-2. De overheersende windrichting is de sektor zuidzuidwest tot westzuidwest (200 tot 240° ten opzichte van noord). De distributie van de windsnelheden voor alle windrichtingen wordt voorgesteld in figuur 3.3-3. De gemiddelde snelheid is het hoogst in het zuidwestelijk kwadrant. De laagste waarden worden gemeten bij noordnoordwesten- tot noordoostenwind en bij zuidoostenwind.

3.3.3.2. Bijdrage door andere bronnen

Het ligt voor de hand dat de immissiesituatie in de zone Gent-Zelzate bepaald wordt door de bijdrage van alle aanwezige bronnen. Deze kunnen worden onderverdeeld in 3 categorieën, namelijk, de industriële installaties, de gebouwenverwarming en het verkeer. In tabel 3.3-8 worden de totale jaarlijkse SO_x - en NO_x -emissies per broncategorie gegeven voor 1982, berekend op basis van gegevens bekomen van de EIVR.

De industriële emissies gelden voor het jaar 1982 met uitzondering van de bedrijven N.V. Sidmar, N.V. Kronos (thans NL Chemicals) en N.V. PCUK (thans Rhône Poulenc Chemie) waarvoor de emissies enkel tot 1980 geïnventariseerd zijn en

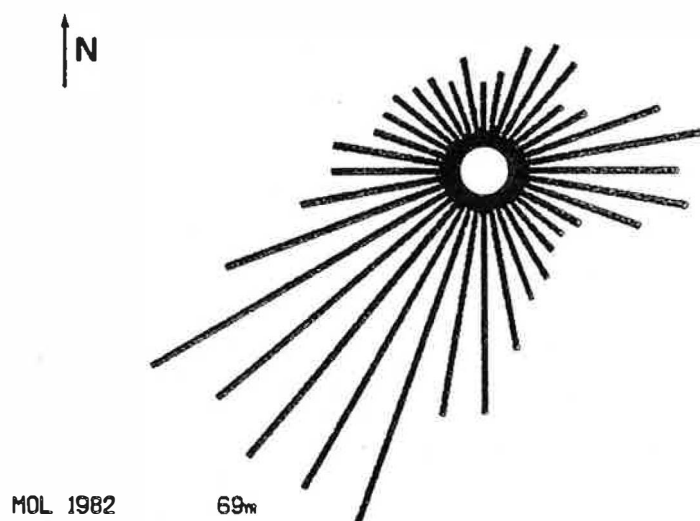


Fig. 3.3-2 - Windroos voor de periode 1982
te Mol (69m hoogte; uurwaarneming)

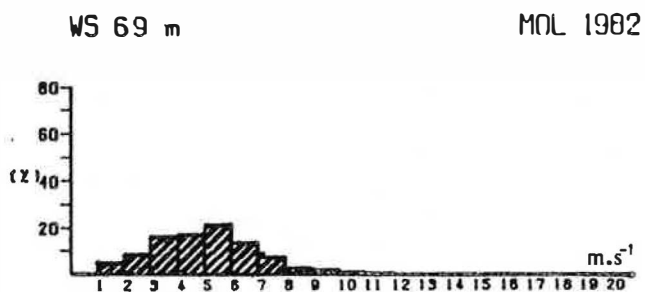


Fig. 3.3-3 - Distributie van de windsnelheid voor
de periode 1982 te Mol (69m hoogte;
uurwaarnemingen)

Tabel 3.3-8 - Totale jaarlijkse emissies per broncategorie
in de zone Gent-Zelzate (jaargang 1982)

	SO _x (ton per jaar)	NO _x (ton per jaar)
industrie, excl. centrale Rodenhuize	46516	9311
industrie, incl. centrale Rodenhuize	72080	15447
verwarming	3688	783
verkeer	195	4451
% bijdrage centrale Roden- huizen t.o.v. industrie	35	40
t.o.v. totaal	34	30

als dusdanig in rekening gebracht werden. De bijdrage van N.V. Texaco wordt niet beschouwd vermits dit bedrijf sedert begin 1982 niet meer operationeel is. De emissies door de gebouwenverwarming en het verkeer omvatten de oppervlakte van de stad Gent, alsook deze van de Kanaalzone. De Lambert-koördinaten van deze oppervlakte zijn $X = 100.000$ tot 113.000 en $Y = 189.000$ tot 212.000 .

Enkel de SO_x - en NO_x -emissies zijn voldoende kwantitatief geïnvventariseerd om een evaluatie in de totale studietone toe te laten. De emissie van stof bij verbrandingsprocessen kan redelijk nauwkeurig berekend worden. Daarentegen zijn de diffuse stofemissies, de deeltjesgrootteverdeling, het relatief aandeel van zwevend en neervallend stof alsook de bijdrage van het verkeer onvoldoende gekend om akkurate schattingen uit te voeren. Voor de overige contaminanten zijn voor te weinig bronnen emissiegegevens beschikbaar.

Uit tabel 3.3-8 blijkt dat de centrale Rodenhuis een zeer belangrijke bijdrage levert tot de globale emissie van SO_x en NO_x . Nochtans is de invloed van de industriële emissies op de grondconcentratie veel geringer dan uit de massastromen zou blijken. Dit is een rechtstreeks gevolg van de grote hoogte waarop de lozingen gebeuren (schoorsteenhoogte > 90 m voor 50% van de industriële bronnen). De gebouwenverwarming en het verkeer lozen nagenoeg uitsluitend op een hoogte lager dan 20 m en zijn bovendien hoofdzakelijk gelokaliseerd in de dichtstbevolkte zones. De invloed van de bronhoogte op de luchtkwaliteit op grondniveau zal duidelijk tot uiting komen in paragraaf 3.3.3.3.

Naast het aandeel van de bronnen in de direkte omgeving van de centrale is het aangewezen eveneens rekening te houden met de achtergrondsverontreiniging, dit is de aanvoer over grote afstand van contaminanten afkom-

stig van bronnen gelegen buiten het studiegebied. Deze bijdrage is afhankelijk van de klimatologische omstandigheden en varieert van plaats tot plaats in de betreffende zone, vooral door de relatieve nabijheid van de haven van Antwerpen en door de langgerekte vorm van de Kanaalzone zelf. Het kwantificeren van de achtergrondsbijdrage is bijgevolg zeer complex en vereist een uitgebreid meetnet dat opereert op nationaal vlak. Momenteel is dit enkel mogelijk voor SO_2 op basis van de waarnemingen verricht door het Zwavel/Rook Meetnet en het Belgisch Automatisch Meetnet. Voor een aantal andere kontaminanten (NO_x , stof, KWS, CO) is het aantal meetposten beperkt zodat een realistische schatting van de achtergrond onmogelijk is.

3.3.3.3. Immissieniveaus

In toepassing van het KB van 08.08.1975 werd vanaf 1980 in de onmiddellijke nabijheid van de centrale een automatische micrometnet bestaande uit vier meetstations voor SO_2 in gebruik genomen. De uitbating ervan gebeurt door de Vereniging Vinçotte. Daarnaast bevinden er zich in de zone Gent-Zelzate, verspreid op min of meer gelijke afstand van elkaar, 12 meetstations voor SO_2 die deel uitmaken van het Belgisch Automatisch Meetnet en uitgebaut worden door het Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie (IHE). In een aantal van deze stations wordt bovendien NO (3), NO_2 (3), CO (1), KWS (2) en stof (5) gemeten. Een situatieplan van beide meetnetten is weergegeven in figuur 3.3-4.

In beide gevallen gebeuren de metingen volautomatisch om de minuut waarna de gegevens via teletransmissie doorgegeven worden aan de centrale verwerkings-eenheid waar de halfuursgemiddelden en de 24-uursgemiddelden berekend worden. De uiteindelijke rapportering gebeurt telkens over een werkingsperiode van zes maanden

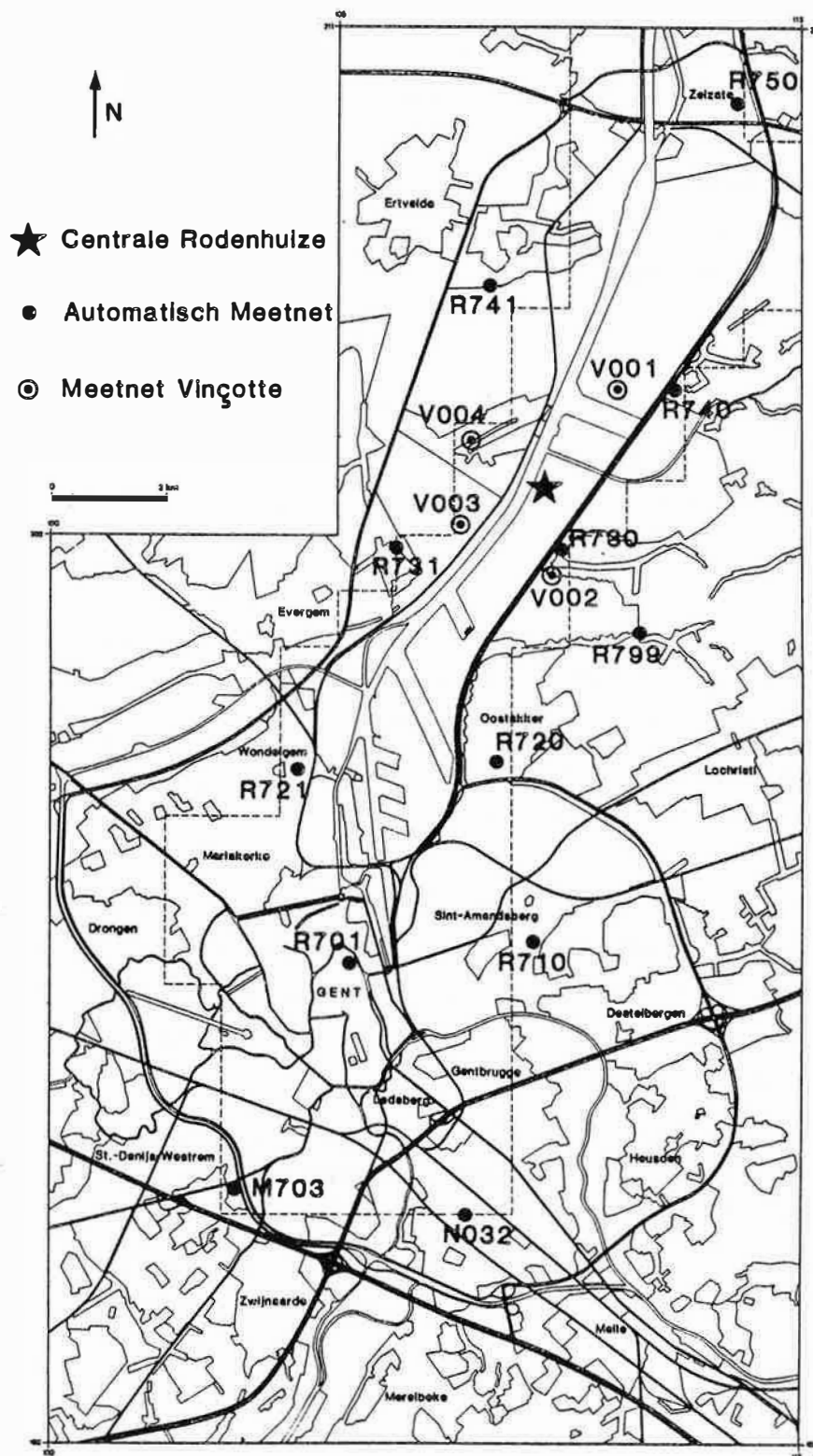


Fig 3.3-4 - Situatieplan van de Meetstations in de zone Gent-Zelzate

overeenstemmend met de benaming "zomer" (01.04 tot 30.09) of "winter" (01.10 tot 31.03) volgens de EEG-richtlijn 80/779/EEC van 15.06.1980. Om die reden zijn de 24-uurs-gemiddelde immissiewaarden voor het referentiejaar 1982 opgesplitst in twee winterperiodes en één zomerperiode. Deze zijn voor de beide meetnetten samengevat in tabel 3.3-9. In deze tabel valt het verschil in immissie, enerzijds tussen winter en zomer, anderzijds tussen de eerste en de tweede winterperiode, onmiddellijk op. De toename tijdens de winter moet uiteraard verklaard worden door de verhoogde emissie, voornamelijk ten gevolge van de gebouwenverwarming, en de minder gunstige meteorologische omstandigheden.

De overeenkomst tussen de immissiemetingen voor de stations van het micromeetnet en deze van het Automatische Meetnet, die gelegen zijn in elkaar directe nabijheid (respektievelijk V001/R740 en V002/R730) is in het algemeen goed wat betreft de 50- en 98-percentielen.

De daggemiddelde grenswaarde voor de 50-percentage van $180 \mu\text{g. SO}_2 \cdot \text{m}^{-3}$ (indien stof $< 60 \mu\text{g. m}^{-3}$), opgelegd voor de winterperiode in de bovenvermelde EEG-richtlijn en overgenomen door België in het KB van 16.03.1983, werd tijdens het referentiejaar geen enkele maal bereikt. De alarmdrempel van $500 \mu\text{g SO}_2 \cdot \text{m}^{-3}$ voor het glijdend 24-uursgemiddelde werd slechts viermaal overschreden, telkens tijdens de winterperiode (tab. 3.3-9). Dit kan evenwel niet toegeschreven worden aan de centrale Rodenhuize. De stations M703 en N032 bevinden zich immers te veraf terwijl de overschrijding in de stations V003 en R740 genoteerd werd bij respektievelijk zuidzuidoosten tot zuidzuidwesten en westen tot westzuidwestenwind, richtingen waarbij de centrale de waarnemingen in de betreffende meetposten slechts in zeer beperkte mate kan beïnvloeden. Bijgevolg moeten één of meerdere andere bronnen daarvoor verantwoordelijk

Tabel 3.3-9 - SO₂-immissie, 24-h gemiddelden (µg.m⁻³) [IHE, 1983; VINCOTTE, 1983]

Meetpost	WINTER (01.10.1981-31.03.1982)			ZOMER (01.04.1982-30.09.1982)			WINTER (01.10.1982-31.03.1983)		
	P ₅₀	P ₉₈	max.	P ₅₀	P ₉₈	max.	P ₅₀	P ₉₈	max.
V001	96	308	341	44	191	265	71	270	413
V002	80	257	318	45	117	174	44	189	371
V003	97	379	489	29	238	357	69	413	629
V004	79	279	428	21	99	142	34	224	370
M703	46	344	618 *	21	144	153	19	142	168
R701	54	298	418	32	114	125	34	142	183
R710	83	278	427	28	143	183	26	129	148
R720	69	281	356	23	84	162	48	160	180
R721	51	369	441	30	184	198	33	294	394
R730	73	231	320	51	151	179	59	152	227
R731	53	322	341	28	170	250	37	281	325
R740	92	303	766	44	195	239	65	212	246
R741	48	281	366	25	139	186	38	177	206
R750	63	281	469	33	163	212	48	206	232
R799	59	256	312	33	65	103	10	81	83
N032	122	421	601	52	236	307	47	173	273

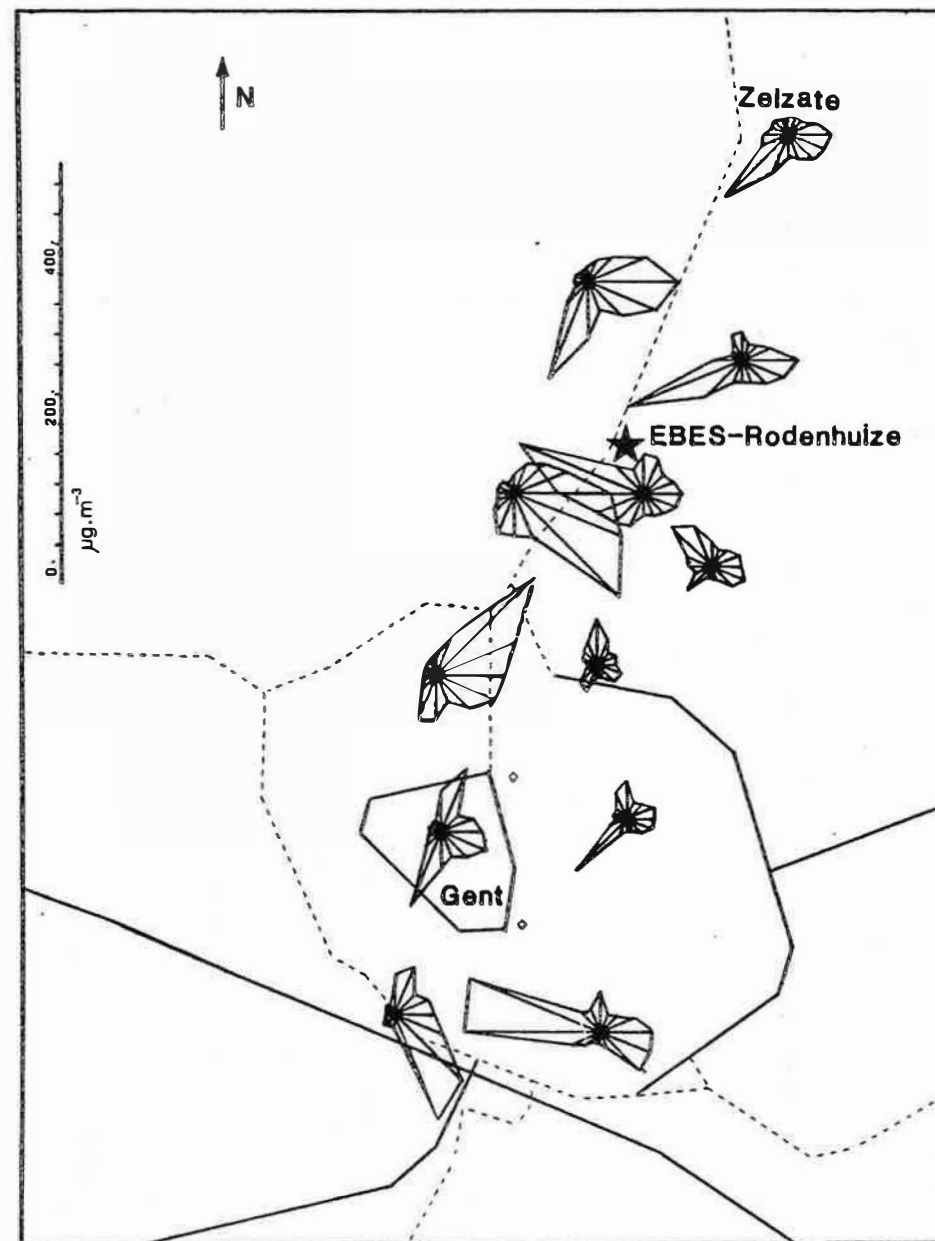
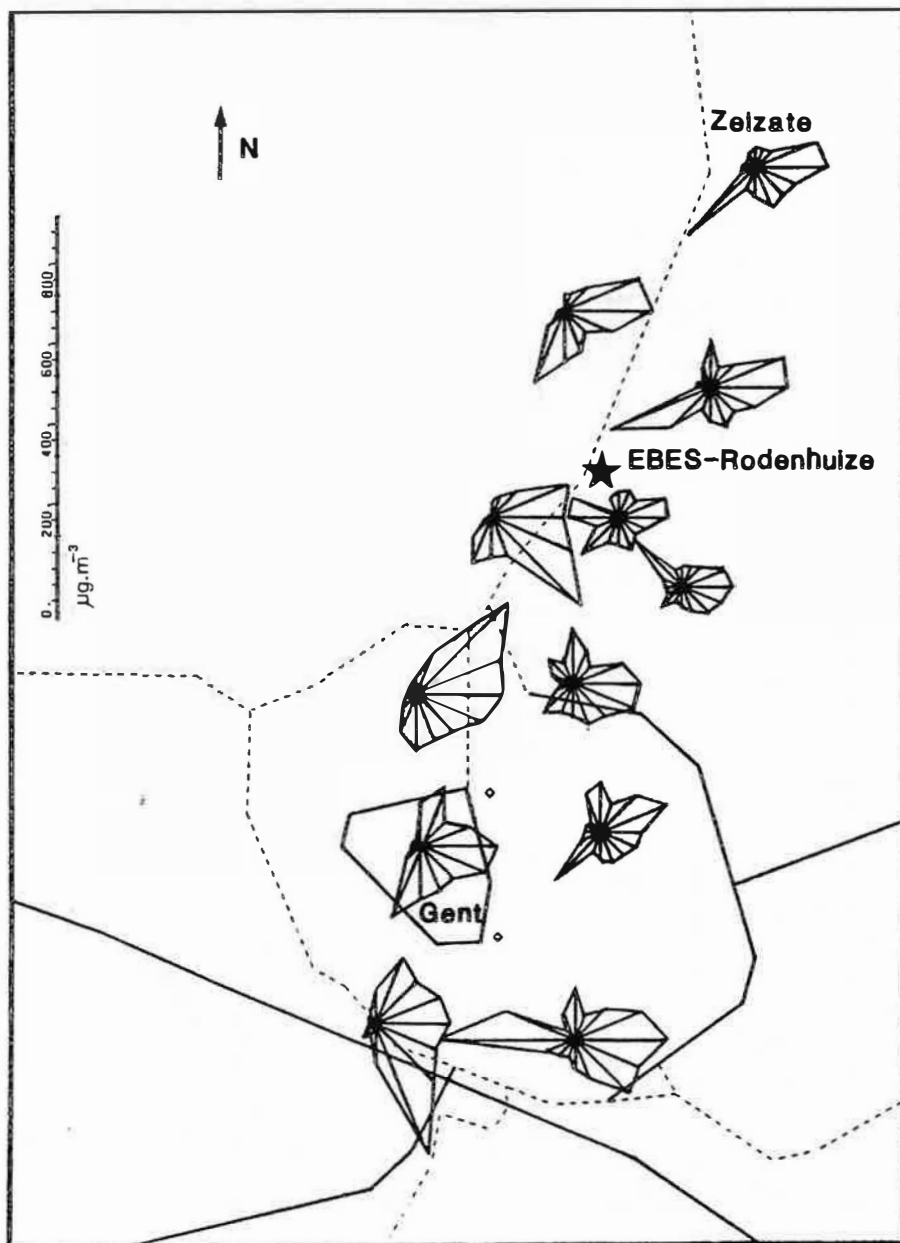
* De omlijnde waarden zijn overschrijdingen van de alarmdrempel van 500 µg SO₂.m⁻³ voor het glijdend 24-uursgemiddelde.

gesteld worden.

De SO_2 -pollutiezonen in de verschillende stations van het Automatisch Meetnet zijn voor één winter- en zomerperiode afzonderlijk weergegeven in figuur 3.3-5a en 3.3-5b. De globale impact van de gebouwenverwarming in het zuidelijk woongebied komt duidelijk tot uiting tijdens de winterperiode. Door de grote densiteit aan SO_2 -emitterende bedrijven in de eigenlijke Kanaalzone is het moeilijk, zoniet onmogelijk, de individuele invloed van een bron eenduidig aan te wijzen. Niettegenstaande de lozing van SO_2 voor het grootste gedeelte gebeurt in de bovenste helft van de studietzone komt dit tijdens de winterperiode niet tot uiting in de immissieniveaus. Dit heeft, zoals reeds eerder vermeld, te maken met de grote hoogte waarop de industriële emissies gebeuren.

Daarnaast worden nog twee belangrijke fenomenen vastgesteld. Vooreerst is er de niet te verwaarlozen bijdrage van een CS_2 -emitterend bedrijf, gelegen in het uiterste zuiden van het studiegebied. De interferentie van CS_2 bij de SO_2 -metingen heeft een duidelijke weerslag op de waarnemingen in de stations M703 en N032 en in mindere mate in R701, R710, R720 en R721. Een tweede fenomeen zijn de relatief hoge SO_2 -niveaus die systematisch genoteerd worden in de stations R750, R740, R730, R720 en R710 voor de windsektor noordoost-oost-zuidoost. Deze stations liggen ten oosten van de belangrijkste industriële SO_2 -bronnen zodat deze invloed enkel afkomstig kan zijn van bronnen buiten de studietzone, ondermeer de Antwerpse havenzone en de as Brussel-Vilvoorde. Het betreft hier bijgevolg de zogenaamde achtergrondbijdrage.

Tabel 3.3-10 geeft een overzicht van de immissiekoncentraties voor NO , NO_2 , CO , stof en KWS (met uit-



a) winter (01.10.1981-31.01.1982)

b) zomer (01.04.1982-30.09.1982)

Fig. 3.3-5 - SO_2 - pollutierozen (Automatisch meetnet; 24-uurgemiddelden)

Tabel 3.3-10 - 24-uursgemiddelde immissies van NO, NO₂, CO, Stof en KWS (IHE, 1983).

Kontaminantmeetpost	Eenheid	Winter (01.10.1981-31.03.1982)			Zomer (01.04.1982-30.09.1982)			Winter (01.10.1982-31.03.1983)		
		P ₅₀	P ₉₈	max.	P ₅₀	P ₉₈	max.	P ₅₀	P ₉₈	max.
NO	μg.m ⁻³									
R701		25	183	230	7	48	72	20	110	124
R731		17	128	145	9	44	62	19	99	132
R740		25	111	166	13	44	52	18	112	131
NO ₂	μg.m ⁻³									
R701		51	123	153	45	97	118	54	80	82
R731		45	130	142	47	83	102	52	81	89
R740		41	93	117	39	67	70	42	81	105
CO (1)	ppm									
R701		0	1	4	0	3	5	0	3	3
Stof (2)	μg.m ⁻³									
R701		88	392	554	59	181	244	56	167	257
R720		99	414	543	59	247	365	57	188	266
R731		113	447	609	83	532	597	80	257	388
R740		86	346	492	67	290	415	58	197	256
R750		129	494	515	76	341	473	77	220	277
KWS (3)	pphm									
R701		78	361	429	87	523	567	145	471	574
R730		154	457	611	154	517	639	284	1036	1214

(1) 1 ppm = 40,9 x MG_{CO} μg.m⁻³ (25°C; 760 mm Hg)

(2) nephelometrische bepaling in Betaschattering-eenheden (1 βscat = 38 μg.m⁻³)

(3) na eliminatie van methaan (CH₄), uitgedrukt in "parts per hundred million" (1pphm = 10⁻⁸g.g⁻¹)

zondering van CH_4), gemeten door het Automatisch Meetnet in de zone Gent-Zelzate. Opnieuw wordt een onderscheid gemaakt tussen de zomer- en winterperiode. Een gedetailleerde evaluatie van deze niveaus, zoals voor SO_2 , heeft weinig zin gezien het beperkt aantal waarnemingspunten. Deze metingen zijn veeleer geschikt voor een meer algemene situatieschets van de verontreinigingstoestand, ondermeer op nationaal vlak, wat buiten het kader van deze studie valt. In verband met de stofmetingen moet bovendien vermeld worden dat de representativiteit ervan betwistbaar is. Deze gebeuren immers via een nephelometrische bepaling en de resultaten zijn niet volledig equivalent met de reële concentraties, te wijten aan de omrekening van de nephelometer-uitlezing (in Betascatter-eenheden) naar $\mu\text{g.m}^{-3}$ op basis van een gemiddelde omrekeningsfaktor. De overeenkomst is evenwel beter dan voor de zwarte rook-metingen volgens de OESO-methode, zoals deze gebeuren in het Zwavel/Rook Meetnet.

3.3.4. Bijdrage van de centrale Rodenhuize tot de immissie

3.3.4.1. Algemeen

Vermits het immissieniveau op een bepaalde plaats het resultaat is van de gekumuleerde bijdrage van diverse bronnen, inclusief de achtergrond, is het onmogelijk om enkel op basis van immissiemetingen de invloed van één enkel bedrijf te kwantificeren. Een oplossing voor dit probleem wordt geboden door het toepassen van statistische-matемatische dispersiemodellen.

Voor deze studie werd gebruik gemaakt van het "Immission Frequency Distribution Model - IFDM" van het SCK/CEN te Mol, dat toelaat de immissiebijdrage van één of meerdere bronnen statistisch uit te middelen over een bepaalde periode bij veranderlijke meteorologische omstandigheden. Het model is gebaseerd op het bi-Gaussiaanse

dispersieteorema en de turbulentieklassifikatie en dispersieparameters van het SCK/CEN. Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de metodologie van de berekeningen alsook van de validatie van het model door vergelijking met gemeten concentraties wordt verwezen naar de literatuur (BULTYNCK & MALET, 1972; SCK/CEN, 1977; KRETZSCHMAR, DE BAERE & VANDERVEE, 1978; NATIONAAL R & D PROGRAMMA, 1981; VANDERBORGHT, COSEMANS & DE BAERE, 1984).

3.3.4.2. Invoergegevens

Met behulp van het IFDM werd de kumulatieve frequentiedistributie berekend van de daggemiddelde concentraties op grondniveau. Dit gebeurde voor de 304 snijpunten van een regelmatig rechthoekig rooster met mazen van 1 km x 1 km binnen de Lambert-koördinaten $X = 100.000$ tot 115.000 en $Y = 193.000$ tot 211.000 (fig.3.3-4).

De volgende gegevens werden ingevoerd :

- meteo (uurlijkse waarden voor de windrichting, de windsnelheid en de atmosferische stabiliteit op 69 m hoogte, afkomstig van de mast van het SCK/CEN; cf. § 3.3.3.1.).
- emissies (industriële installaties, gebouwenverwarming en verkeer - gegevens afkomstig van de EIVR). De 4 groepen van de centrale Rodenhuize, telkens met de bijbehorende schoorsteen, worden als afzonderlijke bronnen beschouwd. Vermits voor geen enkel van de bedrijven, ook niet voor de centrale Rodenhuize, de dagmodulatie van de benutting gekend was, werd een konstante emissie verondersteld, gelijk aan de totale jaaremissie en homogeen verdeeld over de 8760 uren van het jaar. Enkel voor SO_x wordt rekening gehouden met een windrichtings- en windsnelheidsafhankelijke achtergrond, berekend op basis van de metingen door het Zwavel/Rook Meetnet in 1982 (jaargemiddelde - $21 \mu gSO_2.m^{-3}$). Voor de overige kon-taminanten is het door gebrek aan reële metingen onmoge-

lijk de achtergrond in te kalkuleren.

- bronhoogte (niveau van de schoorsteenuitlaat, gekorrigeerd voor de pluimstijging na lozing).
- topografie (geodetische hoogte)

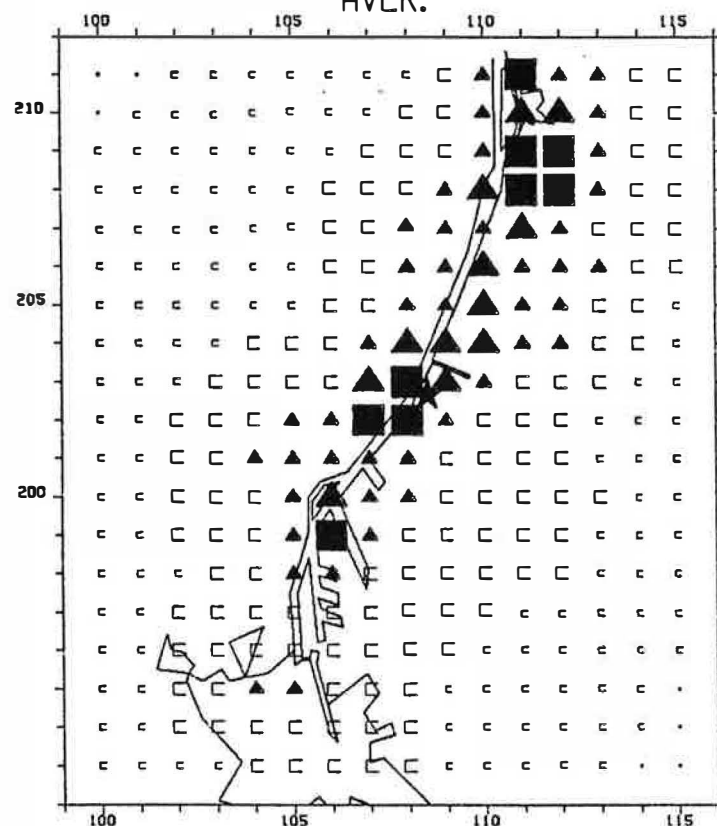
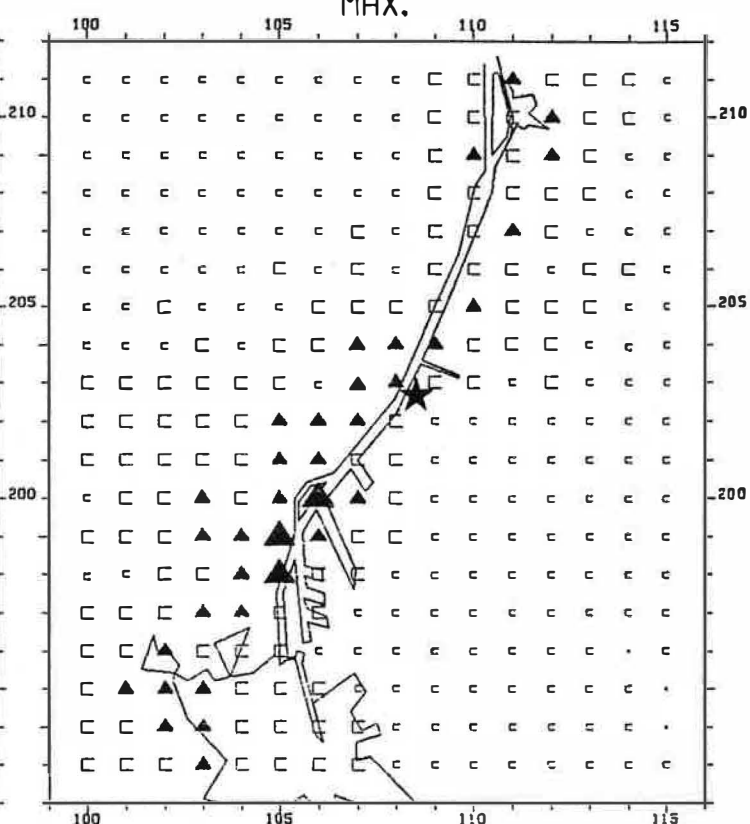
3.3.4.3. Berekende immissieniveaus

3.3.4.3.1. Kontaminanten waarvoor alle bronnen in rekening worden gebracht.

3.3.4.3.1.1. Zwaveloxiden (SO_x)

De berekende gemiddelden, de 98-percentielen en de maxima van de daggemiddelde SO_x -immissie in 1982 zijn voorgesteld in figuur 3.3-6. De hoogste niveaus treden op langs een zuidwest-noordoost georiënteerde as die perfect samenvalt met het kanaal Gent-Terneuzen. Dit wordt uiteraard verklaard door de bijzondere allignatie van de belangrijkste industriële bronnen langsheen het kanaal en de ligging van de stad Gent aan het zuidelijk einde van het kanaal zodat bij de overheersende zuidwestenwind de impact van de meeste bronnen in een smalle strook samenkomt. Deze unieke situatie heeft voor gevolg dat, wanneer men zich van de industrieas verwijderd in een richting dwars op het kanaal, de SO_x -koncentraties betrekkelijk snel dalen. De hoogste niveaus worden genoteerd in een drietal zones : ten noorden van de stad Gent bij het begin van het kanaal Gent-Terneuzen, op de noordoostelijke grens van Oostakker en op de zuidelijke grens van Zelzate.

Een vergelijking tussen de berekende en de door het Automatisch Meetnet en het Micromeetnet geregistreeerde immissieniveaus is moeilijk vermits deze laatste opgedeeld zijn in een zomer- en winterperiode waartussen zowel voor de gemiddelden, de 98-percentielen als de maxima aanzienlijk verschillen optreden. Enkel van het Zwavel/Rook Meetnet zijn

P₉₈

SYMBOL	AVER.	P98	MAX.
	≤ 15	≤ 50	≤ 50
	15- $\rightarrow$ 30	50- $\rightarrow$ 100	50- $\rightarrow$ 100
	30- $\rightarrow$ 45	100- $\rightarrow$ 150	100- $\rightarrow$ 200
	45- $\rightarrow$ 60	150- $\rightarrow$ 200	200- $\rightarrow$ 300
	60- $\rightarrow$ 75	200- $\rightarrow$ 250	300- $\rightarrow$ 400
	75- $\rightarrow$ 80	250- $\rightarrow$ 300	400- $\rightarrow$ 500
	> 80	> 300	> 500

Fig. 3.3-6 - Referentie SO_x-situatie voor Gent, berekend met de emissies van industrie (zonder Texaco), verwarming en verkeer, jaar 1982.
(eenheden : µg SO₂.m⁻³ ; ★ = centrale Rodenhuize)

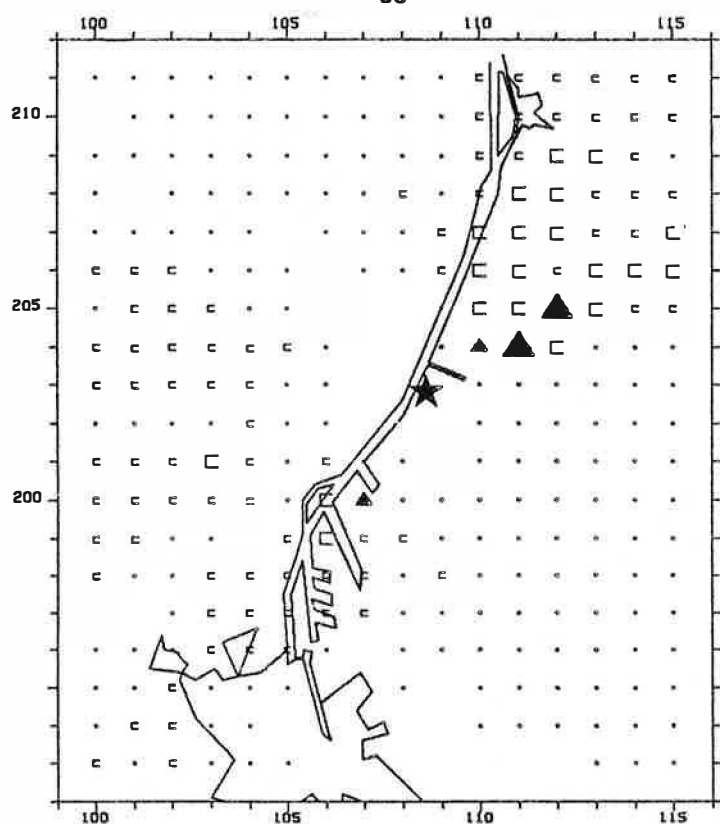
effektieve jaargegevens beschikbaar. Deze worden in tabel 3.3-11 vergeleken met de berekende concentraties. Alleen die stations, waarvoor statistisch voldoende metingen bestaan, zijn in de lijst opgenomen.

Tabel 3.3-11 - Vergelijking tussen de berekende (IFDM) en de gemeten (Zwavel/Rook Meetnet) immissieniveaus (SO_x ; eenheid $\mu\text{g.m}^{-3}$)

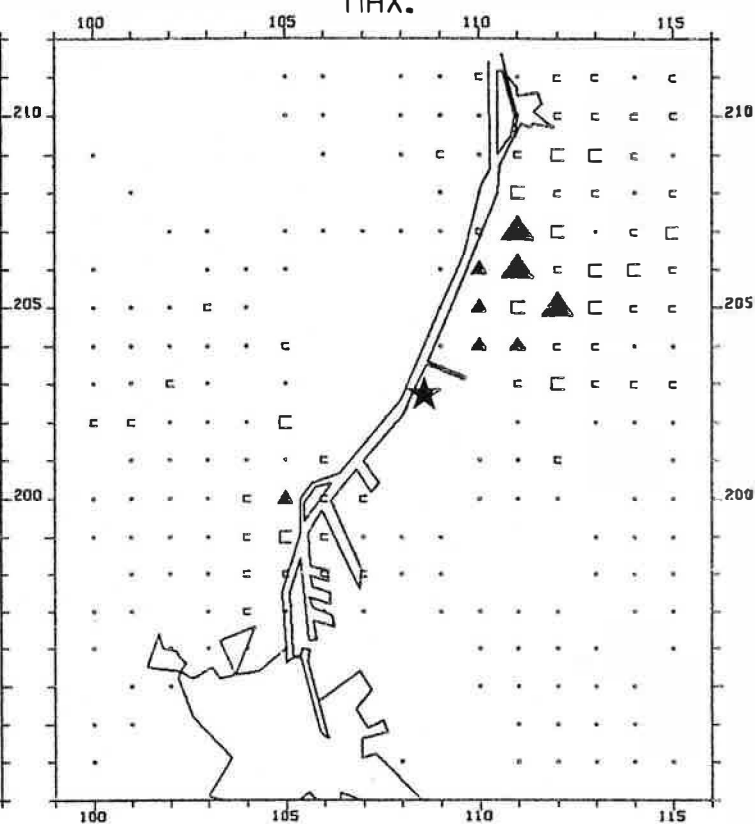
station	Lambert-koördinaten		gemeten immissieniveaus (1982)		berekende immissieniveaus	
	X	Y	gemidd.	max.	gemidd.	max.
ZR 703	107.700	119.000	63	200	60	200-250
ZR 711	105.300	195.800	52	216	57	220
ZR 714	103.300	197.200	60	390	51-58	320
ZR 715	111.900	205.100	42	220	60	280

Enkel voor het station ZR715 is er een significante afwijking. In verband daarmee moeten evenwel een aantal belangrijke bedenkingen gemaakt worden. Dit meetpunt is namelijk gelegen in de zone met de hoogste industriële densiteit zodat op die plaats logischerwijze de hoogste SO_x -immissie te verwachten is. Dit blijkt helemaal niet uit de gemeten concentratieniveaus. Bovendien was de N.V. Texaco, die destijds een niet onbelangrijke bijdrage leverde tot de globale SO_x -immissie, in de eerste maanden van 1982 nog actief. Deze bijdrage is hoe dan ook inbegrepen in de meetwaarden. In de IFDM-simulatie daarentegen wordt de N.V. Texaco niet meegerekend. Bijgevolg zouden de berekende niveaus theoretisch lager moeten zijn dan de gemeten niveaus wat duidelijk niet het geval is. Voor de overige stations is de overeenkomst goed tot uitstekend. Dit wordt eveneens bevestigd door een eerder uitgevoerde grondige validatiestudie voor de SO_x -simulaties in de Gentse Kanaalzone (NATIONAAL R & D PROGRAMMA, 1981).

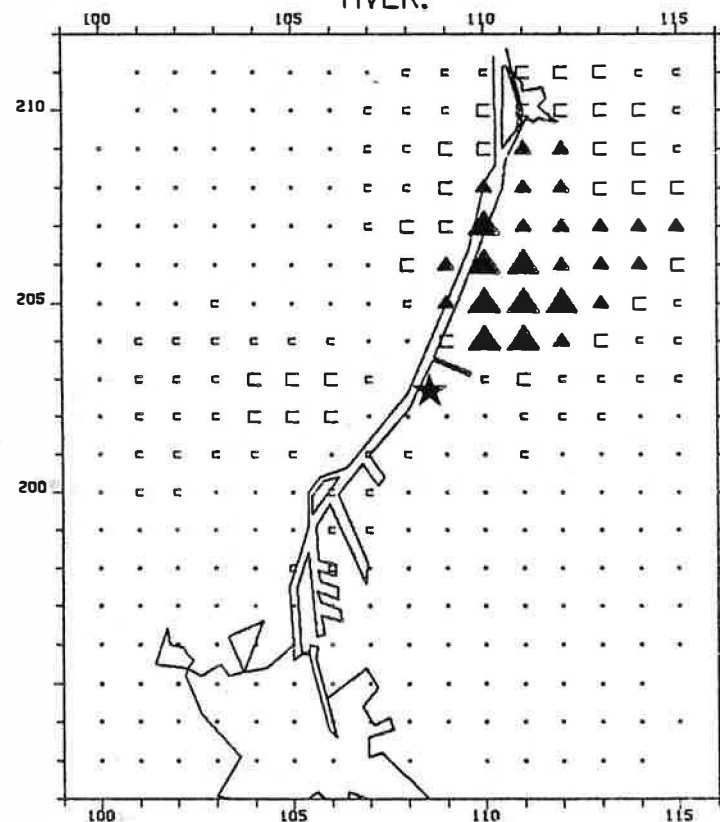
De individuele bijdrage van de centrale Rodenhuijze tot de globale SO_x -immissie in de studiezone is voorgesteld in figuur 3.3.7. Zoals verwacht is deze het hoogst ten noordoosten van de centrale, windafwaarts van de overheersende zuidwestenwind. Ze bedraagt 10 tot 25% van de globale gemiddelde concentratie en 20 tot bijna 50% van de 98-percentiel en het maximum. Nochtans moet opgemerkt worden dat de plaatsen waar de 98-percentielen en de maxima voor de globale immissieniveaus de hoogste waarden bereiken, niet dezelfde zijn als deze waar de impact van de centrale het grootst is. Zo is de bijdrage van de centrale in het zuidelijk deel van de studiezone, meer bepaald in het centrum van de stad Gent, beperkt tot maximaal 15%.

P₉₈

MAX.



AVER.



SYMBOL	AVER.	P98	MAX.
	=<1	=<5	=<7
.	1->4	5->25	7->40
e e	4->7	25->50	40->75
c c	7->10	50->75	75->100
▲ ▲	10->15	75->87	100->130
▲ ▲	15->20	87->100	130->150
■ ■	>20	>100	>150

Fig. 3.3-7 - Impakt van de SO_x-emissies van Rodenhuize 1982 op de referentie SO_x-situatie in Gent.
 (eenheden : $\mu\text{g SO}_2 \cdot \text{m}^{-3}$; ★ = centrale Rodenhuize)

3.3.4.3.1.2. NO_x - Stikstofoxiden

De NO - en NO_2 -emissies zijn samen geïnventariseerd als equivalente hoeveelheden NO_2 , uitgedrukt als NO_x . Bijgevolg simuleert het IFDM enkel de dispersie van de som van NO en NO_2 en wordt er geen rekening gehouden met, noch aanduidingen gegeven omtrent eventuele chemische omzettingen tussen beide contaminanten.

De berekende gemiddelden, 98-percentielen en maxima van de daggemiddelde NO_x -immissie in 1982 zijn weergegeven in figuur 3.3-8. Alle geïnventariseerde bronnen in de studietone zijn daarbij in rekening gebracht. Een akkurate schatting van de NO_x -achtergrond is echter niet mogelijk vanwege het beperkt aantal meetgegevens (slechts drie stations in de studietone) en de differentiatie tussen NO en NO_2 . Noodgedwongen wordt deze bijdrage niet ingekalkuleerd.

De hoogste NO_x -niveaus worden genoteerd in het Gentse stadscentrum. In deze zone is het intensief verkeer de belangrijkste verontreinigingsbron met als dominante faktor de emissie die nagenoeg op grondniveau gebeurt. Niet-tegenstaande de som van alle industriële lozingen ongeveer 75% uitmaakt van de totale NO_x -uitworp (cf. tab. 3.3-8) is hun impact op de globale immissie weinig belangrijk. Enkel ten noorden van de studietone, op de zuidelijke grens van Zelzate, wordt een tweede kern met een verhoogde NO_x -immissie waargenomen. Dit alles illustreert duidelijk de invloed van de bronhoogte op de luchtkwaliteit.

Een validatiestudie van het IFDM voor de NO_x -simulatie is tot op heden nog steeds niet uitgevoerd. Dit is te wijten aan het statistisch onvoldoende aantal meetpunten in de Gentse Kanaalzone, zoals reeds eerder vermeld. Bij vergelijking van de berekende met de door het Automatisch

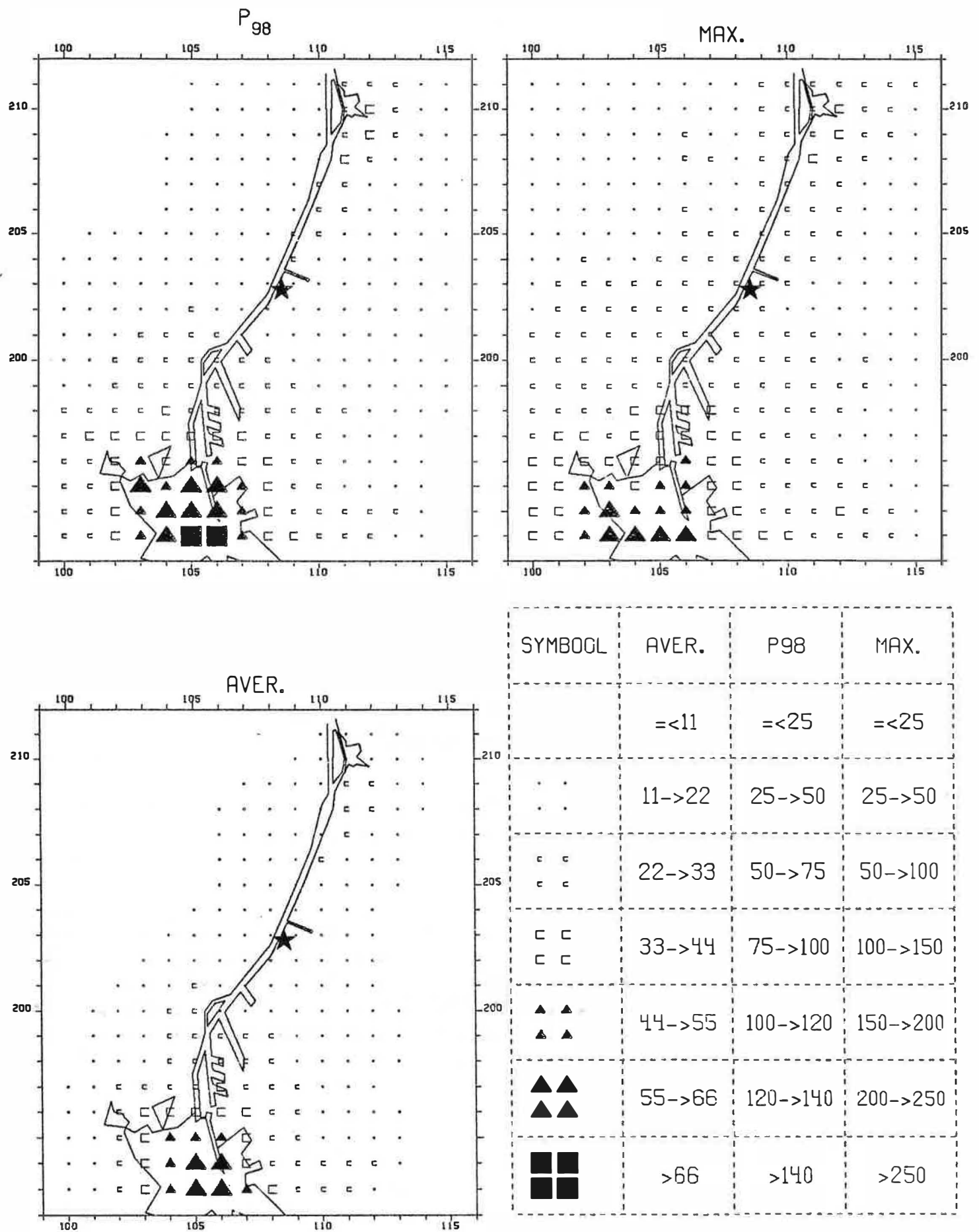


Fig. 3.3-8 - Referentie NO_x -situatie in Gent, berekend met de emissies van industrie (zonder Texaco), verwarming en verkeer in 1982.
(eenheden : $\mu\text{g NO}_x \cdot \text{m}^{-3}$; ★ = centrale Rodenhuis)

Meetnet geregistreeerde immissieniveaus (IHE, 1983) blijkt de overeenkomst op het eerste zicht aanvaardbaar te zijn. Een meer grondige studie is echter nodig ter bevestiging. Dit valt evenwel buiten het kader van dit rapport.

De individuele bijdrage van de centrale Rodenhuize tot de globale NO_x -immissie is weergegeven in figuur 3.3-9. Niettegenstaande de centrale verantwoordelijk is voor 30% van de totale NO_x -uitworp, is het aandeel tot de immissie op grondniveau beduidend lager. In noordoostelijke richting van de bron draagt de centrale 2 tot 5 $\mu\text{g.m}^{-3}$ bij tot de totale gemiddelde NO_x -immissie die varieert van 10 tot 29 $\mu\text{g.m}^{-3}$, exclusief de achtergrond, terwijl in de overige richtingen de bijdrage varieert tussen 0 en 2 $\mu\text{g.m}^{-3}$. In diezelfde gebieden is de impact verwaarloosbaar. Enkel ten noorden en noordoosten van de bron bedraagt de bijdrage tot de globale immissie 15 tot 35 % (maxima). Dit heeft uiteraard opnieuw te maken met de grote hoogte waarop de lozingen gebeuren in vergelijking met de verkeersemmissies.

3.3.4.3.2. Kontaminanten waarvoor de centrale Rodenhuize als enige bron werd beschouwd.

Wegens de onvolledige inventarisatie van de overige kontaminanten wordt de centrale Rodenhuize als enige bron beschouwd.

De berekende gemiddelden, de 98-percentielen en de maxima van de daggemiddelde stofimmissie in 1982 zijn voorgesteld in figuur 3.3-10. Daarbij wordt voor het IFDM aangenomen dat de stofdeeltjes zich volledig als een gas gedragen en wordt er geen rekening gehouden met de bijdragen van de achtergrond, de diffuse stofemissies en het opwaaiend stof. In hoeverre deze parameters de reële concentraties beïnvloeden valt moeilijk te voorspellen maar algemeen wordt verondersteld dat de simulaties voor stof sterk onderschat zijn.

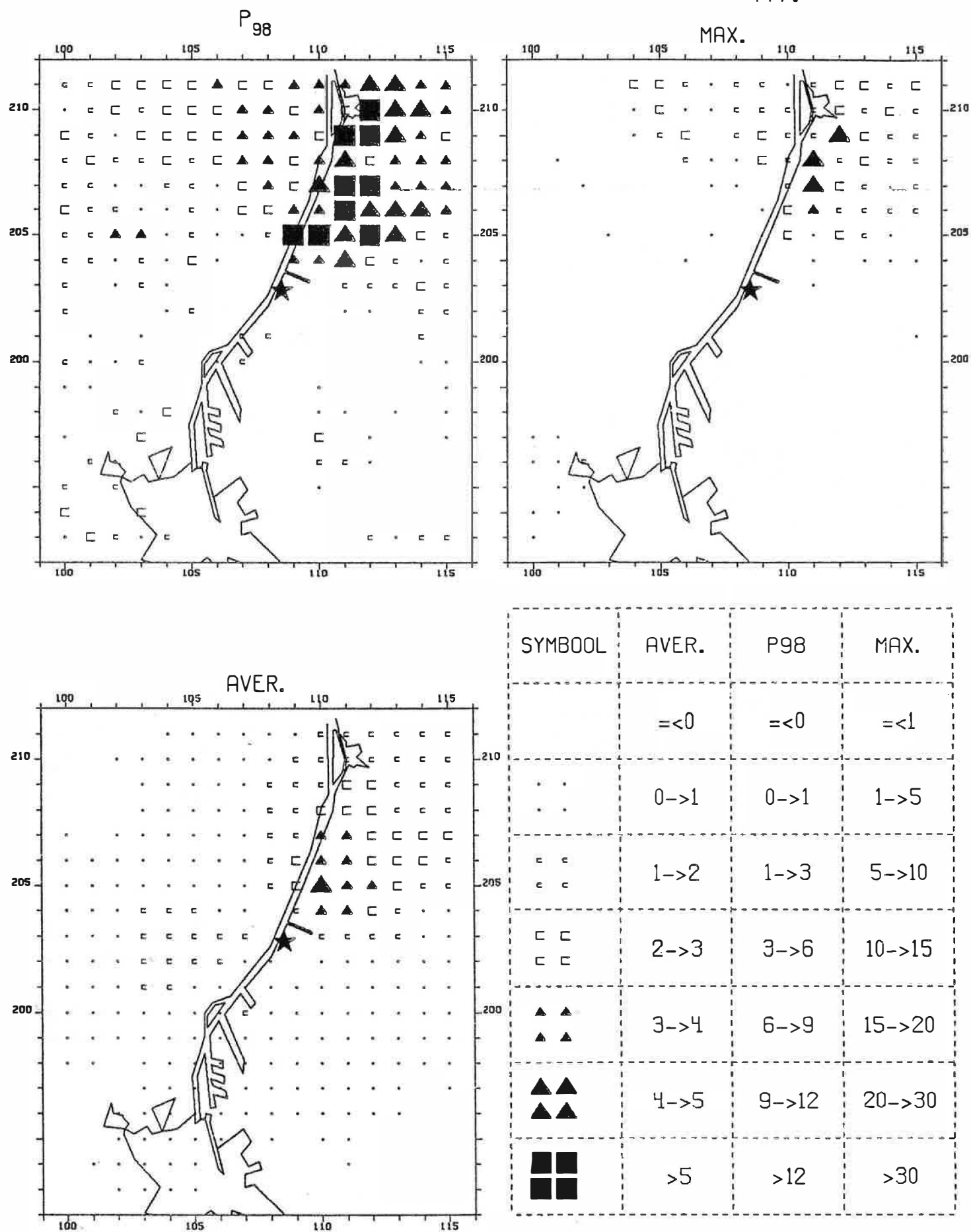
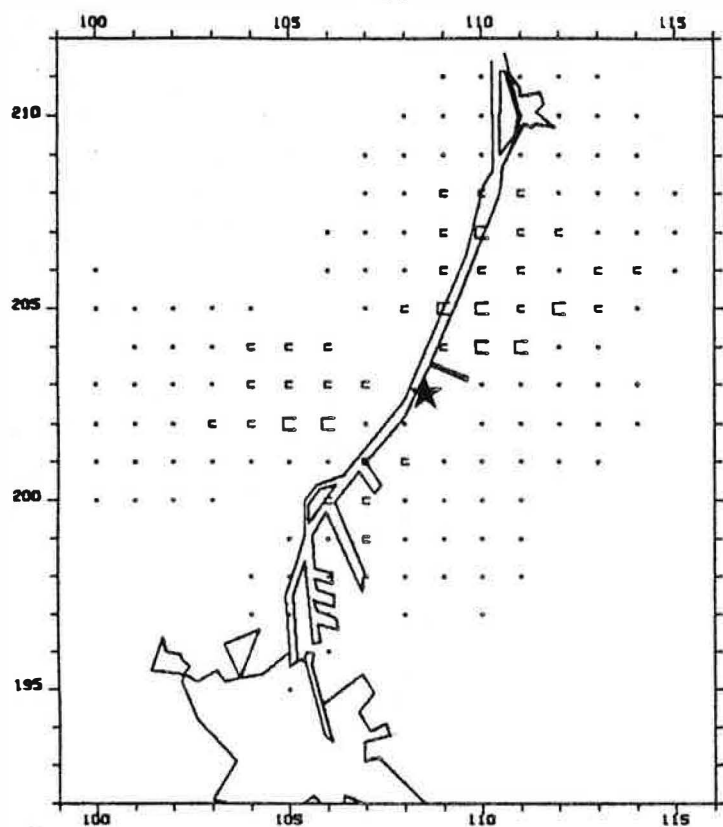
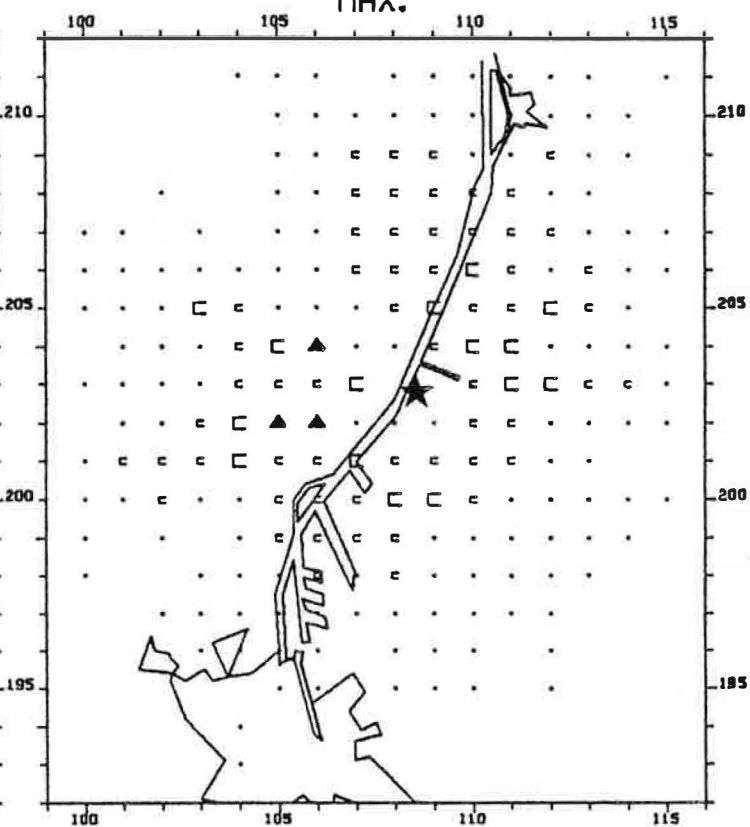


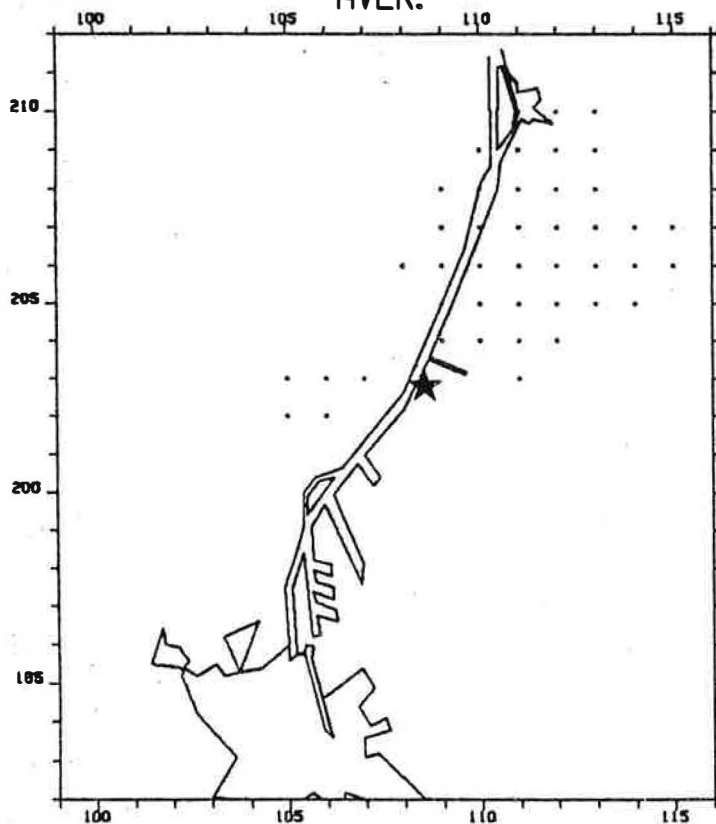
Fig. 3.3-9 - Impakt van de NO_x-emissies van Rodenhuize 1982 op de referentie NO_x-situatie in Gent.
 (eenheden : $\mu\text{g NO}_x \cdot \text{m}^{-3}$; ★ = centrale Rodenhuize)

P₉₈

MAX.



AVER.



SYMBOL	AVER.	P98	MAX.
	=<0	=<2	=<3
.	0->1	2->4	3->6
□ □	1->2	4->6	6->9
□ □	2->3	6->8	9->12
▲ ▲	3->4	8->10	12->15
▲ ▲	4->5	10->12	15->18
■ ■	>5	>12	>18

Fig. 3.3-10 - Stof ($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) niveaus, veroorzaakt bij gemiddelde emissies Rodenhuis 1982.

(★ = centrale Rodenhuis)

De verhoogde immissie ten noordoosten van de centrale is duidelijk toe te schrijven aan de ligging benedenwinds de overheersende zuidwestenwind. Een tweede zone met een hogere immissie bevindt zich ten westen tot westzuidwesten van de bron, wat te wijten is aan de hogere frequentie van stabiele atmosferische omstandigheden bij oosten tot noordoosten wind. Dit uit zich vooral in de 98-percentielen en de maxima.

Voor de overige kontaminanten is de gesimuleerde dispersie grotendeels analoog aan deze voor stof. Geringe verschuivingen kunnen optreden door variaties in de verdeling van de emissies over de 4 schoorstenen, die elk als een afzonderlijke puntbron beschouwd worden. De volgende korrektiefactoren, berekend op basis van de emissieverhoudingen ten opzichte van stof, moeten toegepast worden voor de in figuur 3.3-10 vermelde concentratieniveaus :

- lood	x 0,0002
- CO	x 0,15
- CO ₂	x 2870
- KWS	x 0,22
- Aldehyden	x 0,03
- F ⁻ (als HF)	x 0,05
- Cl ⁻ (als HCl)	x 0,34

Alhoewel deze benadering eerder simplistisch lijkt, is het resultaat aanvaardbaar.

Tot slot kan opgemerkt worden dat het aandeel van de centrale tot de CO-immissie varieert van 0,1 tot 5 $\mu\text{g.m}^{-3}$. Dit is quasi nihil in vergelijking met de globale CO-niveaus die zich, ten gevolge van de natuurlijk en antropogene achtergrondbijdragen en van de emissie door het verkeer; situeren in de grootteorde van mg.m^{-3} .

3.3.4.4. Vergelijking met normen

3.3.4.4.1. Zwaveloxiden (SO_x)

De berekende 50- en 98-percentielen van de daggemiddelden blijven in 1982 beneden de EEG-limietwaarden ($P_{50} < 120 \mu\text{g SO}_x \cdot \text{m}^{-3}$ indien de stofconcentratie $< 40 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ en $P_{98} < 350 \mu\text{g SO}_x \cdot \text{m}^{-3}$ indien de stofconcentratie $< 150 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$; EEG-richtlijn 80/779/EEC en overgenomen in het KB van 16.03.1983). De alarmdrempel van $500 \mu\text{g SO}_2 \cdot \text{m}^{-3}$ wordt door de berekende maxima van de glijdende 24-uursgemiddelden nooit overschreden. De grenswaarde van $400 \mu\text{g SO}_2 \cdot \text{m}^{-3}$, waarvoor in Beneluxverband een wederzijdse meldingsplicht bestaat, wordt door de 98-percentielen van de daggemiddelden eveneens nooit bereikt. Dit is wel het geval voor de maxima in het gebied ten noorden van de stad Gent ter hoogte van het Groot Dok en het begin van het Kanaal Gent-Terneuzen.

3.3.4.4.2. Stikstofoxiden (NO_x)

In de EEG-richtlijn van 03.12.1982 wordt een grenswaarde opgegeven van $200 \mu\text{g NO}_x \cdot \text{m}^{-3}$ voor de 98-percentielen van de uursgemiddelden in plaats van de daggemiddelden. Een vergelijking tussen de berekende immissieniveaus en de bestaande normen is bijgevolg niet mogelijk. De berekening van de uursgemiddelde statistiek blijkt voor deze studie weinig of niet akkuraat te zijn, vooral omdat de tijdsresolutie van de beschikbare emissie- en meteo-gegevens onvoldoende is en de achtergrondbijdrage niet gekend is.

Een frekwent gehanteerde vuistregel in dit verband, is dat de verhouding tussen de 98-percentielen van de dag- tot uursgemiddelden ongeveer 0,7 bedraagt. De bovenvermelde EEG-limiet wordt in dit geval $140 \mu\text{gNO}_x \cdot \text{m}^{-3}$.

Zoals blijkt uit figuur 3.3-8 wordt deze drempel in het zuidelijk gedeelte van de stad Gent overschreden (hoogste $P_{98} = 150 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$), zelfs zonder rekening te houden met de achtergrond. In de eigenlijke industriezone daarentegen blijft de richtlijn gerespekteerd.

Toch vergt een dergelijke vergelijking tussen de simulaties en de referentiewaarde de nodige omzichtigheid daar de akkurateste van de omrekening naar daggemiddelden in vraag kan gesteld worden. Daartegenover staat dat uit de waarnemingen in het station R701 van het Automatisch Meetnet blijkt dat de bovenvermelde EEG-limiet alleen al voor NO en bijgevolg ook voor NO_x tijdens de winterperiode drastisch overschreden wordt ($P_{98} = 183 \mu\text{g NO} \cdot \text{m}^{-3}$, $123 \mu\text{g NO}_2 \cdot \text{m}^{-3}$; IHE, 1983).

De 24-uursgemiddelde grenswaarde voor meldingsplicht binnen de Benelux bedraagt $200 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ voor NO en $150 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ voor NO_2 . Alhoewel het IFDM enkel de NO_x -dispersie berekent, mag aangenomen worden dat deze drempel nooit bereikt wordt, zelfs niet in de stad Gent. Dit wordt opnieuw bevestigd door de waarnemingen van het Automatisch Meetnet (hoogste waarden : $183 \mu\text{g NO} \cdot \text{m}^{-3}$ in ZR701 en $130 \mu\text{g NO}_2 \cdot \text{m}^{-3}$ in ZR 731; winterperiode).

3.3.4.4.3. Overige kontaminanten

Een vergelijking tussen de bestaande normen of richtlijnen, ondermeer voor stof, CO en KWS en de berekende immissieniveaus heeft weinig zin vermits voor deze kontaminanten enkel de bijdrage van de centrale wordt beschouwd. De globale immissieniveaus zullen uiteraard aanzienlijk hoger liggen.

Ter informatie wordt in tabel 3.3-12 de statis-

Tabel 3.3-12 - Koncentraties aan zwarte rook in de Kanaalzone ($\mu\text{g.m}^{-3}$; OESO-metode; Zwavel/rook Meetnet)

Station	Lambert-koördinaten		jaar 501.04.1982-31.03.1983)			winter (01.10.1982-31.03.1983)		
	x	y	P ₅₀	P ₉₈	max.	P ₅₀	P ₉₈	MAX.
ZR701	107.500	192.500	14	42	66	12	34	51
ZR702	106.500	194.800	22	58	62	24	54	62
ZR703	107.700	199.000	18	70	92	22	66	87
ZR704	106.000	192.100	18	58	97	14	48	66
ZR707	100.800	190.200	22	70	111	22	74	111
ZR708	104.400	193.000	12	36	70	12	39	51
ZR709	105.400	193.600	10	28	58	10	28	39
ZR711	105.300	195.800	16	58	123	18	62	123
ZR712	102.600	194.600	14	58	83	18	66	83
ZR713	104.200	196.400	14	48	62	16	51	58
ZR714	103.300	197.200	12	54	70	16	54	62
ZR715	111.900	205.100	10	36	42	12	39	42
ZR716	110.900	207.700	22	62	75	28	68	75

tiek van de daggemiddelde concentraties aan zwarte rook samengevat voor een aantal stations van het Zwavel/Rook Meetnet in de Gentse Kanaalzone op jaarbasis (periode 01.04.1982 - 31.03.1983) en tijdens de winter (01.10.1982 - 31.03.1983). De metingen steunen op de reflektometrische techniek volgens de OESO-methode. Uit deze gegevens blijkt dat de limietwaarden voor gesuspendeerd stof, opgelegd door de EEG-richtlijn 80/779/EEC en overgenomen in het KB van 16.03.1983 ($P_{50} < 80 \mu\text{g.m}^{-3}$ en $P_{98} < 250 \mu\text{g.m}^{-3}$ op jaarbasis en $P_{50} < 130 \mu\text{g.m}^{-3}$ voor de winterperiode) in geen enkel van de gevallen overschreden worden.

3.3.5. Diffuse stofemissies

Alle lozingen van stof, anders dan deze via de schoorsteen, worden beschouwd als diffuse stofemissies. Ze zijn meestal moeilijk te controleren, gespreid over een groot oppervlak en het kwantificeren ervan is een uiterst complexe materie. Diffuse stofemissies bij een kolengestookte centrale zijn nagenoeg uitsluitend het gevolg van manipulaties, enerzijds van de brandstof, anderzijds van de verbrandingsresten. Tijdens het verhandelen van de steenkool in de centrale Rodenhuize treedt stofverspreiding op als gevolg van :

- het aanvoeren en het lossen van de ruwe steenkool,
- het transport vanaf de losplaats naar het kolenpark,
- het opstapelen en optassen van de steenkool,
- winderosie van de kolenhopen,
- het afschrappen van de kolenhopen,
- het transport naar de kolenmaalterij.

Winderosie wordt beschouwd als een kontinu proces en hangt voornamelijk af van de windsnelheid en van de vochtigheid van de steenkool waardoor de stofemissie helemaal niet konstant is.

Alle overige activiteiten zijn diskontinu. De steenkool wordt aangevoerd per trein, gemiddeld 1 maal per dag met een lading van 1000 à 1300 ton. Het lossen gebeurt in een gedeeltelijk afgesloten ondergrondse stortgoot waarna de brandstof per transportband naar het kolenpark gevoerd wordt en opgetast wordt. Deze activiteiten zijn beperkt tot gemiddeld 1 uur per dag, 5 dagen per week. Het kolenpark heeft een oppervlakte van ongeveer 14.025 m² met een voorraad van 40.000 ton, verdeeld over twee hopen. De kolenhopen worden afgeschraapt met behulp van een scheprad en het transport naar de breekmolens gebeurt via een overdekte transportband met een gemiddelde van 1000 ton per dag in 2 à 3 beurten. Deze activiteiten zijn afhankelijk van het produktiepatroon en nemen gemiddeld 1 uur per dag in beslag gedurende 7 dagen per week. Algemeen geldt dat het opwaaien van stof ten gevolge van vrachtwagenverkeer zich voornamelijk situeert in de directe nabijheid van het kolenpark vermits de stofuitval daar het grootst is. In de centrale Rodenhuize evenwel zijn vervoersactiviteiten in de buurt van het kolenpark uiterst beperkt zodat de bijdrage ervan quasi nihil is.

Het manipuleren van de reststoffen, namelijk vlieg-as en korrelas, omvat de afvoer gevolgd door het dumpen in een speciaal daarvoor bestemde asput of het stockeren in een afgesloten silo. Gewoonlijk gaat dit gepaard met hoge stofemissies, vooral van fijnkorrelige vlieg-as. Specifiek voor de centrale Rodenhuize echter wordt de vlieg-as, na aftappen uit de elektrofilter, gemengd met water en via een leiding naar de asput gepompt, die vochtig wordt gehouden of bij langdurige droogte zelfs onder water wordt gezet. De bodemas daarentegen wordt via een waterslot onderaan de verbrandingsketel opgevangen en afgevoerd naar een silo. Vermits de reststoffen extra bevochtigd worden en het verhandelen ervan quasi volledig in een afgesloten circuit ge-

beurt, mag worden aangenomen dat hun bijdrage tot de diffuse stofemissie verwaarloosbaar is.

In de literatuur worden tal van empirisch bepaalde emissiefactoren opgegeven voor de verspreiding van stof bij bovenvermelde activiteiten. Deze zijn echter weinig of niet consistent vermits verschillen met een faktor 100 tot 1000 worden vastgesteld. Een gemotiveerde keuze was bijgevolg bijzonder moeilijk. Voor deze studie werd uiteindelijk geopteerd voor de gemiddelde emissiefactoren vastgelegd na een grondige evaluatie van de beschikbare literatuursgegevens door het Limburgs Studiecetrum van Ecologie in het kader van het Milieu Effekten Rapport voor de centrale Langerlo (LISEC, 1984). Deze zijn samengevat in tabel 3.3-13.

Tabel 3.3-13 - Gemiddelde emissiefactoren voor diffuse stofemissies (LISEC, 1984).

Aktiviteit	Emissiefaktor
lossen van spoorwagens	$9 \times 10^{-4} \text{ kg.t}^{-1}$
transportbanden	$8 \times 10^{-3} \text{ kg.t}^{-1}$
optassen	$1,15 \times 10^{-3} \text{ kg.t}^{-1}$
afschrapen	$4 \times 10^{-4} \text{ kg.t}^{-1}$
winderosie	$9 \times 10^{-6} \text{ kg.t}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$

De berekende massastromen voor de diffuse stof-emissies zijn samengevat in tabel 3.3-14. Een evaluatie van deze cijfers vraagt echter de nodige omzichtigheid omwille van de grote onzekerheid op de akkurateste van de gebruikte emissiefactoren. De aan- en afvoer van steenkool via de transportbanden leveren blijkbaar de belangrijkste bijdrage (53%), onmiddellijk gevolgd door de winderosie (39%). Ten opzichte van de totale jaaremissie van stof via de schoorstenen in 1982 (cf. tab. 3.3-4) bedraagt het aandeel van de diffuse emissies amper 0,75%. Vermits het hoofdzakelijk grofkorrelig steenkoolstof betreft en de verspreiding nagenoeg op grondniveau gebeurt, treedt uitval zeer snel op. Bijgevolg blijft de invloed grotendeels beperkt tot het eigenlijke terrein van de centrale en eventueel de directe omgeving ervan. Meteoroparameters zoals windsnelheid en neerslag en de topografie zoals de aanwezigheid van gebouwen en vegetatie spelen daarbij een primerende rol.

3.4. Vaste afval

3.4.1. Aard, samenstelling en elueerbaarheid

3.4.1.1. Vliegias

3.4.1.1.1. Aard en samenstelling

De aard en samenstelling van de vliegias worden grotendeels bepaald door de herkomst van de steenkool. In de centrale Rodenhuize worden Zuidafrikaanse of Amerikaanse steenkolen gebruikt. In tabel 3.4-1 wordt de gemiddelde samenstelling van de Zuidafrikaanse, Amerikaanse en Belgische steenkolen opgegeven. Uit deze tabel blijkt dat de Zuidafrikaanse kolen minder Fe bevatten dan de Amerikaanse en de Belgische. De Zuidafrikaanse en Amerikaanse steenkolen zijn ook minder rijk aan Na, K, Br,

Tabel 3.3-14 - Massastromen voor diffuse stofemissies (1982)

aktiviteit	gemiddeld.jaaremissie (kg per jaar)	gemiddeld.dagemissie werkdagen (kg.d ⁻¹)	gemiddeld.dagemissie niet-werkdagen (kg.d ⁻¹)	maximale uuremissie werkdagen (kg.h ⁻¹)
lossen spoorwagens	304 (1)	1,2	-	1,2
transport naar kolenpark	2704	10,4	-	10,4
optassen	389	1,5	-	1,5
afschrapen	135	0,4	0,4	0,4 (2)
transport naar maalderij	2704	8,0	8,0	8,0 (2)
winderosie	3942 (3)	10,8	10,8	0,5
Totaal	10178	32,3	19,2	21,9

(1) berekend op 1300 ton aanvoer per dag (260 werkdagen per jaar, 1 uur per dag)

(2) berekend op 1000 ton gedurende 1 uur, 1 maal per dag (gemoduleerd = 338 dagen per jaar)

(3) kolenvoorraad : 50.000 ton

Tabel 3.4-1 - Samenstelling van Zuidafrikaanse, Amerikaanse en Belgische steenkolen (VANDERSLOOT et al, 1983; BLOCK, 1975).

	Zuidafrikaanse	Amerikaanse	Belgische
Al mg.kg ⁻¹	—	33.000	38.000
Fe mg.kg ⁻¹	5.530	2.500 - 13.200	11.000
Na mg.kg ⁻¹	314	180 - 340	1.500
K mg.kg ⁻¹	716	680 - 4.120	10.000
Cl ⁻ mg.kg ⁻¹	—	510	730 - 1.400
As mg.kg ⁻¹	2,8	1,6 - 15,4	6,6 - 24,9
B mg.kg ⁻¹	—	50 - 98	—
Ba mg.kg ⁻¹	236	61 - 210	280 - 750
Be mg.kg ⁻¹	—	6	—
Br mg.kg ⁻¹	0,83	1,1 - 10,8	15,7
Ce mg.kg ⁻¹	—	12 - 39	42
Cd mg.kg ⁻¹	—	0,12	5,0
Co mg.kg ⁻¹	6,76	5,8 - 8,5	13,9
Cr mg.kg ⁻¹	25,2	4,5 - 3,6	55
Cs mg.kg ⁻¹	—	0,28 - 2,0	2,8
Cu mg.kg ⁻¹	—	24	78
F ⁻ mg.kg ⁻¹	—	360	400
Hg mg.kg ⁻¹	—	0,51	0,6
Mn mg.kg ⁻¹	—	50	60 - 300
Mo mg.kg ⁻¹	—	2,8 - 6,0	2,4
Ni mg.kg ⁻¹	—	15	55
Pb mg.kg ⁻¹	—	11	85
Sb mg.kg ⁻¹	0,48	0,64 - 1,03	2,0
Se mg.kg ⁻¹	—	0,5 - 5,5	2,0
Th mg.kg ⁻¹	5,87	2,6 - 5,3	5,1
Zn mg.kg ⁻¹	—	36	170
Mg mg.kg ⁻¹	—	—	4.400
Si mg.kg ⁻¹	—	—	79.000
Ca mg.kg ⁻¹	—	—	3.500 - 7.500
Ag mg.kg ⁻¹	—	—	1,2

Co, Cl^- , Cr en Pb dan de Belgische steenkolen.

De tabel 3.4-2 (LISEC, 1984) illustreert, ondanks het feit dat de onderzochte monsters niet afkomstig zijn van de centrale Rodenhuize, toch de mogelijke concentratieverhoudingen van sporenelementen in vlieggas en bodemas t.o.v. steenkolen.

Door het Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW) werden rapporten gepubliceerd die een overzicht geven van de fysico-chemische en geotechnische eigenschappen van tien Belgische vliegassoorten. De bemonstering gebeurde op vers geproduceerde as en werd uitgevoerd in 1979 (HUET et al., 1981; THYS, 1984). Uit de resultaten, opgegeven in de tabellen 3.4-3, 3.4-4 en 3.4-5, blijkt dat er, wat betreft de globale aard en samenstelling weinig verschil is tussen de bemonsterde Belgische vliegassoorten.

Door het SCK/CEN zijn vliegasmaonsters van de centrale Rodenhuize geanalyseerd op hun totale samenstelling. De monsters werden genomen in 1984 aan de elektrofilters en op het stort zelf. De resultaten zijn opgenomen in de tabellen 3.4-6 en 3.4-7. De resultaten geven aan dat de concentraties aan Zn, Cr, Si, Ni, Cu, Fe, Mn, Mg, Al en Ca groter zijn in de gestorte vlieggas dan in de vlieggas aan de elektrofilters. Dit grote verschil is onverwacht gezien het hydraulisch transport van de as. De op het stort bemonsterde vlieggas kan echter dateren van een periode tijdens dewelke steenkool met een andere samenstelling werd gebruikt.

Door het Geologisch Instituut van de Rijksuniversiteit te Gent werd in juli 1985 aan de oppervlakte in de zuidoostelijke hoek van het stort een monster genomen. Hierop werd een X-stralendiffractieonderzoek uitgevoerd waarbij de aanwezigheid kan vastgesteld worden van de mineralen mulliet ($3 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{ SiO}_2$), gips ($\text{Ca SO}_4 2 \text{ H}_2\text{O}$) en kwarts

Tabel 3.4-2 - Koncentratieverhoudingen van sporelementen in vliegassen en bodemassen t.o.v. de steenkolen gestookt in de Centrale Geertruidenberg (NL) (LISEC, 1984).

	koncentratie in steenkool (mg.kg^{-1})	koncentratieverhouding				
		bodemas	Vliegass			
			tremel 1	tremel 2	tremel 3	tremel 4
Al	8.000 = 1	9	9	9	10	10
As	1,5 = 1	5	3	10	18	25
Ba	50 = 1	7	9	10	11	12
Be	1,5 = 1	10	14	16	22	28
Br ⁻	2,3 = 1	0,4	0,4	-	-	-
B	57 = 1	1,5	1	2	3	-
Cd	<0,5 = 1	1	1	1	-	-
Cl ⁻	607 = 1	6	-	0,2	-	-
Co	5,7 = 1	8	10	12	18	20
Cr	4,6 = 1	3	6	8	12	14
Cu	13 = 1	3	6	7	9	12
Eu	0,2 = 1	8	8	7	9	10
Fe	2.700 = 1	12	10	9	9	13
Hg	0,03 = 1	1	2	0,5	2	0,5
La	6,4 = 1	8	8	8	8	9
Mo	3,2 = 1	2	4	6	8	9
Mn	27 = 1	10	6	8	8	9
Na	366 = 1	7	7	8	8,5	9
Ni	23 = 1	4	3	4	5	7
Pb	17 = 1	3	3	4,4	8	10
Sb	0,6 = 1	1	6	10	18	20
Sc	2,1 = 1	7	8	9	10	10
Se	<0,4 = 1	0,02	0,5	0,5	3	2
Th	2,5 = 1	8	8	8	8	8
Tk	10 = 1	1	7	7	1	1
U	1 = 1	8	7	9	13	18
V	15 = 1	4	6	8	11	23
W	1,4 = 1	-	-	8	14	-
Zn	20 = 1	2	5	7	11	20

Tabel 3.4- 3 - Chemische samenstelling van de in België door het OCW
bemonsterde vliegassoorten (HUET et al., 1981).

Gedoseerd element	Uitgedrukt in %	Monsternummers									
		201	203	205	207	209	211	213	215	219	221
Si	SiO ₂	49,2	46,0	49,0	48,8	47,3	52,0	50,8	43,1	48,5	48,4
Al	Al ₂ O ₃	26,8	24,7	28,1	26,2	25,7	27,2	24,7	28,6	29,5	24,7
Fe	Fe ₂ O ₃	5,1	6,7	6,0	6,0	5,9	5,5	4,8	3,8	3,8	6,0
Ca	CaO	3,4	2,3	1,5	2,3	3,0	1,3	2,9	7,9	4,1	2,4
Mg	MgO	1,8	1,2	1,5	1,7	1,7	1,6	1,4	1,5	0,8	1,6
Ti	TiO ₂	1,0	1,1	1,0	1,0	0,9	1,0	1,1	1,5	1,6	0,9
K	K ₂ O	2,5	2,4	3,8	4,1	3,8	4,0	2,9	0,7	0,7	3,4
Na	Na ₂ O	0,4	0,5	0,4	0,8	0,3	0,7	0,4	0,2	0,1	0,7
Ba	BaO	0,10	0,14	0,10	0,10	0,08	0,08	0,14	0,20	0,15	0,05
Mn	MnO	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,06	0,08	0,05	0,07
Sr	SrO	0,10	0,11	0,04	0,02	0,04	0,03	0,07	0,20	0,20	0,02
V	V ₂ O ₅	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05
B	B ₂ O ₃	0,06	0,02	0,01	0,03	0,04	0,03	0,03	0,05	0,02	0,03
Li	Li ₂ O	0,03	0,01	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,04
P	P ₂ O ₅	0,06	0,10	0,07	0,04	0,17	0,07	0,08	0,25	0,50	0,10
S	SO ₃	0,4	0,2	0,4	0,5	0,6	0,3	0,4	1,0	0,8	0,4
Gloeiverlies		3,8	9,8	3,9	4,5	6,3	1,8	4,8	4,6	3,6	4,6
Totaal %		94,9	95,4	96,0	96,2	96,0	95,8	94,7	93,7	94,4	93,5
Vrij CaO %		0,2	sp	sp	0,1	0,3	sp	0,2	1,6	sp	0,1

Tabel 3.4-4 - Elementen onderkend in de in België door het OCW bemonsterde vliegassoorten (HUET et al., 1981).

Elementen			Vliegass nr.				Elementen			Vliegass nr.			
Z	Naam		201	215	219	221	Z	Naam		201	215	219	221
3	Lithium	Li	X	X	X	X	39	Yttrium	Y		sp		sp
4	Beryllium	Be	sp	X	sp	sp	40	Zirkonium	Zr	X	X	X	X
5	Borium	B	X	X	X	X	41	Niobium	Nb		X	sp	sp
11	Natrium	Na	X	X	X	X	42	Molybdeen	Mo	sp	X	sp	sp
12	Magnesium	Mg	X	X	X	X	44	Ruthenium	Ru	X	sp	sp	X
13	Aluminium	Al	X	X	X	X	45	Rhodium	Rh	X	X	X	X
14	Silicium	Si	X	X	X	X	46	Palladium	Pd			sp	sp
15	Fosfor	P	X	X	X	X	47	Zilver	Ag		sp		
19	Kalium	K	X	X	X	X	48	Cadmium	Cd	X	sp	sp	sp
20	Calcium	Ca	X	X	X	X	50	Tin	Sn	X	X	X	X
22	Titanium	Ti	X	X	X	X	52	Tellurium	Te	sp	sp		
23	Vanadium	V	X	X	X	X	56	Barium	Ba	X	X	X	X
24	Chroom	Cr	sp	X	X	X	57	Lanthanum	La	X	X	X	sp
25	Mangaan	Mn	X	X	X	X	59	Praseodym.	Pr			sp	sp
26	Ijzer	Fe	X	X	X	X	62	Samarium	Sm		sp	sp	
27	Kobalt	Co	X	X	X	sp	64	Gadolinium	Gd			sp	
28	Nikkel	Ni	X	X	X	X	66	Dysprosium	Dy		X	sp	sp
29	Koper	Cu	X	X	X	X	73	Tantalum	Ta	X	X	X	X
31	Gallium	Ga	X	X	X	sp	77	Iridium	Ir	X	X	X	X
32	Germanium	Ge	X	sp	sp	sp	80	Kwikzilver	Hg		sp		sp
33	Arsenicum	As	sp		sp	sp	82	Lood	Pb		X	X	X
38	Strontium	Sr	X	X	X	X	83	Bismut	Bi	X	X	X	X

Z : atomair cijfer

sp : sporen

X : aanwezigheid

Tabel 3.4-5 - Geotechnische kenmerken van de in 1979 door het OCW onderzochte vliegassoorten (THYS, 1984)

Nummer van het vliegasmonster			201	203	205	207	209	211	213	215	219	221	
ONDERZOCHE EIGENSCHAPPEN		Eenheid	RESULTATEN VAN DE PROEVEN										
Conventioneel gehalte aan vrij CaO		%	0,2	0	0	0,1	0,3	0	0,2	1,8	0	0,1	
Gloeiverlies		%	3,8	9,8	3,9	4,5	8,3	1,8	4,8	4,8	3,8	4,8	
Oplosbaarheid in water	na 1 extr.	%	1,1	0,4	1,1	0,8	1,1	0,8	0,8	2,0	0,9	0,7	
	na 5 extr.	%	2,6	0,8	1,4	1,8	2,2	0,9	1,9	3,8	1,8	1,4	
Korrelaansamstelling (zeefrest)													
Door zieving (mm)	0,177	%	0,8	0,4	0,5	1,4	1,1	0,5	0,8	0,7	0,4	2,9	
	0,075	%	9,5	8,5	8,2	13,2	13,4	7,8	10,0	5,4	4,1	13,5	
Door bezinking (mm)	0,080	%	14,0	11,5	13,0	17,5	17,0	13,0	13,5	9,5	8,5	19,0	
	0,040	%	25,0	19,5	23,0	26,5	25,0	24,5	24,5	18,5	15,0	29,5	
	0,020	%	51,5	44,5	45,0	51,5	47,5	52,5	50,5	38,3	38,0	47,5	
	0,010	%	75,5	72,0	72,0	73,0	88,5	77,5	76,5	88,5	83,5	89,5	
	0,002	%	97,0	92,5	92,0	93,0	94,0	100	98,0	93,0	90,0	88,0	
Volumieke massa bij 25°C	ρ_s	g/cm ³	2,14	2,24	2,31	2,17	2,16	2,23	2,24	2,22	2,30	2,32	
Na Versterkte Proctor	ρ_s	g/cm ³	2,15	2,28	2,22	2,20	2,19	2,23	2,24	2,20	2,30	2,21	
Soortelijke oppervlakte Blaine		cm ² /g	2823	2988	3179	2710	3457	2861	2922	3941	3789	2919	
Doorlatendheidscoëfficiënt	k (10°C)	10 ⁻⁷ m/s	5,8	8,0	5,8	8,7	2,8	8,4	5,2	5,2	5,8	4,8	
Porievolumen	n	%	43	45	42	42	40	40	43	49	47	42	
Vorstgevoeligheid ($i_d = 100\%$ VPO)													
Opvriescoëfficiënt	R_h	%	49	41	33	38	30	23	53	49	54	55	
Isaafscheidingscoëfficiënt	R_w	%	42	42	28	32	29	23	47	45	48	41	
Verdichtbaarheid	VPO	g/cm ³	1,28	1,31	1,37	1,35	1,38	1,37	1,37	1,22	1,29	1,37	
	w_{VPO}	%	25	24	20	20	19	19	21	31	28	20	
	SPO	g/cm ³	1,22	1,30	1,37	1,35	1,36	1,41	1,33	1,14	1,24	1,38	
	w_{SPO}	%	27	25	22	22	22	20	22	35	30	22	
Draagvermogen													
Maximale CBR		%	44	30	43	31	60	29	49	88	49	42	
w bij max. CBR (bij verdichting)		%	23	23	19	19	16	17	19	31	27	15	
Na indompeling													
Maximale CBR		%	42	13	5	2	43	1	19	105	18	8	
w bij max. CBR (bij verdichting)		%	28	29	21	21	18	20	18	37	25	21	
Maximale lineaire zwelling		%	3,4	4,4	9,5	4,2	2,4	5,7	3,4	1,8	2,4	4,5	
Zuigingshoogte s	bij $S_r = 50\%$	m	-	8,0	8,5	5,9	-	5,5	-	-	-	-	
	70 %	m	4,8	4,0	4,4	4,0	5,7	3,8	5,3	8,8	5,7	4,9	
	90 %	m	2,3	-	-	-	-	-	2,5	4,9	3,4	-	
Atterbergse grenzen													
Vloei grens													
Uitroilgrens													
Plasticiteitsindex													
Krimpgrens													
Vrije drukweerstand na toeslag van :													
0 % kalk	zonder onderdompeling	R'_c	MPa	0,37	0,13	0,13	0,11	0,54	0,12	0,25	3,48	0,28	0,24
	met onderdompeling	R'_{cl}	MPa	0,29	0	0	0	0,40	0	0	3,55	0	0,22
1 % kalk	zonder onderdompeling	R'_c	MPa	0,99	0,18	0,85	0,69	1,25	1,12	1,11	4,81	0,82	1,08
	met onderdompeling	R'_{cl}	MPa	1,01	0	0,88	0,74	1,15	0,94	0,90	3,44	0,59	0,98
Rechtstreekse schuifproeven (CD)													
Inwendige wrijvingshoek	ϕ	°	34	30	31	26	36	27	29	45	33	29	
cohesie	c	kPa	20	4	0	6	9	5	19	18	18	7	

Tabel 3.4- 6 - Totale samenstelling van de vlieggas bemonsterd aan de elektro-filters van de centrale Rodenhuize. Destrukctie met HNO_3 (SCK, 1984)

	staal 1	staal 2	staal 3	staal 4	staal 5
As mg.kg^{-1} DS	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Th mg.kg^{-1} DS	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Hg mg.kg^{-1} DS	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Se mg.kg^{-1} DS	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Cd mg.kg^{-1} DS	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Be mg.kg^{-1} DS	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Zn mg.kg^{-1} DS	35	45	51	83	53,5
Cr mg.kg^{-1} DS	28	30	54	69	45,2
Si mg.kg^{-1} DS	39	27	53	65	46,0
Pb mg.kg^{-1} DS	49	41	33	100	55,7
Ni mg.kg^{-1} DS	261	31	37	51	95,0
Cu mg.kg^{-1} DS	69	43	34	37	45,7
Fe mg.kg^{-1} DS	9400	11700	27700	31700	20125
Mn mg.kg^{-1} DS	58	57	75	98	72,0
Mg mg.kg^{-1} DS	814	859	910	1196	960
Al mg.kg^{-1} DS	7700	9450	19400	13750	12575
Ca mg.kg^{-1} DS	12200	12500	14250	17650	14150

Tabel 3.4-7 - Totale samenstelling van de vlieggas bemonsterd op het stort van de centrale Rodenhuize. Destrukctie met HNO_3 (SCK, 1984)

	staal 1	staal 2	gemiddelde
As mg.kg^{-1} DS	< 10	< 10	< 10
Th mg.kg^{-1} DS	< 10	< 10	< 10
Hg mg.kg^{-1} DS	< 10	< 10	< 10
Se mg.kg^{-1} DS	< 10	< 10	< 10
Cd mg.kg^{-1} DS	< 10	< 10	< 10
Be mg.kg^{-1} DS	< 10	< 10	< 10
Zn mg.kg^{-1} DS	75	72	73,5
Cr mg.kg^{-1} DS	68	89	78,5
Si mg.kg^{-1} DS	56	45	50,5
Pb mg.kg^{-1} DS	50	18	34,0
Ni mg.kg^{-1} DS	142	123	132,5
Cu mg.kg^{-1} DS	107	48	77,5
Fe mg.kg^{-1} DS	29400	16000	22700
Mn mg.kg^{-1} DS	144	151	147,5
Mg mg.kg^{-1} DS	3121	3048	3084
Al mg.kg^{-1} DS	25350	15700	20525
Ca mg.kg^{-1} DS	24650	27550	26100

* DS = droge stof

(SiO₂) (fig. 3.4-1).

3.4.1.1.2. Elueerbaarheid

3.4.1.1.2.1. Algemeen

De elueerbaarheid van de vliegase kan in belangrijke mate de verontreiniging van het grondwater bepalen. De elueerbaarheid is vooral afhankelijk van :

- de gebruikte uitloogvloeistof
- de kontakttijd
- de verhouding uitloogvloeistof/vaste stof.

Het is van belang dat de uitloging in het laboratorium zoveel mogelijk de toestand op het stortterrein benaderd.

3.4.1.1.2.2. Bemonstering

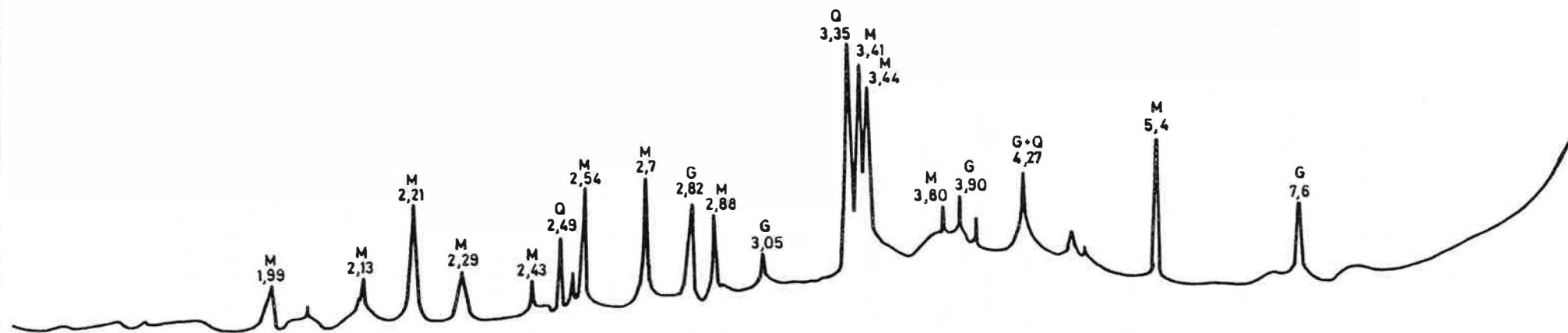
De vliegase werd begin juni 1985 bemonsterd aan groep 1 die op dat ogenblik gestookt werd met Zuidafrikaanse kolen.

Voor de ontstoffing van de rookgassen zijn er verschillende groepen van drie in serie opgestelde elektrofilters. Aan één groep werden er gedurende drie dagen representatieve monsters genomen. Rekening houdend met de vliegaseopvang aan elke filter werd er in het laboratorium een monster samengesteld bestaande uit 100 delen van de eerste filter, 10 delen van de tweede filter en 1 deel van de derde filter.

3.4.1.1.2.3. Eluering

De elueerbaarheid van de vliegase werd bepaald bij verschillende zuurtegraden en in verschillende fasen. Voor een eluering werden er telkens 5 delen gedeminera-

Q = Kwarts
G = Gips
M = Mulliet



g.3.4-1 - X-stralendiffractogram van een vliegasmmonster ontnomen aan de oppervlakte in de zuidoostelijke hoek van het vliegastort te Rodenhuize in juli 1984 (monster TGO 85/01-VA1)

liseerd water voor 1 deel vlieg-as genomen. Het geheel werd 6 h geroerd. Hierna werd het mengsel gecentrifugeerd en vervolgens gefiltreerd over een glasvezelfilter. Op het bekomen filtraat werden de analyses uitgevoerd (cf. § 3.4.1.1.2.4.).

Bij de eerste proef werd de elueerbaarheid bij verschillende zuurtegraden bepaald. De elueringen werden uitgevoerd bij een respektievelijke pH van 2,5, 5, 7,5 en 10. Voor het bekomen en het behouden van de vooropgestelde pH-waarden werden buffers en salpeterzuur gebruikt.

Bij de tweede proef werd de elueerbaarheid onderzocht in verschillende fasen, waarbij op éénzelfde vlieg-asmonster drie opeenvolgende elueringen werden verricht.

3.4.1.1.2.4. Analysen

De concentraties van de zware metalen werden bepaald door atomaire absorptie. De chloriden werden getitreerd met AgNO_3 . Het chemisch zuurstofverbruik (COD) werd bepaald in zuur milieu en bij verhitting (150°C) in gesloten proefbuizen. De overmaat $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ werd teruggetitreeerd met Mohrs zout. Het biochemisch zuurstofverbruik (BOD) werd bepaald in Winklerflessen en het zuurstofgehalte werd gemeten met een elektrode. PO_4^{3-} , $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, Kjeldahl-N en de anionische detergents werden colorimetrisch bepaald. De oliën en vetten werden geëxtraheerd met petroleumether; de sulfaten tenslotte werden gravimetrisch bepaald.

3.4.1.1.2.5. Resultaten

De elueerbaarheid van de diverse parameters bij verschillende pH-waarden is opgegeven in de tabellen 3.4-8 en 3.4-9, deze bij de verschillende fasen in de tabellen

Tabel 3.4-8 - De elueerbaarheid van vliegias (Centrale Rodenhuize) bij verschillende pH-waarden (Koncentratie in het eluaat):

Parameter	Eenheid	pH-waarden			
		2,5	5,0	7,5	10,0
Geleidbaarheid	$\mu S\ cm^{-1}$	19.020	11.390	9.770	8.700
pH		2,85	5,29	7,59	10,28
rh		24,8	28,5	33,0	32,0
Cl ⁻	$mg\ l^{-1}$	4,0	3,8	3,9	3,5
COD	$mgO_2\ l^{-1}$	3,65	13,40	5,48	3,65
BOD	$mgO_2\ l^{-1}$	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
T-PO ₄	$mg\ l^{-1}$	0,220	0,326	0	0
NH ₃ -N	$mg\ l^{-1}$	0,800	0,650	0,180	0,020
NO ₂ -N	$mg\ l^{-1}$	0,052	0,087	0,067	0,068
NO ₃ -N	$mg\ l^{-1}$		-	-	-
Kjeldahl-N	$mg\ l^{-1}$	0,920	0,760	0,200	0,100
TH	°F	1695	1144	935	809
Ca	°F	1397	956	800	668
Ca	$mg\ l^{-1}$	5600	3833	3210	2681
Mg	$mg\ l^{-1}$	723	456	326	342
SO ₄ ²⁻	$mg\ l^{-1}$	1908	843	747	623
Na	$mg\ l^{-1}$	21,0	12,0	5,7	4,9
K	$mg\ l^{-1}$	21,4	13,4	7,4	9,6
F ⁻	$mg\ l^{-1}$	3,87	0,85	2,50	3,13
Fe	$mg\ l^{-1}$	2,120	0,025	0,022	0
Mn	$mg\ l^{-1}$	19,900	2,630	0,320	0,060
Cd	$mg\ l^{-1}$	0,180	0,030	0,020	0,030
Cu	$mg\ l^{-1}$	1,205	0,187	0,072	0,059
Zn	$mg\ l^{-1}$	22,700	0,870	0,260	0,059
Pb	$mg\ l^{-1}$	0,56	0,17	0,17	0,02
Ni	$mg\ l^{-1}$	0,94	0,39	0,10	< 0,01
Al	$mg\ l^{-1}$	46,0	1,90	0,95	0,35

Tabel 3.4-9 - De elueerbaarheid van vlieggas (centrale Rodenhuize) bij verschillende pH-waarden (mg.kg^{-1} droge stof)

Parameter	Eenheid	pH-waarden			
		2,5	5,0	7,5	10,0
Cl^-	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	20,0	19,0	19,5	17,5
T-PO_4	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	1,10	1,63	0	0
$\text{NH}_3\text{-N}$	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	4,000	3,250	0,900	0,100
$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	0,260	0,435	0,335	0,340
Kjeldahl-N	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	4,600	3,800	1,000	0,500
Ca	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	28.000	19.165	16.050	13.405
Mg	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	3.615	2.280	1.630	1.710
SO_4^{2-}	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	9.540	4.215	3.735	3.115
Na	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	105,0	60,0	28,5	24,5
K	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	107,0	67,0	37,0	48,0
F^-	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	19,35	4,25	12,50	15,65
Fe	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	10,60	0,13	0,11	0
Mn	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	99,50	13,15	1,60	0,30
Cd	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	0,900	0,150	0,100	0,150
Cu	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	6,025	0,935	0,360	0,295
Zn	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	113,50	4,350	1,300	0,295
Pb	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	2,80	0,85	0,85	0,10
Ni	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	4,70	1,95	0,50	< 0,05
Al	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	230	9,50	4,75	1,75

3.4-10 en 3.4-11.

De verandering van de elueerbaarheid met de verschillende pH-waarden is voor de belangrijkste parameters uitgezet in figuur 3.4-2. Deze figuur geeft aan dat de elueerbaarheid voor het merendeel der parameters sterk afhankelijk is van de zuurtegraad. Vooral Ca, Mg, SO_4^{2-} en Al worden sterk geëlueerd. Er is bovendien een sterke toename van de elueerbaarheid van Ca, Mg, SO_4^{2-} , Na, K, Mn, Cu, Zn, Pb, Ni, Fe, Cd en Al vanaf een pH lager dan 5.

Bij een pH van 2,5 bevat het eluaat per liter 5.600 mg Ca, 723 mg Mg, 1.908 mg SO_4^{2-} , 21 mg Na, 21 mg K, 3,9 mg F^- , 2,1 mg Fe, 19,9 mg Mn, 0,18 mg Cd, 1,2 mg Cu, 22,7 mg Zn, 0,56 mg Pb, 0,94 mg Ni en 46 mg Al : deze waarden overschrijden allen de EEG-richtlijn voor drinkwater (EEG, 1980) (tab. 3.4-12). Gezien het sterk basisch karakter van de vliegafvalstoffen zullen deze lage pH-waarden in het stort echter niet voorkomen. Cl^- , COD en BOD zijn slechts in lage concentraties aanwezig.

Om de invloed op de eventuele verontreiniging van het grondwater te kennen, is het belangrijk rekening te houden met de resultaten bekomen bij de elueerbaarheid in verschillende fasen. De concentraties in de eluatën werden vergeleken met de richtnormen voor irrigatiewater, de gemiddelde kwaliteit van de Oostvlaamse grondwaters (volgens het Rijksstation voor Sierplantenteelt) en de EEG-richtlijn voor drinkwater (tab.3.4-12). In tabel 3.4-13 is aangeduid welke parameters deze normen in de eerste elueringsfase al dan niet overschrijden. Er treedt een sterke normoverschrijding op voor de geleidbaarheid ($8790 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$), de zuurtegraad (12,71), de totale hardheid (310°F) en het gehalte aan Ca ($1171 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) en SO_4^{2-} ($432 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$). F^- en Mg liggen in mindere mate boven de normen. De concentraties zijn respectievelijk 2,2 en $43,5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ en Al overschrijden de EEG-richtlijn voor drinkwater.

Tabel 3.4-10 - De elueerbaarheid van vliegias (centrale Rodenhuiize) in 3 opeen-
volgende fasen (koncentratie in het eluaat)

Parameter	Eenheid	uitlogingsfase		
		1	2	3
Geleidbaarheid	$\mu\text{s cm}^{-1}$	8.790	5.910	1.870
pH		12,71	12,64	12,21
rH		33,9	32,3	32,5
Cl^-	mg.l^{-1}	3,2	1,2	0
COD	$\text{mg O}_2.\text{l}^{-1}$	6,09	5,40	4,87
BOD	$\text{mg O}_2.\text{l}^{-1}$	< 2,0	< 2,0	< 2,0
T- PO_4	mg.l^{-1}	0	0	0
$\text{NH}_3\text{-N}$	mg.l^{-1}	0,150	0,120	0,030
$\text{NO}_2\text{-N}$	mg.l^{-1}	0,120	0,040	0,026
$\text{NO}_3\text{-N}$	mg.l^{-1}	0,494	0,087	0
Kjeldahl-N	mg.l^{-1}	0,211	0,174	0,100
TH	$^\circ\text{F}$	310,1	172,1	49,1
Ca	$^\circ\text{F}$	292,2	160,2	45,5
Ca	mg.l^{-1}	1171,0	642,0	182,3
Mg	mg.l^{-1}	43,5	29,0	8,0
SO_4^{2-}	mg.l^{-1}	432,0	45,9	14,6
NA	mg.l^{-1}	3,80	1,06	0,86
K	mg.l^{-1}	7,70	2,10	1,26
F^-	mg.l^{-1}	2,20	1,21	0,72
Fe	mg.l^{-1}	0,026	0,001	0
Mn	mg.l^{-1}	0,014	0,003	< 0,001
Cd	mg.l^{-1}	< 0,007	< 0,007	0,007
Cu	mg.l^{-1}	0,014	0,005	< 0,001
Zn	mg.l^{-1}	0,032	< 0,005	< 0,005
Pb	mg.l^{-1}	0,02	< 0,02	< 0,02
Ni	mg.l^{-1}	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Al	mg.l^{-1}	0,30	0,20	< 0,05

Tabel 3.4-11 - De elueerbaarheid van vlieggas (centrale Rodenhuize)
in 3 opeenvolgende fasen (mg.kg⁻¹ droge stof)

Parameter	Eenheid	Uitlogingsfase		
		1	2	3
Cl ⁻	mg.kg ⁻¹ DS	16,0	6,0	0
T-PO ₄	mg.kg ⁻¹ DS	0	0	0
NH ₃ -N	mg.kg ⁻¹ DS	0,750	0,600	0,150
NO ₂ -N	mg.kg ⁻¹ DS	0,600	0,200	0,130
NO ₃ -N	mg.kg ⁻¹ DS	2,470	0,435	0
Kjeldahl-N	mg.kg ⁻¹ DS	1,055	0,870	0,500
Ca	mg.kg ⁻¹ DS	5.855	3.210	911
Mg	mg.kg ⁻¹ DS	217,5	145	44
SO ₄ ²⁻	mg.kg ⁻¹ DS	2.160	229,5	73,0
Na	mg.kg ⁻¹ DS	19,00	5,30	4,30
K	mg.kg ⁻¹ DS	38,50	10,50	6,30
F ⁻	mg.kg ⁻¹ DS	11,00	6,05	3,60
Fe	mg.kg ⁻¹ DS	0,130	0,005	0
Mn	mg.kg ⁻¹ DS	0,070	0,015	< 0,005
Cd	mg.kg ⁻¹ DS	< 0,035	< 0,035	0,035
Cu	mg.kg ⁻¹ DS	0,070	0,025	< 0,005
Zn	mg.kg ⁻¹ DS	0,160	< 0,025	< 0,025
Pb	mg.kg ⁻¹ DS	0,10	< 0,10	< 0,10
Ni	mg.kg ⁻¹ DS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Al	mg.kg ⁻¹ DS	1,50	1,00	< 0,25

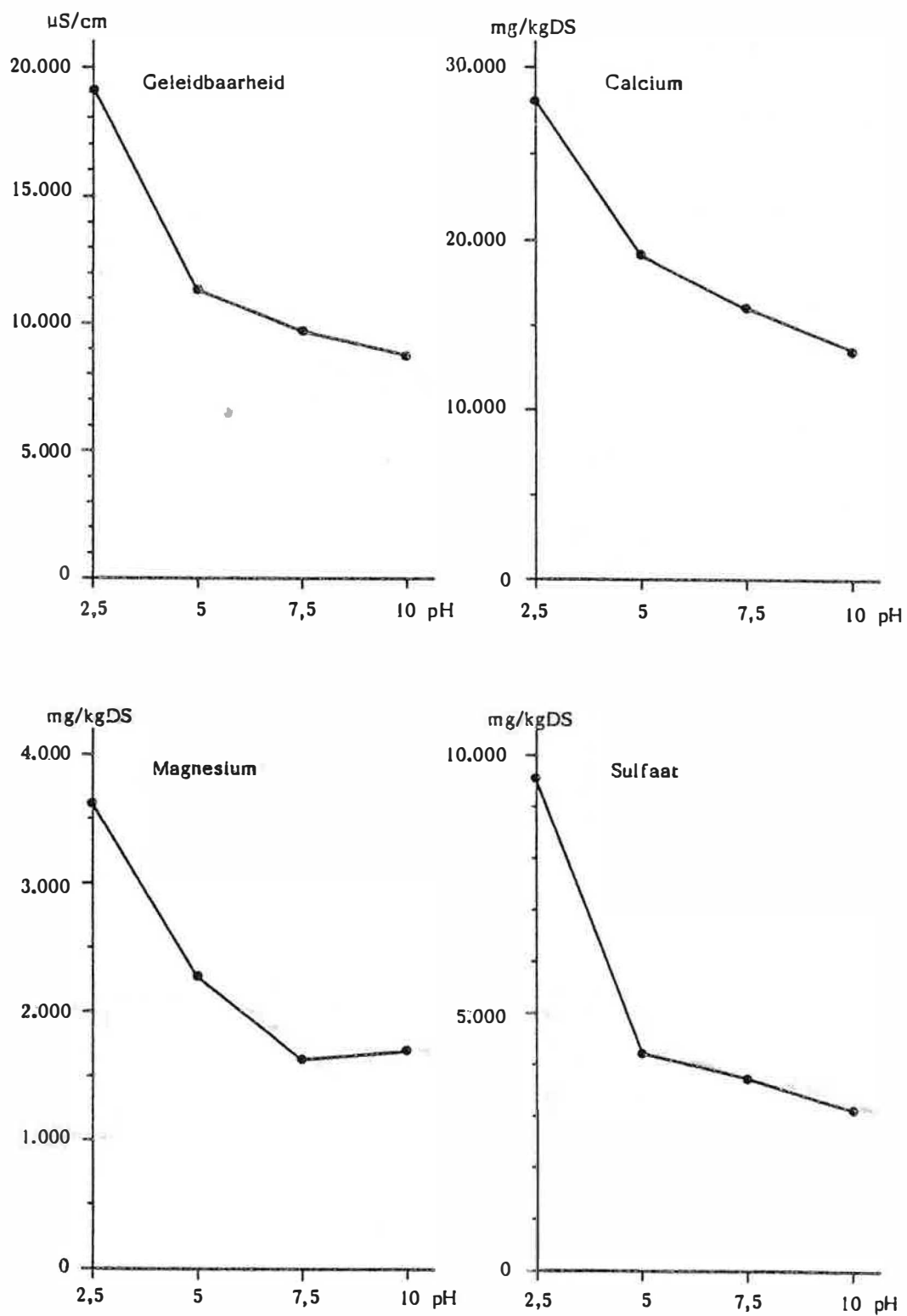


Fig. 3.4-2 - De elueerbaarheid van vliegash (centrale Rodenhuijze) bij verschillende pH- waarden

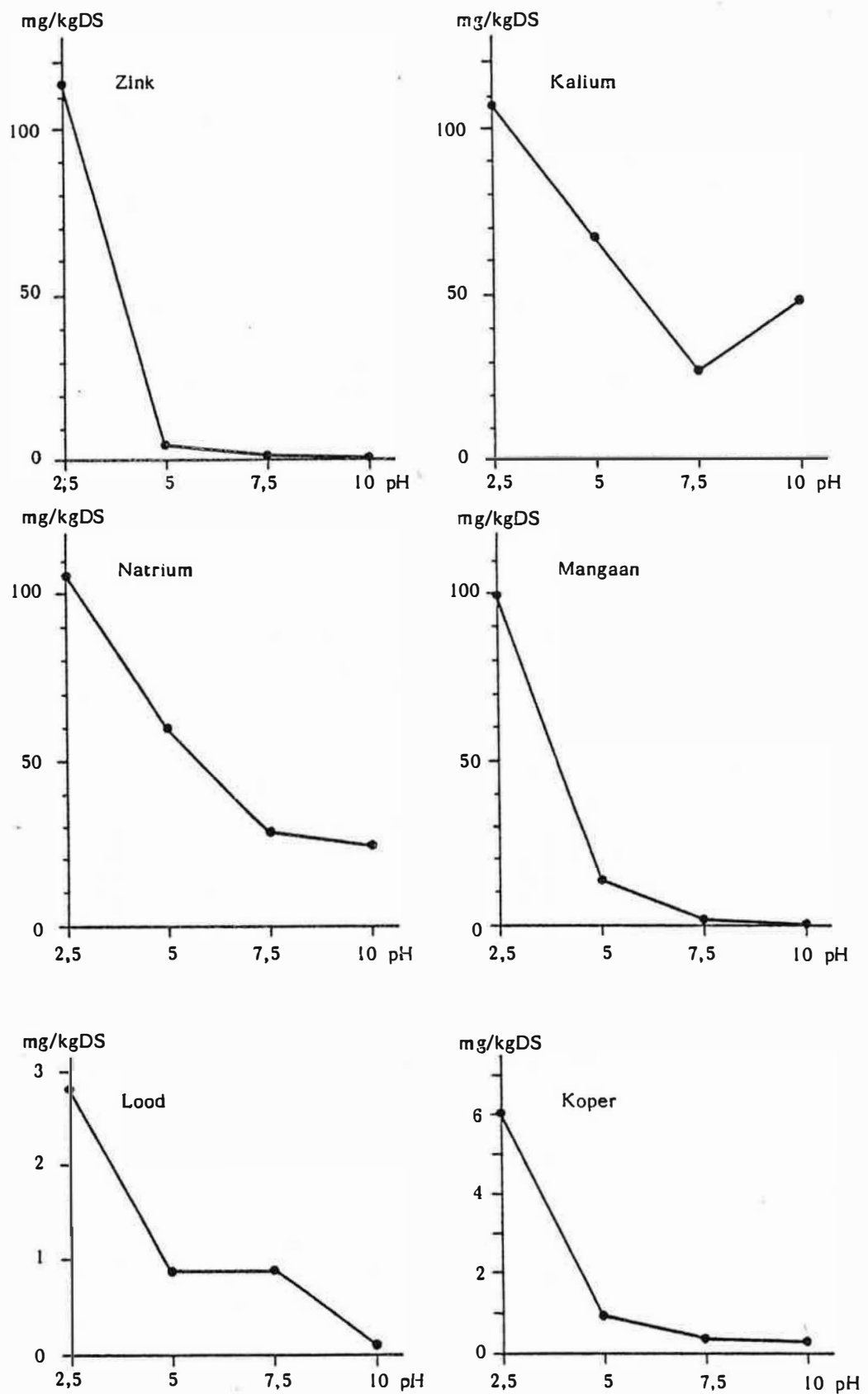


Fig. 3.4-2 - De elueerbaarheid van vliegash (centrale Rodenhuijze) bij verschillende pH-waarden - vervolg

Tabel 3.4-12 - Richtnormen van de kwaliteit van irrigatiewater, gemiddelde Oostvlaamse grondwaterkwaliteit en EEG-richtlijn voor de drinkwaterkwaliteit.

Element	Richtnorm voor irrigatie- water		Oostvlaamse grondwaters	EEG richtlijn voor drinkwater	
	Kontinu gebruik	Kortstondig gebruik		Richtwaarde	Maximaal toelaatbaar
pH	6,0-8,3		7	6,5-8	
Geleidbaar- $\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$ heid	850	1500	726	400	
TH $^{\circ}\text{F}$	35	45	32		
Ca $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	120	180	119	100	
Mg $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	25	100	10	30	50
Na $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	70	150	32	20	175
Cl ⁻ $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	70	150	48	25	
Al $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	1-5	20		0,05	0,2
As $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	0,1-1,0	10			0,05
Be $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	0,1-0,5	1			
B $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	0,5-0,75	2		1,0	
Cd $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	0,005-0,01	0,05			0,005
Co $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	0,2	10			
Cr $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	0,1-5	20			0,05
Cu $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	0,2	5		0,1	
F ⁻ $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	1	5	0,13		1,5
Fe $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	2	8	1,6	0,05	0,2
Hg $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	0,001-0,002				0,001
Li $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	2,5	5			
Mn $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	0,5-2	20	0,4	0,02	0,05
Mo $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	0,005-0,01	0,05			
Ni $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	0,2-0,5	2			0,05
Pb $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	0,5-5	20			0,05
Se $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	0,02	0,05			0,01
V $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	6	10			
Zn $\text{mg}.\text{l}^{-1}$	1-5	10		0,1	
K $\text{mg}.\text{l}^{-1}$			10	10	12
NO ₂ ⁻ $\text{mg}.\text{l}^{-1}$					0,1
NO ₃ ⁻ $\text{mg}.\text{l}^{-1}$			57	25	50
NH ₃ $\text{mg}.\text{l}^{-1}$				0,05	0,5
SO ₄ ²⁻ $\text{mg}.\text{l}^{-1}$			109	25	250
Fenolen $\text{mg}.\text{l}^{-1}$					0,0005
PO ₄ $\text{mg}.\text{l}^{-1}$				0,35	6,1
Ba $\text{mg}.\text{l}^{-1}$				0,10	
Ag $\text{mg}.\text{l}^{-1}$					0,010

Tabel 3.4-13 - Eluering van vlieg- en bodemas. Vergelijking van de concentraten in het eerste eluaat met de richtnormen voor irrigatiewater, de concentraten in het Oostvlaamse grondwater en de EEG-richtlijn voor drinkwater.

Parameters	Richtnormen voor irrigatiewater		Oostvlaamse grondwater		EEG-richtlijnen voor drinkwater	
	Vlieg-as 1e fase	Bodem-as 1e fase	Vlieg-as 1e fase	Bodem-as 1e fase	Vlieg-as 1e fase	Bodem-as 1e fase
Geleidbaarheid	⊕	-	⊕	-	⊕	-
pH	⊕	⊕	⊕	+	⊕	⊕
Cl ⁻	-	-	-	-	-	-
PO ₄ ³⁻					-	-
NH ₃ -N					+	+
NO ₂ -N					+	+
NO ₃ -N			-	-	-	-
TH	⊕	-	⊕	-		
Ca	⊕	-	⊕	-	⊕	-
Mg	+	-	+	+	+	-
SO ₄ ²⁻			⊕	+	⊕	⊕
Na	-	-	-	-	-	-
K			-	-	-	-
F ⁻	⊕	-	⊕	+	⊕	-
Fe	-	-	-	-	-	-
Mn	-	-	-	-	-	-
Cd	-	+			-	+
Cu	-	-			-	-
Zn	-	-			-	-
Pb	-	-			-	-
Ni	-	-			-	-
Al	-	-			⊕	⊕

- : geen overschrijding van de norm

+ : lichte overschrijding van de norm

⊕ : overschrijding van de norm

⊕ : sterke overschrijding van de norm

De evolutie van de parameterwaarden met de opeenvolgende elueringen is uitgezet in figuur 3.4-3. De zuurtegraad neemt slechts zeer weinig af met de opeenvolgende fasen. Hieruit valt af te leiden dat het stort waarschijnlijk zeer lang een alkalische pH zal behouden waardoor de eluering van zware metalen gering is.

De andere parameterwaarden die de norm overschrijden, met name de geleidbaarheid, de totale hardheid, Ca, SO_4^{2-} , F^- en Mg nemen sterk af in de tweede en de derde fase. Het sulfaatgehalte is in de eerste fase 432 mg.l^{-1} terwijl het in de derde fase nog slechts $14,6 \text{ mg.l}^{-1}$ bedraagt. Het calciumgehalte daalt van 1.171 mg.l^{-1} naar 182 mg.l^{-1} .

Tijdens het hydraulisch transport van de vliegassort zal er, in overeenstemming met de eerder aangegeven sterke uitloging tijdens de eerste elueringsfase, een belangrijk deel van de zouten uit de as opgenomen worden door het transportwater. Daar het transportwater d.m.v. een afvoergeultje van het vliegassort verwijderd wordt, zullen deze zouten niet naar het grondwater kunnen.

Door het SCK/CEN werden eveneens vliegassorten van de centrale Rodenhuis geëluëerd. Er werden monsters genomen aan de elektrofilters en op het stort zelf. De resultaten zijn opgenomen in de tabellen 3.4-14 en 3.4-15. De elueringen werden uitgevoerd in een verhouding vliegassort/gedemineraliseerd water van 1/5. Er werd één uur geschud.

Op het stort is de pH hoger dan 10. Het sulfaatgehalte is tengevolge van de eluering tijdens het hydraulisch transport veel lager bij de vliegassort bemonsterd op het stort dan bij deze bemonsterd aan de elektrofilters. Tengevolge van het zoutrijke kanaalwater, gebruikt als transportwater, is er voor de vliegassort op het stort een

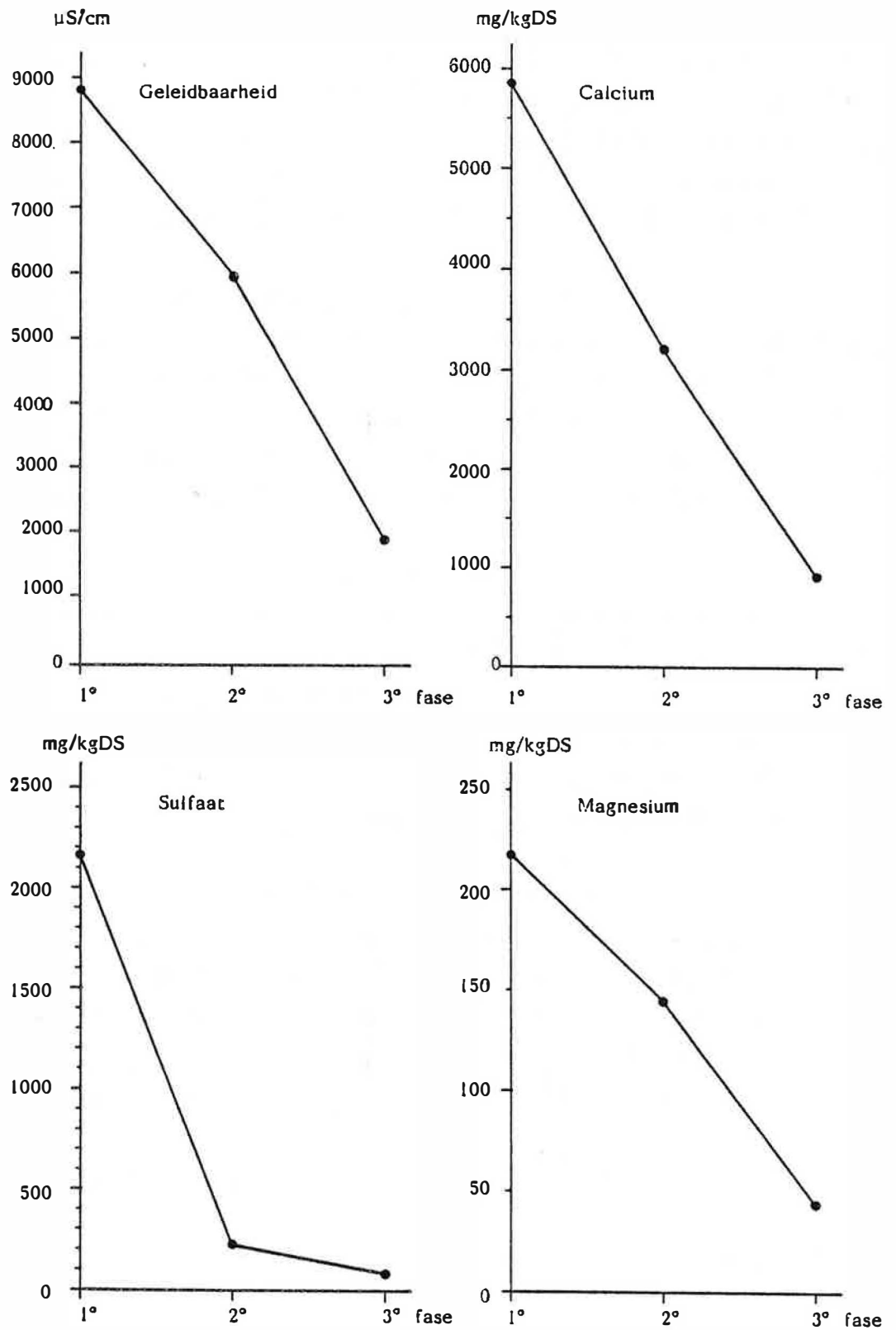


Fig. 3.4-3 - De elueerbaarheid van vlieg-as (centrale Rodenhuize) in drie opeenvolgende fasen

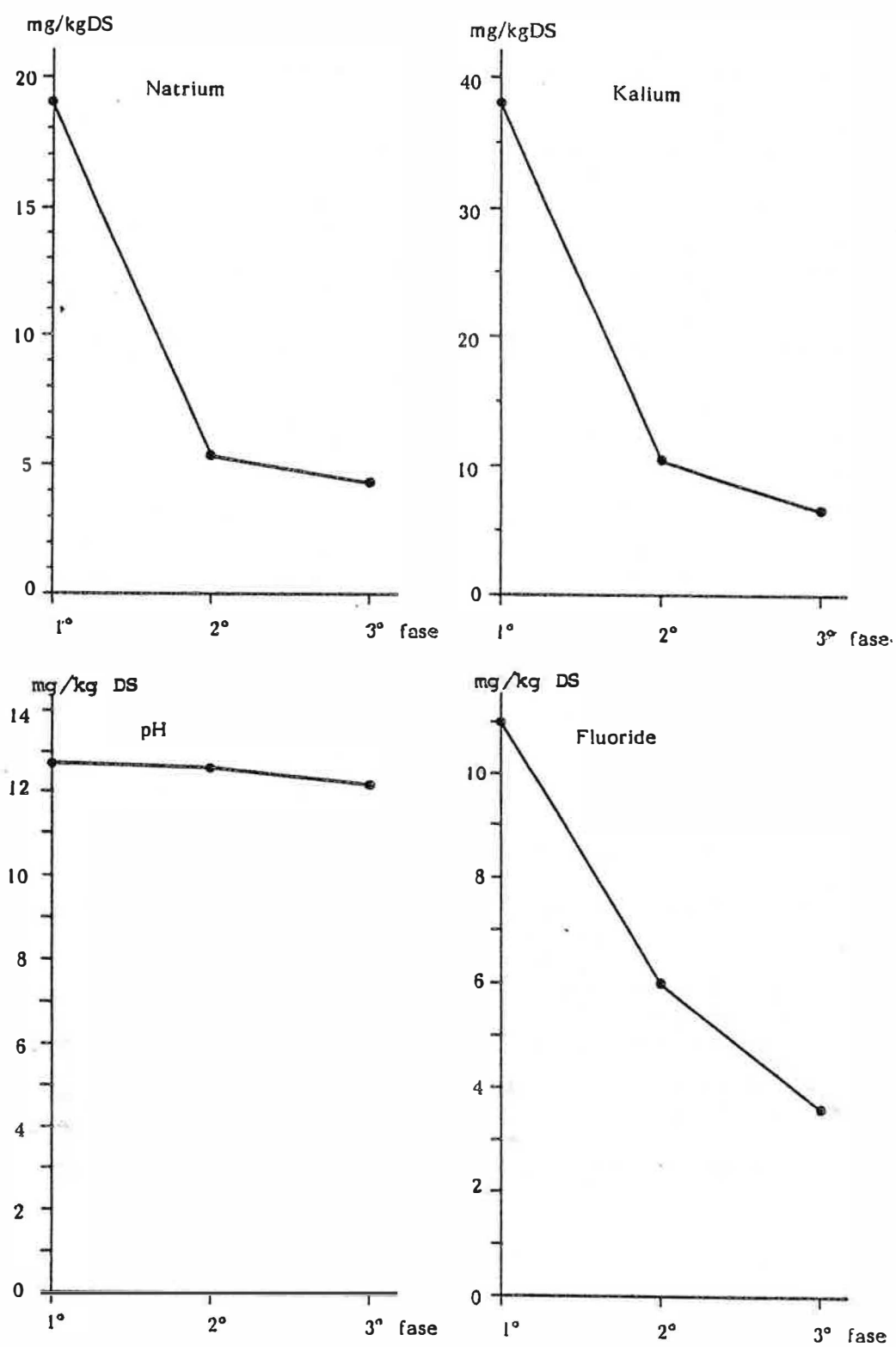


Fig. 3.4-3 - vervolg

Tabel 3.4-14 - De elueerbaarheid van de vlieggas bemonsterd aan de elektrofilter van de centrale Rodenhuize (SCK/CEN, 1984).

Parameter	Eenheid	staal 1	staal 2	staal 3	staal 4	gemiddelde
Droge stof-gehalte	%	99,95	99,88	99,94	99,88	99,91
pH		11,4	11,1	11,1	11,4	11,25
Geleidbaarheid	$\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$	1710	1410	1350	1570	1510
Cl^-	$\text{mg}.\text{kg}^{-1}$	4,0	12,01	12,0	9,50	9,38
$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{mg}.\text{kg}^{-1}$	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{mg}.\text{kg}^{-1}$	25,51	1,00	1,00	5,5	8,25
Br^-	$\text{mg}.\text{kg}^{-1}$	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
SO_4^{2-}	$\text{mg}.\text{kg}^{-1}$	2393	2759	2656	2289	2524

Tabel 3.4-15 - De elueerbaarheid van de vlieggas bemonsterd op het stort van de centrale Rodenhuize (SCK/CEN, 1984).

Parameter	Eenheid	staal 1	staal 2	gemiddelde
Droge stof-gehalte	%	58,97	39,93	49,45
pH		10,8	10,8	10,8
Geleidbaarheid	$\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$	4960	4580	4770
Cl^-	$\text{mg}.\text{kg}^{-1}$	522,8	469,6	496,2
$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{mg}.\text{kg}^{-1}$	< 2,0	< 2,0	< 2,0
$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{mg}.\text{kg}^{-1}$	25,6	35,6	30,6
Br^-	$\text{mg}.\text{kg}^{-1}$	< 2,0	< 2,0	< 2,0
SO_4^{2-}	$\text{mg}.\text{kg}^{-1}$	734,8	1752	1243

sterke toename van de geleidbaarheid en het chloride-gehalte. Het zoutgehalte van het kanaalwater is sterk afhankelijk van het kanaaldebiet en de seizoenen (cf. § 3.6).

3.4.1.2. Bodemas

3.4.1.2.1. Aard en samenstelling

De concentraties van de verschillende elementen liggen bij de bodemas over het algemeen lager dan bij de vliegase. Dit is te wijten aan de vluchtigheid van bepaalde componenten en aan de structuur van de bodemas.

3.4.1.2.2. Elueerbaarheid

3.4.1.2.2.1. Bemonstering

De bemonstering werd uitgevoerd aan groep 1 die toen gestookt werd met Zuidafrikaanse kolen. Uit monsters genomen gedurende een periode van drie dagen werd een representatief monster samengesteld.

3.4.1.2.2.2. Eluering en analyses

Zoals bij de vliegase werd de elueerbaarheid bepaald bij verschillende pH-waarden en in verschillende fasen. De gevolgde methode is identiek aan deze beschreven in § 3.4.1.1.2.3. De analyses werden reeds aangehaald in § 3.4.1.1.2.4.

3.4.1.2.2.3. Resultaten

De elueerbaarheid bij verschillende pH-waarden is weergegeven in de tabellen 3.4-16 en 3.4-17 en deze bij de verschillende fasen in de tabellen 3.4-18 en 3.4-19. Bij een pH van 2,5 zijn de concentraties aan Ca, Mg, SO_4^{2-} en

Tabel 3.4-16 - De elueerbaarheid van bodemas (centrale Rodenhuize) bij verschillende pH-waarden (koncentraties in het eluaat)

Parameter	Eenheid	pH-waarden			
		2,5	5,0	7,5	10,0
Geleidbaarheid	$\mu\text{s.cm}^{-1}$	5.890	2.660	969	250
pH		2,94	5,67	7,98	9,46
rh		23,4	26,9	30,8	32,5
Cl ⁻	mg.l^{-1}	20,4	18,1	17,3	14,1
COD	$\text{mgO}_2.\text{l}^{-1}$	11,56	4,87	4,26	9,13
BOD	$\text{mgO}_2.\text{l}^{-1}$	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
T-PO ₄	mg.l^{-1}	0	0	0	0
NH ₃ -N	mg.l^{-1}	0,092	0,032	0,070	0,055
NO ₂ -N	mg.l^{-1}	0,049	0,092	0,082	0,079
Kjeldahl-N	mg.l^{-1}	1,600	1,735	3,115	1,385
TH	°F	292,8	155,0	58,0	11,2
Ca	°F	231,1	137,4	39,4	6,6
Ca	mg.l^{-1}	926	551	158	26
Mg	mg.l^{-1}	145,0	42,7	45,3	11,1
SO ₄ ²⁻	mg.l^{-1}	141	103	88	84
Na	mg.l^{-1}	14,1	11,4	10,2	10,2
K	mg.l^{-1}	3,7	2,4	2,4	1,6
F ⁻	mg.l^{-1}	1,42	0,54	0,53	0,33
Fe	mg.l^{-1}	10,400	0,082	0,019	0,017
Mn	mg.l^{-1}	4,650	1,490	0,087	< 0,001
Cd	mg.l^{-1}	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,010
Cu	mg.l^{-1}	0,242	0,013	0,003	< 0,001
Zn	mg.l^{-1}	0,650	0,030	0,011	0,003
Pb	mg.l^{-1}	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Ni	mg.l^{-1}	0,17	0,07	< 0,01	< 0,01
Al	mg.l^{-1}	25,0	1,20	0,70	0,24

Tabel 3.4-17 - De elueerbaarheid van bodemas (centrale Rodenhuize) bij verschillende pH-waarden ($\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$)

Parameter	Eenheid	pH-waarden			
		2,5	5,0	7,5	10,0
Cl^-	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	113,3	100,6	96,1	78,3
T-PO_4	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	0	0	0	0
$\text{NH}_3\text{-N}$	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	0,511	0,178	0,389	0,306
$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	0,272	0,511	0,456	0,439
Kjeldahl-N	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	8,889	9,639	17,30	7,694
Ca	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	5144	3061	878	144
Mg	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	805,6	237,2	251,7	61,7
SO_4^{2-}	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	783	572	489	467
Na	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	78,3	63,3	56,7	56,7
K	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	20,6	13,3	13,3	8,9
F^-	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	7,89	3,00	2,94	1,83
Fe	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	57,7	0,456	0,106	0,094
Mn	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	25,83	8,278	0,483	< 0,006
Cd	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,056
Cu	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	1,344	0,072	0,017	< 0,006
Zn	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	3,611	0,167	0,061	0,017
Pb	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	< 0,11	< 0,11	< 0,11	0,11
Ni	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	0,94	0,39	< 0,06	< 0,06
Al	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	138,9	6,67	3,89	1,33

Tabel 3.4-18 - De elueerbaarheid van bodemas (centrale Rodenhuize) in 3 opeenvolgende fasen (koncentraties in het eluaat)

Parameter	Eenheid	Uitlogingsfase		
		1	2	3
Geleidbaarheid	$\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$	332	97	63
pH		9,09	9,10	9,18
rh		28,5	28,7	29,2
Cl^-	mg.l^{-1}	21,1	0	0
COD	$\text{mg.O}_2.\text{l}^{-1}$	0	2,43	3,65
BOD	$\text{mg.O}_2.\text{l}^{-1}$	< 2,0	< 2,0	< 2,0
T- PO_4	mg.l^{-1}	0	0	0
$\text{NH}_3\text{-N}$	mg.l^{-1}	0,198	0,010	0
$\text{NO}_2\text{-N}$	mg.l^{-1}	0,131	0,025	0,021
$\text{NO}_3\text{-N}$	mg.l^{-1}	0,229	0,083	0,006
Kjeldahl-N	mg.l^{-1}	0,980	0,932	0,900
TH	$^\circ\text{F}$	14,3	4,3	3,1
Ca	$^\circ\text{F}$	8,3	3,0	2,0
Ca	mg.l^{-1}	33,3	12,2	8,2
Mg	mg.l^{-1}	14,6	3,0	2,5
SO_4^{2-}	mg.l^{-1}	113,0	13,2	4,3
Na	mg.l^{-1}	14,30	2,27	1,21
K	mg.l^{-1}	2,20	0,36	0,15
F^-	mg.l^{-1}	0,29	0,14	0,08
Fe	mg.l^{-1}	0,009	0,004	0,022
Mn	mg.l^{-1}	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cd	mg.l^{-1}	0,010	0,007	0,007
Cu	mg.l^{-1}	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Zn	mg.l^{-1}	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Pb	mg.l^{-1}	< 0,02	0,02	0,02
Ni	mg.l^{-1}	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Al	mg.l^{-1}	0,20	0,15	< 0,05

Tabel 3.4-19 - De elueerbaarheid van de bodemas (centrale Rodenhuize) in drie opeenvolgende fasen ($\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$)

Parameter	Eenheid	uitlogingsfase		
		1	2	3
Cl^-	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	117,8	0	0
T-PO_4	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	0	0	0
$\text{NH}_3\text{-N}$	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	1,100	0,056	0
$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	0,728	0,139	0,117
$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	1,272	0,461	0,033
Kjeldahl-N	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	5,444	5,178	5,000
Ca	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	185,0	67,8	45,6
Mg	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	81,1	16,7	13,9
SO_4^{2-}	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	627,8	73,3	23,9
Na	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	79,44	12,61	6,72
K	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	12,22	2,00	0,83
F^-	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	1,61	0,78	0,44
Fe	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	0,050	0,022	0,122
Mn	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Cd	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	0,056	0,039	0,039
Cu	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Zn	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	< 0,028	< 0,028	< 0,028
Pb	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	< 0,111	0,111	0,111
Ni	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	< 0,056	< 0,056	< 0,056
Al	$\text{mg.kg}^{-1}\text{DS}$	1,11	0,83	< 0,28

Zn respektievelijk 926 mg.l^{-1} , 145 mg.l^{-1} , 141 mg.l^{-1} en $0,65 \text{ mg.l}^{-1}$. De geleidbaarheid bedraagt $5.890 \text{ }\mu\text{S.cm}^{-1}$. De gehalten aan voornoemde parameters liggen veel lager dan deze bekomen bij de eluering van vliegias. De concentraties zijn eveneens lager voor F^{-} ($1,42 \text{ mg.l}^{-1}$), Mn ($4,65 \text{ mg.l}^{-1}$), Cd ($< 0,007 \text{ mg.l}^{-1}$), Cu ($0,24 \text{ mg.l}^{-1}$), Pb ($< 0,02 \text{ mg.l}^{-1}$) en Al (25 mg.l^{-1}). Het gehalte aan Fe ($10,4 \text{ mg.l}^{-1}$) daarentegen is hoger dan bij vliegias. Alhoewel bodemas nog alkalisch is, is het basisch karakter ervan lager dan dit van vliegias. Bij een pH van 2,5 wordt de EEG-richtlijn voor drinkwater overschreden voor de parameters Ca, Mg, SO_4^{2-} , Fe, Mn, Cu, Zn, Ni en Al.

De verandering van de belangrijkste parameterwaarden met de verschillende pH-waarden is weergegeven in figuur 3.4-4.

Bij de studie van de elueerbaarheid in verschillende fasen werden de concentraties in het eerste eluaat vergeleken met de richtnorm voor irrigatiewater, de gemiddelde Oostvlaamse grondwaterkwaliteit en de EEG-richtlijn voor drinkwater (tab. 3.4-13). Hieruit blijkt dat de richtnorm voor irrigatiewater overschreden wordt voor de pH, en in geringe mate voor cadmium. Ten opzichte van de gemiddelde Oostvlaamse grondwaterkwaliteit zijn de pH en het fluoridegehalte hoger. De EEG-richtnorm voor drinkwater wordt overschreden voor de pH, $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, SO_4^{2-} , Al en in mindere mate voor Cd.

De evolutie van de parameterwaarden met de opeenvolgende elueringen is uitgezet in figuur 3.4-5. De geleidbaarheid en de gehalten aan Ca, Mg, SO_4^{2-} en Na nemen sterk af met de opeenvolgende fasen. De zuurtegraad verandert weinig.

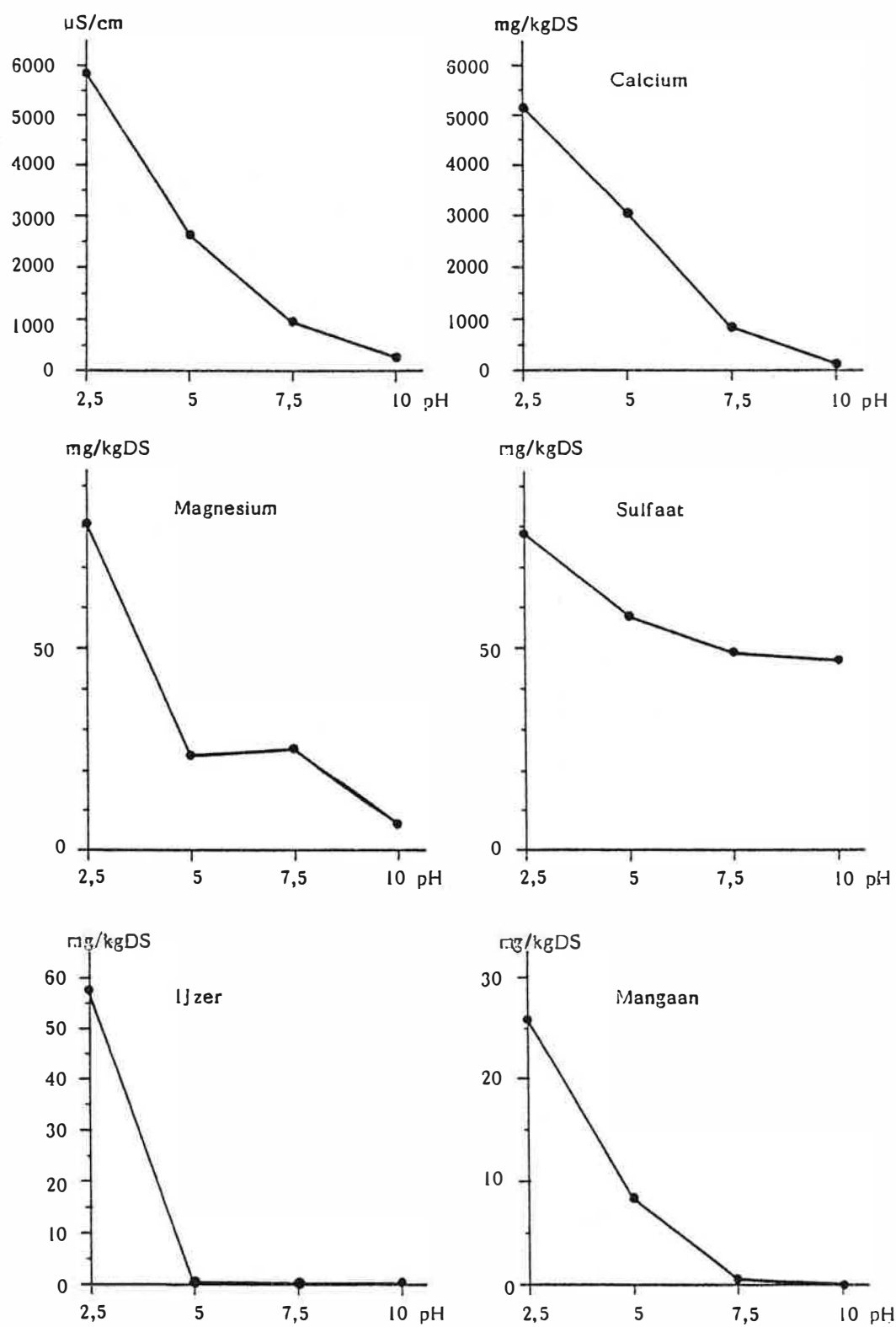


Fig. 3.4-4 - De elueerbaarheid van bodemas (centrale Rodenhuize) bij verschillende pH- waarden

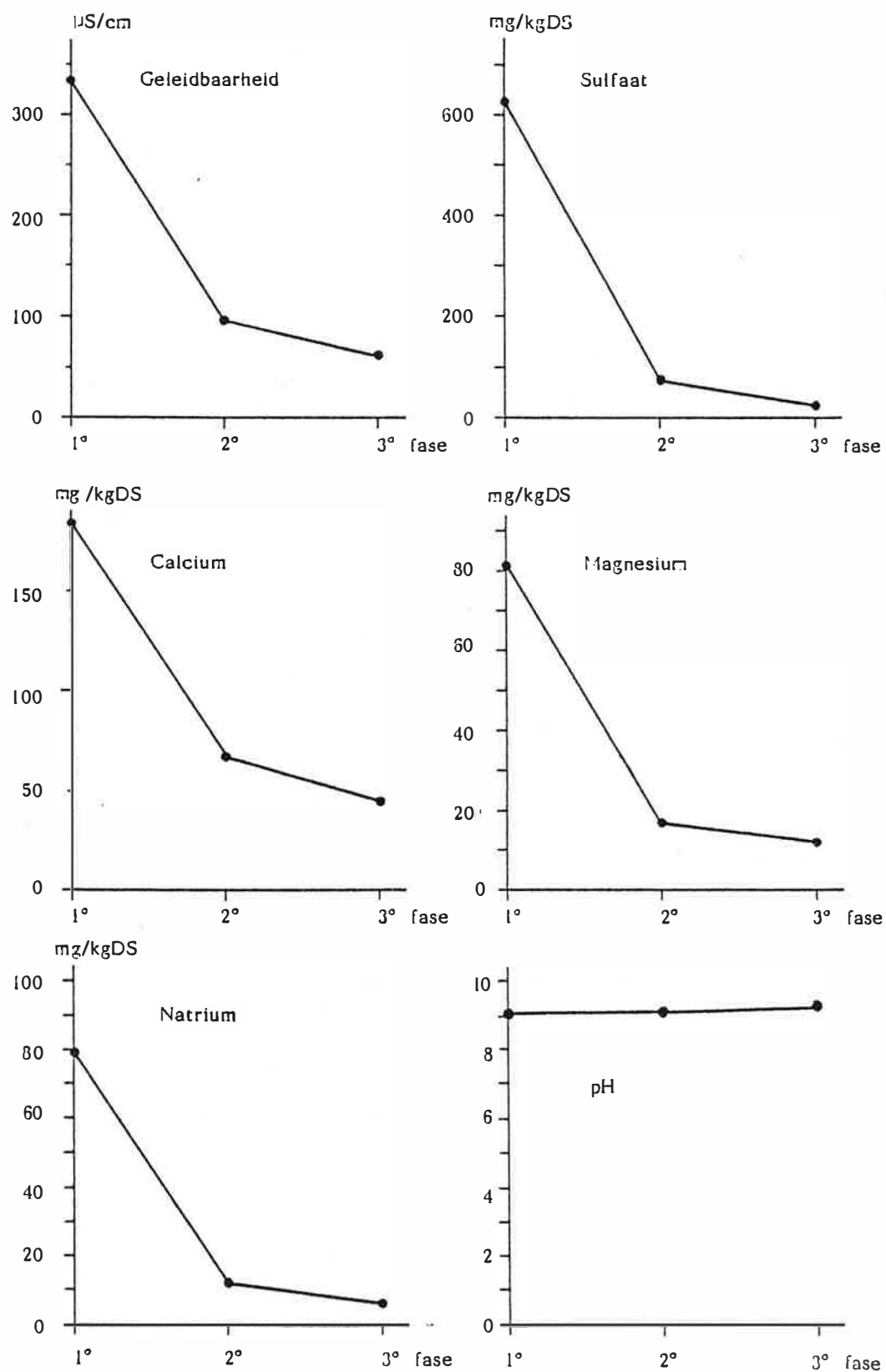


Fig. 3.4-5 - De elueerbaarheid van bodemas (centrale Rodenhuize) in drie opeenvolgende fasen

De totale elueerbaarheid van vlieg- en bodemas is weergegeven in figuur 3.4-6.

3.4.2. Hoeveelheden

Ongeveer 18 % van de verstookte steenkolen wordt in as omgezet. Hiervan zijn er 88% vliegas en 12% bodemas. De huidige jaarlijkse asproduktie bedraagt ca. 53.000 t waarvan ca. 47.000 t vliegas. Het jaarlijks kolenverbruik, het gemiddeld asgehalte, de totale hoeveelheid geproduceerde as, en de hoeveelheid vliegas zijn opgegeven in tabel 3.4-20. De jaarlijkse vliegasproduktie en de totale vliegasproduktie sinds 1964 zijn uitgezet in de figuren 3.4-7 en 3.4-8.

Er is op het ogenblik geen afzet voor de vliegas van de centrale Rodenhuize, zodat als enige mogelijkheid het storten overblijft.

De produktie van bodemas bedroeg in 1984 ongeveer 6.300 t. Ter plaatse wordt bodemas enkel aangewend ten behoeve van de wegverharding op het stort. De rest van de bodemas wordt verkocht. In tabel 3.4-21 wordt een overzicht gegeven van de bodemas die sinds 1979 verkocht en ter plaatse aangewend werd.

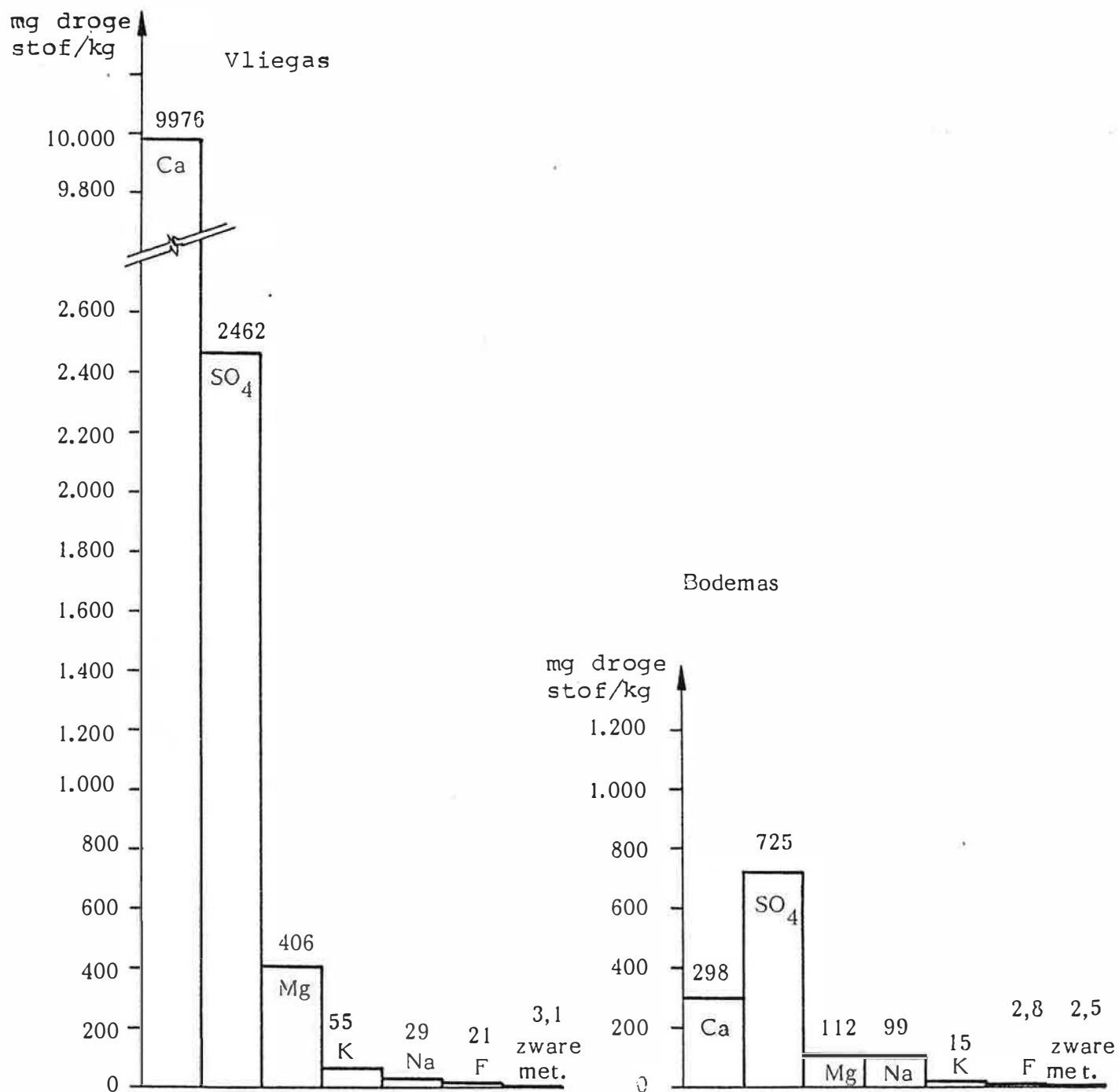


Fig. 3.4-6 - De totale elueerbaarheid (drie fasen) van vlieg- en bodemas

Tabel 3.4-20 - Overzicht van het kolenverbruik en de hoeveelheid
geproduceerde as in de centrale Rodenhuize

Jaar	Kolenverbruik (ton)	Gemid. Asgehalte (%) *	Gemid. Watergeh. (%)	Geproduceerde As (ton)	Geproduceerde Vliegashouding (ton)
1964	28.828	29,00	7,65	7.721	6.804
1965	207.381	30,07	7,07	57.951	51.066
1966	218.046	28,90	6,66	58.818	51.830
1967	109.928	26,70	6,69	27.387	24.133
1968	36.816	29,20	7,30	9.965	8.781
1969	80.609	27,30	7,07	20.450	18.021
1970	-	-	-	-	-
1971	-	-	-	-	-
1972	-	-	-	-	-
1973	1.096	21,10	8,08	212	187
1974	125.653	22,00	6,80	25.764	22.703
1975	147.297	28,20	8,39	38.208	33.669
1976	180.995	25,60	8,45	42.419	37.380
1977	61.045	28,30	8,66	15.780	13.905
1978	248.612	27,60	8,09	63.066	55.574
1979	208.247	22,99	10,30	42.945	37.843
1980	355.581	18,00	7,73	58.680	51.709
1981	329.844	16,81	7,64	52.581	46.334
1982	334.705	18,40	8,77	56.130	49.462
1983	259.385	17,75	8,87	40.802	35.955
1984	327.615	17,86	9,33	52.971	46.678
1985	(296.000)	20	(10)	53.280	46.886
1986	(501.000)	20	(10)	108.180	95.200

* op droge kolen

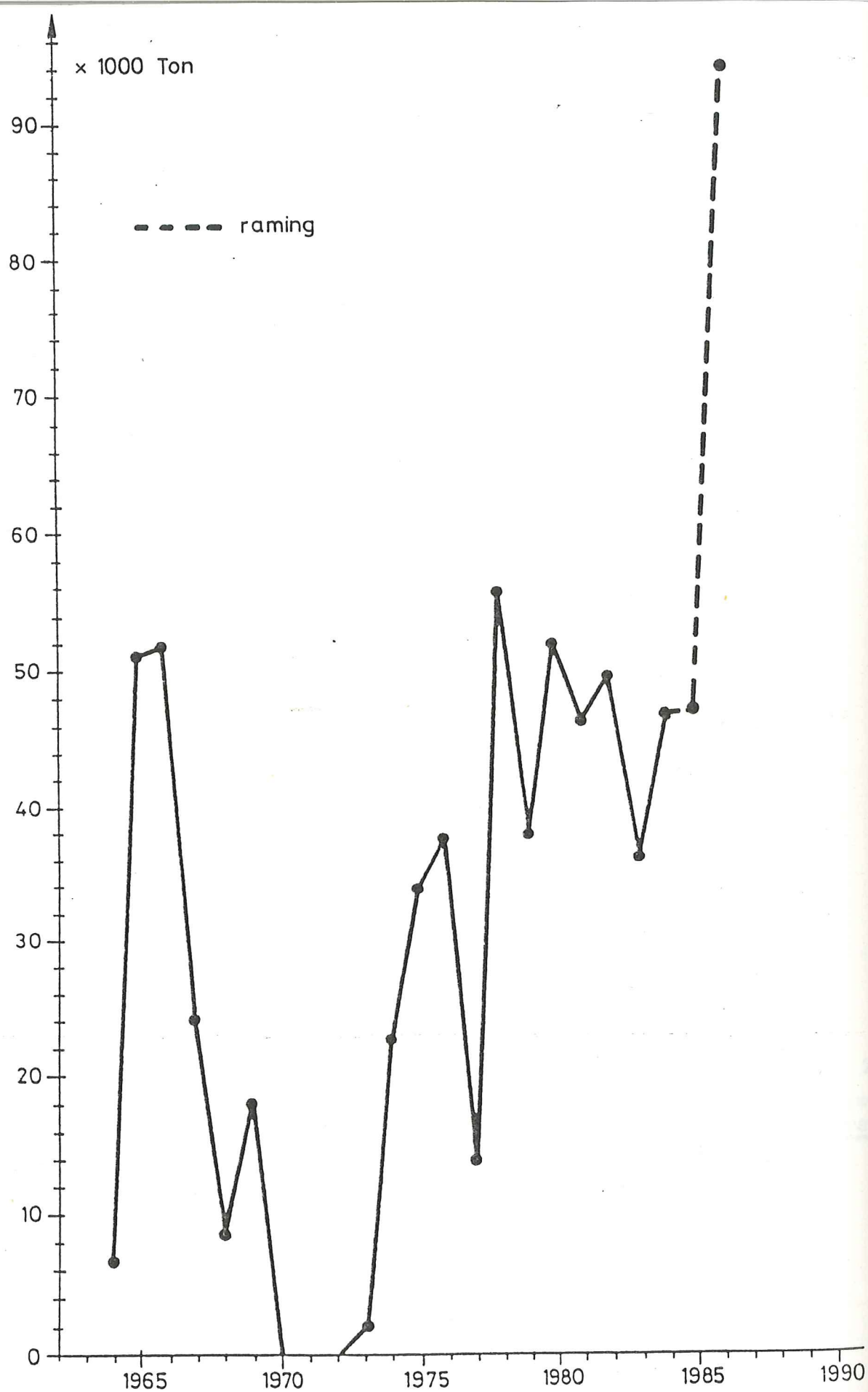


Fig. 3.4-7 - Evolutie van de jaarlijkse vlieggasproduktie in de centrale Rodenhuis vanaf 1964

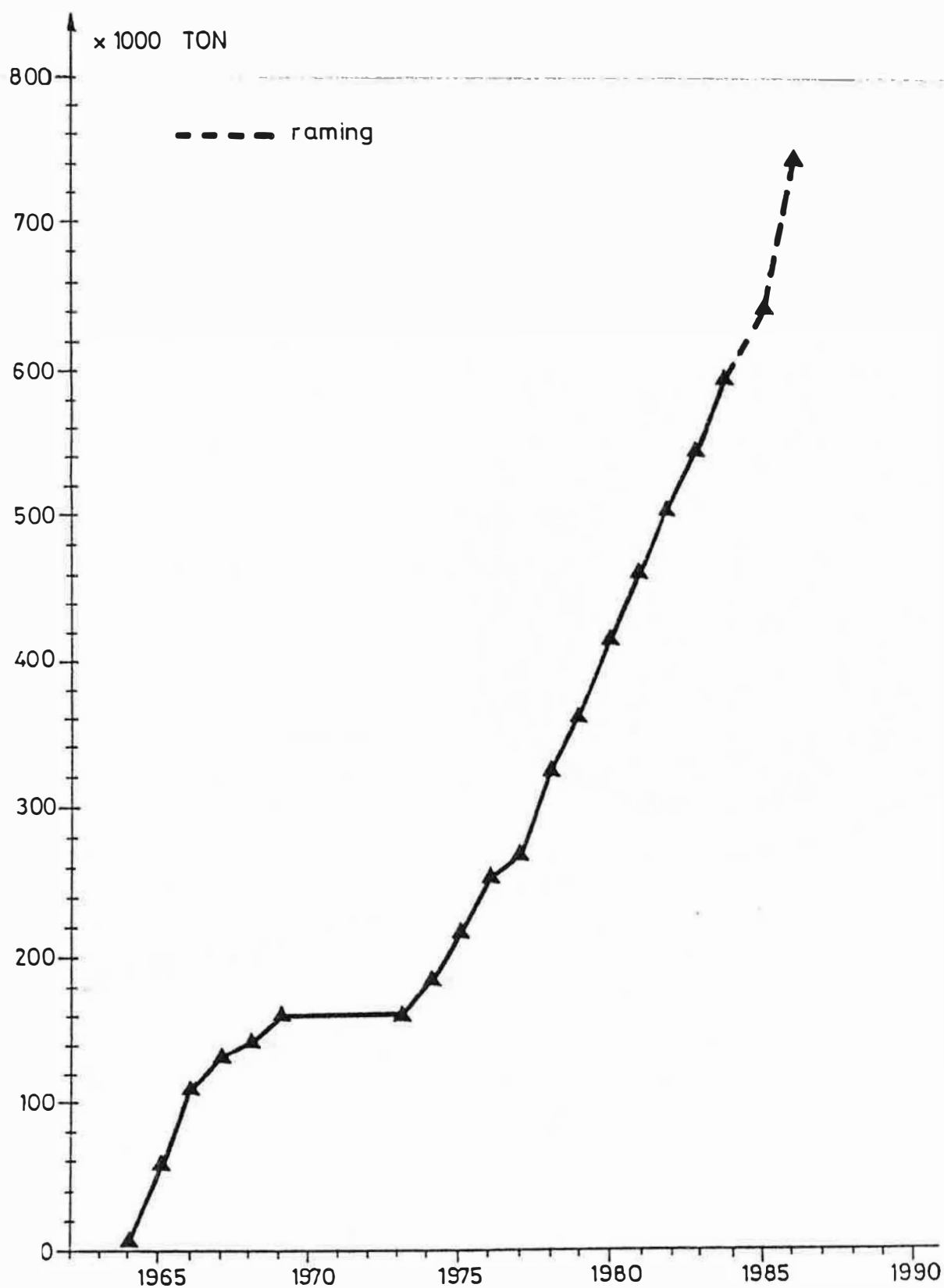


Fig. 3.4-8 - Totale vliegaspductie in de centrale Rodenhuis sinds 1964

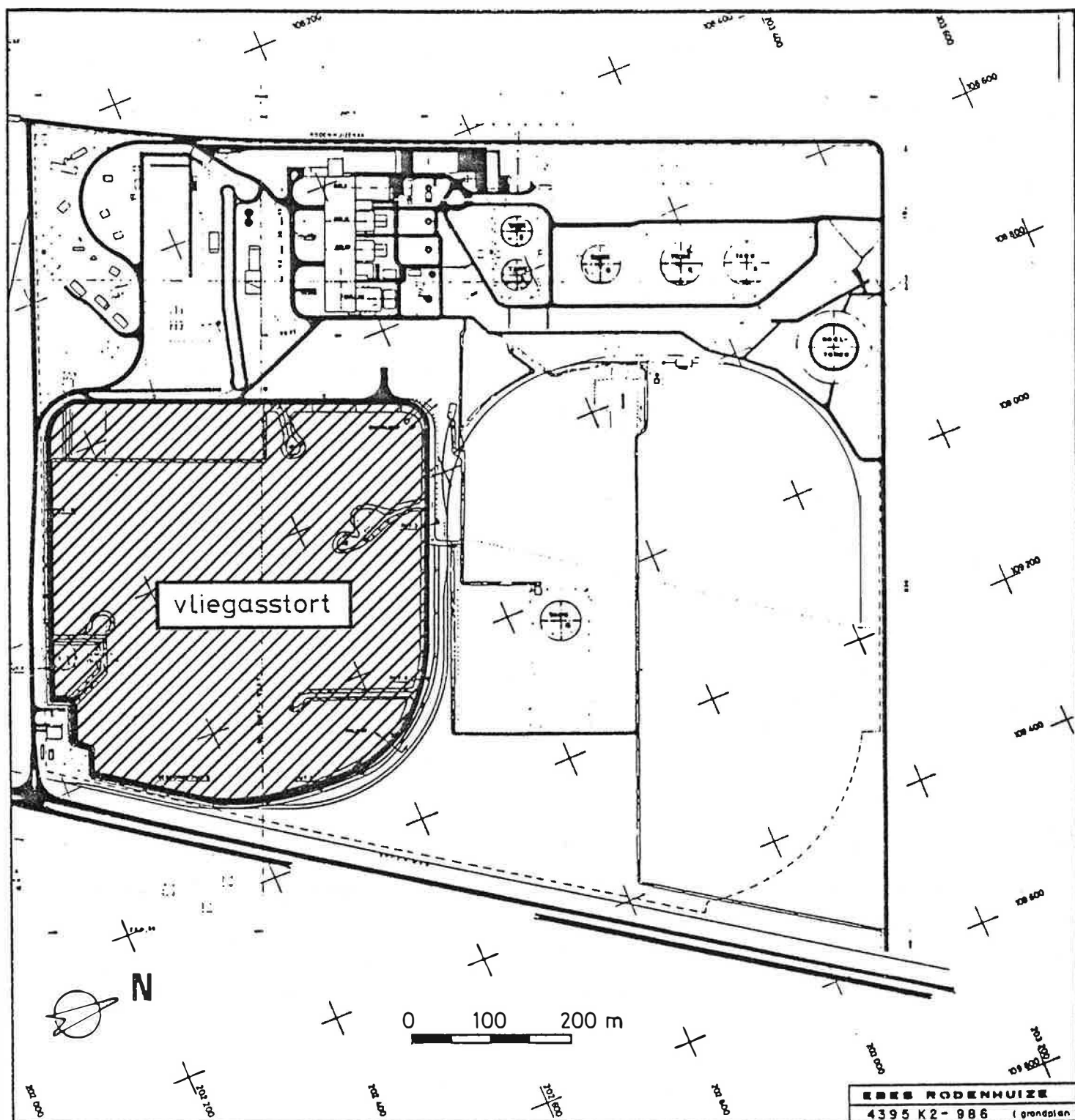


Fig. 3.4-9 - Ligging van het vliegasstort

Tabel 3.4-21 Hoeveelheid verkochte en ter plaatse aangewende bodemas van de centrale Rodenhuize

jaar	Hoeveelheid bodemas	
	verkocht (in t)	ter plaatse aangewend (in t)
1979	5.102	0
1980	4.212	2.875
1981	5.705	440
1982	3.680	2.988
1983	5.035	0
1984	2.854	3.439

3.4.3. Plaats en omvang van het stort

Het stort ligt ten zuidoosten van de centrale (fig. 3.4-9). Het heeft een min of meer vierkante vorm. De totale oppervlakte bedraagt ca. 21,6 ha. Een ringdijk doet dienst als kering voor de hydraulische gestorte vlieg-as. De hoogte van de dijk varieert thans tussen het peil + 9,5 en + 10,5 *. Er zijn verhogingswerken aan de gang zodat de kruin een hoogte zal bereiken van + 11,5. Hierna zal de nuttige stortoppervlakte nog ca. 19,4 ha bedragen. Het voormalig maaiveld lag vermoedelijk op het peil + 4,5 tot + 7,5; bepaalde percelen waren reeds opgehoogd met zand vooraleer vlieg-as werd gestort. De maximale dikte van het vlieg-as-pakket is ca. 8 m.

Onder het stort ligt ook een deel van de voorma-

* Alle peilen zijn weergegeven in m t.o.v. het referentievlak van de Tweede Algemene Waterpassing (TAW) van het Nationaal Geografisch Instituut (NGI); men spreekt soms van m + TAW.

lige Sassevaart (Arm van Rodenhuize). Deze zou opgevuld zijn met vliegass.

De top van het vliegasspakket lag in juli 1985 tussen + 8,7 en +9,5.

De vliegass wordt door middel van kanaalwater hydraulisch afgevoerd van de centrale naar het stort. Het stort fungeert eveneens als bezinkbekken. Het gemiddelde transportwaterdebiet bedraagt $45 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, met een maximum van $200 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Na bezinking wordt het water via een afvoerbeek geloosd in de Moervaart. In figuur 3.4-10 is het grachtensysteem rond het stort weergegeven. Aanvankelijk bevond de inlaat zich in de westelijke hoek van het stort, thans in de oostelijke. De uitlaat is gelegen in de noordelijke hoek.

Op grond van de huidige geometrische gegevens en informatie over de voormalige topografie wordt de inhoud van het stort geraamd op 890.000 m^3 . Uit tabel 3.4-20 blijkt dat er in de periode 1964-1984 671.850 t as waarvan 592.034 t vliegass geproduceerd werd. Aannemend dat de volumieke massa van vliegass $1.100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ is, stemmen deze massa's overeen met respectievelijk 610.772 en 538.212 m^3 . Deze cijfers liggen beduidend lager dan de 890.000 m^3 berekend uit de beschikbare topografische informatie. Volgens de gegevens van de totale asproductie zou de gemiddelde dikte van de vliegasslaag 2,8 m bedragen.

Ervan uitgaande dat de top van het huidig stort gemiddeld gelegen is op het peil + 9,3 en dat er kan gestort worden tot het peil + 11,3 betekent dit dat er nog 388.000 m^3 beschikbaar is. Dit stemt overeen met een capaciteit van 426.800 t. Zonder ombouw en rekening houdend met een vliegassproductie van 46.900 t per jaar vanaf 1985, kan er gestort worden tot eind 1993.

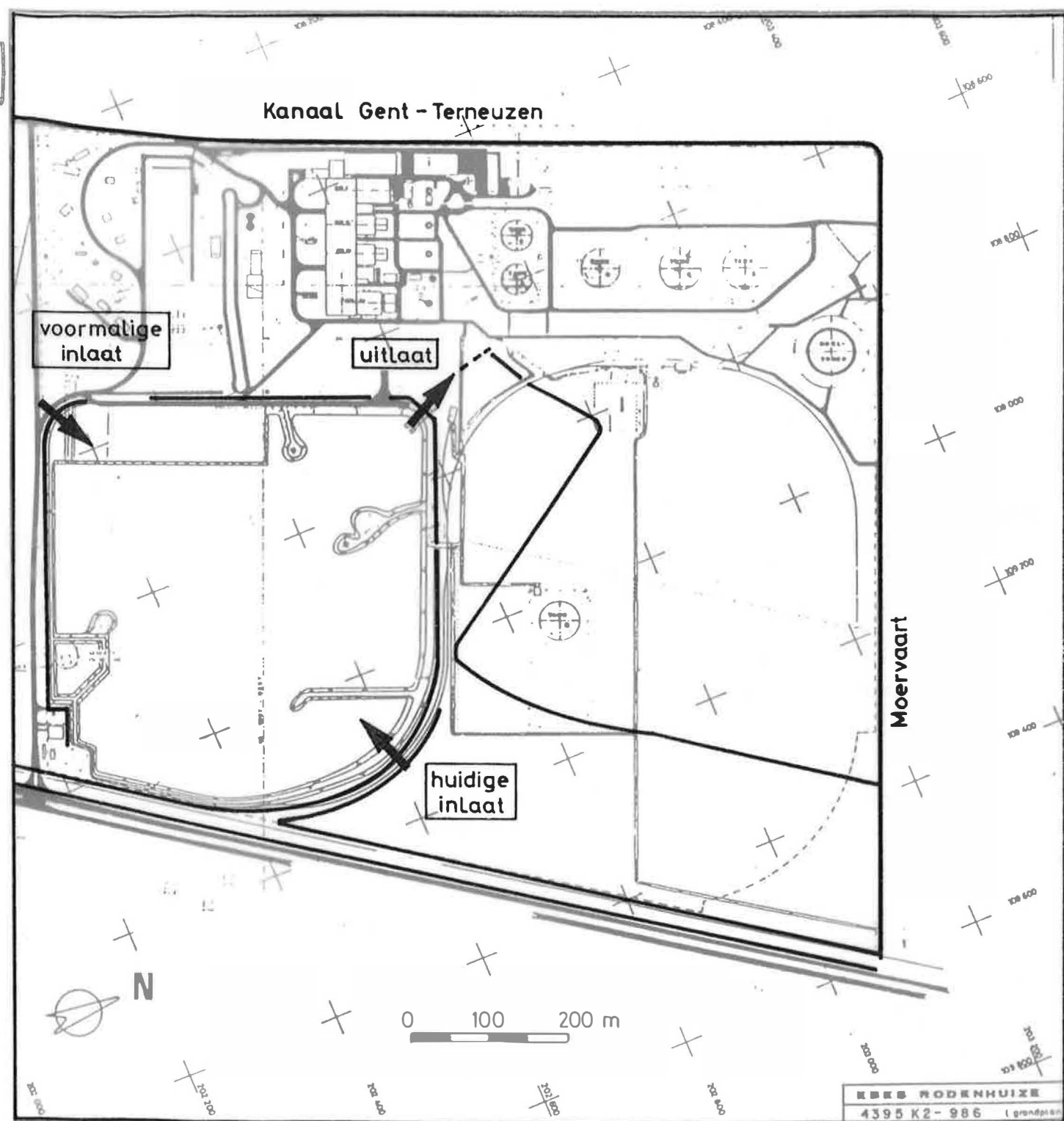


Fig. 3.4-10 - Grachten rond het vliegassort.

ERRATA

- pg. 30 - "vanaf 1 januari" wordt "vanaf 1 januari 1985"
- "na 31 december" wordt "na 31 december 1985"
- pg. 35 - " $30 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$ " wordt " $30 \text{ } \mu\text{g.m}^{-3}$ "
- pg. 90 - "rookgassen ($\mu\text{g.Nm}^{-3}$; vochtig ...)" wordt "rookgassen (vochtig ...)"
- eenheid NO_x , KWS, aldehyden, F^- en Cl^- :
" mg.Nm^{-3} " i.p.v. " $\mu\text{g.Nm}^{-3}$ "
- pg. 122 - "jaar 501.04.1982" wordt "jaar (01.04.1982"

3.4.4. Vergelijking met de stortvergunning

Het terrein voor het storten van vliegias is een vergund monostort (klasse II). Door de Bestendige Deputatie van de Provincie Oost-Vlaanderen werd er op 02.09.1983 een verlenging van de vergunning voor het storten van vliegias op de stortplaats van de centrale Rodenhuijze afgeleverd. De vergunning is toegestaan voor een periode van 30 jaar.

In het bestek van het MER zijn enkel de hygiënische en milieuaspekten van de vergunning behandeld.

Zoals gestipuleerd in de vergunning wordt de afwatering van de omliggende percelen niet gehinderd en worden het verdringings- en transportwater afgevoerd.

Acht peilbuizen werden, zoals bepaald in art.9. van de vergunning, rondom het stortterrein aangebracht. De diepte van deze peilbuizen varieert tussen 6,15 m en 8,50 m onder het maaiveld : de filterelementen zijn dus gelegen in de aangevulde gronden of in het bovenste deel van de watervoerende laag KZ (cf §.3.7.). Bij het plaatsen van de peilbuizen is slechts gedeeltelijk rekening gehouden met de geohydrologische toestand; bij dergelijke stromingsomstandigheden, en met een ondoorlatend substraat op geringe diepte, vereist het volgen van de eventuele grondwaterverontreiniging een aantal peilbuizen juist boven dit substraat.

Het aantal getroffen maatregelen ter voorkoming van de verspreiding van het verontreinigd grondwater en het stortperkolatiewater is eerder beperkt. De afvoer van het astransportwater kan als een dergelijke maatregel beschouwd worden. De huidige ringgracht vangt een klein deel van het perkolatiewater op; de drainage kan echter maar efficiënt zijn wanneer het bovenste gedeelte van de laag KZ door de gracht wordt aangesneden en er voor een goede afvoer van het gracht-

water wordt gezorgd. Thans fungeren het kanaal Gent-Terneuzen, de Moervaart en de Rodenhuizeloop, als verder afgelegen "ringgrachten".

3.5. Afvalwater

3.5.1. Soorten afvalwater en lozingspunten

De afvalwaters van de centrale Rodenhuize omvatten het koelwater, het transportwater van de as, het regeneratie- en spoelwater van de demineralisatie, het ketelwaswater, het sanitair afvalwater en tenslotte het perkolatie- en afvloeiwatervan de kolenhoop. Het ontstaan van deze afvalwaters werd besproken in § 2.2.3.1.

De lozingspunten van de centrale zijn aangeduid op figuur 3.5-1.

3.5.2. Hoeveelheden en kwaliteit

3.5.2.1. Koelwater

3.5.2.1.1. Algemene werking van de koeltoren

Een algemeen en gedetailleerd overzicht van de koelwaterkring zijn respektievelijk voorgesteld op de figuren 3.5-2 en 3.5-3.

De groepen 1, 2 en 3, elk met een vermogen van 133 MW, verbruiken elk $4,58 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ koelwater. Ook bij het niet op vollast werken worden deze waterhoeveelheden opgepompt. Groep 4 met een vermogen van 279 MW verbruikt $7,39 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Het koelwater van de groepen 1, 2 en 3, samen $13,74 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, is afkomstig van het kanaal Gent-Terneuzen; de watervang is gelegen stroomopwaarts van de Moervaart. Deze drie groepen

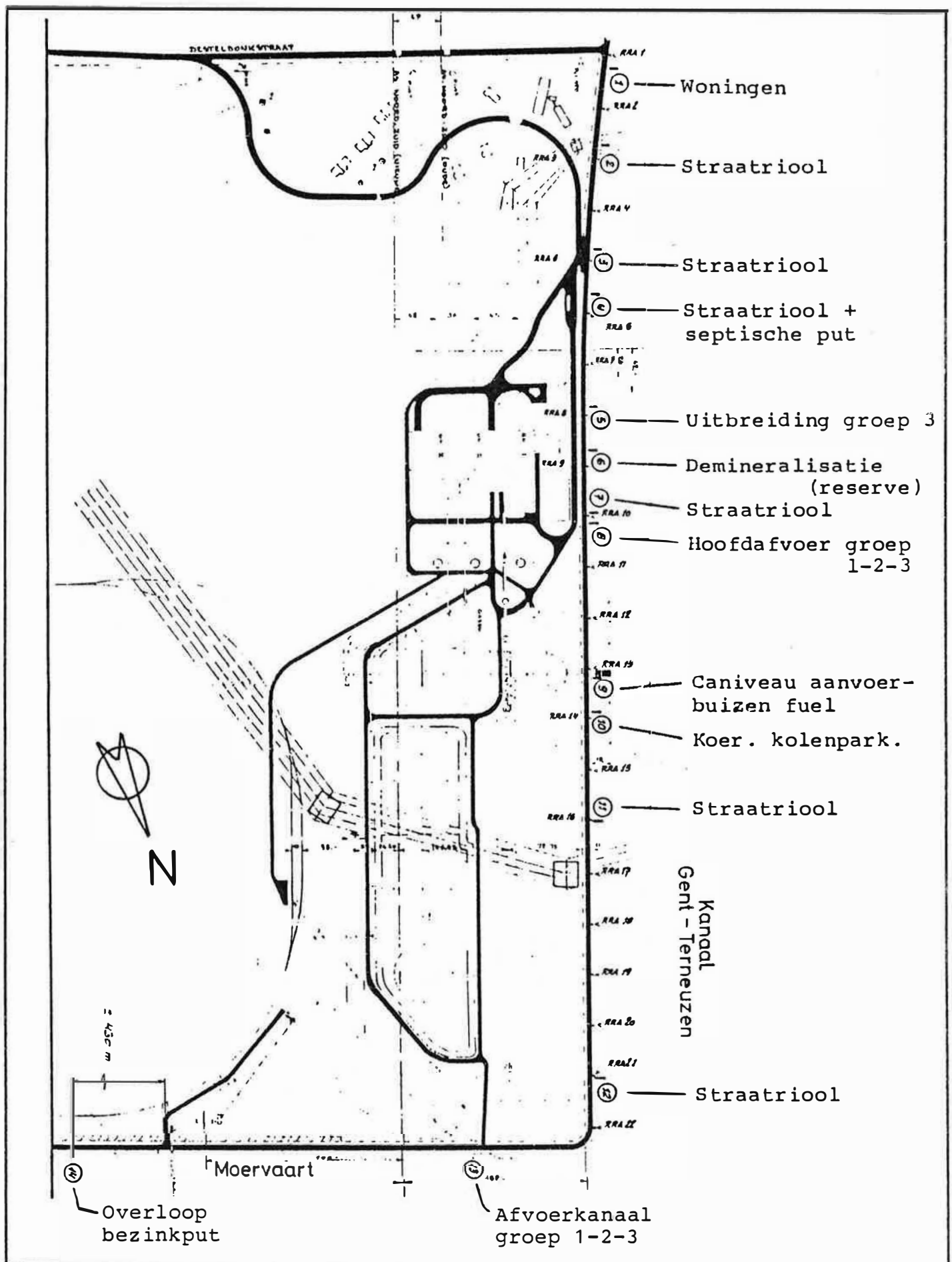


Fig. 3.5-1 - Opgave van de verschillende lozingspunten van de centrale

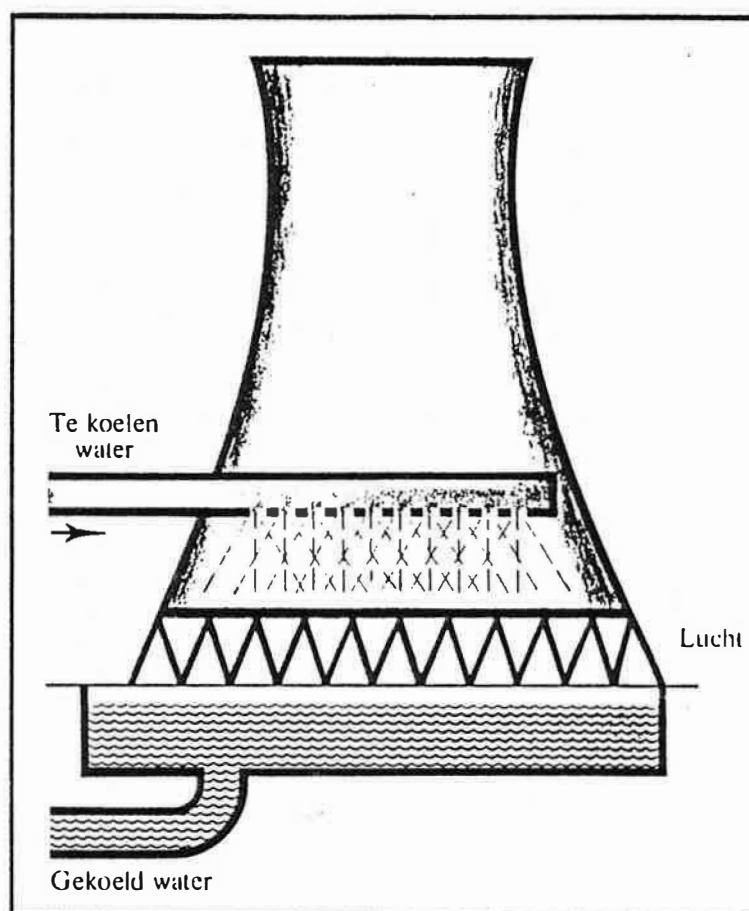
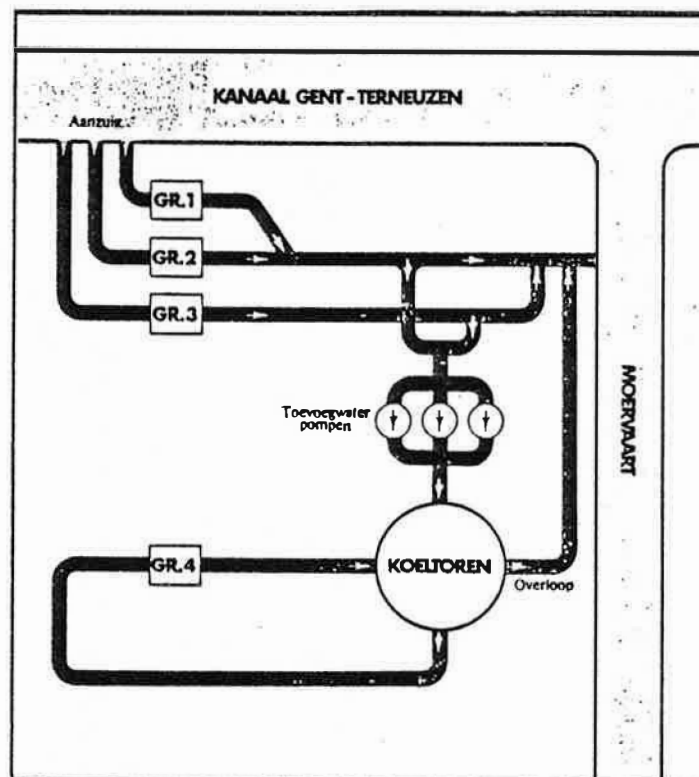


Fig. 3.5-2 - Schematische voorstelling van de koelwaterstraming en van de koeltoren

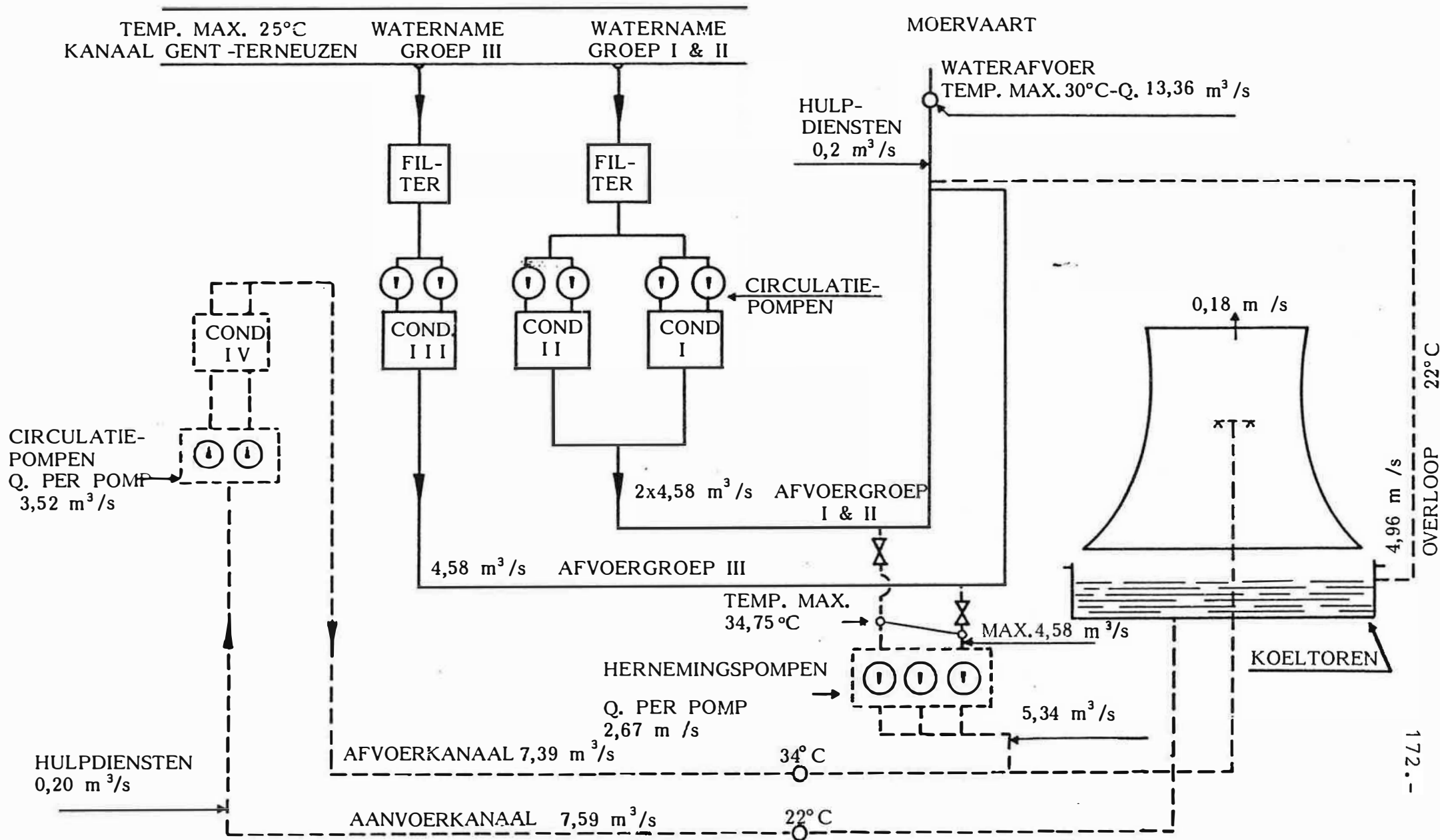


Fig. 3.5-3 - Gedetailleerde weergave van het koelwatercircuit

werken met een open, groep 4 daarentegen met een gesloten koelcircuit.

Het door de condensoren opgewarmde koelwater van groep 4 wordt samen met een deel van het koelwater ($5,34 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) van de groepen 1, 2 en 3 naar de koeltoren gepompt. Het totaal debiet aan de koeltoren bedraagt dus $12,73 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Door verdamping in de koeltoren wordt er $0,18 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ water van het milieu vrijgegeven. Het gekoelde water wordt gedeeltelijk opnieuw opgepompt naar groep 4. Het overlopend gedeelte (spui) wordt samengebracht met het deel van het koelwater van de groepen 1, 2 en 3 dat, zonder koeling in de koeltoren, in de Moervaart geloosd wordt.

De bouw van de koeltoren was noodzakelijk om de temperatuur van het kanaalwater steeds onder de norm van 30°C te houden.

De koeltoren fungeert als een schouw waardoor het koelwater door een natuurlijke luchtstroming gekoeld wordt. Bij een ideale koeltoren wordt het water afgekoeld tot de temperatuur van de vochtige termometer. De lucht daarentegen wordt hierbij opgewarmd tot op de temperatuur van het te koelen water; deze lucht is dan bij het verlaten van de koeltoren verzadigd met waterdamp. In de praktijk is deze maximale afkoeling wegens de eindige afmetingen van de koeltoren niet haalbaar.

Door de verdamping verdwijnt een deel van het koelwater uit het circuit, zodat voor toevoegwater moet worden gezorgd. Om de concentratie der onzuiverheden beneden een toelaatbare grens te houden is een continue spui noodzakelijk.

3.5.2.1.2. Warmteafvoer

Het temperatuursverschil tussen de in en uitlaat van de kondensoren is afhankelijk van de hoeveelheid geproduceerde elektriciteit. De temperatuurstoename van het koelwater en de warmteafvoer bij verschillende vermogens, volgens gegevens van EBES, zijn opgegeven in tabel 3.5-1.

Het grootste gedeelte van de warmteproductie van groep 4 en een gedeelte van deze van de drie eerste groepen worden door de koeltoren aan de atmosfeer vrijgegeven.

De waargenomen dagelijkse maximumtemperaturen van het koelwater bij lozing in de Moervaart zijn voor de periode augustus 1981 - december 1983 weergegeven in tabel 3.5-2. Hieruit valt af te leiden dat de norm van 30°C slechts sporadisch overschreden wordt.

Door het opmaken van balansvergelijkingen kan men op verschillende plaatsen in het koelcircuit de temperatuur bepalen. Bij de berekening wordt er uitgegaan van theoretische gegevens. Er wordt verondersteld dat de vier groepen bij vollast werken en dat de energieverdeling van de geproduceerde warmte als volgt is :

- overdracht in de kondensor = 50,3 %
- rendement = 39 %
- verlies aan de ketel, straling, rookgassen, enz. = 10,7 %

In tabel 3.5-3 is het termisch vermogen, de warmteafvoer en het berekende temperatuursverschil aan de kondensor weergegeven.

Tabel 3.5-1 - Temperatuurstoename van het koelwater en de warmteafvoer van de verschillende groepen (gegevens EBES)

Vermogen (MW)	Temperatuurstoename Δt ($^{\circ}\text{C}$)	Warmteafvoer (GJ.h^{-1})
Groepen 1, 2, 3		
43	2,55	176
59	3,60	249
74	4,45	307
98	5,90	407
110	6,70	463
133	8,20	566
Groep 4		
129	6,4	713
170	8,45	941
204	9,7	1.080
266	12,4	1.381
283	13,3	1.481
286	13,4	1.493

Tabel 3.5-2 - Waargenomen dagelijkse maximum-temperaturen van het koelwater bij lozing in de Moervaart.

dag	aug. 1981	sept. 1981	jan. 1982	febr. 1982	maart 1982	april 1982	mei 1982	juli 1982	aug. 1982	sept. 1982	okt. 1983	nov. 1983	dec. 1983
1		30,6		14,2	19,8	16	19,4		23,8			22,5	17,3
2		30,7		13,9	15,1	18,9	18,6		29,3	28		23,3	17
3		30,5		14,1	16,7	18,6	18,7					24	16,1
4		29,4		14,7	15,5	18,5	19,6					24,1	15,8
5		26,8		13,9	15,4	19,2	19,5				27,1		16,7
6		28,8		13,9	14,9	19,2	20						18,3
7				17	14,6	19,4	19,1		27,8		27	23	18,6
8		27				19,7	14,6		27,8	26,1	24,8	23,3	18,3
9				15			14,9			26,3	24,4	23,7	
10				14,8		17,9	16		28	26			
11				14,7			16,7				26,2	24,4	
12				15,6		17	17,9		29,3				
13						17,7	21,3		29,3				17,5
14						19,6			26,7		25,4	22,5	
15				14,8		19,4			23,1		24,7		17,2
16				14,9		19,3					23		16,7
17				15,5		19,3			26,5		24,1		
18				15,5		18,3			27,2		24,8	22,6	
19				16,1	17,1	19,6	21,6	30,5	23,7			20,9	
20				14,5		19,5	21,4	29	23,3			20,4	17
21				14,2		19,9	23,5		26,2			21	16,5
22				14,2		20,3	24,2		26,4			20,8	
23	28		12,3	13,6		19,3	23,2	27,8		29,1		20,4	
24	29,7		11,9	14,1		18,8	23,6	26,9					
25	29,5		12,9	14,1		19,2	24,5	26,1					
26	30,8		13,5	13,8		19,7		26,4			26,2		
27	29,9		12,9	14,7		19,8		26,3			23,3		
28	31,1		13,3	16,4				27,4			23,9	21,6	
29	27,8		13,4			12,6		28,6			22,4	19,1	
30	29,4		14,8			19,3						18,8	18,6
31	30,3		14,4		19,6			26,7			21		18,7

Tabel 3.5-3 - Termisch vermogen, warmteafvoer en Δt aan de
kondensors van de verschillende groepen

Groep	Termisch vermogen (GJ.h ⁻¹)	Afvoer aan kondensor (GJ.h ⁻¹)	Koelwater- debiet (m ³ .s ⁻¹)	Δt (° C)
1	1.225	616,2	4,58	8,93
2	1.225	616,2	4,58	8,93
3	1.225	616,2	4,58	8,93
4	2.570	1.293	7,39	11,61

De balans van de debieten in de koelwaterkring is als volgt :

- ingang koeltoren

G1 + G2 + G3	$5,34 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$(13,74 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} - 8,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$
G4	$7,39 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	
Totaal	$12,73 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	

- verdamping $0,18 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

- uitgang koeltoren

naar G4	$7,39 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
naar Moervaart	$4,96 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
hulpdiensten	$0,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
totaal	$12,55 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Bij het berekenen van de warmteafvoer in de koeltoren wordt ervan uitgegaan dat deze een Δt heeft van $10,5^\circ\text{C}$. De balans is dan :

- Temperatuur aan de ingang van de koeltoren:

Daar er $5,34 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (zie boven) van het koelwater van G1, G2 en G3 met een temperatuur van $t_o + 8,9^\circ\text{C}$ (cf. tab. 3.5-3) wordt gemengd met $7,39 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ koelwater van G4 met een temperatuur van $t_o + 11,6^\circ\text{C}$, is de gemiddelde ingangstemperatuur $t_o + 10,47^\circ\text{C}$ (t_o is de temperatuur van het opgepompte kanaalwater).

- Temperatuur aan de uitgang van de koeltoren:

Deze wordt $t_o + 10,47^\circ\text{C} - 10,5^\circ\text{C}$; de temperatuur is dus weer teruggebracht tot de temperatuur van het kanaalwater.

- Temperatuur van het te lozen koelwater :

Het rechtstreeks afgevoerde koelwater van G1, G2 en G3 wordt gemengd met het spuiwater van de koeltoren. Dit betekent dat $8,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($13,74 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} - 5,34 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) met een temperatuur $t_o + 8,9^\circ\text{C}$ gemengd wordt met $4,96 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ met een temperatuur gelijk aan t_o . Er wordt bijgevolgd $13,36 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ koelwater geloosd met een temperatuur van $t_o + 5,6^\circ\text{C}$. Bij het enkel in werking zijn van G1, G2 en G3 en het niet in werking zijn van de koeltoren wordt er $13,74 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ koelwater met een temperatuur van $t_o + 8,9^\circ\text{C}$

geloosd.

Uit het bovenstaande kan besloten worden dat bij vollast-werking van alle groepen en met inschakeling van de koeltoren, er een lagere termische belasting optreedt dan in het geval dat enkel de groepen 1, 2 en 3, zonder koeltoren, in bedrijf zijn. De omschakeling van groep 4 naar steenkool zal, door de ermee gepaard gaande intensere werking van de koeltoren een gunstige invloed hebben op de termische belasting van de Moervaart en het kanaal Gent-Terneuzen. Er is dan bovendien slechts kans op overschrijding van de temperatuurnorm (30°C) vanaf een kanaalwatertemperatuur van 24°C tot 25°C.

3.5.2.2. Astransportwater

De vlieggas wordt hydraulisch, met kanaalwater, naar het vliegassort afgevoerd. Het gemiddeld debiet bedraagt $45 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ maar kan oplopen tot $200 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Na bezinking van de vlieggas op het stort wordt het transportwater via een overstort en een afvoerbeek geleid naar de Moervaart. Tijdens het transport worden er een aantal gemakkelijk oplosbare elementen uit de vlieggas geëluëerd. De kwaliteit van het overloopwater is aldus enerzijds funktie van de kwaliteit van het kanaalwater en anderzijds van de aanrijking van de gemakkelijk elueerbare elementen uit de vlieggas.

Er werden analyses uitgevoerd op het overloopwater van het stort en op het perkolatiewater in de ringgracht (tab. 3.5-4 en 3.5-5). In vergelijking met de richtnormen voor irrigatiewater, de gemiddelde Oostvlaamse grondwaterkwaliteit en de EEG-richtlijn voor drinkwater (cf. tab. 3.4-12), stellen we voor het overloopwater een normoverschrijding vast voor de geleidbaarheid, de zuurtegraad, de totale hardheid en het gehalte aan Cl^- , Ca, Na,

Tabel 3.5-4 - Kwaliteit van het transportwater en het perkolatiewater in de ringgracht

Parameter	Eenheid	Stortoverloop	ringgracht
Geleidbaarheid	$\mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$	1.297	1.732
pH		9,07	7,42
rH		31,4	29,9
Cl^-	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	237	343
COD	$\text{mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$	53,8	79,7
BOD	$\text{mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$	2,5	4,5
O-PO_4	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,372	0,260
T-PO_4	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,442	0,497
$\text{NH}_3\text{-N}$	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,157	0,134
$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,892	0,003
$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	1,78	0
Kjeldahl-N	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,825	1,050
Bezinkbare stoffen	$\text{ml} \cdot \text{l}^{-1}$	< 0,05	< 0,05
Znev.stoffen 105°C	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	1,50	7,25
An. det.man.OT	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0	0
Olieën en vetten	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	4,2	1,2
T.H.	°F	43,05	43,82
Ca	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	130	110
Mg	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	25,5	39,1
TAP	°F	2,0	0
TAM	°F	13,0	19,5
SO_4^{2-}	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	292	296
Na	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	170	267
K	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	17	31
F^-	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	3,1	3,4
Fe totaal	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0	0,190
Mn	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	< 0,001	< 0,001
Cd	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	< 0,007	0,01
Cu	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,022	0,010
Zn	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	0,141	0,185
Pb	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	< 0,02	< 0,02
Co	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	< 0,020	< 0,020
Ni	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	< 0,01	< 0,01

Tabel 3.5-5 - Vergelijking van de waterkwaliteit van het astransportwater
en het ringgrachtwater met de normen

Parameters	Richtnormen voor irrigatiewater		Oostvlaamse grondwaters		EEG-richtlijn voor drinkwater	
	stort voerloop asput	ring- gracht	stort overloop asput	ring- gracht	stort overloop asput	ring- gracht
Geleidbaarheid	+	⊕	+	⊕	+	⊕
pH	+	-	+		+	-
Cl	+	⊕	+	⊕	+	⊕
NH ₃ -N					+	+
PO ₄ ³⁻					+	+
NO ₂ -N					+	-
NO ₃ -N			-	-	-	-
TH	+	+	+	+		
Ca	+	+	+	-	+	+
Mg	+		+		-	
SO ₄			⊕	⊕	⊕	⊕
Na	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
K			+	+	+	+
F ⁻	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Fe	-	-	-	-	-	+
Mn	-	-	-	-	-	-
Cd	-	-			-	+
Cu	-	-			-	-
Zn	-	-			+	+
Pb	-	-			-	-
Ni	-	-			-	-

- : geen overschrijding van de norm

+

F^- en SO_4^{2-} . Magnesium overschrijdt enkel de richtnorm voor irrigatiewater; bovendien is het gehalte ervan hoger dan in de gemiddelde Oostvlaamse grondwaters. De hoge chloride- en natriumgehalten in het overloopwater zijn een rechtstreeks gevolg van de hoge concentraties van deze ionen in het gebruikte kanaalwater. Er dient opgemerkt te worden dat tijdens de monsternameperiode het kanaalwater zeer zoet was.

De hoge waarden voor de geleidbaarheid, de zuurtegraad, de totale hardheid en het Ca -, F^- - en SO_4^{2-} -gehalte zijn vooral te wijten aan de uitloging van de vliegias. De waargenomen kwaliteit van het overloopwater bevestigt de bevindingen die werden afgeleid uit de elueerbaarheidsproeven (cf. § 3.4.1.1.2.).

Het water in de ringgracht vertoont dezelfde eigenschappen als het overloopwater van het vliegiasstort. Zoals het overloopwater heeft het een hogere geleidbaarheid en is het rijk aan Cl^- , Ca , Na , F^- , SO_4^{2-} en Mg . De zuurtegraad van het ringgrachtwater is echter neutraal.

Het huidig effect op de kwaliteit van de Moervaart en het kanaal Gent-Terneuzen is gezien de kleine hoeveelheden astransportwater miniem.

3.5.2.3. Regeneratie- en spoelwater van de demineralisatie

Als suppletiewater van de stoomketels wordt leidingwater gebruikt. Dit laatste dient vooraf gedemineraliseerd te worden. Na verzadiging van de ionenuitwisselaars worden deze geregenereerd met H_2SO_4 , $NaOH$ en HCl . De geproduceerde hoeveelheid gedemineraliseerd water, de hoeveelheid geloosd regeneratiewater en het verbruik aan producten zijn opgenomen in tabel 3.5-6.

Uit deze gegevens blijkt dat er dagelijks ongeveer 100 m³ regeneratiewater geloosd wordt, het wordt samen met het koelwater afgevoerd. Er is bovendien een noodleiding voorzien die rechtstreeks uitmondt in het kanaal Gent-Terneuzen.

De chemische samenstelling van het regeneratiewater is weergegeven in tabel 3.5-7.

De zuurtegraad is neutraal. Alhoewel het zoutgehalte van het geloosde regeneratiewater aanzienlijk is, is de invloed ervan op het kanaal Gent-Terneuzen, gezien het grote debiet van het kanaal, zeer klein.

3.5.2.4. Ketelwaswater

Bij het reinigen van de ketels 2, 3 en 4 wordt het waswater, samen met het ketelslib, opgevangen in een bezinkput van 800 m³ die gelegen is aan groep 4. Het afvalwater is zuur en wordt geneutraliseerd met een kalkmelkoplossing van 20%; hierbij streeft men naar een pH van 6 tot 9,5. Na neutralisatie laat men het slib bezinken. Het bovenstaande water wordt, samen met het koelwater, in de Moervaart geloosd.

Uit de informatie, ingewonnen bij EBES, is gebleken dat het ketelslib toxisch is; belangrijk in dit verband is het zeer hoge vanadiumgehalte.

Het waswater en het ketelslib van groep 1, dat niet toxisch is, wordt naar het vliegastort afgevoerd. In figuur 3.5-4 zijn de afvoerkanalen van het ketelwaswater weergegeven.

Tabel 3.5-6 - De geproduceerde hoeveelheid gedemineraliseerd water, de hoeveelheid regeneratiewater en het verbruik aan produkten

	1980	1981	1982	1983	1984
Gedemineraliseerd water (m ³)	249.624	214.805	203.200	218.085	187.199
Regeneratiewater (m ³)	46.192	33.294	33.738	39.714	31.788
verbruik H ₂ SO ₄ 96% (kg)	68.000	51.000	51.000	68.000	51.000
verbruik NaOH 50% (kg)	170.000	136.000	153.000	153.000	153.000
verbruik HCl 28% (kg)	175.000	175.000	200.000	175.000	200.000

Tabel 3.5-7 - Chemische samenstelling van het regeneratiewater

Parameter	koncentratie (mg.l ⁻¹)
CaSO ₄	1.710
MgSO ₄	580
Na ₂ SO ₄	720
K ₂ SO ₄	26
NaCl	190
NaNO ₃	85
Na ₂ SiO ₃	67
Na ₂ CO ₃	80

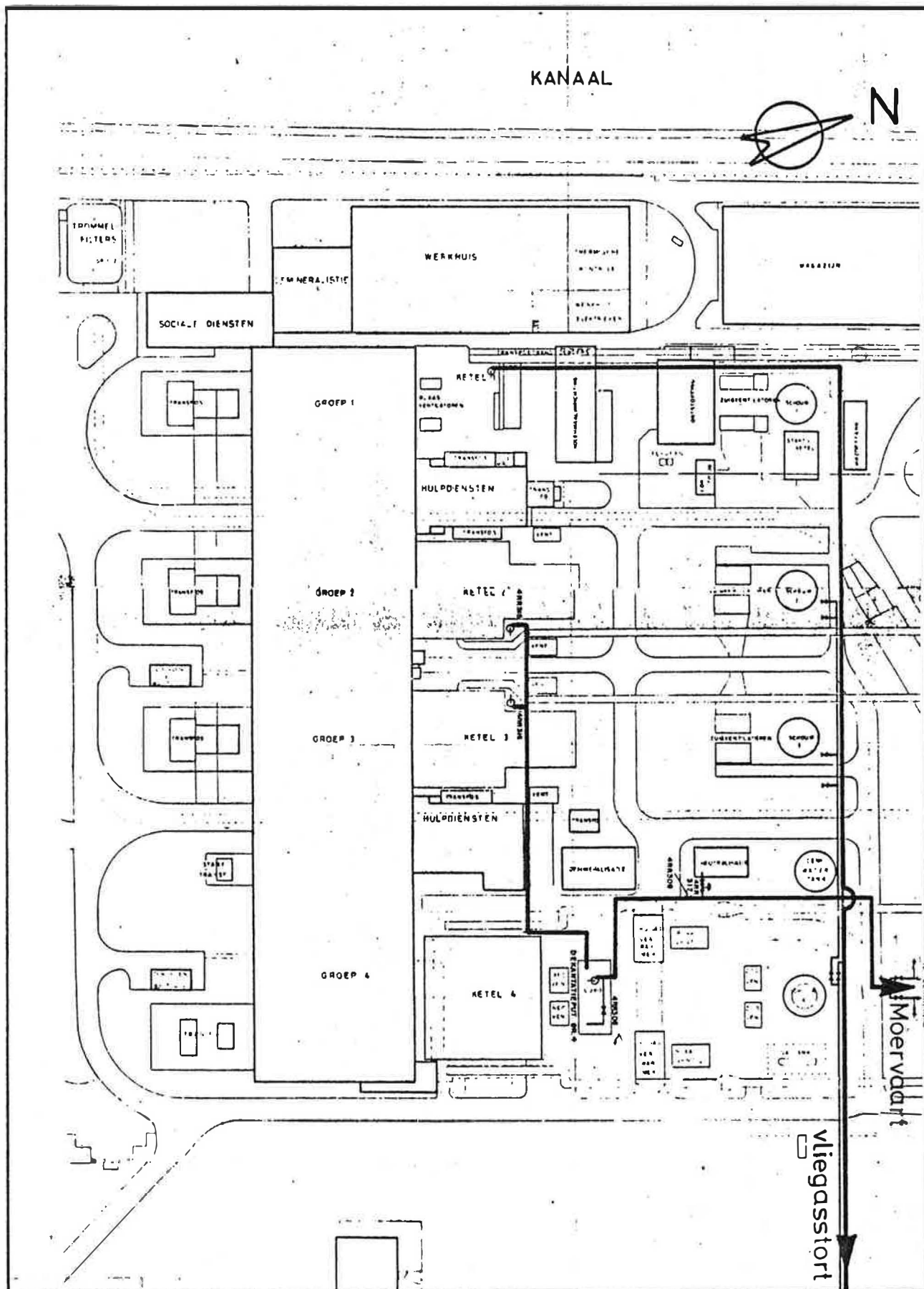


Fig. 3.5 - 4 - Afvoerkanalen van het ketelwaswater

3.5.2.5. Sanitair afvalwater

Daar er geen analyses werden uitgevoerd op het sanitair afvalwater, is de samenstelling ervan niet gekend. Een aantal methoden laten echter toe de verontreinigende belasting ervan, in termen van inwonerequivalenten (I.E.) te bepalen.

Volgens het MB van 15.02.1974 tot de vaststelling van de waarde van de omzettingscoëfficiënten in eenheden verontreinigende belasting voor het afvalwater van de nijverheids- of andere ondernemingen, ter uitvoering van art. 4 § 2 van de wet van 26.03.1971 op de bescherming van oppervlaktewater tegen verontreinigingen, wordt een werknemer gelijk gesteld aan 0,5 inwonerequivalent. Daar op de centrale Rodenhuize 305 arbeiders tewerkgesteld zijn, kan de sanitaire vervuillingslast, gebruik makend van deze omrekeningsfaktor, geraamd worden op 157 I.E.

In het besluit van de Vlaamse Executieve van 21.12.1983 zijn deze omzettingscoëfficiënten vastgelegd door de formule :

$$N = \frac{Q}{q} \left(a + b \cdot T_1 \frac{MS}{ms} + c \cdot T_2 \frac{OP}{op} \right)$$

In deze formule betekent :

N het aantal eenheden verontreinigende belasting;

Q het gemiddeld volume, uitgedrukt in liter, van het afvalwater dat door de onderneming wordt geloosd tijdens een etmaal tijdens de maand van grootste bedrijvigheid van het jaar;

MS het gemiddeld gehalte aan stoffen in suspensie van

het water waarop Q betrekking heeft;

OP de gemiddelde gedeeltelijke oxydeerbaarheid na een statische bezinking van 2 uren van het water waarop Q betrekking heeft; zij wordt verkregen aan de hand van de biochemische (BOD_5) en de chemische (COD) zuurstofbehoefte van het water na bezinking door toepassing van de volgende formule :

$$OP = \frac{2BOD_5 + COD}{3}$$

q en ms het volume en het gehalte aan stoffen in suspensie van het water waarop de eenheid van verontreinigende belasting betrekking heeft;

op de gedeeltelijke oxydeerbaarheid na statische bezinking van 2 uren van het water waarop de eenheid van verontreinigende belasting betrekking heeft; zij wordt forfaitair vastgesteld op 70% van de gedeeltelijke oxydeerbaarheid, bepaald overeenkomstig de bovenstaande formule, van genoemd water zonder bezinking;

T_1 de behandelbaarheidscoëfficiënt van de in het geloosde water aanwezige stoffen in suspensie;

T_2 de behandelbaarheidscoëfficiënt van de organische stoffen in het geloosde water na een statische bezinking van 2 uren;

a, b en c zijn coëfficiënten die overeenstemmen met de verdeling van de kosten van de zuivering; de som ervan is gelijk aan 1.

Gedurende een periode die verstrijkt op 31 december 1985, is de waarde van T_1 en T_2 vastgesteld op 1, die van a op 0,20, die van b op 0,35 en die van c op 0,45.

De bij dit KB vastgelegde eenheid van verontreinigende belasting is als volgt :

- zwevende stoffen : 500 mg.l^{-1}
- BOD : 300 mg.l^{-1}
- COD : 750 mg.l^{-1}
- Kjeldahl-stikstof : 55 mg.l^{-1}
- geloosde hoeveelheid : 180 l.d^{-1}

Alhoewel niet onderzocht, kan verondersteld worden dat de kwaliteit van het sanitair afvalwater van de centrale Rodenhuijze dicht zal aanleunen bij deze samenstelling. De verhoudingen MS/ms en OP/op kunnen dus benaderend gelijk gesteld worden aan 1.

Het jaarlijks verbruik aan water voor sanitaire doeleinden, alsook het dagverbruik per werknemer zijn weer-gegeven in tabel 3.5-8.

Tabel 3.5-8 - Verbruik aan water voor sanitaire doeleinden

Jaar	Jaarlijks verbruik (m^3)	Gemiddeld dagverbruik per werknemer (l)
1981	7.688	69
1982	8.344	75
1983	4.930	44
1984	5.804	52

Aan de hand van de gegevens in deze tabel kan het gemiddeld dagverbruik geraamd worden op 18.333 l. Uitgaande van deze waarde zou, volgens bovengenoemde formule, de verontreinigingslast 102 I.E. bedragen.

3.5.2.6. Perkolatie- en afvloeiwatervan de kolenhoop

Een grondplan van het kolenpark van de centrale Rodenhuijze is weergegeven in figuur 3.5-5. Het kolenpark bestaat uit twee bedden waartussen zich de transportband bevindt. De totale stockage-oppervlakte bedraagt 14.025 m². Op het terrein zijn normaal 40.000 t steenkolen in voorraad. Bij een gemiddeld jaarlijks verbruik van 320.000 t (tab. 3.4-20) zal de gemiddelde stockagetijd dus 1,5 maand bedragen.

Op het kolenpark is er geen uitgebouwd afvoersysteem voorzien voor de opvang van het regenwater; dit laatste wordt grotendeels opgenomen door de kolen. Teneinde de samenstelling van het eventuele kolenperkolaat te onderzoeken werd een perkolatieproef in het laboratorium uitgevoerd.

De proef gebeurde op een kolom met een diameter van 43 mm en een kolenvulling van 400 mm hoogte. De koleninhoud bedroeg 600 g. Teneinde 1000 ml perkolaat te verkrijgen diende er 1.071 ml water op de kolom gebracht te worden. In het kolomvolume werd bijgevolg 71 ml water vastgehouden, wat overeenstemt met een toename van het vochtgehalte met 11,8%.

De samenstelling van het bekomen eluaat is opgenomen in tabel 3.5-9. In vergelijking met de richtnormen voor irrigatiewater, de Oostvlaamse grondwaterkwaliteit en de EEG-richtlijn voor drinkwater (tab. 3.5-10) zijn de concentraties in het eluaat hoger voor de geleidbaarheid, de totale hardheid en het Ca-, Mg- en SO₄²⁻-gehalte. Vooral

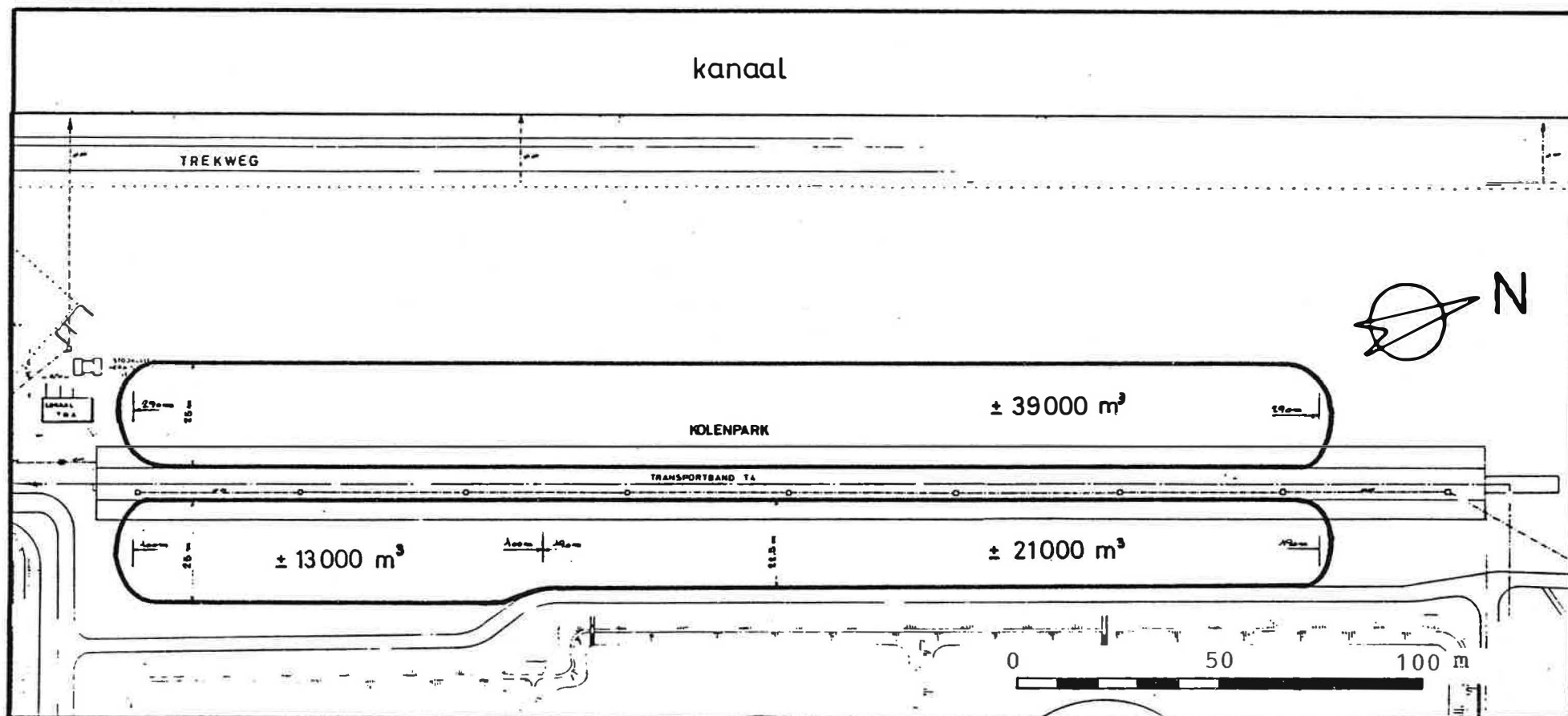


Fig. 3.5-5 - Kolenpark

Tabel 3.5-9 - De elueerbaarheid van kolen (koncentraties in het eluaat).

Parameter	Eluaat (mg.l ⁻¹ of andere)	Elueerbaar (mg.kg ⁻¹ DS)
Geleidbaarheid	1.181 $\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$	
pH	7,46	
rH	26,1	
COD	6,7 mg O ₂ .l ⁻¹	
BOD	< 2,0 mg O ₂ .l ⁻¹	
T-PO ₄	0	0
NH ₃ -N	0,312	0,57
NO ₂ -N	0,023	0,04
NO ₃ -N	0,148	0,27
Kjeldahl-N	0,884	1,62
Ca	71,14 °F	
TH	91,59 °F	
Ca	285,1	522
Ca	14,23 meq.l ⁻¹	
Mg	49,7	91,0
SO ₄ ²⁻	797	1.459
Na	8,6	15,74
K	4,1	7,50
F ⁻	0,80	1,46
Fe	0,045	0,08
Mn	0,194	0,36
Cd	0,007	0,01
Cu	0,009	0,02
Zn	0,183	0,33
Pb	< 0,02	< 0,04
Ni	< 0,01	< 0,02

Tabel 3.5-10 : Vergelijking van het eluaat van kolen met de normen

Parameter	Richtnormen voor irrigatiewater	Oostvlaamse grondwaters	EEG-richtlijn voor drinkwater
Geleidbaarheid	+	+	+
pH	-	-	-
PO ₄			-
NH ₃ -N			+
NO ₂ -N			-
NO ₃ -N		-	-
TH	⊕	⊕	
Ca	⊕	⊕	⊕
Mg	+	+	+
SO ₄ ²⁻		⊕⊕	⊕⊕
Na	-	-	-
K		-	-
F ⁻	-	+	-
Fe	-	-	-
Mn	-	-	+
Cd	-		+
Cu	-		-
Zn	-		+
Pb	-		-
Ni	-		-

- : geen overschrijding van de norm

+ : lichte overschrijding van de norm

⊕ : overschrijding van de norm

⊕⊕ : sterke overschrijding van de norm

SO_4^{2-} en Ca bereiken vrij hoge concentraties : respectievelijk 797 mg.l^{-1} en 285 mg.l^{-1} . De EEG-richtlijn voor drinkwater wordt eveneens overschreden voor $\text{NH}_3\text{-N}$, Mn, Cd en Zn. Het fluorgehalte is hoger dan in de gemiddelde Oostvlaamse grondwaters.

Of de neerslag die op de kolenhoop valt in de praktijk aanleiding zal geven tot uittredend perkolatiewater kan gemakkelijk berekend worden. Het vochtgehalte van de aangevoerde kolen varieert tussen 8 en 11%. De verzadigingsgraad van kolen is sterk afhankelijk van de kolensoort; algemeen kan men echter aannemen dat verzadiging bereikt wordt bij een vochtgehalte van 15%. Indien er wordt verondersteld dat de kolen bij de aanvoer 10% water bevatten en er 40.000 t kolen gestockeerd worden, dan zal deze kolenmassa 2.000 m^3 water kunnen opnemen.

De gemiddelde neerslag in het beschouwde gebied bedraagt 764 mm per jaar. In de literatuur zijn geen gegevens voorhanden betreffende de evaporatie op steenkolen; er kan echter gesteld worden dat deze minimaal 250 mm per jaar zal bedragen, zodat er een netto-neerslag van ca. 500 mm per jaar overblijft. Rekening houdend met een stockagetijd voor de kolen van 1,5 maand betekent dit een neerslaghoeveelheid van ca. 62 l.m^{-2} . Op de totale stockage-oppervlakte (14.025 m^2) zou er dus iedere 1,5 maand ca. 870 m^3 neerslagwater op de kolen terecht komen. Daar de opnamecapaciteit van de kolenhoop 2.000 m^3 bedraagt zal er bijgevolg geen perkolatiewater uittreden. De kolen zullen immers slechts met 2,2% water aangerijkt zijn. In de winter kan de netto hoeveelheid op te nemen water wel groter zijn; er kan evenwel verwacht worden dat in deze periode de stockagetijd ook korter zal zijn.

Deze becijfering belet echter niet dat er toch een beperkte grondwaterverontreiniging kan optreden door

het afvloeiwat er van de kolenhoop en door het elueren van kolenstof in de onmiddellijke nabijheid van de kolenopslag. Bij bovenstaande berekeningen zijn we er eveneens van uitgegaan dat het kolenpark voortdurend aangevuld wordt en dat de opgeslagen kolen steeds volledig verbruikt worden. In de praktijk kan het echter voorkomen dat de kolen op bepaalde delen van het park een langere tijd blijven liggen.

Gezien de kwaliteit van het eluaat van de kolen dient er op gelet te worden dat deze verontreiniging zoveel mogelijk vermeden wordt door het beperken van de verspreiding van het kolenstof rond de opslagplaats en het opvangen van het afvloeiwat er van en rond de kolenberg.

3.5.3. Vergelijking met de lozingsnormen

3.5.3.1. Koelwater

3.5.3.1.1. Watervang

Door het Ministerie van Openbare Werken werd bij MB van 04.04.1966 een vergunning verleend voor het bouwen van een watervang op de rechteroever van het kanaal Gent-Terneuzen. De vergunning werd verleend onder de algemene voorwaarden van hoofdstuk II en onder de bijzondere voorwaarden van hoofdstuk I, titels E, F en G. De belangrijkste aanvullende voorwaarden zijn :

- de maximale hoeveelheid op te nemen water uit het kanaal bedraagt $1.727.844 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. De terugvoer moet via de Moervaart gebeuren.
- het water moet via twee bezinkputten naar de centrale afgevoerd worden;
- het water mag alleen als koelwater gebruikt worden.

Bij het besluit van het Ministerie van Openbare Werken van 13.09.1968 werd de toelating verleend voor het bouwen van een tweede watervang op de rechteroever van het

kanaal Gent-Terneuzen. De maximale hoeveelheid op te nemen water bedraagt $863.922 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. Het water moet eveneens naar een bezinkput afgevoerd worden en mag uitsluitend als koelwater gebruikt worden. De lozing moet in de Moervaart gebeuren.

3.5.3.1.2. Wateruitlaat

Bij het besluit van het Ministerie van Openbare Werken van 13.09.1968 werd de toelating verleend tot het bouwen van een wateruitlaat aan de Moervaart. De algemene voorwaarden van hoofdstuk II en de bijzondere voorwaarden van hoofdstuk I, titel G zijn van toepassing. De belangrijkste aanvullende voorwaarden zijn :

- het ogenblikkelijk debiet mag maximaal $15 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ bedragen
- als kwaliteitseisen zijn gesteld :

pH : 6,5 - 8,7

BOD_5^{20} : het geloosde water mag een BOD hebben

die maximaal 10% hoger is dan in het opgenomen water

Zwevende stoffen : het gehalte in het geloosde water mag

maximaal 10% hoger zijn dan in het opgenomen water

Bezinkbare stoffen : maximaal 1,5 ml/l

Olieachtige stoffen : geen meetbare hoeveelheden

3.5.3.1.3. Lozingsvergunning voor het koelwater

Op 10.10.1979 werd door het Ministerie van Volksgezondheid en van het Gezin een lozingsvergunning afgeleverd voor het lozen van koelwater in de Moervaart en in het kanaal Gent-Terneuzen. De vergunning werd verleend voor het lozen van $1.174.000 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ met een maximum van $50.000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

Verder zijn de belangrijkste voorwaarden :

- Al het koelwater moet geloosd worden bij middel van een gemakkelijk te bereiken inrichting.

Deze inrichting moet tevens toelaten gemakkelijk een monster te nemen van het geloosde koelwater en mag slechts dienen ter afvoer van het koelwater waarvoor deze vergunning afgeleverd wordt. Deze inrichting moet alle nodige waarborgen bieden nodig voor een doelmatige controle van de kwaliteit en de kwantiteit van het werkelijk geloosde water en moet zich bovendien zo dicht mogelijk bevinden bij de ontvangende waterloop.

- Het gehalte aan opgeloste zuurstof moet tenminste 4 mg.l^{-1} bedragen. Indien het gehalte aan opgeloste zuurstof van het opgenomen gewoon oppervlaktewater minder dan 4 mg.l^{-1} bedraagt moet het gehalte aan opgeloste zuurstof van het geloosde water minstens gelijk zijn aan dat van het oppervlaktewater stroomopwaarts van de waterwinning.
- De opgenomen temperatuur mag 30°C niet overschrijden.
- Het te lozen water dat in zodanige hoeveelheden pathogene kiemen bevat dat het ontvangende water er gevaarlijk door kan worden besmet, moet ontsmet worden.
- Het verschil in het chemisch zuurstofverbruik van het geloosde water en het opgenomen gewoon oppervlaktewater mag 30 mg.l^{-1} zuurstofverbruik niet overschrijden.
- De pH mag niet meer dan 8,5 of niet minder dan 6,5 sörensen eenheden bedragen.

De stoffen van de "lijst 1" en de "lijst 2" mogen niet geloosd worden indien voor deze stoffen geen beperkingen werden opgelegd in deze lozingsvergunning, noch alle andere stoffen met een gehalte dat rechtstreeks of onrechtstreeks schadelijk zou kunnen zijn voor de gezondheid van de mens, van de flora of de fauna.

In het bestek van de MER is het niet mogelijk voor alle aspecten van de vergunningen een vergelijking door te voeren. Een belangrijk facet bij koelwaterlozingen is de temperatuur. De opgelegde norm van 30°C wordt uiterst zelden overschreden en dan nog in geringe mate.

3.5.3.2. Industrieel afvalwater

Door het Ministerie van Openbare Werken werd een vergunning verleend voor het plaatsen van een afvoerleiding op de rechteroever van het kanaal Gent-Terneuzen. Er mag regen- en huishoudwater, afvalwater van sanitaire voorzieningen en gede-mineraliseerd water geloosd worden. De belangrijkste voorwaarden zijn :

- het bouwen van een bezinkput of ontvetter
- maximum temperatuur : 30°C
- pH : 6,5 - 8,7
- BOD_5^{20} : maximaal 100 mg.l^{-1}
- bezinkbare stoffen : maximaal $0,5 \text{ ml.l}^{-1}$
- zwevende stoffen : maximaal 200 mg.l^{-1}
- oliën en vetten : maximaal 50 mg.l^{-1}

Door het Ministerie van Volksgezondheid en van het Gezin werd een lozingsvergunning afgeleverd voor het lozen van industrieel water in de openbare riolering. Aan te stippen in dit verband zijn hoofdzakelijk :

- het maximaal debiet bedraagt $270 \text{ m}^3.\text{d}^{-1}$ met een maximum van $40 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$
- Al het afvalwater moet geloosd worden bij middel van een gemakkelijk te bereiken inrichting. Deze inrichting moet tevens toelaten gemakkelijk monsters te nemen van het geloosde afvalwater en mag slechts dienen ter afvoer van het industrieel afvalwater, waarvoor deze vergunning afgeleverd wordt. Deze inrichting moet alle nodige waarborgen bieden voor een doelmatige controle van de kwaliteit en de kwantiteit van het werkelijk geloosde water en moet zich bovendien zo dicht mogelijk bevinden bij de ontvangende riolering.
- de pH mag niet meer dan 9,5 of niet minder dan 6 sörensens eenheden bedragen,
- De temperatuur mag 45°C niet overschrijden.
- De afmetingen van de aanwezige zwevende stoffen mogen niet gro-

- ter zijn dan 1 cm. Die stoffen mogen door hun structuur de goede werking van de pomp- en zuiveringsstations niet hinderen.
- Er mogen geen opgeloste, ontvlambare of ontplofbare gassen, noch produkten die de afscheiding van dergelijke gassen kunnen teweegbrengen, bevatten. Het geloosde water mag niet de verspreiding veroorzaken van uitwasemingen, waardoor het milieu wordt bedorven.
 - Volgende gehalten mogen niet overschreden worden :
 - 1 g.l⁻¹ zwevende stoffen;
 - 0,5 g.l⁻¹ stoffen extraheerbaar met petroleumether.
 - Het geloosde water mag, zonder dat zij in deze vergunning zijn beperkt, geen stoffen bevatten die :
 - a. een gevaar betekenen voor het onderhoudspersoneel der riolen en zuiveringsinstallaties.
 - b. een beschadiging of verstopping van de leidingen kunnen veroorzaken;
 - c. een beletsel vormen voor de goede werking van de pomp- en zuiveringsinstallaties;
 - d. een zware verontreiniging van het ontvangende oppervlaktewater, waarin het water van het openbaar riool wordt geloosd, kunnen veroorzaken.

Zoals voor het koelwater is in het bestek van de MER ook hier geen volledige vergelijking huidige toestand - vergunning mogelijk. Uit de beschikbare informatie blijkt aan de vergunning te zijn voldaan.

3.6. OPPERVLAKTEWATER

3.6.1. Herkomst- en gebruik

Het oppervlaktewater wordt in grote hoeveelheden gebruikt als koelwater. Een tweede belangrijke aanwending is deze als transportwater voor de vliegass.

De centrale Rodenhuijs is gelegen naast het kanaal

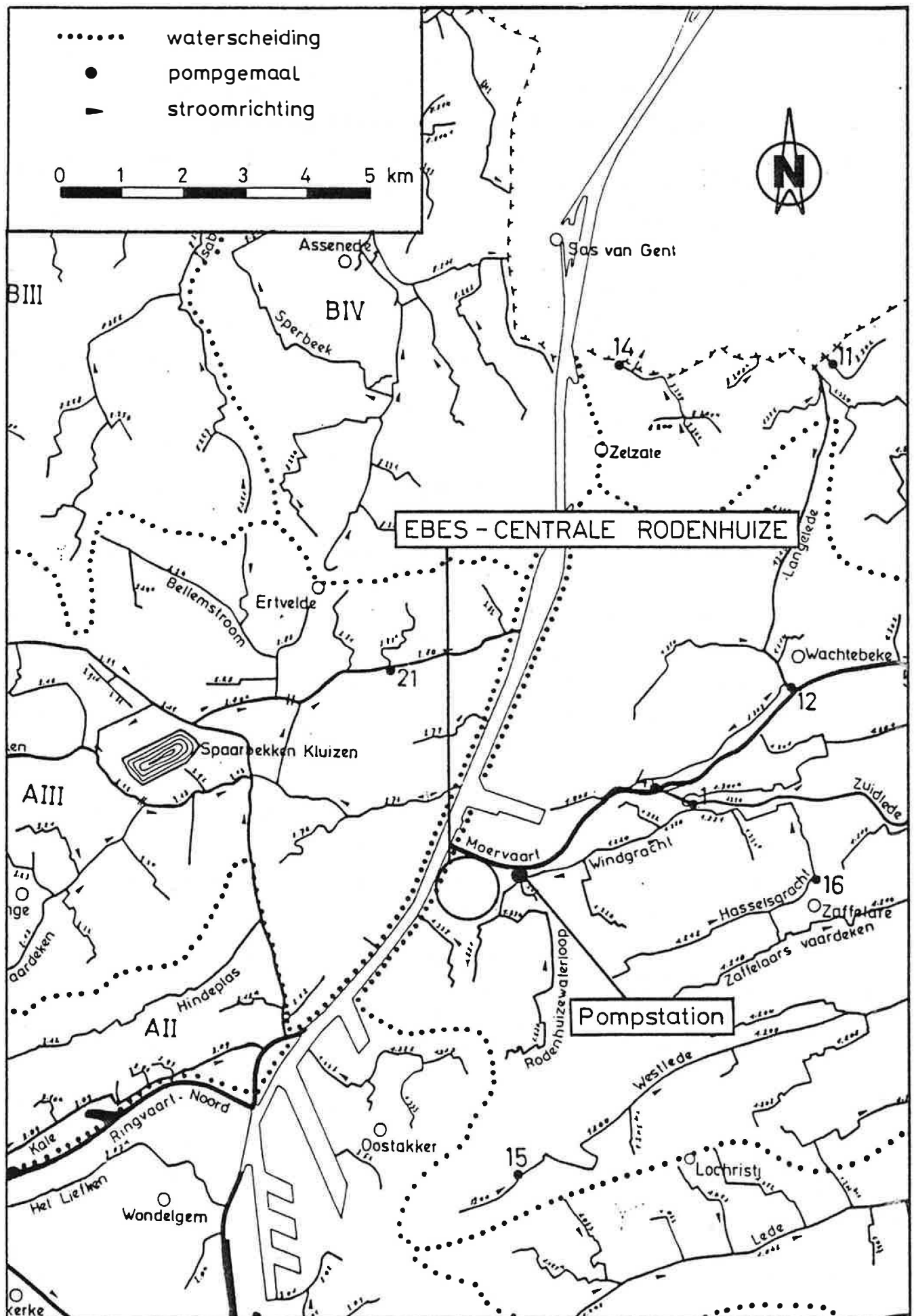


Fig. 3.6-1 - Situering van de centrale en de ligging van de oppervlaktewateren

Gent-Terneuzen en aan de monding van de Moervaart (fig. 3.6-1). Enkel uit het kanaal Gent-Terneuzen wordt water opgepompt terwijl de lozingen vooral in de Moervaart geschieden. Ter hoogte van de centrale heeft het kanaal een bodembreedte van 67,7 m en een waterlijnbreedte van 200 m. De diepte is 13,5 m.

De voedingswaters van het kanaal zijn grotendeels afkomstig van de Leie en de Schelde. Het kanaal wordt verder nog gevoed door een aantal kleinere hydrografische bekkens waarvan de totale oppervlakte 36.170 ha. bedraagt.

Het debiet van het kanaal is vooral afhankelijk van de aanvoer van het Leie- en Scheldewater. De som van het gemiddeld debiet van de Leie en de Boven-Schelde te Gent (periode 1955 - 1976) bedraagt in de maanden juli, augustus, september en oktober respectievelijk 30,5, 27,3, 28,1 en 36,1 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Een gedeelte van dit beschikbaar debiet moet echter nog aangewend worden voor de voeding van andere kanalen; tevens zijn er lek- en schutverliezen. In de wintermaanden zijn de debieten veel groter en kunnen er te Gent zelfs perioden van wateroverlast optreden.

Het gemiddeld voedingsdebiet van de wateraanvoerende waterlopen wordt geraamd op 2,29 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Dit is echter sterk afhankelijk van het seizoen. In de Moervaart zou er in droge perioden zelfs een negatief debiet kunnen optreden. Deze gegevens tonen aan dat het koelwater niet onbeperkt beschikbaar is.

Figuur 3.6-2 geeft het debiet aan de Tolhuisstuw vanaf 1967 weer. Dit debiet stemt in grote lijnen overeen met het debiet ter hoogte van de centrale Rodenhuijze. De variatie van het debiet met de tijd kan als volgt geschetst worden. Tussen 1951 en 1968 bedroeg het gemiddeld Tolhuisdebiet minder dan 10 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; vanaf 1968 tot 1974 schommelde het rond deze waarde. Sedert het natte najaar van 1974 werd

er een plotse stijging vastgesteld; vanaf 1979 is er een geleidelijke toename waar te nemen tot ongeveer $22 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ in 1982. Thans is het kanaaldebiet nog steeds van deze grootteorde.

Bij een debiet van $22 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ wordt er door de centrale 61% van het totaal kanaaldebiet opgenomen en terug geloosd in de Moervaart. Rekening houdend met het gebruik door andere bedrijven kan er gesteld worden dat meer dan 100% van het kanaaldebiet verpompt wordt.

3.6.2. Kwaliteit

3.6.2.1. Temperatuur

3.6.2.1.1. Verloop met de tijd

De gemiddelde maandelijkse kanaalwatertemperatuur, in het diepte-interval 0-5 m, ter hoogte van het petroleumdok, is ten opzichte van de tijd uitgezet in figuur 3.6-3.

Bij de berekening van de termische belasting (cf. § 3.5.2.1.2.) is gebleken dat er kans bestaat op overschrijding van de lozingsnorm (30°C) voor koelwater vanaf een kanaalwatertemperatuur van 24 tot 25°C of van 21°C , afhankelijk van het al dan niet werken van de koeltoren. De gemiddelde maandtemperatuur overtreft zelden 24°C (fig. 3.6-3); de temperatuursgrens van 21°C daarentegen wordt meerdere malen overschreden. Dit zijn bovendien slechts gemiddelde maandtemperaturen zodat de dagtemperaturen regelmatig hoger zullen zijn dan 21°C . In deze periode is het aan te raden, ook bij het enkel in werking zijn van de groepen 1, 2 en 3, de koeltoren in werking te stellen.

De gemiddelde kanaalwatertemperatuur is, voor het

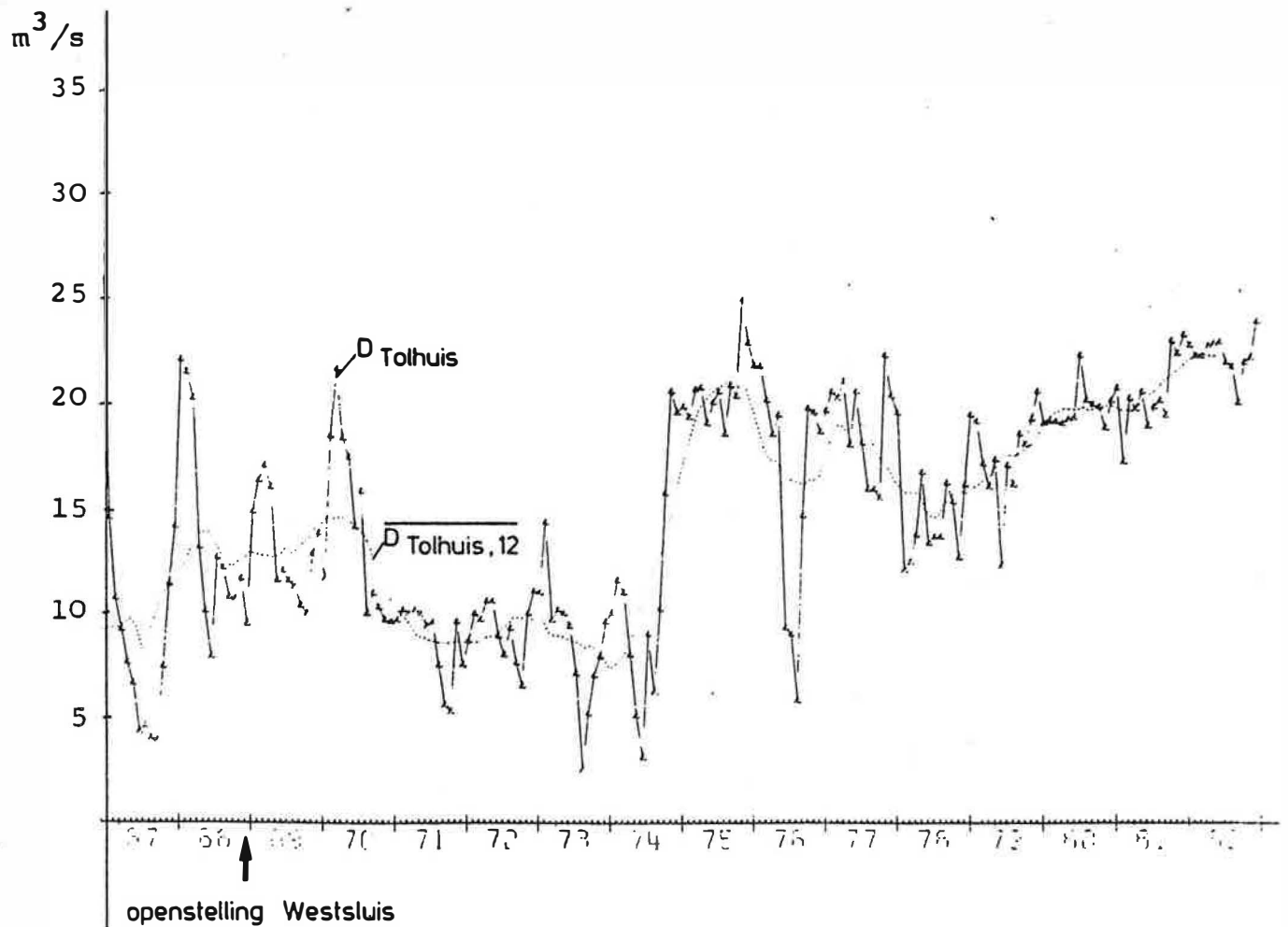


Fig. 3.6-2 - Verloop van het debiet aan de Tolhuisstuw in de tijd

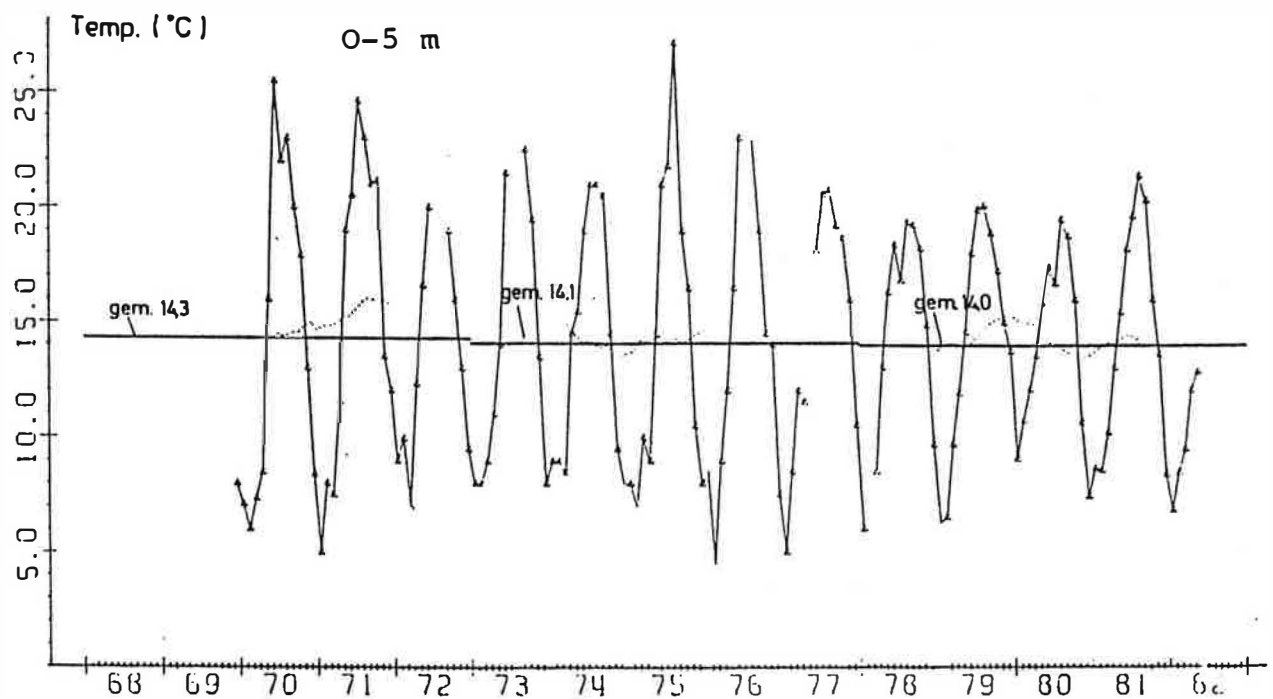


Fig. 3.6-3 - Verloop van de temperatuur in de tijd in het kanaal Gent- Terneuzen t.h.v. het petroleumdok

diepte-interval 0-5 m, voor vier verschillende plaatsen en per vijfjaarlijkse periode, opgegeven in tabel 3.6-1. Hieruit blijkt dat er een temperatuurstoename is in stroomafwaartse richting. De gemiddelde temperatuur varieert echter weinig met de tijd

Tabel 3.6-1 - Gemiddelde kanaalwatertemperatuur (0-5 m diepte)

Plaats	1968-1972	1973-1977	1978-1982
Voorhaven	12,5	14,8	13,6
Petroleumdok	14,3	14,1	14,0
N.V.Sidmar	15,8	15,1	16,1
Belg.-Ned.grens	16,2	15,3	14,9
Gemiddeld	14,7	14,8	14,7

De gemiddelde maandelijkse temperatuur tussen de monding van de Ringvaart en de centrale Rodenhuize, in het diepte-interval 0-5 m, voor de periode 1968-1982, is uitgezet in figuur 3.6-4. De laagste temperatuur komt voor in januari en de hoogste in augustus. De gemiddelde temperatuur in het eerste, tweede, derde en vierde kwartaal is repektievelijk 8,8, 15,6, 19,8 en 13,4°C.

3.6.2.1.2. Verloop met de afstand

Er werden in de periode november 1980-december 1981 door het BECEWA temperatuursmetingen uitgevoerd in het lengte-profiel van het kanaal Gent-Terneuzen, verspreid over twaalf prospekties. Bijzondere aandacht werd besteed aan de invloed van de centrale Rodenhuize. Metingen werden verricht stroom-opwaarts de centrale en na de monding van de Moervaart repektievelijk aangegeven door de symbolen A7a en A7b op figuur 3.6-5. Hieruit blijkt dat de temperatuur vanaf de Tolhuisstuw tot aan de centrale tamelijk konstant blijft. Op 0,5 m diepte is er, juist voorbij de centrale, een stijging van

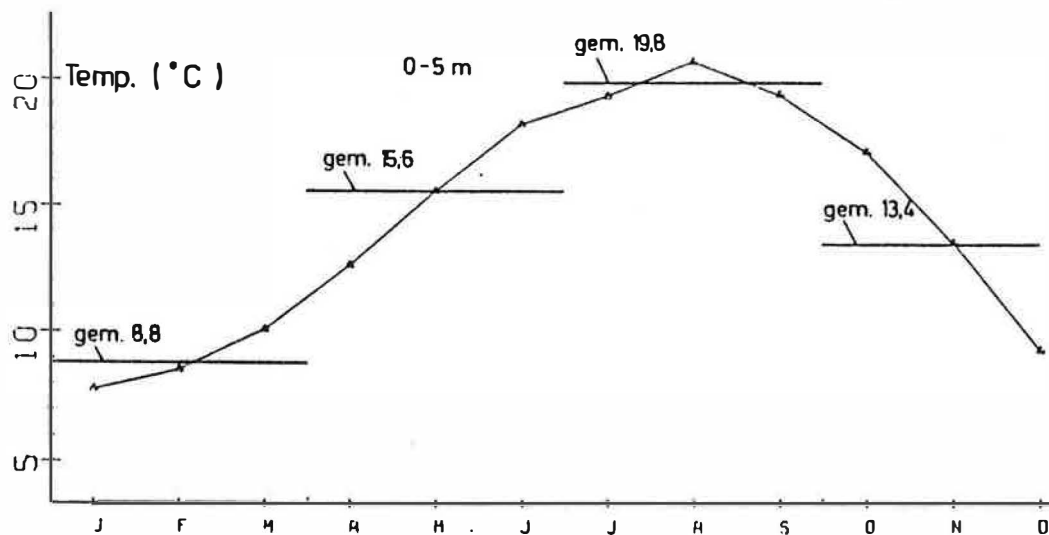


Fig. 3.6-4 - Gemiddelde temperatuur per maand in het kanaal tussen de uitmonding van de ringvaart en de centrale (12/68-12/82)

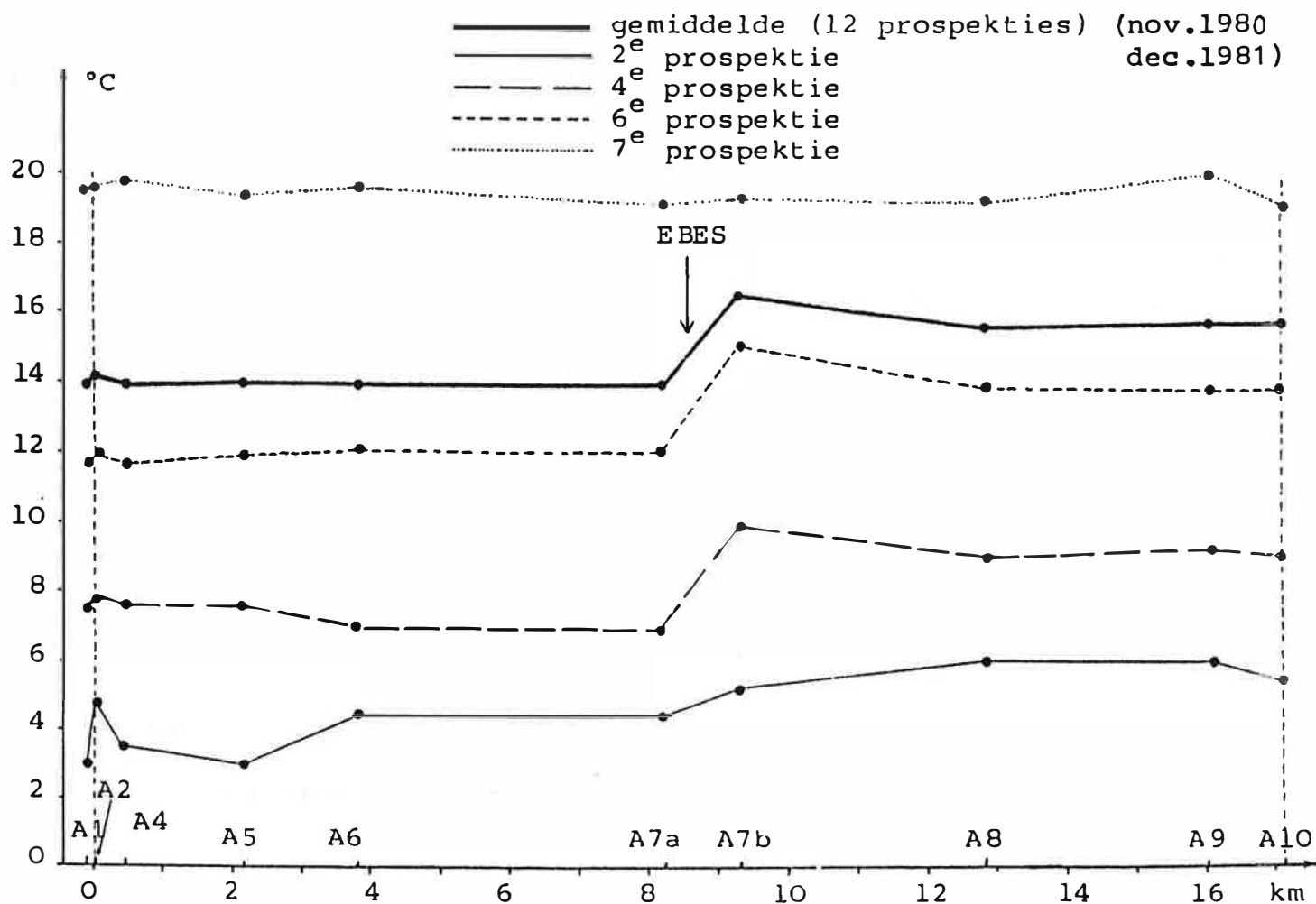


Fig. 3.6-5 - Temperatuur van het kanaalwater in verloop van de afstand

2,6°C waar te nemen.

In de oppervlaktewaterstudie van het kanaal Gent-Terneuzen, uitgevoerd door het BECEWA (1983), werd het verloop met de afstand over een grotere periode bepaald. De eigen analyseresultaten werden met alle andere beschikbare gegevens verwerkt tot gemiddelden en ondergebracht in de verschillende vakken waarin het kanaal Gent-Terneuzen werd ingedeeld.

Voor de periode november 1980 - februari 1983 werd de temperatuur uitgezet voor de diepte-intervallen 0-5 m, 5-10 m en 10-15 m (fig. 3.6-6). Men bemerkt in het diepte-interval 0-5 m een sterke temperatuurstoename in vak 5 (stroomopwaarts de Moervaart) en in vak 6 (ter hoogte van de Moervaart), respectievelijk met 1,5 en 2,2°C of een totaal van 3,7°C.

Hierbij dient opgemerkt te worden dat de temperatuur in vak 5 (stroomopwaarts de Moervaart) reeds kan beïnvloed worden door de centrale. De watervang van het koelwater ligt stroomopwaarts de Moervaart; door de grote koelwateronttrekking uit het kanaal kan er een stroomopwaartse stroming ontstaan.

In de diepte-intervallen 5-10 en 10-15 m is de temperatuurstoename ongeveer 2,4°C. In stroomafwaartse richting is er een verdere menging van de waterlagen waardoor de bovenste laag iets sneller in temperatuur afneemt dan de onderste lagen.

Het gemiddelde temperatuursverloop voor de periode 1968-1982 is, voor het diepte-interval 0-5 m, uitgezet in figuur 3.6-7. In vak 5 en 6 is de toename respectievelijk 1,08 en 1,85 °C, in het totaal 2,93 °C.

Globaal gezien varieert de temperatuur met de diepte weinig. Ook in de zomer werd er geen stratifikatie vastgesteld.

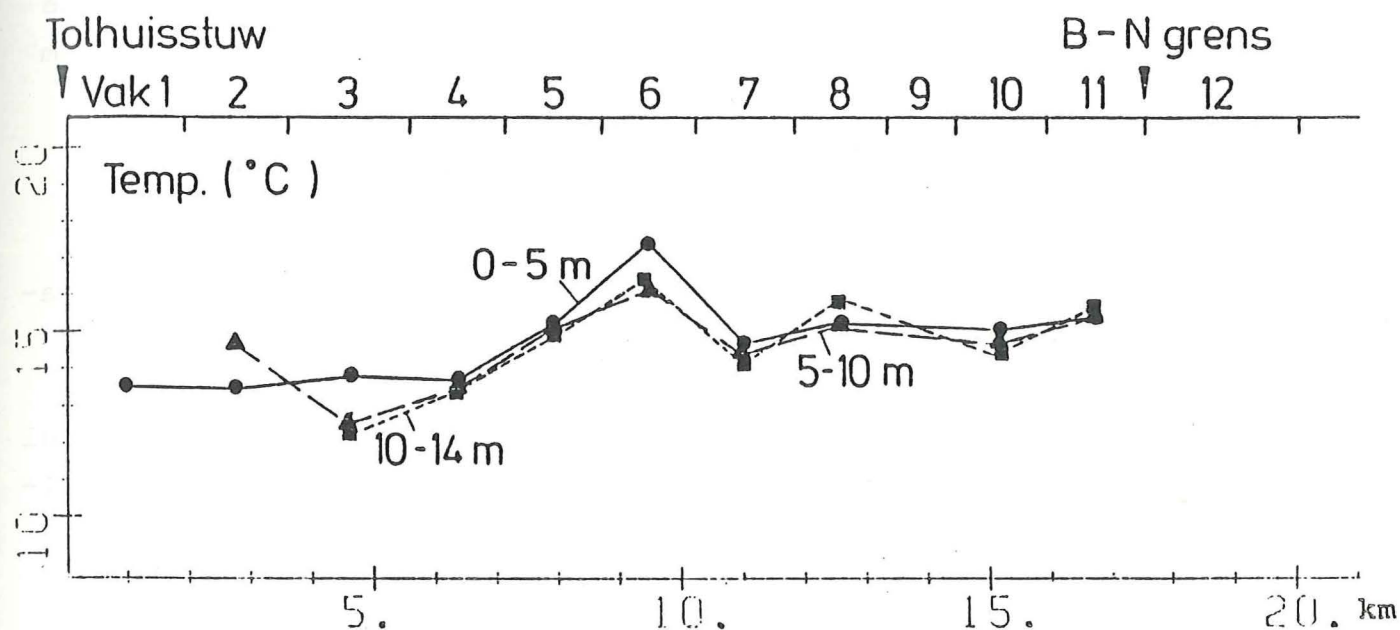


Fig. 3.6-6 - Verloop van de temperatuur in de afstand in het kanaal (11/80-2/83)

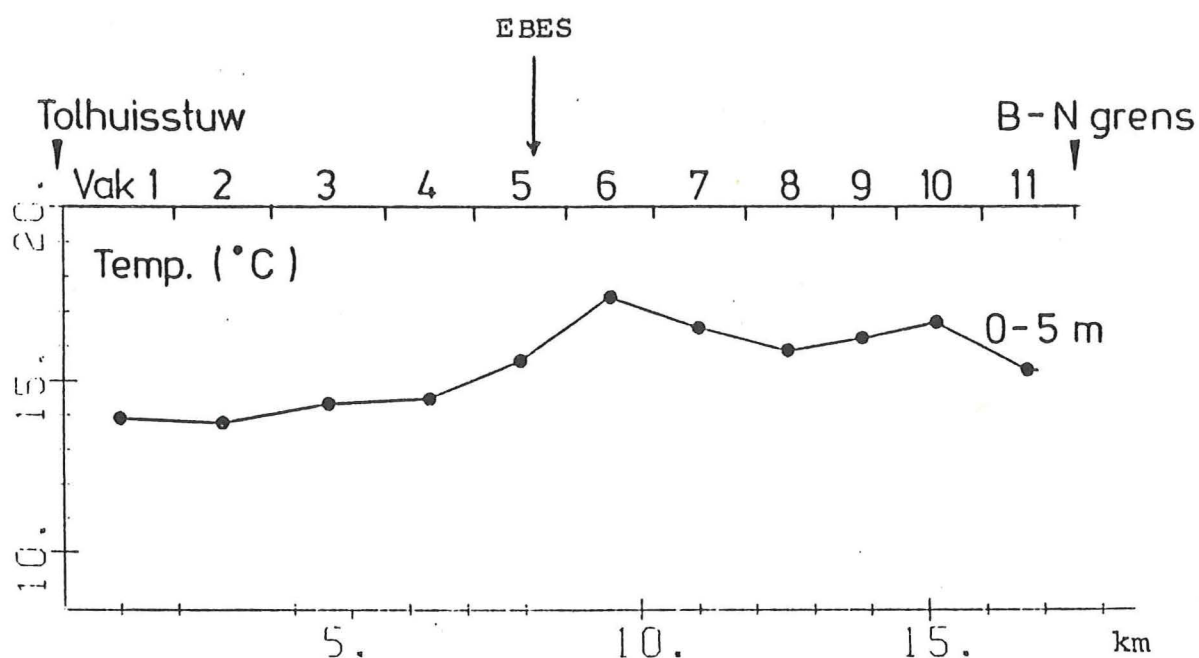


Fig. 3.6-7 - Verloop van de temperatuur in de afstand van het kanaal (12/68-12/82)

In de periode november 1980 - februari 1983 was de gemiddelde temperatuur in de diepte-intervallen 0-5 m, 5-10 m en 10-15 m respectievelijk 14,9, 15,0 en 14,9 °C.

3.6.2.1.3. Vergelijking met de termische belasting

Uit voorgaande resultaten kan de gemiddelde temperatuurstoename, over de volledige diepte, door de lozing van het koelwater berekend worden op 2,5 °C. Ook uitgaande van theoretische gegevens kan de temperatuurstoename van het kanaal tengevolge van de centrale bepaald worden. Hierbij werden volgende factoren in rekening gebracht :

- de procentuele belasting van de centrale is 60%.
- de koeltoren is voor 70% van de produktie-uren in werking
- de temperatuurstoename van het koelwater is bij het in werking zijn van de eerste drie groepen 8,9°C en bij het in werking zijn van de vier groepen en de koeltoren 5,6°C.
- het kanaaldebiet is $22 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.
- het koelwaterdebiet is $13,36 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Rekening houdend met bovenstaande gegevens , waarbij zoveel mogelijk de werkelijke toestand van de jongste jaren is benaderd, zal de temperatuur van het kanaal met 2,4°C stijgen. Dit resultaat stemt goed overeen met de gemeten waarden van 2,5°C.

Er dient opgemerkt te worden dat de temperatuur in de Moervaart, aan de monding ervan, ongeveer gelijk zal zijn aan de temperatuur van het geloosde koelwater. Er wordt dus een warmte-barrière gevormd tussen de Moervaart en het kanaal.

3.6.2.2. Opgeloste zuurstof

Er is vastgesteld dat globaal gezien het zuurstofgehalte in het kanaal met de tijd toeneemt. In tabel 3.6-2 is het gemiddeld zuurstofgehalte op verschillende plaatsen in

het kanaal weergegeven.

Tabel 3.6-2 - Gemiddelde zuurstofgehalte (mg.l^{-1}) van het kanaal op verschillende plaatsen, per vijfjaarlijkse periode (diepte-interval 0-5 m).

Plaats	1968-1972	1973-1977	1978-1982
Voorhaven	0,46	1,24	2,71
Petroleumdok	0,39	2,40	1,60
N.V.Sidmar	0,89	1,04	2,11
Belg.-Ned.grens	1,04	1,75	2,86
Gemiddeld	0,70	1,60	2,32

In de studie van de oxygenatiecapaciteit van de Tolhuisstuw en de oppervlaktebeluchters opgesteld in het kanaal Gent-Terneuzen (BECEWA, 1981) werd eveneens speciale aandacht besteed aan de invloed van de koeltoren van de centrale op het zuurstofgehalte in het oppervlaktewater. In figuur 3.6-8 is het zuurstofverloop met de afstand gegeven. Punt A7a is gelegen stroomopwaarts de centrale, A7b stroomafwaarts de Moervaart. Men bemerkt dat vooral de bovenste waterlaag met zuurstof aanrijkt wordt. Op 0,5 m diepte bedraagt de toename aan de Moervaart $1,73 \text{ mg O}_2.\text{l}^{-1}$. Op 4 m en 8 m diepte is de toename respectievelijk 0,8 en $0,47 \text{ mg O}_2.\text{l}^{-1}$. Door menging neemt het zuurstofgehalte stroomafwaarts de Moervaart toe in de diepere waterlagen, terwijl het in de bovenste daalt. De gemiddelde zuurstoftoename op de volledige diepte zal ongeveer $0,8 \text{ mg.O}_2\text{l}^{-1}$ bedragen.

In de oppervlaktewaterstudie van het kanaal Gent-Terneuzen (BECEWA, 1983) werden alle bestaande zuurstofmetingen voor de periode 1968-1982 verzameld. In het diepte-interval 0-5 m werd een toename van het zuurstofgehalte met

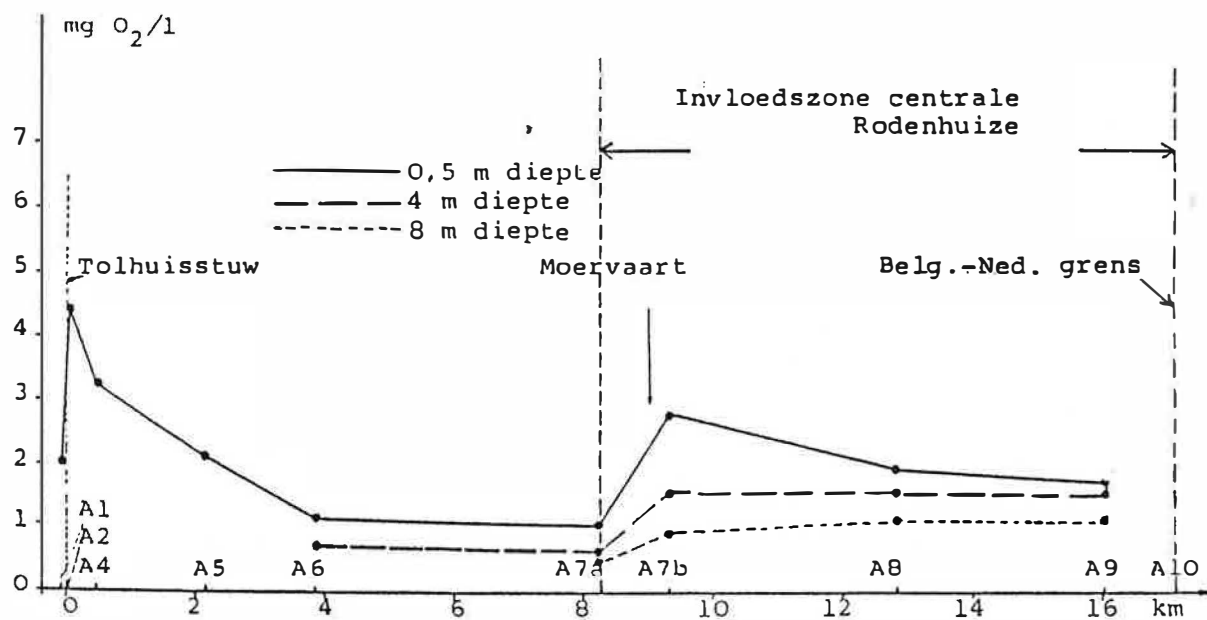


Fig.3.6-8 - Gemiddelde zuurstofconcentratie in het kanaal Gent-Terneuzen in verloop van de afstand (nov.'80-dec.'81)

1,04 mg.l⁻¹ waargenomen. In de diepere waterlagen was de toename geringer.

Algemeen kunnen we aannemen dat de koeltoren een gunstige invloed heeft op het zuurstofgehalte van het kanaal Gent-Terneuzen. Bij een toename van 0,8 mg.l⁻¹ en een kanaaldebiet van 20 m³.s⁻¹ betekent dit een zuurstofinbreng van 1.382 kgO₂.d⁻¹. Om dezelfde hoeveelheid zuurstof met oppervlaktebeluchters in het water te brengen, en er van uitgaande dat deze een rendement van 1,4 kg O₂.kWh⁻¹ hebben, zou er een geïnstalleerd vermogen van 41 kW nodig zijn. Dit stemt overeen met een dagelijkse energetische inbreng van 984 kW.

3.6.2.3. Andere parameters

Uitgaande van de samenstelling en de debieten van het transportwater, het regeneratiewater van de demineralisatie, het ketelwaswater en het sanitair afvalwater en rekening houdend met het debiet van het kanaal Gent-Terneuzen is de invloed van de lozing van deze waters op de kwaliteit van het kanaalwater zeer gering. De andere kwaliteitsparameters, naast temperatuur en opgeloste zuurstof, zullen dus weinig of geen wijzigingen ondergaan.

3.7.Grondwater

3.7.1. Hydrolitostratigrafie en hydraulische kenmerken van de ondergrond

3.7.1.1. Algemeen

De bestaande gegevens over de ondergrond van het bedrijf (resultaten van boringen, diepsonderingen, laboratoriumproeven ... enz.) werden geïnventariseerd en geïn-

terpreteerd. Ze werden, samen met de aanvullende nieuwe boringen, verwerkt.

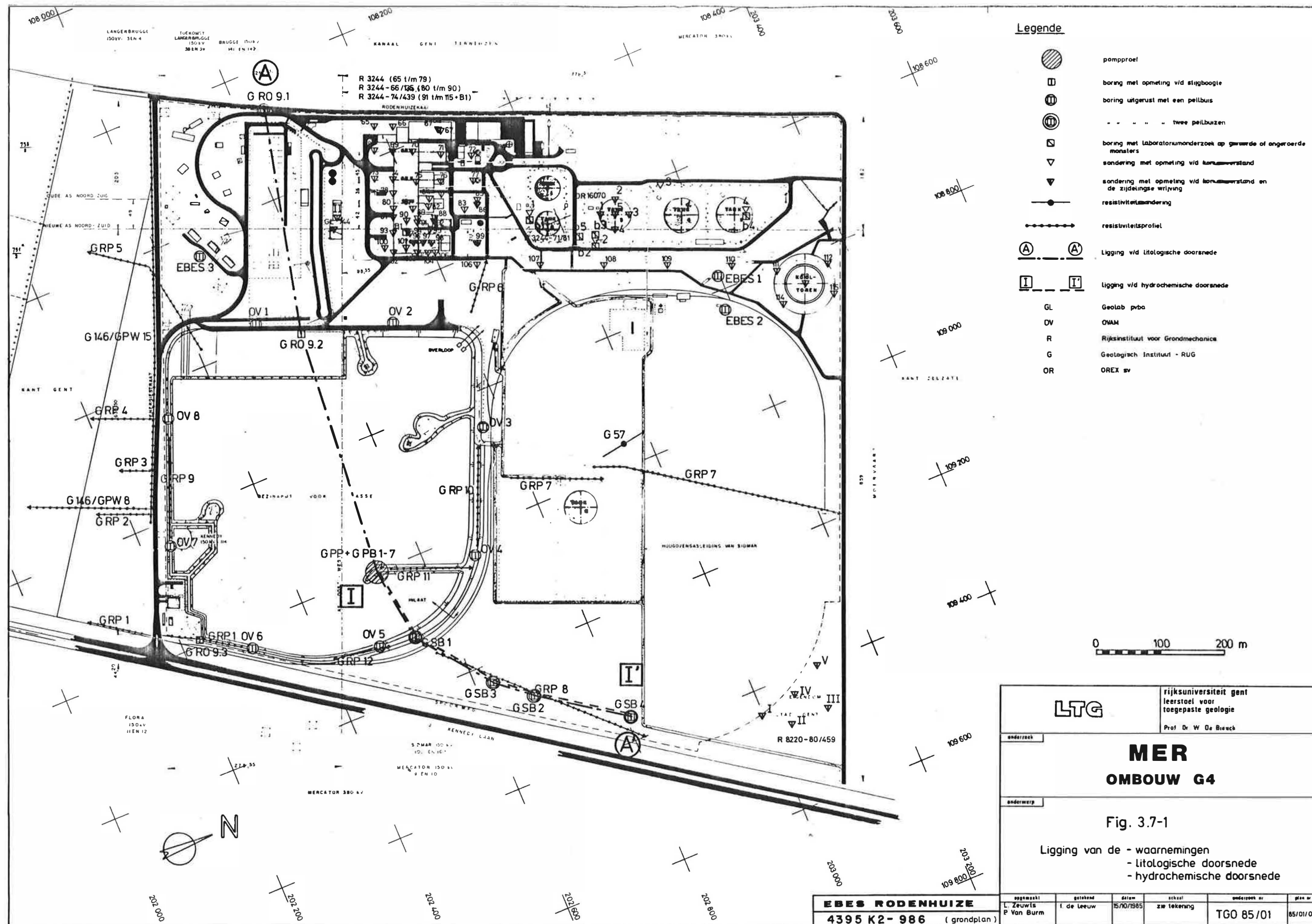
Tijdens de maand juni 1985 werden aanvullende boringen verricht, waardoor de kennis van de ondergrond verruimde en peilbuizen geplaatst konden worden. Aan de hand van een pompproef werden meer gedetailleerde gegevens bekomen over de hydraulische kenmerken van de lagen.

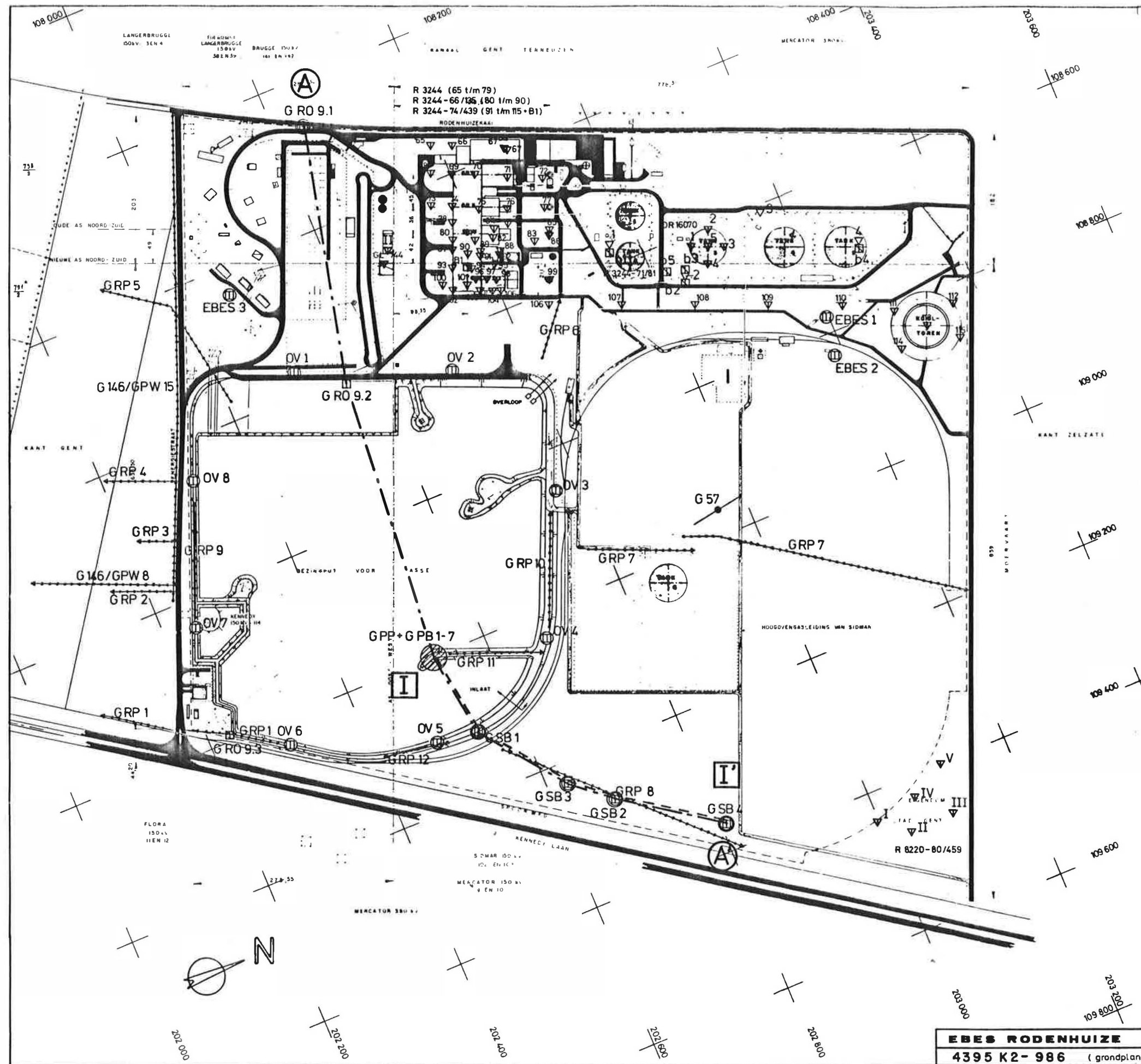
Naast het vliegassstort werden 4 boringen verricht, genummerd G SB1 tot G SB4. De boringen, waarvan de ligging is weergegeven op figuur 3.7-1, reikten alle tot ca. 2 m in het tertiair kleisubstraat. Het boorgat werd telkens voorzien van een PVC-peilbuis (diameter 40 mm). Het filterelement bevindt zich in het onderste deel van de watervoerende laag KZ (cf. § 3.7.1.5.). Deze peilbuizen worden steeds aangeduid door "F1" voorafgegaan door het nummer van de boring.

Op elke plaats werd tevens een tweede ondiepe peilbuis aangebracht. Het filterelement snijdt het bovenste deel van de laag KZ aan. Deze peilbuizen worden aangeduid met het symbool "F2", voorafgegaan door het nummer van de nabijgelegen diepe boring.

Met het oog op de uitvoering van de pompproef werden op het vliegassstort 8 gespoelde boringen verricht, waarvan één werd uitgebouwd tot een pompput (PP); in de overige (aangeduid met PB, gevolgd door een cijfer) werd een peilbuis aangebracht. De gedetailleerde ligging van deze boringen is weergegeven op figuur 3.7-8.

De geometrische kenmerken van de peilbuizen zijn opgenomen in tabel 3.7-1.





LTG		rijksuniversiteit gent leerstool voor toegepaste geologie	
onderzoek		Prof. Dr. W. De Brouck	
MER			
OMBOUW G4			
onderwerp			
Fig. 3.7-1			
Ligging van de - waarnemingen - litologische doorsnede - hydrochemische doorsnede			
opgesteld	getekend	datum	school
L. Zeuwis P. Van Burm	I. de Leeuw	15/10/1985	zw. tekening
		onderzoek nr.	plan nr.
		TGO 85/01	85/01/01

Tabel 3.7-1 - Geometrische kenmerken van de nieuwe peilbuizen en pompput

boring	filter	koördinaten		hoogte maaiveld (m+TAW)	hoogte meetpunt (m+TAW)	filter		lengte (m)	ø (mm)
		x	y			diepte (m-maaiv.) TOP - BASIS	peil (m+TAW) TOP - BASIS		
SB1	F1	109 118	202 543	+ 10,22	+ 10,46	19,50 - 20,50	- 9,28/- 10,28	1,0	40
SB1	F2				+ 10,34	7,0 - 8,0	+ 3,22/+ 2,22	1,0	40
SB2	F1	109 273	202 680	+ 7,99	+ 8,43	18,50 - 19,50	-10,51/- 11,51	1,0	40
SB2	F2				+ 8,44	5,0 - 6,0	+ 2,99/+ 1,99	1,0	40
SB3	F1	109 230	202 628	+ 7,78	+ 8,03	18,50 - 19,50	-10,72/- 11,72	1,0	40
SB3	F2				+ 8,31	5,0 - 6,0	+ 2,78/+ 1,78	1,0	40
SB4	F1	109 365	202 807	+ 8,32	+ 8,58	19,50 - 20,50	-11,18/- 12,18	1,0	40
SB4	F2				+ 8,68	5,50 - 6,50	+ 2,82/+ 1,82	1,0	40
PP		109 010	202 524	+ 9,49	+ 9,99	6,0 - 13,0	+ 3,49/- 3,51	7,0	90
PB1		109 006	202 520	+ 9,50	+ 9,69	18,50 - 19,50	- 9,0 /- 10,0	1,0	40
PB2		109 003	202 513	+ 9,86	+ 10,05	16,0 - 17,0	- 6,14/- 7,14	1,0	40
PB3		109 007	202 505	+ 9,71	+ 10,07	10,0 - 11,0	- 0,29/- 1,29	1,0	40
PB4		109 008	202 513	+ 9,48	+ 9,89	9,0 - 10,0	+ 0,48/- 0,52	1,0	40
PB5		109 010	202 518	+ 9,50	+ 9,88	9,0 - 10,0	+ 0,50/- 0,50	1,0	40
PB6		109 011	202 259	+ 9,52	+ 9,92	3,50 - 4,00	+ 6,02/+ 5,52	0,50	40
PB7		109 014	202 523	+ 9,52	+ 10,03	1,50 - 2,00	+ 8,02/+ 7,52	0,50	40

Teneinde de kennis van de litologie van de ondergrond aan te vullen en de grondwaterkwaliteit te bestuderen werden in elke diepe boring naast het vliegassort, alsook ter hoogte van PB2 in het stort, geofysische boorgatmetingen uitgevoerd. De gemeten fysische grootheden zijn : de boorgatdiameter, de spontane potentiaal, de elektrische puntweerstand, de natuurlijke gammastraling en de resistiviteit (korte en lange normaalopstelling).

Het maaiveld ter hoogte van de boringen en de top van alle peilbuizen werden aangesloten op het referentieniveau van de Tweede Algemene Waterpassing (TAW) van het Nationaal Geografisch Instituut (NGI). Een aantal peilbuizen, destijds geplaatst rond het stort overeenkomstig de vergunning, werden eveneens in de waterpassing opgenomen.

Een globaal overzicht van de hydrolitostratigrafische gesteldheid van het studiegebied is weergegeven op figuur 3.7-2.

3.7.1.2. Aangevulde en vergraven gronden (A)

De aangevulde gronden, die dienden voor het bouwrijp maken van de terreinen, zijn grotendeels afkomstig van de respektievelijke verbredingen van het voormalige of huidige kanaal Gent-Terneuzen. Ze zijn vooral aanwezig in het gebied buiten het vliegassort. De dikte ervan bedraagt meestal 2 tot 4 m, doch kan oplopen tot meer dan 6 m. De samenstelling is voornamelijk zandig, maar leem- en/of kleilaagjes kunnen voorkomen. Ter hoogte van het vliegassort is het terrein slechts plaatselijk opgehoogd. Vaak rust de vliegassort rechtstreeks op het oorspronkelijk terrein. De figuur 3.7-3 geeft de dikte aan van de aangevulde zandgronden en van de vliegassort die ook als aangevulde grond s.l. kan worden beschouwd.

Waar de slecht doorlatende alluviale laag KDL (cf. § 3.7.1.4.) aanwezig is, vormen de aangevulde zandgronden een afzonderlijke watervoerende laag; buiten de al-

luviale vallei daarentegen maken ze deel uit van de onderliggende freatisch watervoerende laag KZ (cf. § 3.7.1.5.). Het vliegaspakket is een slecht doorlatende laag.

3.7.1.3. Bodems

De bodemkaart van België geeft informatie over het bodemprofiel tot op 1,25 m diepte. De kaart is opgesteld door middel van ca. 2 handboringen per ha. Uit het kaartblad 40E LOCHRISTI van de bodemkaart (AMERYCKX, 1960) kan men afleiden dat de centrale en het stort gelegen zijn op zandgronden of op kleigronden. Deze laatste zijn aanwezig in de depressie van de Moervaart.

Een overzicht van de bodemgesteldheid zoals bestaande ten tijde van de opname van hogergenoemde bodemkaart (1955-1956) is gegeven in figuur 3.7-4.

3.7.1.4. De kwartaire slecht doorlatende laag KDL

Oorspronkelijk werd het studiegebied diagonaal doorsneden door de Moervaartdepressie, waardoor het grootste deel van het terrein behoorde tot een alluviale vlakte. In deze depressie liep de Sassevaart (Arm van Rodenhuize) waarin de Moervaart uitmondde. De gedempte arm is weergegeven op de figuren 3.7-3, 3.7-5 en 3.7-6.

De slecht doorlatende laag KDL, van holocene ouderdom, is hoofdzakelijk samengesteld uit zwarte veenhoudende klei en/of veen met zeer veel vergaan hout. Een enkele keer werd in de boringen leem aangetroffen. AMERYCKX (1960) vermeldt bovendien het voorkomen van moeraskalk met 35 tot 65 % CaCO_3 .

De laterale uitbreiding van de laag KDL is weergegeven op de figuren 3.7-5 en 3.7-6. De begrenzing is afgeleid van de geologische en pedologische kaart (DELVAUX &

MOURLON, 1879; AMERYCKX, 1960).

De dikte van de laag kan bepaald worden aan de hand van hogergenoemde figuren die respektievelijk het peil van de top en van de basis weergeven. Deze dikte varieert tussen 0 en 1 m.

Door zijn kleiige en venige samenstelling vertoont de laag een geringe doorlatendheid. Ze verleent aan de laag KZ (cf. § 3.7.1.5.) een half-artesisch karakter.

3.7.1.5. De kwartaire watervoerende laag KZ

De voor dit onderzoek belangrijkste afzetting, de watervoerende laag KZ, werd gevormd tijdens het Pleistoceen. Deze periode is gekenmerkt door een reeks min of meer strenge klimaatsschommelingen die in onze streken overeen kwamen met een afwisseling van ijstijden (glacialen) en tussenijstijden (interglacialen). Het studiegebied behoorde toen tot een betrekkelijk diep in het Tertiair uitgeschuurd, noordwaarts afwaterend valleistelsel, de Vlaamse Vallei. Het klimaat en de ermee verband houdende zeespiegelstand bepaalden in ruime mate de sedimentatieomstandigheden en dus tevens de aard van de afzettingen die men er nu aantreft. De steeds veranderende sedimentatievoorwaarden, onderbroken door periodes van intense erosie, verklaren het zeer grillige latérale en vertikale verloop van de pleistocene afzettingen.

Uit een vroeger uitgevoerde studie in de Gentse kanaalzone (DE BREUCK, VAN BURM & VAN CAMP, 1983), blijkt dat de pleistocene zanden vaak kunnen onderverdeeld worden in 2 lagen (KZ2 en KZ1) gescheiden door een slecht doorlatende leemlaag (KL). Deze laatste is in het studiegebied echter niet of slechts zeer plaatselijk aangetroffen zodat de beide zandlagen hier als één eenheid worden beschouwd (laag KZ).

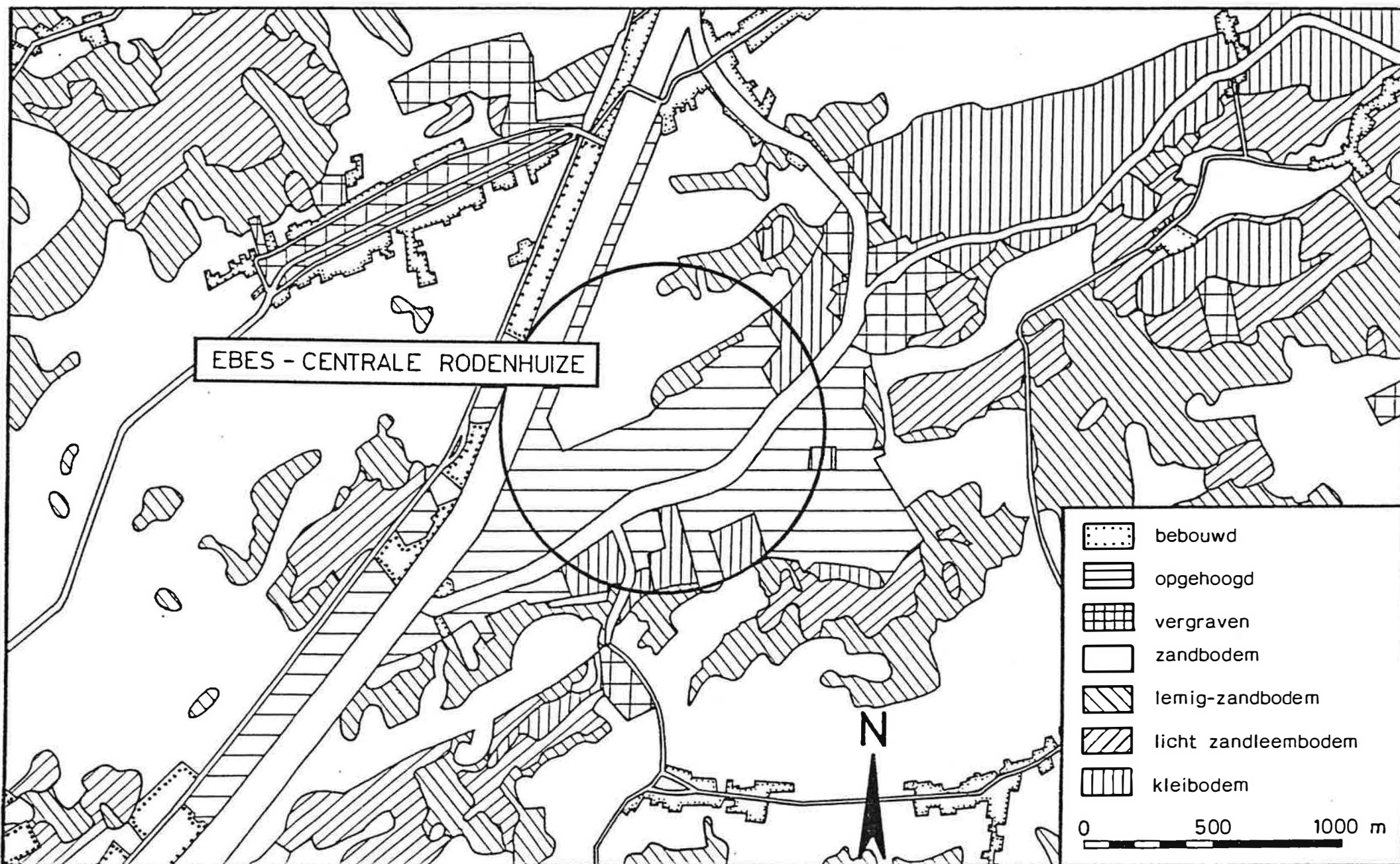
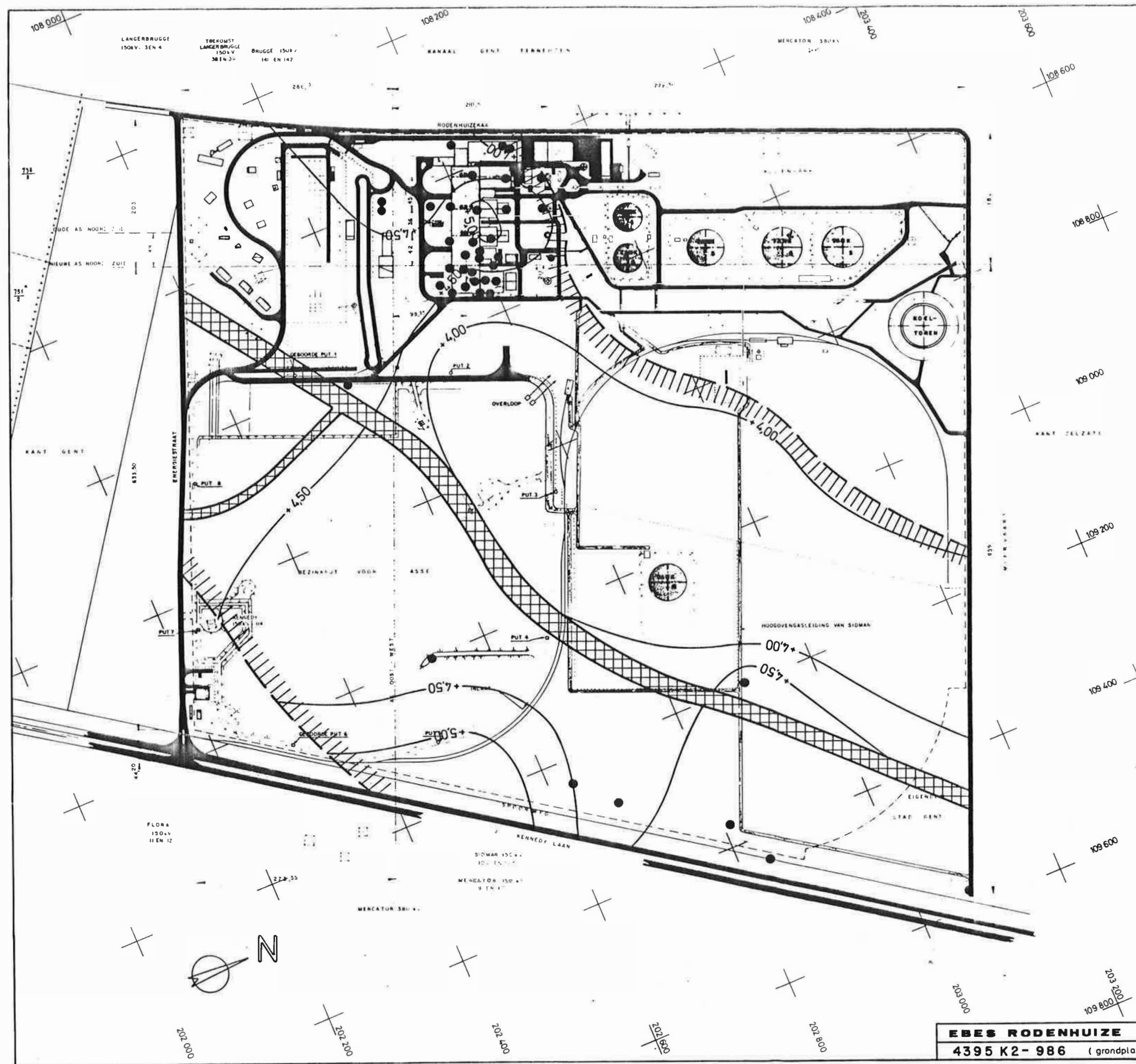


Fig.3.7-4 De bodems (naar J. AMERYCKX, 1960)



Legende

- +4,00 — Lijn van gelijk peil van de top van de laag KDL (in m +TAW) (gelijkhoogteverschil : 0,5 m)
- TTTTTTTT Vermoedelijke maximale uitbreiding van de laag KDL
- Voormalige Loop van de arm van Rodenhuize
- Puntwaarneming aangewend voor het tekenen van de plaat

0 100 200 m

LTG

rijksuniversiteit gent
leerstool voor
toegepaste geologie
Prof. Dr. W. De Breuck

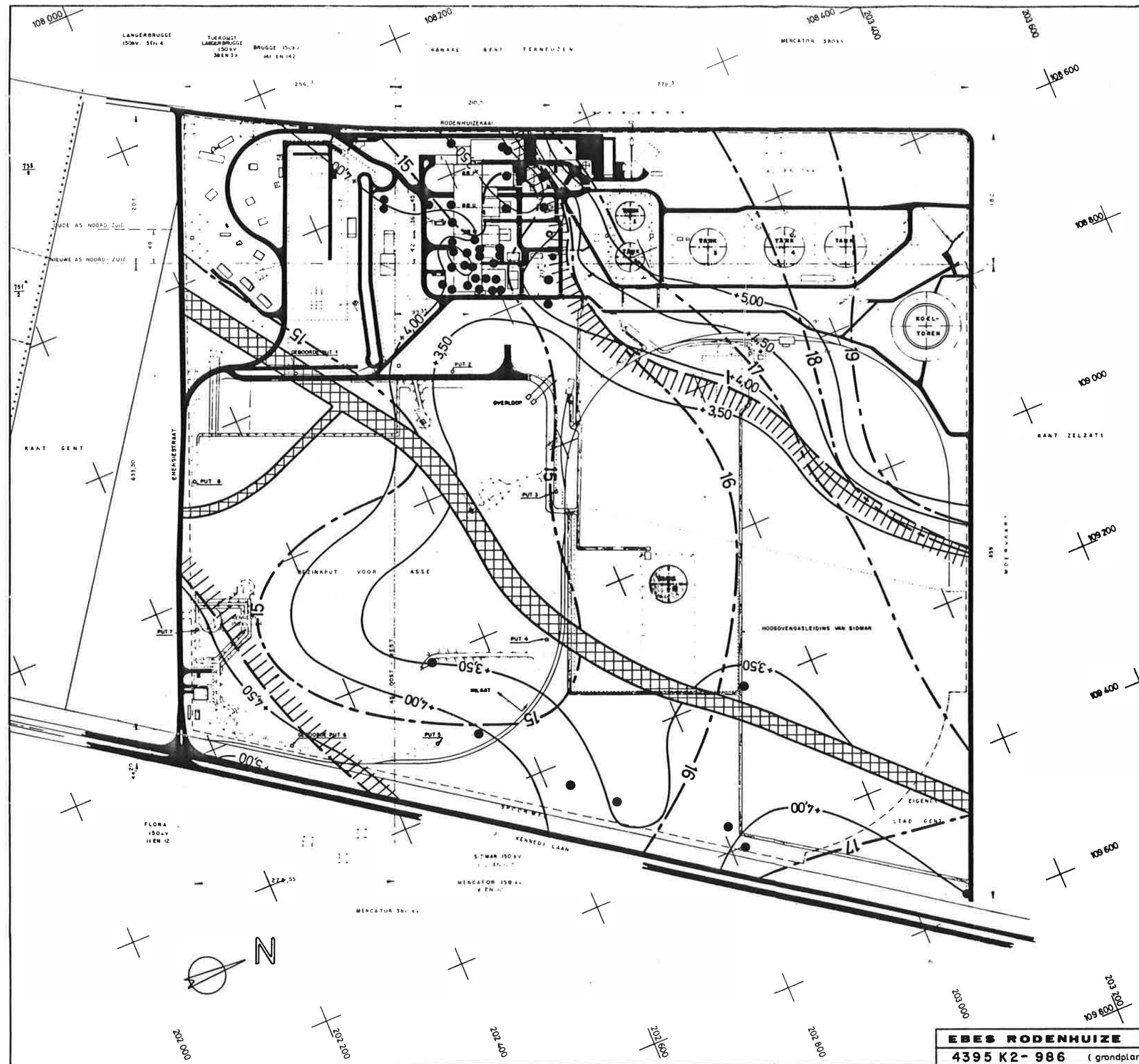
MER OMBOUW G4

Fig. 3.7-5

Top van de slecht doorlatende laag KDL (Kwartair - Holocene)

EBES RODENHUIZE
4395 K2- 986 (grondplan)

opgesteld	getekend	datum	school	onderzoek nr.	plan nr.
L. Zeuwis P. Van Burm	J. de Leeuw	15/10/1985	zie tekening	TGO 85/01	85/01/04



Legende

- +4,00 — Lijn van gelijk peil van de top van de doorlatende laag KZ (in m +TAW) (gelijkhoogteverschil : 0,5 m)
- - - 15 - - - Dikte van de doorlatende laag KZ (in m)
- ||||| Vermoedelijke maximale uitbreiding van de laag KDL
- ||||| Voormalige loop van de arm van Rodenhuijze
- Puntwaarneming aangewend voor het tekenen van de plaat

0 100 200 m

LTC

rijksuniversiteit gent
leerstool voor
toegepaste geologie
Prof. Dr. W. De Bruch

MER **OMBOUW G4**

Fig. 3.7-6

Top en dikte van de doorlatende laag KZ
(Kwartair - Pleistocene)

EBES RODENHUIJZE
4395 K2- 986 (grondplan)

opgemaakt	getekend	datum	school	onderzoek nr.	plan nr.
L. Zeuwis P. Van Burm	f. de Leeuw	15/10/1985	zie tekening	TGO 85/01	85/01/05

Het bovenste deel van de laag KZ is afgezet door fluvio-periglaciale en eolische processen gedurende een late fase van het Weichseliaan en gedurende het Weichsel-Tardiglaciaal. Soms is het zand min of meer leemhoudend, of komen zeer dunne leemlaagjes voor.

Het onderste deel van de laag KZ is complex van oorsprong en samenstelling. Het materiaal bestaat uit fluvio-periglaciale afzettingen uit het voorlaatste glaciaal (het Saaliaan) en/of uit estuariumafzettingen daterend uit het daaropvolgende interglaciaal, het Eemiaan. Onderaan bevat deze laag meestal middelmatig tot grof zand met zeer veel schelpfragmenten. Deze zone neemt, in het studiegebied, in dikte toe in noordelijke richting.

De basis van deze zanden, tevens de basis van het Kwartair, wordt vaak gevormd door een grintlaagje, bestaande uit zwarte silexkeien.

De dikte en het peil van de top van de laag KZ in het studiegebied zijn aangegeven op figuur 3.7-5.

Het hydrogeologisch karakter van deze laag wordt bepaald door de slecht doorlatende laag KDL. In de Moervaartvallei heerst een half-artesische toestand; waar de alluviale laag afwezig is vormt de laag KZ, samen met de aangevulde en vergraven gronden, een freatische watervoerende laag.

3.7.1.6. Het Tertiair

Een overzicht van de ondiepe tertiaire lagen is voorgesteld op figuur 3.7-7. Hierop is de aard van de tertiaire formaties, alsook het peil van de top van het klei-substraat (a_1) vermeld.

In de hogergenoemde studie van de Gentse kanaalzone

(DE BREUCK et al., 1983) worden drie tertiaire eenheden vermeld in het studiegebied. Het betreft de eenheden a_2 , s_1 en a_1 , die behoren tot een groter complex van kleilagen en meer zandige lagen, die met ongeveer 0,6% naar het noorden hellen. In dit complex worden drie kleiige eenheden (a_1 , a_2 , a_3) onderscheiden, die telkens bedekt worden door drie meer zandige afzettingen (s_1 , s_2 , s_3). Laatstgenoemden zijn gekenmerkt door een wisselende dikte en een heterogene litologie, waarbij de samenstelling kan variëren van fijn zand over leem- en kleihoudend fijn zand tot leem en fijnzandhoudende klei.

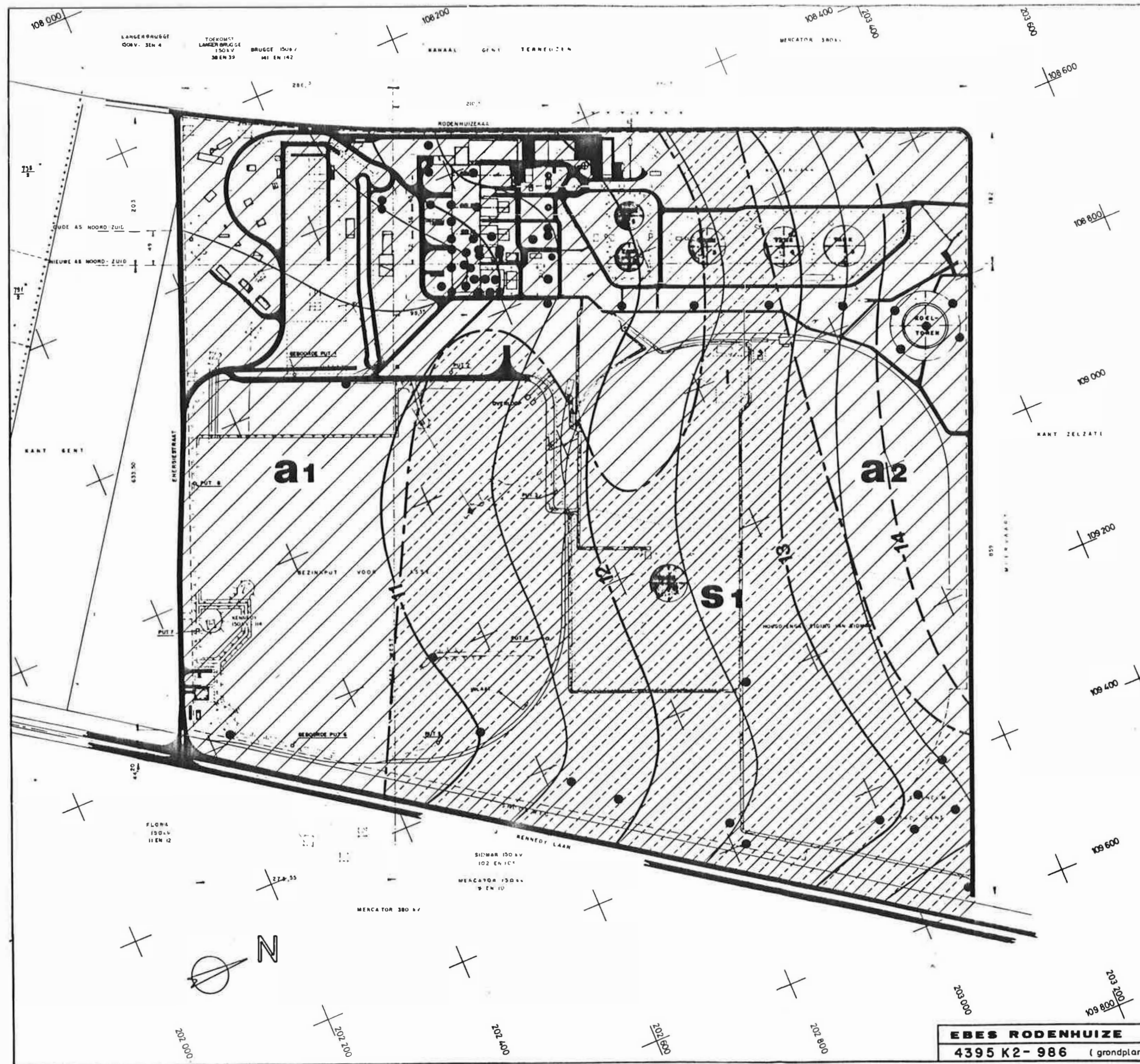
In de uitgevoerde boringen werd enkel de eenheid a_1 met zekerheid aangetroffen. Deze klei is beschouwd als het ondoorlatend tertiair substraat. In de litologische doorsnede (fig. 3.7-2) stemt de dunne zandlaag begrepen tussen het basisgrint en het tertiair kleisubstraat waarschijnlijk overeen met de eenheid s_1 . De eenheid a_2 is door zijn geringe uitbreiding en zijn geringe dikte in het studiegebied te verwaarlozen. Beide eenheden zullen in dit rapport dan ook worden gerekend tot de watervoerende laag KZ.

3.7.1.7. Hydraulische parameters van de watervoerende laag KZ en van de vliegass.

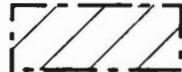
3.7.1.7.1. Doel, voorbereiding en uitvoering van de pompproef

De opbouw van een mathematisch kwaliteitsmodel, nodig voor de studie van de evolutie van de grondwaterkwaliteit, vereist de kennis van de hydraulische parameters van de beschouwde lagen, in dit geval de kwartaire zandlaag KZ en de vliegass. Met het oog op de bepaling van deze parameters werd op het vliegassstort een pompproef uitgevoerd waarbij het bovenste deel van de watervoerende laag KZ werd bemalen.

De plaatsing van de pompput en de peilbuizen, werd



Legende

- -12— Lijn van gelijk peil van de top van de tertiaire klei (a1) (in m +TAW) (gelijkhoogteverschil : 0,5 m)
- -14— Vermoedelijke lijn van gelijk peil van de top van de tertiaire klei (a1) (in m +TAW) (gelijkhoogteverschil : 0,5 m)
-  Zone waar de top van het tertiair substraat overwegend opgebouwd is uit klei (a1 of a2-klei)
-  Zone waar de top van het tertiair substraat overwegend opgebouwd is uit zandhoudende klei of kleihoudend zand (s1)
- Puntwaarneming aangewend voor het tekenen van de plaat

0 100 200 m

LTC

rijksuniversiteit gent
leerstoel voor
toegepaste geologie
Prof. Dr. W. De Gucht

MER **OMBOUW G4**

Fig. 3.7-7

Top van de tertiaire klei (Q1)
Lithologie van het tertiair substraat

EBES RODENHUIZE
4395 K2-986 (grondplan)

opgemaakt	getekend	datum	schaal	onderzoek nr.	plan nr.
L. Zeuwis P. Van Burm	f. de Leeuw	15/10/1985	zie tekening	TGO 85/01	85/01/06

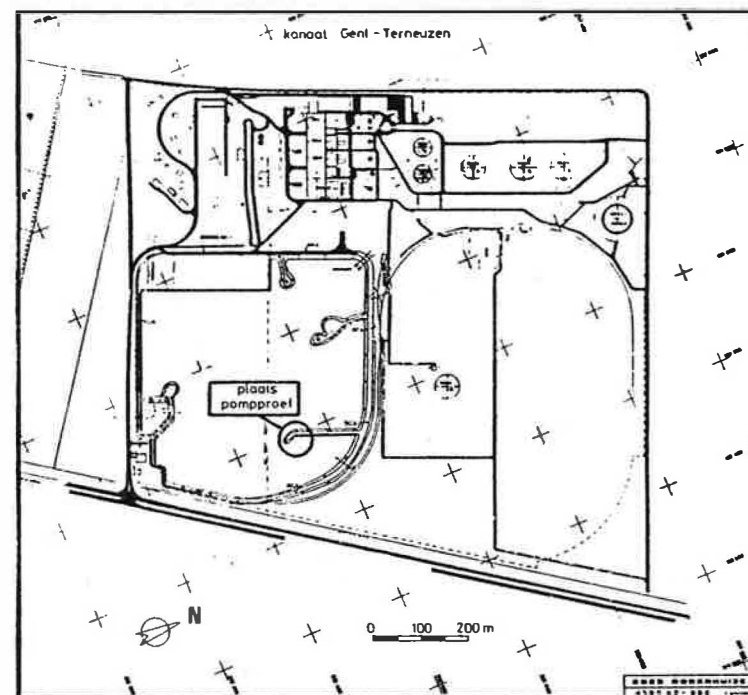
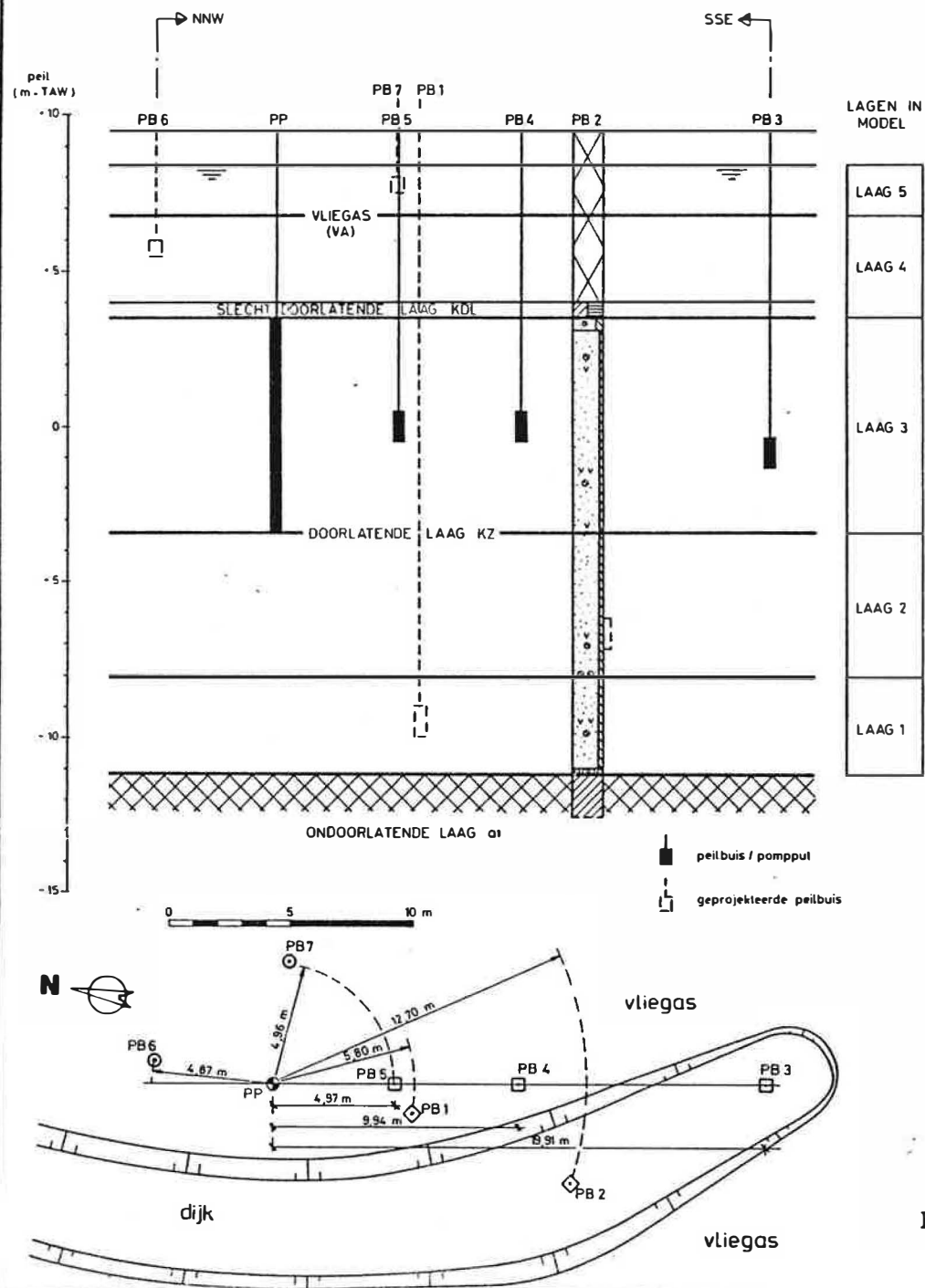
reeds besproken in § 3.7.1.1. De figuur 3.7-8 geeft in detail de positie van de peilbuizen ten opzichte van de pompput weer, alsook de diepte van de filterelementen.

Op de plaats van de pompproef bereikt de kwartaire zandlaag KZ een dikte van ca. 15 m. Ze is er samengesteld uit fijn zand dat weinig leemhoudend kan zijn. Ter hoogte van PBl werd, boven het tertiair substraat, 8 m middelmatig zand aangetroffen. Op de kwartaire zandlaag rust een ca. 0,5 m dikke klei- of veenlaag die zelf bedekt is door de vliegias, waarvan de dikte ca. 5,5 m bedraagt. De vliegias is gekenmerkt door een afwisseling van zachte (grijze) en harde (bruine) lagen.

De bemaling startte op 03.07.1985 om 10.00 h. Er werd gepompt met een nagenoeg konstant debiet van $120 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$. Na 24 h bemaling werd de pomp stilgelegd.

3.7.1.7.2. Bepaling van de hydraulische parameters met behulp van een mathematisch model.

Inherent aan de "klassieke" grafische interpretatiemethoden van pompproeven zijn een aantal foutenbronnen, vooral voortspruitend uit vereenvoudigingen die worden aangenomen. Daarbij komt nog dat bij pompproeven in veellagige grondwaterreservoirs, slechts een gedeelte van de hydraulische parameters kan worden bepaald, met name deze van de aangepompte laag. Sommige methoden (WALTON, HANTUSH I) leveren bovendien meerdere waarden op voor de transmissiviteit (kD), de hydraulische weerstand (c) en de bergingscoëfficiënt S naargelang van de afstand tussen de pompput en de peilbuis. Onnauwkeurigheden, te wijten aan deze tekortkomingen, treden niet op wanneer men het volledig reservoir nabij de pompput en de grondwaterstromingen die erin heersen, nabootst met een mathematisch model (LEBBE, 1983 a). Het door Dr. LEBBE opgestelde en hier aangewende model "SIMPUM" is tweedimensionaal en axiaal-symmetrisch.



- ⊙ pompput
- ⊙ peilbuis in vliegAS
- peilbuis in het bovenste deel van de watervoerende laag KZ
- ◇ peilbuis in het onderste deel van de watervoerende laag KZ

Fig. 3.7-8 - Pompproef

De berekende en de waargenomen tijd-verlagingscurven en afstand-verlagingscurven worden vergeleken. De ingevoerde hydraulische parameters moeten worden aangepast tot een voldoende overeenkomst is bereikt tussen de berekende en de waargenomen waarden. Een belangrijke hulp hierbij is het rekenprogramma "SENPUM" (LEBBE, 1985), dat toelaat de berekende verlagingen te onderwerpen aan een gevoeligheidsanalyse.

De simulatie van de uitgevoerde pompproef maakte een verdeling van het lagenpakket, begrepen tussen het ondoorlatend tertiair kleisubstraat en de watertafel, in 5 lagen (L1 - L5) noodzakelijk (fig. 3.7-8). Lagen 1 en 2 vormen samen het onderste deel van de watervoerende laag KZ; de grens tussen beide lagen werd gekozen op de helft van de verticale afstand tussen de centra van de filterelementen van PB1 en PB2. Laag 3 valt samen met het bovenste deel van de watervoerende laag KZ; dit is de aangepompte laag. De slecht doorlatende laag KDL en de vliegias tot aan de watertafel worden ondergebracht in laag 4 en laag 5. De grens tussen deze lagen is gelegen tussen de centra van de filterelementen van de peilbuizen PB6 en PB7.

De aan iedere laag toegekende waarden voor de hydraulische parameters bij de eerste simulatie (tab. 3.7-3) werden afgeleid uit de waarden bekomen met de klassieke interpretatiemethoden (WALTON en DEGLEE) (tab. 3.7-2) of werden geschat steunend op gegevens uit de literatuur.

Na herhaalde simulaties van de pompproef, steeds met aangepaste (verbeterde) hydraulische parameters en na meerdere gevoeligheidsanalysen, werd de beste overeenkomst tussen de gemeten en de berekende verlagingen bekomen bij invoer van de waarden die opgenomen zijn in tabel 3.7-4.

Tabel 3.7-2 - Hydraulische parameters bekomen met grafische interpretatiemethoden

Interpretatiemethoden	Peilbuis	kD (m ² /d)	S(x10 ⁻⁴)	c (d)
WALTON	PB3	44	7	57
	PB4	38	8	29
	PB5	74	0,5	1485
DEGREE	Alle bovenvermelde	53	-	107

Tabel 3.7-3 - Aanvangswaarden van de hydraulische parameters, van de onderscheiden lagen ingevoerd in het mathematisch model "SIMPUM" (L. LEBBE, 1983)

Laag	dikte (m)	k (m/d)	S'_Λ (x10 ³ m ⁻¹)	S_o	c (d)
L5	1,85	0,20	0,20	0,20	93
L4	3,0	0,20	0,20	-	
L3	7,0	5,0	0,10	-	152
L2	4,7	5,0	0,10	-	140
L1	3,0	8,0	0,10	-	50

Vier hydraulische parameters konden met een grote nauwkeurigheid worden bepaald : de horizontale doorlatendheid van de aangepompte laag, de specifieke elastische berging van deze laag, de hydraulische weerstand tussen de aangepompte laag en het onderste deel van de vliegias en de hydraulische weerstand tussen de aangepompte laag en de tophelft van het onderste deel van de laag KZ. Deze parameters zijn omlind in tabel 3.7-4.

De overige hydraulische parameters kunnen enkel als richtinggevend worden beschouwd. Ze werden zo goed mogelijk bepaald en daar ze, in combinatie met de nauwkeurige parameters, de beste overeenstemming geven met de werkelijke toestand, krijgen ze toch een zekere betekenis.

De waarden vermeld in tabel 3.7-4 dienen te worden "vertaald" naar de reële hydrogeologische bouw van het reservoir (tab. 3.7-5). De kD - en S -waarde van de watervoerende laag KZ is de som van deze van L_1 , L_2 en L_3 . De c -waarde van de vliegias en de alluviale laag (KDL) is de som van deze tussen L_3 en L_4 enerzijds en tussen L_4 en L_5 anderzijds. Het is echter niet mogelijk uit te maken welke fraktie van deze weerstand toe te schrijven is aan de vliegias en welke aan de laag KDL. De waarden weergegeven in tabel 3.7-5 zijn eveneens slechts benaderende waarden daar ook de minder nauwkeurige parameters in rekening werden gebracht.

3.7.2. Stroming van het grondwater

3.7.2.1. Algemeen

Het stromingspatroon van het grondwater in een watervoerend pakket kan afgeleid worden uit het verloop van de stijghoogten; dit verloop kan op zijn beurt bepaald worden aan de hand van stijghoogtemetingen in peilbuizen. De kennis van de stijghoogteverdeling laat toe de huidige grondwater-

Tabel 3.7-4 - Hydraulische parameters van de onderscheiden lagen in het
matematisch model "SIMPUM" (L.LEBBE, 1983)

Laag	dikte (m)	k (m/d)	$S'_A (x10^{-4} m^{-1})$	S_o	c (d)
L5	1,85	0,08	3,60	0,20	75
L4	3,00	0,08	3,60	-	
L3	7,00	6,60	0,82	-	1500
L2	4,70	4,00	0,03	-	10
L1	3,00	7,00	0,12	-	6

Tabel 3.7-5 - Hydraulische parameters van de hydrogeologische
eenheden, berekend met het model "SIMPUM"
(L.LEBBE, 1983).

Laag	dikte (m)	kD (m ² /d)	S (x10 ⁻⁴)	c (d)
vliegass + KDL	4,85	0,39	17,46	1575
KZ	14,70	86	6,24	16

kwaliteit te verklaren. De stijghoogte moet bovendien ingevoerd worden in het mathematisch kwaliteitsmodel.

De stijghoogte wordt gedefinieerd als de som van de drukhoogte en de plaatshoogte in een punt, en is een maat voor de hydrodynamische potentiaal van het grondwater op die plaats.

De stijghoogten van het grondwater kunnen variëren als gevolg van natuurlijke of kunstmatige invloeden. De belangrijkste natuurlijke factoren zijn neerslag en verdamping; grondwaterwinning en oppervlaktewaterbeheersing kunnen belangrijke kunstmatige invloeden zijn.

3.7.2.2. Het stijghoogtewaarnemingsnet

Tussen 04.07.1985 en 11.09.1985 werden vier stijghoogtemetingen uitgevoerd. De stijghoogten zijn waargenomen in een reeks peilbuizen gelegen op en rond het vliegastort. Op enkele plaatsen bestaat het meetpunt uit twee filters, één in het bovenste deel van de watervoerende laag KZ en één in de grovere basiszone van deze laag.

Naast de reeds eerder besproken nieuwe peilbuizen waarvan de gegevens zijn opgenomen in tabel 3.7-1, werden tevens oudere nog bruikbare buizen opgezocht en opgenomen in het meetnet. Het betreft de peilbuizen G RO 9.1 F1 en F2, geplaatst in het bestek van een hydrogeologische studie van de Gentse kanaalzone (DE BREUCK et al., 1983), alsook 8 peilbuizen (OV1 - OV8) aangebracht overeenkomstig de stortvergunning. Van deze laatste peilbuizen zijn enkel OV1, OV5, OV6, OV7 en OV8 gelegen in de laag KZ, de overige peilbuizen liggen in één of meer andere lagen.

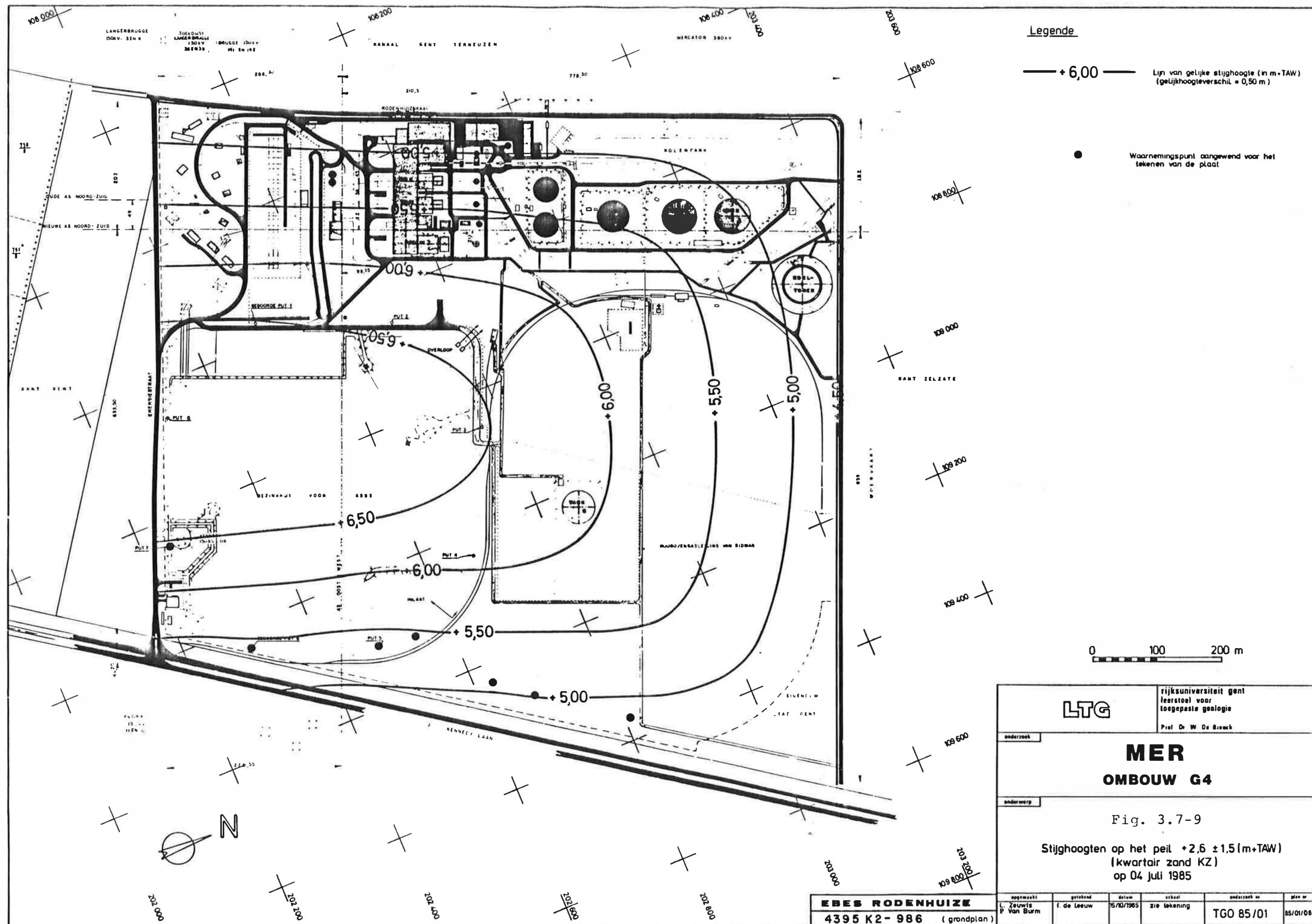
Het meetnet bestaat aldus uit 25 peilbuizen. De waarnemingsplaatsen zijn aangegeven op figuur 3.7-1.

3.7.2.3. De stijghoogteverdeling in de watervoerende laag KZ

De buiten het vliegassort gelegen nieuwe peilbuizen werden, met het oog op het opstellen van het mathematisch model, geplaatst op een lijn. Volgens deze lijn werd een gedetailleerd beeld verkregen van de grondwaterstroming in de watervoerende laag KZ. De grondwaterstroming volgens deze doorsnede wordt besproken in § 3.7.5.

Teneinde een beeld te verkrijgen van de grondwaterstroming in het ganse studiegebied werd aan de hand van de gegevens uit de beschikbare peilbuizen een kaart van gelijke stijghoogte opgesteld voor het bovenste deel van de laag KZ (fig. 3.7-9). De kaart is een momentopname en geeft de toestand weer die heerste op 04.07.1985. Het peil van het kanaal Gent-Terneuzen en van de Moervaart werden hierbij als konstant beschouwd (+ 4,45). Daar het stijghoogteverschil tussen de ondiepe en de diepe peilbuizen zeer gering is (cfr. § 3.7.2.4.), is de stijghoogteverdeling in feite representatief voor de gehele laag KZ.

In het studiegebied kunnen, op basis van de stroomrichtingen, drie "stromingsgebieden" onderscheiden worden. Stromingsgebied 1 omvat het terrein gelegen ten westen van het vliegassort. De grondwaterstroming is er gericht naar het kanaal Gent-Terneuzen. Het stromingsgebied 2 ligt ten noorden van het vliegassort; de stroming geschiedt er in de richting van de Moervaart. Dit gebied neemt het grootste deel van het EBES-terrein in. Het gebied 3, ten oosten van het stort, vertoont een stroming in de richting van de Rodenhuizeloop. De grondwaterstroming geschiedt telkens vanuit de zone onder het vliegassort, waar de grootste stijghoogte voorkomt. Het piëzometrisch verhang in de 3 stromingsrichtingen is nagenoeg gelijk; als gemiddelde waarde kan 1/200 worden aangenomen.



Het door de kaart verkregen beeld van de grondwaterstroming is echter zeer algemeen. Om de kenmerken van de grondwaterstroming in detail te kunnen bestuderen zijn meer verspreide peilbuizen vereist. Een belangrijk feit dat ondanks de schaarse gegevens toch duidelijk naar voor komt, is de grote stijghoogte in het zuidelijk deel van het studiegebied. Een eventuele verontreiniging van het grondwater door het vliegassstort zal zich dan ook voornamelijk uitbreiden in de 3 hogergenoemde stromingsrichtingen en minder in zuidelijke richting.

3.7.2.4. Stijghoogteverschil tussen het bovenste en het onderste deel van de watervoerende laag KZ

Heeft een watervoerende laag over de ganse dikte een geringe hydraulische weerstand en bijgevolg een grote verticale doorlatendheidscoëfficiënt k_v , dan is de grondwaterstroming weinig afhankelijk van de diepte in de watervoerende laag. Waar echter slecht doorlatende lagen of lagen met een grote hydraulische weerstand voorkomen, kunnen boven en onder deze lagen stijghoogteverschillen optreden.

In het studiegebied zijn de stijghoogteverschillen in de watervoerende laag KZ te verwaarlozen. Ze bedragen maximaal 0,06 m. Het ontbreken van stijghoogteverschillen wijst op een geringe hydraulische weerstand en geeft aan dat geen slecht doorlatende laag aanwezig is tussen het onderste en het bovenste deel van de laag KZ. De stijghoogtemetingen vormen aldus een bevestiging van de resultaten gevonden in de boringen en in de pompproef.

Door de geringe hydraulische weerstand is een belangrijke verticale stroming in de laag KZ mogelijk; een dergelijke stroming is aanwezig onder het vliegassstort (cf. § 3.7.5.)

3.7.2.5. Stijghoogten in de kunstmatige gronden

De stijghoogte in de aangevulde en de vergraven gronden is gelijk aan deze in de laag KZ in de zones waar de slecht doorlatende laag KDL ontbreekt. Waar deze laag aanwezig is treedt echter een belangrijk stijghoogteverschil op tussen beide lagen, zoals blijkt uit de metingen in de peilbuis OV2 : de stijghoogte lag er op 04.07.1985 op het peil +8,15 in de vergraven gronden en, volgens de in figuur 3.7-9 weergegeven kaart slechts op het peil +6,50 in de laag KZ.

De peilbuizen geplaatst in de vliegass (PB6 en PB7) lieten toe een idee te krijgen over de stijghoogte in het vliegassstort zelf. De stijghoogte in de vliegass is sterk afhankelijk van de diepte. Tussen beide peilbuizen, respectievelijk op 4,0 en 2,0 m diepte gelegen, is een stijghoogteverschil van ca. 0,20 m waar te nemen, met de hoogste waarden in de ondiepe peilbuis. Er is dus een belangrijke verticale gradiënt aanwezig.

Opmerkelijk zijn tevens de sterke stijghoogteschommelingen in de vliegass : 0,60 m in een periode van 14 dagen, 1,20 m op 2 maanden. Deze schommelingen kunnen te wijten zijn aan variaties in het debiet van de aangevoerde vliegass of kunnen wijzen op een sterke invloed van de meteorologische omstandigheden.

3.7.3. Grondwaterwinning

Op het terrein van de centrale Rodenhuisen zijn twee pompputten in de laag KZ en één in de zandlaag onder de al-klei (Ledo-Paniseliaan -LEP) aanwezig. Het bedrijf wint echter geen grondwater.

Drie belangrijke grondwaterwinningen komen wel in de buurt van het terrein voor : N.V. Gist- en Spiritusfabrieken

Bruggeman, N.V. Air-Products en N.V. Sidmar wonnen respectievelijk 643.000 m³ (1983), ca. 127.000 m³ (1983) en ca. 1.700.000 m³ (1984) uit de lagen KZ en/of LEP.

Daar deze winningen of in het LEP-zand zijn gelegen of in de laag KZ, maar dan gescheiden van het EBES-terrein door hydrologische barrières, is de invloed van het huidige of toekomstige vliegassort op deze winningen praktisch onbestaand.

3.7.4. Grondwaterkwaliteit

3.7.4.1. Algemeen

Beschikbare rapporten en analyseresultaten over de grondwaterkwaliteit werden verzameld. Nieuwe monsters werden genomen en in het laboratorium onderzocht. Gepoogd werd een beeld te verkrijgen van de kwaliteit van het "natuurlijk", niet verontreinigd grondwater in het gebied evenals van het verontreinigd grondwater. De analyseresultaten, zowel nieuwe als oude, worden vergeleken met de kwaliteit van het kanaalwater, het "natuurlijk" grondwater en het putwater in Oost-Vlaanderen. De uitbreiding van het verontreinigd grondwater wordt geschetst aan de hand van geo-elektrische profileringen en een resistiviteitsprofiel. Gepoogd wordt de invloed van het vliegassort te beschrijven.

3.7.4.2. Aangewende gegevens

3.7.4.2.1. Beschikbare studierapporten en analyseresultaten

In het bestek van een hydrogeologische studie van de Gentse kanaalzone (DE BREUCK et al., 1983), zijn peilbuizen in en rond het bestudeerde gebied geplaatst en bemonsterd. Op deze plaatsen zijn destijds in de boorgaten geofysische boorgatmetingen gebeurd. De peilbuizen zijn op figuur 3.7-1 aange-

geven als G R0, gevolgd door twee cijfers.

Door PETRAS (1983) werden, in het bestek van hogerge-noemde hydrogeologische studie, in de nabijheid van het vliegassort twee geo-elektrische profileringen uitgevoerd : G146/GPW8 en G146/GPW15 (fig.3.7-1).

Overeenkomstig de stortvergunning werden op de dijken rond het vliegassort, 8 peilbuizen geplaatst met het oog op de controle van de grondwaterkwaliteit. De peilbuizen zijn op figuur 3.7-1 gekenmerkt door de letters OV, gevolgd door een cijfer. Stalen werden er genomen op 19.09.1984, 07.12.1984 en 03.06.1985.

Zoals reeds eerder aangegeven zijn de filterelementen van de OV-buizen gelegen in verschillende lagen. Enkel de peilbuizen OV1, OV5, OV6, OV7 en OV8 bevinden zich in de laag KZ. De onderlinge vergelijking van alle analyseresultaten is dus niet mogelijk.

3.7.4.2.2. Nieuwe gegevens

Op en rond het vliegassort werden 12 geo-elektrische profileringen uitgevoerd. De totale lengte van de profileringen bedraagt ca. 2,15 km.

Er werd gebruik gemaakt van een symmetrische WENNER-opstelling met een elektrodenafstand a van 10 m.

De geo-elektrische profilering is voornamelijk een kwalitatieve methode. Het uitzetten van de gemeten resistiviteiten t.o.v. de afstand laat toe anomalieën in de ondiepe ondergrond (tot enkele meters diepte) op te sporen.

De ligging van de uitgevoerde profileringen is voorgesteld op figuur 3.7-1; ze worden gekenmerkt door de letters

G RP, gevolgd door een cijfer. De diagrammen zijn weergegeven op figuur 3.7-10.

In elke boring buiten het stort, alsook in het boorgat PB2 in het stort, werden geofysische boorgatmetingen uitgevoerd. Voor de studie van de grondwaterkwaliteit zijn vooral de resistiviteitsmetingen met de lange en de korte normaalopstelling belangrijk. De gemeten resistiviteiten zijn met de diepte uitgezet naast de korresponderende boorstaat op figuur 3.7-2.

De langnormaalmetingen werden aangewend voor het opstellen van een resistiviteitsprofiel (cf. § 3.7.4.5.5.2.).

Tien peilbuizen werden voor het eerst bemonsterd. De bemonstering had plaats tussen 03 en 05.07.1985.

3.7.4.3. Het "natuurlijk" grondwater in het gebied

In de hydrogeologische studie van de Gentse kanaalzone van DE BREUCK et al. (1983) wordt het "natuurlijk" grondwater in en rond het studiegebied aangeduid als water van het type c_0 (tab. 3.7-6). Het betreft grondwaters van de groep 7 in de klassificatie van DE MOOR & DE BREUCK (1969) (tab. 3.7-7).

De waters van de groep 7 zijn zwak zoet tot zoet met een laag relatief alkaligehalte en een relatief Cl^- -gehalte beneden de 30% van de anionen. Het relatief aardalkaligehalte schommelt tussen 60 en 90% van de kationen.

3.7.4.4. Het stortpercolaat

In het geval van het vliegassstort van de centrale Rodenhuize is de herkomst van het transport- en dus van het perkolerend water het kanaal Gent-Terneuzen. De kwaliteit van het stortperkolaat is dus niet alleen afhankelijk van het in

Tabel 3.7-6 - Samenstelling van het watertype c₀ (groep 7)

Parameter	Eenheid	Watertype c ₀ (groep 7)					
		$\bar{x}^*$	s**	s/ $\bar{x}$ ***	Min.	Max.	N****
geleid.	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	941,4	419,1	0,45	600	1218	29
TH	°F	43,5	12,4	0,28	22,4	62,5	29
Na	mg.l^{-1}	54,8	100,7	1,84	14,1	130,0	27
K	mg.l^{-1}	14,6	29,3	2,01	1,1	33,5	26
Mg	mg.l^{-1}	15,0	8,7	0,58	6,0	47,8	27
Ca	mg.l^{-1}	139,3	54,7	0,39	68,4	279	28
Fe	mg.l^{-1}	7,03	4,81	0,68	0,10	19,39	28
NH ₄ ⁺	mg.l^{-1}	2,79	3,16	1,13	0,10	7,82	26
Cl ⁻	mg.l^{-1}	91,6	146,0	1,59	27,9	118,4	29
SO ₄ ²⁻	mg.l^{-1}	73,0	123,1	1,69	3,0	262,0	26
HCO ₃ ⁻	mg.l^{-1}	405,2	139,1	0,34	247,0	763,0	27
NO ₃ ⁻	mg.l^{-1}	0,23	0,58	2,52	sp	3,0	25

* Gemiddelde

** Standaardafwijking

*** Variatiecoëfficiënt

**** Aantal

Tabel 3.7-7 - Grondwatergroepen volgens DE MOOR & DE BREUCK (1969)

Groep	Beschrijving van de grondwaters	Waarde-mediaan					
		Tot.miner. (mg.l ⁻¹)	TH (°F)	Cl ⁻ (mg.l ⁻¹)	SO ₄ ²⁻ (mg.l ⁻¹)	Na + K (mg.l ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ +CO ₃ ²⁻ (mg.l ⁻¹)
1	Zout, uiterst hard, alkali-chloorrijk	29.880	620	17.700	1.120	9.890	1.623
2	Matig zout tot zeer brak, uiterst hard, alkali-chloorrijk	14.382	293	7.440	950	4.012	607
3	Matig zoet tot zoet, matig hard, calcium- en bicarbonaathoudend	406	24	28	28	22	260
4	Matig brak tot zwak zoet, zacht, alkalirijk	1.662	13	416	44	480	671
5	Brak, zeer hard, alkali-chloorhoudend	4.134	138	1.922	183	960	498
6	Matig brak tot matig zoet, hard tot matig hard, magnesium- en bicarbonaathoudend	1.346	42,5	164	98	274	534
7	Zwak zoet tot matig zoet, matig hard, magnesium- en bicarbonaathoudend	755	40	63	60,5	76	433
8	Matig zoet, matig hard, sulfaathoudend	449	28	43	142,5	31	140

oplossing gaan van de vliegassstort maar ook van de kanaalwatersamenstelling.

De kwaliteitsgegevens van het kanaalwater en het uitlogingsgedrag van de vliegassstort werden reeds behandeld (cf. § 3.6 en 3.4).

Aan de hand van de resistiviteitsmetingen met de lange normaalopstelling, uitgevoerd in het boorgat PB2, kon de kwaliteit van het stortporiënwater worden geschat. Gebruik makend van de formule van ARCHIE en een formatiefaktor van 4,0 werd een totaal zoutgehalte (TDS) bekomen van ca. 550 mg.l^{-1} . Deze waarde is echter een ruwe schatting daar de formatiefaktor van de vliegassstort niet éénduidig is gekend.

Een watermonster ontnomen onder het stort, in het bovenste deel van de laag KZ (peilbuis PP) levert een TDS-waarde op van ca. 2800 mg.l^{-1} , wat beduidend lager is dan de geschatte TDS-waarde van het stortporiënwater. Hierbij dient echter te worden aangestipt dat de basis van het filterelement van de bemonsterde peilbuis zich juist boven een zone met relatief weinig verontreinigd water bevindt. Het opgepompte watermonster zal dan ook voor een deel afkomstig zijn van deze zone. Het voorkomen van dit relatief zuiver water onder het vliegassstort wordt in § 3.7.4.5.5.2. besproken.

3.7.4.5. Het verontreinigd grondwater

3.7.4.5.1. Bespreking van de analyseresultaten

Uit de resultaten van de analyses blijkt dat de meeste oude zowel als nieuwe stalen ontnomen op of rond het vliegassstort verontreinigd zijn. De nieuwe analyseresultaten zijn opgenomen in tabel 3.7-8. Weinig door verontreinigende factoren beïnvloede peilbuizen zijn echter G RO 9.1 F1 en G SB2 F2.

Tabel 3.7-8 - Analyseresultaten van de nieuwe grondwaterstalen (analysen uitgevoerd door het Becewa vzw)

Parameter	Eenheid	G SB1	G SB1	G SB2	G SB2	G SB3	G SB3	G SB4	G SB4	G PB1	G PP
		F1	F2	F1	F2	F1	F2	F1	F2		
pH	-	6,75	7,22	6,76	7,03	6,69	7,12	6,63	6,93	6,96	7,09
K ₂ O	µS.cm ⁻¹	4720	3040	4870	864	5320	2870	4010	3280	3830	3495
Na	mg.l ⁻¹	712	435	592	79	892	431	172	430	548	670
K	mg.l ⁻¹	26	21	33	12	32	7,0	35	14	29	14
Ca	mg.l ⁻¹	499	294	641	81,3	592	323	649	400	347	163
Mg	mg.l ⁻¹	68,2	32,7	91,6	28,2	82,8	52,0	133	41,1	76,0	35,6
Fe	mg.l ⁻¹	21,79	16,62	28,64	5,46	26,30	13,82	33,60	22,25	16,96	12,27
NH ₄	mg.l ⁻¹	11,29	9,63	12,66	4,68	12,97	4,74	10,52	4,05	12,79	14,24
Cl ⁻	mg.l ⁻¹	1679	809	1664	86,2	2099	641	1366	946	1290	1191
SO ₄ ²⁻	mg.l ⁻¹	416	9,67	609	144	542	149	487	291	301	138
NO ₃ ⁻	mg.l ⁻¹	0,49	0,51	0,60	0,20	0,36	0,57	0,59	0,60	0,51	0,36
O-PO ₄ ³⁻	mg.l ⁻¹	0,31	0,43	0,10	0,13	0,04	0,42	0,06	0,06	0,20	2,99
HCO ₃ ⁻	mg.l ⁻¹	305	875	342	290	281	1085	213	531	366	210
F ⁻	mg.l ⁻¹	0,63	2,10	0,68	1,95	0,62	1,25	0,52	0,52	0,52	4,55
TH	°F	156,3	89,7	202,8	32,9	186,4	104,4	222,6	120,8	120,8	57,5
Co	µg.l ⁻¹	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Cu	µg.l ⁻¹	21	10	21	<5	18	10	17	16	11	13
Zn	µg.l ⁻¹	44	14	20	68	95	48	31	24	50	94

Op grond van de individuele analyseresultaten werden gemiddelden berekend voor de parameterwaarden in de laag KZ (tab. 3.7-9). Hierbij werd een onderscheid gemaakt tussen de diepe, in het onderste deel van de laag KZ gelegen peilbuizen, en de ondiepe peilbuizen uit het bovenste deel van de laag KZ. De ondiepe peilbuizen werden op hun beurt onderverdeeld in buizen gelegen buiten de ringdijk van het vliegassort enerzijds en buizen op of binnen de ringdijk anderzijds. Aldus kunnen verschillen in de graad van beïnvloeding met de diepte en de afstand tot het stort opgespoord worden.

De parameterwaarden zijn beduidend hoger voor de stalen ontnomen uit de diepe peilbuizen dan de waarden die slaan op de ondiepe buizen, met uitzondering van het bicarbonaatgehalte en de concentraties aan F^- , NO_3^- en PO_4^{3-} . Men kan dus stellen dat de verontreiniging het belangrijkste is in het onderste deel van de laag KZ; dit feit wordt bevestigd door het resistiviteitsprofiel (cf. § 3.7.4.5.5.2.)

Uit de analyseresultaten van stalen uit de ondiepe peilbuizen kan afgeleid worden dat in het bovenste deel van de laag KZ de verontreiniging in de onmiddellijke nabijheid van het vliegassort weinig verschillend is van deze op enige afstand van het stort. De oorsprong van deze ondiepe verontreiniging kan naast het huidig vliegasperkolaat ook het verontreinigd kanaalwater zijn dat vroeger, vóór 1968, gebruikt werd om de rechterkanaaloever op te hogen en dat voor een deel kon infiltreren.

Opvallend is dat er voor bepaalde parameters vrij grote verschillen in concentraties voorkomen naargelang van het laboratorium dat de monsters heeft genomen en/of geanalyseerd; dit is vooral treffend voor de Fe- en NO_3^- -concentraties. Het gehalte van deze bestanddelen in de OV-buizen die het hoofddeel uitmaken van de bemonsterde buizen gelegen binnen of op de ringdijk, wijkt sterk af van dit in buizen geboord

Tabel 3.7-9 - Gemiddelde parameterwaarden van de grondwaterstalen ontnomen in het onderste of bovenste deel van de laag KZ

Parameter	Eenheid	Peilbuizen gelegen in het onderste deel van de laag KZ				Peilbuizen gelegen in het bovenste deel van de laag KZ							
						Peilbuizen buiten de ringdijk van het vliegasstort				Peilbuizen op of binnen de ringdijk van het vliegasstort			
		$\bar{X}$	N	max.	min.	$\bar{X}$	N	max.	min.	$\bar{X}$	N	max.	min.
pH	-	6,76	8	7,09	6,63	7,04	4	7,12	6,93	7,63	18	8,20	7,09
K ₂ O	µs/cm	4162	8	7430	1218	2799	4	4180	864	2150	18	3495	420
Na	mg/l	526	8	1160	42,0	409	4	694	79,0	378	3	670	28,2
K	mg/l	26,9	8	35,0	12,7	18,7	4	41,8	7,0	22,3	8	39,6	10,1
Ca	mg/l	455	8	649	163	247	4	400	81,3	194	18	302	94,9
Mg	mg/l	76,7	8	133	26,7	46,0	4	62,6	28,2	33,1	18	65,5	5,16
Fe	mg/l	24,5	8	31,1	9,90	11,5	4	22,3	4,38	5,97	13	44,0	0,03
NH ₄	mg/l	12,1	5	12,9	10,5	4,49	3	4,74	4,05	3,28	12	14,24	0,36
Cl	mg/l	1364	8	2440	313	686	4	1069	86,2	503	18	1191	10,6
SO ₄	mg/l	386	8	609	45,0	266	4	481	144	270	13	512	9,67
NO ₃	mg/l	0,35	8	0,60	0	0,41	4	0,60	0,20	8,22	18	32,4	0,23
PO ₄	mg/l	0,77	7	3,10	0,04	0,22	4	0,42	0,06	2,14	3	3,01	0,43
HCO ₃	mg/l	404	8	763	210	572	4	1085	290	363	13	875	128
F	mg/l	0,59	5	4,55	0,52	1,24	3	1,95	0,52	2,04	7	4,55	0,57
TH	° F	149	8	223	57,5	83,9	4	121	32,9	74,9	8	200	25,8

en bemonsterd door de Leerstoel voor Toegepaste Geologie. Volgens tabel 3.7-9 zijn de parameterwaarden van de peilbuizen buiten de ringdijk zelfs iets hoger.

In het algemeen zijn de pH-waarden van het verontreinigd water (diep en ondiep) vrij normaal (6,5 - 7,5); relatief hoge waarden worden echter waargenomen in de OV-buizen (7,8 - 8,2). De meeste overige parameterwaarden in het door het vliegasperkolaat beïnvloede grondwater liggen hoog tot zeer hoog wanneer men ze vergelijkt met die voor het "natuurlijk" grondwater.

Met de chemische analyses zijn ook de concentraties van een aantal metalen bepaald. Het verontreinigd water bevat relatief hoge concentraties aan Cd, Co, Cr, Ni en Pb.

De grondwaterkwaliteit in de aangevulde gronden kon worden onderzocht aan de hand van waterstalen ontnomen uit de peilbuizen OV2, OV3 en OV4.

Vergelijking met de gemiddelde waarden voor de laag KZ toont aan dat, althans in de onmiddellijke nabijheid van het stort, de verontreiniging van de aangevulde gronden nagenoeg gelijk is aan deze in het bovenste deel van de laag KZ. Een belangrijke uitzondering hierop vormt de SO_4^{2-} -concentratie : gemiddeld 897 mg.l^{-1} in de aangevulde gronden (met een maximale waarde van 2628 mg.l^{-1}) t.o.v. 270 mg.l^{-1} in de laag KZ.

3.7.4.5.2. Vergelijking met het kanaalwater

De gemiddelde parameterwaarden van het grondwater uit de laag KZ (tab. 3.7-9) werden vergeleken met de gemiddelde waarden van het kanaalwater. De verhouding, hier V_k genoemd, van de gemiddelde grondwaterkwaliteit tot de gemiddelde kanaalwaterkwaliteit is weergegeven in tabel 3.7-10.

In de diepe peilbuizen kan in vergelijking met het kanaalwater een aanrijking aan Cl^- , NH_4 en SO_4^{2-} waargenomen worden, alsook een toename van de totale hardheid. De ondiepe peilbuizen zijn gekenmerkt door een verarming van alle in tabel 3.7-10 opgenomen parameters.

3.7.4.5.3. Vergelijking met het "natuurlijk" grondwater in het gebied

Analoog als hierboven werd het gemiddeld grondwater in de laag KZ rond het vliegassstort vergeleken met het "natuurlijk" grondwater in het gebied (tab. 3.7-6). De waarden van de verhouding, hier V_n genoemd, van grondwater in de laag KZ tot niet of zeer weinig verontreinigd grondwater, zijn opgenomen in tabel 3.7-11.

De tabel geeft aan dat de kwaliteit van het grondwater in de buurt van het vliegassstort beduidend slechter is dan deze van het gemiddeld "natuurlijk" grondwater in het gebied. Het meest in het oog springend in dit verband zijn Na, Mg, Cl^- en SO_4^{2-} , afkomstig van de eluering van de vliegass en/of van het kanaalwater.

3.7.4.5.4. Vergelijking met het putwater in Oost-Vlaanderen

Op dezelfde manier werd tenslotte het gemiddeld grondwater in de laag KZ vergeleken met het gemiddeld putwater in Oost-Vlaanderen in 1983 (DIERICKX, DE BRABANDER, LABEAU & BOELEN, 1985) (tab. 3.7-12). De waarden van de verhouding, hier V_p genoemd, van grondwater tot Oost-vlaams putwater, zijn opgenomen in tabel 3.7-13. Ofschoon in de oorspronkelijke publikatie niet vermeld, mag men redelijkerwijze aannemen dat putwater in Oost-Vlaanderen gelijkgesteld mag worden met ondiep grondwater (tot ca. 30 m diepte).

Tabel 3.7-10 - Waarden van de verhouding V_K (gemiddeld grondwater in de laag KZ in de buurt van het vliegassort tot gemiddeld kanaalwater)

Parameter	Diepe peilbuizen	Ondiepe peilbuizen
pH	0,93	1,00
K ₂ O	0,76	0,45
Cl	2,07	0,90
NH ₄	1,18	0,38
T-PO ₄	0,15	0,12
SO ₄	1,12	0,78
Mg	0,75	0,39
Na	0,42	0,32
TH	1,64	0,88

Tabel 3.7-11 - De waarden van de verhouding V_N (gemiddeld grondwater in de laag KZ in de buurt van het vliegassort tot gemiddeld natuurlijk grondwater)

Parameter	Diepe peilbuizen	Ondiepe peilbuizen
K ₂ O	4,42	2,63
Na	9,60	7,18
K	1,84	1,40
Mg	5,11	2,64
Ca	3,27	1,58
Fe	3,49	1,24
NH ₄	4,34	1,39
Cl	14,89	6,49
SO ₄	5,29	3,67
HCO ₃	1,00	1,15
TH	3,43	1,83

Tabel 3.7-12 - Gemiddelde kwaliteit van het putwater in Oost-Vlaanderen in 1983 (DIERICKX et al., 1985)

Parameter		Gem.	Min.	Max.	Med.	N Result.	N > Norm
pH		7,33	4,80	10,6	7,40	544	41
K ₂ O	μS.cm ⁻¹	806	170	2450	777	543	2
KMnO ₄ c	mg.l ⁻¹	3,0	0,0	28,5	2,0	544	71
TOC	mg C.l ⁻¹	4,9	2,7	7,5	4,5	3	0
CO ₃ =	mg.l ⁻¹	0,0	0,0	0,0	0,0	4	0
TH	°F	34,4	0,0	108	33,4	543	65
TAP	°F	0,0	0,0	0,0	0,0	4	0
TAP	meq.l ⁻¹	0,0	0,0	0,0	0,0	4	0
SO ₄ =	mg.l ⁻¹	6	-	-	-	1	0
Cl-	mg.l ⁻¹	44	3	264	35	544	2
NH ₄	mg.l ⁻¹	0,453	0,000	12,6	0,040	544	95
NO ₂ -	mg.l ⁻¹	0,210	0,000	8,200	0,020	544	133
NO ₃ -	mg.l ⁻¹	63,8	0,00	954	12,8	544	238
o-P	mg.l ⁻¹	0,46	0,10	0,90	0,40	4	0
Cd	μg.l ⁻¹	0,00	0,00	-	0,00	2	0
Fe	μg.l ⁻¹	8	0	2665	0	544	2
Pb	μg.l ⁻¹	62,0	0,00	310	0,00	5	1
Zn	μg.l ⁻¹	78	-	-	-	1	0
TCCount	/ml	2121	0	10000	530	543	0
TColi	/100ml	67	0	10000	0	544	140
Ecoli	/100ml	27	0	1500	0	544	104
FStrep	/100ml	13	0	1230	0	544	87

Tabel 3.7-13 - Waarden van de verhouding V_p (gemiddeld grondwater in de laag KZ in de buurt van het vliegasstort tot gemiddeld Oostvlaams putwater)

Parameter	Diepe peilbuizen	Ondiepe peilbuizen
pH	0,92	1,00
K ₂ O	5,16	3,07
NH ₄ ⁺	26,7	8,59
Cl	31,0	13,5
SO ₄	64,3	44,7
PO ₄	1,67	2,56
TH	7,33	2,31

De parameterwaarden van het grondwater rond het vliegassort zijn merkkelijk hoger dan het gemiddeld putwater in Oost-Vlaanderen. De meest extreme verschillen zijn de NH_4^- , Cl^- en SO_4^{2-} -koncentraties.

3.7.4.5.5. Uitbreiding van de verontreiniging

3.7.4.5.5.1. De geo-elektrische profileringen

De gemeten schijnbare resistiviteiten op en naast het vliegassort zijn uitgezet met de afstand tot het centrum van het stort (fig. 3.7-10). De profileringen uitgevoerd op de ringdijken zijn afzonderlijk voorgesteld.

De indringingsdiepte van de profileringen bedraagt, gezien de kleine elektrodenafstand ($a = 10$ m) slechts enkele meters. De kleine elektrodenafstand was echter wel nodig om scherpe wijzigingen in resistiviteit te kunnen waarnemen. De metingen gebeurden dus meestal in de aangevulde gronden; ze zijn dan ook niet representatief voor de laag KZ.

De uitvoering van de profilering werd bemoeilijkt door het voorkomen van talrijke storende factoren zoals wegen, leidingen, hoogspanningsmasten e.a. Bovendien werd soms gemeten in een grintrijke ondergrond. Op deze plaatsen worden de metingen sterk beïnvloed. De toestand van het terrein liet niet toe profileringen uit te voeren in oostelijke en westelijke richting (bebouwing, autoweg).

In figuur 3.7-10 kan een aantal tendenzen waargenomen worden. Zowel in noordelijke als in zuidelijke richting liggen de gemeten resistiviteiten in de nabijheid van het vliegassort relatief laag; ze variëren respektievelijk tussen 10 en 20 ohm.m en 15 en 25 ohm.m.

Deze zone met lage resistiviteiten strekt zich uit tot

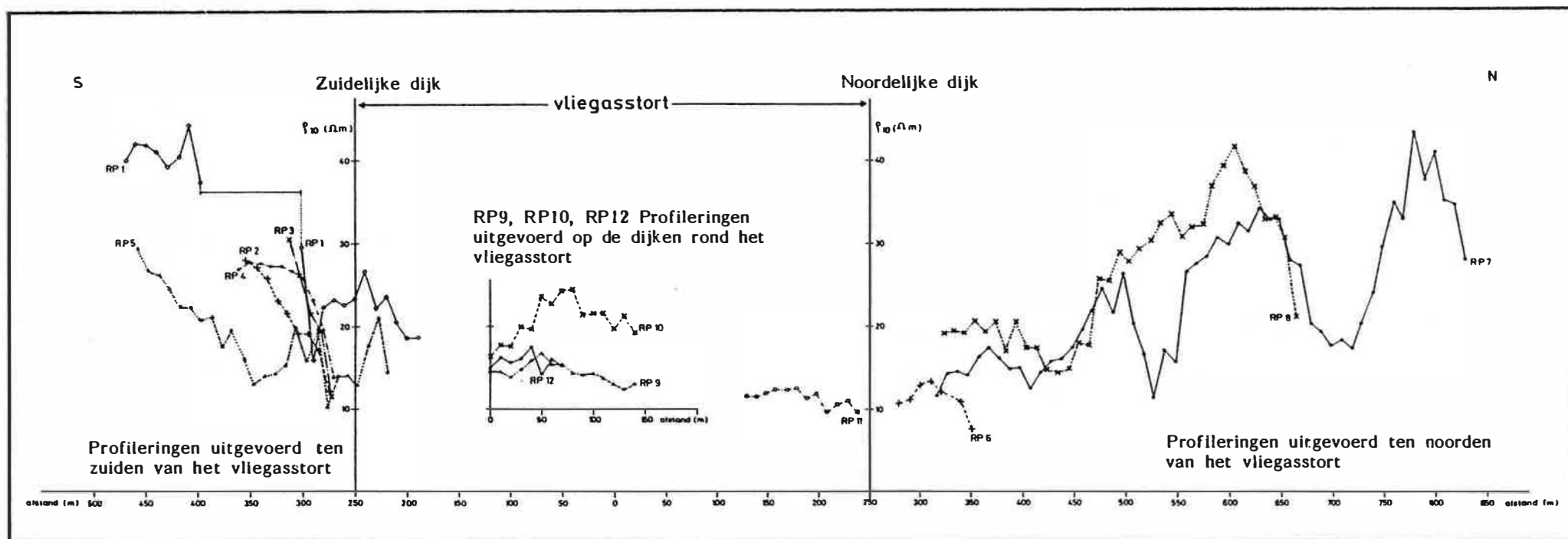


Fig. 3.7 - 10 - Geo-elektrische profileringen — schijnbare resistiviteit in functie van de afstand tot het centrum van het vliegasstort

ca. 200 m van de dijk in het noorden, doch slechts een 50-tal m in het zuiden. Verder van het vliegassort stijgen de resistiviteiten snel tot 30 à 40 ohm.m; dit wijst erop dat de ondiepe verontreiniging groter is in de nabijheid van het sort.

De profileringen uitgevoerd op de dijken rond het sort geven resistiviteitswaarden variërend tussen 12 en 25 ohm.m, met de hoogste waarden op de oostelijke dijk. De elektrische profilering uitgevoerd op het vliegassort zelf (RP11) levert resistiviteiten op van ca. 10 ohm.m.

De gemeten resistiviteiten geven aan dat het grondwater ondiep meer verontreinigd is in de onmiddellijke nabijheid van het vliegassort dan er verder van verwijderd. Deze zone kent slechts een geringe uitbreiding in zuidelijke richting, maar reikt in noordelijke richting tot ca. 200 m van de sortdijk. De enige verklaring voor deze verontreiniging is een beïnvloeding door het vliegassort.

3.7.4.5.5.2. Het resistiviteitsprofiel

Met behulp van de lange normaalopstelling werd de formatieresistiviteit ρ_t goed benaderd. Deze is functie van de resistiviteit van het materiaal waaruit de grondeeltjes zijn opgebouwd, van de resistiviteit van het poriënwater (ρ_w) en bijgevolg de zoutconcentratie, van het poriënvolume (n), de verzadigingsgraad (S_r) en van de temperatuur. Het verband tussen ρ_t en ρ_w is gegeven door de formule van ARCHIE :

$$\rho_t = F \cdot \rho_w \quad \text{met } F \text{ de formatiefactor.}$$

Is de resistiviteit van het poriënwater gekend, dan kan het totale zoutgehalte (TDS) van het poriënwater benaderd worden.

De langnormaalmetingen werden in deze studie aangewend voor de opstelling van een hydrochemische doorsnede of resistiviteitsprofiel. Dit profiel tracht een beeld op te hangen van de uitbreiding van de verontreiniging in een vertikaal vlak. Op het profiel zijn de resistiviteitsdiagrammen bekomen d.m.v. de boorgatmetingen voorgesteld, alsook de diepte van de filterelementen.

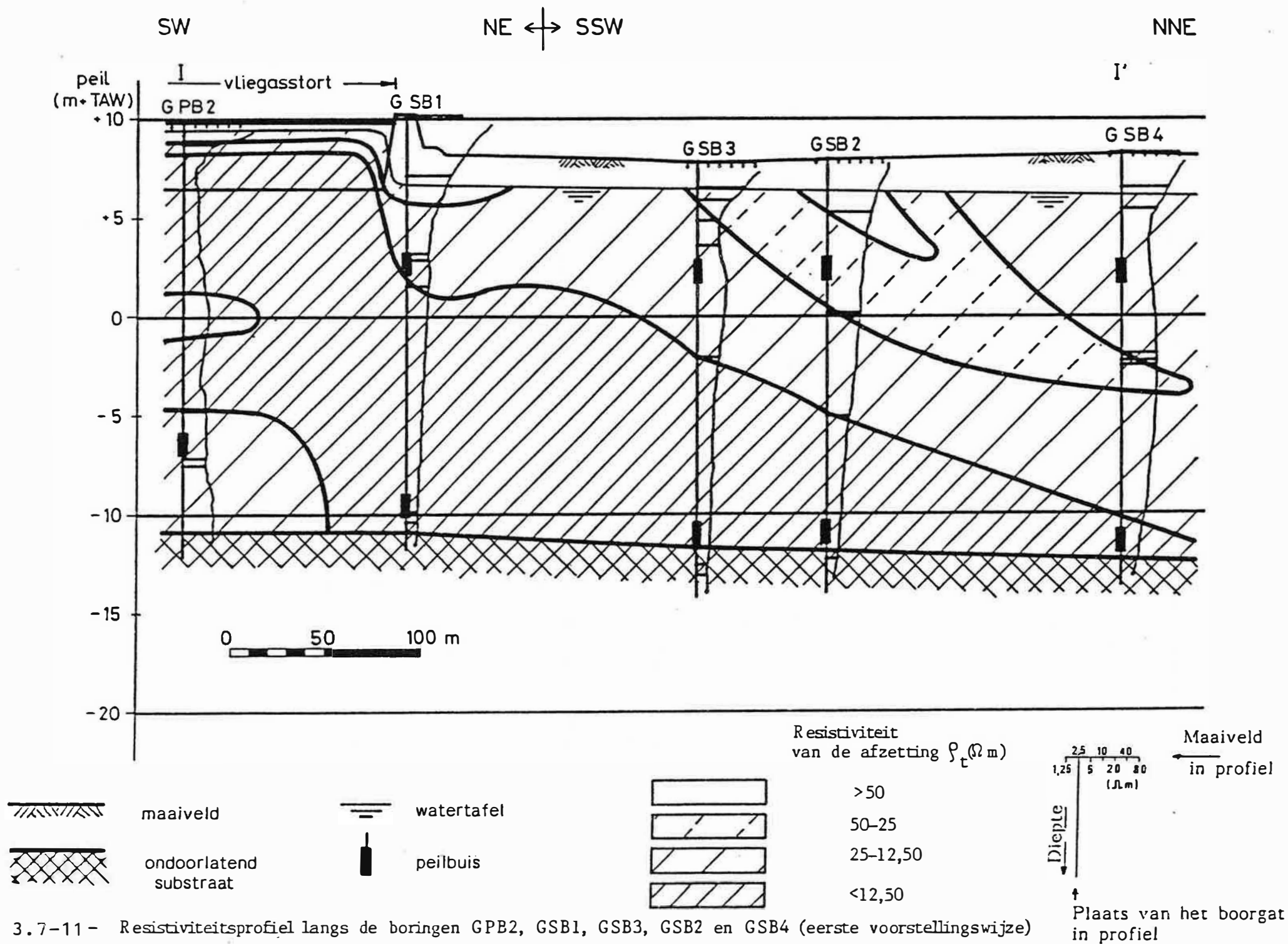
Het resistiviteitsprofiel I-I' is gelegen volgens de lijn PB2-SB1-SB4. De ligging van het profiel is aangeduid op figuur 3.7-1. Er werden twee voorstellingswijzen aangewend; ze zijn weergegeven in de figuren 3.7-11 en 3.7-12.

Op grond van het totale zoutgehalte (TDS) werd het grondwater door DE MOOR en DE BREUCK (1969) onderverdeeld in 9 klassen gaande van zeer zoet tot zout water. LEBBE & PEDE (1985) hebben deze klassificatie uitgebreid tot de formatieresistiviteit en de poriënwaterresistiviteit. Tabel 3.7-14 geeft een overzicht van de bekomen klassificatie.

Aan de hand van deze klassificatie werden op het resistiviteitsprofiel lijnen van gelijke formatieresistiviteit getekend (fig. 3.7-11); deze lijnen vallen samen met de grenzen tussen de verschillende klassen uit tabel 3.7-14.

Ter hoogte van de doorsnede kunnen in het grondwater 4 kwaliteiten onderscheiden worden; het zijn de klassen 3, 4, 5 en 6 uit tabel 3.7-14. Het meest door het stortperkolaat beïnvloede water (klasse 6) is vooral aanwezig in het onderste deel van de laag KZ; dit water strekt zich uit tot ca. 500 m van het vliegastort. Het grondwater boven deze "tong" van sterk beïnvloed water is minder verontreinigd. Weinig of niet verontreinigd water is aanwezig in een lens ter hoogte van de boring G SB2.

Opmerkelijk is de configuratie onder het stort zelf.



Het diepere grondwater is er minder gemineraliseerd dan het eigenlijke beïnvloede water. Het voorkomen van dit minder gemineraliseerd water kan wijzen op een instroming van relatief zuiver water, vermoedelijk vanuit zuidelijke richting.

In homogene storten (zoals het vliegastort) kan door de methode beschreven door LEBBE & PEDE (1985) een vast verband gelegd worden tussen hogergenoemde grootheden (ρ_t , ρ_w , TDS) en de vermengingsgraad tussen verontreinigd en niet verontreinigd grondwater. Hierbij wordt aan het stortperkolaat een waarde van 100 % toegekend, terwijl het "natuurlijk" grondwater de waarde 0% toegewezen krijgt. De vermengingsgraad, berekend volgens de hierboven vernoemde methode wordt uitgedrukt in percentages.

Het totale zoutgehalte (TDS) van het stortperkolaat (d.i. 100%) werd geschat aan de hand van de langnormaalresistiviteit; de aangenomen formatiefaktor bedraagt 4,0. De bekomen TDS-waarde bedraagt 5550 mg.l^{-1} . Voor de TDS van het niet verontreinigd grondwater (d.i. 0%) werd 800 mg.l^{-1} aangenomen.

Op grond van deze waarden bekomt men het in tabel 3.7-15 weergegeven verband tussen de formatieresistiviteit, de benaderende resistiviteit van het poriënwater, het benaderend zoutgehalte en de vermengingsgraad tussen het stortperkolaat en het omringende grondwater.

Aan de hand van de langnormaalmetingen en de percentages uit hogergenoemde tabel worden dan lijnen van gelijke vermenging getekend. Een dergelijke doorsnede is voorgesteld in figuur 3.7-12. Het beeld van de verspreiding van de verschillende kwaliteiten is gelijk aan dit verkregen met de eerste voorstellingswijze. De "tong" van sterk beïnvloed water is hier onderverdeeld in twee kwaliteiten : water samengesteld uit 50 tot 84% stortperkolaat en water bestaande uit meer dan 84% stortperkolaat. Het sterkst beïnvloede water is aanwezig in de diepste zone.

Tabel 3.7.-14- Klassificatie van het grondwater (L. LEBBE & K. PEDE, 1985)

	TDS (mg/l) (DE MOOR & DE BREUCK, 1969)	ρ_t bij 11°C (Ωm)	ρ_w bij 11° C (Ωm)
1. zeer zoet	< 200	< 200	< 50
2. zoet	200 - 400	200 - 100	50 - 25
3. matig zoet	400 - 800	100 - 50	25 - 12,50
4. zwak zoet	800 -1600	50 - 25	12,50- 6,25
5. matig brak	1600 -3200	25 - 12,50	6,25- 3,125
6. brak	3200 -6400	12,50 - 6,25	3,125- 1,56
7. zeer brak	6400 -12800	6,25 - 3,125	1,56- 0,78
8. matig zout	12800-25600	3,125 - 1,56	0,78- 0,39
9. zout	> 25600	< 1,56	< 0,39

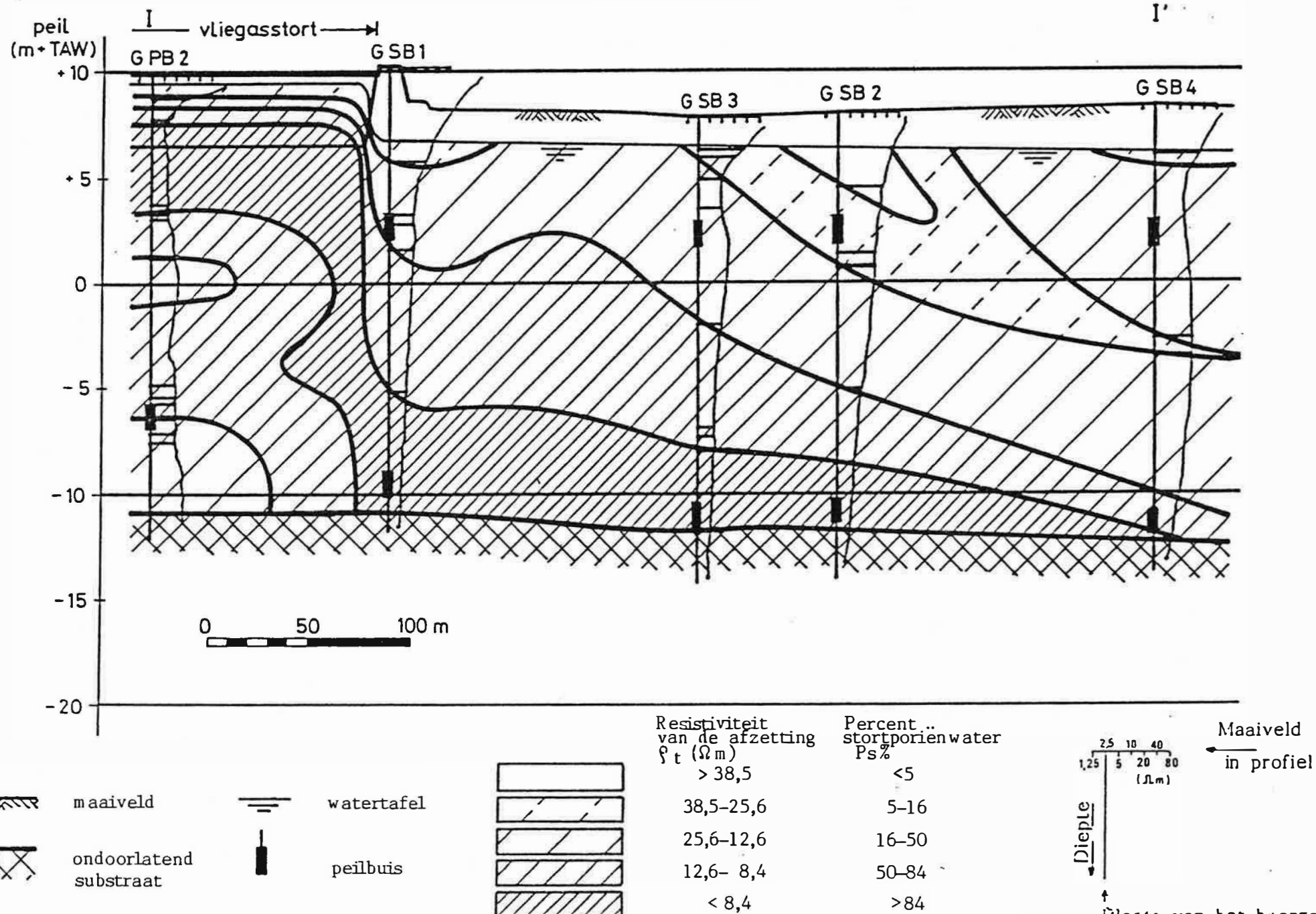
Tabel 3.7-15 - Verband tussen de formatieresistiviteit, de benaderende resistiviteit van het grondwater, het benaderend zoutgehalte en de vermengingsgraad tussen het stortporiënwater en het omringende grondwater ter hoogte van de doorsnede I I'

Percent stortperko- laat $P_s \%$	TDS (mg/l)	ρ_w bij 11°C (Ωm)	ρ_t bij 11° C (Ωm)
100	5550	1,80	7,20
99	5503	1,82	7,28
95	5313	1,88	7,52
84	4790	2,09	8,36
50	3175	3,15	12,60
16	1560	6,41	25,64
5	1038	9,63	38,52
1	848	11,79	47,16
0	800	12,50	50,0

SW

NE $\leftrightarrow$ SSW

NNE



ig.3.7-12-Resistiviteitsprofiel langs de boringen GPB2, GSB1, GSB3, GSB2 en GSB4 (tweede voorstellingswijze)

3.7.5. Evolutie van de grondwaterkwaliteit

3.7.5.1. Algemeen

Om een beter inzicht te verkrijgen in de evolutie en de ruimtelijke verspreiding van de grondwaterkwaliteit werd een mathematisch model aangewend. Het mathematisch model berekent, uitgaande van hydraulische parameters en randvoorwaarden stijghoogtekonfiguratie, het stromingspatroon en de grondwater - kwaliteitsverdeling in het studiegebied. Het biedt de mogelijkheid de evolutie van de grondwaterkwaliteit te rekonstrueren en het effect van ingrepen in het hydrogeologisch systeem van het gebied te evalueren.

Een dergelijk model houdt in dat een reeks differentiaalvergelijkingen worden opgelost. Door gebruik te maken van een computer is het mogelijk numerieke oplossings technieken toe te passen. Dergelijke berekeningen zijn tijdrovend en stellen strenge eisen betreffende rekensnelheid en beschikbare geheugenruimte van het aangewende systeem.

Het opstellen van een mathematisch model houdt in dat er een schematisering van de werkelijke hydrogeologische toestand wordt doorgevoerd. Het studiegebied wordt ingedeeld in een beperkt aantal cellen in een netwerk. Voor elke cel dienen hydraulische parameters ingevoerd te worden. In de cellen die samenvallen met de begrenzing van het gebied moeten randvoorwaarden opgegeven worden. De gekozen afmetingen van de cellen is mede bepalend voor de nauwkeurigheid van de berekende resultaten. In een eerste fase dient het model geijkt te worden. De berekende stijghoogten worden vergeleken met de veldwaarnemingen. De ingevoerde hydraulische parameters worden aangepast tot voldoende overeenstemming bereikt is.

In deze studie werd de voorkeur gegeven aan een twee-

dimensionaal kwaliteitsmodel. De simulaties gebeuren in een vertikaal vlak, zodat ook de verticale variaties van kwaliteit en stroming in het grondwaterreservoir berekend worden. Er werd gebruik gemaakt van het model van KONIKOW & BREDEHOEFT (1978) dat werd aangepast om ook densiteitsstromingen in rekening te brengen (LEBBE, 1983b). Het simulatieprogramma werd gekoppeld aan een grafisch outputprogramma dat schematische voorstellingen produceert van de berekende waterstijghoogten, snelheden en concentraties. Dit laat een snelle overzichtelijke interpretatie toe van de verkregen resultaten. Beide programma's zijn geschreven in FORTRAN IV. De berekeningen zijn uitgevoerd op het SIEMENS 7740 bedrijfssysteem van het CDR (Centraal Digitaal Rekencentrum) van de Rijksuniversiteit te Gent.

3.7.5.2. Aangewend mathematisch model

Het numeriek model simuleert het opgeloste- stoffen-transport en de dispersie in een grondwaterreservoir. Het berekent de opeenvolgende concentratieveranderingen van een niet-reaktieve (konservatieve) opgeloste stof. Het programma lost gelijktijdig twee partieel-differentiaalvergelijkingen op. De eerste vergelijking is de grondwaterstromingsvergelijking, waarbij rekening gehouden wordt met de dichtheidsverdeling. Deze bepaalt de zoetwaterstijghoogteconfiguratie. De tweede vergelijking is de opgeloste-stoffenvergelijking, die de concentratie van de opgeloste stoffen bepaalt.

De stromingsvergelijking wordt afgeleid met behulp van de uitgebreide wet van DARCY, waarin de dichtheidsverschillen verwerkt zijn, en van de continuïteitswet. Deze vergelijking wordt gediskretiseerd in een eindig-verschilnetwerk. Hierbij wordt op de verticale doorsnede van het grondwaterreservoir een netwerk gelegd dat bestaat uit rechthoekige cellen. In het centrum van de cellen wordt de zoetwaterstijghoogte berekend met behulp van de afwisselende richting-impliciet procedure. Uit de zoetwaterstijghoogten en de dichtheidsverdeling worden de

stroomsnelheden afgeleid.

De opgeloste-stoffentransportvergelijking wordt opgelost met de methode van de karakteristieken. Deze methode geeft de beste resultaten indien het transport van de opgeloste stoffen vooral konvektief gebeurt. Bij het invoeren van een geringe dispersiviteit treedt dan ook geen numerieke dispersie op, d.i. dispersie tengevolge van het rekenproces. Bij deze oplossingsmethode worden numeriek een reeks bewegende deeltjes ingevoerd. De verplaatsing van de deeltjes wordt afgeleid uit de stroomsnelheid op deze plaats. Deze techniek wordt soms de techniek van het volgen van deeltjes genoemd ("particle tracking"). Bij de aanvang van de berekening plaatst men een aantal deeltjes, elk met de aanvangskoncentratie gelijk aan deze toegekend aan de cel. De deeltjes zijn dan gelijkmatig over het netwerk verspreid. De verplaatsing van de deeltjes gedurende een bepaalde periode wordt afgeleid uit de DARCY-stroomsnelheid op de plaats van het deeltje. De duur van de verplaatsing is functie van de injectiesnelheid, de stroomsnelheid of de dispersiekoëfficiënt. Gedurende de opgegeven tijdsstap worden dan ook meerdere bewegingen uitgevoerd.

Naast het konvektieve transport tengevolge van de beweging van de waterdeeltjes is er hydrodynamische dispersie. Deze wordt bepaald door de DARCY-stroomsnelheid en het verhang in concentratie op een bepaalde plaats. De hydrodynamische dispersie omvat twee processen : de mechanische dispersie en de moleculaire diffusie.

Na iedere opgegeven tijdsstap wordt uit de bekomen concentratie het drijfvermogen afgeleid. Dit is de verhouding van het verschil tussen de dichtheid van het water met een bepaalde concentratie en de dichtheid van zoetwater tot de dichtheid van het zoetwater. Een eenvoudig lineair verband tussen de concentratie en de dichtheid wordt aangenomen.

Met het nieuwe drijfvermogen tussen de verschillende knooppunten na iedere tijdsstap wordt een nieuwe zoetwaterkonfiguratie berekend, waaruit dan een nieuw stromingspatroon berekend wordt.

3.7.5.3. Simulatie van de grondwaterstroming en de grondwaterkwaliteit met het vliegassort op het huidige peil.

3.7.5.3.1. Algemeen

De simulatie van de grondwaterstroming en de evolutie van de grondwaterkwaliteit gebeurt d.m.v. een axiaal-symmetrisch tweedimensionaal model in een verticale doorsnede. Het axiaal-symmetrisch tweedimensionaal model wordt toegepast omdat in het studiegebied de hoogste grondwaterstand onder het stort voorkomt en er aldus een "symmetrische" uitstroming van water bestaat vanuit het stort in alle richtingen.

Een dergelijke simulatie geeft een beeld van de horizontale en de verticale grondwaterstroming, alsook van de verspreiding van de verschillende grondwaterkwaliteiten. Deze parameters kunnen een grote variatie vertonen van plaats tot plaats en met de diepte.

De resultaten bekomen door de simulatie kunnen enkel als richtinggevend beschouwd worden, dit omwille van de volgende redenen :

1. de keuze van de aanvangsvoorwaarden is kunstmatig; de evolutie van het vliegassort werd overgeschematiseerd (b.v. het vliegassort is bij de aanvang van de simulatie reeds in de huidige toestand)
2. Het axiaal-symmetrisch tweedimensionaal model in een vertikaal vlak veronderstelt dezelfde toestand in elke richting rondom het vliegassort, wat niet noodzakelijk het geval is.

De verticale doorsnede loopt vanaf het centrum van het vliegassort in noordnoordoostelijke richting zoals aangegeven op figuur 3.7-13. De noordoostelijke grens wordt gevormd door de Rodenhuizeloop. De doorsnede valt gedeeltelijk samen met het resistiviteitsprofiel I-I' (cf. § 3.7.4.5.5.2.)

De simulatie heeft als doel een inzicht te verschaffen in de bestaande grondwaterstroming en de uitbreiding van de verontreiniging van het grondwater door het vliegasperkolaat. De bekomen resultaten worden vergeleken met het resistiviteitsprofiel I-I' (d.i. de waargenomen toestand,) teneinde een gepaste waarde voor de dispersiviteit af te leiden.

3.7.5.3.2. Ingebrachte gegevens

De opbouw van het eindig-verschil netwerk van het model (d.i. de rangschikking van de cellen) is afgeleid uit de litologische doorsnede A-A' (fig.3.7-2). Het model omvat 38 kolommen met een gelijke straalvermeerdering van 20 m. Hiervan zijn er 16 onder het vliegassort gelegen. Onder het vliegassort worden 11 lagen beschouwd met een gelijke dikte van 2 m. Net buiten het stort wordt het aantal lagen vermindert tot 9. Verder dan 520 m van het centrum van het stort, is het grondwaterreservoir door het lagere peil van het maaiveld opgebouwd uit slechts 8 lagen.

De ingevoerde hydraulische parameters werden bekomen d.m.v. de pompproef. De kennis van de horizontale doorlatendheid is noodzakelijk voor de meeste lagen van het grondwaterreservoir. Aan de onderste drie lagen wordt een doorlatendheid van 7 m.d^{-1} toegekend. Hierop volgen twee lagen met een doorlatendheid van 4 m.d^{-1} . Tenslotte worden nog twee of drie lagen (respektievelijk bij een totaal van 8 of 9 (11) lagen) beschouwd met een doorlatendheid van $6,6 \text{ m.d}^{-1}$.

Uit de pompproef kan bovendien afgeleid worden dat

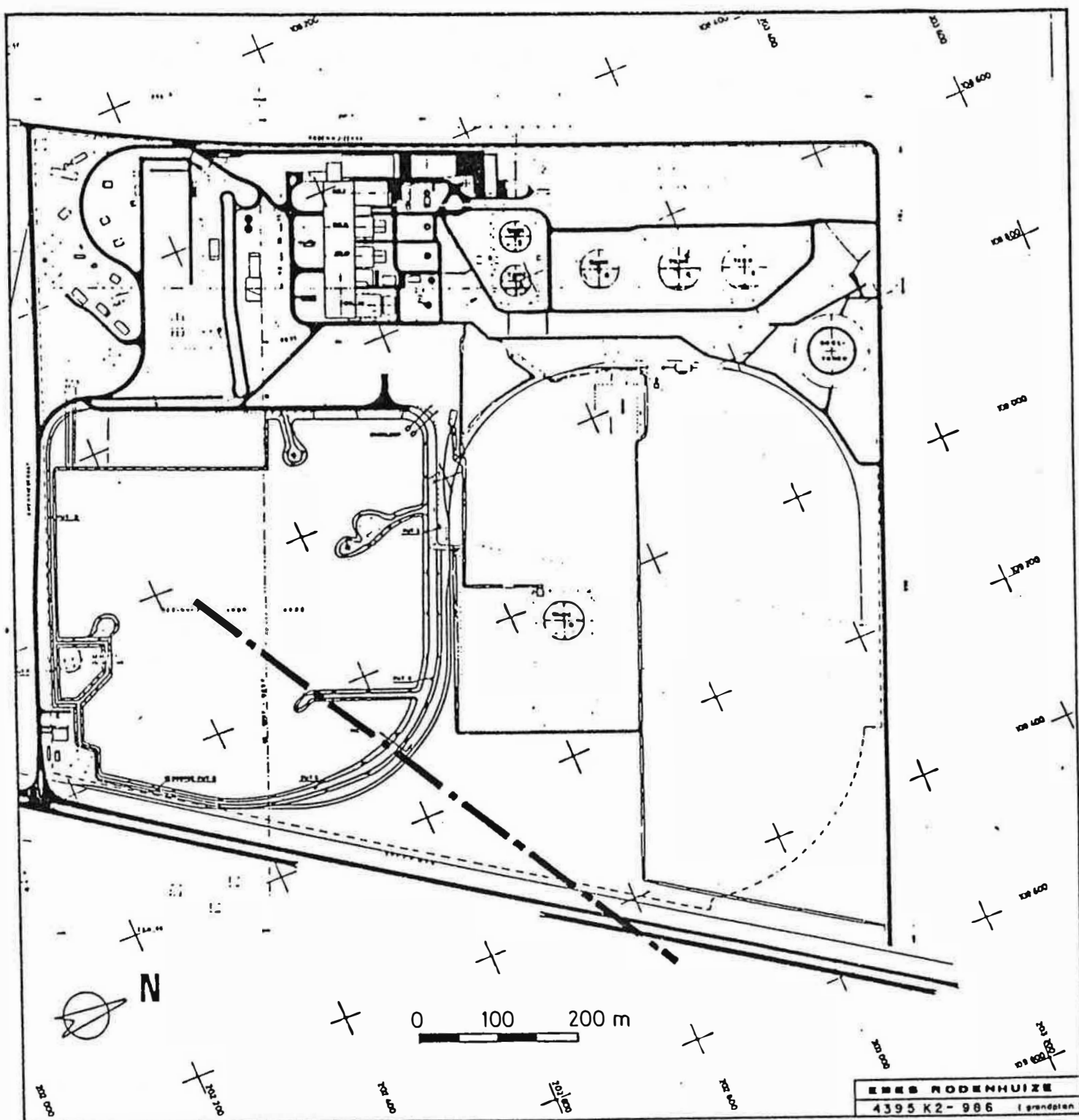


Fig.3.7-13 - Ligging van de simulatiedoorsnede

de hogergenoemde lagen anisotroop zijn voor wat betreft de hydraulische doorlatendheid. De verhouding van de verticale tot de horizontale doorlatendheid van deze lagen is 0,12; deze waarde voor de anisotropie werd in het model ingevoerd.

De lagen die het vliegassort zelf uitmaken alsook de bovenste van het grondwaterreservoir buiten het sort, vertonen vooral een verticale grondwaterstroming. Deze stroming dient in het model te worden gekarakteriseerd d.m.v. de hydraulische weerstand of de verticale doorlatendheid. De hydraulische weerstanden van deze lagen werden afgeleid uit de resultaten van de pompproef.

De horizontale doorlatendheid in het vliegassort werd berekend aan de hand van de ingevoerde waarde voor de anisotropie (0,12) en de hydraulische weerstanden tussen de verschillende lagen in het sort. De horizontale doorlatendheid van de bovenste laag van het grondwaterreservoir buiten het vliegassort werd zo gekozen dat een hydraulische weerstand van 100 d aanwezig is tussen de twee bovenste lagen.

3.7.5.3.3. De randvoorwaarden

De in het model beschouwde randvoorwaarden konden uit de veldwaarnemingen afgeleid worden. De zuidwestelijke verticale grens van het model stemt overeen met het centrum van het vliegassort, het is de as waarrond het eindig-verschil netwerk gewenteld wordt. De grens is als ondoorlatend beschouwd. Voor de noordoostelijke grens d.i. de buitengrens van het model, wordt een vaste stijghoogtegrens genomen; de ingevoerde stijghoogten zijn de gemiddelde waarden van de stijghoogten waargenomen aan de Rodenhuizeloop.

De basis van het model wordt gevormd door het ondoorlatend tertiair kleisubstraat; bovenaan wordt een vaste stijghoogtegrens aangenomen. In alle bovenste cellen onder

het vliegassort wordt één zelfde stijghoogte ingevoerd; het is de gemiddelde grondwaterstand in het stort, nl. + 8,25 (m+TAW). In de bovenste cellen buiten het stort daarentegen wordt aan elke cel een verschillende stijghoogte toegekend. De waarden zijn hier afgeleid uit stijghoogtemetingen op drie plaatsen (G SB1, G SB2 en G SB3) en uit het kwaliteits- en stromingspatroon waargenomen in het resistiviteitsprofiel I-I'.

3.7.5.3.4. De berekeningen

Bij de berekeningen wordt de aanwezigheid van twee primaire waters verondersteld. Het eerste primaire water is het regenwater dat buiten het vliegassort door de onverzadigde zone perkoleert (d.i. 100 % normaal infiltratiewater). Het tweede primaire water is het water dat doorheen de vliegassort perkoleert (d.i. 100% vliegassortporiënwater).

Bij de aanvang van de simulatie gaat men onmiddellijk uit van de randvoorwaarden van het huidige stort. Bijgevolg wordt een min of meer konstante grondwaterstroming vanuit het stort verondersteld die enkel nog kan beïnvloed worden door de veranderende dichtheidsverdeling. Deze laatste zal veranderen t.g.v. wijzigingen in de grondwaterkwaliteit (menging van beide primaire waters).

Op het aanvangstijdstip is het vliegassort volledig gevuld met 100% vliegassortporiënwater, terwijl het grondwaterreservoir volledig gevuld is met 100% normaal infiltratiewater. De berekende grondwaterstromingen resulteren dan uit de gegeven grensvoorwaarden, de hydraulische doorlatendheden en de opgegeven dichtheidsverdeling bij aanvang. De dichtheid van 100% vliegassortporiënwater wordt gelijk gesteld aan 1,005; de dichtheid van 100% normaal infiltratiewater bedraagt 1,000.

Voor het berekenen van de evolutie van de grond-

waterkwaliteit wordt de methode van de karakteristieken toegepast. Hierbij wordt de concentratie in negen deeltjes per cel van het eindig-verschil netwerk gevolgd. In opeenvolgende bewegingen wordt de ligging van deze deeltjes gevolgd en de menging berekend.

Teneinde de beweging van de deeltjes te kunnen nagaan dient de werkelijke doorsijpelingssnelheid gekend te zijn. Hierbij wordt een waterdoorlatende porositeit van 0,3 aangenomen. De duur van één beweging is afhankelijk van de maximale doorsijpelingssnelheid in het model; deze wordt bepaald door de maximale celafstand die een deeltje gedurende één beweging mag afleggen. De maximale celafstand werd gelijk gesteld aan 0,95.

De menging van de twee primaire waters bij stroming door de ondergrond is afhankelijk van de longitudinale en de transversale dispersie. De verhouding tussen beide dispersies wordt konstant op 0,3 gehouden. De waarde van de longitudinale dispersie werd proefondervindelijk bepaald. Hiervoor werden de berekeningen uitgevoerd met verschillende waarden voor de longitudinale dispersie : 0,03 m, 0,06 m, 0,12 m, 0,30 m. Na vergelijking van de berekende kwaliteitsverdeling met de waargenomen verdeling (resistiviteitsprofiel I-I') werd de beste overeenstemming bereikt met de waarde 0,12 m.

Om de 1,25 jaar wordt de grondwaterstroming opnieuw berekend, rekening houdend met de nieuwe dichtheidsverdeling die een gevolg is van de nieuwe kwaliteitsverdeling van de verschillende waters. Hierbij wordt aangenomen dat de dichtheid lineair verandert met het percentage aan vliegassortporiënwater. De verspreiding en de menging van de twee primaire waters wordt berekend voor een periode van 20 jaar of meer.

3.7.5.3.5. Resultaten

Als resultaten worden de zoetwaterstijghoogten, de grondwatersnelheden en de mengingsgraad van de twee primaire waters bekomen. De resultaten zijn voorgesteld in een verticale doorsnede voor de tijden 1,25, 2,5, 5, 10, 15 en 20 jaar (fig. 3.7-14) en de tijden 21,25, 22,5, 25, 30, 35 en 40 jaar (fig. 3.7-15).

De lijnen van gelijke zoetwaterstijghoogte op de hogergenoemde tijdstippen werden bekomen door een bilineaire interpolatie tussen de stijghoogten in de nodale punten.

De grondwatersnelheid wordt weergegeven door een vektor. Deze vektor wordt afgeleid uit de verticale en de horizontale komponent in het nodale punt. De lengte van deze componenten wordt bepaald door de snelheid te vermenigvuldigen met een arbitraire tijdsduur die hier gelijkgesteld werd aan een half jaar (182,625 dagen). Bij het tekenen van de vektoren wordt bovendien rekening gehouden met de verticale en de horizontale schaal (respektievelijk 1/250 en 1/2500).

De mengingsgraad van de twee primaire waters wordt aangegeven door lijnen van gelijke vermenging die eveneens verkregen worden door een bilineaire interpolatie tussen de waarden in de nodale punten. De vermenging wordt uitgedrukt in een percentage vliegassstortporiënwater. De respektieve percentages zijn : 99, 95, 84, 50, 16, 5 en 1.

Doorheen het vliegassstort treedt een konstante insijpeling op. De gemiddelde insijpelingssnelheid bedraagt 540 mm per jaar, met als minimale waarde 470 mm per jaar onder het centrum van het vliegassstort en als maximale waarde 570 mm per jaar aan de rand van het stort.

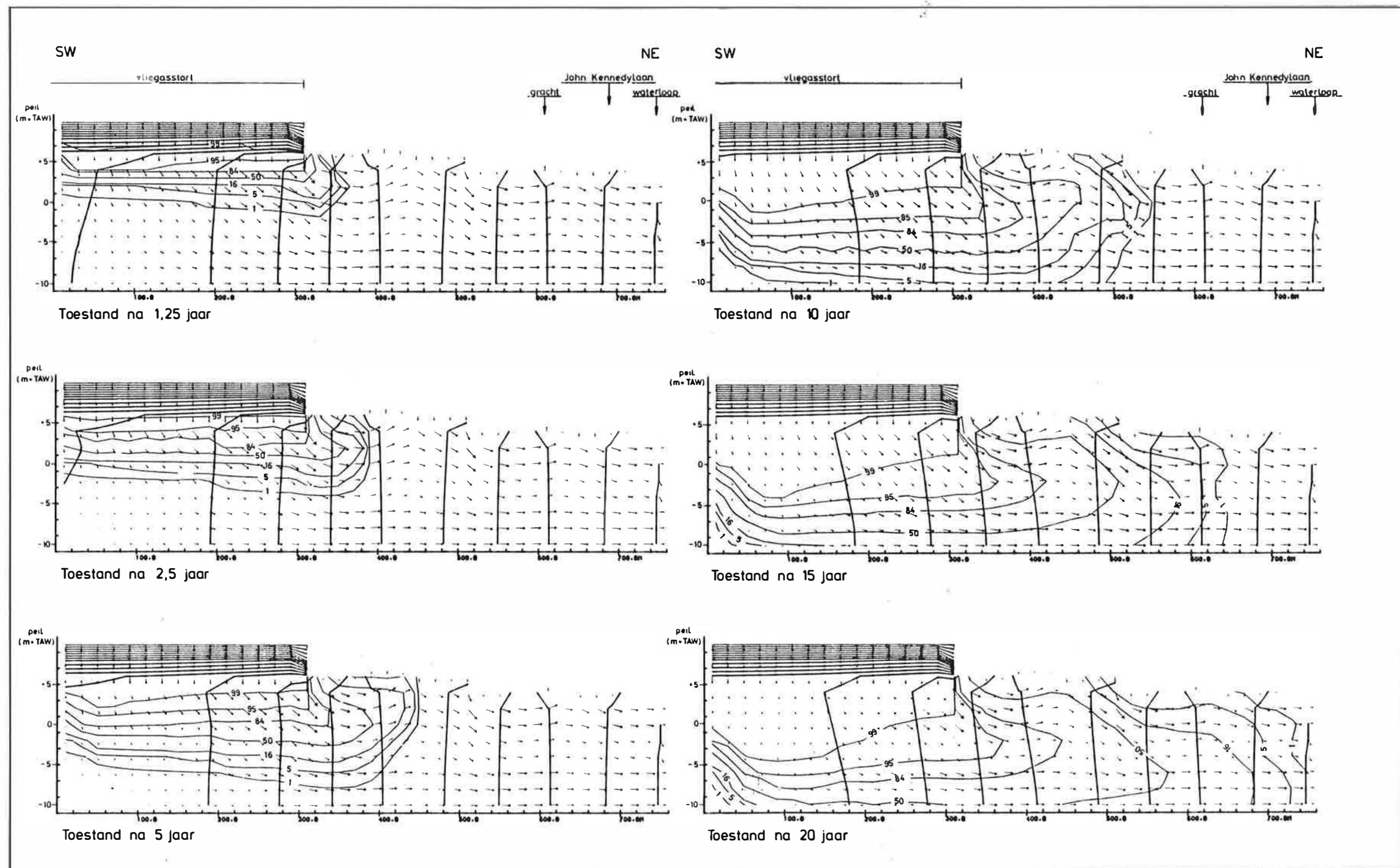


Fig. 3.7-14 - Simulatie van de evolutie van de grondwaterkwaliteit met het vliegassort op het huidig peil (0-20 jaar)

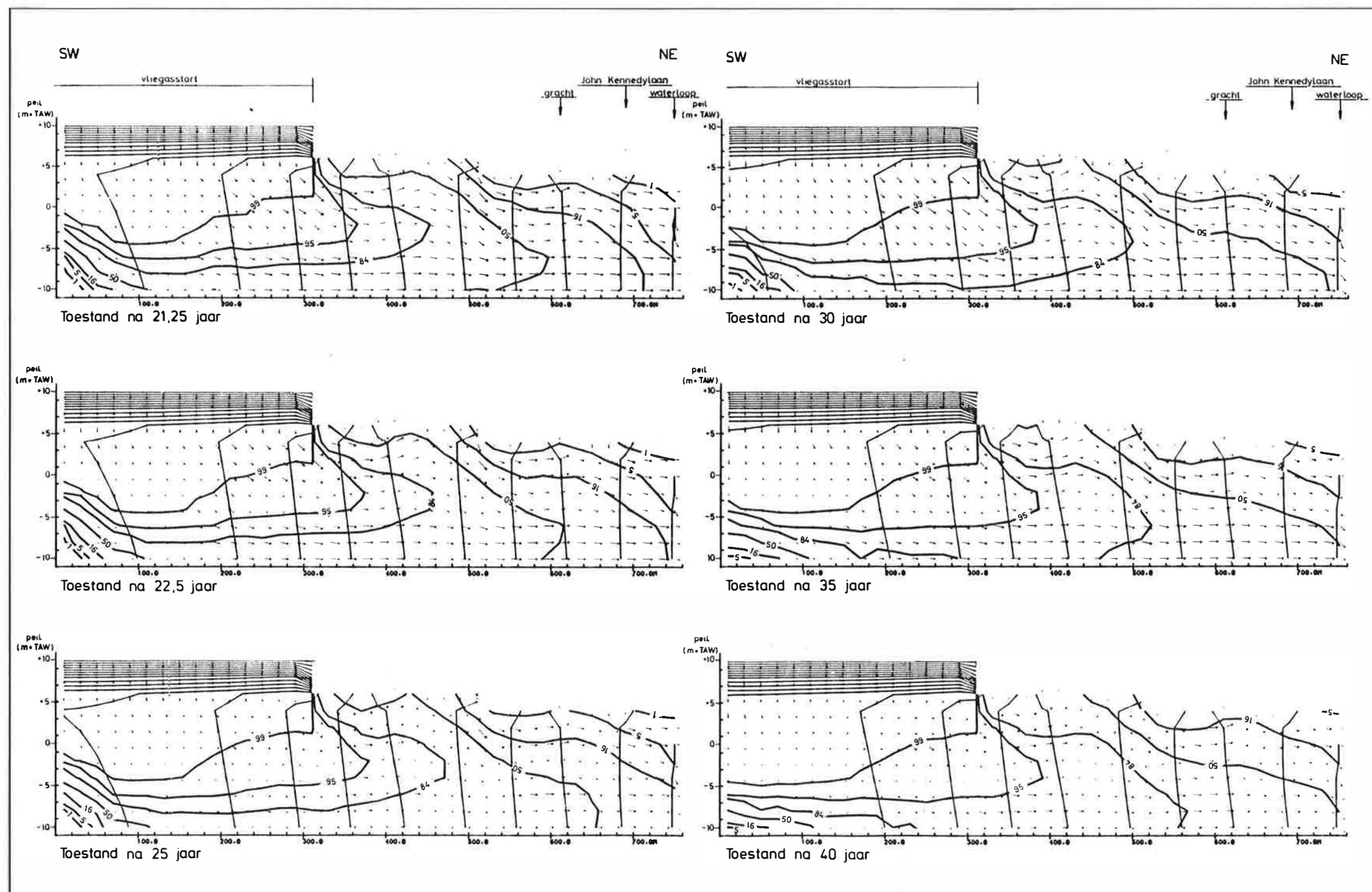


Fig. 3.7-15 - Simulatie van de evolutie van de grondwaterkwaliteit met het vliegassstort op het huidig peil (20-40 jaar)

Onder het vliegassort is de grondwaterstroming hoofdzakelijk vertikaal neerwaarts; de stroming vermindert sterk in grootte met de diepte. De zeer geringe horizontale stroming wordt steeds groter naar de rand van het vliegassort toe.

Buiten het sort is de grondwaterstroming voornamelijk horizontaal en vertrekt steeds van de zone onder het vliegassort. Door het bestaan van enkele kleine grondwatercycli kunnen echter ook kleine neerwaartse of opwaartse stromingskomponenten voorkomen. De grootste van deze cycli is aanwezig juist buiten het vliegassort. Deze verticale cyclus werd geïntroduceerd door de invoer in het model van een bepaald stijghoogteverloop om zo een overeenstemming te bereiken tussen het berekende en het waargenomen (resistiviteitsprofiel I-I') grondwaterstromingspatroon.

De evolutie van de verontreiniging van het grondwater door het vliegasperkolaat kan gevolgd worden aan de hand van de lijnen van gelijke vermenging in de verticale doorsnede. De toestand na 20 jaar zou ongeveer moeten overeenstemmen met de huidige toestand die is aangegeven in het resistiviteitsprofiel (fig. 3.7-12). De vergelijking van figuur 3.7-14 en figuur 3.7-12 wijst op een goede overeenkomst voor de lijnen van 16 tot 50% vliegassortporiënwater. Het resistiviteitsprofiel vertoont echter twee belangrijke afwijkingen ten opzichte van de met het model berekende toestand :

1. onder het vliegassort is het water relatief weinig verontreinigd;
2. de diepste zone van het grondwaterreservoir is gekenmerkt door het voorkomen van zeer sterk beïnvloed water (84% vliegassortporiënwater).

De verklaring van deze fenomenen door middel van een simulatie met matematische modellen was niet mogelijk binnen het tijdsbestek van deze studie.

3.8. Biotische omgeving

3.8.1. Biologische toestand van de oppervlaktewaters.

3.8.1.1. Algemeen

De beschrijving van de biologische toestand van het Kanaal Gent-Terneuzen en de Moervaart steunt op :

- Bestaande gegevens over de biologische kwaliteit (LAFONTAINE, 1979; ROELS & DE PAUW, 1984).
- Een beperkt onderzoek van de biologische kwaliteit in de onmiddellijke omgeving van de elektrische centrale.

Zowel de vroegere als recente studies steunen op dezelfde methode. De bemonsteringsprocedures verschillen evenwel. De vroegere gegevens zijn bekomen met bodemgrijpers (Kanaal Gent-Terneuzen) of met het handnet (Moervaart). Het recente onderzoek is uitgevoerd met kunstmatige substraten, die op vier plaatsen van 11.10.1985 tot 11.11.1985 waren opgehangen. Deze laatste werkwijze is feitelijk een aanpassing om in grotere waterlopen meer verantwoorde stalen te verkrijgen. De verwerking is in alle studies gebeurd volgens de werkwijze, nu beschreven als de Belgische norm NBN T92-402 (1984). De biologische kwaliteitsbeoordeling volgens deze methode, is gebaseerd op het voorkomen van makro-ongewervelden (kreeftjes, slakken, inktelarven, kevers, wormen...). Naarmate er minder groepen voorkomen en bepaalde indikator-organismen ontbreken, wordt de biologische kwaliteit van een oppervlaktewater als minder gunstig beoordeeld. Meestal stemt dit overeen met een minder gunstige zuurstofhuishouding.

De biologische toestand van de afvoerbeek van het vliegastort kon niet rechtstreeks worden geëvalueerd. De aanvoer van vliegassen lag tijdens het onderzoek reeds na

enige tijd stil. Wel lieten waarnemingen in de overgebleven plassen van het vliegassortiment enkele aanduidingen over de situatie toe.

3.8.1.2. Het Kanaal Gent-Terneuzen

De wanden van het kanaal bleken tijdens het recente onderzoek begroeid met groenwieren (*Enteromorpha* spp.). Als makro-ongewervelden zijn slechts kleine aantallen trilwormen (*Tubificidae*) en enkele pluimmuggelarven (*Chironomus* sp. cf. *gr. thummi*) gevonden op de kunstmatige substraten, wat de lage biotische index van 2 verklaart.

Het onderzoek van 1978-1979 (LAFONTAINE, 1979) leverde op- en afwaarts de centrale gelijkaardige, lage indexwaarden, nl. 1 of 2, op. Dit toont aan dat de biologische situatie in het kanaal sinds 1978 niet in belangrijke mate is veranderd, ofschoon het BECEWA (1983) een verbetering van de zuurstofhuishouding vermeldt.

Het kanaal vertoont globaal gezien een zeer slechte biologische kwaliteit.

3.8.1.3. De Moervaart

Tijdens vroeger uitgevoerde biologische studies (VERCAUTEREN, 1978-1979 in LAFONTAINE, 1979; ROELS & DE PAUW, 1984) is de Moervaart alleen opwaarts Mendonk onderzocht. Tussen Lokeren en Wachtebeke leverden de stalen zowel in 1978-1979 als in 1982-1983 uitsluitend organismen van zeer vervuild water op en dus lage biotische indices, nl. tussen 1 en 3. In Mendonk bleek in 1978-1979 dat de makrofauna in bepaalde perioden o.a. slakjes, wantsen en kevers bevatte, maar dat deze organismen op andere momenten, misschien na zwaardere verontreinigingen, ontbraken. Hierdoor schommelden de biotische indices van 5 in de gunstige perioden tot 3 of minder in de ongunstige.

Het recente onderzoek met kunstmatige substraten toont aan dat de huidige situatie, ter hoogte van de elektrische centrale, nauw aansluit bij deze die in 1978-1979 is vastgesteld in Mendonk. De kunstmatige substraten werden opgehangen op 11.10.1985 op volgende drie plaatsen (fig. 3.8-2):

- ca 450 m opwaarts de koelwateruitlaat (Mou)
- ter hoogte van de koelwateruitlaat (Mu)
- ca 25 m afwaarts de koelwateruitlaat (Mau).

Een tussentijdse controle op 26.10.1985 toonde :

- opwaarts de koelwateruitlaat (Mou) : een beginnende vestiging van groenwieren, slakjes en muggelarven;
- op de andere plaatsen (Mu, Mau) een sterke ontwikkeling van blauwwieren en in mindere mate rioolschimmels.

Zowel op 11.10 als op 26.10 bleek de Moervaart, ter hoogte van de centrale, niet opvallend zwaar organisch belast.

Het ophalen van de kunstmatige substraten op 11.11.1985 ging gepaard met een zeer zware organische belasting van de Moervaart vanaf Moerbeke. De kunstmatige substraten bevatten :

- opwaarts de koelwateruitlaat (Mou) noch wieren, noch makro-ongewervelden; de stenen waren bedekt met een anaerobe sliblaag.
- ter hoogte van de uitlaat (Mu) (fig. 3.8-1): massale hoeveelheden rioolschimmel waartussen bronslakjes (*Physa acuta*), waterezetjes (*Asellus aquaticus*), borstelwormen (*Naididae*, *Tubificidae*) en pluimmuggelarven (*Chironomus* sp. cf. *gr. thummi*); een dergelijke makrofauna levert als biotische index 4 op, wat op een slechte tot middelmatige biologische kwaliteit duidt.
- afwaarts de uitlaat (Mau) : massale hoeveelheden rioolschimmel met trilwormen (*Tubificidae*) en een klein aantal pluimmuggelarven; dit staal verkrijgt een biotische index van 2 wat wijst op een zeer slechte biologische kwaliteit.

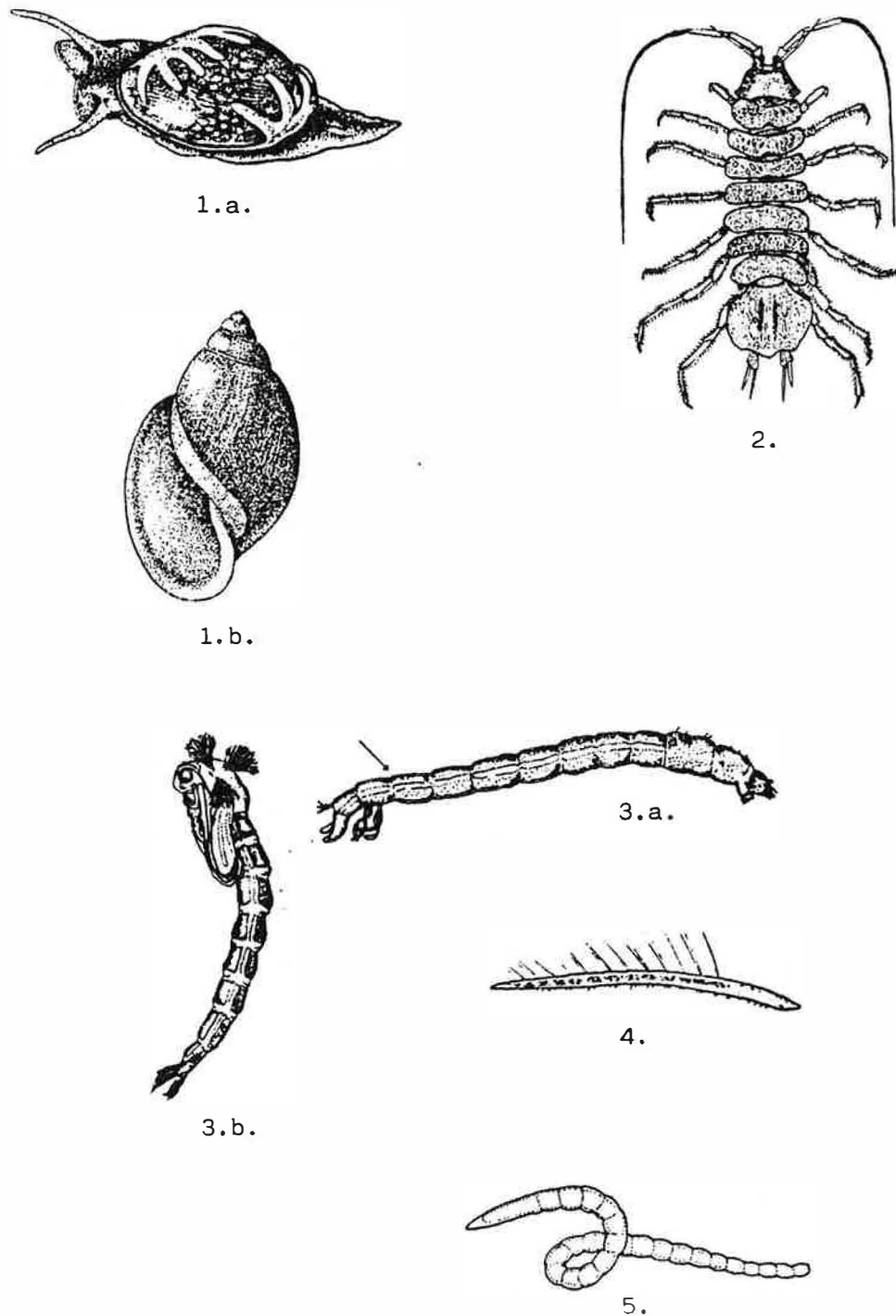


Fig. 3.8-1-Organismen die in de Moervaart ter hoogte van de koelwateruitlaat (Mu) zijn aangetroffen. 1. De bronslak (*Physa acuta*) (a. slak, b. huisje), 2. het waterezeltje *Asellus aquaticus*, 3. de larve (a.) en de pop (b.) van de pluimmug *Chironomus thummi*, 4. een borstelworm van de Naididae, 5. trilwormen (Tubificidae).

Deze evolutie toont aan dat de levensgemeenschappen in de Moervaart op de eerste plaats worden bepaald door periodieke zeer zware organische belastingen (o.a. tijdens de suikerbieten-oogst in het najaar). In gunstigere perioden kunnen meer gevoelige organismen, o.a. vanuit de zijlopen, zich tijdelijk ter hoogte van de centrale Rodenhuize en opwaarts tot in Mendonk op de wanden vestigen. Tijdens zware verontreinigingen worden zij uitgeroeid behalve in de smalle strook ter hoogte van de koelwateruitlaat. Het zuurstofrijkere koelwater laat toe dat meer zuurstofafhankelijke soorten (o.a. de bronslakjes) zich ter plaatse handhaven.

De warmere, zuurstofrijkere waterlagen blijven echter aan de oppervlakte, zodat op grotere diepten en zelfs onmiddellijk afwaarts geen of nog nauwelijks invloed uitgeoefend wordt. Zelfs in de meest gunstige perioden zijn er geen aanwijzingen dat temperatuurgevoelige soorten tot in de Moervaart doordringen. Dergelijke organismen zijn ook zeer gevoelig voor organische belastingen, die in perioden met minder vervuilingen nog steeds redelijk hoog blijven. De aangetroffen organismen blijken weinig gevoelig voor de opwarming : het voormelde bronslakje wordt massaal in de koelwatertoren zelf aangetroffen.

De Moervaart vertoont globaal een slechte tot zeer slechte biologische kwaliteit.

3.8.1.4. Huidig effect van de koelwaterlozing.

Het onderzoek over de biologische kwaliteit in het Kanaal Gent-Terneuzen, opwaarts de waterinlaat van de elektrische centrale, bevestigde dat er reeds opwaarts de centrale enkel zeer weinig gevoelige organismen voorkomen. Het geloosde koelwater heeft hierop, afhankelijk van de periode, de situatie en het geloosde debiet, een beperkt gunstige tot helemaal geen invloed.

Het onderzoek van de biologische kwaliteit in de Moervaart op- en afwaarts de uitlaat toont aan dat (cf. § 3.8.1.3.) :

- bij een geringe organische belasting van de Moervaart (periode 11.10.1985 - 26.10.1985) het warmere koelwater zorgt voor een massale ontwikkeling van blauwwieren nabij en afwaarts de uitlaat.
- tijdens zware organische belastingen in de Moervaart (periode 25.10.1985 - 11.11.1985) het warmere, zuurstofrijke koelwater de ontwikkeling van rioolschimmel en bacterien bevordert. Bovendien laat het hogere zuurstofgehalte toe dat er meer ongewervelde dieren overleven onmiddellijk nabij de uitlaat dan op- of afwaarts ervan.

De vestiging van de minder warmte-gevoelige bronslak (*Physa acuta*) in de watertoren wijst erop dat het koelwater op zichzelf minstens de ontwikkeling van een levensgemeenschap van oppervlaktewaters met een middelmatige biologische kwaliteit toelaat.

De sterke schuimvorming nabij de uitlaat en de schuimvlokken die in de Moervaart terechtkomen zijn te wijten aan de gehalten anionische detergenten en fosfaten in het geloosde koelwater (water in koeltoren bevatte op 05.11.1985 2 mg.l^{-1} anionische detergenten) Deze anionische detergenten en fosfaten zijn hoofdzakelijk afkomstig uit het Kanaal Gent-Terneuzen (anionische detergenten tot $0,7 \text{ mg.l}^{-1}$) maar worden wellicht gekoncentreerd tijdens de koelfasen. Wegens de zware vervuiling van de Moervaart tijdens de onderzoeksperiode kon er geen weerslag op de overgebleven organismen worden vastgesteld.

Het koelwater heeft dus in de huidige omstandigheden weinig of geen nadelige invloed op de aanwezige organismen in de Moervaart en het Kanaal Gent-Terneuzen.

3.8.1.5. De afvoerbeek van het vliegassort.

Deze beek werd niet rechtstreeks onderzocht. Tijdens het onderzoek zijn wel enkele waarnemingen verricht in de plassen die de afvoerbeek voeden. De aanvoer van vliegassen lag toen echter geruime tijd stil.

De plassen werden in deze periode gekenmerkt door :

- een sterke ontwikkeling van groenwieren, vooral onder de waterlijn;
- de aanwezigheid van kevers (Dytiscidae), wantsen (Corixidae) en schaatsenrijders (Gerridae).

Men kan spreken van een middelmatige biologische kwaliteit voor de afvoerbeek. Het afvloeiwatervan het vliegassort zal de huidige omstandigheden in de Moervaart niet ongunstig beïnvloeden op voorwaarde dat er voldoende bezinking en afkoeling plaatsvindt.

3.8.2. De biotische omgeving

3.8.2.1. Algemeen

De biotische omgeving is, in overeenstemming met de mogelijke invloedssferen van de elektrische centrale opgesplitst in drie ruimtelijke niveaus :

1. Het fabrieksterrein zelf;
2. De aanpalende gebieden;
3. De ruimere omgeving.

De toestand en de kwaliteit van de biotische omgeving is op de eerste plaats afgeleid van de nog niet gepubliceerde gegevens (verzameld door een team van biologen o.l.v. Dr. E. KUYKEN, RUG.) van de Biologische Waarderingskaart van België (kaartblad 14), uitgegeven door het Ministerie van Volksgezondheid en het Gezin. Deze Waarderingskaarten geven een evaluatie van de aanwezige natuur op basis van criteria zoals gaafheid, natuurlijkheid,

zeldzaamheid van de aanwezige flora- en fauna-elementen.

Deze gegevens zijn aangevuld met eigen waarnemingen op het fabrieksterrein en in de bosgebieden tussen Eeklo en Moerbeke en met informatie over de avifauna.

3.8.2.2. Het bedrijfsterrein

Het terrein omvat 4 zones (fig. 3.8-2) :

- de elektrische centrale met bijhorende woningen, parkeerterreinen, waartussen grasperken en plantsoenen (Ui)
- Een smalle bomengordel gevormd door
 - aanplantingen van canadapopulieren met een ondergroei van vlierstruiken (*Sambucus nigra*) (Lsh).
 - nabij het "Guesthouse" en de koeltoren : bosjes met vooral zomereik (*Quercus robur*) en enkele berken (*Betulus* sp.) of trilpopulieren (*Populus tremula*) (nabij de koeltoren) (Q)
- Het vliegassstort omgeven door een dijk (Ko/Ku)

Tijdens het biologisch onderzoek lag het vliegassstort, afgezien van de diepere delen, droog. Het werd achtergeenvolgens gekoloniseerd door mossen (na ca 3 weken droog) en ruderaale planten w.o. melde (*Atriplex* sp.), gekrulde zuring (*Rumex crispus*) (na ca 6 maanden droog). De overgebleven plassen bevatten groenwieren (o.a. damwieren van de Enteromorpha-groep). De vroegere wilgestruwelen zijn door de ophoging van het stort verdwenen. Aan de voet van de omgevende dijk komen zowel aan de binnenzijde als aan de buitenzijde wilgestruiken (*Salix* spp.) en massieven van grote lisdodde (*Typha latifolia*) en riet (*Phragmites australis*) voor. Het vliegassstort zelf vormt een pleisterplaats voor watervogels (FAES & KUYKEN, 1978). Tijdens dit onderzoek hielden zich o.a. bergeenden (*T. tadorna*) en wilde eenden (*Ana platyrhynchos*) op nabij de overgebleven plassen.
- Het niet gebruikte terrein is begroeid met rietgras (Pha-

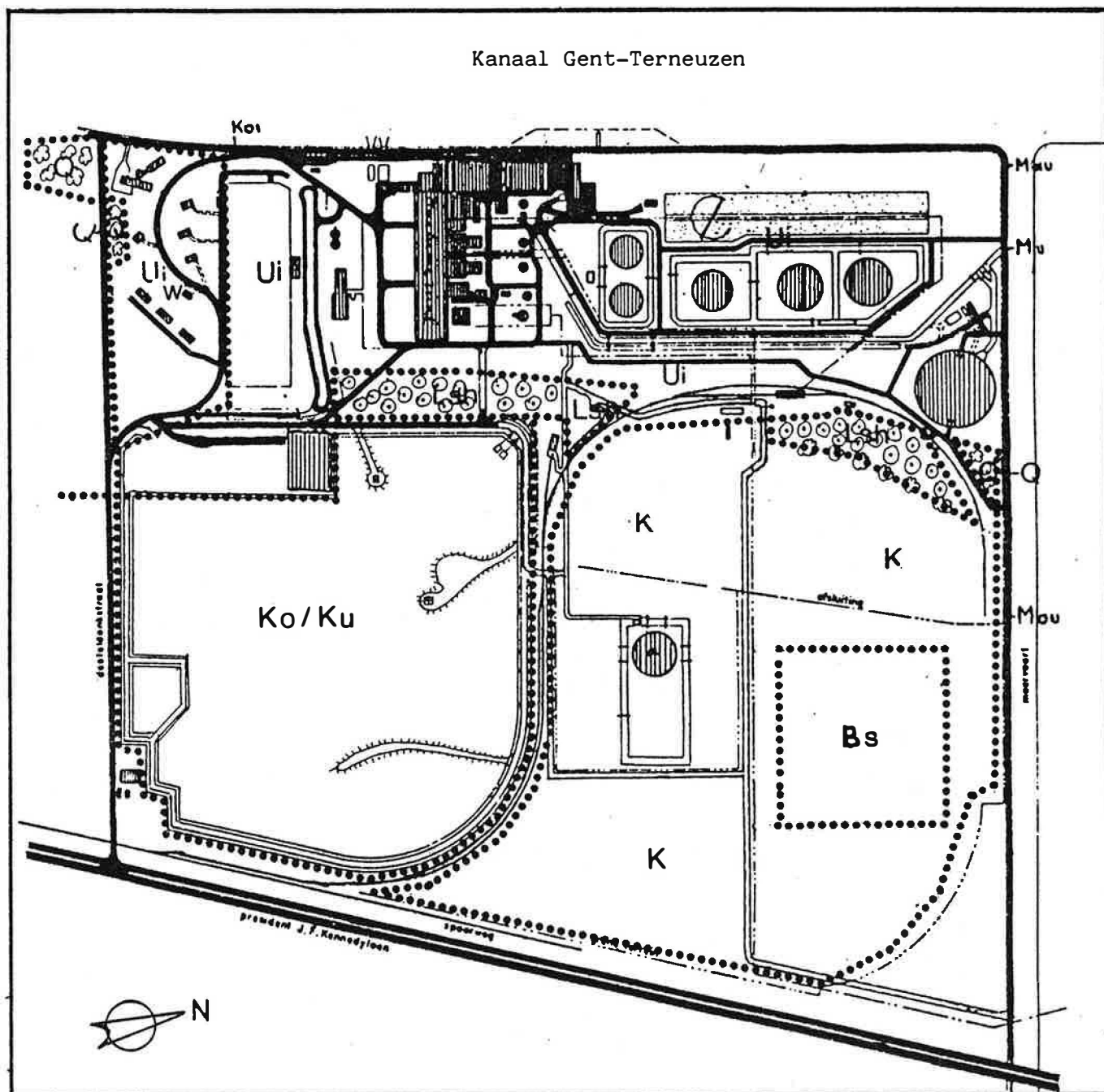


Fig.3.8-2 - Het fabrieksterrein met de verschillende zones : de centrale (Ui) met de aanpalende woningen (Uiw), de smalle bomengordels met als voornaamste bomen resp. Canadapopulieren (Lsh) en eiken, het vliegassort (Ko/Ku) en het niet gebruikte terrein (K) waarbinnen enkele landbouwpercelen (Bs) (de symbolen zijn deze gebruikt in de Biologische Waarderingskaart van België).

De ophangplaatsen van de kunstmatige substraten zijn aangeduid met Koi (Kanaal Gent-Terneuzen, opwaarts inlaat) en Mou, Mu en Mau (Moervaart resp. opwaarts de koelwateruitlaat, ter hoogte ervan en afwaarts ervan).

laris arundinacea) en, op de meer vochtige plaatsen, met zeggen (Carex spp.)(K). Enkele percelen dienen als landbouwgrond (Bs).

Het bedrijfsterrein heeft dus vooral waarde als pleisterplaats voor watervogels tijdens de trekperiodes; vooral het vliegassstort komt hiervoor in aanmerking. De begroeiing daarentegen biedt geen opvallende elementen.

Het vliegassstort leidt in de huidige situatie van de kanaalzone en in normale weers- en bedrijfsomstandigheden niet tot opvallende of zelfs zichtbare schade aan de omringende biota. Dit sluit niet uit dat er in uitzonderlijke omstandigheden (bv. zeer droge perioden) verspreiding van vliegassdeeltjes kan optreden. De daaruit voortvloeiende hinder en schade zal echter afhangen van de omvang en duur van dergelijke verstuiwingen. Meestal zal zij zeer beperkt blijven.

3.8.2.3. De aanpalende gebieden.

De aanpalende gebieden zijn :

- In het westen : het Kanaal Gent- Terneuzen en de industriële vestigingen op de linkeroever van het kanaal.
- In het zuiden : opgehoogde industrieterreinen, waarvan een deel als zandwinning wordt ontgonnen, een bedrijf voor de overslag van kolen.
- In het noorden : de Moervaart met de er langs gelegen bedrijven (overslag van granen en brandstoffen).
- In het oosten : voornamelijk landbouwgebied met verspreide bosjes en canada-aanplantingen, bomerijen, langgerekte woonkernen (o.a. Desteldonk) en lintbebouwing.

Alleen het landbouwgebied ten oosten van de centrale heeft een vooral landschappelijke waarde. Bepaalde delen, o.a. in de omgeving van Oostakker, hebben hun typisch karakter bewaard. Andere stukken hebben echter, o.a. door de bebouwing en de opge-

spoten terreinen, aan landschappelijke waarde ingeboet.

De braakliggende terreinen van het industriegebied, evenals de dokken (o.a. Rodenhuizedok) en het kanaal trekken beperkte aantallen doortrekkende watervogels aan.

3.8.2.4. De ruimere omgeving

Langsheen het kanaal loopt de industriezone door tot in Gent en tot voorbij Zelzate.

In het westen en het oosten zet het landschap met landbouwgronden, canada-aanplantingen, bomerijen en de aan-eenrijging van woonkernen en lintbebouwing zich verder.

In het noorden bevinden zich o.a. ten zuiden van Zelzate dennebossen. Zij maken deel uit van een gordel (fig. 3.8-3) van heiderestanten en (denne-)bossen, die zich uitstrekt vanaf Brugge, over Eeklo, Wachtebeke, Moerbeke tot voorbij Sint-Gillis. De begroeiing bevat nog typische elementen van de vroegere, luchtzure heidegronden : adelaarsvaren (*Pteridium aquilinum*), pijpestrootje (*Molinia caerulea*), gagel (*Myrica gale*), brem (*sarothamnus scoparius*).

De gordel met dennebossen en heiderestanten bezit nog een grote potentiële waarde. Aangepast beheer kunnen sommige delen weer omvormen tot waardevolle heide- en bosgebieden.

3.8.2.5. Huidig effect van de luchtverontreiniging

Schade aan biota door stofdeeltjes kon tijdens dit onderzoek niet worden vastgesteld. Evenmin konden duidelijke gegevens over het verband stofniveaus - schade aan biota worden verkregen.

De SO_x - en NO_x -gehalten boven Zelzate-Wachtebeke,

waartoe de door het bedrijf geloosde rookgassen aanzienlijk bijdragen, zijn ongetwijfeld verantwoordelijk voor de recent vastgestelde verzuring van het neerslagwater onder bomen in Zelzate en Wachtebeke (DUA, 1984). De bekomen resultaten tonen echter nog geen duidelijke verbanden tussen de aanwezige luchtverontreiniging en de vastgestelde verzuring. Schade aan de biota, in het bijzonder de meer gevoelige pijnbossencomplexen (cf. § 3.8.2.4.), is evenmin reeds vastgesteld.

Wel blijkt uit een vergelijking met de F.A.O.-normen dat :

- de gemiddelde SO_2 -koncentraties ten zuiden van Zelzate ($0,060 - 0,090 \text{ mg.m}^{-3}$) reeds leidt tot het verdwijnen van vele korstmossen (norm $0,010 - 0,020 \text{ mg.m}^{-3}$);
- de maximale SO_2 -niveaus die ten zuiden van Zelzate-Wachtebeke ($0,030 - 0,040 \text{ mg.m}^{-3}$) zijn vastgesteld, onder de norm ($0,060 \text{ mg.m}^{-3}$) blijven waarop zichtbare schade op de aanwezige pijnbossen kan optreden.

Andere schadelijke effecten kunnen op dit ogenblik niet worden erkend, aangezien het wetenschappelijk onderzoek hierover ofwel zeer fragmentarisch is, ofwel nog in een beginsituatie verkeert.

3.9. Geluidshinder

Geluidsmetingen werden uitgevoerd bij de normale werking van de centrale. Als apparatuur is aangevend een precisiegeluidsniveaumeter BRUEL & KJAER type 2204 konform de Belgische Norm C97-121, gecontroleerd met een BRUEL & KJAER pistonphone type 4220. (°)

De eerste meting vond plaats op 25.10.1985 tussen 10 h en 12h30. De groepen 2 en 3 waren in bedrijf en er was een beperkte aktiviteit van de koeltoren. Er was geen tot een zeer matige oostenwind bij helder

(°) De metingen werden uitgevoerd door het erkend laboratorium voor Elektromagnetisme en Acustica (Prof. J. Van Bladel) van de RUG.

zonnig weer.

De tweede meting gebeurde op 31.10.1985 tussen 9h50 en 12h. De groepen 3 en 4 waren in werking, evenals de koeltoren. Er was geen tot een matige zuidenwind bij een bewolkte hemel. Er werden geen kolen verhandeld; groep 1 was immers niet ingeschakeld. Toevallige geluidsbronnen werden buiten beschouwing gelaten.

De ligging van de meetpunten is aangeduid op figuur 3.9-1. De meetpunten zijn :

- MP1; MP2; MP3 : rechtover het midden van de transformatoren (TR) behorende bij de groepen 2, 3 en 4 op de rand van de rijbaan en het grasveld voor de transformator.
- MP4; MP5; MP24: rechtover deze transformatoren op het grasveld aan de refter.
- MP6; MP7; MP25: op de rijbaan, onder de schoorstenen (S) behorende bij de groepen 3, 2 en 4.
- MP8; MP9; MP26: op het grasveld tussen de tanks 1 en 2 en de schoorstenen.
- MP10; MP11; MP12; MP13 : in de omgeving van de koeltoren
 - MP10 : voor de loopbrug van de waterval
 - MP11 : aan de omheiningspoort
 - MP12 : aan de kolentransportband
 - MP13 : onder de koeltoren, naast de pompen
- MP14 : tussen het kolenpark en tank 4
- MP15; MP16; MP19; MP20; MP21; MP22 : op de terreingrens langsheen het kanaal Gent-Terneuzen en de Moervaart
 - MP15 : aan de garage
 - MP16 : aan de watervang
 - MP19 : aan de portiersloge
 - MP20 : halfweg het kolenpark

- MP21 : aan de samenvloeiing van kanaal en vaart
- MP22 : aan de uitgang achter de koeltoren
- MP17; MP18 : op de rijbaan aan de rand van de bezinkput
- MP23 : in het woonpark

De meetresultaten zijn samengevat in tabel 3.9-1.

Enkele opvallende verschillen tussen de metingen van 31.10.1985 en 25.10.1985 zijn :

- vermits G2 op 31.10.1985 niet werkt, daalt het niveau in MP1, MP6, MP7 en MP8. Daarentegen stijgt het niveau in MP3 en MP17 omdat G4 in bedrijf is.
- In de buurt van de koeltoren worden door de werking ervan verhoogde niveaus waargenomen (MP11, MP13, MP22).
- In MP20 werd een daling vastgesteld die vermoedelijk te wijten is aan het schaduwefekt op G4 van het kolenpark en tank 1.
- Alhoewel G4 in MP3 meer lawaai veroorzaakt dan G2 en G3 in hun overeenkomstige punten MP1 en MP2, is hiervan in de buurt van de refter (MP24) weinig of niets te merken.

3.10. Ioniserende straling

3.10.1. Stookolie en hoogovengas

Bij de verbranding van stookolie en hoogovengas komen er geen radioactieve stoffen vrij.

3.10.2. Steenkool

Steenkolen bevatten, zoals alle gesteenten, sporen van radioactieve elementen. In de literatuur wordt ook melding gemaakt van stralingsbelasting door kolencentrales (McBRIDE, MOORE, WITHERSPOON & BLANCO, 1978). De vermelde dosissen zijn echter zeer laag (enkele

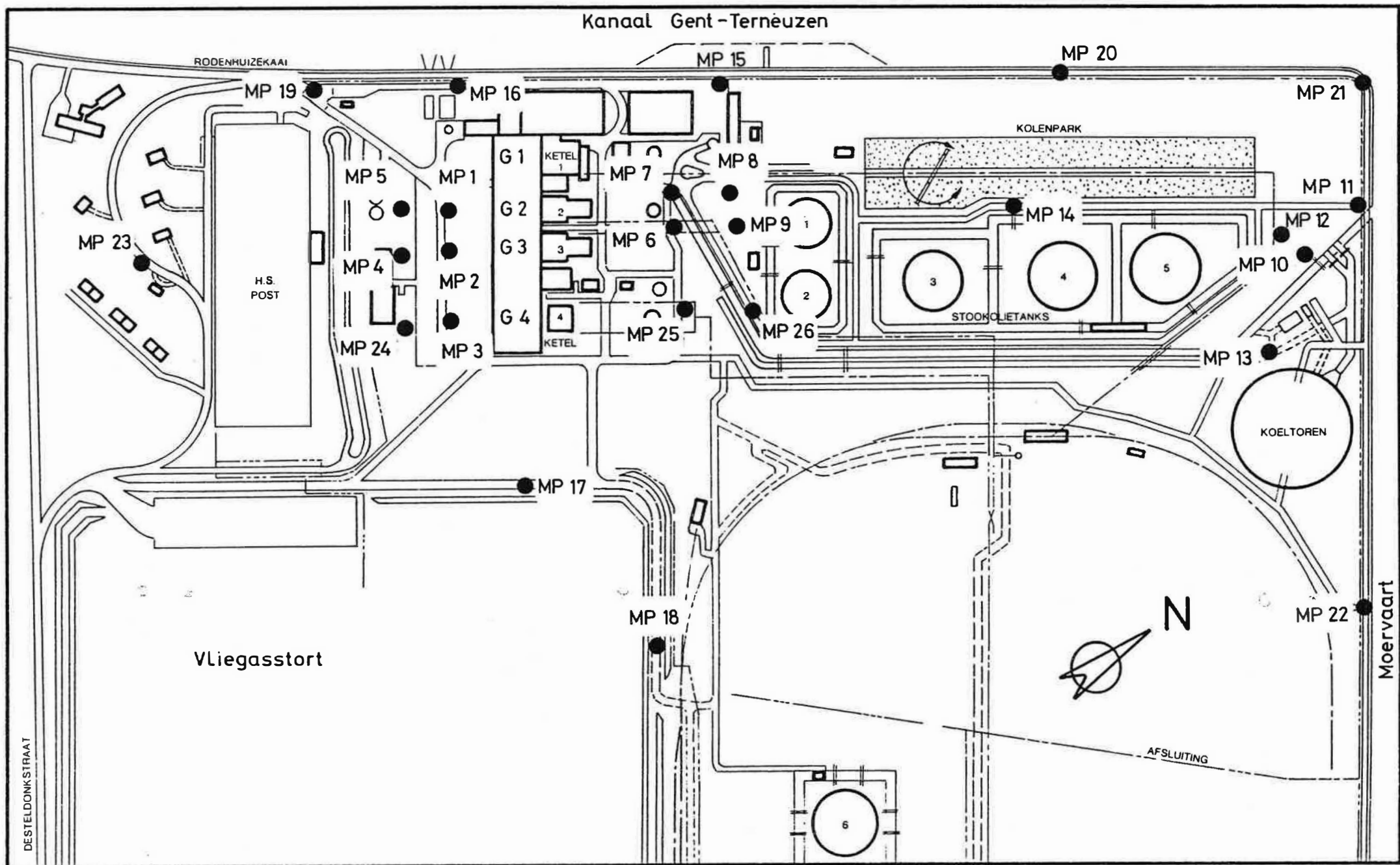


Fig. 3.9-1 - Geluidsmmeetpunten

Tabel 3.9-1 - Resultaten van de geluidsmetingen op 25.10.1985
en 31.10.1985

Meet- punt	geluidsniveau (dBA)		Opmerkingen
	25.10.85 G2 + G3	31.10.85 G3 + G4	
MP1	62,5	60,5	
MP2	63	63,5-64	
MP3	57,5	73,5-74	
MP4	62	63,5	in lijn met MP2
MP5	60,5	60-60,5	in lijn met MP1
MP6	76-77	73-75,5	
MP7	75,5-76	68-70	
MP8	68	65,5-66,5	in lijn met MP7
MP9	65,5	65,5-66,5	in lijn met MP6
MP10	71	70	
MP11	59,5	62	
MP12	62	62,5	
MP13	70,5	74,5	25.10.85 : beperkt actief
MP14	52	52	
MP15	62	61-62	
MP16	57	56	31.10.85 - N.V. Gist & Spiritusfabrieken Bruggeman duidelijk waarneembaar.
MP17	60	60-62	
MP18	55	53	
MP19	56	55	
MP20	57-58	51-52	ter vgl. : onderhoudswerken : tot 68 dBA scheepvaart: 66 dBA verkeerslawaaier-linkeroever : 56 dBA
MP21	59-61	59	lawaaierherkomst : Scheepswerfen van Langerbrugge
MP22	55	59-60	geruis van koeltorenwater
MP23	50	51,5-52	
MP24		61,5-62	in lijn met MP3
MP25		76-77	
MP26		65,5-66	in lijn met MP25

mrem op 50 jaar voor een centrale van 1000 MW).

In § 5.9 wordt de verspreiding van de radionukliden na ombouw besproken.

3.11. Visuele impact

De visuele impact van de centrale moet gezien worden in het kader van de Gentse kanaalzone, die zeer sterk geïndustrialiseerd is. De konstrukties die men vanop enige afstand waarneemt zijn de ketels, met vooral de schoorstenen, en de koeltoren.

4. VOORSTEL TOT OMBOUW VAN GROEP 4 EN PLANNING IN DE CENTRALE RODENHUIZE

4.1.Brandstoffen

Na de ombouw bekomt men het volgend brandstoffenpa-
troon :

- groep 1 : steenkool
- groep 2 : fuel E en hoogovengas
- groep 3 : fuel E en hoogovengas
- groep 4 : steenkool en hoogovengas

De samenstelling van fuel E en hoogovengas vindt men in tabel 3.1-3, hun stookwaarde in tabel 3.1-6. Als referentiesamenstelling voor de kolen na de ombouw worden de waarden uit tabel 4.1-1 aangenomen.

Tabel 4.1-1 - Referentiesamenstelling voor de kolen en hun stookwaarde na de ombouw

Bestanddelen	%
Water	10
As	18
Koolstof	66,3
Zwavel	0,9
Anderen	4,8
Stookwaarde (MJ.kg ⁻¹)	24,5

4.2. Het produktieprogramma na ombouw

4.2.1. Jaarproduktie

Als produktie voor groep 1 kan het gemiddelde van deze in 1982, 1983 en 1984 aangenomen worden. Deze groep zal in de toekomst zo goed mogelijk benut worden om het verbruik van fuel E zo laag mogelijk te houden.

Op basis van de belastingsverdeling in het net, de evolutie van het elektriciteitsverbruik in 1986 en de kostprijs per kWh wordt de produktie van het park Rodenhuize centraal door CPTe bepaald. De verdeling in de centrale Rodenhuize over de verschillende groepen voor het jaar 1986 is opgenomen in tabel 4.2-1.

Om de brutoprodukties in tabel 4.2-1 te bepalen zijn de specifieke verbruiken voor de groepen 1, 2 en 3 uit § 3.1.3. overgenomen. Als richtcijfer voor het specifiek verbruik voor groep 4 na ombouw is $9,2 \text{ MJ.kWh}^{-1}$ aangenomen.

Voor het produktiejaar 1986 zijn de volgende vaststellingen opmerkenswaardig :

- de brutoproduktie van de centrale is in 1986 ongeveer dezelfde als in 1984 (46% i.p.v. 49% van de maximaal mogelijke produktie of 2.700.000 MWh i.p.v. 2.900.000 MWh)
- de nodige warmte wordt voor ca. 59% geleverd door kolen en voor ca. 40% door hoogovengas. Zware fuel E komt slechts voor ca. 1,5% tussen in de warmteproduktie en dient enkel nog om hoogovengas in de ketels 2 en 3 te kunnen verstoren;
- de groepen 2 en 3, met fuel E en hoogovengas hebben nog

Tabel 4.2-1 - Produktiekenmerken en brandstoffeninzet voor een productiejaar na de ombouw.

Groep	Termisch vermogen (10 ³ GJ)	Brandstof		Bruto productie	
		Soort	verbruik (t of 10 ³ Nm ³)	(10 ³ MWh)	(%)
1	7.252	Kolen	296.000	767	66
2	1.837			200	17
	184	Fuel E	4.650		
	1.653,5	HOG	564.500		
3	1.837			195	17
	183	Fuel E	4.650		
	1.653,5	HOG	564.500		
4	14.135			1.536	63
	7.480	Kolen	305.000		
	6.655	HOG	2.271.000		
Centrale	25.061			2.698	45,5
(58,8%)	14.732	Kolen	601.000		
(1,5%)	367	Fuel E	9.300		
(39,7%)	9.962	HOG	3.400.000		

slechts een kleine jaarbelasting, ongeveer 17%;

- de hoeveelheid zware fuel E voor 1984 is grotendeels vervangen door een equivalente hoeveelheid kolen.

4.2.2. De piekbelasting na ombouw (1986)

Indien het in de toekomst nodig is de vier groepen op vollast te laten werken, wordt het hoogovengas ($400.000 \text{ Nm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, hetzelfde als in 1984) uitsluitend in de groepen 2 en 3 verstoekt, waardoor de hoeveelheid fuel E tot een minimum beperkt wordt. De groepen 1 en 4 verstoren dan uitsluitend steenkool. Deze nominale bedrijfstoestand is schematisch weergegeven in tabel 4.2-2.

De vergelijking van de piekbelasting vóór en na de ombouw (tab. 3.1-7 en 4.2-2) toont aan dat op het niveau van de warmteproductie de substitutie van fuel door kolen zeer groot is. De warmteproductie door hoogovengas is dezelfde. Vóór de ombouw wordt er bij pieklast 61% door fuel en 20% door kolen geleverd, terwijl na de ombouw de situatie omkeert, 61% door kolen en 20% door fuel.

4.3. Voorstel tot ombouw van groep 4

4.3.1. Technische uitrusting

In dit gedeelte wordt een beperkt overzicht gegeven van de werken die nodig zijn voor de ombouw van groep 4. Het verbranden van kolen vergt meer infrastructuur dan het verbranden van vloeibare en gasvormige brandstoffen.

De voornaamste aanpassingen betreffen de bouw van een kolenbehandelingsinstallatie (transport- en maalketen) en het plaatsen van een elektrostatische ontstoffer.

Tabel 4.2-2 - Piekbelasting in de centrale Rodenhuijze na ombouw

Groep	Termisch vermogen (GJ.h ⁻¹)	Brandstof		Bruto elektrisch vermogen (MW)
		Soort	verbruik (t.h ⁻¹ of 1000 Nm ³ .h ⁻¹)	
1	1225	Kolen	50	130
2	1225			133
	639	Fuel E	16,1	
	586	HOG	200	
3	1225			130
	639	Fuel E	16,1	
	586	HOG	200	
4	2570	Kolen	105	279
Centrale	6245			672
	3795 (60,7%)	Kolen	155	
	1278 (20,5%)	Fuel	32,2	
	1172 (18,8%)	HOG	400	

Branders moeten worden vervangen en kolenbranders bijgeplaatst. Om het nominaal vermogen van de ketel te behouden moeten de vuurhaard en de verdampingsoppervlakken vergroot worden.

4.3.2. Transport, overslag en stockage van brandstoffen

De aanvoer van fuel en hoogovengas blijven dezelfde als voor de ombouw.

De hoeveelheden zware fuel E worden echter drastisch gereduceerd (tab. 4.2-1) zodat het transport per lichter op nul valt.

De kolenhoeveelheden verdubbelen tot ongeveer 600.000 t per jaar. Het vervoer van kolen tussen de Antwerpse en Gentse kolenterminals verdubbelt bijna tot iets meer dan twee treinen per werkdag.

De stockage van kolen in het bestaande kolenpark zal opgevoerd worden tot ongeveer 80.000 t. Aan het kolenpark wordt essentieel niets gewijzigd.

In het verleden zijn, door middel van termografie, plaatsen vastgesteld waar de temperatuur van de kolen hoger is dan de omgevingstemperatuur. Dit heeft in de voorbije vijftien jaar nooit aanleiding gegeven tot rookontwikkeling of zelfontbranding. Met de kolen die normaal gestockeerd werden, deden er zich geen problemen in verband met stofontwikkeling voor.

4.3.3. Kolenbehandeling

4.3.3.1. Transport naar de kolenbunkers

De transportinstallatie wordt ter hoogte van het einde van het kolenpark uitgebreid met 4 transportbanden die de kolen, opgenomen door het scheprad, naar de ruwkolenbunkers zullen voeren. Het debiet bedraagt 1.000 t.h^{-1} .

4.3.3.2. Tijdelijke opslag

De kolen worden tijdelijk opgeslagen in drie ruwkolenbunkers, elk met een capaciteit van 800 t.

4.3.3.3. Breekmolens

Elk van de drie bunkers kan een kolenmolen voeden. Elke kolenmolen voedt acht branders. De maalkapaciteit van elke molen bedraagt 40% van het benodigde kolendebiet voor het volle vermogen.

De molens zullen van het verticale type zijn, uitgerust met rollen of "galets". Het drogen van de kolen gebeurt in de molen door middel van primaire lucht van 200 tot 300 °C. Dezelfde lucht transporteert de gemalen kolen naar de branders. De molens zijn uitgerust met een selektor met regelbare fijnheid.

4.3.4. De verbrandingsketel en de branders

4.3.4.1. De ketel

De vuurhaard wordt naar beneden toe verlengd om de verdamper te vergroten. De oppervlakte van de warmtewisselaars (oververhitters en herverhitters) worden aangepast.

Onderaan de ketel wordt de vloer van de vuurhaard omgebouwd om de evacuatie van de bodemas toe te laten.

4.3.4.2. Branders

Een gedeelte (12) van de bestaande gemengde branders wordt weggenomen uit de voor- en achtermuren. De nieuwe kolenbranders (24) worden geïnstalleerd in de twee zijwanden in drie lagen van acht branders. De branders zijn gemengde branders kolen/stookolie. Het stookoliekanon is centraal geïnstalleerd. De aanvoer van kernlucht, wervellucht en sekundaire lucht kan afzonderlijk ingesteld worden. Op die manier wordt gestreefd naar een optimale verbranding met geringe afgifte van NO_x en onverbranden.

4.3.5. Rookgassenbehandeling

4.3.5.1. Recirkulatie

Een deel van de rookgassen wordt terug in de ketel gevoerd om de warmteuitwisseling met de konvektieoppervlakken te beïnvloeden. Deze gassen worden aangezogen aan de uitgang van de elektrofilter, vóór de schoorsteen. Dit heeft als voordelen dat er geen ontstoffers voor de ventilatoren moeten worden voorzien en dat de ventilatoren geen stofbelasting krijgen.

4.3.5.2. Luchtvoorverwarmer (LUVO)

Het onderste deel van de LUVO dat nu uit pyrex pijpen, gevat in teflon, bestaat, moet worden vervangen. Door de stofbelasting zou de erosie de glazen pijpen snel doen bezwijken.

Het lage temperatuursgedeelte van de LUVO zou kunnen vervangen worden door :

- een bijkomend deel gietijzer zoals de bestaande hogetemperatuursgedeelten;
- een kleine rotatieve, regeneratieve LUV0;
- een regeneratief systeem met een tussenmedium zoals bijvoorbeeld water.

De te kiezen oplossing zal hoofdzakelijk door de prijs bepaald worden, mede door de soepelheid waarmee men de temperatuur in de koudste delen van de LUV0 in de hand kan houden om corrosie te vermijden. Het oppervlak van de LUV0 zal zo gekozen worden dat de uiteindelijke schoorsteen-temperatuur rond 105 tot 115°C komt.

4.3.5.3. Ontstoffers

De elektrische ontstoffers zullen geplaatst worden na de luchtvoorverwarmers (zgn. koude ontstopping) en zullen het volledige rookgasdebiet moeten kunnen verwerken. De temperatuur waarop de rookgassen in de ontstoffers binnenkomt zal liggen tussen de 105 en 115 °C. Na de ontstopping wordt een maximaal stofgehalte van 120 mg.Nm⁻³ beoogd.

4.3.6. Verwijdering van bodemas en vliegias

Er worden twee soorten vliegiasafvoer voorzien :

- een droge pneumatische vliegiasafvoer naar een silo, zodat de vliegias beschikbaar is voor bulktransport;
- een natte hydraulische vliegiasafvoer naar het bestaande vliegiasstort.

De bodemassen vinden zonder enige moeite afnemers in de cementindustrie en in de wegenbouw.

5. IMPACT NA DE OMBOUW

5.1. De maatschappelijke impact

5.1.1. De economische impact

De ombouwwerken vereisen een belangrijke bijkomende investering. Een dergelijke ombouw is economisch belangrijk. De totale investering van de ombouw wordt op 2,541 miljard BF geraamd. Een afschrijvingstermijn van 10 jaar en een intrestvoet van 12%, leidt tot een annuïteit van 17,7% of 450 miljoen BF afschrijving per jaar.

De inzet van 305.000 t kolen per jaar in ketel 4, komt overeen met een warmtehoeveelheid van 7.480.000 GJ per jaar. Zonder ombouw moet deze door zware fuel geleverd worden.

De investering moet gekompenseerd worden door de verminderde brandstofkosten van kolen. Het evenwicht wordt bereikt bij een prijsverschil, tussen fuel E en kolen, van ongeveer 60 BF per GJ. Voor elk bijkomend prijsverschil van 10 BF per GJ, dus boven de 60 BF per GJ, wordt een kostenvermindering van 75 miljoen BF per jaar gerealiseerd. Indien het prijsverschil tussen fuel en kolen zich situeert rond 90 BF per GJ dan is er een overeenstemmende kostenvermindering van ongeveer 225 miljoen BF per jaar, wat een gunstige economische inbreng betekent.

5.1.2. De sociale impact

5.1.2.1. De aktiviteit bij de werking van de centrale

5.1.2.1.1. De tewerkstelling op de centrale

Zonder de ombouw van groep 4 wordt verwacht dat de groepen 2, 3 en 4 minder elektriciteit gaan produceren. Er wordt enkel voldoende fuel aangewend om het hoogovengas behoorlijk te verstoken en de pieklast in het verdeelnet te helpen dekken. Dit zal een weerslag hebben op de tewerkstelling.

De huidige tewerkstelling op de centrale is gemiddeld ongeveer 305 personen waarvan 273 EBES-personeelsleden en 32 personeelsleden van derden, niet gelijkmatig over het jaar gespreid. Zonder de ombouw wordt de tewerkstelling van EBES-personeel op 223 en van personeel van derden op 32 begroot.

Bij een ombouw van ketel 4 wordt verwacht dat de tewerkstelling door EBES behouden blijft en dat er gemiddeld 7 personen van derden meer op de centrale zullen werken. Houdt men bovendien rekening met een multiplikatie-effekt van de rechtstreekse tewerkstelling van ongeveer 1,5, dan kan het globale verschil in continue tewerkstelling tussen ombouw en geen ombouw begroot worden op 85 personen.

5.1.2.1.2. Diensten door derden

De normale werking van de centrale vereist diensten van derden evenals toevoer van allerlei materialen.

Zonder ombouw worden de jaarlijkse leveringen van afgewerkte materialen op het huidig niveau van 94 miljoen BF per jaar behouden. Met de ombouw daarentegen wordt een stij-

ging van 19% verwacht.

De aanvoer en het lossen van de brandstoffen loopt zonder ombouw met 20% terug, van 575.000 t tot 457.000 t (fuel en kolen). Bij ombouw stijgt de tonnemaat met ongeveer 6%. De vervoerswijze verandert echter volledig, het transport met lichters valt bijna op nul, terwijl het vervoer per spoor bijna verdubbelt.

5.1.2.2. De tewerkstelling bij de ombouw

De ombouwwerken van groep 4 zijn belangrijk; het budget is ca. 2,5 miljard. De transformatie van groep 4 zal globaal ongeveer 610 manjaar vereisen, waarvan 325 manjaar in Rodenhuize. Een manjaar bedraagt 1.750 werkuren. De verdeling ziet eruit als volgt :

- studiebureel : 37 manjaar;
- bouw : 114 manjaar;
- mechanische apparatuur : 392 manjaar;
- elektrische en elektronische apparatuur : 67 manjaar.

Deze tewerkstelling wordt over ongeveer 2,5 jaar gespreid.

Het direkt werkvolume van 610 manjaar wordt nagenoeg volledig in het land gepresteerd. Rekening houdend met een multiplikatie-effekt van 1,5 resulteert dit in een globaal pakket van 915 manjaar. Voor de regio is er naast een gedeelte van direkte werkgelegenheid, ook nog een belangrijke fractie van de indirecte werkgelegenheid zoals b.v. onderaanneming en activiteiten in de horecasektor.

5.2. Lucht

5.2.1. Algemeen

Bij de evaluatie van de emissie- en immissietoestand na de omschakeling van fuel naar steenkool voor de groep 4 worden twee verschillende scenario's beschouwd :

- scenario "1986", gebaseerd op een realistische prognose van het brandstofverbruik en de jaarproduktie per groep.
- scenario "vollast", waarbij verondersteld wordt dat de vier groepen kontinu aan volle capaciteit werken. Dit laat toe de maximale milieu-impact te berekenen, alhoewel een dergelijke situatie zuiver hypotetisch is en in de praktijk quasi nooit zal optreden.

5.2.2. Emissies

5.2.2.1. Brandstofverbruik

De geplande werkingsvoorwaarden per groep zijn voor de beide scenario's samengevat in tabel 5.2-1. Voor de groepen 2, 3 en 4 werden deze gegevens medegedeeld door EBES. Het regime van de groep 1 daarentegen blijft behouden. Rekening houdend met het feit dat deze groep uitsluitend op steenkool zal werken, wordt het jaarlijks brandstofverbruik voor het scenario "1986" berekend op basis van de gemiddelden van de warmteproduktie en van het aantal diensturen voor de periode 1982 - 1984.

De gegevens in tabel 5.2-1 gelden enkel op jaarbasis. Een dagcyclus voor elk van de groepen is zelfs niet bij benadering gekend. De voorziene totale netto-elektriciteitsproduktie na de ombouw is ca.11% lager dan in 1982 zodat reeds zonder brandstofomschakeling de emissietoestand zou verbeteren. In figuur 5.2-1 wordt de procentuele bijdrage van elk van de brandstoffen tot de totale warmteproduktie (GJ per jaar) per groep

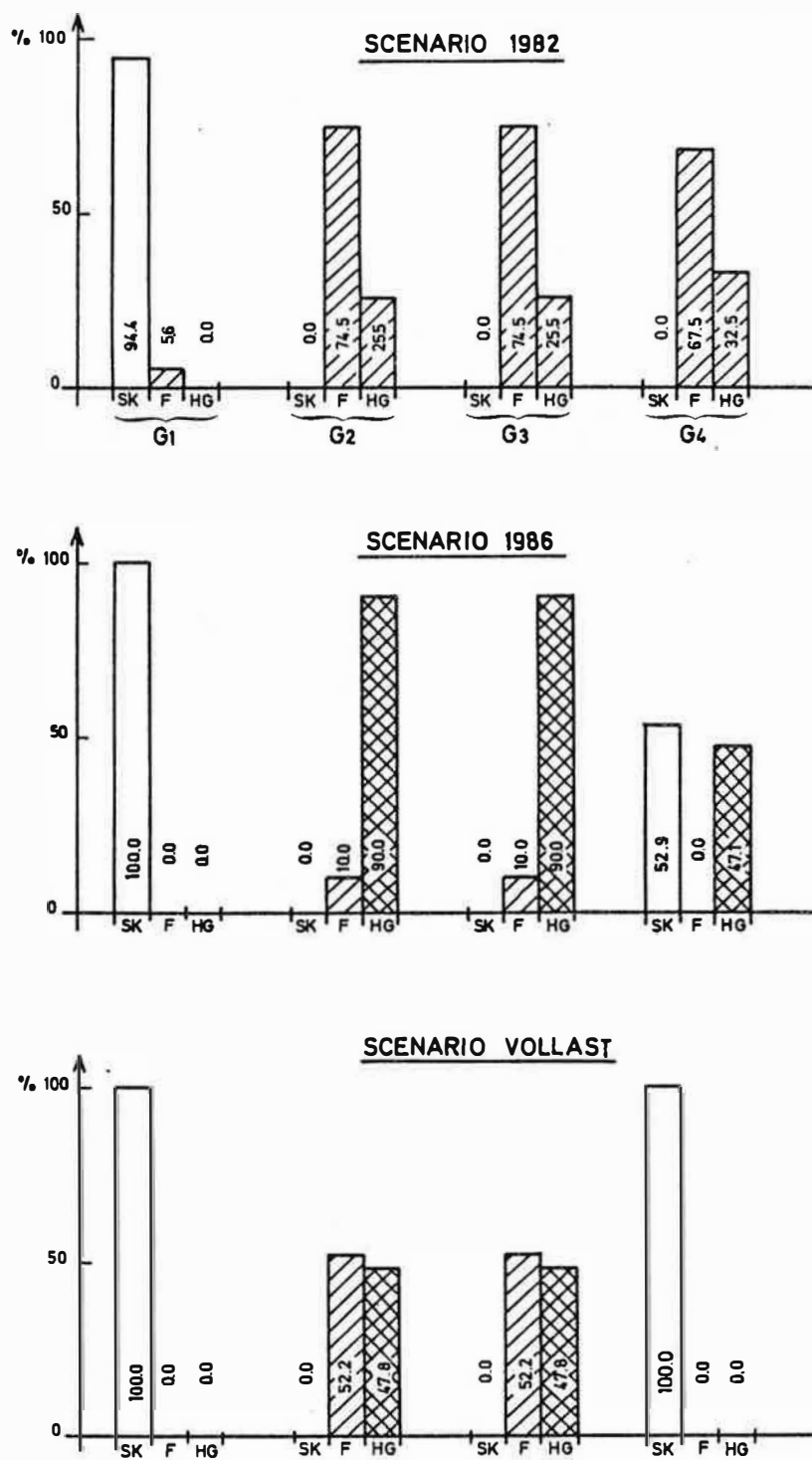


Fig. 5.2-1 - Vergelijking van de bijdragen van de diverse brandstoffen tot de totale warmteproductie vóór en na de ombouw

vergeleken voor de beide scenario's na de ombouw en de situatie in 1982. Van de vroeger gebruikte vloeibare brandstoffen blijft enkel nog fuel E over. Deze wordt steeds samen met hoogovengas verstoekt. Bovendien wordt opgemerkt dat de samenstelling van het brandstofpakket voor de groepen 2 tot 4 verschilt naargelang gemoduleerd of bij vollast gewerkt wordt.

5.2.2.2. Massastroom van de kontaminanten : emissieprognose

De berekening van de toekomstige massastromen van de diverse kontaminanten wordt gelimiteerd door een aantal onzekerheden betreffende de samenstelling van de diverse brandstoffen en de efficiëntie van de bestaande en geplande elektrofilters. Vanwege het gebrek aan akkurate gegevens is het bovendien onmogelijk enige variabiliteit voor deze parameters te simuleren zodat noodgedwongen gemiddelde waarden gehanteerd moeten worden. De gemiddelde samenstelling van de voorziene brandstoffen is samengevat in tabel 5.2-2 en is gebaseerd op gehalten gemeten in de thans gebruikte brandstoffen.

De rookgasontstoffingsefficiëntie van 98% voor de groep 1, die reeds gehanteerd werd voor de bestaande toestand, blijft behouden terwijl deze voor de groep 4 vastgelegd wordt op 99,5%, zoals gegarandeerd wordt door de konstrukteur. Voor de groepen 2 en 3, die uitsluitend fuel E en hoogovengas verwerken, zijn geen elektrofilters voorzien.

In tabel 5.2-3 worden de te verwachten jaarlijkse massastromen voor het scenario "1986" per groep vergeleken met deze in 1982. De gebruikte gemiddelde emissiefactoren zijn gelijk aan deze vermeld in tabel 3.3-2 (cf. § 3.3.2.2.). De massastromen voor continue werking bij vollast worden niet geëvalueerd vermits een dergelijke situatie in dit opzicht helemaal niet realistisch is.

Voor de groep 1 is de voorziene netto-elektriciteits-

Tabel 5.2-1 - Prognose van de werkingsvoorwaarden na de ombouw

		G1	G2	G3	G4
scenario "1986"	Brandstof :				
	- steenkool (t.h^{-1})	41,6	-	-	46,9
	- fuel E (t.h^{-1})	-	1,55	1,55	-
	- hoogovengas ($10^3 \text{Nm}^3 \text{h}^{-1}$)	-	188	188	349
	Diensturen	7115	3000	3000	6500
	Netto-productie (MWh) ⁽¹⁾	788961	199500	199500	1534500
scenario "vollast"	Brandstof				
	- steenkool (t.h^{-1})	49,9	-	-	104,6
	- fuel E (t.h^{-1})	-	16,2	16,2	-
	- hoogovengas ($10^3 \text{Nm}^3 \text{h}^{-1}$)	-	200	200	-
	Diensturen (2)	5932	1500	1500	5500

(1) op jaarbasis

(2) voor een netto-productie gelijk aan deze voor het scenario "1986"

Tabel 5.2-2 - Gemiddelde samenstelling van de brandstof na de ombouw.

Brandstof	% H_2O	% as	% S	% C
Steenkool (nat gewicht)	10,0	18,0	0,9	66,3
Fuel E	-	-	3,5	87,0
Hoogovengas	-	-	-	22,7

Tabel 5.2-3 - Vergelijking van de jaaremissies voor de scenario's "1982" en "1986" (gemoduleerde werking)

Kontaminant	Eenheid	G1			G2			G3			G4			Totaal van de groepen		
		1982	PROG.	Δ%	1982	PROG.	Δ%	1982	PROG.	Δ%	1982	PROG.	Δ%	1982	PROG.	Δ%
stof*	ton	976	905	-7	51	10	-80	57	10	-82	281	233	-17	1365	1159	-15
lood*	kg	50	39	-22	24	2,3	-90	27	2,3	-91	131	10	-92	233	54	-77
SO _x (als SO ₂)	ton	7168	5054	-29	2433	317	-87	2755	317	-88	13208	5203	-61	25564	10891	-57
CO	ton	136	118	-13	10	0,9	-90	11	0,9	-91	53	122	+132	209	242	+16
CO ₂	10 ³ ton	851	719	-16	350	484	+38	393	484	+23	2326	2628	+ 13	3920	4315	+10
NO _x (als NO ₂)	ton	2551	2160	-15	466	114	-75	524	114	-78	2594	2514	- 3	6136	4902	-20
KWS	ton	52	44	-15	27	48	+77	30	48	+57	190	235	+24	299	375	+25
aldehyden	ton	2,0	0,7	-64	4,8	0,5	-90	5,4	0,5	-91	26	0,8	-97	39	2,4	-94
F ⁻ (als HF)	ton	62	59	-6	5x10 ⁻³	5x10 ⁻⁴	-90	5x10 ⁻³	5x10 ⁻⁴	-91	26x10 ⁻³	60	x2300	62	119	+90
Cl ⁻ (als HCl)	ton	449	421	-6	2	0,2	-90	2	0,2	-91	9	433	x 46	462	854	+85

* efficiëntie elektrofilter = 98% voor groep 1; = 99,5% voor groep 4.

produktie na de omschakeling bijna 10% lager dan in 1982 zodat onafhankelijk van de samenstelling van het brandstoffenpakket de emissies van alle kontaminanten zullen afnemen. Dit verklaart de daling met 6 à 7% voor de lozingen van stof, F^- en Cl^- die bij de verbranding van uitsluitend steenkool geacht worden toe te nemen vermits deze componenten nagenoeg uitsluitend geassocieerd zijn met de anorganische fraktie in kolen. Voor de overige kontaminanten varieert de emissievermindering van 13% tot 64% wat volledig te wijten is aan het feit dat er geen fuel meer in het brandstoffenpakket is opgenomen.

De verbetering van de emissietoestand is het meest uitgesproken voor de groepen 2 en 3. Een daling met een faktor 5 tot 10 wordt vastgesteld voor alle kontaminanten met uitzondering van CO_2 en KWS, waarvoor de emissies met 20 tot bijna 80% toenemen, afhankelijk van de groep. Dit is ondermeer een gevolg van de produktievermindering, respectievelijk met 27 en 32% ten opzichte van 1982 voor de groep 2 en 3, doch vooral van de partiële substitutie van fuel door hoogovengas dat in het algemeen minder milieubelastend is (cf. fig.5.2-1).

De ombouw van groep 4 naar steenkool resulteert in een aantal belangrijke verschuivingen van de massastromen. De op het eerste zicht onverwachte vermindering van de stofuitworp, die bij steenkoolverbranding normaliter zou toenemen, is te wijten aan het in rekening brengen van een hypotetische elektrofilterefficiëntie van 99,5% terwijl in het vroegere fuel/hoogovengas-regime geen rookgasontstopping aanwezig was. De drastische vermindering van de lood- en aldehyde-emissies, respectievelijk met een faktor 13 en 30, heeft uiteraard te maken met het feit dat er voor groep 4 geen fuelverbruik meer voorzien wordt. Dit, samen met het lager zwavelgehalte in de steenkool, heeft uiteraard ook een gunstig effect op de SO_x -uitworp die met ca 60% gereduceerd wordt.

De ombouw heeft nagenoeg geen invloed op de jaarlijkse NO_x -emissie. Voor de overige kontaminanten CO , CO_2 en KWS stijgen de emissies in min of meerdere mate terwijl de toename voor F^- en Cl^- spectaculair is. Dit laatste is zoals reeds eerder werd aangegeven eigen aan de verbranding van steenkool en aksentueert de uitzonderlijk lage emissies van deze kontaminanten bij gebruik van fuel en/of hoogovengas.

Algemeen kan besloten worden dat de ombouw van groep 4 en de daarmee gepaard gaande veranderingen in de samenstelling van de brandstoffenpakketten van de groepen 2 en 3, resulteren in een significante vermindering van de totale emissies voor de meest belangrijke kontaminanten stof, SO_x en NO_x .

In de EEG-richtlijn van 15.04.1983 wordt voor grote stookinstallaties (termisch vermogen $> 50 \text{ MW}$) een voorstel geformuleerd met als doel de totale jaaremissies van stof, SO_x en NO_x uiterlijk tegen 31.12.1995 te verminderen, repektievelijk met 40%, 60% en 40% ten opzichte van de situatie in 1980. In dit kader wordt in tabel 5.2-4 de gunstige evolutie geschetst van de jaaremissies van de bovenvermelde kontaminanten vanaf 1980 tot na de ombouw. Daaruit blijkt dat de streefcijfers voor SO_x en NO_x in de praktijk haalbaar zijn. Voor de stofemissies daarentegen is dit met het vooropgestelde brandstofverbruik niet het geval. Dit is vooral te wijten aan de bijdrage van de groep 1 die na de ombouw bijna 80% uitmaakt van de totale jaarlijkse stofuitworp. De geleidelijke reductie van de SO_x en NO_x -lozingen door de centrale Rodenhuize is toe te schrijven, enerzijds aan de substitutie van zware fuel door steenkool en hoogovengas en anderzijds aan de vermindering van de totale bruto-elektriciteitsproduktie in de loop der jaren ten gevolge van de toenemende utilisatie van kerncentrales.

Tabel 5.2-4 - Evolutie van de jaaremissies van stof, SO_x en NO_x door de centrale Rodenhuize.

Kontaminant	1980	1982		1984		prognose (1)	
	t	t	Δ% (2)	t	Δ%	t	Δ%
Stof	1590	1365	-14	1177	-26	1159	-27
SO _x (als SO ₂)	41421	25564	-38	23387	-44	10891	-74
NO _x (als NO ₂)	7876	6136	-22	5035	-36	4902	-38

(1) prognose = scenario "1986" (gemoduleerde werking)

(2) Δ% = procentueel verschil ten opzichte van 1980 (1980 = 100%)

5.2.2.3. Koncentraties in de rookgassen

In tabel 5.2-5 worden de genormaliseerde emissie-koncentraties voor de beide scenario's na de ombouw vergeleken met deze in het referentiejaar 1982. Voor elk van de kontaminanten zijn de gehalten in de rookgassen onafhankelijk van het vermogen maar enkel functie van de samenstelling van de diverse brandstoffen en van het brandstofpakket per groep.

Vermits voor groep 1 zowel bij gemoduleerde als bij vollast-werking enkel steenkool gebruikt wordt, zijn de emissiekoncentraties in beide gevallen identiek. De verhoging van het stofgehalte in de rookgassen van de groep 1 is vooral een gevolg van het hoger gemiddelde asgehalte in de steenkool (18% ten opzichte van 16,9% in 1982). De SO_x -koncentratie daarentegen daalt met ca 15%; de daling gebeurt evenredig met de vermindering van het zwavelgehalte (0,9% ten opzichte van 1,04% in 1982). Voor de overige kontaminanten, met uitzondering van de aldehyden waarvoor de concentratie op de helft terugvalt, blijven de gehalten quasi konstant.

De reductie van de emissiekoncentraties met een faktor 4 tot 10 voor de groepen 2 en 3 bij gemoduleerde werking is een gevolg van de sterke daling van het gebruik van fuel, die vervangen wordt door hoogovengas. Bij vollast-werking stijgen de gehalten opnieuw maar blijven nog steeds beneden de waarden voor 1982. Uitzonderingen hierop zijn de CO_2 - en KWS-koncentraties die voor beide prognoses hoger zijn dan in 1982.

Het gemengde steenkool/hoogovengas-gebruik voor groep 4 in het scenario "1986" resulteert in een significante concentratievermindering voor de meeste kontaminanten, met uitzondering van CO , KWS, F^- en Cl^- . Daartegenover zou groep 4 bij werking op vollast uitsluitend steenkool verbruiken wat een belangrijke toename van de concentraties

Tabel 5.2-5 - Vergelijking tussen de emissiekoncentraties voor 1982 en de prognoses (genormaliseerde zuurstofovermaat, 3% voor fuel; 6% voor steenkool).

Kontaminant	Eenheid	G1			G2			G3			G4		
		1982	PROG.1	PROG.2	1982	PROG.1	PROG.2	1982	PROG.1	PROG.2	1982	PROG.1	PROG.2
stof*	mg.Nm ⁻³	283	314	314	49	10	33	49	10	33	43	31	78
lood*	µg.Nm ⁻³	15	14	14	23	2,3	15	23	2,3	15	20	1,3	3,4
SO _x (als SO ₂)	mg.Nm ⁻³	2075	1753	1753	2328	315	2005	2346	315	2005	2020	691	1753
CO	mg.Nm ⁻³	39	41	41	9,3	0,9	5,9	9,3	0,9	5,9	8,0	16	41
CO ₂	g.Nm ⁻³	246	249	249	335	482	396	334	482	396	356	349	249
NO _x (als NO ₂)	mg.Nm ⁻³	738	749	749	446	114	311	447	114	311	397	334	749
KWS	mg.Nm ⁻³	15	15	15	26	47	35	26	47	35	29	31	15
Aldehyden	mg.Nm ⁻³	0,6	0,3	0,3	4,6	0,5	2,9	4,6	0,5	2,9	4,0	0,1	0,3
F ⁻ (als HF)	mg.Nm ⁻³	18	20	20	4,6x10 ⁻³	4,6x10 ⁻⁴	2,9x10 ⁻³	4,6x10 ⁻³	4,6x10 ⁻⁴	2,9x10 ⁻³	4,0x10 ⁻³	8,0	20
Cl ⁻ (als HCl)	mg.Nm ⁻³	130	146	146	1,7	0,2	1,1	1,7	0,2	1,1	1,4	58	146

* efficiëntie elektrofilter = 98% voor groep 1, = 99,5% voor groep 4.

aan stof, NO_x , F^- en Cl^- met zich meebrengt. Bij dit alles moet echter opnieuw benadrukt worden dat de stofkoncentratie berekend is op basis van een theoretische rookgasontstoffingsefficiëntie.

Ter illustratie wordt in tabel 5.2-6 het verloop van het stofgehalte in de rookgassen van groep 4 weergegeven bij een variërende efficiëntie. Daaruit blijkt dat de door de constructeur gegarandeerde limietwaarde van $125 \text{ mg stof.Nm}^{-3}$ een kollektie vereist van tenminste 98,0% en 99,3%, respectievelijk bij gemoduleerde en bij vollast-werking.

5.2.2.4. Fysische en chemische eigenschappen van stof bij steenkoolverbranding.

Ten behoeve van deze studie werd een chemische analyse uitgevoerd van een aantal stofmonsters, gekollekteerd in de rookgassen van groep 1, na de elektrofilter bij werking op vollast en met uitsluitend steenkool als brandstof. De bemonstering gebeurde met een BCURA-sonde (British Coal Utilisation Research Association) en leverde twee frakties op, namelijk de grovere deeltjes ($> 5 \mu\text{m}$), gekollekteerd in een hopper, en de fijne fraktie, gekollekteerd op een kwartsvezelfilter. Daarnaast werd eveneens een ANDERSEN in-stack cascade impactor aangewend die toeliet een verdeling van het stof met betrekking tot de aërodynamische deeltjesgrootte op te stellen alsook de eventuele aanrijking van sommige elementen in bepaalde frakties na te gaan. Voor de volledigheid werd bovendien de anorganische samenstelling van de brandstof, de bodemas en de in de elektrofilter afgescheiden vliegias bepaald. Alle analyses gebeurden via instrumentele neutronenaktiveringsanalyse (INAA) met behulp van de reaktor Thetis van de RUG.

In tabel 5.2-7 worden de gemiddelde concentraties van 39 elementen in de verschillende monsters samengevat.

Tabel 5.2-6 - Variatie van de stofconcentratie in groep 4 in functie van de elektrofilterefficiëntie (genormaliseerd 6% O₂-overmaat)

% efficiëntie	stofconcentratie (mg.Nm ⁻³)	
	gemoduleerd	vollast
98,0	<u>123,9</u>	313,9
98,1	117,7	298,2
98,2	111,5	282,6
98,3	105,3	266,9
98,4	99,1	251,2
98,5	92,9	235,5
98,6	86,7	219,8
98,7	80,5	204,1
98,8	74,3	188,4
98,9	68,1	172,7
99,0	61,9	157,0
99,1	55,7	141,3
99,2	49,6	125,6
99,3	43,4	<u>109,9</u>
99,4	37,2	94,2
99,5	31,0	78,5
99,6	24,8	62,8
99,7	18,6	47,1
99,8	12,4	31,4

Tabel 5.2-7 - Samenstelling van in- en uitgaande massastromen bij
gebruik van Amerikaanse steenkool

Element	Kolen	Bodemas	Gecollecteerd vliegias	Geëmitteerd vliegias
Al (%)	2,59 $\pm$ 0,05	14,1 $\pm$ 0,2	14,7 $\pm$ 0,2	20,6 $\pm$ 2,7
Ca	0,18 $\pm$ 0,02	1,20 $\pm$ 0,05	2,44 $\pm$ 0,09	0,96 $\pm$ 0,12
Ti	0,14 $\pm$ 0,01	0,76 $\pm$ 0,03	0,85 $\pm$ 0,04	1,21 $\pm$ 0,15
Mg	0,10 $\pm$ 0,05	0,51 $\pm$ 0,12	0,61 $\pm$ 0,13	0,56 $\pm$ 0,11
Fe	1,07 $\pm$ 0,01	6,27 $\pm$ 0,05	5,44 $\pm$ 0,03	6,87 $\pm$ 0,84
Cr ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	32 $\pm$ 1	184 $\pm$ 5	198 $\pm$ 4	360 $\pm$ 40
Co	5,1 $\pm$ 0,1	23 $\pm$ 1	26,5 $\pm$ 0,5	53 $\pm$ 6
Cs	1,61 $\pm$ 0,06	8,8 $\pm$ 0,2	8,0 $\pm$ 0,2	10,7 $\pm$ 1,3
Na	520 $\pm$ 30	2440 $\pm$ 30	2080 $\pm$ 30	<4000
K	4170 $\pm$ 60	22800 $\pm$ 200	18200 $\pm$ 200	20600 $\pm$ 2500
Rb	27 $\pm$ 2	135 $\pm$ 5	110 $\pm$ 3	150 $\pm$ 20
Ba	200 $\pm$ 20	1040 $\pm$ 50	1350 $\pm$ 50	970 $\pm$ 120
Sr	150 $\pm$ 20	630 $\pm$ 30	1100 $\pm$ 70	600 $\pm$ 80
Mn	68 $\pm$ 6	406 $\pm$ 10	507 $\pm$ 12	220 $\pm$ 30
Sc	4,91 $\pm$ 0,05	25,4 $\pm$ 0,3	26,8 $\pm$ 0,5	41,7 $\pm$ 5,0
Zn	53 $\pm$ 7	150 $\pm$ 30	370 $\pm$ 20	490 $\pm$ 60
Lu	0,143 $\pm$ 0,004	0,765 $\pm$ 0,015	0,886 $\pm$ 0,015	1,25 $\pm$ 0,15
Th	3,39 $\pm$ 0,05	18,9 $\pm$ 0,4	24,2 $\pm$ 0,4	32 $\pm$ 4
Ce	19,8 $\pm$ 0,4	117 $\pm$ 3	132 $\pm$ 2	160 $\pm$ 20
Sm	2,25 $\pm$ 0,05	12,1 $\pm$ 0,1	13,8 $\pm$ 0,1	18,3 $\pm$ 2,3
La	13,3 $\pm$ 0,1	75,3 $\pm$ 0,5	87,9 $\pm$ 1,1	89 $\pm$ 11
Eu	0,42 $\pm$ 0,02	2,26 $\pm$ 0,18	2,45 $\pm$ 0,15	3,9 $\pm$ 0,5
Dy	1,02 $\pm$ 0,04	5,03 $\pm$ 0,05	6,29 $\pm$ 0,07	9,2 $\pm$ 1,1
U	1,6 $\pm$ 0,3	8,9 $\pm$ 0,5	10,2 $\pm$ 0,6	13,3 $\pm$ 1,8
V	37 $\pm$ 2	192 $\pm$ 4	254 $\pm$ 5	356 $\pm$ 43
W	1,1 $\pm$ 0,1	2,9 $\pm$ 0,3	5,7 $\pm$ 0,3	11,1 $\pm$ 1,4
Ga	8,6 $\pm$ 0,5	20 $\pm$ 1	39 $\pm$ 2	106 $\pm$ 13
In	0,037 $\pm$ 0,005	0,076 $\pm$ 0,015	0,238 $\pm$ 0,020	0,44 $\pm$ 0,05
As	14,1 $\pm$ 0,8	5,1 $\pm$ 1,0	56,8 $\pm$ 3,0	167 $\pm$ 20
Sb	0,92 $\pm$ 0,13	1,8 $\pm$ 0,4	3,5 $\pm$ 0,5	14,6 $\pm$ 1,7
Se	4,3 $\pm$ 0,3	2,4 $\pm$ 0,5	10,3 $\pm$ 1,0	53 $\pm$ 6
Ni	<230	<430	<550	<1600
Sn	<170	260 $\pm$ 60	<500	<200
Cd	<17	<30	<35	<100
Cu	<250	<500	<600	<2000
Cl	420 $\pm$ 80	180 $\pm$ 40	130 $\pm$ 40	<500
Br	10,5 $\pm$ 0,3	<2,5	3,8 $\pm$ 0,5	7,4 $\pm$ 1,2
I	8,2 $\pm$ 0,5	<7	<8	<15
Mo	3,7 $\pm$ 1,5	11 $\pm$ 3	24 $\pm$ 5	35 $\pm$ 5

De brandstof is Amerikaanse steenkool (type Carbomet). De weergegeven concentraties in de geëmitteerde vliegase zijn de gemiddelden van 25 meetpunten, gelijkmatig verdeeld over een horizontale doorsnede van de schoorsteen. Bijgevolg mag aangenomen worden dat deze samenstelling representatief is voor het totaal stof dat wordt geloosd.

Bij de berekening van de aanrijking van elementen op deeltjes moet de bijdrage van het gewichtsverlies ten gevolge van de omzetting van koolstof naar CO_2 en van waterstof naar H_2O bij de verbranding van steenkool geëlimineerd worden. Dit is mogelijk door de aanrijdingsfaktor als volgt te definiëren :

$$(\text{AF})_i = \frac{(\text{X})_i / (\text{Al})_i}{(\text{X})_{\text{SK}} / (\text{Al})_{\text{SK}}}$$

met $(\text{AF})_i$ = de aanrijdingsfaktor in de massastroom i
 (X) = de concentratie van het element X
 (Al) = de concentratie van Al
 i = de massastroom i (bodemas, vliegase)
 SK = steenkool

Al wordt als referentie gekozen vermits dit een niet vluchtig hoofdelement is, geassocieerd met de anorganische fraktie van de steenkool. De geproduceerde vliegase heeft bijna uitsluitend een aluminosilikaatmatrix zodat de verhouding $(\text{Al})_i / (\text{Al})_{\text{SK}}$ een maat is voor de aanrijking ten gevolge van het gewichtsverlies tijdens de verbranding. Deze verhouding bedraagt voor de bodemas 5,4, voor de vliegase gekollekt in de elektrofilter 5,7 en voor de geëmitteerde vliegase 7,9. In figuur 5.2-2 worden de aanrijdingsfactoren weergegeven voor een aantal elementen in de drie verschillende massastromen. Specifiek voor de geëmitteerde vliegase wordt bovendien de mas-saverdeling van de beschouwde elementen over het hopperstof en het fijne stof voorgesteld.

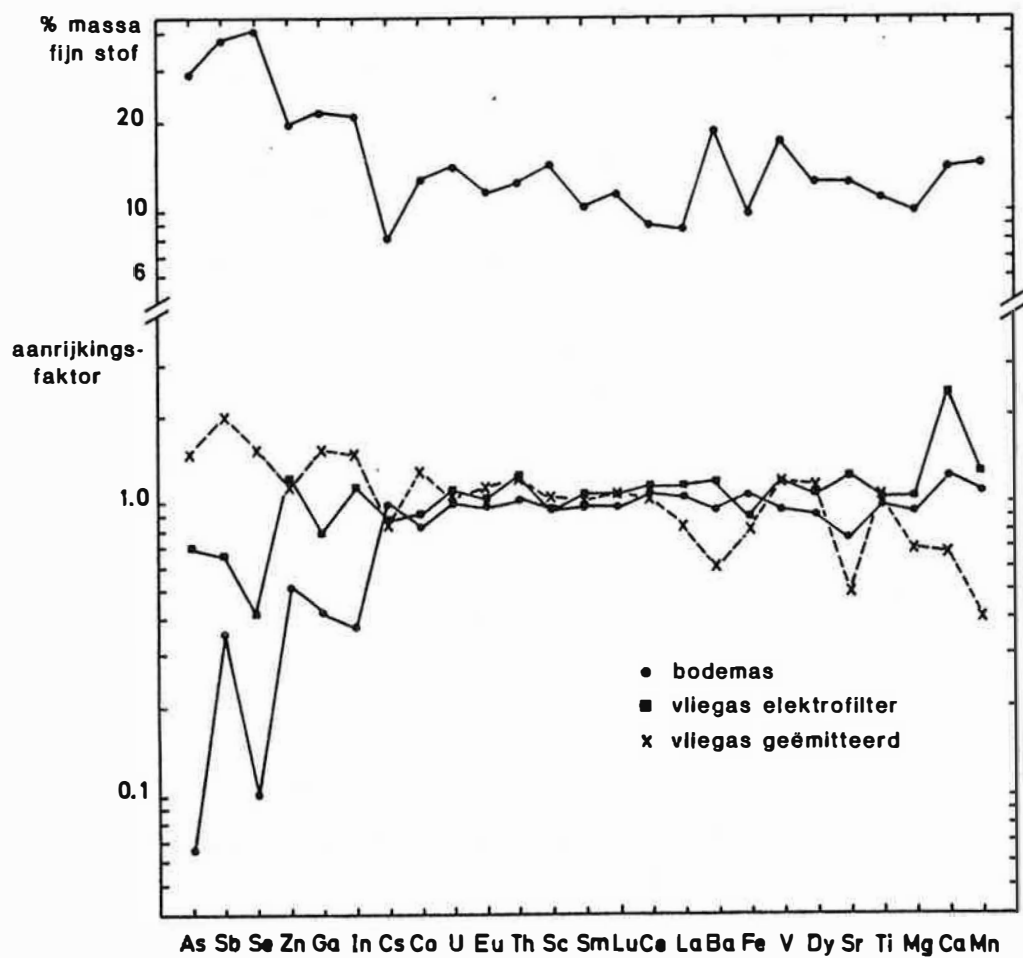


Fig. 5.2-2 - Aanrijdingsfactoren voor diverse massastromen - Amerikaanse kolen

Op basis van de analyseresultaten vermeld in tabel 5.2-7 is het eveneens mogelijk voor diverse elementen een massabalans op te stellen die toelaat de in- en uitgaande massastromen te vergelijken. Daarvoor dient men te beschikken over konkrete gegevens betreffende het steenkoolverbruik, de bodemasproduktie, de hoeveelheid vlieggas tegengehouden in de elektrofilter en de stofemissie. Enkel laatstgenoemde kan experimenteel bepaald worden en bedroeg voor de gegeven voorwaarden 123 kg.h^{-1} . Een schatting van de overige massastromen tijdens het experiment wordt als volgt bekomen. Uit het reële brandstofverbruik voor de groep 1 in 1984, waarbij het fuel D verbruik op basis van het calorisch vermogen omgerekend wordt naar een equivalente hoeveelheid steenkool, wordt het rendement van de konversie van termische naar elektrische energie berekend op 36,15%. Bij een maximaal vermogen van 130 MW en een werking op Amerikaanse steenkool (kalorisch vermogen = $24,814 \text{ GJ.t}^{-1}$; gemiddelde 1984) wordt het verbruik geraamd op $52,2 \text{ t.h}^{-1}$. Voor een gemiddeld asgehalte in de steenkool van 16,1% bedraagt de totale asproduktie 8397 kg.h^{-1} . Deze massa is verdeeld over de bodemas en de beide vlieggasfrakties. Op basis van een elektrofilterefficiëntie van 98% en van de experimenteel gemeten stofemissie wordt de massa gekollekteerde vlieggas en bodemas voor de werkingsvoorwaarden op het ogenblik van de monstername (vollast; steenkoolverbranding) berekend op respektievelijk 6027 kg.h^{-1} en 2247 kg.h^{-1} .

De uiteindelijke massabalans wordt bepaald volgens de betrekking :

$$\text{balans (\%)} = \frac{\text{massadebiet uit} - \text{massadebiet in}}{\text{massadebiet in}} \times 100$$

en is voor een aantal elementen grafisch weergegeven in figuur 5.2-3. Niettegenstaande de onzekerheid op de schattingen blijkt de afwijking meestal kleiner te zijn dan 20%.

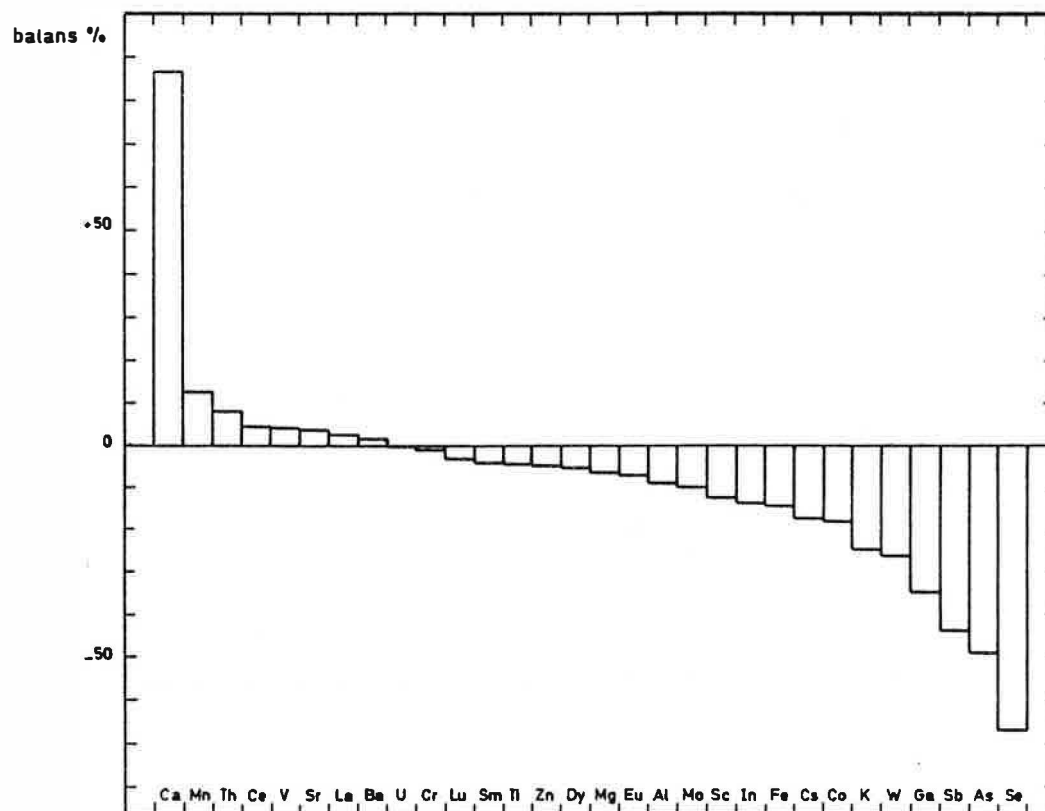


Fig. 5.2-3 - Massabalans - Amerikaanse steenkool
(type Carbomet)

Voor de meer vluchtige elementen zoals W, Ga, As, Sb en Se is de balans sterk negatief, of de uitgaande massastromen zijn beduidend lager dan de ingaande. Een voor de hand liggende verklaring is dat deze elementen partieel in de gasfase aanwezig zijn op de plaats van bemonstering.

Opvallend is de positieve anomalie voor Ca wat waarschijnlijk te wijten is aan kontaminatie afkomstig van het water dat gebruikt wordt voor het koelen van de bodemas en voor de afvoer van de vliegass onderaan de elektrofilter. Voor Mg echter treedt dit fenomeen niet op wat verklaard zou kunnen worden door de beperkte akkurateste van de Mg-bepaling via INAA (nukleaire interferentie door Al).

De cascade impactor-metingen werden uitgevoerd in één van de imaginaire roosterpunten van de schoorsteen van groep 1. De deeltjesgrootteverdeling als functie van de 50% effectieve cut-off diameter (ECD_{50}) is voor de verschillende frakties weergegeven in figuur 5.2-4,a. De fraktie 0 met een ECD_{50} van $13 \mu m$ is niet in de grafiek opgenomen vermits de bemonsterde hoeveelheid stof in dit geval te klein was om een akkurate analyse toe te laten. De totale stofconcentratie in het beschouwde meetpunt bedroeg 285 mg.Nm^{-3} (vochtig; 5,8% O_2 -overmaat) met een massamediaandiameter van $1,5 \pm 0,8 \mu m$.

Op analoge wijze is het mogelijk elementdistributies op te stellen in functie van de deeltjesgrootte, wat resulteert in een onderverdeling in drie grote klassen. De eerste klasse bevat de elementen met een distributie die quasi gelijk is aan deze van het stof. Dit betekent dat er geen preferentiële aanrijking is met betrekking tot de deeltjesgrootte. Dit is ondermeer het geval voor Fe (cf. fig 5.2-4,b), Al, Na, K, Rb, Cs, Ti, Mn, Sr, Sc, Co, Sm, La, Ce, Eu, Lu, Dy, Th, U en In. De tweede klasse vertoont een distributie die gedeeltelijk analoog is met deze van de eerste klasse met daar

bij een niet te verwaarlozen bijdrage van de kleinste deeltjes tot de totale elementkoncentratie (cf. fig. 5.2-4,c). Daartoe behoren de meer vluchtige elementen As, W en V, naast Ca en Ba. Het distributiepatroon van de derde klasse tenslotte is geenszins vergelijkbaar met de vorige. Er treedt vooral een afwijking op voor Cu, Zn, Cr, Mo, Br, Se en Sb. Alhoewel er globaal binnen deze klasse geen gelijkvormigheid bestaat (cf. fig. 5.2-4,d) wordt er toch in zekere mate een analogie waargenomen tussen de distributies van ondermeer Cu en Zn, Mo en Cr en Sb en Se.

Op basis van dergelijke elementdistributies is het eveneens mogelijk aanrijdingsfactoren in functie van de deeltjesgrootte te berekenen, zoals weergegeven in figuur 5.2-5,a en 5.2-5,b. Voor de drie klassen in de eerder vermelde onderverdeling geldt :

- klasse 1 : de distributie varieert weinig met de deeltjesgrootte;
- klasse 2 : de aanrijking neemt toe naarmate de deeltjes kleiner worden;
- klasse 3 : de distributies vertonen opnieuw een afwijkend verloop.

Bijgevolg wordt een analoge klassifikatie bekomen als deze uitgaande van de elementkoncentraties.

In verband daarmee moeten evenwel een aantal belangrijke opmerkingen gemaakt worden. Als gevolg van de vluchtigheid van In zou dit element eerder in de tweede klasse thuishoren maar omwille van de geringe variatie in de aanrijking wordt het in de eerste klasse ondergebracht. De gemiddelde aanrijdingsfaktor in deze klasse bedraagt ongeveer 4 waaruit volgt dat de bijhorende elementen eveneens in de vliegaseen aangerijkt kunnen zijn. Ca en Ba daarentegen zou men wellicht eerder verwachten in de eerste klasse. Vermits de aanrijking gelijkmatig toeneemt naarmate de afmetingen van de deeltjes dalen moeten beide elementen gerangschikt worden in klasse 2.

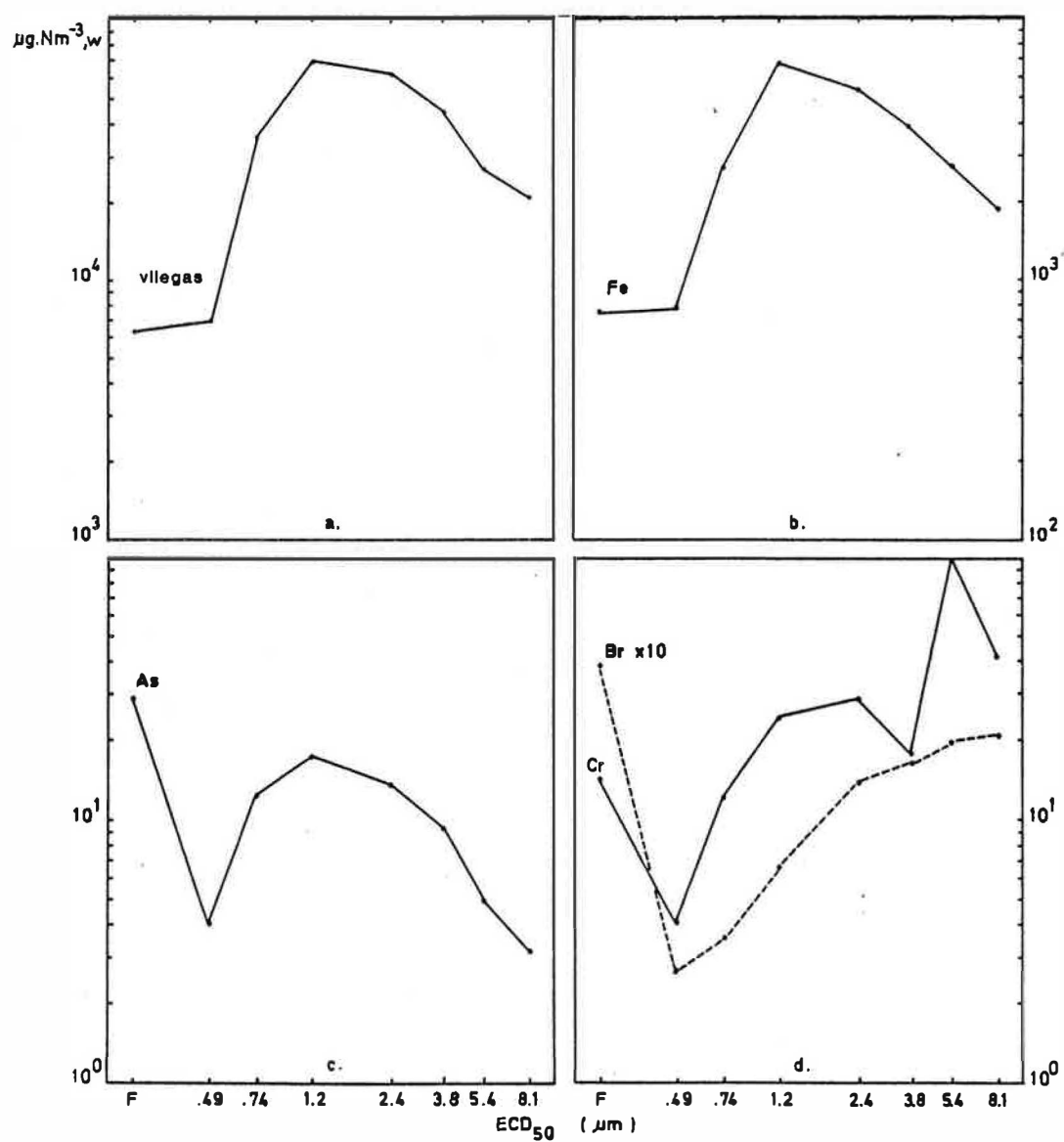


Fig. 5.2-4 - Element massverdeling in functie van de deeltjesgrootte

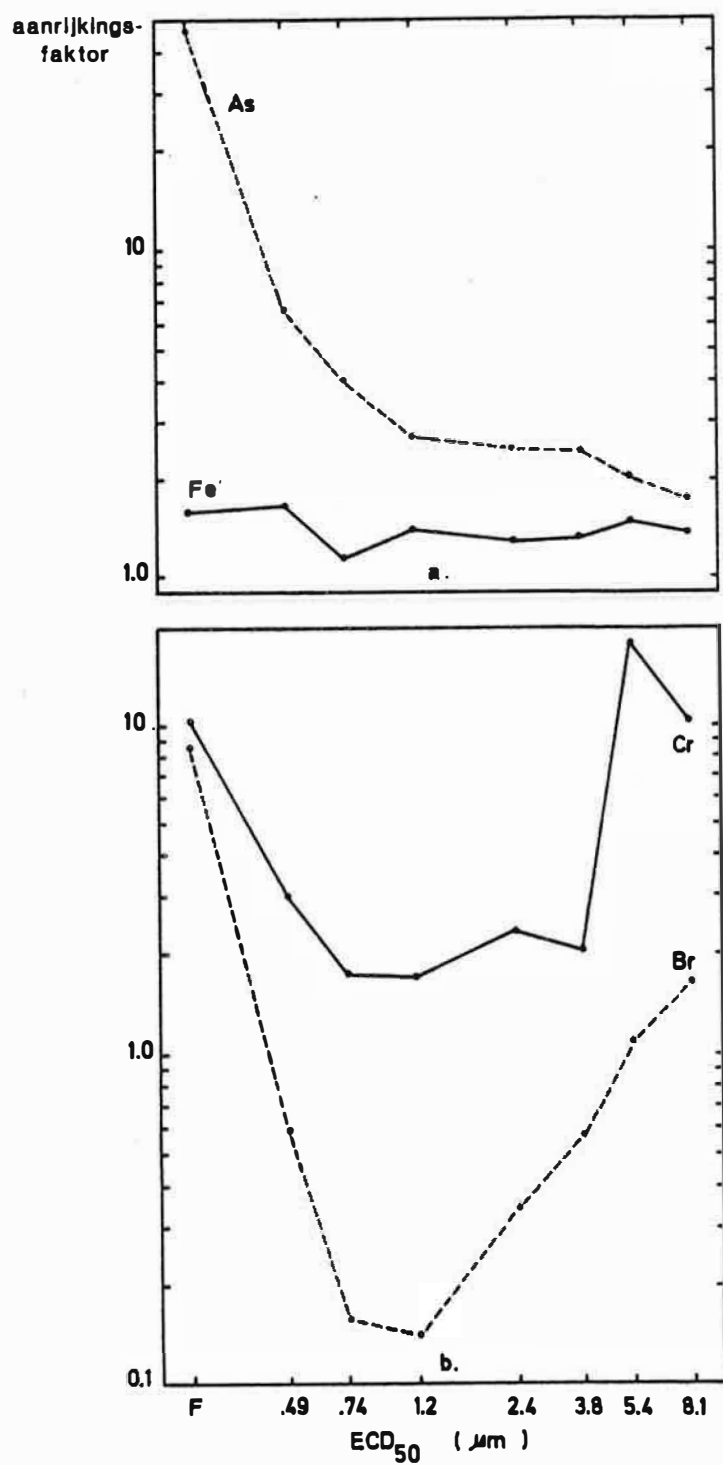


Fig. 5.2-5 - Aanrijdingsfactoren voor stofvormige emissies in functie van de deeltjes-grootte

De hierboven beschreven experimentele waarnemingen en de daaruit volgende konklusies gelden telkens voor groep 1. Gezien de analogie van de brandstofsamenstelling mag evenwel worden aangenomen dat deze ook zullen gelden voor groep 4 na de omschakeling van fuel naar steenkool.

Voor een bespreking van de fysisch-chemische eigenschappen van deeltjes gevormd bij fuelverbranding wordt verwezen naar § 3.3.2.5.

Literatuurgegevens betreffende de aanwezigheid van organische verbindingen in bodem- en vliegass zijn uiterst schaars. Dit zou een gevolg zijn van het gebrek aan akkurate kwalitatieve en kwantitatieve analysemethoden voor dergelijke monsters zodat de reeds beschikbare resultaten ten zeerste in vraag kunnen worden gesteld. Bijgevolg lijkt het weinig opportuun dit onderwerp nader te bespreken.

5.2.2.5. Vergelijking met normen

De eerder vermelde emissiekoncentraties (cf. tab. 5.2-5) voldoen voor elk van de groepen zowel bij gemoduleerde als bij vollast-werking aan de emissienormen opgelegd door het KB van 08.08.1975 ($\text{SO}_2 < 5000 \text{ mg.Nm}^{-3}$; stof $< 350 \text{ mg.Nm}^{-3}$ voor een asgehalte in de steenkool lager dan 20%). De normen gehanteerd door AROL voor de omschakeling naar steenkool ($\text{SO}_2 < 2000 \text{ mg.Nm}^{-3}$; stof $< 125 \text{ mg.Nm}^{-3}$, $\text{NO}_x < 850 \text{ mg.Nm}^{-3}$) worden door groep 4 in de beide vooropgestelde scenario's duidelijk gerespekteerd.

De EEG-richtlijn van 19.12.1983 formuleert een aantal grenswaarden voor de emissies van SO_x , stof en NO_x , uitgedrukt in concentratieëenheden in de droge rookgassen (cf. § 2.2.1.4.). Dit impliceert een omrekening van de emissiekoncentraties, vermeld in tabel 5.2-5, vermits deze enkel gelden

voor natte rookgassen. De korrektiefactor bedraagt 0,9 (gemiddeld watergehalte van de rookgassen = 10%). De grenswaarde voor stof, die bij verbranding van steenkool met ingang van 01.01.1985 vastgelegd is op 50 mg.Nm^{-3} wordt na de ombouw zowel door groep 1 in beide scenario's als door groep 4 bij vollast-werking overschreden, respektievelijk met een faktor 7,0 en 1,7. De normen voor SO_x en NO_x daarentegen worden gerespekteerd. Voor de overige groepen alsook voor groep 4 bij gemoduleerde werking is een eenvoudige vergelijking met de bovenvermelde EEG-limietwaarden niet mogelijk vermits het in deze gevallen steeds om een samengesteld brandstoffenpakket gaat terwijl de richtlijn specifiek van toepassing is op één enkel type brandstof.

5.2.3. Bijdrage van de centrale tot de immissie

5.2.3.1. Evaluatie van de berekende immissieniveaus

5.2.3.1.1. Algemeen

De berekeningswijze voor de immissieniveaus na de omschakeling op steenkool is identiek aan deze voor de bestaande toestand en steunt op het eerder beschreven "Immission Frequency Distribution Model - IFDM" van het SCK/CEN (cf. § 3.3.4.). De impact zowel bij gemoduleerde als bij vollast-werking wordt beschouwd.

Voor SO_x en NO_x wordt de te verwachten immissiebijdrage van de centrale Rodenhuijze gesuperponeerd op de bijdragen van alle overige geïnventariseerde bronnen waarvoor de bestaande emissiegegevens van het referentiejaar 1982 gebruikt worden. Enkel voor SO_x is het mogelijk een windrichtings- en windsnelheidsafhankelijke achtergrondbijdrage in rekening te brengen. Deze is eveneens gebaseerd op metingen afkomstig van het Automatisch Meetnet in 1982.

Voor alle overige kontaminanten wordt de centrale

Rodenhuize als enig aanwezige bron in de studiezaak beschouwd.

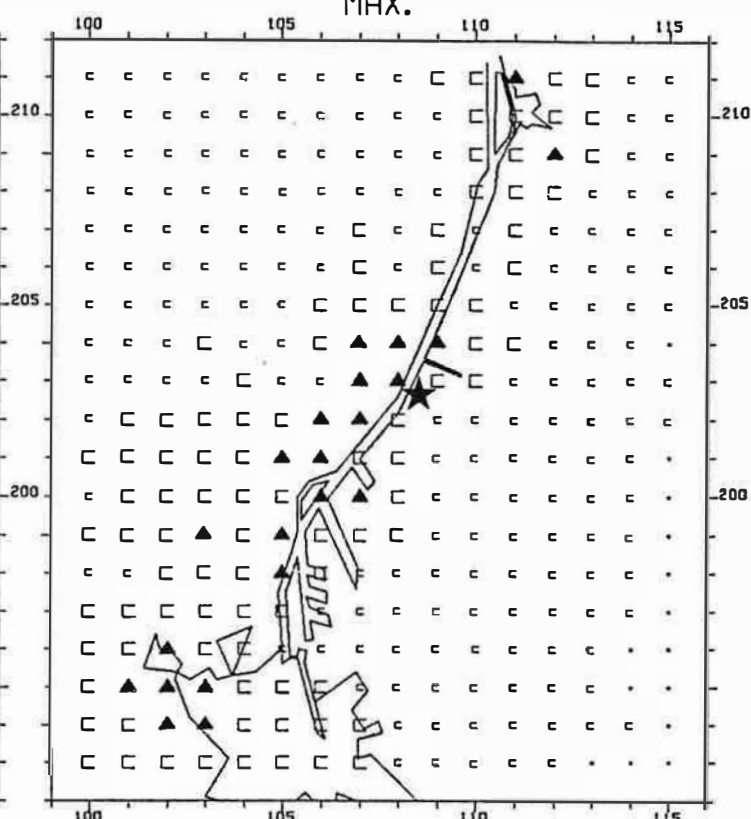
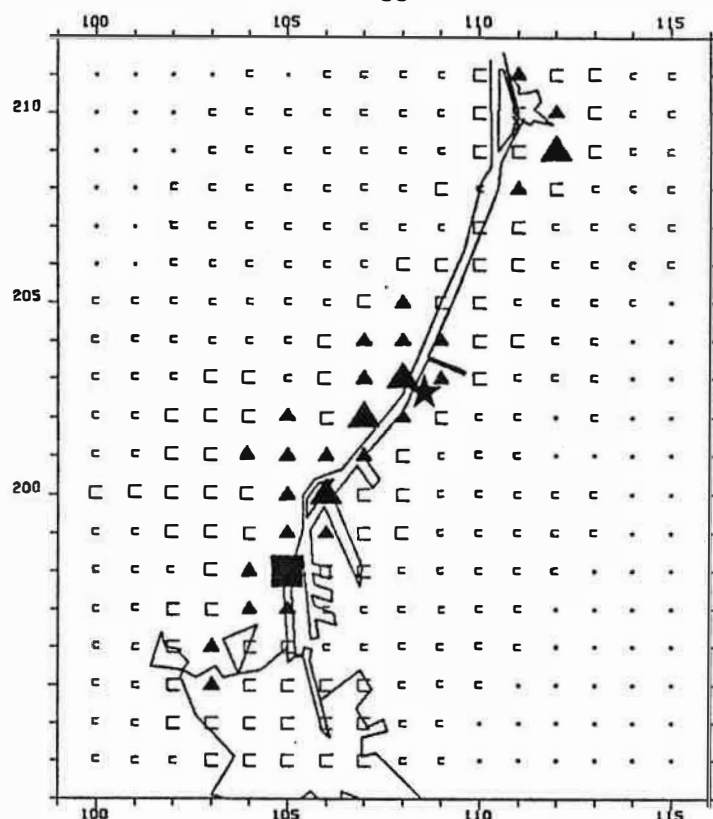
De immissies worden telkens berekend ten opzichte van de meteo-statistieken van 1982.

5.2.3.1.2. Zwaveloxiden (SO_x)

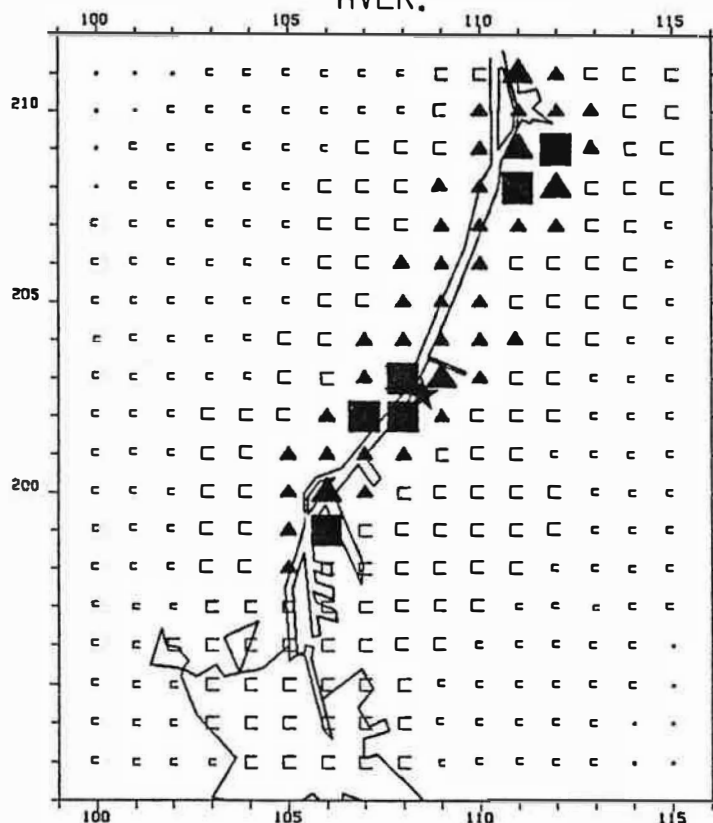
Een prognose van de gemiddelden, de 98-percentielen en de maxima van de daggemiddelde SO_x -immissie bij gemoduleerde werking is weergegeven in figuur 5.2-6. De plaatsen met de hoogste concentraties zijn qua ligging dezelfde als deze van vóór de omschakeling, nl. ten noorden van het Gentse stadscentrum, ten noordoosten van Oostakker en op de zuidelijke grens van Zelzate. Ze zijn gelegen op een zuidwest-noordoost georiënteerde as die samenvalt met het kanaal Gent-Terneuzen.

De SO_x -uitworp door de centrale bij gemoduleerde werking daalt na de ombouw met 57% in vergelijking met 1982. Zoals voorgesteld in figuur 5.2-7 heeft dit een belangrijke daling van de SO_x -immissieniveaus voor gevolg in het gebied ten noordoosten van de centrale waar de impact het grootst is. Op die plaats is de immissieverbetering vooral belangrijk voor de 98-percentielen en de maxima en bedraagt maximaal 35% van de globale concentratieniveaus in 1982. Voor de overige plaatsen met een hoge SO_x -immissie is de impact van de centrale eerder gering waardoor de verbetering op die plaatsen maximaal 5% bedraagt. Dit is ondermeer het geval in de stad Gent waar de toestand vóór en na de omschakeling quasi gelijk is.

De gemiddelde specifieke immissiebijdrage van de centrale tot de globale SO_x -dispersie neemt bij gemoduleerde werking af met 57%, evenredig met de vermindering van de SO_x -uitworp. Voor de 98-percentielen en de maxima is die afname soms groter dan 57% en op enkele plaatsen zelfs gelijk aan de bijdrage van 1982. Als gevolg daarvan wordt de oppervlakte waar



AVER.



SYMBOL	AVER.	P98	MAX.
	=<15	=<50	=<50
.	15->30	50->100	50->100
e e	30->45	100->150	100->200
c c	45->60	150->200	200->300
▲ ▲	60->75	200->250	300->400
▲ ▲	75->80	250->300	400->500
■ ■	>80	>300	>500

Fig. 5.2-6 - SO₂-situatie volgens het scenario :

- gemiddelde emissies Rodenhuize 1986 ;

- emissie van 1982 voor alle andere bronnen .

(eenheden : $\mu\text{g SO}_2 \cdot \text{m}^{-3}$; ★ = centrale Rodenhuize)

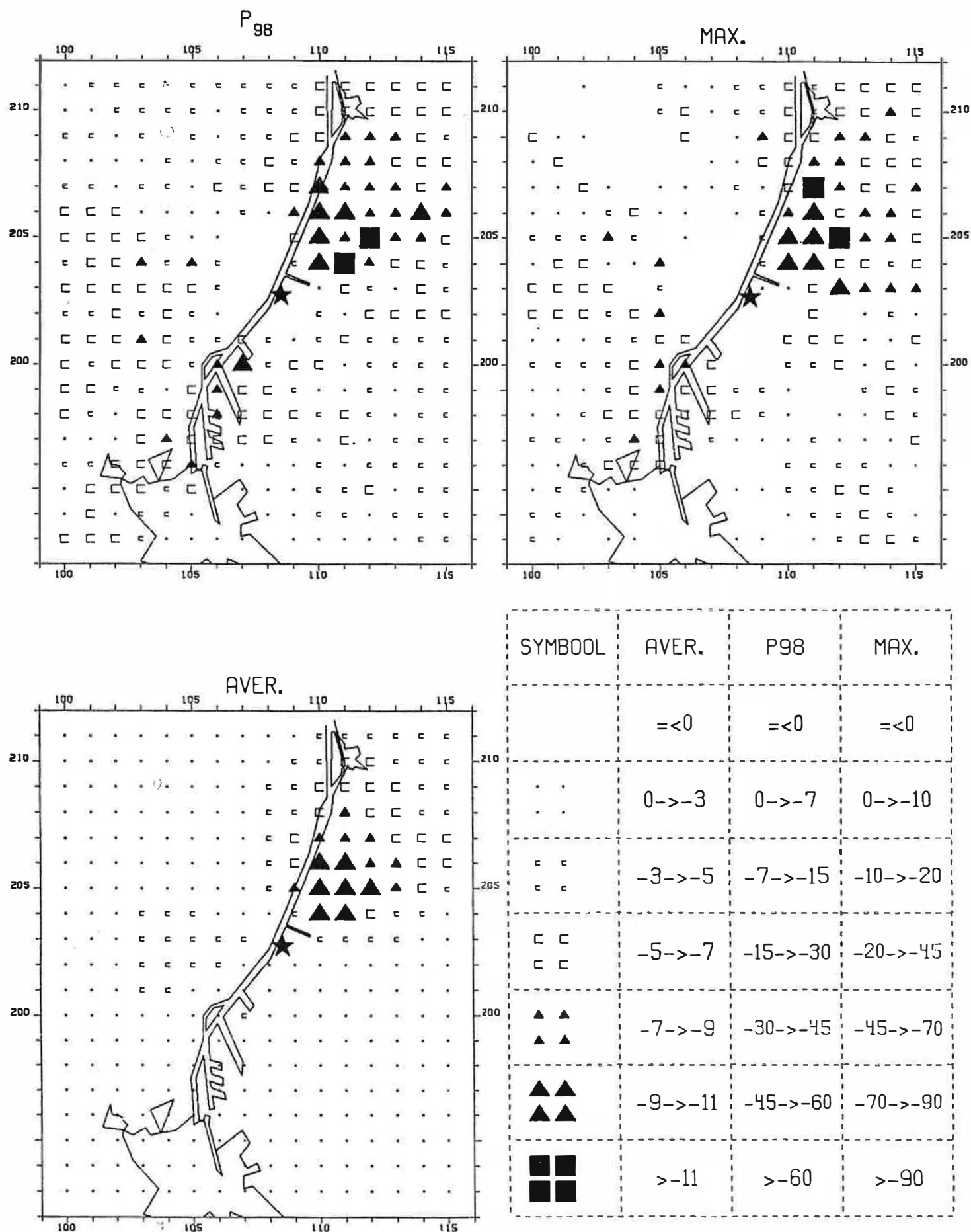


Fig. 5.2-7 - Vermindering van de referentie SO₂-niveaus door substitutie van de emissies Rodenhuis 1982 door de gemiddelde emissies Rodenhuis 1986.

(eenheden : $\mu\text{g SO}_2 \cdot \text{m}^{-3}$; ★ = centrale Rodenhuis)

de centrale weinig of niet bepalend is voor de 98-percentielen en de maxima van de globale immissie groter.

Bij vollast-werking wordt een aanzienlijke toename van de concentratieniveaus vastgesteld, zoals weergegeven in figuur 5.2-8. Voor de gemiddelden is de toename opnieuw evenredig met de emissieverhoging terwijl deze voor de 98-percentielen en de maxima op sommige plaatsen kan toenemen met 90% ten opzichte van de globale immissiesituatie bij gemoduleerde werking. Deze plaatsen vallen evenwel niet direkt samen met de gebieden waar bij gemoduleerde werking de globale concentraties reeds hoog zijn maar situeren zich vooral in noordoostelijke richting op korte afstand van de bron (1 tot 5 km). Dit heeft een zekere tendens tot nivellering van de immissiekoncentraties langsheen de kanaalas voor gevolg, wat duidelijk tot uiting komt voor de gemiddelden in figuur 5.2-8. De plaatsen met een oorspronkelijk reeds hoge SO_x -immissie ondergaan daarentegen geen drastische verhoging.

5.2.3.1.3. Stikstofoxiden (NO_x)

De statistiek van de NO_x -immissie na de ombouw is voor de gemoduleerde werking voorgesteld in figuur 5.2-9. Net zoals voor de bestaande toestand worden de hoogste concentraties waargenomen in het centrum van de stad Gent, te wijten aan de verkeersemmissies op lage hoogte. De vermindering van de NO_x -uitworp door de centrale met 20% ten opzichte van 1982 heeft in dit gebied nagenoeg geen enkele invloed op de NO_x -niveaus, zoals voorgesteld in figuur 5.2-10.

Ten noordoosten van het bedrijf, waar de impact het grootst is, nemen de gemiddelde concentraties af met $1 \mu\text{g.m}^{-3}$ wat maximaal overeenkomt met 20% van de specifieke immissiebijdrage van de centrale en 12% van de globale concentratie in 1982. Voor de 98-percentielen en de maxima bedraagt de vermindering in het beste geval $11 \mu\text{g.m}^{-3}$ of 85% van de spe-

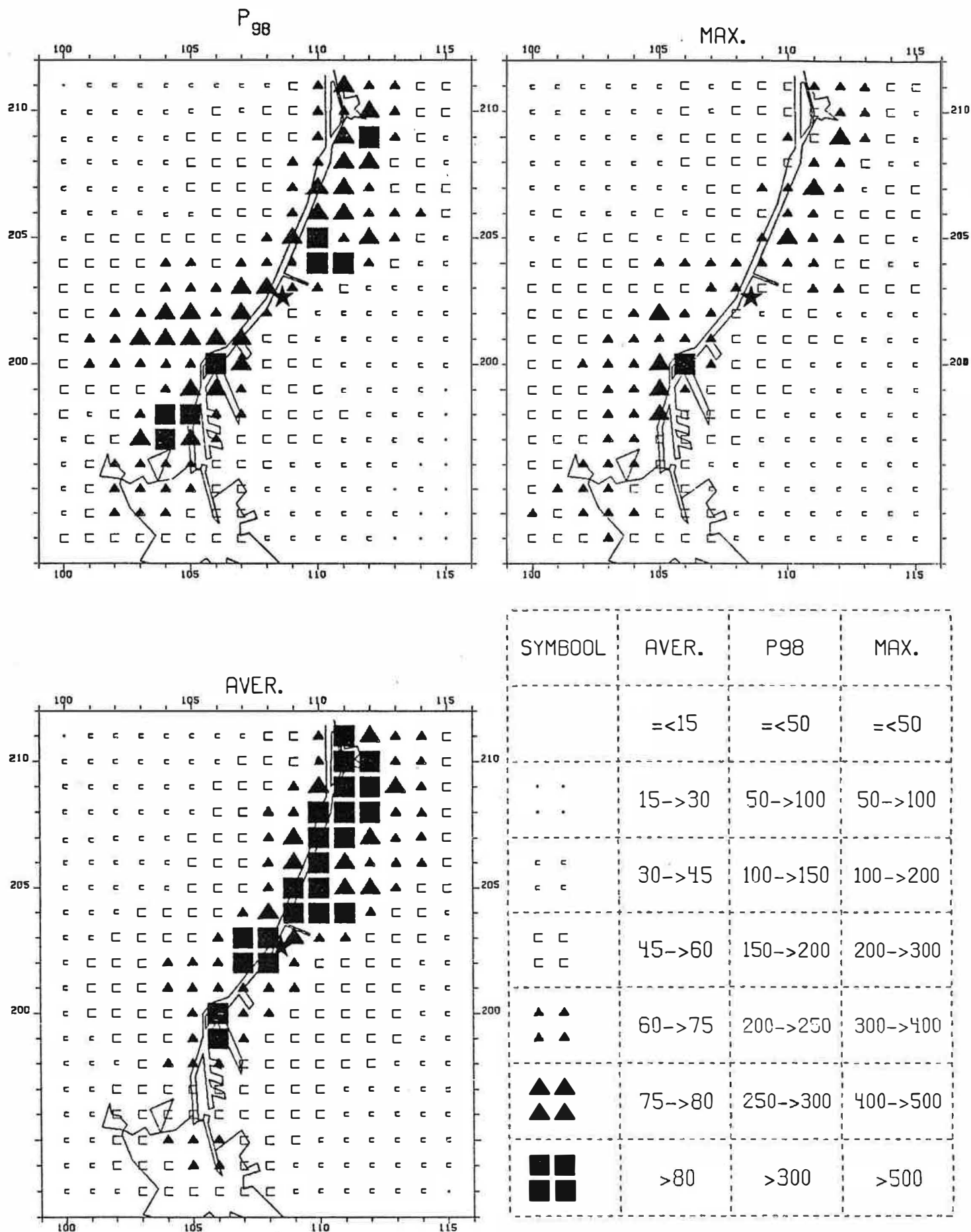
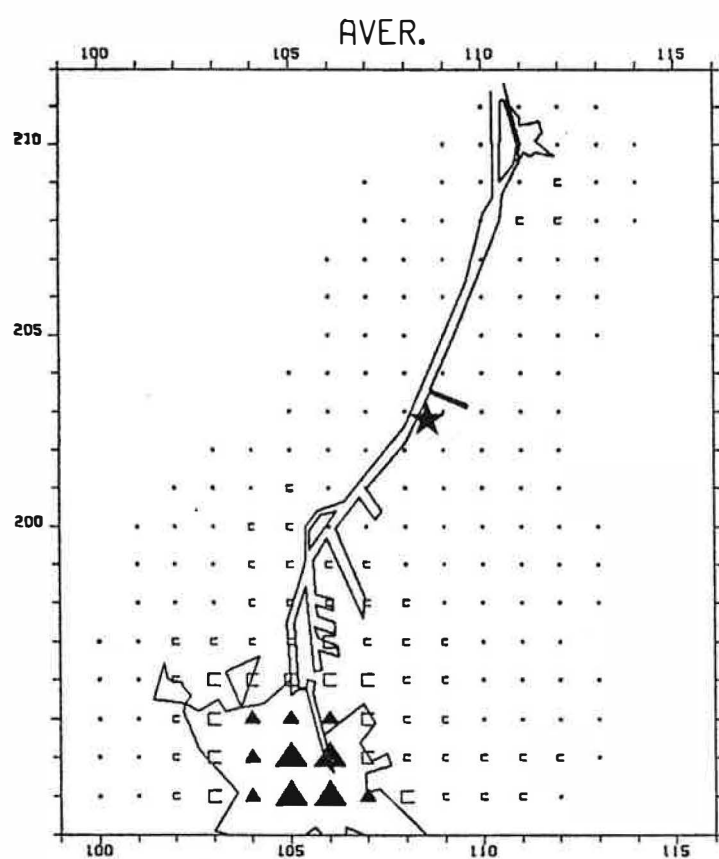
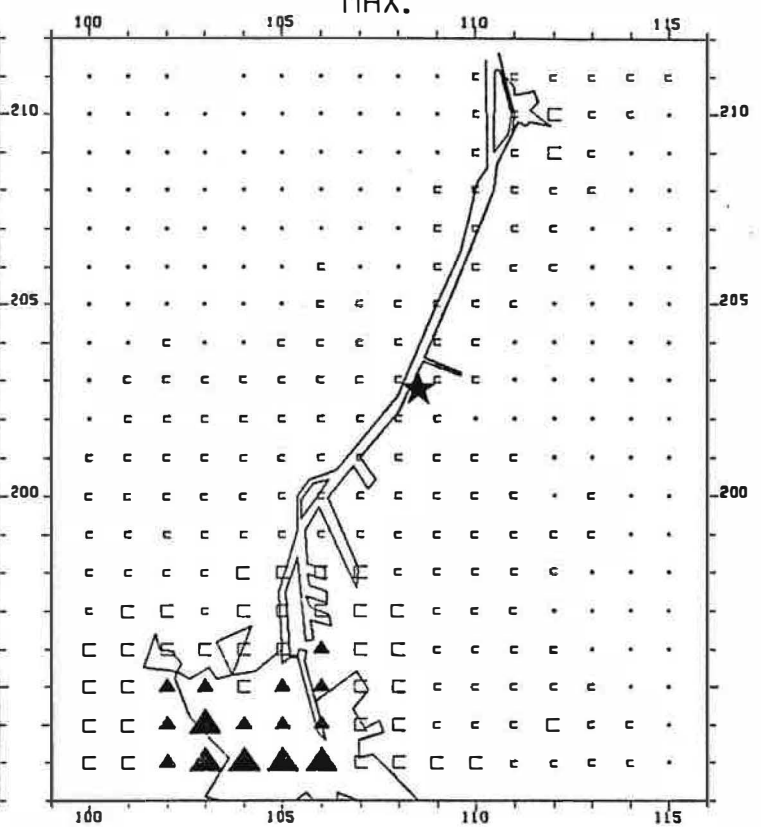
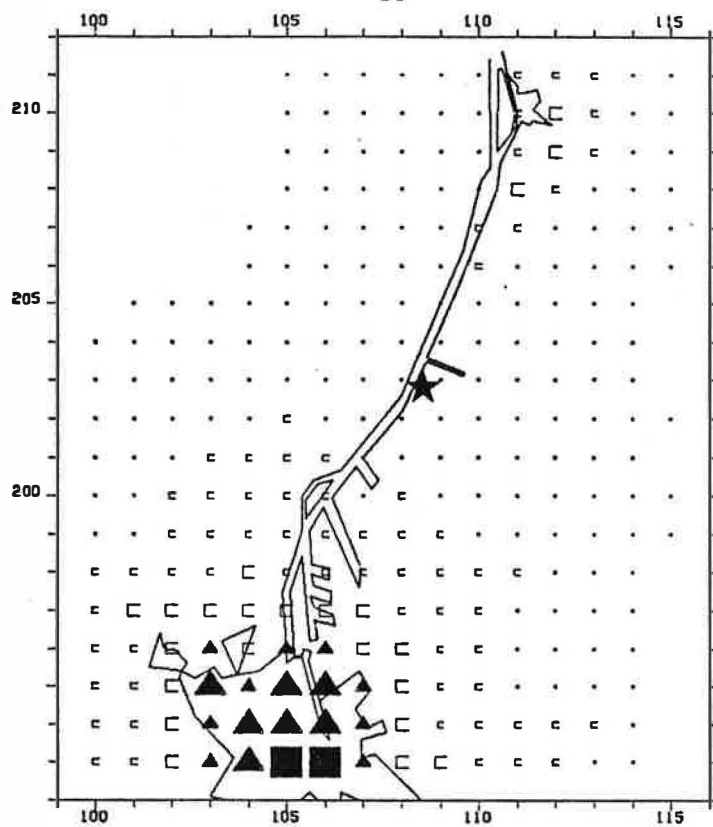


Fig. 5.2-8 - SO₂-situatie volgens het scenario :

- vollast emissies Rodenhuize 1986;
- emissie van 1982 voor alle andere bronnen.

(eenheden : $\mu\text{g SO}_2 \cdot \text{m}^{-3}$; ★ = centrale Rodenhuize)



SYMBOL	AVER.	P98	MAX.
	≤ 11	≤ 25	≤ 25
.	11 → 22	25 → 50	25 → 50
□ □	22 → 33	50 → 75	50 → 100
□ □	33 → 44	75 → 100	100 → 150
▲ ▲	44 → 55	100 → 120	150 → 200
▲ ▲	55 → 66	120 → 140	200 → 250
■ ■	> 66	> 140	> 250

Fig. 5.2-9 - NO_x-situatie volgens het scenario :

- gemiddelde emissies Rodenhuijze 1986;
- emissie van 1982 voor alle andere bronnen.

(eenheden : $\mu\text{g NO}_x \cdot \text{m}^{-3}$; ★ = centrale Rodenhuijze)

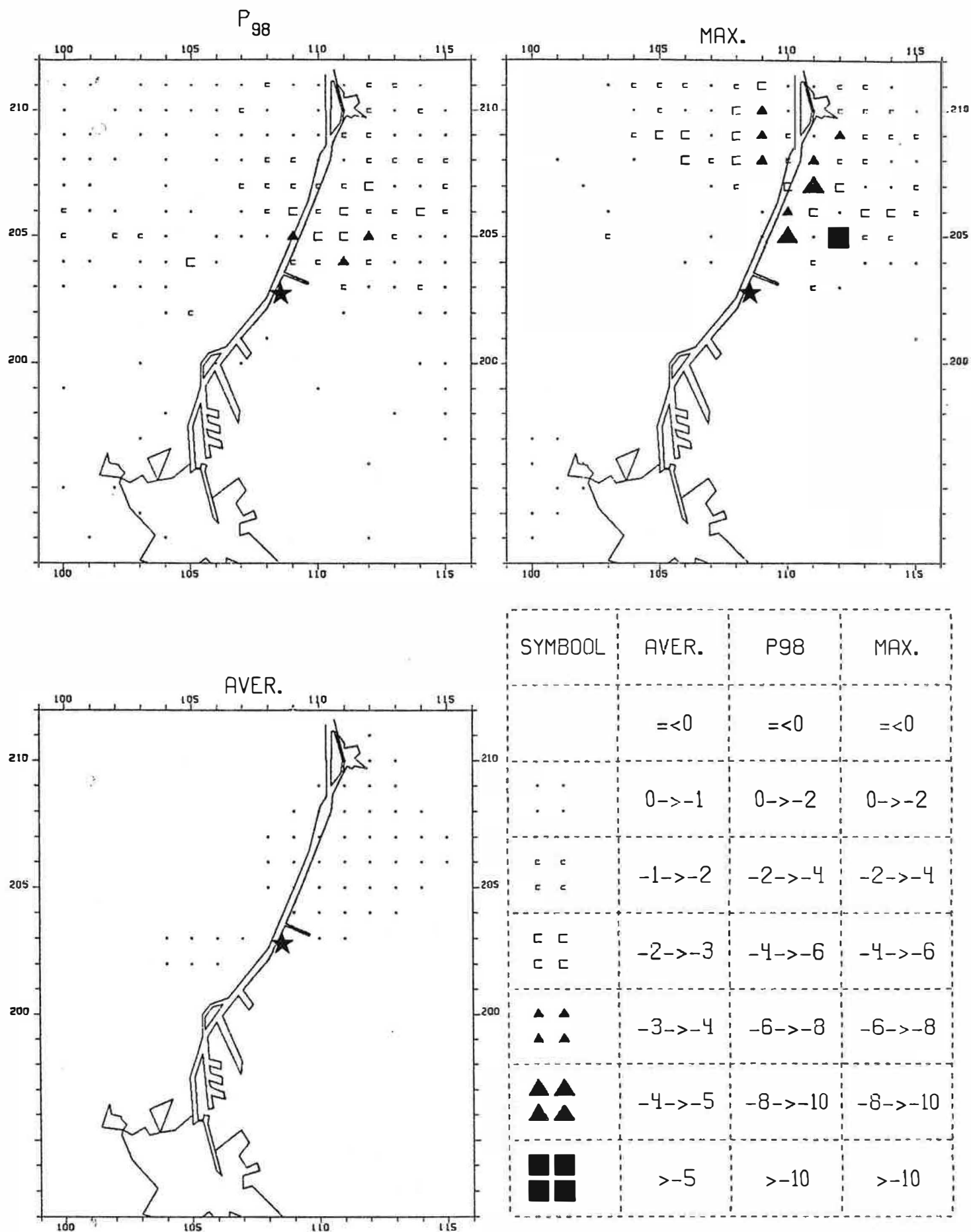


Fig. 5.2-10 - Afname van de referentie NO_x-niveaus door substitutie van de emissies Rodenhuize 1982 door de gemiddelde emissies Rodenhuize 1986.

(eenheden : $\mu\text{g NO}_x \cdot \text{m}^{-3}$; ★ = centrale Rodenhuize)

cifieke en 20% van de globale immissie in 1982.

De toestand bij vollast-werking is voorgesteld in figuur 5.2-11. In dit geval veroorzaakt de aanzienlijke toename van NO_x -emissie een verhoging van de immissieniveaus die voor de gemiddelden en de 98-percentielen merkbaar is in nagenoeg de ganse studiezone. In vergelijking met de gemoduleerde werking stijgen de globale immissiemaxima met ten hoogste 60%. Dit geldt uiteraard enkel voor het gebied ten noordoosten en ten westen tot westzuidwesten van de bron waar de impact het grootst is. De verhoging in het Gentse stadscentrum zal beduidend lager zijn.

Bij de bovenvermelde resultaten is, zoals reeds eerder werd aangestipt, nergens rekening gehouden met de NO_x -achtergrondbijdrage. Dit betekent dat de berekende gemiddelden en vooral de 98-percentielen en de maxima onderschat zullen zijn, wat uiteraard belangrijk is bij de interpretatie van de prognoses ten opzichte van de opgelegde immissienormen.

5.2.3.1.4. Overige kontaminanten

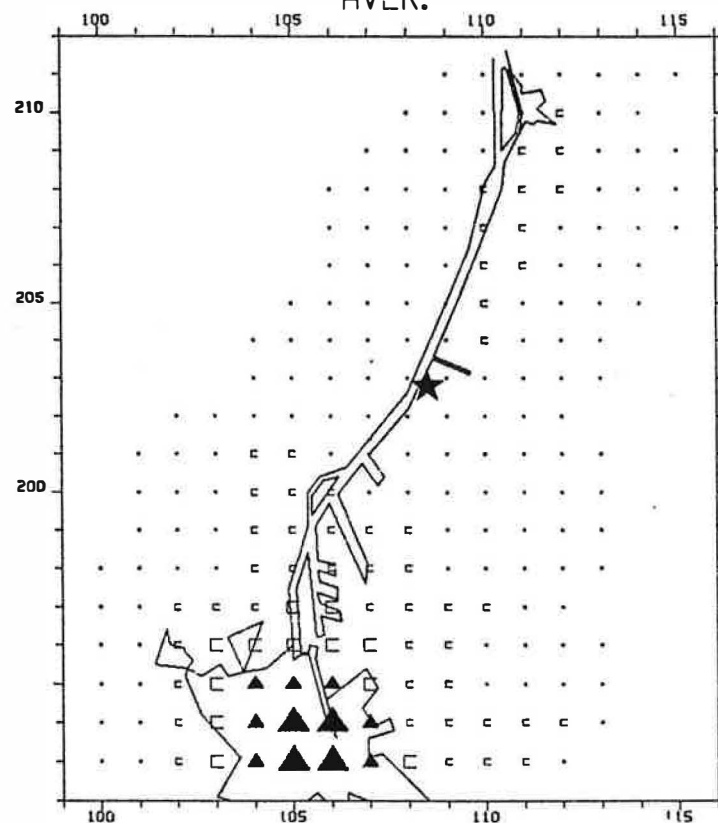
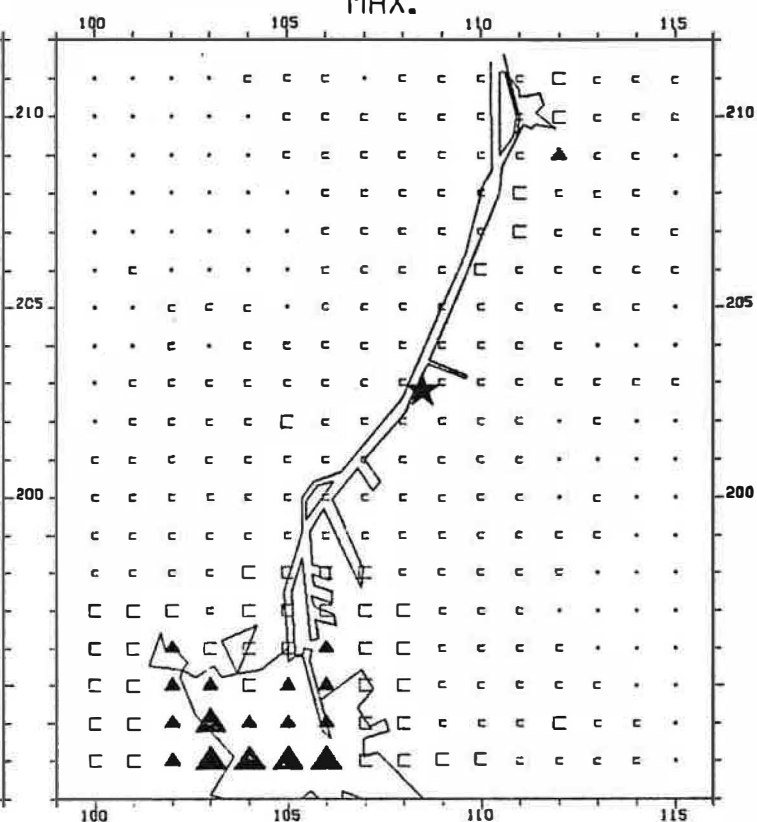
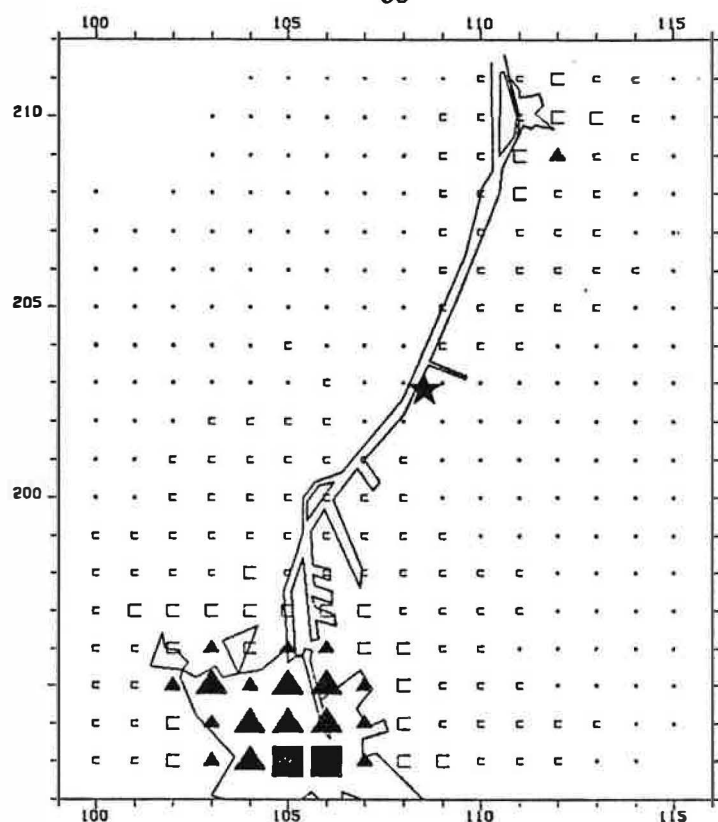
De immissieniveaus van stof, waarbij de centrale als enige bron in de studiezone beschouwd wordt, zijn voor de beide scenario's weergegeven in figuur 5.2-12 en figuur 5.2-13. De geografische verdeling van de stofdispersie is quasi gelijk aan deze van vóór de ombouw. Twee kernen met een verhoogde immissie treden op, namelijk een kern ten noordoosten van de centrale benedenwinds de overheersende zuidwestenwind en een kern ten westen tot westzuidwesten van de bron, dit ten gevolge van de hogere frekwentie van een stabiele atmosfeer bij oosten tot noordoostenwind. Kleine verschillen treden op door een verschillende verdeling van de emissies over de vier schoorstenen. Hetzelfde geldt voor de overige kontaminanten.

Grosso modo kan gesteld worden dat de immissie-niveaus na de ombouw in vergelijking met de toestand in 1982 op dezelfde wijze veranderen als de overeenkomstige emissies, namelijk, een toename voor CO, CO₂, KWS, F⁻ en Cl⁻ en een afname voor stof, lood en de aldehyden (gemoduleerde werking; cf. tab. 5.2-3).

In tabel 5.2-8 worden per kontaminant de korrektiefactoren gegeven, nodig voor de omrekening van de immissiekoncentraties vermeld in figuur 5.2-12 en figuur 5.2-13. Deze zijn berekend op basis van de emissieverhoudingen ten opzichte van stof en variëren per scenario.

Tabel 5.2-8 - Omrekeningsfactoren voor de immissieniveaus

kontaminant	gemoduleerd (Fig. 5.2-12)	vollast (Fig. 5.2-13)
lood	5×10^{-5}	1×10^{-4}
CO	0,21	0,25
CO ₂	3723	3015
KWS	0,32	0,23
aldehyden	2×10^{-3}	13×10^{-3}
F ⁻ (als HF)	0,10	0,11
Cl ⁻ (als HCl)	0,74	0,82



SYMBOL	AVER.	P98	MAX.
	=<11	=<25	=<25
.	11->22	25->50	25->50
c c	22->33	50->75	50->100
c c c c	33->44	75->100	100->150
▲ ▲ ▲ ▲	44->55	100->120	150->200
▲ ▲ ▲ ▲	55->66	120->140	200->250
■ ■ ■ ■	>66	>140	>250

Fig. 5.2-11 - NO_x-situatie volgens het scenario :

- vollast emissies Rodenhuijze 1986;
 - emissie van 1982 voor alle andere bronnen.
- (eenheden : $\mu\text{g NO}_x \cdot \text{m}^{-3}$; ★ = centrale Rodenhuijze)

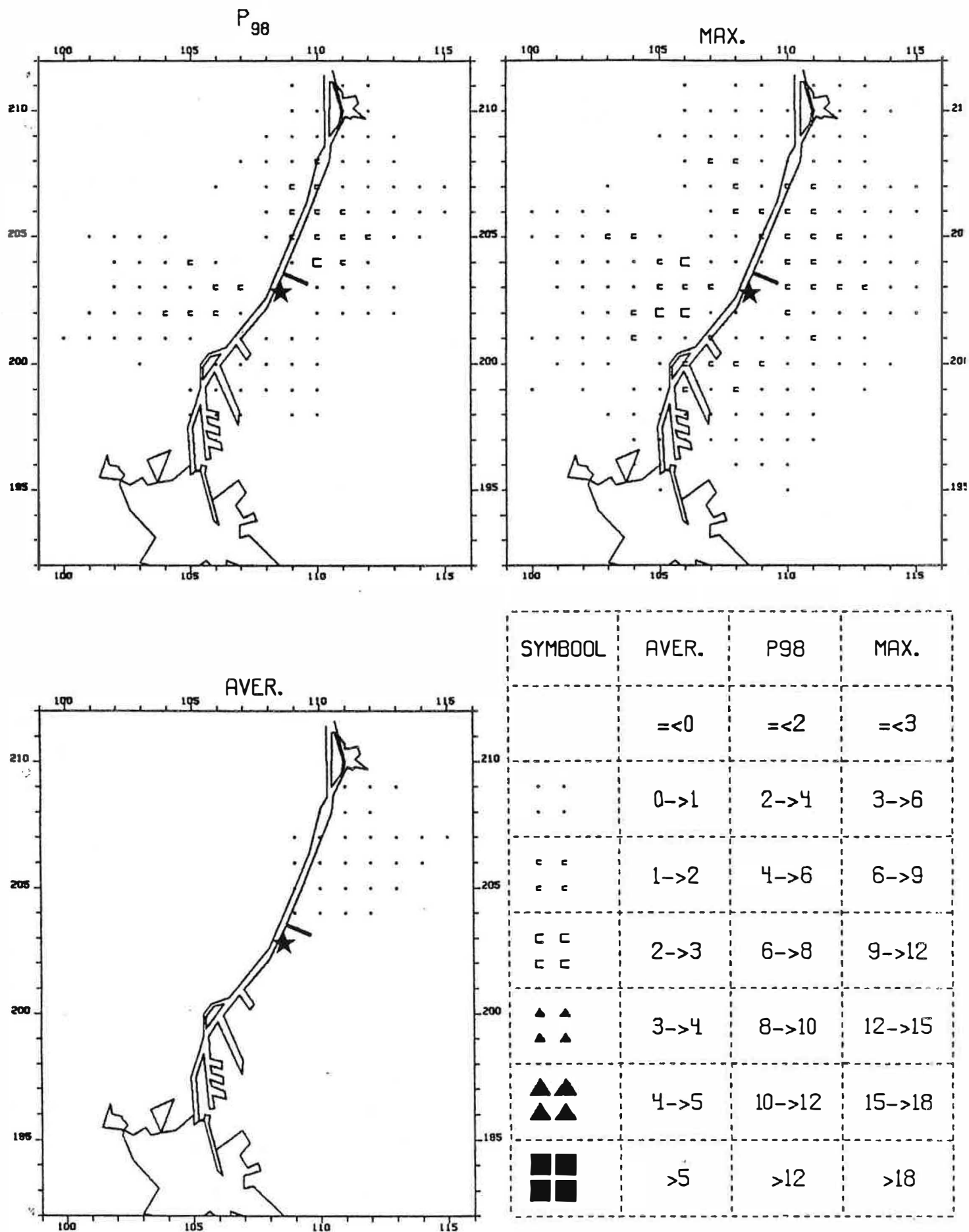
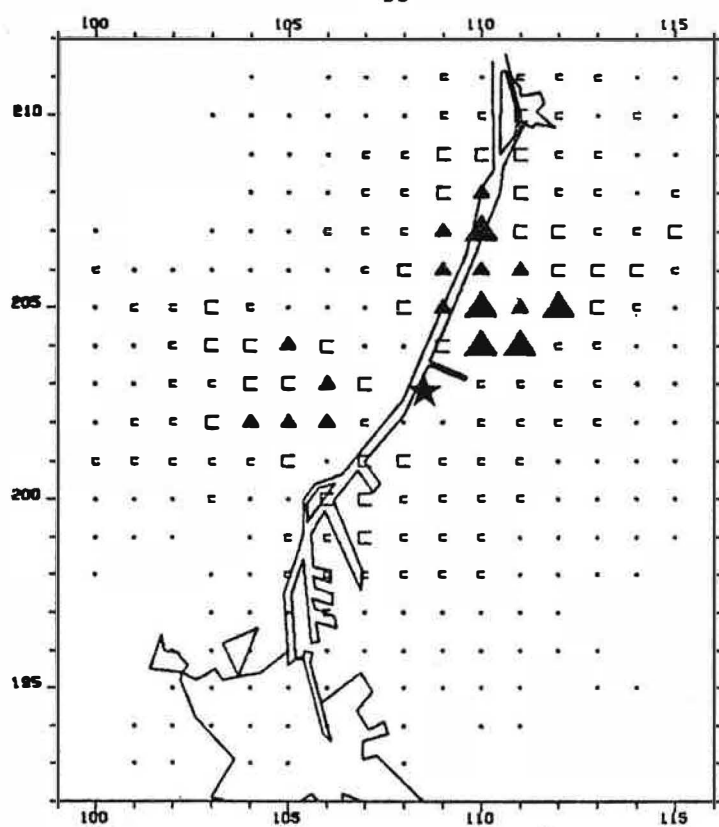
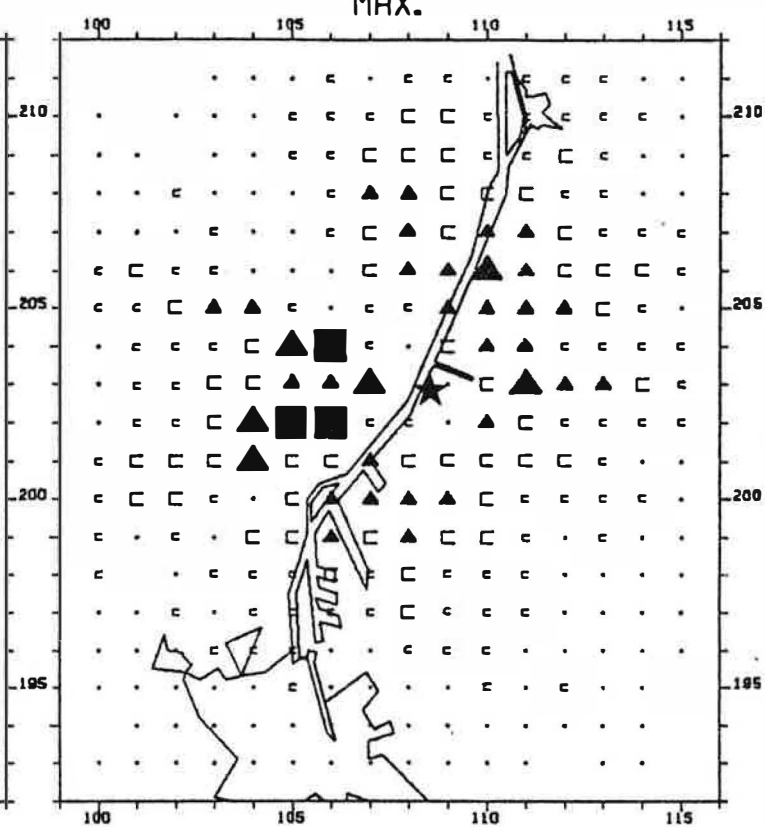


Fig. 5.2-12 - Stof ($\mu\text{g.m}^{-3}$) niveaus, veroorzaakt door de gemiddelde emissies Rodenhuijze 1986.

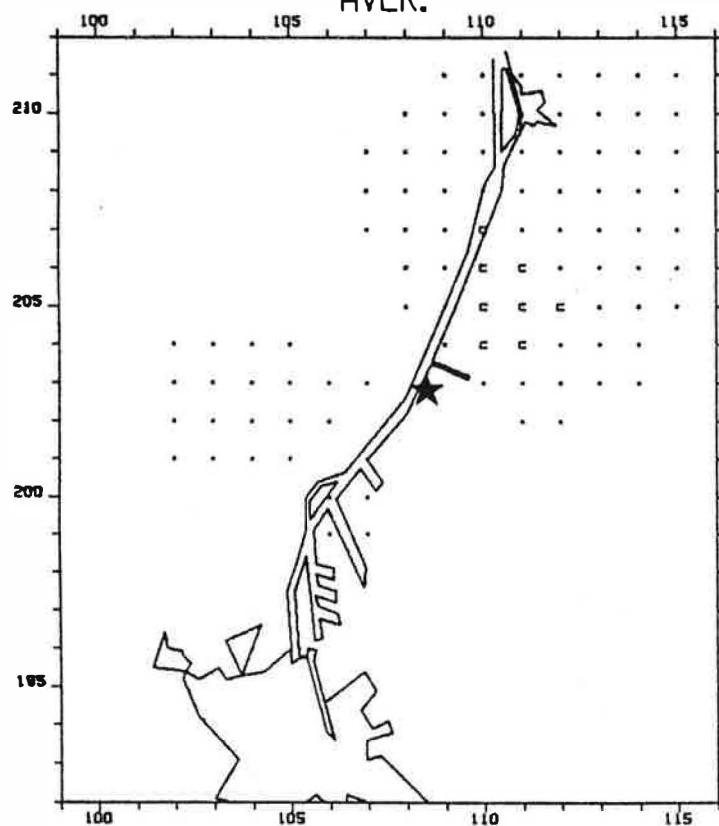
(★ = centrale Rodenhuijze)

P₉₈

MAX.



AVER.



SYMBOL	AVER.	P98	MAX.
	=<0	=<2	=<3
.	0->1	2->4	3->6
e e	1->2	4->6	6->9
e e	2->3	6->8	9->12
▲ ▲	3->4	8->10	12->15
▲ ▲	4->5	10->12	15->18
■ ■	>5	>12	>18

Fig. 5.2-13 - Stof ($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) niveaus, veroorzaakt bij vollast emissies
Rodenhuize 1986.

(★ = centrale Rodenhuijze)

5.2.3.2. Vergelijking met normen

5.2.3.2.1. Zwaveloxiden (SO_x)

Na de ombouw wordt bij gemoduleerde werking de EEG-richtlijn 80/779/EEC, overgenomen in het KB van 16.03.1983 ($P_{50} < 120 \mu\text{g.m}^{-3}$ indien stof $\leq 40 \mu\text{g.m}^{-3}$ en $P_{98} < 350 \mu\text{g.m}^{-3}$ indien stof $\leq 150 \mu\text{g.m}^{-3}$) niet overschreden. Dit is eveneens het geval voor de alarmdrempel van $500 \mu\text{g.m}^{-3}$ en voor de grenswaarde van $400 \mu\text{g.m}^{-3}$, waarvoor binnen de Benelux een meldingsplicht bestaat.

Bij vollast-werking wordt aan de bovenvermelde EEG-richtlijn enkel voldaan voor de 50-percentiel. In het gebied ten noorden van de stad Gent, ter hoogte van het Groot Dok en het Sifferdok, worden de 98-percentieelnorm, de alarmdrempel en de grenswaarde voor de Benelux-meldingsplicht duidelijk niet gerespekteerd. De laatstgenoemde wordt eveneens overschreden ten noordoosten van de bron (terrein N.V. Sidmar en op de zuidelijke grens van Zelzate).

In verband daarmee moet evenwel benadrukt worden dat het vollast-scenario, waarbij de vier groepen simultaan aan volle capaciteit werken, in de praktijk quasi nooit zal voorkomen. Indien dit wel het geval mocht zijn, dan moet bovendien de wind gedurende ten minste 24 uur exact uit één richting komen opdat op de eerder vermelde plaatsen de overschrijdingen zouden optreden. Statistisch mag worden verondersteld dat de kans, dat de beide situaties gelijktijdig voorkomen, nihil is.

5.2.3.2.2. Stikstofoxiden (NO_x)

De omgerekende limietwaarde van $140 \mu\text{g NO}_x \cdot \text{m}^{-3}$ voor de 98-percentielen van de daggemiddelde concentraties (EEG-richtlijn van 03.12.1982; cf. § 3.3.4 .2.) wordt zowel bij gemoduleerde als bij vollast-werking overschreden in het centrum van de stad Gent. Dit was ook reeds het geval voor de bestaande toestand en de bijdrage van de centrale is op die plaats verwaarloosbaar. Daarentegen wordt de grenswaarde voor de meldingsplicht binnen de Benelux ($\text{NO} < 200 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ en $\text{NO}_2 < 150 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$; $\text{NO}_x < 450 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) voor de beide scenario's in de ganse studietzone gerespecteerd. In de berekende immissieniveaus is evenwel de NO_x -achtergrond niet ingekalkuleerd vanwege het gebrek aan akkurate meetgegevens. Bijgevolg zouden de reële immissiekoncentraties bij vollast-werking de EEG-richtwaarde kunnen overschrijden. Betreffende de probabiliteit van voorkomen van deze toestand gelden evenwel dezelfde opmerkingen als voor de SO_x -immissies bij vollast.

5.2.3.2.3. Overige kontaminanten

Vermits voor de overige kontaminanten de centrale als enige bron wordt beschouwd heeft een evaluatie van de berekende immissieniveaus ten opzichte van de normen en richtwaarden geen zin. Op basis van bestaande stofmetingen voor 1982, vermeld in tabel 3.3-12, en gezien de daling van de lozing bij gemoduleerde werking na de omschakeling, mag voor de stofemissie evenwel worden aangenomen dat de EEG-richtlijn 80/779/EEC, overgenomen in het KB van 16.03.1983 ($P_{50} < 80 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ en $P_{98} < 250 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) zeker niet zal overschreden worden.

Na de ombouw verdubbelen de immissieniveaus van F^- (als HF), evenredig met de toename van het steenkoolverbruik. Bij gemoduleerde en bij vollast-werking bedraagt

de maximale immissiebijdrage van de centrale respectievelijk 0,1 en 0,2 $\mu\text{g HF}\cdot\text{m}^{-3}$ voor de gemiddelden en 1,2 en 2,4 $\mu\text{g HF}\cdot\text{m}^{-3}$ voor de maxima. De globale immissieniveaus van F^- in de Gentse Kanaalzone zullen echter beduidend hoger zijn door de aanwezigheid van een aantal bedrijven met een relatief hoge F^- -emissie (ondermeer kunstmeststofproduktie en cokesverwerking). Een immissienorm voor F^- in de omgeving van een elektrische centrale is momenteel nog steeds niet beschikbaar. Voor een aantal specifieke bedrijven o.a. bij de produktie van email, is dit echter wel het geval.

5.2.4. Diffuse stofemissies

Na de omschakeling van groep 4 zal het steenkoolverbruik nagenoeg verdubbelen. De daarmee gepaard gaande diffuse stofemissies, berekend op basis van gemiddelde emissiefactoren uit de literatuur en vermeld in tabel 3.3-13, zullen bijgevolg hoger zijn dan in 1982. De massastromen per aktiviteit zijn samengevat in tabel 5.2-9. Daarbij wordt enerzijds verondersteld dat de bestaande installaties voor de aanvoer en het stockeren van de ruwe steenkool niet worden uitgebreid en anderzijds dat de stofverspreiding bij het manipuleren van de bodem- en vliegafval verwaarloosbaar is gezien de bestaande voorzorgsmaatregelen (afvoer via een gesloten circuit en extra bevochtiging).

De resultaten moeten, net zoals voor de bestaande toestand, met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden vermits niets met zekerheid geweten is betreffende de akkuraatheid van de gebruikte emissiefactoren.

De belangrijkste bijdragen worden geleverd door het vervoer van de steenkool via de transportbanden (64%) en door de winderosie (26%). Bij gemoduleerde werking bedraagt de diffuse stofverspreiding slechts 1,3% van de totale jaaremmissie van stof via de schoorstenen, ten opzichte van 0,8% voor 1982.

Tabel 5.2-9 - Massastromen voor diffuse stofemissies na de ombouw

Aktiviteit	gemidd. jaaremissie (kg per jaar)	gemidd. dagemissie werkdagen (kg.d^{-1})	gemidd. dagemissie niet-werkdagen (kg.d^{-1})	max. uuremissie werkdagen (kg.h^{-1})
lossen spoorwagens	550 (1)	2,1	-	1,1
transport naar kolenpark	4888	18,8	-	9,4
optassen	703	2,7	-	1,4
afschrapen	244	0,9	0,9	0,9 (2)
transport naar maalderij	4888	17,0	17,0	17,0 (2)
winderosie	3942 (3)	10,8	10,8	0,5
Totaal	15215	52,3	28,7	30,3

(1) berekend op 2350 t aanvoer per dag (260 werkdagen per jaar; 2 uur per dag)

(2) berekend op 2125 t gedurende 1 uur, 1 maal per dag (gemoduleerd = 287 dagen per jaar)

(3) kolenvoorraad : 50.000 t

Qua draagwijdte en impact van de diffuse stofemissies gelden dezelfde opmerkingen als vermeld in § 3.3.5.

5.3.Vaste afval

5.3.1. Aard en samenstelling

Zoals groep 1 zal groep 4 eveneens gestookt worden met Zuidafrikaanse steenkolen. De samenstelling van de vlieg- en bodemas zal dus weinig of niet verschillen van de huidige.

5.3.2. Hoeveelheden

Bij de omschakeling van groep 4 naar steenkool zal de hoeveelheid vaste afval aanzienlijk toenemen. De gemiddelde jaarlijkse asproduktie zal stijgen van 48.000 t naar 108.180 t, daarvan zijn er 95.200 t vlieggas en 12.980 t bodemas, wat resulteert in een toename voor vlieggas en bodemas van respectievelijk 39.060 en 5.340 t per jaar.

Er wordt verwacht dat de vlieggas vooral moet gestort worden, terwijl er voor bodemas een voldoende afzet zal zijn. Tegen het storten van bodemas zou evenwel geen bezwaar zijn.

5.3.3. Omvang van het stort

Zoals reeds aangehaald in § 3.4.3. wordt de ringdijk van het stort thans verhoogd tot het peil + 11,5. Door deze ophoging wordt de stortkapaciteit op ca. 430.000 t gebracht. Rekening houdend met een vlieggasproduktie van 46.900 t in 1985 en 95.200 t vanaf 1986 zou er kunnen gestort worden tot eind 1989.

5.4. Afvalwater

5.4.1. Soorten afvalwater

Na de ombouw van groep 4 op steenkool zullen de soorten afvalwaters niet wijzigen. Er kunnen wel kwantiteits- en kwaliteitsverschillen optreden.

5.4.2. Hoeveelheden en kwaliteit

5.4.2.1. Koelwater

De ombouw van groep 4 zal niets wijzigen aan het koelcircuit. Er dient evenwel aangestipt te worden dat groep 4 na de ombouw intensiever zal gebruikt worden, wat een invloed zal hebben op de termische belasting. Bij het alleen in werking zijn van de groepen 1, 2 en 3 wordt de koeltoren normaal niet gebruikt waardoor het geloosde koelwater een temperatuur heeft van $t_o + 8,9^{\circ}\text{C}$ bij vollast (t_o = temperatuur kanaalwater) (cf. § 3.5.2.1.2.). Bij het in werking zijn van groep 4 daarentegen is ook de koeltoren in bedrijf. De temperatuur van het geloosde koelwater is dan $t_o + 5,6^{\circ}\text{C}$.

Groep 4 heeft bovendien weinig of geen invloed op het lozingsdebiet. De ombouw zal bijgevolg een gunstige invloed hebben op de termische belasting; de lozingsnorm van 30°C zal minder snel bereikt worden.

5.4.2.2. Astransportwater

Daar de samenstelling van de vliegase na de ombouw weinig of niet zal wijzigen, zal ook de kwaliteit van het astransportwater weinig veranderen. Belangrijk in dit verband is evenwel dat door de sterk verhoogde vliegaseproduk-

tie het transportwaterdebiet moet verdubbeld worden. Dit feit kan, zonder het nemen van speciale maatregelen, belangrijke gevolgen hebben. Het verhoogde transportwaterdebiet vereist een snellere afvoer van dit water op het stort, waardoor de bezinking van de vliegassdeeltjes minder volledig zal zijn. Op die manier kan vliegass in de Moervaart terechtkomen. Wanneer men daarentegen een voldoende bezinkingstijd wil handhaven zal er, steeds zonder het nemen van speciale maatregelen, konstant een grote hoeveelheid transportwater op het stort aanwezig zijn, waardoor de invloed ervan op de grondwaterkwaliteit zal toenemen. De hoeveelheid infiltrerend astransportwater zal dan immers groter zijn.

5.4.2.3. Regeneratie- en spoelwater van de demineralisatie

Zowel wat betreft de kwaliteit als de kwantiteit zullen er zich voor het regeneratie- en spoelwater geen veranderingen voordoen.

5.4.2.4. Ketelwaswater

Zoals reeds aangegeven in § 3.5.2.4. wordt het ketelwaswater van de met fuel gestookte groepen na dekantatie en neutralisatie in het kanaal geloosd. Het waswater van de met steenkool gestookte groepen daarentegen wordt afgevoerd naar het vliegassstort. Na de ombouw van groep 4 zal de in het kanaal geloosde hoeveelheid ketelwaswater bijgevolg vermindern.

Belangrijk is bovendien het feit dat de hoeveelheid toxisch ketelslib (d.i. het ketelslib van de met fuel gestookte groepen) zal afnemen.

5.4.2.5. Sanitair afvalwater

Het al dan niet ombouwen van groep 4 zal binnen de centrale een tewerkstellingsverschil opleveren van ca. 57 personeelsleden. De hieraan te wijten toename van de veront-

reinigende belasting van het sanitair afvalwater is gering.

5.4.2.6. Perkolatie- en afvloeiwatervan de kolenhoop

De huidige gestockeerde kolenhoeveelheid bedraagt ongeveer 40.000 t; na ombouw zal er ongeveer 80.000 t opgeslagen worden. Daar ook het kolenverbruik verdubbelt zal de verblijftijd van de kolen in het kolenpark, ongewijzigd blijven. Bijgevolg zal ook na de ombouw de invloed van het perkolatiewater miniem zijn.

Indien het kolenpark uitgebreid wordt kunnen er evenwel wijzigingen optreden.

5.5. Oppervlaktewater

De beschikbaarheid van en de mogelijkheid tot lozen in oppervlaktewater zal niet veranderen. De ombouw zal echter een intensiever gebruik van groep 4 en bijgevolg ook van de koeltoren veroorzaken. Dit zal een gunstige invloed hebben op de termische belasting en het zuurstofgehalte in het kanaal. De hoeveelheid geloosd transportwater zal echter verdubbelen. Rekening houdend met het kanaaldebiet is de invloed van de lozing van het transportwater en de andere afvalwaters echter zeer klein.

5.6. Grondwater

5.6.1. Geometrie van het vliegastort

De ombouw van groep 4 heeft als dusdanig geen rechtstreekse invloed op het grondwater. Een gevolg van de ombouw is wel de verhoging van het vliegastort, maar deze verhoging zou ook zonder de ombouw na verloop van tijd plaatsgevonden hebben.

Wel belangrijk in dit verband is de faktor tijd. Het opgehoogde bezinkbekken zal ten gevolge van de ombouw van groep 4 en de daaruitvolgende grotere vliegastortproductie reeds gevuld zijn eind 1989; zonder de ombouw zou kunnen gestort worden tot eind 1993. De eventuele invloed van de

ophoging van het stort op het grondwater zal zich dus sneller doen gelden. Bovendien zal vlugger moeten uitgekeken worden naar een nieuwe stortzone.

5.6.2. Invloed van de ophoging van het vliegassort op de grondwaterstroming en de grondwaterkwaliteit

5.6.2.1. Algemeen

De invloed van de ophoging van het vliegassort op de grondwaterstroming en de grondwaterkwaliteit werd onderzocht d.m.v. het in paragraaf 3.7.5. beschreven axiaalsymmetrisch tweedimensionaal model. De wijzigingen die aan het model dienden aangebracht te worden, alsook de resultaten van de simulaties worden besproken in de volgende paragrafen.

5.6.2.2. Ingebrachte gegevens

In het eindig-verschil netwerk wordt ter hoogte van het vliegassort één laag met een dikte van 2 m meer beschouwd. De ophoging van het vliegassort zal de hydraulische weerstand tussen de watertafel en het grondwaterreservoir doen toenemen; de toename kan slechts ruw geschat worden.

Gezien dit feit werden twee simulaties uitgevoerd. In een eerste simulatie werd de hydraulische weerstand verhoogd met 3000 d (fig.5.6-1). Een dergelijke verhoogde weerstand wordt bekomen wanneer door de verhoging van het vliegassort een toename van de pakkingsdichtheid optreedt in de onderliggende vliegassort, met als gevolg de afname van de verticale doorlatendheid en dus de toename van de hydraulische weerstand. In een tweede simulatie (fig.5.6-2) werd de weerstand slechts verhoogd met 1000 d; in dit geval is de weerstandstoename enkel te wijten aan de grotere dikte van de vliegassort.

De horizontale en de verticale doorlatendheden van het grondwaterreservoir zijn gelijk aan deze ingevoerd bij de simulatie van de evolutie met het huidig stromingspatroon.

5.6.2.3. De randvoorwaarden

De randvoorwaarden zijn identiek aan deze bij de reeds besproken simulatie (cf. § 3.7), tenzij ter hoogte van het vliegassort. In de bovenste cellen van het grondwaterreservoir onder het stort wordt nu een vaste stijghoogte van +10,20 (m+TAW) aangenomen.

5.6.2.4. Resultaten

Bij beide simulaties werd aangevangen met de kwaliteitsverdeling op het tijdstip 20 jaar in de simulatie besproken in paragraaf 3.7.

Bij de eerste simulatie (fig.5.6-1), waarbij de weerstand van de vliegassort toeneemt met 3000 d, varieert de insijpelingsnelheid tussen 370 mm per jaar ter hoogte van het centrum van het stort en 400 mm per jaar aan de rand van het stort. Deze waarden bedragen bij de tweede simulatie (fig.5.6-2), waarbij de weerstand van de vliegassort toeneemt met 1000 d, repektievelijk 500 mm per jaar en 610 mm per jaar. Het algemene grondwaterstromingspatroon in beide simulaties wijkt slechts weinig af van dit in de simulatie van de evolutie met de huidige stromingstoestand. Ook het algemeen beeld van de verontreiniging van het grondwater, zal door de ophoging van het vliegassort weinig gewijzigd worden. In verband met deze verontreiniging geven beide simulaties echter een duidelijk verschillend resultaat. Bij de eerste simulatie zal ten gevolge van de toenemende pakkingsdichtheid de hoeveelheid vliegassorkolaat dat in het grondwaterreservoir infiltreert afnemen waardoor de verontreiniging zelfs geringer zal

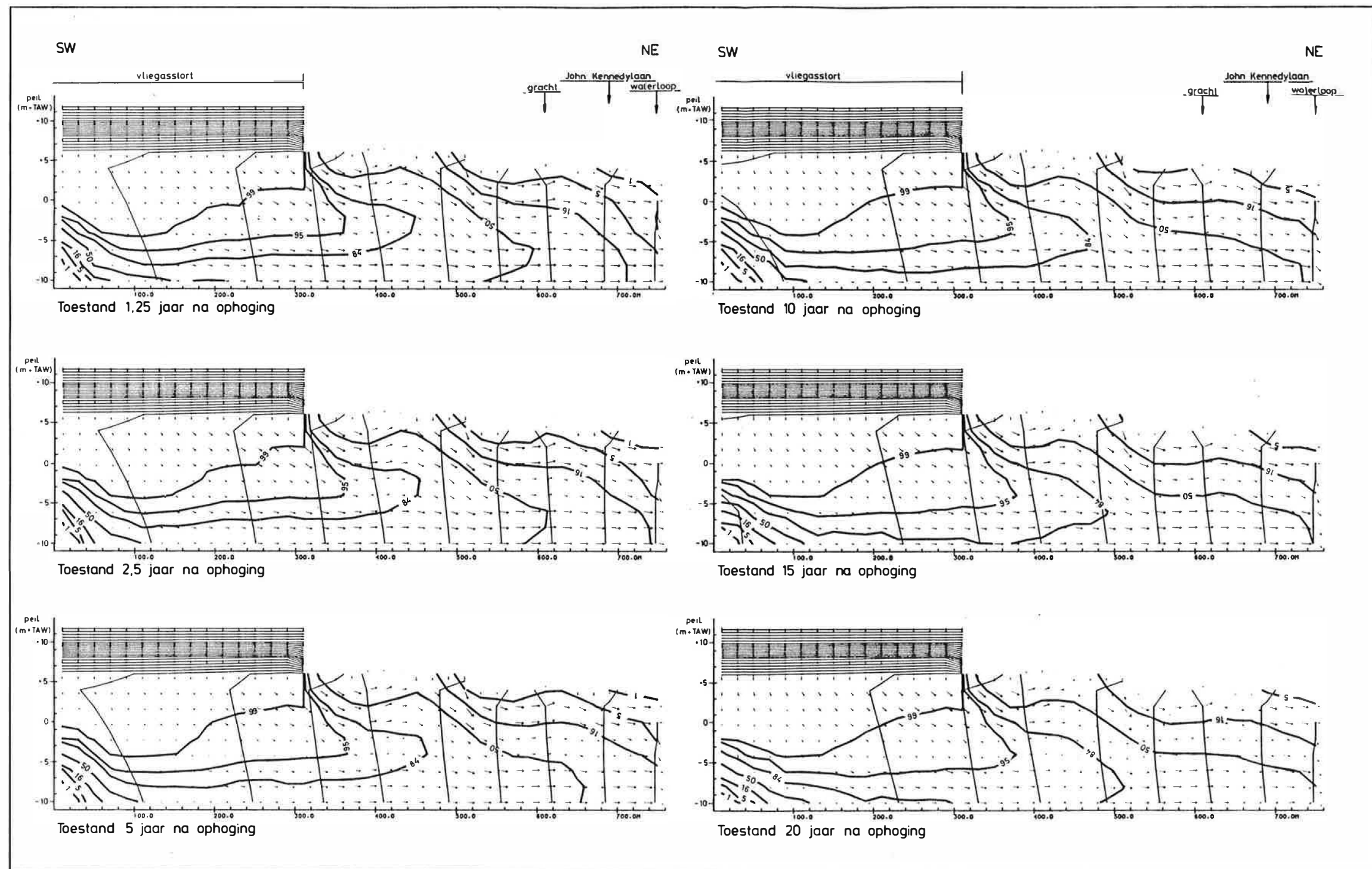


Fig. 5.6-1 - Simulatie van de evolutie van de grondwaterkwaliteit na 2 m ophoging van het vliegassort.
 c_{stort} vermeerderd met 3000 dagen

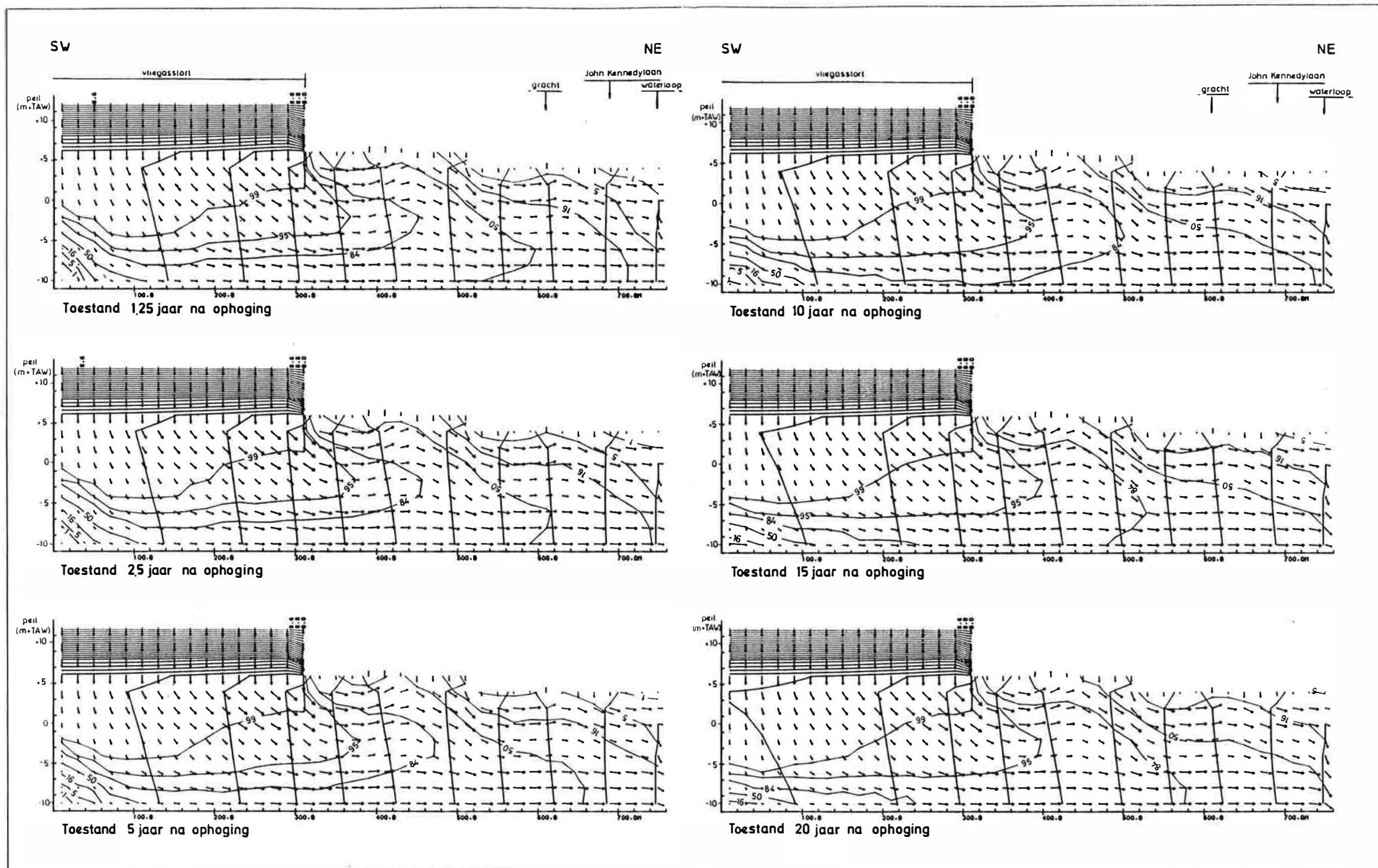


Fig. 5.6-2 - Simulatie van de evolutie van de grondwaterkwaliteit na 2 m ophoging van het vliegassort.
 c_{stort} vermeerderd met 1000 dagen

zijn. Bij de tweede simulatie daarentegen vermeerderd de infiltratie onder het vliegassort en dus ook de verontreiniging. Om te bepalen welke toestand zich zal voordoen, met name of de pakkingdichtheid zal vermeerderen of niet, is een grondige grondmechanische studie vereist.

5.7. Biotische omgeving

5.7.1. De oppervlaktewaters

5.7.1.1. De koelwaterlozing

De ombouw zal de hoeveelheden en de meeste eigenschappen van het geloosde koelwater niet wijzigen. De koelwaterlozing zal dus hetzelfde, zeer geringe en zelfs enigszins gunstige effect (cf. § 3.8.) op de aanpalende oppervlaktewaters behouden.

Deze situatie in de Moervaart en het Kanaal Gent-Terneuzen zal pas veranderen wanneer :

- de hoeveelheden en de eigenschappen van het geloosde koelwater veranderen;
- de verontreiniging in de Moervaart en/of in het Kanaal Gent-Terneuzen zodanig afneemt dat ook meer gevoelige (o.a. voor temperatuur) organismen zich in deze kanalen kunnen vestigen.

5.7.1.2. Het afvloeiwatervan het vliegassort

De invloed van het afvloeiwatervan het stort op de biota in de Moervaart hangt af van de debieten, de samenstelling (vnl. zouten en metalen), de temperatuur en de verontreinigingsgraad van de Moervaart.

Zolang de huidige zeer slechte biologische kwaliteit in de Moervaart niet verbetert zal het afvloeiwatervan, mits voldoende

bezinking en afkoeling, de aanwezige, meestal weinig gevoelige biota niet nadelig beïnvloeden.

5.7.2. De biotische omgeving

5.7.2.1. Het vliegassort

Het volstorten van het vliegassort kan in de huidige situatie van de kanaalzone niet als een landschapsverandering worden opgevat. De aanwezige vegetaties zijn zeer algemeen en weinig waardevol.

5.7.2.2. Luchtverontreiniging

De in de prognoses opgegeven verminderingen van SO_x - en NO_x -gehalten dragen alvast bij tot een vermindering van stress-situaties bij de aanwezige biota en tot een afremming van de verdere verzuring in de biotische omgeving (cf. de pijnboscomplexen in Zelzate-Wachtebeke-Moerbeke). De weerslag hiervan is moeilijk te voorspellen wegens de huidige situatie in de Gentse kanaalzone. Vele andere bedrijven evenals het verkeer en de bewoning zorgen ervoor dat de verontreinigingsgraad van de luchtlagen aanzienlijk blijft. Zo zullen de gemiddelde SO_2 -gehalten na de ombouw, ten zuiden van Zelzate ($0,045 - 0,085 \text{ mg.m}^{-3}$) te hoog blijven om een vestiging van de meeste korstmossen toe te laten.

Een lichte toename van de diffuse emissie van stofdeeltjes zal, afhankelijk van de hoeveelheden, nadelig inwerken op de vegetatie. Het afgezette stof kan bv. de fotosynthese-aktiviteiten hinderen. Aangezien dit aspect tot nu toe zelden grondig is onderzocht, blijft het hierboven vermelde schade-effekt eerder theoretisch. Konkrete aanwijzingen zijn immers niet voorhanden.

5.8. Geluidshinder

De geluidsmetingen die werden uitgevoerd eind 1985 (cf. § 3.9.) blijven min of meer representatief voor de toekomstige toestand. De groep 4 zal echter wel meer in bedrijf zijn, zodat men kan aannemen dat de blijvende geluidshinder gedurende een langere tijd zal optreden.

Enkele typische bijkomende geluidsbronnen voor een kolencentrale zijn :

- de breekmolens : voor het malen van de kolen worden breekmolens van het wrijvingstype geïnstalleerd. Het geluidsniveau op 1 m afstand ervan kan op 85 dB(A) worden geraamd. De molens werken echter in een afgeschermd ruimte; de demping die hierdoor veroorzaakt wordt is tenminste 25 dB(A) zodat de breekmolens uiteindelijk weinig geluidshinder zullen veroorzaken.
- de ruwkolenbunker : het doorschuiven van de kolen kan gepaard gaan met schokgolven. Dit kan echter vermeden worden door ervoor te zorgen dat de kolen gelijkmatig zakken, bijvoorbeeld door een gepaste konstruktie of door het inblazen van perslucht.
- transport : de grootste geluidshinder zal afkomstig zijn van de kolentreinen. Het geluidsniveau van een trein rijdend aan 80 km.h^{-1} bedraagt op 15 m afstand ervan 90 tot 100 dB(A). Bij 10 km.h^{-1} daalt dit tot 65 à 75 dB(A). Er zullen waarschijnlijk 2 treinen per werkdag toekomen. Het lossen van de treinen gebeurt in een afgesloten ruimte. Een andere geluidsbron zijn de transportbanden. Het geluidsniveau hiervan is ongeveer 75 dB(A) onder de overkoepeling. Het kolenpark zal weinig gebruikt worden. Meestal zullen de kolen rechtstreeks vanuit de treinen in de ruwkolenbunkers worden gestort. Tenslotte heeft men nog het transport van de assen. Dit gebeurt

grotendeels op het terrein zelf. Indien vrachtwagens ingeschakeld worden voor asvervoer betekent dit een bijkomende geluidshinder. Een vrachtwagen rijdend aan 10 km.h^{-1} produceert ongeveer 75 dB(A) op 7,5 m afstand. Bij het starten bedraagt dit 90 tot 95 dB(A).

Men kan besluiten dat het geluidsniveau op het terrein van de centrale doorgaans niet hoger dan 75 dB(A) zal liggen. De geluidshinder voor de omgeving zal dus beperkt blijven. De belangrijkste toename van de geluidshinder is te wijten aan het toegenomen treinverkeer.

5.9. Ioniserende straling

De verspreiding van radioactieve stoffen naar het milieu gebeurt vooral via de geëmitteerde vliegass. Andere bronnen, zoals de steenkolen, de opgevangen vliegass en de bodemas blijven op de centrale zelf. De concentraties van de verschillende isotopen in de geëmitteerde vliegass, samen met de specifieke activiteit worden gegeven in tabel 5.9-1. Uit deze tabel blijkt onmiddellijk dat enkel K-40, Th-232, U-235 en U-238 een bijdrage kunnen leveren.

Als voorbeeld werd het dosisequivalent ten gevolge van uitwendige besmetting door deeltjes in de atmosfeer bepaald. Het dosisequivalent (H) wordt gegeven door (LAMARSCH, 1975)

$$H = 10^{-8} \cdot \chi \cdot E \text{ (mrem s}^{-1}\text{)}$$

waarbij E de energie van de beschouwde γ -stralen is (tab.2.2-6) en χ de aktiviteitsconcentratie in Bq.m^{-3} . De bijdrage van de verschillende isotopen vindt men in tabel 5.9-2. De

TABEL 5.9-1 - Koncentratie en specifieke aktiviteit van radioactieve isotopen in de geëmitteerde vliegass.

Isotoop	Koncentratie (ppm)		Specifieke aktiviteit (Bq.kg ⁻¹)	
	Zuidafrikaanse kolen	Amerikaanse	Zuidafrikaanse kolen	Amerikaanse
K-40	1,68	2,47	$1,74 \cdot 10^4$	$2,55 \cdot 10^4$
La-138	0,135	0,08	13,7	0,14
S _m -147	3,30	2,75	412	343
S _m -148	2,46	2,05	$4,65 \cdot 10^{-3}$	$3,87 \cdot 10^{-3}$
Th-232	53,7	32	$5,06 \cdot 10^4$	$3,01 \cdot 10^4$
U-235	0,144	0,101	$2,71 \cdot 10^3$	$1,88 \cdot 10^3$
U-238	20,0	13,2	$5,92 \cdot 10^5$	$3,91 \cdot 10^5$

TABEL 5.9-2 - Berekening van het dosisequivalent bij uitwendige besmetting

Isotoop	Bijdrage (mrem.s ⁻¹)	
	Zuidafrikaanse kolen	Amerkiaanse kolen
K-40	$2,54 \cdot 10^{-13}$	$3,73 \cdot 10^{-13}$
Th-232	$1,01 \cdot 10^{-13}$	$6,02 \cdot 10^{-13}$
U-235	$5,42 \cdot 10^{-15}$	$3,76 \cdot 10^{-15}$
U-238	$2,96 \cdot 10^{-11}$	$1,96 \cdot 10^{-11}$
Totaal	$3 \cdot 10^{-11}$	$2 \cdot 10^{-11}$

Op jaarbasis geeft dit respektievelijk 10^{-3} mrem voor Zuidafrikaanse en $0,6 \cdot 10^{-3}$ mrem voor Amerikaanse kolen. Men dient deze waarden evenwel te vergelijken met de natuurlijke achtergrondstraling. In België bedraagt het dosisequivalent te wijten aan deze achtergrondstraling ongeveer 110 mrem per jaar. De bovengenoemde waarden van de kolen zijn dan ook te verwaarlozen. Men blijft ook duidelijk onder de norm van 5 rem op 30 jaar voor de bevolking, die gehanteerd wordt bij kerncentrales en opwerkingsfabrieken.

Het is duidelijk dat deze berekening zeer rudimentair is. Er werd geen rekening gehouden met uitwendige besmetting door β -stralen of met inwendige besmettingen. Ook werden de natuurlijke vervalreeksen slechts zeer summier in rekening gebracht. De bekomen dosisequivalent is echter zo klein dat er onmogelijk enige invloed kan zijn op de gezondheid van de bevolking.

5.10. Visuele impact

De visuele impact na de ombouw is nagenoeg identiek aan deze vóór de ombouw. De enige wijziging aan het uitzicht zal te wijten zijn aan de elektrofilter naast ketel 4. Hiervan zal op enige afstand van de centrale niets te merken zijn.

6. SAMENVATTING VAN DE MILDERENDE MAATREGELEN

6.1. Lucht

Ter beperking van de emissies van gasvormige contaminanten zijn geen technische middelen voorzien, noch voor de bestaande installatie, noch voor de toestand na de omschakeling van groep 4. Het stofgehalte in de rookgassen wordt in het geval van steenkoolverbranding drastisch gereduceerd met behulp van elektrostatische precipitatoren. De ontstoffingsefficiëntie van dergelijke installaties is afhankelijk van het type, de ouderdom van het systeem en de initiële stofbelasting. Na de ombouw blijft de bestaande elektrofilter van groep 1 behouden (efficiëntie 98%). Voor groep 4 is een nieuwe elektrofilter voorzien met een door de constructeur gegarandeerde efficiëntie van 99,5%. Bij de groepen 2 en 3 daarentegen, die uitsluitend een mengsel van fuel en hoogovengas verbruiken, wordt geen ontstoffing toegepast.

In de onmiddellijke omgeving van de centrale bevindt zich een bij wet verplicht mikromeetnet voor SO_2 . De uitbating is in handen van de Vereniging Vinçotte. Indien in één van de stations een glijdend 24-uursgemiddelde immissiekoncentratie hoger dan $500 \mu\text{g SO}_2 \cdot \text{m}^{-3}$ gemeten wordt, wordt de emissienorm van $5 \text{ g SO}_2 \cdot \text{Nm}^{-3}$ teruggebracht tot $2 \text{ g SO}_2 \cdot \text{Nm}^{-3}$. Om daaraan te voldoen beschikt de centrale over een permanente voorraad aan zwavelarme fuel (type A).

Ter beperking van de stofverspreiding tijdens het manipuleren van de steenkool en van de reststoffen worden diverse technische maatregelen genomen. De aanvoer van de steenkool gebeurt in afgesloten wagons die gelost worden in een gedeeltelijk afgesloten ondergrondse stortgoot. De transportbanden voor het vervoer van de steenkool binnen het bedrijf zijn overdekt. De vlieg-as wordt, na het aftappen uit

de elektrofilter, onmiddellijk gemengd met water en via een pijpleiding naar het vliegassort gepompt. Deze wordt continu vochtig gehouden en bij langdurige droogte zelfs volledig onder water gezet. De bodemas wordt via een waterslot onderaan de ketel gekollekteerd en gestockeerd in een daarvoor speciaal bestemde silo.

6.2. Vaste afval

Door het hydraulisch transport worden sommige gemakkelijk elueerbare elementen verwijderd uit de as. Daar het transportwater afgevoerd wordt, vermindert de kans op verontreiniging van het grondwater door het stort.

De verkoop van bodemas als grondstof voor de wegverharding beperkt de aanvoer op het stort.

Het ketelslib van de met olie gestookte groepen wordt verwerkt volgens de geldende wettelijke voorschriften inzake toxisch afval.

6.3. Afvalwater

De termische belasting van een deel van het afvalwater wordt beperkt door het gebruik van een koeltoren. Het astransportwater heeft een voldoende bezinkingstijd zodat geen zwevend materiaal wordt geloosd.

Het ketelwaswater van de met olie gestookte groepen wordt behandeld volgens de geldende wettelijke voorschriften. De lozing van sanitair afvalwater gebeurt via septische putten.

De verblijftijd van de kolen op de opslagplaats is slechts anderhalve maand waardoor de kans op verontreiniging van het grondwater door uittreidend perkolaat

zeer klein is.

6.4. Grondwater

Het gebruik van verontreinigd kanaalwater als transportmiddel voor de vliegias heeft een ongunstige invloed op het grondwater. Het transportwater wordt thans en in de toekomst echter grotendeels van het stort verwijderd wat de verontreiniging van het grondwater enigszins beperkt.

6.5. Biotische omgeving

Ter voorkoming van stofverspreiding, die een nadelig effect kan hebben op de biota, wordt een aantal maatregelen getroffen; deze maatregelen zijn reeds besproken in § 6.1.

7. LEEMTEN IN KENNIS EN INFORMATIE

7.1. Vaststelling

Voor de evaluatie van de toestand na de ombouw zijn vooral de brandstofsoorten en hun hoeveelheden belangrijk.

Voor de brandstof is er verondersteld dat de hoeveelheden hoogovengas zullen beschikbaar zijn. Bij afwezigheid zullen deze eventueel moeten vervangen worden door zware fuel en door kolen. Dit zou nogal belastend kunnen werken op de zwavel- en stofemissie.

Voor de elektriciteitsproduktie is uitgegaan van 46% belasting (in '84 : 49%) van de centrale. Het onbeschikbaar zijn van de goedkopere kerncentrales kan dit sterk beïnvloeden.

7.2. Lucht

De berekening van de emissies en de overeenkomstige emissiekoncentraties gebeurt op basis van gemiddelde literatuurgegevens, de zogenaamde emissiefactoren, wat steeds een zekere onnauwkeurigheid tot gevolg heeft. Dit wordt nog versterkt door het feit dat steeds gerekend wordt met een gemiddelde brandstofsamenstelling en benuttingsgraad. Om die reden lijkt het weinig opportuun dag- of uurgemiddelde emissies te formuleren.

Voor de stofemissies bij de bestaande toestand wordt de efficiëntie van de elektrofilter van groep 1 vastgelegd op 98%. Het betreft hier terug een gemiddelde waarde die, zoals uit metingen gebleken is, functie is van een aantal parameters (ondermeer de initiële stofbelasting). Hetzelfde geldt voor de te verwachten stofemis-

sies van groep 4 na de omschakeling. Deze worden bovendien noodgedwongen berekend voor een louter theoretische ontstoffingsefficiëntie van 99,5%, geformuleerd door de konstrukteur. Uit de literatuur blijkt dat tot op heden een dergelijke hoge efficiëntie in de praktijk niet bereikt wordt. De auteurs van dit rapport hebben zich daartoe uitsluitend kunnen steunen op de garanties van de konstrukteur. Enkel een regelmatig en nauwkeurig uitgevoerde controle kan daarover uitsluitsel geven.

Een gefundeerde keuze van gemiddelde emissiefactoren voor de berekening van de diffuse stofverspreiding, bij het verhandelen van steenkool en assen, is een uiterst delikate materie. In de literatuur zijn immers verschillen met een faktor 100 tot 1000 geen uitzondering. Bovendien is het onmogelijk de invloed van parameters zoals vochtigheid van de materialen en de weersomstandigheden in rekening te brengen. Bijgevolg dienen de berekende emissies enkel als richtwaarden beschouwd te worden.

Het steeds terugkerend gebruik van gemiddelde waarden voor de berekeningen van de emissies heeft uiteraard een belangrijke invloed op het kwantificeren van de immissieniveaus in de studiezone. Als gevolg daarvan zijn, in vergelijking met de realiteit, de berekende maxima enigszins onderschat en de minima overschat. Indien de mathematische simulaties zouden uitgevoerd worden op uurbasis zou dit aanleiding geven tot aanzienlijke fouten. Voor de daggemiddelde concentraties evenwel volgt uit de validatiestudie, uitgevoerd voor SO_x , dat de afwijkingen ten opzichte van de reële daggemiddelden, betrekkelijk klein zijn.

Door zijn langgerekte vorm en de bijzondere alligatie van de bronnen en hun impact neemt de zone Gent-Zelzate een unieke plaats in. Bijgevolg is een nauwkeurige kennis van de meteorologische parameters zoals windrichting,

snelheid en atmosferische stabiliteit voor het betrokken gebied onontbeerlijk. Voor deze studie kon enkel gebruik gemaakt worden van meteometingen te Mol. Alhoewel er op makro-meteorologisch vlak geen significante verschillen optreden kan een extrapolatie van deze gegevens naar de weerssituatie in de zone Gent-Zelzate gezien de bijzondere ligging en de sterke concentratiegradiënten op mikroschaal een nefaste invloed hebben op de akkurateste van de simulaties.

De belangrijkste beperking van de berekende immissieniveaus is evenwel dat voor NO_x geen rekening kan worden gehouden met de achtergrondbijdrage terwijl voor de overige kontaminanten de centrale als enige bron in de studiezone beschouwd wordt. Dit is het gevolg van een nijpend gebrek, enerzijds aan voldoende meetstations voor NO_x op regionaal vlak, anderzijds aan een volledige inventarisatie van de mogelijke lozingspunten voor de betreffende kontaminanten in de studiezone. Bovendien moet opgemerkt worden dat momenteel niet geweten is in hoeverre de inventarisatie van de NO_x -dispersie ten gevolge van de gebouwenverwarming en het verkeer voldoende akkuraat is. Een grondige validatiestudie alsook bijkomend onderzoek naar de specificering van NO en NO_2 en de tijdsvariaties zijn een dringende noodzaak.

De problemen bij de inventarisatie van de stof-emissies zijn nog veel groter ten gevolge van de gebrek-kige kennis betreffende de deeltjesgrootteverdeling en de bijdrage van de diffuse emissies en van het heropwaaiend stof. Het is momenteel onmogelijk om in het mathematisch model met deze factoren rekening te houden zodat de berekende immissieniveaus voor stof zeker voor betwisting vatbaar zijn.

7.3. Vaste afval

De elueerbaarheid van vers geproduceerde as werd

bepaald in het laboratorium. Er werd uiteraard met een aantal factoren geen rekening gehouden, omdat deze in het laboratorium niet na te bootsen zijn. Welke elementen en de hoeveelheid ervan die worden uitgeloozd in situ zijn aldus slechts bij benadering gekend.

7.4. Afvalwater

De kwaliteit van het transportwater wordt mede bepaald door die van het kanaalwater. Aangezien men de evolutie van deze laatste niet kan voorspellen kan er bijgevolg ook geen evaluatie van de kwaliteit van het transportwater worden gedaan.

Over de hoeveelheid en de kwaliteit van het ketelwaswater en het perkolatie- en afvloeiwatcr van de kolenhoop zijn geen gegevens voorhanden.

7.5. Grondwater

Een aantal gegevens die in het mathematisch model dienden te worden ingevoerd konden in het bestek van deze studie niet eenduidig bepaald worden.

De gemiddelde dikte van de vlieg-as is niet gekend. In de boringen bedraagt de dikte ca. 5 m; dit is de waarde die werd aangenomen in het model. Een aantal percelen waren echter reeds opgehoogd vooraleer werd begonnen met het storten van vlieg-as; op deze plaatsen zal de dikte van de vlieg-as beduidend kleiner zijn. De bepaling van de gemiddelde dikte zou dan ook een uitgebreid net van boringen in het vlieg-asstort vereisen.

De hydraulische parameters van de vlieg-as konden d.m.v. de pompproef slechts bij benadering worden bepaald. Voor een nauwkeurige bepaling ervan is een bemaling in de

vlieggas zelf noodzakelijk; dit is echter praktisch niet realiseerbaar.

De nieuwe zowel als de oude gegevens betreffende de grondwaterstroming en de grondwaterkwaliteit hebben slechts betrekking op een deel van het bestudeerde terrein. Aldus werd enkel een duidelijk beeld verkregen van de variatie van deze parameters in noordelijke richting. De kennis van de toestand in andere richtingen is zeer algemeen.

De kwaliteit van het vliegassstortporiënwater is afgeleid uit geofysische boorgatmetingen. Wegens de fijnheid van de vlieggas kan men het poriënwater niet bemonsteren zonder speciale voorzieningen. Bijgevolg heeft men geen precies overzicht van zijn kwaliteit.

In het bestek van deze studie kon de evolutie van het vliegassstort in de tijd bij de simulaties niet in rekening gebracht worden. Bij de initiële toestand, d.w.z. de toestand zonder verontreiniging, zijn de huidige geometrische kenmerken van het stort in het model ingevoerd.

Tenslotte zijn geen gegevens bekend over de huidige en toekomstige grondmechanische eigenschappen van het vliegaspakket; deze eigenschappen zijn van belang voor het bestuderen van de waterperkolatie doorheen het stort.

7.6. Biotische omgeving

De leemten in kennis slaan hier vooral op de effecten van stof en de in de rookgassen aanwezige luchtverontreinigende verbindingen op de biota.

In ons land bevindt het wetenschappelijk onderzoek over de invloed van luchtverontreiniging op biota zich in de beginfase. Konkrete gegevens zijn zeer beperkt, fragmentarisch

of tonen nog geen duidelijke verbanden. De weerslag van emissies van klassieke elektrische centrales op de biotische omgeving is nooit uitgebreid nagegaan.

8. SAMENVATTING EN BESLUIT

8.1. De elektrische centrale Rodenhuize

De centrale Rodenhuize heeft vier produktiegroepen, elk bestaande uit een verbrandingsketel, met een schoorsteen, en een turbo-alternator, met een kondensor. De hoogspanningspost en de hoogspanningsleidingen brengen de geproduceerde elektriciteit naar de verbruikers. De kondensorwarmte wordt naargelang van de bedrijfstoestand van de centrale, geloosd in het Kanaal Gent-Terneuzen via de Moervaart, en/of in de lucht via de koeltoren.

Het nominaal vermogen van de groepen 1, 2 en 3 bedraagt telkens 133 MW; de schoorsteenhoogte van de korresponderende ketels is telkens 102 m. Groep 4 is nominaal 279 MW en de schoorsteen van ketel 4 is 150 m hoog. Bij de ombouw van groep 4 van fuel naar steenkool blijven deze kenmerken behouden.

8.2. Elektriciteitsproduktie en brandstoffen

De elektriciteitsproduktie en het warmteverbruik van de verschillende groepen worden het best nominaal gekenmerkt. De waarden in tabel 8.2-1 refereren naar de piekbelasting in 1984.

In de huidige economische omstandigheden wordt in ketel 1 bij voorkeur steenkool gestookt; er kan echter ook zware fuel aangewend worden. De ketels 2, 3 en 4 zijn uitgerust om een mengsel van hoogovengas en zware fuel te verstoken. Het hoogovengas is afkomstig van de N.V. Sidmar.

In 1984 zijn de volgende soorten brandstoffen ingezet : kolen (asgehalte ca. 16,1%, zwavelgehalte (S) ca. 1,26%), zware fuel met een zwavelgehalte volgens de soort (fuel A: S ca. 0,9%, fuel D : S ca. 2,6%, fuel E : S ca. 3,3%) en hoogovengas.*

* Alle procenten zijn natte gewichtsprocenten

De gemiddelde procentuele brutobelasting van elke groep en van de centrale, met de brandstoffeninzet volgens de soort, is voor het jaar 1984 in tabel 8.2-2 opgenomen.

De lagere produktiekostprijs van elektriciteit in kerncentrales heeft tot gevolg dat de belasting van de centrale thans relatief laag is (ca. 49%). Groep 1 heeft een betrekkelijk normale belasting. De gezamenlijke belasting van de groepen 2, 3 en 4, gestookt met olie en hoogovengas, is, gezien de kostprijs van fuel, echter laag.

8.3. Geplande ombouw

8.3.1. Brandstoffen

De relatief jonge leeftijd van groep 4, in bedrijf sinds 1979, maakt deze bijzonder geschikt voor de ombouw van fuel en hoogovengas naar goedkopere kolen en hoogovengas als brandstof. Ook fuel kan nog gebruikt worden.

Als brandstoffen na de ombouw in de centrale Rodenhuize voorziet men voor groep 1 steenkool (as ca. 18%, S ca. 0,9%); voor de groepen 2 en 3 fuel E en hoogovengas en voor groep 4 dezelfde steenkool als in groep 1, en hoogovengas.

8.3.2. Produktieprogramma en piekbelasting na de ombouw

Het voorziene produktieprogramma na de ombouw (referentie 1986)* in de centrale Rodenhuize is opgenomen in tabel 8.3-1.

De vergelijking met de toestand vóór de ombouw (tab. 8.2-2) toont duidelijk aan dat het verbruik van zware fuel E bijna op nul valt en vervangen wordt door kolen. Voor het hoogovengas wordt uitgegaan van een 8% hogere produktie in de N.V. Sidmar.

* Bedoeld wordt het eerste volledige produktiejaar na de ombouw

Tabel 8.2-1 - Nominaal termisch vermogen en brandstoffeninzet
(piekbelasting, 1984).

Groep	Termisch vermogen (GJ.h ⁻¹)	Brandstoffeninzet		
		Kolen (t.h ⁻¹)	Fuel E (t.h ⁻¹)	Hoogovengas (10 ³ .Nm ³ .h ⁻¹)
G1	1225	50	-	-
G2	1225	-	22,4	115
G3	1225	-	22,4	115
G4	2570	-	52,3	170
Centrale	6245	50	97,1	400

Tabel 8.2-2 - Bruto produktiekenmerken en brandstoffeninzet (1984)

Groep	Belasting (%)	Brandstoffeninzet				
		Kolen (t)	Fuel A (t)	Fuel D (t)	Fuel E (t)	HOG (10 ⁶ .Nm ³)
G1	76	327.600	-	2.700	-	-
G2	51	-	1.260	6.000	60.500	1.000
G3	51	-	320	-	66.000	1.027
G4	34	-	175	9.800	101.800	1.121
Centrale	49	327.600	1.755	18.500	228.300	3.148

De elektriciteitsproduktie in de centrale Rodenhuize daalt verder (1984 : 49%, 1986 : 46%).

De ombouw van groep 4 op kolen heeft tot gevolg dat bij pieklast de groepen 1 en 4 op kolen werken. Er wordt verondersteld dat de uurproduktie van hoogovengas in de N.V.Sidmar dezelfde blijft ($400.000 \text{ Nm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$). De rest van de nodige warmte wordt door feul E geleverd. De pieklast na ombouw is weergegeven in tabel 8.3-2.

8.3.3. De ombouwwerken

De verbranding van steenkool in ketel 4 vereist relatief grote ombouwwerken, waarvan de voornaamste zijn :

- de kolenbehandelingsinstallatie

Vanuit het bestaande kolenpark dienen de kolen onder geschikte vorm naar ketel 4 gebracht te worden. Dit betekent de installatie van kolentransportbanden, drie ruwkolenbunkers, drie breekmolens voor de omvorming tot poederkool. Ook luchtdroging en transport van de poederkool naar de branders zijn noodzakelijk.

- de ketel

De verbrandingskamer en de verdampingsoppervlakte worden vergroot om het nominaal vermogen van groep 4 te behouden. Een afvoer van bodemas wordt onderaan de ketel bijgebouwd.

- de branders

Twaalf gemengde branders (fuel-hoogovengas) worden verwijderd. Vierentwintig nieuwe gemengde kolen-fuel branders, met lage afgifte van stikstofoxiden en onverbranden, worden in de ketelwanden geplaatst.

Tabel 8.3-1 - Brutoproduktiekenmerken en brandstoffeninzet na de ombouw.

Groep	Belasting (%)	Kolen (t)	Fuel E (t)	HOG 10^3 Nm^3
1	68	296.000	-	-
2	17	-	4.650	564.500
3	17	-	4.650	564.500
4	63	305.000	-	2.271.000
Centrale	46	601.000	9.300	3.400.000

Tabel 8.3-2 - Brandstoffeninzet bij pieklast na ombouw.

Groep	Termisch vermogen ($\text{GJ} \cdot \text{h}^{-1}$)	Brandstoffeninzet		
		Kolen (t)	Fuel E (t)	HOG ($10^3 \text{ Nm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)
G1	1225	50	-	-
G2	1225	-	16,2	200
G3	1225	-	16,2	200
G4	2570	105	-	-
Centrale	6245	155	32,4	400

- de rookgassenbehandeling

De luchtvoorverwarming via de rookgassen wordt aangepast. De voornaamste wijziging is echter het bijplaatsen van een elektrostatische stoffilter, waarbij na de ontstopping maximaal 125 mg.Nm^{-3} stof wordt voorzien.

- assen

De bodemas wordt in een laadsilo opgeslagen voor verkoop en gebruik. De vliegase wordt normaal met behulp van kanaalwater naar het bestaande vliegasestort getransporteerd. Voor verkoop van vliegase wordt een droge silo voorzien als tussenstockage voor bulktransport.

8.4. De voornaamste massastromen

8.4.1. Brandstofaanvoer

De hoeveelheden brandstof vóór en na de ombouw zijn reeds in de tabellen 8.2-2 en 8.3-1 opgenomen. Het hoogovenegas komt langs een pijpleiding van de N.V.Sidmar naar de centrale.

In 1984 was er een omschakeling van fuel D naar fuel E. Fuel D kwam via een pijpleiding van de N.V. Texaco. Fuel E wordt nu met lichters uit het Antwerpse havengebied aangevoerd.

Het kolentransport gebeurt via het spoor met fadwagons vanuit de Antwerpse en Gentse koolterminals.

Het nodige bulkvervoer van kolen en fuel E vóór en na de ombouw vindt men in de tabellen 8.2-2 en 8.3-1. Door de ombouw wordt het kolentransport bijna verdubbeld tot ruim twee treinen per werkdag. Het lichtertransport van fuel E valt bijna op nul.

8.4.2. Bodemas en vliegas

Het verstoken van fuel en hoogovengas brengt geen as-sen voort, tenzij de roetvorming.

Het zuiveren van de rookgassen uit de ketels 1 en 4 (na ombouw) met een elektrofilter gebeurt met een efficiëntie van respectievelijk 98 en 99,5% en zorgt ervoor dat de vliegas bijna volledig uit de rookgassen verdwijnt.

Als gewichtsverdeling tussen vliegas en bodemas wordt 88% en 12% aangenomen. De asproduktie vóór en na de ombouw is opgenomen in tabel 8.4-1 en steunt op de hoeveelheden kolen. Ruwweg verdubbelt de produktie.

Tabel 8.4-1 - Hoeveelheden (in ton) bodemas en vliegas, vóór en na de ombouw.

Jaar	Bodemas	Vliegas	Totaal as
1984	6.330	46.420	52.750
1986	12.980	95.200	108.180

De afzet en verkoop van bodemas verloopt zonder enige moeilijkheden (wegverharding e.a.). De vliegas daarentegen dient thans gedeponerd op het bestaande vliegasstort. Voor de toekomst wordt de verkoop van vliegas voor de betonindustrie onderzocht.

8.4.3. De rookgassen (zwavelemissie)

De zwavel in fuel wordt voor 97,5% omgezet in oxiden, voor kolen is dit 95%. De rest bevindt zich in het roet en de assen.

Uit de hoeveelheden verstookte brandstof vóór en na de ombouw vindt men de hoeveelheden zwavel geëmitteerd als oxide via de rookgassen (tab. 8.4-2).

Tabel 8.4-2 - Hoeveelheid zwavel (als oxide) in de rookgassen vóór en na de ombouw

Zwavel in rookgassen	1984	1986
Jaarbasis Ton S per jaar	11.694	5.446 (ca. 46,5%)
Pieklast kg S.h ⁻¹	3.811	2.529 (ca. 66%)

De sterke vermindering van de zwavelemissie na de ombouw kan verklaard worden door de vervanging van "zwavelrijke" fuel E door "zwavelarme" steenkool, alsook door de geringere belasting van de centrale na de ombouw.

8.4.4. De termische belasting

In alle bedrijfstoestanden van de centrale moet er ongeveer 50% van het termisch vermogen via koeling afgevoerd worden. Aangezien het nominaal termisch vermogen vóór en na de ombouw hetzelfde blijft (tab. 8.2-1 en 8.3-2) is de termische lozing van de centrale in elke bedrijfstoestand dezelfde. De warmtelozing gebeurt in de Moervaart en in de lucht via de koeltoren.

8.5. Maatschappelijke impact van de ombouw

8.5.1. De economische impact

De ombouwwerken vereisen een belangrijke bijkomende investering. Een dergelijke ombouw is economisch belangrijk. De totale investering van de ombouw wordt op 2,541 miljard BF geraamd. Een afschrijvingstermijn van 10 jaar en een intrestvoet van 12%, leidt tot een annuïteit van 17,7% of 450 miljoen BF afschrijvingen per jaar.

De inzet van 305.000 t kolen per jaar in ketel 4, komt overeen met een warmtehoeveelheid van 7.480.000 GJ per jaar. Zonder ombouw moet deze door zware fuel geleverd worden.

De investering moet gekompenseerd worden door de verminderde brandstofkosten van kolen. Het evenwicht wordt bereikt bij een prijsverschil, tussen fuel E en kolen, van ongeveer 60 BF per GJ. Voor elk bijkomend prijsverschil van 10 BF per GJ, dus boven de 60 BF per GJ, wordt een kostenvermindering van 75 miljoen BF per jaar gerealiseerd. Indien het prijsverschil tussen fuel en kolen zich situeert rond 90 BF per GJ dan is er een overeenstemmende kostenvermindering van ongeveer 225 miljoen per jaar, wat een gunstige economische inbreng betekent.

8.5.2. De sociale impact

8.5.2.1. De aktiviteit bij de werking van de centrale

8.5.2.1.1. De tewerkstelling op de centrale

Zonder de ombouw van groep 4 wordt verwacht dat de groepen 2, 3 en 4 minder elektriciteit gaan produceren. Er wordt enkel voldoende fuel aangewend om het hoogovengas

behoorlijk te verstoken en de pieklast in het verdeelnet te helpen dekken. Dit zal een weerslag hebben op de tewerkstelling.

De huidige tewerkstelling op de centrale is gemiddeld ongeveer 305 personen waarvan 273 EBES-personeelsleden en 32 personeelsleden van derden, niet gelijkmatig over het jaar gespreid. Zonder de ombouw wordt de tewerkstelling van EBES-personeel op 223 en van personeel van derden op 32 begroot.

Bij een ombouw van ketel 4 wordt verwacht dat de tewerkstelling door EBES behouden blijft en dat er gemiddeld 7 personen van derden meer op de centrale zullen werken. Houdt men bovendien rekening met een multiplikatie-effect van de rechtstreekse tewerkstelling van ongeveer 1,5, dan kan het globale verschil in continue tewerkstelling tussen ombouw en geen ombouw begroot worden op 85 personen.

8.5.2.1.2. Diensten door derden

De normale werking van de centrale vereist diensten van derden evenals toevoer van allerlei materialen.

Zonder ombouw worden de jaarlijkse leveringen van afgewerkte materialen op het huidig niveau van 94 miljoen per jaar behouden. Met de ombouw daarentegen wordt een stijging van 19% verwacht.

De aanvoer en het lossen van de brandstoffen loopt zonder ombouw met 20% terug, van 575.000 t tot 457.000 t (fuel en kolen). Bij ombouw stijgt de tonnemaat met ongeveer 6%. De vervoerswijze verandert echter volledig, het transport met lichters valt bijna op nul, terwijl het vervoer per spoor bijna verdubbelt.

8.5.2.2. De tewerkstelling bij de ombouw

De ombouwwerken van groep 4 zijn belangrijk; het budget is ca. 2,5 miljard. De transformatie van groep 4 zal globaal ongeveer 610 manjaar vereisen, waarvan 325 manjaar in Rodenhuize. Een manjaar bedraagt 1.750 werkuren. De verdeling ziet eruit als volgt :

- studiebureel : 37 manjaar;
- bouw : 114 manjaar;
- mechanische apparatuur : 392 manjaar;
- elektrische en elektronische apparatuur : 67 manjaar.

Deze tewerkstelling wordt over ongeveer 2,5 jaar gespreid.

Het direkt werkvolume van 610 manjaar wordt nagevoeg volledig in het land gepresteerd. Rekening houdend met een multiplikatie-effekt van 1,5 resulteert dit in een globaal pakket van 915 manjaar. Voor de regio is er naast een gedeelte van direkte werkgelegenheid, ook nog een belangrijke fractie van de indirecte werkgelegenheid zoals b.v. onderaanneming en activiteiten in de horecasektor.

8.6. Milieu-impact : vergelijking toestand vóór en na de ombouw

8.6.1. Lucht

8.6.1.1. Problematiek

De verbranding van fossiele brandstoffen in aanwezigheid van omgevingslucht leidt op natuurlijke wijze tot rookgassen. Deze bestaan hoofdzakelijk uit stikstof, waterdamp, koolstofdioxide en de zuurstofovermaat. Er zijn echter nog een aantal andere bestanddelen die vanuit milieu-technisch standpunt belangrijk zijn. In deze studie worden de volgende tien kontaminanten beschouwd : stof, lood (Pb), zwaveloxiden (SO_x ; SO_2 en SO_3 uitgedrukt

als SO₂), koolstofmonoxide en -dioxide (CO, CO₂), stikstofoxiden (NO_x; NO en NO₂ uitgedrukt als NO₂), koolwaterstoffen (KWS), aldehyden, fluor en chloor als ionen (respektievelijk als HF en HCl).

Het kwantificeren van de luchtverontreiniging ten gevolge van een bepaalde industriële activiteit omvat twee aspecten, namelijk de al dan niet gecontroleerde lozingen van kontaminanten (= emissie) en de daarmee verbonden impact op de concentraties op grondniveau in de omgeving van de bron (= immissie).

8.6.1.2. De bestudeerde scenario's

De evaluatie van de emissie- en immissietoestand, vóór en na de omschakeling van olie naar steenkool, omvat 3 scenario's :

- scenario "1982"

Het kalenderjaar 1982 wordt als referentie gebruikt vermits dit het meest recente jaar is waarvoor de emissie-inventaris in de Gentse Kanaalzone voldoende volledig is.

- scenario "1986"

Op basis van een realistische prognose van het brandstofverbruik worden de emissie- en immissiesituaties na de ombouw gesimuleerd.

- scenario "vollast"

Dit scenario veronderstelt dat de vier groepen continu aan volle capaciteit werken, wat toelaat de maximale milieu-impact te berekenen. De samenstelling van het brandstofpakket voor de groepen 2, 3 en 4 verschilt daarbij volledig van het vorige scenario.

8.6.1.3. Emissies - vergelijking met normen

De berekening van de emissies gebeurde op basis van emissiefactoren (literatuurgegevens, medegedeeld door de Emissie-Inventarisatie van de Vlaamse Regio - EIVR). Een aantal belangrijke elementen moeten daarbij worden aangestipt. De verschillende groepen zijn niet kontinu operationeel en in geval van werking is dit niet noodzakelijk bij vollast. De gebruiksduur per groep varieert van jaar tot jaar en is het laagst voor de groepen 2 en 3. De geplande totale elektriciteitsproduktie in 1986 is 9% lager dan in 1982 zodat zelfs zonder brandstofomschakeling de emissiesituatie zou verbeteren. De omschakeling van groep 4 van fuel naar steenkool heeft bovendien invloed op de samenstelling van het brandstofpakket en logischerwijze ook op de emissies van de andere groepen. Dit verklaart de spektakulaire emissievermindering, tot een faktor 10, voor alle kontaminanten, uitgezonderd CO_2 en KWS, bij de groepen 2 en 3. De eerder geringe daling voor de groep 1 is te wijten aan het exclusief steenkoolverbruik (berekend op basis van de gemiddelde elektriciteitsproduktie voor de periode 1982-1984). Voor de groep 4 tenslotte nemen in het scenario "1986" enkel de emissies van CO , CO_2 , KWS en vooral van F^- en Cl^- toe, specifiek te wijten aan het gemengde regime van steenkool- en hoogoven-gasverbranding. De totale jaaremmissies van de drie belangrijkste kontaminanten, SO_x , NO_x en stof dalen met respektievelijk 57%, 20% en 15%. Daarbij moet benadrukt worden dat de stofuitworp door groep 4 voor de scenario's "1986" en "vollast" berekend is met een elektrofilter-efficiëntie van 99,5%, zoals opgegeven door de constructeur. Dit verklaart de op het eerste zicht onverwachte vermindering van de stofemissie.

De jaargemiddelde emissiekoncentraties, volgens de EEG-richtlijnen genormaliseerd naar 3% en 6%

zuurstofovermaat in de rookgassen respektievelijk voor fuel- en steenkoolverbranding, zijn per groep samengevat in tabel 8.6-1. Daaruit blijkt dat de emissienormen opgelegd door het KB van 08.08.1975 ($\text{SO}_2 < 5 \text{ g.Nm}^{-3}$; stof $< 350 \text{ mg.Nm}^{-3}$) voor geen van de drie scenario's overschreden worden. Aan de normen geformuleerd door AROL voor de ombouw van fuel naar steenkool ($\text{SO}_2 < 2000 \text{ mg.Nm}^{-3}$; $\text{NO}_x < 850 \text{ mg.Nm}^{-3}$; stof $< 125 \text{ mg.Nm}^{-3}$) wordt door groep 4 voldaan.

Ten opzichte van 1980 worden de emissies van stof, SO_x en NO_x na de ombouw gereduceerd met respektievelijk 27%, 74% en 38%, te wijten aan de geleidelijke substitutie van zware fuel door kolen en hoogovengas en aan de vermindering van de totale brutoproduktie.

8.6.1.4. Immissieniveau's - vergelijking met normen

8.6.1.4.1. Algemeen

De impact van de totale emissie door de centrale Rodenhuize op de daggemiddelde immissiesituatie in de zone Gent-Zelzate wordt voor de drie scenario's mathematisch gesimuleerd met behulp van het Immissie Frekwentie Distributie Model (IFDM) van het SCK/CEN te Mol. De nodige invoergegevens zijn :

- emissies in de zone Gent-Zelzate door industrie, gebouwenverwarming en verkeer. Enkel SO_2 - en NO_x zijn voor de beschouwde studietoneel voldoende volledig geïnventariseerd. Voor de overige kontaminanten wordt de centrale Rodenhuize als enige aanwezige bron beschouwd. Voor de scenario's "1986" en "vullast" worden de toekomstige SO_x - en NO_x -emissies door de centrale gesuperponeerd op de emissies van de overige bronnen in 1982.
- meteo : statistiek van de windrichting, windsnelheid en at-

Tabel 8.6-1 -Emissiekoncentraties (genormaliseerd naar 3 % en 6 % zuurstofovermaat, resp. voor fuel en steenkool).

Kontaminant	Scenario	Groep 1	Groep 2	Groep 3	Groep 4
* Stof (mg/Nm ³)	1982	283	49	49	43
	1986	314	10	10	31
	vollast	314	33	33	78
* Pb (µg/Nm ³)	1982	15	23	23	20
	1986	14	2,3	2,3	1,3
	vollast	14	15	15	3,4
* SO _x (mg/Nm ³)	1982	2075	2328	2346	2020
	1986	1753	315	315	691
	vollast	1753	2005	2005	1753
* CO (mg/Nm ³)	1982	39	9,3	9,3	8,0
	1986	41	0,9	0,9	16
	vollast	41	5,9	5,9	41
* CO ₂ (g/Nm ³)	1982	246	335	334	356
	1986	249	482	482	349
	vollast	249	396	396	249
* NO _x (mg/Nm ³)	1982	738	446	447	397
	1986	749	114	114	334
	vollast	749	311	311	749
* KWS (mg/Nm ³)	1982	15	26	26	29
	1986	15	47	47	31
	vollast	15	35	35	15
* Aldehyden (mg/Nm ³)	1982	0,6	4,6	4,6	4,0
	1986	0,3	0,5	0,5	0,1
	vollast	0,3	2,9	2,9	0,3
* HF (mg/Nm ³)	1982	18	4,6x10 ⁻³	4,6x10 ⁻³	4,0x10 ⁻³
	1986	20	4,6x10 ⁻⁴	4,6x10 ⁻⁴	8,0
	vollast	20	2,9x10 ⁻³	2,9x10 ⁻³	20
* HCl (mg/Nm ³)	1982	130	1,7	1,7	1,4
	1986	146	0,2	0,2	58
	vollast	146	1,1	1,1	146

mosferische stabiliteit, geregistreerd te Mol in het jaar 1982 en gebruikt voor de drie scenario's. Macrometeorologisch zijn er geen significante verschillen met de Kanaalzone.

- bronhoogte : gekorrigeerd voor de pluimstijging.
- topografie : geodetische hoogte

Normaliter moet eveneens rekening gehouden worden met de achtergrondsverontreiniging, d.i. de aanvoer over grote afstand van kontaminanten afkomstig van bronnen gelegen buiten de studietone. Een schatting van deze bijdrage is enkel mogelijk voor SO_2 op basis van de waarnemingen door het Nationaal Automatisch Meetnet. Voor de overige kontaminanten kan de achtergrondbijdrage niet in rekening gebracht worden vanwege het gebrek aan nauwkeurige gegevens.

8.6.1.4.2. Zwaveloxiden (SO_x)

De hoogste SO_x -immissiewaarden worden in 1982 genoteerd langsheen een zuidwest-noordoost georiënteerde as die samenvalt met het kanaal Gent-Terneuzen (gemiddelden tot $98 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, 98-percentielen tot $332 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ en maxima tot $426 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$). Dit volgt uit het feit dat de bronnen met de grootste massadebieten precies in de buurt van dit kanaal gesitueerd zijn en dat bij de overheersende zuidwestenwind de impact van de meeste bronnen samenvalt. Wanneer men zich daarentegen in oostelijke of westelijke richting van het kanaal verwijderd nemen de SO_x -niveaus zeer snel af.

Het aandeel van de centrale tot de globale gemiddelde concentratie is het hoogst in noordoostelijke richting, benedenwinds de overheersende zuidwestenwind, en bedraagt 10 tot 25%. Voor de 98-percentiel en het maximum loopt de bijdrage tot de totale immissie zelfs op tot bijna 50%. Algemeen geldt evenwel dat in de studietone de plaat-

sen met de hoogste SO_x -niveaus niet dezelfde zijn als deze waar de invloed van de centrale het grootst is. In de stad Gent zelf is het aandeel van de centrale kleiner dan 15%. De totale SO_x -emissie door de centrale bedraagt voor het scenario "1986" slechts 43% van het jaar "1982"-scenario. Enkel ten noordoosten van het bedrijf, waar de impact het grootst is, is de immissieverbetering belangrijk, namelijk tot 35% daling ten opzichte van de 98-percentielen en de maxima van de globale immissie in 1982. In de overige gebieden met hoge SO_x -immissies, ondermeer in de stad Gent, blijft de daling beperkt tot maximaal 5%.

Vermits de plaatsen met hoge maxima, die specifiek toegeschreven worden aan de centrale, niet samenvallen met deze met een hoge globale immissie, wordt voor geen enkel van de drie scenario's de EEG-richtlijn 80/779, overgenomen in het KB van 16.10.1983 ($P_{50} < 120 \mu\text{g SO}_2.\text{m}^{-3}$ voor stof

$< 40 \mu\text{g}.\text{m}^{-3}$ en $P_{98} < 350 \mu\text{g SO}_2.\text{m}^{-3}$, voor stof $< 150 \mu\text{g}.\text{m}^{-3}$) overschreden. Ook de alarmdrempel van $500 \mu\text{g SO}_2.\text{m}^{-3}$ wordt in geen van de gevallen door de berekende maxima bereikt. De grenswaarde van $400 \mu\text{g SO}_2.\text{m}^{-3}$, waarvoor in Beneluxverband een meldingsplicht bestaat, wordt enkel in het scenario "vollast" overschreden door de maxima in de zone aan de noordergrens van de stad Gent en ten zuiden van Zelzate. De 98-percentielen zijn daar evenwel lager dan de bovenvermelde drempelwaarde.

8.6.1.4.3. Stikstofoxiden (NO_x)

De hoogste NO_x -immissies voor 1982 worden genoteerd in de stad Gent zelf waar het verkeer een zeer belangrijke verontreinigingsbron op grondniveau is (gemiddelden tot $66 \mu\text{g}.\text{m}^{-3}$; 98-percentielen tot $150 \mu\text{g}.\text{m}^{-3}$ en maxima tot $236 \mu\text{g}.\text{m}^{-3}$). Een tweede kern met een verhoogde NO_x -immissie ligt ten noorden van de studiezone,

windafwaarts N.V. Sidmar met maxima tot $131 \mu\text{g.m}^{-3}$. Een vergelijking tussen deze berekende waarden en de EEG-richtlijn van 03.12.1982 is moeilijk vermits deze laatste betrekking heeft op uur- in plaats van op daggemiddelden, namelijk maximaal $200 \mu\text{g.m}^{-3}$ voor de 98-percentiel. Een benaderende vuistregel is dat de verhouding van beide gemiddelden (dag/uur) ongeveer 0,7 bedraagt zodat de EEG-limiet voor de 98-percentiel van de daggemiddelden $140 \mu\text{g.m}^{-3}$ wordt. Zelfs zonder rekening te houden met de achtergrond wordt deze grenswaarde in het zuiden van de stad Gent overschreden.

In de eigenlijke industriezone wordt de richtlijn gerespekteerd. Deze schattingen worden bevestigd door de metingen van het Automatisch Meetnet. Daarentegen wordt de 24-uursgemiddelde grenswaarde voor meldingsplicht binnen de Benelux ($450 \mu\text{g.m}^{-3}$ voor NO_x) nergens overschreden. Ondanks het feit dat de bijdrage van de centrale tot de totale NO_x -emissie in de studiezone 30% bedraagt is het aandeel tot de globale immissie veel geringer. Enkel ten noorden tot noordoosten van de bron is de bijdrage van de orde van 10 tot 25% (gemiddelde concentratie) terwijl deze in de overige gebieden voor de 98-percentielen en de maxima quasi verwaarloosbaar is. Dit heeft uiteraard te maken met de grote hoogte waarop deze emissie gebeurt ten opzichte van de verkeersemmissies op grondniveau.

De totale NO_x -emissie is in het scenario "1986" 20% lager dan in 1982. Bovendien is de daling het grootst voor de groepen 2 en 3 met de laagste schoorstenen wat een bijkomend positief effect inhoudt. De verbetering van de NO_x -immissietoestand ten gevolge van de omschakeling is uiteraard het grootst ten noordoosten van de bron (vermindering tot $11 \mu\text{g.m}^{-3}$) terwijl voor de rest van de zone de niveaus nagenoeg konstant blijven. Bij-

gevolg treedt geen daling op van het aantal overschrijdingen van de EEG-richtlijn in het stadscentrum.

Bij vollast zal ten noorden van de studietoneel en rond Zelzate de EEG-richtlijn benaderd worden terwijl het aantal overschrijdingen in de stad Gent niet zal toenemen.

8.6.1.4.4. Overige kontaminanten

Het beeld van de geografische verdelingen van de immissies voor de overige kontaminanten is grosso modo gelijk vermits de centrale als enige bron in de studietoneel beschouwd wordt. Kleine verschillen kunnen optreden ten gevolge van een verschillende verdeling van de emissies over de vier schoorstenen. De hoogste immissieniveaus worden opnieuw genoteerd ten noordoosten van de centrale. Een tweede zone situeert zich ten westen tot westzuidwesten van de centrale, vooral voor de 98-percentielen en de maxima, te wijten aan de hogere frekwentie van een stabiele atmosfeer bij oosten- tot noordoostenwind. Algemeen geldt dat de verandering van de immissietoestand bij vergelijking tussen de diverse scenario's voor de gemiddelden evenredig is met de emissieverhoging of -verlaging voor de betreffende kontaminant.

In verband met de stofimmissie moet evenwel benadrukt worden dat de simulatie met het IFDM veronderstelt dat de stofdeeltjes zich volledig als een gas gedragen en dat er geen rekening wordt gehouden met de achtergrond, de diffuse stofemissies en het opwaaiend stof. De bijdrage daarvan tot de globale stofverspreiding is moeilijk te voorspellen maar algemeen wordt aangenomen dat de berekende stofniveaus sterk onderschat zijn. Na de ombouw is er een niet onbelangrijke verhoging van de immissiebijdrage F^- (gemiddelden tot $0,1 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, maxima

tot $1,2 \mu\text{g.m}^{-3}$; scenario "1986").

8.6.1.5. Diffuse stofemissies

Onder diffuse stofemissies verstaat men alle lozingen van stof, anders dan deze via de schoorstenen. Een dergelijke moeilijk te controleren en te kwantificeren stofverspreiding treedt, specifiek voor de centrale, op ten gevolge van een aantal activiteiten eigen aan het verhandelen van de aangevoerde steenkool (lossen, transport, opstapelen, optassen en afschrapen) en door winderosie van de kolenvoorraad.

De bijdrage van het manipuleren van de vliegass en de bodemas is verwaarloosbaar vermits alles zoveel mogelijk in een gesloten circuit gebeurt waarbij deze reststoffen extra bevochtigd worden, zowel tijdens het transport als op de stortplaats.

Op basis van gemiddelde emissiefactoren uit de literatuur wordt de totale hoeveelheid stof afkomstig van diffuse bronnen geschat op 10,2 t in 1982 of 0,7% van de totale stoflozing via de schoorstenen. Het grootste deel daarvan is afkomstig van de aan- en afvoer via de transportbanden (53%), gevolgd door de winderosie (39%).

Voor het scenario "1986" wordt de diffuse stofverspreiding berekend op 15,2 t of 1,3% van de schoorsteenuitworp. Vermits het vooral grofkorrelig steenkoolstof betreft en de emissies nagenoeg op grondniveau gebeuren blijft de impact beperkt tot de centrale zelf of eventueel de direkte omgeving ervan.

8.6.2. Vaste afval

De vaste afval bestaat vooral uit vliegas en bodemas. De vliegas wordt gestort op een vergund stortterrein naast de centrale. De bodemas wordt grotendeels verkocht; een kleine fraktie wordt aangewend ten behoeve van de stortuitbating.

Het huidig stort heeft een oppervlakte van 21,6 ha. Sinds 1964 werd er ca. 592.000 t vliegas gestort. Thans wordt de ringdijk verhoogd van + 10 tot + 11,5 m + TAW. De nuttige oppervlakte zal dan nog 19,4 ha bedragen. De stortkapaciteit wordt vergroot met ca. 430.000 t.

Zonder ombouw kan er gestort worden tot eind 1993. Bij het verwezenlijken van de ombouw en het operationeel worden vanaf 1986 zal er kunnen gestort worden tot eind 1989.

Om de eventuele invloed van het stort op de grondwaterkwaliteit te bestuderen werden er representatieve stalen van vlieg- en bodemas genomen. De elueerbaarheid bij verschillende zuurtegraden en de elueersnelheid werden bepaald. Deze laatste werd bestudeerd aan de hand van 3 opeenvolgende elueringen met gedemineraliseerd water. Deze proef geeft eveneens een beeld van de totale elueerbaarheid van de assen.

In vergelijking met de richtnormen voor irrigatiewater, de gemiddelde Oostvlaamse grondwaterkwaliteit en de EEG-richtlijn voor drinkwater is er, bij de eluering van vliegas met gedemineraliseerd water, een sterke overschrijding van de normen voor de geleidbaarheid, de zuurtegraad, de totale hardheid en het Ca - en SO_4^{2-} -gehalte. F^- , Mg en Al overschrijden in mindere mate de normen. De andere zware metalen zijn slechts in zeer lage concentra-

ties aanwezig. In de opeenvolgende fasen neemt de zuurtegraad slechts weinig af. Hieruit kan afgeleid worden dat het stort zeer lang een alkalische pH zal behouden. Er is een snelle eluering van Ca , SO_4^{2-} , F^- , Mg en de totale hardheid. Bij het hydraulisch transport zullen er aldus veel van deze elementen door het transportwater opgenomen en afgevoerd worden.

Bij elueringen met dalende zuurtegraad, en in het bijzonder vanaf pH5, stellen we een toename vast van de geleidbaarheid, de totale hardheid, Ca , SO_4^{2-} , Al , Mg , Na , K , Fe , Mn , Cd , Cu , Zn , Pb en Ni . Gezien het sterk alkalisch karakter van de vliegashoudende slib zijn deze lage zuurtegraden in het stort echter niet te verwachten. De eluering van zware metalen zal dan ook minimaal zijn.

Voor de bodemas werd bij de eluering met gedemineraliseerd water een overschrijding vastgesteld van de EEG-richtlijn voor de zuurtegraad, SO_4^{2-} , Al en in mindere mate voor Cd . Er is een snelle eluering van Ca , Mg , SO_4^{2-} en Na . De zuurtegraad blijft alkalisch. Bij de eluering bij een pH van 2,5 worden er verhoogde concentraties verkregen voor Ca , Mg , SO_4^{2-} , Fe , Mn , Cu , Zn , Ni en Al .

Het ketelslib van de met stookolie gestookte groepen wordt behandeld volgens de wettelijke voorschriften opgelegd voor toxisch afval.

8.6.3. Afvalwaters

8.6.3.1. Koelwater

Het koelwater is nodig voor de afkoeling van de stoom in de kondensor. Het wordt ter hoogte van de centrale opgepompt uit het kanaal Gent-Terneuzen.

De groepen 1, 2 en 3 samen hebben een maximum verbruik van $13,74 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en werken in een open kring. Groep 4 werkt in een gesloten kringloop en verbruikt $7,39 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Het koelwater van groep 4 wordt met een deel van het koelwater van de eerste drie groepen gekoeld in de koeltoren. Het totaal debiet bedraagt $12,73 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Hiervan wordt er $4,96 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ gespuid en samen met het niet in de koeltoren gekoelde water van de eerste drie groepen in de Moervaart geloosd.

Bij vollast-werking van de groepen 1, 2 en 3 is Δt aan de kondensoren $8,9^\circ\text{C}$. Groep 4 heeft aan de kondensor een Δt van $11,6^\circ\text{C}$. Indien de vier groepen bij vollast produceren en de koeltoren ingeschakeld is, wordt er $13,36 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ koelwater geloosd aan een temperatuur van $t_o + 5,6^\circ\text{C}$; hierbij is t_o de temperatuur van het kanaalwater. Er verdampt $0,18 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Bij het alleen in werking zijn van de eerste drie groepen is de koeltoren normaliter niet in gebruik. Er wordt dan $13,74 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ koelwater geloosd aan een temperatuur $t_o + 8,9^\circ\text{C}$.

Het in produktie zijn van alle groepen met de koeltoren in bedrijf veroorzaakt dus een lagere termische belasting dan het alleen in produktie zijn van de groepen 1, 2 en 3 (zonder koeltoren). Door oordeelkundig gebruik van de koeltoren is er alleen kans op overschrijding van de norm van 30°C vanaf een kanaalwatertemperatuur van 24 tot 25°C .

Het overschakelen op steenkool zal een intensiever gebruik van groep 4 betekenen en zal een gunstige invloed hebben op de termische belasting van de Moervaart en het kanaal.

8.6.3.2. Astransportwater

De vliegass wordt hydraulisch, met kanaalwater, vervoerd. Het transportwaterdebiet is gemiddeld $45 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ met een maximum van $200 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

Tijdens het transport en de bezinking op het stort worden de gemakkelijk oplosbare bestanddelen uit de vliegass geëluëerd. Het overloopwater van het stortterrein heeft een hoge geleidbaarheid, een alkalische pH en een verhoogd Cl^- -, Ca^{2+} -, F^- -, Na^+ - en SO_4^{2-} -gehalte. De hoge Cl^- - en Na^+ -gehalten zijn vooral te wijten aan de hoge concentraties van deze ionen in het kanaalwater. Het zoutgehalte van het kanaalwater is afhankelijk van de zoutindringing te Terneuzen. De kwaliteit van het kanaalwater is de laatste jaren verbeterd. De verhoging van de geleidbaarheid, de zuurtegraad, het SO_4^{2-} -, het F^- - en het Ca^{2+} -gehalte zijn daarentegen een gevolg van de eluering van de as. Het water in de ringgracht vertoont dezelfde kenmerken als het overloopwater. Zware metalen komen in zeer geringe concentraties voor.

Bij de omschakeling van groep 4 op steenkool zal het volume transportwater verdubbelen. Hierdoor kan de invloed op de grondwaterkwaliteit toenemen. Een eventuele vermindering van de bezinkingstijd op het stort kan ervoor zorgen dat er vliegass met het water naar de Moervaart getransporteerd wordt.

8.6.3.3. Regeneratie- en spoelwater

Het leidingwater dat moet dienen als supplementwater voor de stoomketels wordt gedemineraliseerd. Bij het regenereren van de ionenuitwisselaars worden

er grote hoeveelheden H_2SO_4 , NaOH en HCl gebruikt. Het lozingsdebiet van het regeneratie- en spoelwater bedraagt $100 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$; het wordt samen met het koelwater geloosd. Rekening houdend met het debiet van het kanaal Gent-Terneuzen is de invloed van dit geloosde water minimaal. De overschakeling van groep 4 naar steenkool zal deze toestand niet wijzigen.

8.6.3.4. Ketelwaswater

Bij het reinigen van de oliegestookte ketels van de groepen 2, 3 en 4 ontstaan ketelslib en waswater; dit slib is toxisch. Het wordt samen met het waswater afgevoerd naar een bezinkput. Er wordt een neutralisatie met $\text{Ca}(\text{OH})_2$ uitgevoerd. Het afvalwater wordt na dekantatie geloosd.

Het waswater en het niet toxische ketelslib van de met steenkool gestookte groep 1 wordt naar het vliegassort afgevoerd.

Bij het gebruik van steenkool op groep 4 zal de toxiciteit van het ketelslib en het waswater wellicht kleiner zijn dan bij het gebruik van stookolie.

8.6.3.5. Sanitair afvalwater

Thans wordt er per jaar 7000 m^3 sanitair afvalwater geloosd. De verontreiniging wordt geraamd op ongeveer 150 inwoner-equivalenten. Er worden geen belangrijke wijzigingen verwacht.

8.6.3.6. Perkolatie- en afvloeiwater van de kolenhoop.

De centrale Rodenhuize verbruikt Zuidafrikaanse en Amerikaanse steenkolen. Om het elueergedrag

van de steenkool te onderzoeken werd een uitlogingsproef op Zuidafrikaanse kolen verricht. Hieruit is gebleken dat het eluaat een matig zoutgehalte heeft. Vooral Ca en SO_4^{2-} komen voor. Het gehalte aan zware metalen is gering.

Bij een stockagetijd van 1,5 maand zal de verhoging van het vochtgehalte in de kolen ongeveer 2,2% bedragen. Rekening houdend met de neerslag, de stockagetijd en het vochtgehalte van de kolen is het weinig waarschijnlijk dat er perkolatiewater uit de kolen treedt. Bij grote regenbuien kan er echter wel een afspoeling zijn. Als het kolenpark niet veranderd wordt, zullen geen belangrijke wijzigingen te verwachten zijn na de ombouw.

8.6.4. Oppervlaktewater

De centrale is gelegen naast het kanaal Gent-Terneuzen en aan de monding van de Moervaart. Ter hoogte van de centrale heeft het kanaal een bodembreedte van 67,7 m en een waterlijnbreedte van 200 m. De diepte is 13,5 m. Het voedingswater is vooral afkomstig van de Leie en Schelde. Het gezamenlijk gemiddeld debiet schommelt in de zomermaanden rond $30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Het gemiddeld kanaaldebiet van de jongste jaren is 20 tot $22 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Bij vollast-werking van de centrale wordt er ruimschoots 60% van het kanaalwater opgepompt en geloosd in de Moervaart. In de zomermaanden en zeker in droge periodes is het kanaaldebiet veel kleiner. Het koelwater is aldus niet onbeperkt beschikbaar.

Vooraf de hoeveelheid zuurstof in en de temperatuur van het kanaalwater worden door de centrale beïnvloed.

Stroomopwaarts de centrale is er weinig of geen temperatuursstratifikatie op te merken. Ter hoogte van de Moervaart is er vooral een temperatuurstoename in de bovenste waterlagen. Uit metingen is gebleken dat de gemiddelde temperatuurstoename over de ganse diepte van het kanaal ca. 25°C bedraagt. De temperatuurstoename in de Moervaart is groter; de temperatuur van die vaart is nabij de monding gelijk aan die van het geloosde koelwater.

In het kanaal daalt het zuurstofgehalte met toenemende diepte. Het koelwater van de centrale heeft een gunstige invloed op de zuurstofconcentratie. Vooral de bovenste waterlagen worden aangerijkt. Over de volledige diepte is er een gemiddelde zuurstoftoename van 0,8 mg.l⁻¹. Bij vollast-werking wordt er dagelijks ongeveer 1.400 kg zuurstof aan het kanaalwater toegevoegd. Energetisch stemt dit overeen met ca. 1.000 kW. Alhoewel de verontreinigingslast van de andere afvalwaters, uitgedrukt in kg.d⁻¹, aanzienlijk kan zijn is de invloed ervan op het kanaal miniem gezien het betrekkelijk groot debiet van dit oppervlaktewater.

De overschakeling van groep 4 op steenkool zal tot gevolg hebben dat de koeltoren steeds wordt ingeschakeld wat zowel op het gebied van termische belasting als van zuurstofinbreng een gunstig effect zal hebben. De invloed op de andere kwaliteitsparameters zal weinig veranderen.

8.6.5. Grondwater

8.6.5.1. Hydrolitostratigrafie en hydraulische kenmerken van de ondergrond.

De hydrolitostratigrafische bouw van het studiegebied is bestudeerd aan de hand van beschikbare en nieuwe boorgegevens, diepsonderingen, geofysische boorgatmetingen

en de bodemkaart.

De centrale Rodenhuize bevindt zich op aangevulde zandgronden die rusten op de laag KDL, bestaande uit klei en/of veen, of op een watervoerende laag KZ. De laag KZ is samengesteld uit zand en vertoont onderaan vaak een grovere basiszone. De tertiaire klei a_1 vormt het ondoorlatend substraat. De veralgemeende dikte van de aangevulde gronden en de lagen KDL en KZ bedraagt respectievelijk 2 tot 4 m, 0,5 m en 14 m tot 16 m.

Door middel van een pompproef werden de hydraulische parameters van het grondwaterreservoir en van het vliegassstort bepaald.

Nauwkeurig bepaald zijn de horizontale doorlatendheid van de aangepompte laag, d.i. het bovenste deel van de laag KZ ($6,60 \text{ m.d}^{-1}$), de specifieke elastische berging van deze laag ($3,6 \times 10^{-4} \text{ m}^{-1}$), de hydraulische weerstand tussen de aangepompte laag en het onderste deel van de vliegass (1500 d) en tenslotte de hydraulische weerstand tussen de aangepompte laag en de tophelft van het onderste deel van de laag KZ (10 d). Het is niet mogelijk na te gaan welke de bijdrage is van het onderste deel van de vliegass enerzijds en van de slecht doorlatende laag KDL anderzijds tot de hydraulische weerstand van 1500 d.

Een belangrijk besluit uit de pompproef is de geringe hydraulische weerstand en bijgevolg de grote gemiddelde verticale doorlatendheid van de laag KZ.

Bij het ophogen van het stort kunnen de hydraulische kenmerken ervan veranderen.

8.6.5.2. Stroming van het grondwater

Op grond van de uitgevoerde stijghoogtemetingen zijn in het studiegebied drie "stromingsgebieden" te onderscheiden. Het grondwater stroomt er, steeds uitgaande van de zone onder het vliegassort, in de richting van respectievelijk het kanaal Gent-Terneuzen, de Moervaart en de Rodenhuizeloop.

De grondwaterstroming is duidelijk minder sterk in zuidelijke richting. Een verontreiniging door het vliegassort zal zich dan ook voornamelijk uitbreiden in de drie hogergenoemde stromingsrichtingen.

De stijghoogten in het onderste en in het bovenste deel van de laag KZ zijn nagenoeg gelijk. Dit wijst weer op de geringe hydraulische weerstand in de laag KZ, waardoor een belangrijke verticale stroming mogelijk is. Een dergelijke stroming treedt op onder het vliegassort.

In de vliegassort zelf bestaat een belangrijke verticale gradiënt.

8.6.5.3. Grondwaterwinning

Drie belangrijke grondwaterwinningen komen voor in de buurt van de centrale : de N.V. Gist- en Spiritusfabrieken Bruggeman , de N.V. Air Products en de N.V. Sidmar wonnen respectievelijk 643.000 m^3 (1983), ca. 127.000 m^3 (1983) en ca. $1.700.000 \text{ m}^3$ (1984) uit de lagen KZ en/of uit een zandlaag onder de a_1 -klei (Ledo-Paniseliaan).

Daar deze winningen of in het Ledo-Paniseliaan zand zijn gelegen of in de laag KZ, maar dan gescheiden

van het EBES-terrein door hydrologische barrières, is de invloed van het huidige of toekomstige vliegassort op deze winningen praktisch onbestaand.

8.6.5.4. Samenstelling van het grondwater

De grondwaterkwaliteit in de omgeving van het vliegassort werd bestudeerd aan de hand van geo-elektrische profileringen, geofysische boorgatmetingen en chemische analyses op grondwatermonsters.

Het weinig of niet verontreinigd grondwater in het studiegebied is een zoet water met een zoutgehalte dat lager is dan ca. 1000 mg.l^{-1} . Het grondwater rond het vliegassort kan tot 6000 mg.l^{-1} zouten bevatten; in het algemeen is het zoutgehalte er echter lager dan 4000 mg.l^{-1} . Dit grondwater vertoont voor alle parameters te hoge waarden ten opzichte van het "natuurlijke" grondwater in het gebied of van het gemiddelde putwater in Oost-Vlaanderen. Opvallend zijn de hoge Na- , Mg- , Cl^{-} -, SO_4^{2-} - en NH_4 -koncentraties. Ten overstaan van het kanaalwater vertoont het grondwater hogere SO_4^{2-} -, NH_4 - en Cl^{-} -waarden. Deze resultaten wijzen op verontreiniging.

Uit de geofysische boorgatmetingen blijkt dat de verontreiniging te wijten is aan het infiltrerend vliegassortperkolaat. Door de hoofdzakelijk verticale grondwaterstroming onder het stort is vooral het onderste deel van de laag KZ erdoor beïnvloed; de verontreinigde zone strekt zich in noordelijke richting uit tot ca. 500 m van het stort. De verontreiniging in de andere richtingen is niet in detail bestudeerd. Uit de grondwaterstromingsgegevens kan echter afgeleid worden dat de uitgestrektheid in zuidelijke richting betrekkelijk klein zal zijn. In oostelijke

en westelijke richting daarentegen mag redelijkerwijze een beïnvloedingszone analoog aan deze in noordelijke richting verwacht worden.

De geo-elektrische profileringen geven aan dat in zuidelijke en in noordelijke richting respectievelijk tot op 50 m en 200 m van het stort het ondiepe grondwater meer verontreinigd is dan verderaf wat wijst op beïnvloeding door het vliegassstort. Het ondiepe grondwater is echter waarschijnlijk vroeger, vóór 1968, ook beïnvloed geweest door het kanaalwater dat gebruikt werd als transportwater bij het ophogen van de terreinen.

De oorzaken van de slechte kwaliteit van het vliegassstortperkolaat zijn enerzijds het kanaalwater dat gebruikt wordt als transportmiddel voor de as en anderzijds de uitloging van de vliegass.

8.6.5.5. Evolutie van de grondwaterkwaliteit

De simulatie van de grondwaterstroming en de evolutie van de grondwaterkwaliteit gebeurde met behulp van een mathematisch model. Een simulatie van deze evolutie met het stort op het huidig peil had als doel een inzicht te verschaffen in de bestaande grondwaterstroming en de grondwaterkwaliteitsverdeling.

De in het model ingevoerde gegevens, met name de opbouw van het grondwaterreservoir, de hydraulische parameters en de randvoorwaarden werden afgeleid uit de veldwaarnemingen en de pompproef.

Doorheen het vliegassstort treedt een konstante insijpeling op met een gemiddelde snelheid van 540 mm per jaar. Onder het vliegassstort is de grondwaterstroming

voornamelijk vertikaal neerwaarts; buiten het stort daarentegen hoofdzakelijk horizontaal.

De ombouw van groep 4 zal geen rechtstreekse gevolgen hebben op het hydrogeologisch milieu. Wel zal een verhoogde vliegasprouktie zorgen voor een snellere opvulling van het vliegassort waarvan de dijk thans met 2 m wordt verhoogd.

De invloed van dit verhoogde sort op de grondwaterstroming en de grondwaterkwaliteit werd onderzocht door middel van twee simulaties waarbij de hydraulische weerstand van het sort respektievelijk werd vermeerderd met 3000 d en 1000 d t.o.v. de huidige weerstand. In het eerste geval is de verhoogde weerstand te wijten aan een toename van de pakkingsdichtheid van de vliegass waardoor de vertikale doorlatendheid afneemt, in het tweede geval enkel aan de toename van de dikte van het vliegasspakket.

Uit de simulaties blijkt dat het algemene grondwaterstromingspatroon en de grondwaterverontreiniging weinig zullen veranderen. Of de verontreiniging zich iets sneller dan wel minder snel zal voortbewegen is vooral funktie van het grondmechanisch gedrag van het vliegasspakket; met name de pakkingsdichtheidsverandering is een belangrijk element.

8.6.6. Biotische omgeving

In de Moervaart heeft het geloosde koelwater met zijn huidige eigenschappen een zeer beperkte, veeleer gunstige invloed op de nu aanwezige biota. Door de periodieke, vaak zware verontreiniging in de Moervaart opwaarts de centrale en door inkomend water uit het kanaal Gent-Terneuzen komen ter hoogte van het bestudeerde bedrijf nagenoeg uitsluitend minder tot weinig gevoelige soorten

voor, die zich ook in het warmere koelwater handhaven. Tijdens zeer zware verontreinigingen blijken de meer gevoelige onder deze organismen (slakken, waterezeltjes) vaak alleen te overleven nabij de koelwateruitlaat waar het zuurstofgehalte groter is.

Het vliegassort wordt na het droogvallen achtereenvolgens gekoloniseerd door mossen, na ongeveer 3 weken, en ruderaale planten na ongeveer 6 maanden. Het stort vormt een beperkte pleisterplaats voor watervogels zoals berg-eenden en wilde eenden. De randvegetaties blijken niet beïnvloed te zijn door uitsijpelend water of door stof. De huidige onderzoeken bevestigen dat een verzuring van het neerslagwater optreedt in Zelzate en Wachtebeke. Aanwijsbare veranderingen tussen deze verzuring en schade aan de biota zijn nog niet vastgesteld.

Aangezien de eigenschappen van het geloosde koelwater slechts weinig veranderen bij de geplande ombouw zullen de huidige effecten ervan op de levensgemeenschappen in de Moervaart weinig of niet wijzigen. Wel zal het hydraulisch transport van de verhoogde hoeveelheden vlieg-as kunnen leiden tot hogere debieten in de afvoerbeek en eventueel tot een grotere invloed ervan op de levensgemeenschappen in de Moervaart.

De huidige ophoging van de dijken en de geplande verhoging van het stort kunnen door de biotisch-landschappelijke situatie in de kanaalzone moeilijk als een schending van het landschap worden aanzien. De in de prognosen aangeduide dalingen van vooral de zwaveloxiden dragen bij tot de afremming van de verzuring in de biotische omgeving. De eventuele toename en verspreiding van stof kan nadelig inwerken op de plantengroei. Dit aspect is echter zelden grondig onderzocht zodat er geen konkrete gegevens voorhanden zijn.

8.6.7. Geluid

De belangrijkste geluidsbronnen die continu werken zijn de groepen en de koeltoren. Daarnaast zijn er nog een aantal bronnen die intermitterend werken zoals de losinstallatie voor kolen, de asafvoerinstallatie en tijdelijke werkzaamheden zoals onderhoud en verbouwingen.

Metingen tonen aan dat indien men zich enkele tientallen meters van de specifieke bronnen verwijderd het geluidsniveau op het terrein van de centrale in de buurt van 70 dB(A) ligt, bij werking van de groepen 2, 3 en 4. Het geluidsniveau aan de rand van het terrein is steeds lager dan 60 dB(A) uitgezonderd in de nabijheid van de koeltoren.

De achtergrond in de buurt van de centrale kan op basis van de metingen geschat worden op 55 tot 60 dB(A). In dat verband zijn de belangrijkste geluidsbronnen de N.V. Scheepswerven van Langerbrugge, de N.V. Gist- en Spiritusfabrieken Bruggeman, voorbijvarende lichters en het verkeer op de John Kennedylaan.

Door de behandeling van grotere hoeveelheden steenkool na de ombouw is een geringe toename van het geluidsniveau te verwachten.

8.6.8. Ioniserende straling

Alhoewel alle fossiele brandstoffen, zoals alle materialen, een zekere hoeveelheid radioactieve stoffen bevatten is de te verwachten jaardosis van straling, nu en na de ombouw, zowel voor de omringende bevolking als voor de werknemers van de centrale, ver beneden de toegelaten dosissen.

9. NIET-TECHNISCH OVERZICHT

9.1. Inleiding

De kostprijs van zware stookolie zet de elektriciteitsproducenten aan om het verbruik van deze brandstof te verminderen. In dat opzicht is het economisch verantwoord sommige op stookolie werkende produktie-eenheden om te bouwen voor de aanwending van steenkool als brandstof. De groep 4 van de elektrische centrale Rodenhuize van de N.V.EBES in de Gentse kanaalzone komt voor een dergelijke ombouw in aanmerking.

De gevolgen van de ombouw op sociaal-economisch vlak en op alle aspecten van het leefmilieu werden nagegaan en geëvalueerd voor het eerste volledige produktiejaar na de ombouw, soms aangegeven als 1986.

9.2. De elektrische centrale Rodenhuize vóór en na de ombouw

De centrale Rodenhuize heeft vier produktiegroepen elk bestaande uit een verbrandingsketel met een schoorsteen en een turbo-alternator met een kondensor. Het nominaal vermogen van de groepen 1, 2 en 3 bedraagt voor elk 133 MW, dat van de vierde groep 279 MW.

In de huidige omstandigheden wordt groep 1 met steenkool gestookt, alhoewel ook zware stookolie kan worden gebruikt. De groepen 2, 3 en 4 zijn uitgerust om een mengsel van hoogovengas en zware stookolie te verstoken. Het hoogovengas wordt door N.V. Sidmar geleverd via een pijpleiding.

De lagere produktieprijs van elektriciteit in kerncentrales had tot gevolg dat in 1984 de centrale Rodenhuize voor slechts 49% belast was. De groepen 2, 3 en 4,

gestookt met stookolie en hoogovengas, werden het minst gebruikt.

Na de ombouw van groep 4 kan dezelfde steenkool gebruikt worden als thans voor groep 1. Het verbranden van de steenkool zal gebeuren in combinatie met hoogovengas. Vooral de groepen 1 en 4 zullen dan worden belast.

De verbranding van steenkool in ketel 4 vereist belangrijke aanpassingen. Wegens het groter kolenverbruik zal de kolenbehandelingsinstallatie (transportbanden, ruw-kolenbunkers, breekmolens, enz.) moeten worden uitgebreid. De verbrandingskamer en de verdampingsoppervlakte van groep 4 zullen worden vergroot. Een afvoer voor bodemas moet worden voorzien. Vierentwintig nieuwe branders dienen te worden geplaatst. De luchtvoorverwarming via de rookgassen zal aangepast worden. Een elektrostatische stoffilter zal worden bijgeplaatst. De asafvoerinstallatie moet worden uitgebreid.

Het verstoken van stookolie en hoogovengas brengt nagenoeg geen assen voort; steenkool echter geeft aanleiding tot grote hoeveelheden vlieg- en bodemas. De gewichtsverdeling tussen beide is respektievelijk 88 % en 12 %. Ruwweg zal de totale asproduktie na de ombouw verdubbelen tot ca. 108.000 t waarvan ca. 95.000 t vliegas.

Het opvangen van de vliegas zal gebeuren door middel van elektrofilters met een efficiëntie van 98 (groep 1) en 99,5% (groep 4). De opgevangen vliegas wordt thans gestort; men onderzoekt evenwel de mogelijkheid om de vliegas te verkopen als grondstof. Bodemas daarentegen wordt nu reeds verkocht en hergebruikt.

9.3. De socio-ekonomische aspecten

Zonder de ombouw van groep 4 wordt verwacht dat

de groepen 2, 3 en 4 minder elektriciteit gaan produceren. Dit zal ongetwijfeld een weerslag hebben op de tewerkstelling.

De huidige tewerkstelling op de centrale bedraagt gemiddeld ongeveer 305 personen; hiervan behoren er 273 tot het EBES-personeel en 32 tot personeel van derden. Zonder ombouw zal het personeelsbestand op de centrale verminderen met ca. 57 personen. Indien men rekening houdt met het vermenigvuldigingseffekt van de rechtstreekse tewerkstelling, kan de globale afname 85 personen vertegenwoordigen.

Met de ombouw verwacht men een stijging van 19% van de leveringen van afgewerkte materialen. Deze vertegenwoordigen thans 94 miljoen BF per jaar.

De aanvoer van de brandstoffen loopt zonder de ombouw met 20% terug. Na ombouw stijgt de tonnemaat met 6%. De vervoerswijze verandert echter : het transport met lichters daalt zeer sterk terwijl het vervoer per spoor bijna verdubbelt tot ruim twee treinen per dag.

De ombouw zelf betekent ook tewerkstelling : ongeveer 610 manjaar is vereist waarvan 325 in Rodenhuize. Rekening houdend met het vermenigvuldigingseffekt resulteert dit in een globaal pakket van 910 manjaar. Deze tewerkstelling is verspreid over het studiebureau, de bouwsektor, de fabrikage van de apparatuur, enz.

Het werkvolume van 610 manjaar wordt nagenoeg volledig in het land gepresteerd. Voor de regio is er naast een gedeelte van de direkte werkgelegenheid ook nog een belangrijke fraktie van de indirecte werkgelegenheid (onderaanneming, horecasektor, enz.).

9.4. Invloed op de lucht

Bij de verbranding van steenkool, olie en hoogovengas worden rookgassen geloosd met daarin aanwezig diverse milieuvreemde componenten (kontaminanten). De belangrijkste zijn stof, zwaveloxiden (SO_x) en stikstofoxiden (NO_x) naast koolstofmonoxide en -dioxide (CO en CO_2), lood, koolwaterstoffen (KWS), aldehyden, fluor en chloor (F^- en Cl^-).

Vóór de ombouw van groep 4 op steenkool bedraagt het aandeel van de centrale Rodenhuize tot de totale lozing van SO_x door de industrie, de gebouwenverwarming en het verkeer in de zone Gent-Zelzate ongeveer 34 % (1982); voor NO_x is dit 30%. De gehalten van de kontaminanten in de rookgasen voldoen bij de huidige werking aan de emissienormen opgelegd door het Koninklijk Besluit van 08.08.1975 (maximaal 5 g SO_2 en 350 mg stof per m^3 rookgas bij 0°C en atmosferische druk, voorgesteld door Nm^3).

Er is berekend dat na de ombouw, voor de ganse centrale, de lozingen van stof, SO_x en NO_x dalen met respectievelijk 15%, 57% en 20% in vergelijking met de toestand in 1982. De emissies van CO , CO_2 , KWS en vooral van F^- en Cl^- nemen daarentegen toe, voor de twee laatstgenoemde zelfs met een faktor 2. Dit alles is te wijten aan een wijziging in de samenstelling van de toekomstige brandstoffen en brandstofpakketten en aan een vermindering van de totale elektriciteitsproduktie. De eerder onverwachte afname van de stofuitworp is een gevolg van het in gebruik nemen van een rookgasontstoftingsinstallatie bij de groep 4 met een theoretische efficiëntie van 99,5%. In het vooropgestelde productiepatroon na de omschakeling wordt voldaan aan de emissienormen opgelegd door het bovenvermelde KB van 08.08.1975. Dit is zelfs het geval bij volle belasting, waarbij de vier groepen terzelfdertijd op volle capaciteit werken. Aan normen, geformuleerd

door de Administratie voor Ruimtelijke Ordening en Leefmilieu (AROL), voor een ombouw van olie naar steenkool (maximaal $2\text{g SO}_2\cdot\text{Nm}^{-3}$, $850\text{ mg NO}_x\cdot\text{Nm}^{-3}$ en $125\text{ mg stof per Nm}^3$ genormaliseerd naar 3% en 6% zuurstofovermaat in de rookgassen, respectievelijk voor olie- en steenkoolverbranding) wordt door groep 4 eveneens voldaan.

De invloed van de centrale op de concentraties op grondniveau in de omgevingslucht (immissie) is het grootst ten noordoosten en ten westen tot westzuidwesten van het bedrijf, respectievelijk als gevolg van de overheersende zuidwestenwind en van de hogere frekwentie van stabiele weersomstandigheden bij oosten- tot noordoostenwind. Algemeen geldt dat het verschil in de immissietoestand vóór en na de ombouw evenredig is met de emissieverlaging of -verhoging voor de betreffende kontaminant. Alhoewel de centrale, zoals eerder vermeld, een belangrijk aandeel heeft in de totale lozing van de kontaminanten in de zone Gent-Zelzate, is de bijdrage tot de globale immissieniveaus veel geringer. Dit is een rechtstreeks gevolg van de grote hoogte waarop de lozingen gebeuren, namelijk 100 tot 150 m, in vergelijking met deze door de verwarming en het verkeer. Vóór de ombouw bedraagt het aandeel van de centrale tot de globale daggemiddelde SO_x -immissie ten noordoosten van het bedrijf maximaal 25% en in de stad Gent zelfs minder dan 15% (gemiddelde concentratie). Bovendien blijken de plaatsen met de hoogste waarden niet dezelfde te zijn als degene waar de invloed van de centrale het grootst is. De daling van de SO_x -emissie na de omschakeling gaat gepaard met een aanzienlijke verbetering van de immissietoestand. In noordoostelijke richting bereikt de daling van de maximale concentraties ten hoogste 35%, in het Gentse stadscentrum 5%. De SO_2 -immissienormen opgelegd door het KB van 16.10.1983 alsook de alarmdrempel van $500\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{SO}_2\cdot\text{Nm}^{-3}$ worden zowel vóór als na de ombouw nergens overschreden. De grenswaarde van $400\text{ }\mu\text{g SO}_2\cdot\text{Nm}^{-3}$ voor de

Benelux-meldingsplicht kan enkel bij volle belasting overschreden worden tussen de stad Gent en Zelzate. Verwacht wordt evenwel dat een dergelijke situatie in de praktijk nooit zal optreden. Voor de overige kontaminanten is een analoge evaluatie van de globale immissietoestand niet mogelijk wegens het gebrek aan gegevens betreffende de bijdragen, enerzijds van de andere bronnen, anderzijds van de achtergrond.

De verspreiding van stof tijdens het transport van de steenkool en door winderosie van de kolenvoorraad is, dankzij de voorzorgen die genomen worden, minimaal en bedraagt vóór en na de ombouw respectievelijk 0,7% en 1,3% van de stofuitworp via de schoorsteen. Bovendien is het vooral grofkorrelig stof waarvan de emissie nage- noeg op grondniveau gebeurt zodat de invloed ervan hoofdzakelijk beperkt blijft tot het terrein van de cen- trale zelf en de onmiddellijke omgeving.

9.5. Invloed op het oppervlaktewater en op het grondwater

In het oppervlaktewater worden afvalwaters van diverse herkomst geloosd. Door het storten van vlieg-as wordt de grondwaterkwaliteit beïnvloed.

Het water dat nodig is voor de afkoeling van stoom, wordt onttrokken uit het kanaal Gent-Terneu- zen en geloosd in de Moervaart. Wanneer de koeltoren niet wordt gebruikt is de temperatuur van het geloosde water enkele graden meer dan wanneer de koeltoren wel in werking is. Het intensiever gebruik van groep 4 en dus ook van de koeltoren na de ombouw zal een gun- stig effect hebben op de termische belasting van de Moervaart en van het kanaal. Bovendien wordt door het innig contact tussen water en lucht in de koeltoren een belangrijke hoeveelheid opgeloste zuurstof in het opper-

vlaktewater gebracht.

De vlieggas wordt hydraulisch, met kanaalwater, naar het vliegassort gevoerd. Tijdens het transport komen door uitloging talrijke bestanddelen uit de vlieggas in het transportwater terecht. Na bezinking van de as op het stort wordt dit water grotendeels afgevoerd naar de Moervaart; het effect van deze lozing is te verwaarlozen. Door de afvoer van het astransportwater kan slechts een gering gedeelte ervan in de grond dringen, zodat de verontreiniging van het grondwater beperkt blijft. Na de ombouw zal de hoeveelheid astransportwater, door de verhoogde asproductie, ongeveer verdubbelen. Het effect van de lozing van dit water op de kwaliteit van het Moervaartwater zal gering blijven indien de vlieggas voldoende op het stort bezinkt.

De invloed van de betrekkelijk kleine lozing van regeneratie- en spoelwater, ketelwaswater en sanitair afvalwater is, mede door de getroffen maatregelen, niet meetbaar. Deze toestand blijft na de ombouw ongewijzigd.

Rekening houdend met de regenneerslaghoeveelheid, de verblijftijd en het vochtgehalte van de kolen in het kolenpark is het weinig waarschijnlijk dat er perkolatiewater uit de kolen treedt; grondwaterverontreiniging is hier dan ook niet te verwachten.

Als vaste afval ontstaan vooral bodem- en vlieggas. De bodemas wordt verkocht en hergebruikt. De vlieggas wordt gestort op een vergund monostort ten oosten van de centrale. Thans wordt de ringdijk met anderhalve meter verhoogd waardoor de stortkapaciteit met ca. 430.000 t toeneemt. Zonder ombouw kan aldus worden gestort tot in 1993. Bij ombouw en het operatio-

neel worden vanaf 1986 loopt de stortkapaciteit tot 1989.

De invloed van het stort op het grondwater werd bestudeerd door uitlogingsproeven op as in het laboratorium en door een hydrogeologisch veld- en modelonderzoek. Uit de uitlogingsproeven is gebleken dat calcium, sulfaten, fluor en magnesium snel worden uitgeloogd. Zware metalen zijn slechts in zeer lage concentraties aanwezig.

De uitgeloogde stoffen komen in het astransportwater terecht dat reeds verontreinigd kanaalwater is. Ondanks de afvoer van het stort kan toch een hoeveelheid van dit verontreinigd water doorheen de gestorte vlieg-as de ondergrond bereiken en aldus de grondwaterkwaliteit beïnvloeden.

De ondergrond bestaat vooral uit zand. Het zandpakket is watervoerend. Op een diepte van ca. 20 m komt een kleilaag voor als ondoorlatend substraat. Het grondwater stroomt vanaf het vlieg-asstort in de richting van respectievelijk het kanaal Gent-Terneuzen, de Moervaart en de Rodenhuiseloop. De verontreiniging door het stort breidt zich dan ook voornamelijk uit in deze richtingen.

Het verontreinigd grondwater nabij het stort vertoont thans voor alle parameters te hoge waarden in vergelijking met het natuurlijk grondwater of met het gemiddeld putwater in Oost-Vlaanderen. De verontreinigde grondwaterstroom strekt zich uit tot ca. 500 m van het stort in noordelijke richting; de verontreiniging is vooral uitgesproken in het onderste deel van het zandpakket. In zuidelijke richting is de uitbreiding ervan echter geringer.

Modelstudies hebben aangetoond dat de verdere ophoging van het stort het stromingspatroon en de verontreiniging van het grondwater weinig zal veranderen.

9.6. Invloed op de biotische omgeving

In de Moervaart heeft het geloosde koelwater een zeer beperkte, veeleer gunstige invloed op het biologisch milieu. Tijdens zeer zware verontreinigingen blijken de meer gevoelige organismen in het water vaak alleen te overleven nabij de koelwateruitlaat waar het zuurstofgehalte groter is. Dit aspect zal na de ombouw weinig of niet veranderen.

Het hydraulisch transport van de verhoogde hoeveelheden vliegias zal leiden tot hogere debieten in de afvoerbeek en eventueel tot een grotere invloed ervan op de levensgemeenschappen in de Moervaart, dit indien de vliegias onvoldoende zou bezinken.

De huidige ophoging van de dijken en de geplande verhoging van het stort kunnen door de biotisch-landschappelijke situatie in de kanaalzone moeilijk als een schending van het landschap worden aanzien.

De huidige onderzoeken bevestigen dat een verzuring van het neerslagwater optreedt in Zelzate en Wachtebeke. Aanwijsbare verbanden tussen deze verzuring en schade aan de biota zijn nog niet vastgesteld. De in de prognosen aangeduide dalingen van vooral zwaveloxiden zullen bijdragen tot de afremming van de verzuring in de biotische omgeving.

9.7. Invloed op de andere milieuparameters

De belangrijkste geluidsbronnen die continu werken zijn de groepen en de koeltoren. Daarnaast zijn er nog een aantal bronnen die intermitterend geluid veroorzaken zoals de losinstallatie voor kolen, de asafvoerinstallatie en tijdelijke werkzaamheden zoals onderhoud en verbouwingen.

Metingen tonen aan dat indien men zich enkele tientallen meters van de specifieke bronnen verwijderd het geluidsniveau op het terrein van de centrale in de buurt van 70 dB(A) ligt, bij werking van de groepen 2, 3 en 4. Het geluidsniveau aan de rand van het terrein is steeds lager dan 60 dB(A) uitgezonderd in de nabijheid van de koeltoren.

Door de behandeling van grotere hoeveelheden steenkool na de ombouw is een geringe toename van het geluidsniveau te verwachten.

Alhoewel alle fossiele brandstoffen, zoals vele andere grondstoffen, een kleine hoeveelheid radioactieve stoffen bevatten, ligt de te verwachten jaardosis van straling, nu en na de ombouw, zowel voor de omringende bevolking als voor de werknemers van de centrale, ver beneden de toegelaten dosissen.

REFERENTIES

- AMERYCKX, J. (1960). Bodemkaart van België. Lochristi 40E
67 p., 1 kaart 1/20.000. Gent : Centrum voor
Bodemkartering.
- BECEWA (1983). Oppervlaktewaterstudie van het kanaal
Gent-Terneuzen. 320 p., Gent : BECEWA.
- BOCKEN, H. (1985). Aansprakelijkheid voor de kosten van
bodemsanering. 66 p. Seminarie "Bodemverontrei-
niging en -sanering", Vrije Universiteit Brussel, 1985.
- BULTYNCK, H. & MALET, L. (1972). Evaluation of atmospheric di-
lution factors for effluents diffused from an eleva-
ted continuous point source. Tellus 24, 455-472.
- DE BREUCK, W., VAN BURM, Ph. & VAN CAMP, M. (1983). Hydrogeo-
logische studie van de Gentse Kanaalzone. 243 p., 293 p.
bijl., 42 platen schaal 1/25.000. Gent : Rijksuni-
versiteit - Leerstoel voor Toegepaste Geologie (rap-
port TGO 81/07).
- DELVAUX, E. & MOURLON, M. (1879). Evergem-Loochristy, Plan-
chette no 40. Geologische kaart schaal 1/40.000.
Brussel : Commision Géologique de Belgique.
- DE MOOR, G. & DE BREUCK, W. (1969). De freatische waters in
het Oostelijk Kustgebied en in de Vlaamse Vallei.
Natuurwet. Tijdschr. 51, 3-68.
- DIERICKX, J., DE BRABANDER, K., LABEAU, M. & BOELEN, C. (1985).
De kwaliteit van de putwaters in Vlaanderen. Eerste
deel. Inventaris van de analyseresultaten. 157 p.
Brussel : Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie.

- DUVEL, L. & ZUNDORF, O.J. (1974). Emissionen luftfremder Stoffe aus Industriebetrieben. In : Schriftenreihe Umweltschutz, Technisches Ueberwachungs Verein Rheinland, Carl Heymans Verlag, 4.
- EEG (1973). Publikatiebl. Eur. Gem., C 112 van 20.12.1973, p.1.
- EEG (1977). Publikatiebl. Eur. Gem., C 139 van 13.06.1977, p.1.
- EEG (1981). Publikatiebl. Eur. Gem., L 171 van 27.06.1981, p.1.
- EEG (1983a). Publikatiebl. Eur. Gem., C 46 van 17.02.1983, p.1.
- EEG (1983b). Publikatiebl. Eur. Gem., C 137 van 27.05.1983, p.5.
- EEG (1984). Publikatiebl. Eur. Gem., C 49 van 21.02.1984, p.1.
- EEG (1985). Publikatiebl. Eur. Gem., L 175 van 05.07.1985, p.40.
- EMISSIEINVENTARIS (1982). Emissieinventaris Vlaamse Regio.
Gent : Instituut Nucleaire Wetenschappen, Rijksuniversiteit Gent/Brussel : Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie.
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency) (1974). Guide for compiling a Comprehensive Emission Inventory. Publ.
APTD - 1135, 2 nd edition.
- FAES, B. & KUYKEN, E. (1977). Waterwildgebieden in N.-W.-Brabant, Oost- en West-Vlaanderen, 2 delen, tekst 126 p., bijlage 127 p. Brussel : Ministerie van Landbouw, Dienst Waters en Bossen/Gent : Rijksuniversiteit.

- FISCHER, G.L. (1978). Physical and Morphological studies of Size-Classified Coal Fly Ash. Environ Sci. Technol. 12, 447.
- IHE (1982a). Belgisch automatisch meetnet voor luchtverontreiniging. Rapport 01/10/1981-31/03/1982.
- IHE (1982b). Belgisch automatisch meetnet voor luchtverontreiniging. Rapport 01/04/1982 - 31/09/1982.
- IHE (1983). Belgisch automatisch meetnet voor luchtverontreiniging. Rapport 01/10/1982 - 31/03/1983.
- KONIKOW, L. & BREDEHOEFT, J. (1978). Computer model of two-dimensional solute transport and dispersion in groundwater. U.S. Geol. Surv. Techniques of Water-Resources Inv., Book 7, Chap. C2, 90 p.
- KRETZSCHMAR, J.G., DE BAERE, G. & VANDERVEE, J. (1978). The Immission Frequency Distribution Model of the SCK/CEN, Mol, Belgium. In : Modeling, Identification and control in Environmental Systems (Vansteenkiste, ed.), 379-390, Amsterdam : North-Holland.
- LAFONTAINE, A. (1979). Kaart van de biologische kwaliteit van de waterlopen in België. Brussel : Ministerie van Volksgezondheid en het Gezin.
- LAMARSH, J.R. (1975). Introduction to Nuclear engineering 650 p. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts.
- LEBBE, L. (1983). Een mathematisch model voor de niet-permanente grondwaterstroming naar een pompput in een veellagig grondwaterreservoir en enkele beschouwingen over de stroomtijd. Tijdschr. BECEWA 70, 33-48.

- LEBBE, L. (1983). Mathematical model of the evolution of the fresh water lens under the dunes and beach with semi-diurnal tides. Proc. 8 th Salt Water Intr. Meeting. Bari 1983. Geologia Applicata e Idrogeologia, special issue. 211-226.
- LEBBE, L. (1985). Bepaling van de verticale doorlatendheid uit pompproefgegevens door middel van een eindig-verschil methode gekombineerd met een gevoeligheids- en een niet-lineaire regressie analyse. Nationaal Colloquium, Belgisch Comité voor Ingenieursgeologie, Luik 1985, 3.56 - 3.78.
- LEBBE, L. & PEDE, K. (1985). Bepaling van de grondwaterkwaliteit uit resistiviteitsmetingen. LTG-Nota 1 (in voorbereiding)
- Mc BRIDE, J.P., MOORE, R.E., WITHERSPOON, J.P. & BLANCO, R.E. (1978). Radiological impact of airborne effluents of coal and nuclear plants. Science 202, 1045.
- NATIONAAL R & D PROGRAMMA - LEEFMILIEU, LUCHT (1981). Bronnen en niveaus van luchtverontreiniging en impact op het leefmilieu : toepassing op Gent en omstreken. c : Toepassing van matematische modellen, Wet. Eindrapport 18c.
- OPZOEKINGSCENTRUM VOOR DE WEGENBOUW (1981). Handleiding voor het uitvoeren van een wegfundering van puzzolaanbeton op basis van vers geproduceerde vlieg-as. 65 p. Brussel : Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (Aanbevelingen O.C.W.-A 53/84).

- PETRAS, C. (1983). Geo-elektrische verkenning in de Gentse Kanaalzone. 56 p. 62 p. fig. + tab. Gent : Rijks-universiteit Gent - Leerstoel voor Toegepaste Geologie (Licentiaatsverhandeling).
- ROELS, D. & DE PAUW, N. (1984). Bekkens van het interfluvium Schelde-Dender die uitmonden in de Boven-Zeeschelde. Bekken van de Zuidlede. Bekken begrepen tussen : kanaal Gent-Terneuzen, kanaal Brugge-Gent, afleidingskanaal van Leie en Burggravenstroom. Bekken begrepen tussen Destelbergen, Heusden, Zele Berlare. 61 p. Mol : Groep voor Toegepaste Ekologie.
- SCK/CEN (1977). IFDM, The Immission Frequency Distribution Model. Mol : Working Group Mathematical Models.
- VAN ACKER, P. (1979). Continuous and semi-continuous measurements of dust emissions in a power plant burning fuel oil. Environ. Inter. 2, 107-114.
- VANDERBORGHT, B., COSEMANS, G. & DE BAERE, G. (1984). Toepassing van de simulatie van luchtverontreiniging door een wiskundig model - Problematiek emissie- en immissiemetingen. In : Studiedag BIRA-KVIV, Antwerpen, 12 december 1984.
- VAN MIEGROET, M. & DUA, V. (1984). Acidity and chemical characteristics of direct precipitation under forest cover in the winter-phenophase. In : SCOPE Belgium - Proceedings "Acid deposition and sulphur cycle" Brussels, june 1984. p.149-161.

- VINCOTTE (1982a). Automatisch micromeetnet voor de meting van de luchtbezoedeling door SO₂ in de omgeving van de centrale Rodenhuize. Analytisch verslag RD3 (D 273/2 periode 01/10/81 - 31/03/82).
- VINCOTTE (1982b). Automatisch micromeetnet voor de meting van de luchtbezoedeling door SO₂ in de omgeving van de centrale Rodenhuize. Analytisch verslag RD4 (D 273/3 periode 01/04/82 - 30/09/82).
- VINCOTTE (1983). Automatisch micromeetnet voor de meting van de luchtbezoedeling door SO₂ in de omgeving van de centrale Rodenhuize. Analytisch verslag RD5 (D 545/8 periode 01/10/82 - 31/03/83).
- WACHERS, L.H.J. (1976). Handleiding emissieregistratie, Deel I, (Instructies voor de individuele registratie van lucht- en wateremissies), 5de druk,
Delft : TNO.

VERKLARENDE WOORDENLIJST**aerodynamische diameter**

De diameter van een sfeer met een dichtheid van 1g.cm^{-3} en een valsnelheid gelijk aan deze van het beschouwde deeltje.

annihilatiestraling

De gamma-straling die uitgezonden wordt wanneer, bij het voldoende dicht bij elkaar komen van een elektron en een positron, de massa's van deze deeltjes volledig omgezet worden in energie. Een positron is een deeltje dat dezelfde eigenschappen vertoont als een elektron, maar een tegengestelde lading bezit.

artesisch watervoerende laag

Watervoerende laag die aan boven- en onderzijde begrensd is door ondoorlatende lagen.

bergingskoëfficiënt (S)

Het quotiënt van de verandering in het volume water dat boven een referentievlak per eenheid van horizontaal oppervlak aanwezig is en de bijhorende verandering van de stijghoogte c.q. grondwaterstand (synoniem : bergingsfaktor).

biotisch

Bestaande uit levende organismen of daarop betrekking hebbend.

bron (i.v.m. lucht)

De plaats waar een kontaminant in de atmosfeer wordt geloosd; men onderscheidt puntbronnen (bv. industriële schoorstenen), oppervlaktebronnen (bv. woonzones) en lijnbronnen (bv. autosnelwegen).

bronhoogte

De hoogte van een bron ten opzichte van de grond.

CPTE

Coördinatie van Produktie en Transport van Elektriciteit; de CPTE is een coördinerende organisatie die, voor elk ogenblik, vastlegt welke centrales stroom mogen leveren, teneinde de kostprijs van de geproduceerde elektriciteit steeds minimaal te houden.

direct lozen

Het toevoegen of verspreiden van stoffen in het grondwater zonder doorsijpeling in de bodem.

doorlatendheidscoëfficiënt (k)

Een maat voor het vermogen van de grond om vloeistof of gas door te laten gelijk aan de volumestroom (debiet) door een eenheid van oppervlakte als de stijghoogtegradiënt loodrecht op het oppervlak gelijk is aan één (synoniem : doorlaatcoëfficiënt, doorlaatfaktor, hydraulische conductiviteit).

drukhoogte (h_p)

De hoogte van de waterkolom die een druk levert gelijk aan de waterspanning of relatieve waterdruk.

EIVR

Emissie Inventarisatie voor de Vlaamse Regio - zie Emissie-inventaris.

elueren

Het vrijstellen van oplosbare bestanddelen uit een vaste stof door het in kontakt brengen met een vloeistof.

emissie

De lozing van een kontaminant in de atmosfeer.

emissiefactor

De mate waarin een kontaminant wordt gegenereerd, ten gevolge van een aktiviteit, uitgedrukt per eenheid van aktiviteit; b.v. een emissiefactor voor CO tengevolge van een verbrandingsproces uitgedrukt in g per kg verbruikte brandstof.

emissie-inventaris

Een systeem dat informatie over emissies en bronnen van kontaminanten opneemt, ordent en herwerkt.

eolisch proces

Door de wind veroorzaakt proces.

fluvio-periglaciaal

Wordt gezegd van processen en afzettingen door rivieren in een periglaciaal klimaat d.w.z. in het randgebied van de bestendig met ijs en sneeuw bedekte zones.

freatisch water

Water onder de grondwatertafel in een relatief goed doorlatende laag en boven een eerste slecht doorlatende of ondoorlatende laag.

gemineraliseerd water

Water dat een bepaalde hoeveelheid opgeloste zouten bevat.

geo-elektrische profilering

Meting van de resistiviteit van de ondergrond op regelmatige afstanden langs een rechte lijn.

grondwaterstand (h)

De hoogte t.o.v. een referentieniveau van een punt waar het grondwater een drukhoogte gelijk nul heeft.

grondwatertafel

De meetkundige plaats van de punten waar het grondwater een drukhoogte gelijk nul heeft; de druk is er gelijk aan de atmosferische druk (synoniem : grondwaterspiegel, freatisch vlak, freatisch oppervlak).

Holoceen

Laatste deel van het Kwartair dat ca. 10.000 jaar geleden, na de ijstijden, begon.

hydraulische kenmerken van een grondlaag

De kenmerken die betrekking hebben op de beweging van water in de grondlaag; deze kenmerken worden gekwantificeerd door hydraulische parameters.

hydraulische parameters van een grondlaag

De parameters die betrekking hebben op de beweging van water in een grondlaag; b.v. de doorlatendheidscoëfficiënt, de transmissiviteit, de hydraulische weerstand... enz.

hydraulische weerstand (c)

De weerstand die een grondlaag biedt tegen een verticale grondwaterstroming. Deze is te berekenen als het quotiënt van het verschil in stijghoogte boven en onder de laag en de volumestroom (debiet) per eenheid van oppervlak door deze laag. Bij een homogene laag is deze grootheid gelijk aan het quotiënt van de laagdikte en de verticale doorlatendheidscoëfficiënt (synoniem : verticale weerstand, c-waarde).

hydrolitostratigrafie

Het deel van de stratigrafie dat de litologie van de lagen en de schikking ervan in eenheden, gebaseerd op hun litologische en hydrogeologische kenmerken, bestudeerd.

IFDM

Immision Frequency Distribution Model - zie matematisch model.

immissie

De concentratie van een bepaalde kontaminant in de omgevingslucht op grondniveau, samengesteld uit de individuele bijdragen van diverse bronnen die gesuperponeerd worden op de achtergrondconcentratie in een welgedefinieerde zone en afhankelijk van diverse factoren (meteo, topografie...)

indirect lozen

Het toevoegen of verspreiden van stoffen in het grondwater na doorsijpeling in de bodem.

concentratie

De hoeveelheid substantie, uitgedrukt in een volume- of een massa-eenheid per eenheidsvolume of per eenheidsmassa.

kontaminant

Een verontreinigende substantie ten gevolge van menselijke of natuurlijke activiteiten.

Kwartair

Vierde en laatste geologisch tijdvak dat 2 - 2,5 miljoen jaar geleden begon.

massamediaandiameter

De aerodynamische diameter beneden dewelke 50% van de totale massa van het stof (of een element in stof) gevonden wordt.

massastroom

De massa van een kontaminant per tijdseenheid, geloosd via een bron; b.v. een massastroom voor CO, uitgedrukt in kg.h^{-1} .

matematisch model

De simulatie van een proces met behulp van een aantal matematische vergelijkingen.

Nm³

De eenheid van volume van een gas, uitgedrukt in m^3 onder standaardvoorwaarden, namelijk, bij 0°C en een druk van 101325 Pa.

oppervlaktewater

Open water, rivieren, beken, sloten, kanalen, meren, e.d.; staat tegenover grondwater.

pakkingsdichtheid

Eigenschap van de grond die betrekking heeft op de stapelingswijze van de korrels; deze eigenschap wordt gekwantificeerd door het drooggewicht (γ_d), de porositeit (n), het poriëngetal (e), enz.

peilbuis

Algemene term voor een buis of soortgelijke constructie met een kleine diameter (< 300 mm) en met een filterend gedeelte dat langer is dan 50 mm waarin een grondwaterstand c.q. stijghoogte kan gemeten worden (synoniem : stijghoogtebuis, waarnemingsbuis).

percolaat

Het water dat neerwaarts beweegt in de onverzadigde zone van de grond en dat beladen is met meegesleurde en opgeloste stoffen.

percolatie

De neerwaartse beweging van water in de onverzadigde zone van de grond.

Pleistoceen

Eerste deel van het Kwartair dat de ijstijden omvat.

poriënwater

Het water dat in de holten tussen de korrels (poriën) van een laag aanwezig is.

porositeit (n)

De verhouding, uitgedrukt in %, van het volume V_v van de holten in de grond tot het totaal volume V van de grond.

rem

(Roentgen Equivalent Man) is een maat voor de door een lichaam geabsorbeerde stralingsdosis.

resistiviteit (ρ)

Soortelijke weerstand; elektrische weerstand van een draad van het betrokken materiaal met een lengte van 1 m en een doorsnede van 1 m^2 .

resistiviteitsprofiel

Profiel dat de opbouw in lagen van gelijke resistiviteit weergeeft.

sekulair evenwicht

Men spreekt van sekulair evenwicht wanneer voor een isotoop dat een vervalreeks vormt de aktiviteit (aantal kernen dat vervalst per seconde) van de dochterkern gelijk wordt aan de aktiviteit van de moederkern. Dit verschijnsel is enkel mogelijk indien de halveringstijd van de moederkern veel groter is dan deze van de dochterkern en indien de isotopen bij elkaar blijven.

specifieke elastische bergingscoëfficiënt (S_A)

Het quotiënt van de verandering in berging per volume-eenheid grond en de bijbehorende verandering van de stijghoogte c.q.grondwaterstand.

stijghoogte (h)

De som van de drukhoogte (h_p) en plaats-hoogte (z); deze grootte kan worden gemeten met een piëzometer waarvan de hoogte t.o.v. een referentievlak gekend is.

transmissiviteit (kD)

Een maat voor het vermogen van een watervoerend pakket om water door te laten gelijk aan de volumestroom (debiet) die per breedte-eenheid van het watervoerend pakket en per eenheid van stijghoogtegradiënt door het pakket stroomt (synoniem : doorlaatvermogen; kD-waarde).

Weichseliaan

Laatste ijstijd (70.000 - 10.000 jaar geleden).

Weichsel-Tardiglaciaal

Laatste fase van de Weichseliaan-ijstijd (14.000 - 10.000 jaar geleden).