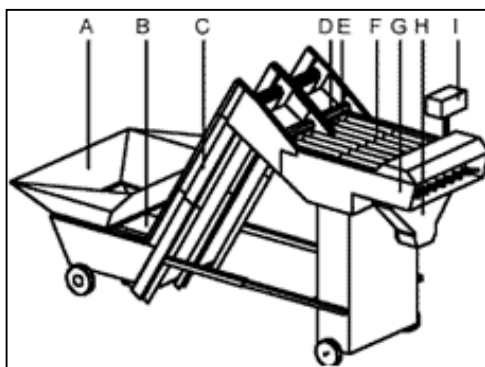


Rapport

Luchtkwaliteit op de arbeidsplaats bij bloembollenverpakking
*Reductie van zwevend stof door laag vacuüm puntafzuiging met
luchtre circulatie*

Rapportnummer FK 2155-1 d.d. 7 juli 2005



Bloembollentelmachine:

- A: trechter
- B: bodemoverstort
- C: opvoerband
- D: weegbrug
- E: trilgoot
- F: telgoten
- G: scannen
- H: uitmonding
- I: display

Onderzoekers:

Ir. A.J. Pikaar

Ir. J.L. Dierx

Projectmanagement:

Ing. R.P.M. Jansen

Opdrachtgever: Productschap Tuinbouw

Rapportnummer: FK 2155-1

Datum: 7 juli 2005

Ref.: RJ/HD/CW/FK 2155-1-RA

Lid ONRI
ISO-9001: 2000 gecertificeerd

Peutz bv
Paletsingel 2, Postbus 696
2700 AR Zoetermeer
Tel. (079) 347 03 47
Fax (079) 361 49 85
info@zoetermeer.peutz.nl

Peutz bv
Lindenlaan 41, Molenhoek
Postbus 66, 6585 ZH Mook
Tel. (024) 357 07 07
Fax (024) 358 51 50
info@mook.peutz.nl

Peutz GmbH
Kolberger Strasse 19
40599 Düsseldorf
Tel. +49 211 999 582 60
Fax +49 211 999 582 70
dus@peutz.de

Peutz S.A.R.L.
34 Rue de Paradis
75010 Paris
Tel. +33 1 452 305 00
Fax +33 1 452 305 04
peutz@club-internet.fr

Peutz bv
PO Box 32268
London W5 2ZA
Tel. +44 20 88 10 68 77
Fax +44 20 88 10 66 74
peutz.london@tiscali.co.uk

www.peutz.nl

Opdrachten worden aanvaard
en uitgevoerd volgens de
'Regeling van de verhouding
tussen opdrachtgever en
adviserend ingenieursbureau'
(RVOI-2001). Ingeschreven
KvK onder nummer 12028033.
BTW identificatienummer
NL004933837B01

Inhoud

pagina

1. INLEIDING	5
2. VOORWOORD OVER STOF EN BLOEMBOLLEN	6
2.1. Definitie zwevend stof op basis van het gezondheids criterium	6
2.2. Definitie zwevend stof op basis van blootstelling via de lucht	6
2.3. Definitie zwevend stof op basis van cycloonseparatie	7
2.4. De real-time PM10-concentratie als indicator voor de blootstelling aan zwevend stof	7
3. DOEL VAN HET ONDERZOEK	8
3.1. Bestrijding stof in de ruimtelucht met optimale middelen	8
3.2. Breder toepasbaar dan uitsluitend bloembollenverpakking	9
4. BLOEMBOLLENVERPAKKING	10
4.1. Bloembollentelmachine	10
4.1.1. Algemeen	10
4.1.2. Storttrechter	10
4.1.3. Opvoerband	11
4.1.4. Trilgoot	12
4.1.5. Telgoten	12
4.2. Verpakking	13
4.3. Hypothese in emissierelevantie	13
5. ONDERZOEKMETHODIEK	15
5.1. Algemeen	15
5.2. Testopstelling	16
5.3. Referentieopstelling	16
6. METINGEN	19
6.1. Meetmethode en meetinstrumenten	19
6.2. Meetomstandigheden en meetopstelling	19
6.2.1. Testopstelling bij De Ree	19
6.2.2. Referentieopstelling bij Bulbs & Flowers	21
6.3. Meetlocaties	22
6.3.1. Real-time stofmetingen (TEOM)	22
6.3.2. Real-time stofmetingen (Miniram)	22
6.3.3. Gemiddelde stofconcentraties	23
7. BESPREKING MEETRESULTATEN TESTOPSTELLING	25

7.1. Validatie metingen Miniram	25
7.2. Locatie opvoerband	26
7.3. Locatie telgoten	26
7.4. Locatie storttrechter	27
7.5. Afname stofconcentratie tot basaal niveau	27
7.6. Resumé	29
 8. BESPREKING MEETRESULTATEN REFERENTIEOPSTELLING	 31
8.1. Locatie telgoten	31
8.2. Locatie storttrechter	31
 9. STOFSAMENSTELLING	 32
9.1. Gemiddelde stofconcentraties	32
9.2. Endotoxine, kwarts en bestrijdingsmiddelen	32
 10. UITVOERINGSAAANBEVELINGEN	 33
10.1. Puntafzuiging	33
10.1.1. Afzuiging storttrechter	33
10.1.2. Afzuiging trilgoot	34
10.1.3. Aan- uitschakeling afzuiging storttrechter	35
10.1.4. Centraliseren van afzuiging, filtering en recirculatie	35
10.2. Ruimteventilatie	37
10.2.1. Noodzakelijk vanwege het Bouwbesluit (nieuwe situaties)	37
10.2.2. Noodzakelijk vanwege de Arbo-wet	38
10.2.3. Noodzakelijk vanwege doelstelling	38
10.2.4. Conclusies bij ruimteventilatie	39
10.3. Good housekeeping	40
 11. TOETSING UITVOERINGSAAANBEVELINGEN AAN DE DOELSTELLINGEN	 41
11.1. Luchtkwaliteit	41
11.2. Energie	41
11.3. Geluid	41
11.4. Stof	42
 12. EINDAFWEGINGEN	 43
 BIJLAGE I	 Analyseresultaten monster - <i>testopstelling</i>
BIJLAGE II	Berekeningen gemiddelde stofconcentratie - <i>testopstelling</i>
BIJLAGE III	Analyseresultaten monsternamen - <i>testopstelling</i>
BIJLAGE IV	Berekeningen gemiddelde stofconcentratie - <i>testopstelling</i>
BIJLAGE V	Validatiemetingen

- BIJLAGE VI Meetresultaten Miniram – locatie opvoerband (*testopstelling*)
- BIJLAGE VII Meetresultaten Miniram – locatie telgoten (*testopstelling*)
- BIJLAGE VIII Meetresultaten Miniram – locatie storttrechter (*testopstelling*)
- BIJLAGE IX Meetresultaten Miniram – locatie telgoot en storttrechter (*referentieopstelling*)

1. INLEIDING

In opdracht van het Productschap Tuinbouw te Zoetermeer is een onderzoek verricht naar stof in de lucht van bedrijfsruimten in de bloembollenverpakkingindustrie.

Met behulp van brongerichte afzuiging van telmachines kan de stofemissie worden beperkt en daarmee het werkklimaat worden verbeterd. Doel van het onderhavig onderzoek is het nader uitwerken van een afzuigstelsel, uitgevoerd met een fijn stof filter met luchtrecirculatie en grof stof opvang. Deze dient in de bloembollenverpakking bij te dragen aan een werkklimaat, dat qua concentratie zwevende stof op de arbeidsplaats, grosso modo gelijkwaardig is aan een concentratie die optreedt bij een intensieve afzuiging van fijn en grof stof naar het buitenmilieu. Op de volgende onderdelen zal daarbij sprake zijn van gunstige kenmerken van stoffiltering met luchtrecirculatie:

- laag energiegebruik vanwege laag debiet met recirculatie van gefilterde lucht;
- besparing van stookkosten in geval van temperatuurgeconditioneerde bedrijfsruimten;
- geen verhoging van geluidbelasting in de omgeving vanwege geluidproducerende buiteninstallaties;
- zonder wezenlijke stofemissie naar het buitenmilieu.

In het onderzoek wordt gebruik gemaakt van bestaande afzuigtechnieken. De onderzoekers hopen een bijdrage te hebben geleverd om de keuze in afzuigtechniek bij aanschaf, uitbreiding of vervanging van afzuiginstallaties bij bloembollenverpakking, te vergemakkelijken. Met het relatieve lage energiegebruik en de bescherming van het buitenmilieu als de relevante argumenten zal de keuze voor laag vacuümafzuiging, in combinatie met luchtrecirculatie en aanvullende ruimteventilatie, in veel gevallen de beste blijken. Tenslotte kan gewezen worden op de verwachting dat toepassing van deze techniek ook breder ingezet kan worden dan uitsluitend bij verpakkingsmachines. Bij iedere behandeling van de bollen waarbij het storten, opvoeren en selecteren elkaar opvolgen is deze wijze van stofluchtbestrijding in principe toepasbaar.

2. VOORWOORD OVER STOF EN BLOEMBOLLEN

In dit rapport wordt ingegaan op een specifiek aspect bij de bloembollenverpakking, namelijk stof. Het is daarbij van belang eerst nota te nemen van de bij dit onderzoek van toepassing zijnde definities van (zwevend) stof en de daarbij gekozen wijze van monitoring.

2.1. Definitie zwevend stof op basis van het gezondheidscriterium

Stof kan worden ingedeeld op basis van de deeltjesgrootte in fijn en grof stof, waarbij fijn stof ook wel PM_{10} wordt genoemd. PM_{10} is een afkorting van Particulate Matter waarbij de index aangeeft dat het hierbij gaat om deeltjes met een diameter kleiner dan 10 micrometer. Fijn stof in de omgevingslucht van bloembollenverpakking bestaat uit hoofdzakelijk fijn zand en (mogelijk) endotoxine, kwarts en bestanddelen van bestrijdingsmiddelen. Vanwege de schadelijkheid is met name de deeltjesfractie <10 micrometer punt van aandacht in onderzoek en regelgeving ten aanzien van luchtkwaliteit en gezondheid. Deze kleine fractie (met name PM_5) wordt doordat zij diep in de longen kan doordringen in relatie gebracht met negatieve gezondheidseffecten. Grof stof is gedefinieerd als de fractie groter dan 10 micrometer. Deze fractie blijft minder (lang) in de lucht hangen dan fijn stof en vormt met name een bron van hinder als gevolg van de vervuiling die hierbij optreedt. Grof stof wordt, doordat deze deeltjes niet diep in de longen doordringen, ook minder in relatie gebracht met gezondheidseffecten.

2.2. Definitie zwevend stof op basis van blootstelling via de lucht

Het onderhavig onderzoek richt zich niet op fijn stof vanuit een rigide definitie van de deeltjesgrootte. Toetsing aan de grenswaarden voor inhaleerbaar stof (PM_{10}) en respirabel stof (PM_5) vindt plaats. Echter veel meer gaat het onderzoek uit van het gegeven dat bloembollenstof op de arbeidsplaats een ongewenst bijproduct is; vanuit het oogpunt van:

- hygiëne;
- de noodzaak tot het inzetten van middelen om stof, na depositie, te verwijderen;
- irritatie van de huid en ogen (met name in geval van hyacinthen, sterk individueel afhankelijk);
- irritatie van de luchtwegen (bij hoge stofconcentraties in de lucht, gedurende de blootstellingduur);
- mogelijke schadelijke stoffen in de lucht (bestrijdingsmiddelen, endotoxine, kwarts): een wezenlijke afname van deze concentratie bij een wezenlijke afname van de stofconcentratie in algemene zin.

Stof, ongeacht de deeltjesgrootte, is aldus ongewenst. Dit geldt vanaf PM_{10} ($0-5\ \mu m$) tot een grootte waarbij het stof niet meer als stof wordt beschouwd maar meer als (zichtbare) schilletjes die van de bol kunnen geraken tijdens het verpakkingsproces. Het onderscheid dat in het onderzoek is gemaakt is de volgende:

- stof dat tijdens het sorteerproces dusdanig in de lucht kan geraken dat personen, die zich in de nabijheid van het ontstaan bevinden, via de lucht hiermee in aanraking kunnen komen (zwevend stof);
- grover stof, inclusief bloembollenschillen, dat tijdens het verpakkingsproces van de bol afvalt, en dat zonder verdere afzuig, opvang- of afvoervoorziening naast of onder de machine, op de grond zou vallen.

2.3. Definitie zwevend stof op basis van cycloonseparatie

Bij bloembollenverpakkingsbedrijven wordt in sommige gevallen gekozen voor het afzuigen van machineonderdelen waarbij het stof, inclusief schillen, naar cyclonen wordt gevoerd. In de cyclonen vindt scheiding plaats tussen de lichtere en de zwaardere fractie. Relatief fijn stof wordt daarbij in het milieu gebracht (weggeblazen) en grover stof, waaronder de schillen, gelden daarbij als nader af te voeren bedrijfsafvalstroom. Gebruikelijk voor cycloonseparatie is een deeltjesgrootte van 20 tot 50 micrometer waarboven een goede scheiding plaatsvindt. Grotere deeltjes worden opgevangen; kleinere verdwijnen, indien geen aanvullende stoffiltering wordt toegepast, in het milieu. Vanuit dit oogpunt kan gesteld worden dat het onderzoek zich richt op:

- zwevend stof dat in geval van een goede afzuiging met behulp van cycloonseparatie wordt gescheiden en als de lichtste fractie in de buitenlucht wordt weggeblazen;
- overig stof, inclusief schillen, dat op een zelfde wijze wordt afgezogen, echter na separatie wordt opgevangen (de zware fractie).

2.4. De real-time PM_{10} -concentratie als indicator voor de blootstelling aan zwevend stof

Als indicator voor de concentratie van zwevend stof op de werkplek is in het onderzoek de PM_{10} -concentratie gehanteerd, immers de PM_{10} -concentratie is representatief voor de mate van de aanwezigheid van zwevend stof (daarnaast kan toetsing aan de eisen voor maximale concentraties voor fijn stof vanuit gezondheidsoogpunt plaatsvinden).

Om (bijvoorbeeld bij het leegkiepen van kratten) de fluctuaties in stofconcentraties te kunnen volgen is het van belang een "wolk" real-time te kunnen beoordelen op concentratiewaarde. Hiervoor is als meetinstrument een real-time monitor ingezet (Miniram) die volgens een methode gebaseerd op elektromagnetische straling om de 2 seconden de PM_{10} -concentratie kan aangeven.

Het elektromagnetisch meetinstrument is relatief onnauwkeurig. Validatie vindt plaats aan de hand van de vergelijking met resultaten van, minder frequent uit te voeren, metingen met behulp van een gravimetrische methode (samplingtijd minimaal 5 minuten).

3. DOEL VAN HET ONDERZOEK

3.1. Bestrijding stof in de ruimtelucht met optimale middelen

In opdracht van het Productschap Tuinbouw te Zoetermeer is een onderzoek verricht naar stof in de lucht van bedrijfsruimten in de bloembollenverpakkingindustrie. De kans op de grootste stofconcentraties in de lucht in de verpakkingruimte is in de drukke periode bij een maximale inzet van de productiecapaciteit (januari-maart, juli-september).

Stofopname in de lucht bij de telmachine geldt als één van de belangrijkste oorzaken van stofvorming in de lucht in de verpakkingruimte. Stof is hinderlijk voor de medewerkers (onder andere afhankelijk van de bol en afhankelijk van gevoeligheid: irritatie van de luchtwegen, de ogen en de huid).

Met behulp van brongerichte afzuiging van de telmachine kan de stofemissie worden beperkt en daarmee het werkklimaat worden verbeterd. Het afgezogen stof wordt in de praktijk in veel gevallen door cycloonseparatie gescheiden in een zwaardere afvangbare afvalstroom en een lichtere, die rechtstreeks naar de buitenlucht wordt geëmitteerd. De afzuigventilator kent daarbij een (relatief) hoog debiet. Hiervoor wordt gekozen om met het stof tevens de bollenschillen af te voeren. Nadelen van de stof- en bollenschillen-afzuiging gevolgd door cycloonseparatie met stofemissie naar de buitenlucht zijn:

- relatief hoog energieverbruik vanwege hoog debiet;
- (hoge) geluidproductie naar omgeving;
- belasting buitenmilieu met fijn stof.

Doel van het onderhavig onderzoek is het nader uitwerken van een afzuigstelsel, uitgevoerd met fijn stof filter met luchtrecirculatie en grof stof opvang per verpakkinglijn. Deze dient in de bloembollenverpakking bij te dragen aan een werkklimaat, dat qua zwevende stofconcentratie op de arbeidsplaats, gelijkwaardig is aan het werkklimaat bij toepassing van de aangegeven intensieve afzuiging met cycloonseparatie. Op de volgende onderdelen zal daarbij sprake zijn van gunstige kenmerken van stoffiltering met luchtrecirculatie:

- laag energiegebruik vanwege laag debiet met recirculatie van gefilterde lucht;
- besparing van stookkosten in geval van temperatuurgeconditioneerde bedrijfsruimten;
- geen verhoging van geluidproductie naar omgeving;
- geen wezenlijke stofemissie naar het buitenmilieu.

In het onderzoek wordt gebruik gemaakt van bestaande technieken.

3.2. Breder toepasbaar dan uitsluitend bloembollenverpakking

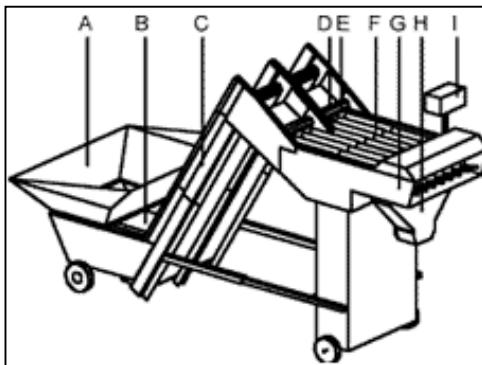
Optimale bronafzuiging en ruimteventilatie kunnen uiteraard breder ingezet worden dan uitsluitend bij bloembollenverpakking. Hierbij dient uiteraard bedacht te worden dat bij de gezondheidseffecten vanwege stof in de lucht tevens de samenstelling van het stof een rol speelt. Op basis van de historische gegevens van een partij bollen kan gezocht worden naar endotoxine, kwarts en bestanddelen van bestrijdingsmiddelen in de ruimtelucht. Toetsing van gevonden concentraties vindt dan plaats aan de toelaatbare grenswaarden voor respirabel en inhaleerbaar stof, de zogenaamde MAC-waarden (maximum allowable concentration). Het verlagen van de concentraties inhaleerbaar stof in een werkruimte zal te allen tijde gepaard gaan met reductie van de specifiek schadelijke bestanddelen in het stof.

Noot: In de periode van onderzoek bleek de uitvoering van analyses aan luchtmonsters in de omgeving van bloembollen, waarvan de teelt- en voorbehandelings-historie bekend was, slechts in geringe mate mogelijk (zie paragraaf 9.2). Enerzijds waren analyses van stofsamenstelling in de lucht niet noodzakelijk voor de uitvoering van (de hoofdzaak van) het onderzoek. Anderzijds zouden de analyses wel bij hebben kunnen dragen aan het onderbouwen van het gegeven dat de stofconcentraties bij bloembollenverpakking (voornamelijk) een bron van algemene hinder, jeuk en irritatie van luchtwegen is. Gezondheidsrisico's vanwege de benadering of overschrijding van grenswaarden (MAC-waarden) van specifieke stoffen in bijvoorbeeld bestrijdingsmiddelen lijkt daarbij feitelijk – tenminste bij bloembollenverpakking - niet aan de orde. Na afronding van het onderzoek zijn metingen overeengekomen in de teeltsector bij een tweetal bedrijven in de maand oktober 2005. Voor een algemene visie inzake de samenhang tussen stofconcentraties en de samenstelling daarvan kan verwezen worden naar paragraaf 9.2.

4. BLOEMBOLLENVERPAKKING

4.1. Bloembollentelmachine

4.1.1. Algemeen



Bloembollentelmachine:

- A: trechter
- B: bodemoverstort
- C: opvoerband
- D: weegbrug
- E: trilhoot
- F: telgoten
- G: scannen
- H: uitmonding
- I: display

figuur 1: bloembollentelmachine

Hierboven is de machine weergegeven waarmee bloembollen worden geteld voorafgaande aan verpakking in de bloembollensector. In het navolgende zal de machine (telmachine en verpakkingsmachine) per onderdeel qua principe worden besproken waarbij kwalitatief aandacht zal worden besteed aan de mate van stofemissie.

4.1.2. Storttrechter



figuur 2: storttrechter

De *storttrechter* is het begin van de verpakkinglijn. Ter hoogte van de storttrechters bevindt zich een arbeidsplaats. De medewerker gooit de bloembollen, vanuit de kratten waarin ze worden aangeleverd, in de storttrechter. Als sprake is van “groot”verpakking (over het algemeen grotere partijen) kiepen de medewerkers de storttrechter helemaal vol (20 tot 30 kratten). Als sprake is van “klein”verpakking kiepen de medewerkers de storttrechter slechts gedeeltelijk vol (1 tot 10 kratten). Voorgaand heeft te maken met de snelheid waarop de machine wordt afgesteld afhankelijk van de maat van de verpakking.

Vanwege het in beweging zijn van de bollen alsmede het botsen van de bollen met elkaar en hun omgeving is sprake van aanzienlijke stofemissie gedurende *het leegkiepen van de kratten in de storttrechters*.

De mate van stofemissie is afhankelijk van de volgende factoren:

- de wijze waarop de kratten worden leeggekiept; als er ruw gekiept wordt (van afstand of van hoogte) is sprake van hogere stofemissie dan wanneer rustig gekiept wordt;
- het aantal kratten dat gekiept wordt;
- de vullingsgraad van de storttrechter; hoe voller de storttrechter is, hoe meer stof daadwerkelijk vanuit de storttrechter in de ruimte terecht zal komen.

Er is bij de storttrechter geen sprake van een vast bezette arbeidsplaats. Indien de storttrechter volgens de werknemer afdoende is gevuld wordt de directe omgeving van de storttrechter over het algemeen enige tijd verlaten tot de storttrechter opnieuw gevuld of bijgevuld dient te worden. Tussen de stortperioden houdt de werknemer zich bezig met de assistentie bij de aanvoer van kratten en/of bij het inpakken.

4.1.3. Opvoerband



figuur 3: opvoerband

Vanuit de onderkant van de storttrechter vallen de bollen op de *opvoerband*. De opvoerband transporteert de bollen naar de gewenste hoogte, vanuit waar ze op de trilgoot terechtkomen. Omdat de bollen op de opvoerband niet tot nauwelijks in beweging zijn is de stofopname in de lucht vanwege de opvoerband zelf beperkt.

4.1.4. Trilgoot

Ter hoogte van de *trilgoot* komen de bollen weer in beweging vanwege het hoogteverschil tussen opvoerband en trilgoot en is aldus sprake van enige stofemissie. Bovendien komen de schillen, die tijdens het kiepen zijn losgeraakt en op de opvoerband liggen, vrij. De bollen worden boven aan de opvoerband op een weegbrug gewogen en (afhankelijk van het gewicht en het “vrij zijn” van de teller) via de trilgoot naar de telgoten gebracht.

4.1.5. Telgoten



figuur 4: telgoten

In de *telgoten* wordt zorggedragen voor het achter elkaar geraken van alle bollen. Vanwege het voortdurend in beweging zijn van de bollen op de telgoten is sprake van enige stofemissie.

Na het tellen vallen de bollen naar beneden in bakken. Ter hoogte van het punt waar de bollen in de bakken vallen is sprake van enige stofemissie vanwege het in beweging zijn van de bollen en het in botsing komen met de bak. Stofemissie naar de ruimte is echter beperkt vanwege de aanwezigheid van afdekking ter hoogte van dit valpunt. Ook speelt hierbij een rol dat hoe verder de bol in het transporttraject komt des te minder stofproductie plaatsvindt. Bij aanvang (in de kratten) is de bol het stoffigst.

Ter hoogte van de telgoten is apparatuur opgesteld ten behoeve van monitoring en instelling van de verpakkingsmachine. Hier is aldus sprake van een min of meer langdurig bezette arbeidsplaats.

4.2. Verpakking



figuur 5: verpakking

Vanuit de bakken komen de bollen (soms nog) in een bekerelevator terecht die de bollen in de uiteindelijke *verpakking* deponeert. De verpakkingen met bollen worden in de regel handmatig in dozen geplaatst. Ter hoogte van de dozenvulplaats bevinden zich aldus arbeidsplaatsen (tenminste één, soms twee personen).

Bij het vallen van de bollen in de bekerelevator is sprake van enige stofproductie vanwege het in beweging zijn van de bollen en het in botsing komen met de bekerelevator. Stofemissie naar de ruimte is echter beperkt vanwege de omkasting van de bekerelevator en de beperkte stoffigheid van de bol op het eind van het transporttraject.

4.3. Hypothese in emissierelevantie

De volgende 3 onderdelen van de verpakkingsmachine zijn in het onderzoek als potentieel dominant beschouwd voor wat betreft de stofemissie naar de ruimte:

- het leegkiepen van de kratten in de storttrechters (arbeidsplaats);
- de trilgoot (weegtrechter);
- de telgoten.

Hierbij geldt als verwachting dat afzuiging van de telgoten niet noodzakelijk zou zijn indien stof vanuit het voortraject niet meer in de telgoten zou kunnen komen.

Als de overige onderdelen, waar sprake is van geringe mate van stofemissie en die om die reden als weinig relevant beschouwd zijn, kunnen genoemd worden:

- de opvoerband;
- het einde van de telgoten;
- bekerelevator.

5. ONDERZOEKMETHODIEK

5.1. Algemeen

De bloembol is een stoffig product. De mate van stoffigheid van de bloembol verschilt per bolsoort. Het effect van het stof op de werknemers verschilt eveneens per bolsoort.

Noot: Zo is de bloembol van de gladiool een relatief stoffige bol en geeft het stof afkomstig van de bloembol van de hyacint lichamelijke klachten (irritatie) bij de werknemers.

Stofopname in de lucht vindt in verschillende mate op vele locaties plaats binnen de bedrijfsruimte; de hoogste stofconcentraties treden op nabij de telmachines van de inpaklijnen.

De bestrijding van zwevend stof in de bloembollensector zal vanwege het voorgaande gericht dienen te zijn op de volgende aspecten:

- *Lokale stofbestrijding door puntafzuiging ter hoogte van dominante bronnen bij de telmachines.* Op puntemissievrije momenten draagt de puntafzuiging er mede toe bij dat het elders bij de machine vrijgekomen stof in de ruimte wordt afgezogen totdat het (basale) concentratieniveau, dat heerste voordat de machine in gebruik werd gesteld, is hersteld.
- *Globale stofbestrijding door een doelmatige verversing van de ruimtelucht.* Omdat de bloembol een stoffig product is zal in de verpakkingshal vanwege de handling van de bloembollen altijd sprake zijn van een bepaalde stofconcentratie, die de achtergrondconcentratie of de basale concentratie genoemd zou kunnen worden. Ook indien de in hoofdstuk 4 beschouwde dominante bronnen volledig zouden zijn geëlimineerd blijft sprake van stofopname in de lucht (en daarmee een achtergrondconcentratie) vanwege onder meer: de eerder genoemde restbronnen in de verpakkinglijn, het transport (met heftruck) van open kratten, het beetpakken van de kratten en vanwege het mogelijk handmatig vullen van (fijn)verpakking elders in dezelfde ruimte. Door de ruimtelucht regelmatig te verversen kan de achtergrondconcentratie omlaag gebracht worden.
- *Stofbestrijding door good-housekeeping.* In dit kader mag zeker niet onvermeld blijven dat het bezemen van fijn stof, dit stof in zo'n mate kan laten opwaaien dat dit "middel" soms vervelender lijkt dan de kwaal.

In het kader van het onderzoek wordt met name ingegaan op de lokale bestrijding van de dominante stofproducenten. Op de relevantie van de samenhang met ruimteventilatie en good-housekeeping zal worden ingegaan.

5.2. Testopstelling

Voor het bepalen van de optimale wijze van de stofbestrijding in de verpakkinglijn is in een praktijksituatie één verpakkinglijn met één telmachine en één verpakkingmachine geselecteerd, die gescheiden wordt van de rest van de ruimte. Aan deze testopstelling is geëxperimenteerd met laag vacuümafzuiging van zwevend stof.

Voorgaande afzuiging wordt beschouwd op zijn verschillen met een bestaande gelijke verpakkinglijn (referentieopstelling) die aangesloten is op een centraal systeem van afzuiging van fijn en grof stof naar het buitenmilieu. Hierbij wordt met name ingezoomd op:

- het verschil in handling van het grof stof (schillen);
- verschil in noodzakelijk afzuigdebiet;

De volgende dominante emissiepunten komen in aanmerking voor plaatselijke afzuiging:

- het leegkiepen van de kratten in de storttrechters (arbeidsplaats);
- de trilgoot;
- de telgoten.

5.3. Referentieopstelling

Het afzuigstelsel met cycloonseparatie (een puntafzuigstelsel) is voorafgaande aan de proefnemingen aan de testopstelling reeds geselecteerd. Het betreft hier een bestaande (praktijk)situatie. De aanwezige afzuiging vindt plaats bij de storttrechter en de trilgoot. De telgoten worden niet afgezogen. Hieronder is het cycloonseparatie stelsel weergegeven.



figuur 6: puntafzuiging - cycloonseparatie

Op de storttrechter is een kap gemonteerd waardoor doelmatig kan worden afgezogen aan de bovenkant van de kap. Het debiet waarmee ter hoogte van de storttrechter wordt afgezogen bedraagt circa $1000 \text{ m}^3/\text{u}$. Hiertoe is een kapconstructie op de storttrechter geplaatst met een open voorzijde van ca $0,9 \text{ m}^2$. De vastgestelde gemiddelde luchtsnelheid in het vlak van de kap bedraagt $0,32 \text{ m/s}$.

Boven de trilgoten zijn twee in hoogte verstelbare afzuigmonden geplaatst. Het debiet waarmee per afzuigmond (oppervlakte ca $0,02 \text{ m}^2$) wordt afgezogen bedraagt eveneens circa $1.000 \text{ m}^3/\text{u}$ (totaal aldus $2.000 \text{ m}^3/\text{u}$) bij een snelheid in de mond van 10 m/s . Bij een dergelijke snelheid wordt naast het zwevend stof tevens grof stof (schillen) afgezogen. De hoogte-instelling is noodzakelijk om bij de verschillende bolsoorten zeker te kunnen stellen dat uitsluitend de schillen worden afgezogen. Bij een te hoge zuigkracht (laagste instelling) zouden relatief kleine bollen in het afzuigstelsel kunnen worden getrokken.

Bij dit systeem waarbij de afzuigkanalen worden gekoppeld en op hun beurt weer worden gekoppeld aan die van een aanliggende verpakkinglijn ontstaan lange leidingen die door de hal worden gevoerd en uiteindelijk via ventilatoren uitmonden in de buiten opgestelde cyclonen.



figuur 7: cyclonen

De noodzakelijke snelheden worden niet alleen bepaald door de mogelijkheid schillen af te kunnen zuigen (zuigkracht) achter de opvoerband, maar ook door de noodzaak in de bochten en diametersprongen in het systeem stofophopingen te voorkomen. De luchtsnelheden bij de trechter behoeven daarmee zeker niet optimaal te zijn vanuit het oogpunt van fijn stofverwijdering onder laag vacuüm maar liggen daarboven.

6. METINGEN

6.1. Meetmethode en meetinstrumenten

De stofmetingen zijn verricht met behulp van de gravimetrische en de elektromagnetische methode. Er zijn zowel real-time metingen als tijdgemiddelde metingen verricht. De volgende apparatuur is ingezet ten behoeve van de metingen:

- *Tapered Element Oscillating Monitor (TEOM)*
Een real-time meting wordt verricht met behulp van de TEOM, een gravimetrische methode waarbij de mechanische trillingen van het beladen stoffilter een directe maat is voor de PM₁₀-concentratie. Feitelijk bepaalt de TEOM de tijdgemiddelde PM₁₀-concentratie over 5 minuten.
- *MINIature Real-time Aerosol Monitor (Miniram)*
Een real-time meting wordt verricht met behulp van de methode waarbij elektromagnetische straling wordt uitgezonden en de spreiding van de straling een maat is voor de stofconcentratie van de deeltjes (deeltjesgrootte 0,1-10 µm) in de lucht. De Miniram bepaalt elke twee seconden de stofconcentratie.
- *Gillian Air Sampler pomp, filterhouder en filter*
De gemiddelde stofconcentratiemetingen van respirabel (PM₅) en inhaleerbaar (totaal) stof worden verricht met behulp van een Gillian Air Sampler pomp. Door gebruik te maken van een cycloon filterhouder en een PAS-6 filterhouder kunnen zowel de gemiddelde concentratie respirabel stof als de gemiddelde concentratie inhaleerbaar stof bepaald worden. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van filters waarvan de hoeveelheden afgevangen stof gravimetrisch zijn bepaald door een daartoe gekwalificeerd laboratorium.

Met behulp van een luchtsnelheidsmeter (VelociCalc) wordt ter hoogte van de afzuigpunten de afzuigsnelheid gemeten.

Als visueel hulpmiddel zijn tevens rookproeven gedaan.

6.2. Meetomstandigheden en meetopstelling

6.2.1. Testopstelling bij De Ree

Bij bloembollencentrale De Ree te Lisserbroek (De Ree) is één verpakkinglijn met behulp van bouwplastic afgescheiden van de rest van de bedrijfsruimte. Door het afscheiden van één verpakkinglijn kan monitoring van de stofopbouw, vanwege de activiteit van een verpakkinglijn binnen een relatief kleine ruimte, plaatsvinden. Bovendien wordt de invloed van de stofontwikkeling bij de overige verpakkinglijnen uitgesloten.



figuur 8: meetopstelling

Ten tijde van de metingen is sprake van het verpakken van gladiolen, waarvan de relatief hoge graad van stoffigheid bekend is. De verpakkingsmachine wordt gedurende de metingen gevarieerd van bollen voorzien (van 5 kratten tot en met 30 kratten per keer).

De afgescheiden verpakkingslijn is voorzien van een afzuigpunt ter hoogte van de storttrechter en een afzuigpunt ter hoogte van de trilgoot als overgang tussen opvoerband en de telgoten. De storttrechter is voorzien van een kap met een open voorzijde van circa 1 m². De afzuiging ter hoogte van de trilgoot is gebaseerd op het creëren van een onderdruk aan de onderkant van de trilgoot waardoor grof stof, waaronder schillen, in een bak vallen en het zwevend stof wordt afgevangen. Hieronder zijn de afzuigpunten weergegeven.



figuur 9: afzuigpunt storttrechter



figuur 10: afzuigpunt trilgoot (onderzijde; niet zichtbaar)

Gedurende de metingen is enerzijds gevarieerd met het debiet waarmee wordt afgezogen ter hoogte van de storttrechter. Anderzijds is de afzuiging van de trilgoot ($1.000 \text{ m}^3/\text{u}$) afwisselend wel en niet actief. Onderdruk wordt gecreëerd door het afzuigen van een bak die aangesloten is aan de onderzijde van de trilgoot. Aldus wordt het grove stof dat sowieso door de gleuven van de trilgoot naar beneden valt in de bak opgevangen en aangevuld met het zwevend stof. Dit zwevend stof wordt aldus afgezogen naar het stoffilter; het grove stof niet. De noodzakelijke luchtsnelheid in de sleuven van de trilgoot dient daarbij circa $2,5 \text{ m/s}$ te bedragen. Proefondervindelijk, mede ondersteund door rookproeven, is vastgesteld dat bij deze snelheid het ter plaatse opgewekte zwevende stof, goed kon worden afgevoerd via de ventilator.

Ook bestond bij de aanvang van het onderzoek de verwachting dat, bij een goede laag vacuümafzuiging van de storttrechter en de trilgoot, de stofontwikkeling op de telgoten als secundaire bron zou gelden en is van het creëren van afzuiging van de telgoten afgezien.

6.2.2. Referentieopstelling bij Bulbs & Flowers

Bij bloembollencentrale Bulbs & Flowers te Voorhout is het cycloonseparatie-afzuigstelsel geïmplementeerd. Ter hoogte van één verpakkingslijn zijn stofconcentratie metingen verricht met behulp van de Miniram en gemiddelde stofconcentratie metingen met behulp van de Gillian Air Sampler pomp, filterhouder en filter.

Ten tijde van de metingen is sprake van het verpakken van gladiolen. De verpakkingsmachine wordt gedurende de metingen slechts gedoseerd van bollen voorzien (maximaal 10 kratten per keer) en aldus niet tot het maximum gevuld.

De metingen zijn verricht onder de volgende condities:

- afzuiging storttrechter aan en afzuiging trilgoot aan;
- afzuiging storttrechter uit en afzuiging trilgoot uit;
- afzuiging storttrechter aan en afzuiging trilgoot uit.

6.3. Meetlocaties

6.3.1. Real-time stofmetingen (TEOM)

Testopstelling

De meetpositie van de TEOM is gesitueerd een halve meter boven het hoogste punt van de opvoerband, in de figuur 11 is de meetlocatie weergegeven.

6.3.2. Real-time stofmetingen (Miniram)

Testopstelling

De Miniram is ingezet op een drietal meetposities:

- een halve meter boven het hoogste punt van de opvoerband;
- ter hoogte van de telgoten;
- ter hoogte van de storttrechter.

In de figuren hieronder zijn de meetlocaties weergegeven.



figuur 11: boven opvoerband



figuur 12: ter hoogte van de telgoten



figuur 13: ter hoogte van de storttrechter

Referentieopstelling

De Miniram is ingezet op een tweetal meetlocaties:

- ter hoogte van de telgoten;
- ter hoogte van de storttrechter.

In de figuren hieronder zijn de meetlocaties weergegeven.



figuur 14: ter hoogte van de telgoten



figuur 15: ter hoogte van de storttrechter

6.3.3. Gemiddelde stofconcentraties

Testopstelling

Zowel in de productiehal als ter hoogte van de afgescheiden verpakingslijn heeft monsternamen plaatsgevonden ten behoeve van de bepaling van de gemiddelde stofconcentratie. In tabel 1 zijn de gemiddelde stofconcentraties per locatie weergegeven.

Tabel 1 Gemiddelde stofconcentraties

Datum	Locatie	Stof	Gemiddelde concentratie in mg/m ³
22 februari 2005	productiehal (achtergrond)	respirabel	0,36
		totaal/inhaleerbaar	0,58
23 februari 2005	afgescheiden verpakingslijn boven opvoerband	respirabel	0,88
		totaal/inhaleerbaar	1,16
23 februari 2005	productiehal (achtergrond)	respirabel	0,63
		totaal/inhaleerbaar	0,99
24 februari 2005	afgescheiden verpakingslijn boven opvoerband	respirabel	1,25
		totaal/inhaleerbaar	3,97
24 februari 2005	afgescheiden verpakingslijn ter hoogte van storttrechter	respirabel	1,30
		totaal/inhaleerbaar	1,13
24 februari 2005	afgescheiden verpakingslijn boven opvoerband	respirabel	1,63
		totaal/inhaleerbaar	4,48

In bijlage I zijn de analyseresultaten van de monsters weergegeven en in bijlage II zijn de berekeningen van de gemiddelde stofconcentraties weergegeven.

Referentieopstelling

In de productiehal nabij de verpakkinglijn heeft monstername plaatsgevonden ten behoeve van de bepaling van de gemiddelde stofconcentratie. In tabel 2 zijn de gemiddelde stofconcentraties per locatie weergegeven.

Tabel 2 Gemiddelde stofconcentraties

datum	locatie	stof	gemiddelde concentratie in mg/m ³
16 maart 2005	productiehal	respirabel	0,16
		totaal/inhaleerbaar	0,38

In bijlage III zijn de analyseresultaten van de monsters weergegeven en in bijlage IV zijn de berekeningen van de gemiddelde stofconcentraties vermeld.

7. BESPREKING MEETRESULTATEN TESTOPSTELLING

7.1. Validatie metingen Miniram

Ten behoeve van het registreren van fluctuaties in stofconcentraties als gevolg van specifieke handelingen gedurende het verpakkingsproces is het van belang de stofconcentratie in de ruimte zo frequent als mogelijk te registreren. De Miniram registreert de stofconcentratie elke 2 seconden en biedt hiertoe aldus een goede mogelijkheid. Echter vanwege de toegepaste methode (elektromagnetische straling) betreft de Miniram een (relatief) onbetrouwbaar instrument.

De TEOM daarentegen betreft weliswaar een uiterst nauwkeurig instrument, echter registratie vindt over een 5-minuten-periode plaats, waarmee de fluctuatie in stofconcentratie nabij de trechter bij het leegkiepen van een krat uiteraard niet te volgen is.

In de figuren 1 en 2 van bijlage V zijn de stofconcentratie metingen verricht door de Miniram en de TEOM uitgezet tegen de tijd.

Uit de figuren blijkt dat de Miniram in onderhavige situatie een zeer geschikte methode is om fluctuaties in de stofconcentratie te registreren. Immers de meetresultaten van de Miniram geven dezelfde trend weer als de meetresultaten van de TEOM. De metingen van de Miniram geven uiteraard een grilliger verloop aan met hogere pieken.

Daarnaast blijkt uit de figuren dat indien het verpakkingsproces geruime tijd wordt stilgelegd (gedurende de pauzes om 10.00 uur, 12.00 uur en 15.15 uur) de concentratie geregistreerd door de TEOM afneemt tot een beduidend lagere waarde dan de concentratie geregistreerd door de Miniram. Aldus kan gesteld worden dat in geval van lage stofconcentraties de Miniram metingen onbetrouwbaar zijn.

Om de fluctuaties in stofconcentraties als gevolg van specifieke handelingen gedurende het verpakkingsproces te registreren is de Miniram een geschikt meetinstrument vanwege het real-time karakter van deze methode. Bovendien blijkt uit vergelijkende metingen dat de concentratieregistraties van de Miniram conform verwachtingen voorijlt op die van de TEOM vanaf stofconcentraties van $1,5 \text{ mg/m}^3$. Gedurende het in werking zijn van de verpakkingsmachine is sprake van dergelijke relatief hoge stofconcentraties.

Gezien het voorgaande zullen in het volgende de meetresultaten dan ook voornamelijk besproken worden aan de hand van de metingen verricht met behulp van de Miniram.

7.2. Locatie opvoerband

Uit de meetresultaten (tabel 1, alsmede figuur 1, bijlage VI) blijkt dat duidelijke pieken in de stofconcentratie ter hoogte van de opvoerband optreden indien meer dan circa 15 kratten gladiolen in de storttrechter worden geleegd uitgaande van een lege storttrechter. Een aantal van 15 kratten gladiolen komt overeen met een vullingsgraad van de storttrechter van circa 50%.

Noot: In de figuren staan het aantal kratten dat leeg gekiept wordt aangegeven op de x-as.

Daarnaast blijkt uit de meetresultaten (tabel 1 alsmede figuur 2, bijlage VI) dat in geval van een afzuigdebiet ter hoogte van de storttrechter tussen 0 m³/u en 500 m³/u de pieken die optreden tussen de 5 mg/m³ en 14 mg/m³ liggen. Uit de meetresultaten weergegeven in tabel 1 (bijlage 1) blijkt dat afzuiging ter hoogte van de storttrechter pas effectief wordt bij een debiet van circa 400 m³/u. Tijdens de metingen is één en ander eveneens aangetoond met behulp van het inspuiten van rook in de kap op storttrechter. In geval van een afzuigdebiet vanaf 700 m³/u is nauwelijks sprake van het optreden van relevante pieken.

In tabel 1 (bijlage VI) zijn de optredende pieken in stofconcentratie ter hoogte van de storttrechter en ter hoogte van de opvoerband met elkaar vergeleken. De optredende pieken ter hoogte van de opvoerband correleren volledig met de optredende pieken ter hoogte van de trechter. Het stof ter hoogte van de opvoerband wordt aldus in grote mate veroorzaakt door het stof dat ontsnapt uit de kap van de storttrechter gedurende het leegkiepen van de kratten. Immers de stofconcentratie ter hoogte van de (continu draaiende) opvoerband daalt nadat het leegkiepen is beëindigd en neemt weer toe nadat het leegkiepen wordt gestart. Dit verschijnsel wordt geminimaliseerd bij het inschakelen van de afzuiging met een debiet vanaf 700 m³/u.

Dat de stofopname in de lucht vanwege de opvoerband gering is ten opzichte van het stof in de lucht op deze plaats door het leegkiepen van de kratten wordt geïllustreerd in figuur 3 (bijlage VI). In figuur 3 is de stofconcentratie weergegeven ter hoogte van de opvoerband waarbij de opvoerband stil staat tussen 15.42 en 15.52 en in beweging is vanaf 15.52. Uit voornoemde figuur blijkt dat de opvoerband slechts beperkt bijdraagt aan de stofconcentratie (in onderhavige situatie circa 0,2 mg/m³) ter hoogte van de opvoerband.

7.3. Locatie telgoten

Uit de meetresultaten weergegeven in figuur 1 (bijlage VII) blijkt dat de optredende pieken ter hoogte van de telgoten volledig correleren met de optredende pieken ter hoogte van de trechter gedurende het leegkiepen van de kratten. Het stof ter hoogte van de telgoten wordt aldus in grote mate veroorzaakt door het stof dat ontsnapt uit de kap van de storttrechter gedurende het leegkiepen van de kratten. Immers de

stofconcentratie ter hoogte van de telgoten daalt nadat het leegkiepen is beëindigd en neemt weer toe nadat het leegkiepen wordt gestart, bij – qua aantal – gelijkblijvend bollentransport over de telgoten.

Daarnaast blijkt uit de figuur 1 (bijlage VII) dat de pieken ten gevolge van het leegkiepen van de kratten ter hoogte van de telgoten verdwijnen indien een afzuigdebiet groter dan $500 \text{ m}^3/\text{u}$ wordt gehanteerd voor de kap van de storttrechter.

In figuur 2 (bijlage VII) is de stofconcentratie ter hoogte van de telgoten weergegeven waarbij respectievelijk sprake is van wel en geen afzuiging ter hoogte van de trilogoot. In tabel 1 (bijlage VII) is de gemiddelde stofconcentratie met en zonder afzuiging ter hoogte van de trilogoot weergegeven. Uit de resultaten volgt dat de afzuiging van de trilogoot een stofreductie van circa $0,5 - 0,7 \text{ mg/m}^3$ ter hoogte van de telgoten tot stand brengt.

Belangrijk is echter het gegeven dat de gemeten stofconcentratie na het vullen van de trechter blijft afnemen. Dit betekent dat ter hoogte van de telgoten, de telgoten zelf niet als dominante stofbron gelden. Immers de continue stroom van bloembollen over de telgoten had na het beëindigen van het leegkiepen dan herkenbaar dienen te zijn in de metingen.

7.4. Locatie storttrechter

In tabel 1 (bijlage VI) zijn de optredende pieken als gevolg van het leegkiepen van de kratten ter hoogte van de storttrechter weergegeven. Uit de tabel en figuur 1 (bijlage VIII) blijkt dat pieken ter hoogte van de storttrechter optreden indien sprake is van het leegkiepen van tenminste 10 à 15 kratten (vullingsgraad circa 50%).

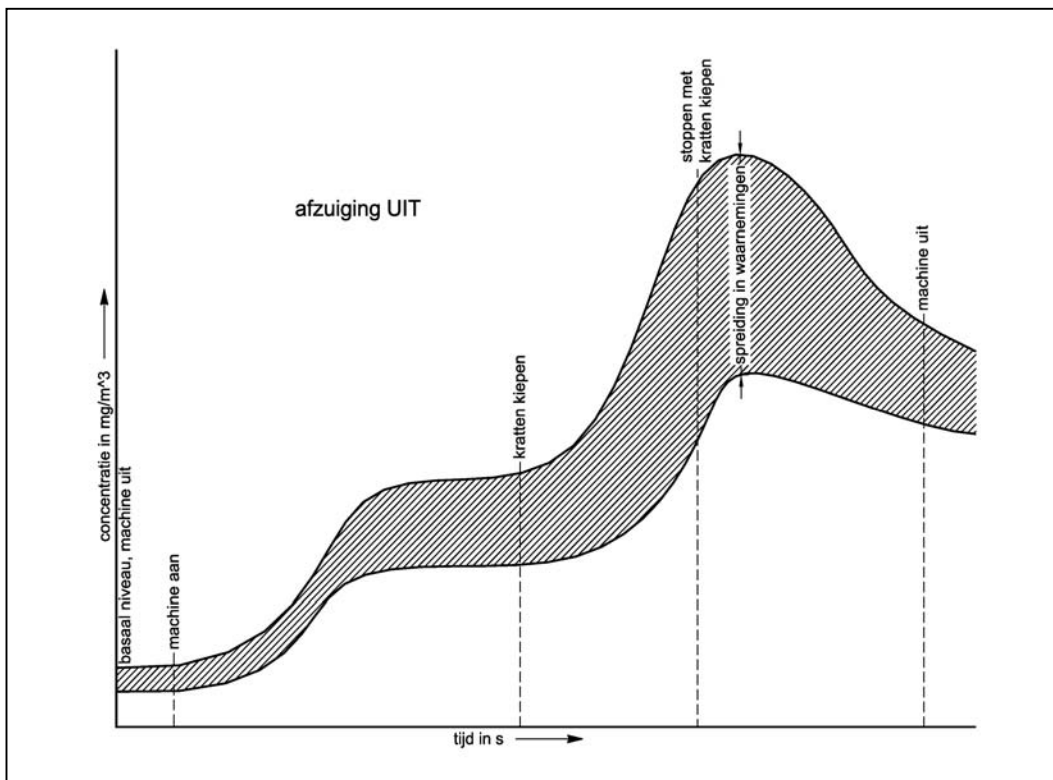
Daarnaast blijkt uit de tabel dat de pieken bij een debiet van 0 tot $700 \text{ m}^3/\text{u}$ variëren van 5 tot 18 mg/m^3 . Bovendien blijkt uit de meetresultaten dat slechts sprake is van effectieve afzuiging vanaf een debiet van $400 \text{ m}^3/\text{u}$.

Vanaf afzuiging met een debiet van $700 \text{ m}^3/\text{u}$ bedraagt de stofconcentratie circa 5 mg/m^3 en lager en is nauwelijks sprake van een aanhoudende piek. De piek verdwijnt echter pas als naast de afzuiging met een debiet van $700 \text{ m}^3/\text{u}$ sprake is van het leeg kiepen van 15 kratten of minder (figuur 2, bijlage VIII).

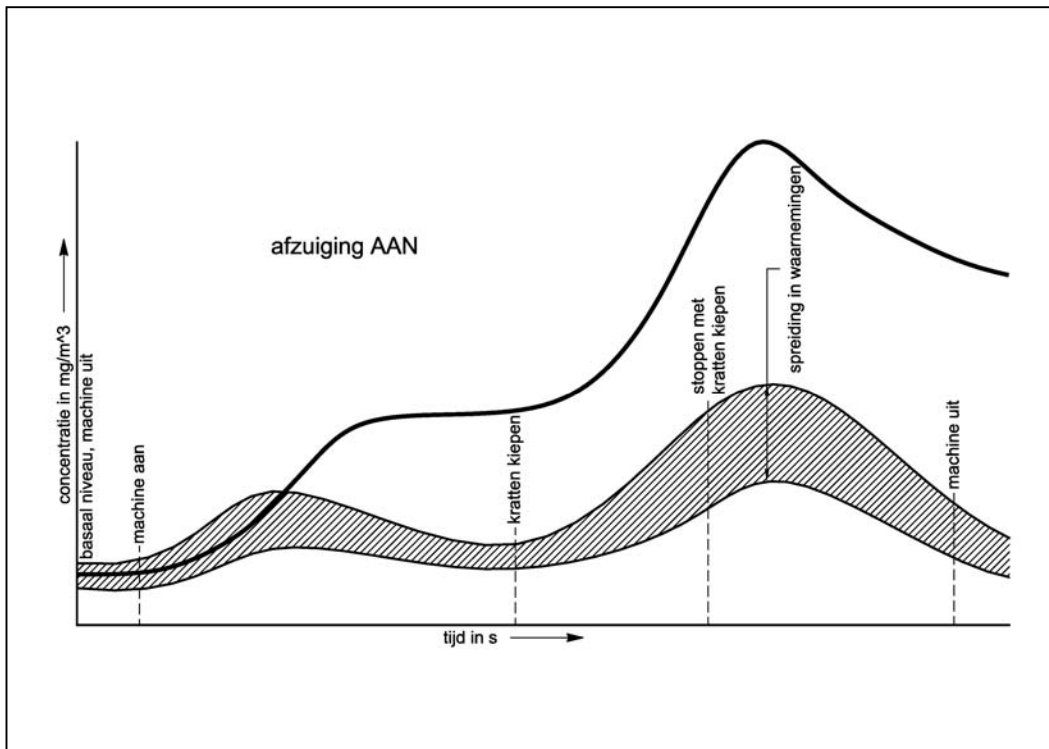
7.5. Afname stofconcentratie tot basaal niveau

Uit de vele metingen is een trend af te leiden voor de situatie voor en na afzuiging, zoals weergegeven in de figuren 16 en 17. In de situatie waarbij geen afzuiging plaatsvindt ontstaat vanaf het moment dat de verpakingslijn wordt ingeschakeld (nog zonder bollen) een toename in stofconcentratie (stof op bewegende installatieonderdelen komt los). Deze toename neemt vervolgens licht af en neemt wederom fors toe bij het leegkiepen van de kratten. Daarna vindt een afname plaats waarbij de stofconcentratie in de

testruimte de concentratie voorafgaande aan het starten van de machine (het basale niveau) voor een lange tijd feitelijk niet meer bereikt. Bij een afzuiging van $700 \text{ m}^3/\text{u}$ bij de storttrechter en $1.000 \text{ m}^3/\text{u}$ bij de trilgoot is een duidelijk sterke afname in concentratie te zien na het inschakelen en tussen de vulmomenten van de trechter. Tussen de vulmomenten wordt in de meest stofgevoelige omstandigheden (storten 30 kratten) het basale niveau bereikt na circa 5 minuten na het storten van de laatste krat. De in de figuren aangegeven grafieken zijn het resultaat van de analyse van concentraties over vele arbeidscycli. Aan de gevonden gemiddelde concentraties kan geen waarde worden toegekend en zijn om die reden niet langs de Y-as vermeld. Als tendens in relatieve concentraties over de herkenbare arbeidscyclus geeft dit echter een representatief beeld.



figuur 16: Relatieve concentraties over arbeidscyclus (zonder afzuiging)



figuur 17: Relatieve concentraties over arbeidscyclus (met afzuiging) in relatie tot gemiddelde waarden (zonder afzuiging) van figuur 16

7.6. Resumé

Uit de resultaten van het onderzoek volgt ten aanzien van de testopstelling het volgende:

- De hypothese uit paragraaf 4.3 waar het betreft de dominantie van de storttrechter ten opzichte van trilgoot en telgoten blijkt op basis van het onderzoek nog sterker dan vermoed. Het door afzuiging elimineren van de stofwolk aan de voorzijde (bij het kiepen) maakt een afzuiging onder de trilgoot niet minder zinvol, vanwege de stofopname in de lucht bij de overgang opvoerband/trilgoot/telgoten. Het nevenvoordeel is dat de afzuiging de zwaartekracht "bijstaat" bij de afvoer van schillen naar beneden door het trilgootrooster.
- In geval van realisatie van een kap ter hoogte van de storttrechter met een afzuigdebiet van 700 m³/u is reeds sprake van aanzienlijke reductie van de stofverspreiding veroorzaakt door het leegkiepen van de kratten;
- Het leegkiepen van meer dan 15 bakken in de storttrechter (vulgraad > 50%) leidt, vanwege de lokale luchtverplaatsing (terugtrekken van lege kratten), tot hoge pieken in de stofconcentratie ongeacht de mate van afzuiging;
- Afzuiging ter hoogte van de trilgoot met een debiet van 1.000 m³/u heeft een gunstig effect op de reductie van stofverspreiding (door de overgang opvoerband/trilgoot/telgoten. De schillen (grof stof) worden aldus in een bak opgevangen, en de stofconcentratie ter plaatse gereduceerd (met circa 0,5-0,7 mg/m³). Bewezen kan nog worden op het nevenvoordeel de eenvoud van schillenopvang. De stofafzuiging

vraagt niet om een regeling ter voorkoming van een ongewenste afvoer van (kleine) bollen via het afzuigsysteem zoals bij een afvoer naar een cycloon wel aan de orde is.

- Bij voornoemde afzuigdebieten wordt, bij afnemende stofconcentratie tussen de vulmomenten van de storttrechter, de reeds heersende concentraties (het basale niveau) reeds na 5 minuten bereikt. In een grote productieruimte zal deze periode uiteraard nog korter zijn, omdat verspreiding in een hal (naast afzuiging) dan ook een grote(re) rol speelt.

8. BESPREKING MEETRESULTATEN REFERENTIEOPSTELLING

8.1. Locatie telgoten

Gemeten is met de aanwezige afzuiging in bedrijf (1.000 m³/u afzuiging bij de storttrechter, 2.000 m³/u bij de trilogoot). Uit figuur 1 (bijlage IX) blijkt dat in geval van het leegkiepen van minder dan 10 kratten nauwelijks tot geen sprake is van relevante pieken ter hoogte van de storttrechter en daarmee ter hoogte van de telgoten.

In tabel 1 (bijlage IX) zijn de gemiddelde stofconcentraties weergegeven in geval van:

- afzuiging ter hoogte van trechter aan en ter hoogte van de trilogoot uit;
- afzuiging ter hoogte van trechter uit en ter hoogte van de trilogoot uit;
- afzuiging ter hoogte van trechter aan en ter hoogte van de trilogoot aan.

Uit de tabel blijkt dat sprake is van een afname van de gemiddelde stofconcentratie met een 0,2 mg/m³ indien de afzuiging ter hoogte van de trilogoot en storttrechter in werking is. Uit figuur 1 (bijlage IX) blijkt dat zonder afzuiging sprake is van niet zozeer een belangrijk grotere stofemissie maar eerder een grilliger patroon aan stofemissie.

8.2. Locatie storttrechter

Uit de meetresultaten in figuur 2 (bijlage IX) blijkt dat in geval van een debiet ter hoogte van de storttrechter van 1.000 m³/u en het gooien van 5 kratten of minder nauwelijks tot geen sprake is van pieken in de stofconcentratie (ten hoogste 4 mg/m³) ten gevolge van het leegkiepen van kratten. Indien geen sprake is van afzuiging ter hoogte van de storttrechter treden pieken op als gevolg van het leegkiepen van kratten. De pieken bedragen maximaal circa 6 mg/m³ bij het leegkiepen van minder dan 6 kratten. Uit het voorgaande is af te leiden dat het beperken van het aantal kratten dat achter elkaar wordt leeg gekiept, de stofopname in de lucht begrensd tot waarden welke lager zijn dan bij een wezenlijk hoger aantal kratten vastgesteld kan worden (testopstelling).

9. STOFSAMENSTELLING

9.1. Gemiddelde stofconcentraties

Uit de resultaten van de stofmetingen blijkt dat de stofconcentraties (respirabel en inhaleerbaar) in de beide productiehallen en ter hoogte van de afgeschermd verpakkingsmachine voldoen aan de MAC-waarden van 10 en 5 mg/m³ voor respectievelijk inhaleerbaar en respirabel stof.

De stofconcentratie in de productiehal van de testopstelling bedraagt tussen de 1,5 en 2,5 maal de stofconcentratie in de productiehal van de referentieopstelling.

Noot: Ten tijde van de metingen in de productiehal van de testopstelling was sprake van volbedrijfsituatie en ten tijde van de metingen in de productiehal van de referentieopstelling was geen sprake van een volbedrijfsituatie (2 verpakkingsmachines van de 5 in bedrijf).

Het is niet mogelijk om de stofconcentraties in de nabije omgeving van de test- en de referentieopstelling op een kwantitatieve wijze te beoordelen en te vergelijken. Daarvoor verschillen de ruimteomstandigheden en de bedrijfssituaties te zeer. De specifieke beschouwing bij de metingen hebben dan ook uitsluitend een functie op kwalitatief niveau.

9.2. Endotoxine, kwarts en bestrijdingsmiddelen

Vooralsnog heeft binnen het kader van het onderzoek éénmaal monsternamen en analyse plaatsgevonden op bestanddelen van enkele bestrijdingsmiddelen. Bestrijdingsmiddelen zijn in voornoemd monster niet aangetroffen. Het plan is opgevat dergelijke metingen tevens in november 2005 te continueren in de teeltsector. Het verdient echter aanbeveling om op basis van grootschaliger onderzoek relaties te vinden tussen de hoeveelheid van een bestanddeel en de totale hoeveelheid inhaleerbaar stof. Hierbij kan dan het onderscheidt gemaakt worden, voor de sectoren “teelt” en “verpakking”, in endotoxine, kwarts en specifieke componenten uit gangbare bestrijdingsmiddelen. Op deze wijze is het mogelijk aantoonbaar dat, met voorzieningen haalbare (lage) concentraties op de werkplek gerealiseerd kunnen worden (lager dan de MAC-waarden). Het onderzoek gerapporteerd in “Onderzoek naar blootstelling aan endotoxine in de agrarische sectoren van teelt, be- en verwerking en handel. Tuinbouwversie” (rapport IRAS september 2002) kan voor endotoxine als een dergelijk grootschaliger onderzoek beschouwd worden.

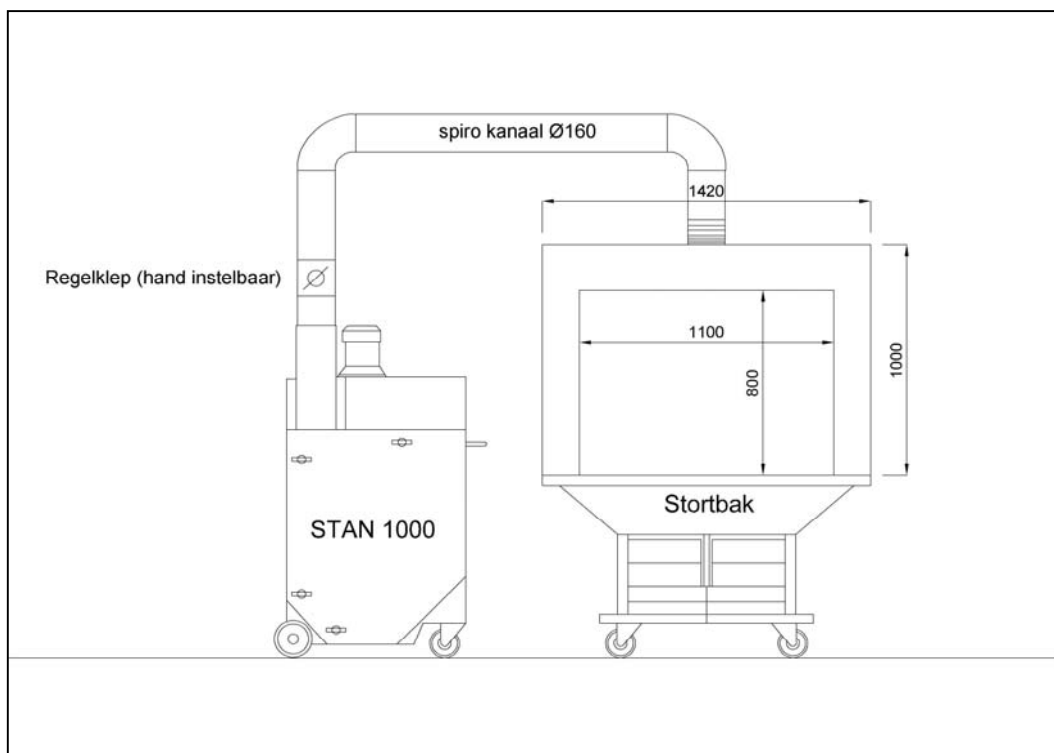
10. UITVOERINGSAAANBEVELINGEN

10.1. Puntafzuiging

10.1.1. Afzuiging storttrechter

De afmetingen van de kap zijn weergegeven in figuur 18. Realisatie van afzuigpunt centraal aan de bovenkant van de kap ligt voor de hand. Bij een gangbare diameter van het afzuigkanaal van circa 16 cm (6") ontstaat centraal boven de bollenberg een luchtsnelheid van circa 2,5 m/s. Van een rechthoekige kapvorm behoeft niet te worden afgeweken. Het optimale debiet bedraagt 700 m³/u.

Noot: Illustratief is het feit dat uit rookproeven bleek dat bij een afzuiging van 400 m³/uur, rook opgewekt buiten de kap (tot op 30 cm daarvan) min of meer volledig in de kap verdwijnt. Toch blijkt uit metingen tijdens het leegkiepen dat om een dergelijke situatie ook in de praktijk te bewerkstelligen een afzuigdebiet van 700 m³/uur de voorkeur verdient. Dit vloeit voort uit het feit dat de aanwezigheid van een persoon met krat met de bijbehorende beweging verstorend werkt ten opzichte van de ideale condities bij de rookproeven.

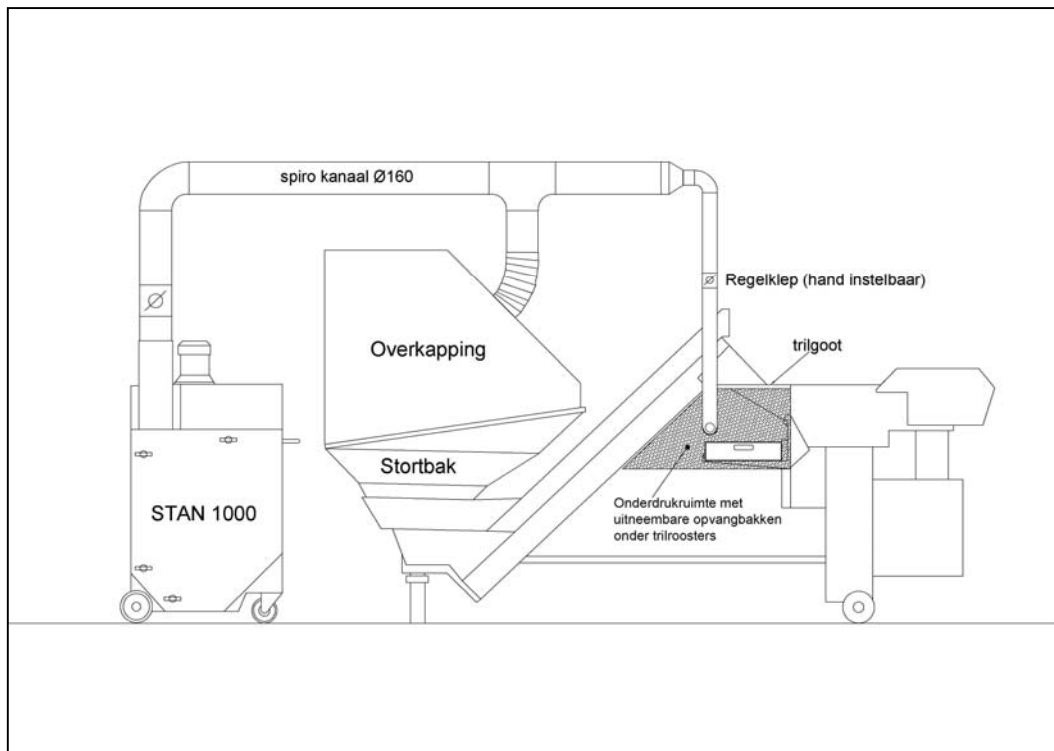


figuur 18: afmetingen afzuigkap

10.1.2. Afzuiging trilgoot

Een afgesloten ruimte dient onder de trilgoot te worden gerealiseerd zoals weergegeven in figuur 19. Boven het rooster dient voor de aldaar opgewekte zwevende stof voldoende onderdruk gecreëerd te worden om deze stof via het rooster richting afzuigkanaal onder het rooster. Hier bevindt zich tevens de opvangbak waarin het vallende zwaardere stof (inclusief schillen) kan worden opgevangen. De onderdruk dient tenminste een lichtsnelheid ter hoogte van de trilgoot van 2,5 m/s tot stand te brengen bij een vrije doorlaat van het trilgootrooster van circa 50%. Het optimale debiet hierbij is enigszins arbitrair. Rookproeven lieten zien dat bij een debiet van 500 m³/u bij een onbelaste machine, rook opgewekt boven het rooster volledig via dit rooster verdween. Daar in geval van bewegende bollen sprake is van enige weerstand voor de luchtstroom richting rooster is tijdens de proefnemingen vastgehouden aan een debiet van 1.000 m³/u, waarbij een afdoende werking in alle situaties is geconstateerd.

Onafhankelijk van de exacte dimensies van de trilgoot en de exacte spleetbreedte kan van een optimale afzuiging gesproken worden bij een lichtsnelheid ter hoogte van de trilgoot van 2,5 m/s uitgaande van een vrije doorlaat.



figuur 19: afzuiging trilgoot

10.1.3. Aan- uitschakeling afzuiging storttrechter

De afzuiging van de storttrechter dient ingeschakeld te zijn gedurende het leegkiepen van de kratten, inclusief een bepaalde periode daarna om mee te helpen op een basaal niveau te kunnen terugkeren. Kort na afronding van het leegkiepen is puntafzuiging feitelijk niet meer functioneel. Op basis van de stortduur van maximaal 10 minuten en de geconstateerde perioden tussen twee stortperioden blijkt puntafzuiging circa 50% van de tijd in hoge mate effectief. Overwogen kan worden, op basis van een regeling met een bewegingssensor, afzuiging bijvoorbeeld uit te schakelen 10 minuten nadat de laatste kratbeweging door de kapopening is geregistreerd en weer in te schakelen op het moment van een volgende registratie. Het uitspreken van een duidelijke voorkeur hiervoor vanwege de energetische besparing tengevolge van tussentijds uitschakelen is moeilijk te geven en wel om de volgende redenen:

- In de praktijk zal er mogelijk voor gekozen worden om meerdere telmachines aan een gezamenlijke afzuigunit te koppelen. Het uitschakelen van de storttrechter afzuiging vraagt om aanpassing van andere afzuigpunten om de luchtsnelheden onveranderd te houden (inefficiënt, extra debietregeling noodzakelijk).
- Om de gemiddelde stofconcentraties bij toepassing van stoffiltering met lucht-recirculatie gelijkwaardig aan de referentiesituatie te verkrijgen dient in de bedrijfshal deze stofconcentratie gemiddeld $< 1 \text{ mg/m}^3$ te zijn. Het feit dat bijvoorbeeld in een grote bedrijfsruimte 15 machines 50% van de tijd (aldus buiten de stortperioden) met circa $10.000 \text{ m}^3/\text{u}$ ruimtelucht door een stoffilter voeren zal bijdragen dit te bewerkstelligen.

10.1.4. Centraliseren van afzuiging, filtering en recirculatie

De puntafzuiging kan, per verpakkingsmachine met één telmachine, uitgevoerd worden met één afzuigunit (met aldus een ingesteld debiet van $1.700 \text{ m}^3/\text{u}$) die is uitgevoerd met een (HEPA)filter met een rendement voor PM_{10} van 99,9%. Het dubbele debiet geldt uiteraard als de verpakkingsmachine is uitgerust met twee telmachines. De schone lucht wordt direct ingeblazen in de ruimte.



figuur 20: afzuigunit

Centralisatie van de afzuiging van meerdere telmachines, meerdere verpakkingslijnen en zelfs alle verpakkingslijnen door een gecombineerde of centrale afzuigunit is uiteraard mogelijk. Meerdere, veelal locatiespecifieke, factoren zullen bij deze keuzebepaling van belang zijn. Genoemd kunnen worden de (mogelijke afwezigheid van) beschikbare ruimte voor de opstelling van losse afzuigunits op de werkvloer. Bedacht dient hierbij te worden dat hoe meer af wordt gezogen naar een centrale afzuigkast, des te meer leidingwerk noodzakelijk is. Hoe langer het leidingwerk des te krachtiger dient afgezogen te worden om het drukverlies in leidingen te compenseren en stofophoping in bochten etc. te voorkomen (grotere ventilatoren). Indicatief kan voor de inrichting van één inpaklijn met twee tellijnen uitgegaan worden van aanschaf en installatiekosten van € 5.000,- à € 6.000,- voor de (gecombineerde) puntafzuiging met stoffilter (zelfreinigend patronenfilter). Dit zijn aldus de kosten exclusief afzuigkappen, leidingwerk en schillenopvangbak, waarvan de realisatiekosten op circa 25% van vernoemde bedragen kunnen worden geschat.

De aanschafkosten van een afzuigunit met stoffilter met een afzuigcapaciteit van 20.000 m³/u, die naar verwachting voldoende is voor vijf inpaklijnen met elk twee tellijnen, bedragen circa € 30.000,-. Per inpaklijn zullen de aanschafkosten aldus niet wezenlijk dalen met het in enigermate centraliseren van de afzuiging. Wel nemen de kosten van aanleg in beperkte mate mogelijk reeds toe (meer leidingwerk). De eerder gesignaleerde noodzaak tot installatie van krachtigere ventilatoren bij een nog grotere centralisatie zal naar verwachting de kosten omgerekend per inpaklijn verder doen vergroten.



figuur 21: centrale afzuiger voor 100.000 m³/u

10.2. Ruimteventilatie

10.2.1. Noodzakelijk vanwege het Bouwbesluit (nieuwe situaties)

Volgens het Bouwbesluit dienen werkruimten geventileerd te worden met 1×10^{-3} m³/s per m² vloeroppervlak. Het betreft hier de verzekering van de noodzakelijke luchtkwaliteit in een bedrijfsruimte met activiteiten die de binnenlucht verontreinigen (Bouwbesluit, tabel 3.46.1). *Het voorgaande betekent in een (relatief grote) bedrijfshal met 15 telmachines en een inhoud van 24.000 m³ bij een hoogte van circa 7 m een noodzakelijke ventilatiecapaciteit van circa 15.000 m³/u.*

10.2.2. Noodzakelijk vanwege de Arbo-wet

Recirculatie wordt sowieso in de praktijk veel toegepast vanuit het oogpunt van energiebesparing. Met name in situaties waarbij het gaat om grote hoeveelheden en grote hallen is energiebesparing relevant. Recirculatie, oftewel het terugvoeren van gereinigde lucht is in verband met artikel 4.18 van de Arbo-regeling in sommige gevallen slechts onder stringente voorwaarden toegestaan. Bij ministerieel besluit van 6 juli 2004 zijn de mogelijkheden voor recirculatie overigens wel verruimd. Dit artikel is van toepassing bij recirculatie in bedrijfsruimten met kankerverwekkende, mutagene en sensibiliserende stoffen in de lucht. Op basis van het onderhavige onderzoek kan sensibiliserend (overgevoeligheid op de luchtwegen) worden aangenomen bij hoge stofconcentraties en kan van het van toepassing zijn van art. 8.14 uitgegaan worden. In dat geval dient bij recirculatie aan de volgende voorwaarden te worden voldaan.

- Aangetoond dient te worden dat de teruggevoerde lucht maximaal één tiende van de voor de stof vastgestelde grenswaarde (meestal MAC-waarde) betreft. In de verpakkingindustrie is dit aspect verder niet van belang. Concentraties gelijk aan de MAC-waarde zijn niet aangetroffen; een stoffilter kan onder de garantie van een rendement van 99,9% worden aangeschaft.
- Bij het recirculeren dient 30% verse lucht bijgemengd te worden. *Het voorgaande betekent dat in een (relatief grote) bedrijfshal met 15 telmachines (recirculatie 15 x 1.700 m³/u) een noodzakelijke ventilatiecapaciteit van circa 7.650 m³/u.*

10.2.3. Noodzakelijk vanwege doelstelling

Naast puntafzuiging kan reguliere ruimteventilatie sowieso bijdragen aan de verbetering van de luchtkwaliteit in de ruimte op het onderdeel zwevende bloembollenstof. Resterende stofopname in de lucht ontstaat onder meer bij transport van de bollenkratten (rijden heftruck en handmatig afstapelen van kratten) of bij inpaktafels.

Deze ruimteventilatie, geholpen door de puntafzuiging, dient te resulteren in een luchtkwaliteit vergelijkbaar met de luchtkwaliteit in geval van toepassing van cycloonseparatie. Immers in de praktijk blijkt toepassing van de cycloonseparatie niet of nauwelijks tot klachten bij de werknemers te leiden.

Uit gemiddelde stofconcentratiemetingen blijkt dat de stofconcentratie in de productiehal zonder puntafzuiging (volbedrijfsituatie) tussen de 1,5 en 2,5 maal de stofconcentratie in de productiehal met puntafzuiging (geen volbedrijfsituatie) bedroeg. Indien het verschil in bedrijfssituatie wordt genegeerd kan de volgende beschouwing worden gegeven:

- De puntafzuiging in de testruimte wordt bewerkstelligd door een afzuigdebiet van 3.000 m³/u per verpaklijn.
- Geadviseerd wordt thans deze door laag vacuümafzuiging terug te brengen tot een voor iedere onderling vergelijkbare telmachine tot een vaste waarde waarbij in de gegeven voorbeelden van 1.700 m³/u is uitgegaan. Aldus moet rekening gehouden

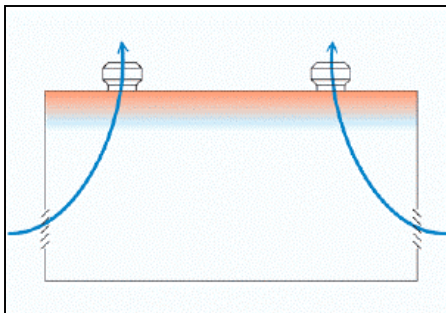
worden met een enigszins negatief effect op de achtergrondconcentratie indien (denkbeeldig) binnen een bestaande verpakingsruimte het systeem zou worden gewijzigd (minder afvoer van reststof).

Het voorgaande betekent dat in een (relatief grote) bedrijfshal met een inhoud van 24.000 m³ met 15 verpaklijnen - ter compensatie - met circa 20.000 m³/u extra ruimteafzuiging zou dienen te worden afgezogen indien de voorgestelde wijze van puntafzuiging wordt toegepast (15 x (3.000 – 1.700)). De onderzochte bedrijfsruimten verschilden echter qua bedrijfssituatie sterk (schoonste ruimte had minimale machinebezetting). Aldus geldt de verwachting dat bij het nastreven van een vergelijkbaar ventilatievoud de noodzakelijke ventilatiecapaciteit lager dan 20.000 m³/u zal kunnen bedragen.

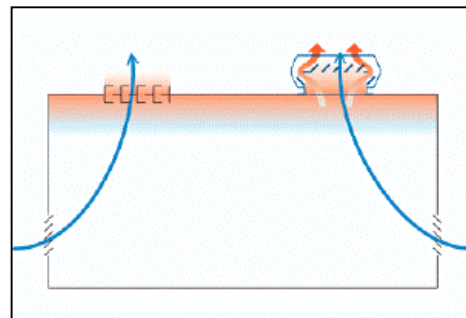
10.2.4. Conclusies bij ruimteventilatie

Het voorgaande levert de conclusie dat bij toepassing van de geadviseerde laag vacuümafzuiging per telmachine een luchtdebiet voor afzuiging nodig is die bij de onderzochte telmachines circa 1.300 m³/u geringer kan bedragen dan in geval van toepassing van cycloonseparatie wenselijk is. Toch verdient het aanbeveling additioneel ruimteventilatie toe te passen van circa 1.000 m³/uur/tellijn. Dit levert in productieruimten een ventilatiecapaciteit van circa (1.000 x het aantal tellijnen) in m³/uur om een verwachting in luchtkwaliteit te hebben die bij de doelstelling is gedefinieerd. De ventilatiecapaciteit kan aldus beduidend hoger zijn (circa 2 x) dan volgens de Arbo-regeling minimaal vereist voor louter recirculatie.

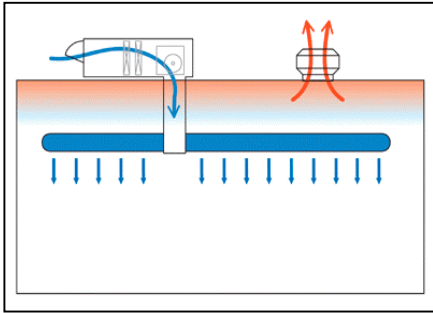
Zijn bij toepassing van puntafzuiging met cycloonseparatie veelal luchttoevoerventilatoren nodig om ongewenste onderdruk in de bedrijfsruimte – en daarmee een slechtere puntafzuiging creërend - te voorkomen; bij een ventilatiecapaciteit van circa 1.000 m³/uur/verpakingslijn zijn dergelijke luchttoevoerventilatoren niet noodzakelijk. In tegenstelling met cycloonseparatie komt men met gerecirculeerde luchtfiltering aldus wel toe aan het regulier ventileren en (eventueel) conditioneren van de bedrijfsruimte op basis van de volgende principes:



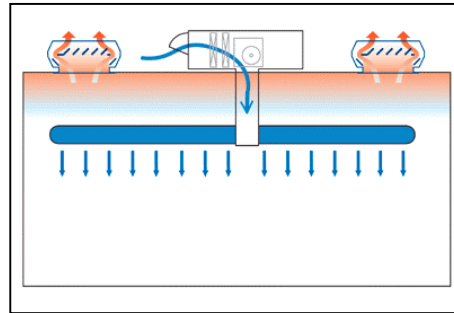
Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer



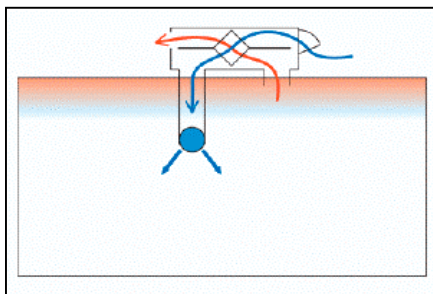
Natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer



Mechanische toe- en afvoer



Mechanische toevoer en natuurlijke afvoer



Mechanische toe- en afvoer met warmteterugwinning

10.3. Good housekeeping

Naast puntafzuiging en ruimteventilatie zijn good housekeeping maatregelen belangrijk bij stofbestrijding ter verbetering van het luchtklimaat. Sterk aanbevolen wordt naast de wijze van ventilatie zoals hierboven besproken tevens oog te hebben de volgende maatregelen:

- Een maximale vulgraad van de stortrechter van 50%. Dit betekent dat uitgaande van een zo goed als lege stortrechter maximaal circa 15 kratten worden leeg gekiept. De combinatie van puntafzuiging ter hoogte van de stortrechter en een maximale vulgraad van 50% van de stortrechter voorkomt de in onderzoek vastgestelde grootste piekbelastingen in de stofconcentratie ter hoogte van de arbeidsplaats bij de stortrechter.
- Indien noodzakelijk dient ten tijde van het productieproces het aanvegen van stof op de productievloer te geschieden met een rubberen trekker of een industriële stofzuiger. Indien gebruik wordt gemaakt van een bezem zal dit leiden tot extra stofopname in de lucht in plaats van stofreductie. Gebruik van een bezem dient aldus geminimaliseerd te worden.
- Na iedere werkdag dient de productievloer om en nabij de machines schoon gemaakt te worden met behulp van een rubberen trekker of een industriële stofzuiger (geen bezem gebruiken). Tevens dienen de schillenbakken aan de onderzijde van de telmachines zo vaak als noodzakelijk te worden geleegd.
- Tenminste eenmaal per jaar dient de productieruimte grondig schoongemaakt te worden. Zowel de verpakkingmachines en de vloeren als de leidingen, verlichting etc. in de nok van de productiehal dienen hierbij stofvrij te worden gemaakt.

11. TOETSING UITVOERINGSAAANBEVELINGEN AAN DE DOELSTELLINGEN

11.1. Luchtkwaliteit

Uit het voorgaande hoofdstuk is gebleken dat optimale stofreductie in de bollen-verpakkingsindustrie een samenspel is tussen:

- puntafzuiging;
- ruimteventilatie;
- good housekeeping.

Er geldt een verwachting van gelijkwaardigheid in luchtkwaliteit tussen een bedrijfsruimte waar gekozen wordt voor een krachtige gecombineerde afzuiging van schillen en zwevend stof, met een bedrijfsruimte met een (enigszins) gedecentraliseerde laag vacuümafzuiging met luchtrecirculatie. Aldus geldt tevens de verwachting van gelijkwaardigheid in minimalisatie van hinder voor het personeel.

11.2. Energie

Bij laag vacuümafzuiging met luchtrecirculatie kan uitgegaan worden van een haalbaarheid van 0,5 kW/1.000 m³. Bij een gecombineerde afzuiging van schillen en zwevend stof (met buiten opgestelde cyclonen) kan dit, mede afhankelijk van de lengten van het leidingenpakket, oplopen tot 1 kW/1.000 m³ of meer. Hierbij is nog niet betrokken het feit dat bij recirculatie de noodzaak tot mechanische luchttoevoer (voor zover speciaal gericht op de voorkoming van onderdruk in de bedrijfsruimte) komt te vervallen. Daarnaast kan bij ruimteventilatie voor warmteterugwinning worden zorggedragen.

11.3. Geluid

Met het vervallen van de buitenopstellingen van ventilatoren en cyclonen, vervallen voor het omgevingsgeluid wezenlijke geluidbronnen. In de omgeving van woningen maken deze installaties, vanwege voorschriftstelling krachtens de Wet milieubeheer, bovendien vaak aanvullende voorzieningen noodzakelijk in de vorm van:

- omkastingen of andersoortige binnenopstellingen;
- locatie op grotere afstand van woningen, dan wel afgeschermd van woningen door bedrijfsbebouwing hetgeen (ongewild) om extra leidingwerk met zwaardere afzuigventilatoren kan vragen.

De binnenopstelling van de mechanische afzuiging met recirculatie heeft feitelijk geen consequenties voor de geluidbelasting van het personeel. Deze geluidbelasting blijft bepaald worden door de mechanische onderdelen van inpakmachines, transportgeluiden en (feitelijk op de eerste plaats) de radio.

11.4. Stof

Bekend is het spanningsveld tussen de toelaatbare stofconcentraties in de luchtstromen van gekanaliseerde emissie volgens de Nederlandse emissie Richtlijnen (NeR) en de concentraties in de uitworp van bloembollenstofcyclonen. Bij voorschriftstelling krachtens de Wet milieubeheer kan - en wordt - gemotiveerd van deze concentratierichtlijn afgeweken. Immers, in de uitworp van een cycloon kan onder maximale bedrijfscondities 100 à 150 mg/m³ vastgesteld worden, terwijl voor gekanaliseerde emissies volgens de NeR thans 10 mg/m³ en na 2007 5 mg/m³ als gemiddelde waarde de norm is. Aan deze concentratie-eisen zal in geval van de geadviseerde ruimteventilatie (als gemiddelde waarde) ruimschoots voldaan kunnen worden indien in de bedrijfsruimte de gemiddelde concentratie niet significant van een waarde van 1 mg/m³ afwijkt. Uit de voorgaande hoofdstukken is af te leiden dat dit laatste vanuit luchtkwaliteitsoverwegingen feitelijk ook de bedoeling is.

12. EINDAFWEGINGEN

Uit het onderzoek is af te leiden dat recirculatie van afgezogen en gereinigde lucht vele voordelen biedt ten opzichte van de afzuiging van schillen en zwevend stof richting buiten opgestelde cyclonen. De recirculatieoptie maakt gebruik van bestaande technieken waarvan de apparatuur in de regel bij dezelfde leverancier kan worden aangeschaft als de leverancier van cyclonen. De vraag lijkt daarbij gerechtvaardigd waarom anno 2005 niet op grotere schaal voor de recirculatietechniek is gekozen bij het verpakken van bollen. Uit gevoerde gesprekken is het volgende beeld ontstaan:

- *Aanschaf van luchtbehandelingsinstallaties vindt veelal plaats in het kader van een uitbreiding op een bestaande situatie met cyclonen in een buitenopstelling, inclusief bijbehorende ventilatoren. Voor stofafzuiging en schillenafvoer zijn dit voor de beoogde omstandigheden in bedrijfsruimten en de kwaliteit van het verpakte product bewezen technieken. De logische neiging om hierop “voort te borduren” werpt feitelijk een drempel op voor de recirculatieoptie.* Gesteld kan echter worden dat binnen een bedrijfsruimte bij uitbreiding voor recirculatie kan worden gekozen zonder aantasting van de werking van de bestaande niet-recirculerende installaties. De eventuele vervanging van bestaande installaties op termijn kan hier los van gezien worden.
- *Soms bestaat er een voorkeur om, voorafgaande aan telling, de bollen fors af te zuigen waarmee meer schillen zouden worden weggetrokken dan in het geval waarbij louter, zoals in het onderzoek wordt geadviseerd, de zwaartekracht wordt gebruikt.* Dit blijkt een stelling waarover in de praktijk verschillend wordt gedacht. “Zwaartekrachtscheiding” van de schillen (geholpen door de plaatselijke onderdruk) leidt niet tot het ongewenst meetellen van eventueel resterende schillen op de telgoten. Het is dan ook voornamelijk een zaak van esthetica die de wenselijkheid aangeeft om zo min mogelijk schillen in de verpakking te verkrijgen. Het geeft overigens geen garantie dat ten tijde van verkoop aan de particulier, na de ondergane transportbewegingen, dergelijke verpakkingen schilvrij zouden zijn.
- *Er zijn bedrijven die geen geforceerde puntafzuiging kennen en de keuze voor toepassing daarvan laten afhangen van verplichtingen of aanbevelingen die vanuit Arbo-regelgeving mogelijk in de toekomst aan de orde komen.* Veelal wordt in de bijbehorende bedrijfsruimten volstaan met de keuze voor een intensieve ruimte-ventilatie. Voor deze bedrijven zal puntafzuiging een nieuwe situatie inhouden, waarbij de voordelen van luchtkwaliteitverbetering bij de bron door puntafzuiging en recirculatie, zonder toename van milieubelasting evident zullen zijn.

Tenslotte kan gewezen worden op de verwachting dat toepassing van puntafzuiging met recirculatie na het filteren van stof in de bloembollenbranche ook breder ingezet kan worden dan uitsluitend bij verpakkingsmachines. Bij iedere behandeling van de bollen waarbij het storten, opvoeren en selecteren elkaar opvolgen is deze wijze van stofluchtbestrijding in principe toepasbaar.

 Zoetermeer,

Dit rapport bestaat uit:

44 pagina's.

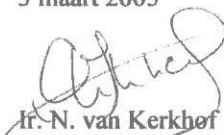
Bijlage I	bevat 3 pagina's.
Bijlage II	bevat 1 pagina.
Bijlage III	bevat 3 pagina's.
Bijlage IV	bevat 1 pagina.
Bijlage V	bevat 1 pagina en 2 figuren.
Bijlage VI	bevat 1 pagina en 3 figuren.
Bijlage VII	bevat 1 pagina en 2 figuren.
Bijlage VIII	bevat 1 pagina en 2 figuren.
Bijlage IX	bevat 1 pagina en 2 figuren.

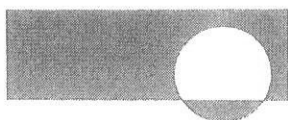
ANALYSE-CERTIFICAAT

blad 1 van 2

onderzoeksnummer : 2005G-002

Aanvrager	Peutz B.V. Paletsingel 2 2700 AR Zoetermeer
Methodiek & meetcondities	Het onderzoek is uitgevoerd volgens MDHS 14/3
Datum ontvangst monsters Datum analyse	28 februari 2005 1 maart 2005
Ondergrens analysemethode	0,02 mg
Plaats Datum van uitgifte	Wageningen 3 maart 2005


Ir. N. van Kerkhof
Hoofd Laboratorium Luchtonderzoek



blad 2 van 2

onderzoeksnummer : 2005G-002

Resultaat

Monsteridentificatie	Massa [mg]
180205GV007	0,30
180205GV014	0,79
180205GV015	0,11
180205GV016	0,26
180205GV017	0,35
180205GV018	0,17
180205GV019	2,29
180205GV020	0,51
180205GV021	0,58
180205GV022	0,46
180205GV023	0,60
180205GV024	1,94

Paraaf opsteller:

In tabel II.1 is de gemiddelde stofconcentratie berekening gegeven. De gemiddelde stofconcentratie wordt met behulp van de volgende formule berekend:

$$C_{gem} = \frac{m}{Debiet * t} * 10^6 \quad , \text{ waarbij}$$

C_{gem}	=	gemiddelde stofconcentratie	[mg/m ³];
m	=	opgevangen stof massa	[mg];
Debiet	=	aanzuigdebiet gedurende de monsternamen	[ml/min];
t	=	monsternamen tijd	[min].

Tabel II.1 Gemiddelde stofconcentratie berekeningen

Datum	locatie	stof	ID	m	Debiet	t	C _{gem}
22-02-2005	productiehal (achtergrond)	respirabel	015	0,11	2028	149	0,36
		totaal/inhaleerbaar	018	0,17	1984	149	0,58
	afgescheiden verpakingslijn ter hoogte van meetlocatie TEOM	respirabel	016	0,26	1951	151	0,88
		totaal/inhaleerbaar	017	0,35	1999	151	1,16
23-02-2005	productiehal (achtergrond)	respirabel	007	0,30	1999	238	0,63
		totaal/inhaleerbaar	022	0,46	1951	238	0,99
	afgescheiden verpakingslijn ter hoogte van meetlocatie TEOM	respirabel	023	0,60	1984	241	1,25
		totaal/inhaleerbaar	024	1,94	2028	241	3,97
24-02-2005	afgescheiden verpakingslijn ter hoogte van storttrechter	respirabel	021	0,58	2045	219	1,30
		totaal/inhaleerbaar	020	0,51	2069	219	1,13
	afgescheiden verpakingslijn ter hoogte van meetlocatie TEOM	respirabel	014	0,79	2057	236	1,63
		totaal/inhaleerbaar	019	2,29	2005	236	4,48

ANALYSE-CERTIFICAAT

blad 1 van 2

onderzoeksnummer : 2005G-002a

Aanvrager	Peutz B.V. Paletsingel 2 2700 AR Zoetermeer
Methodiek & meetcondities	Het onderzoek is uitgevoerd volgens MDHS 14/3
Datum ontvangst monsters	17 maart 2005
Datum analyse	24 maart 2005
Ondergrens analysemethode	0,02 mg
Plaats	Wageningen
Datum van uitgifte	24 maart 2005

Erik Verhaaf
Analist Laboratorium Luchtonderzoek



blad 2 van 2

onderzoeksnummer : 2005G-002a

Resultaat

Monsteridentificatie	Massa [mg]
180205GV008	0,35
180205GV009	0,15

Paraaf opsteller:

B.H.

In tabel IV.1 is de gemiddelde stofconcentratie berekening gegeven. De gemiddelde stofconcentratie wordt met behulp van de volgende formule berekend:

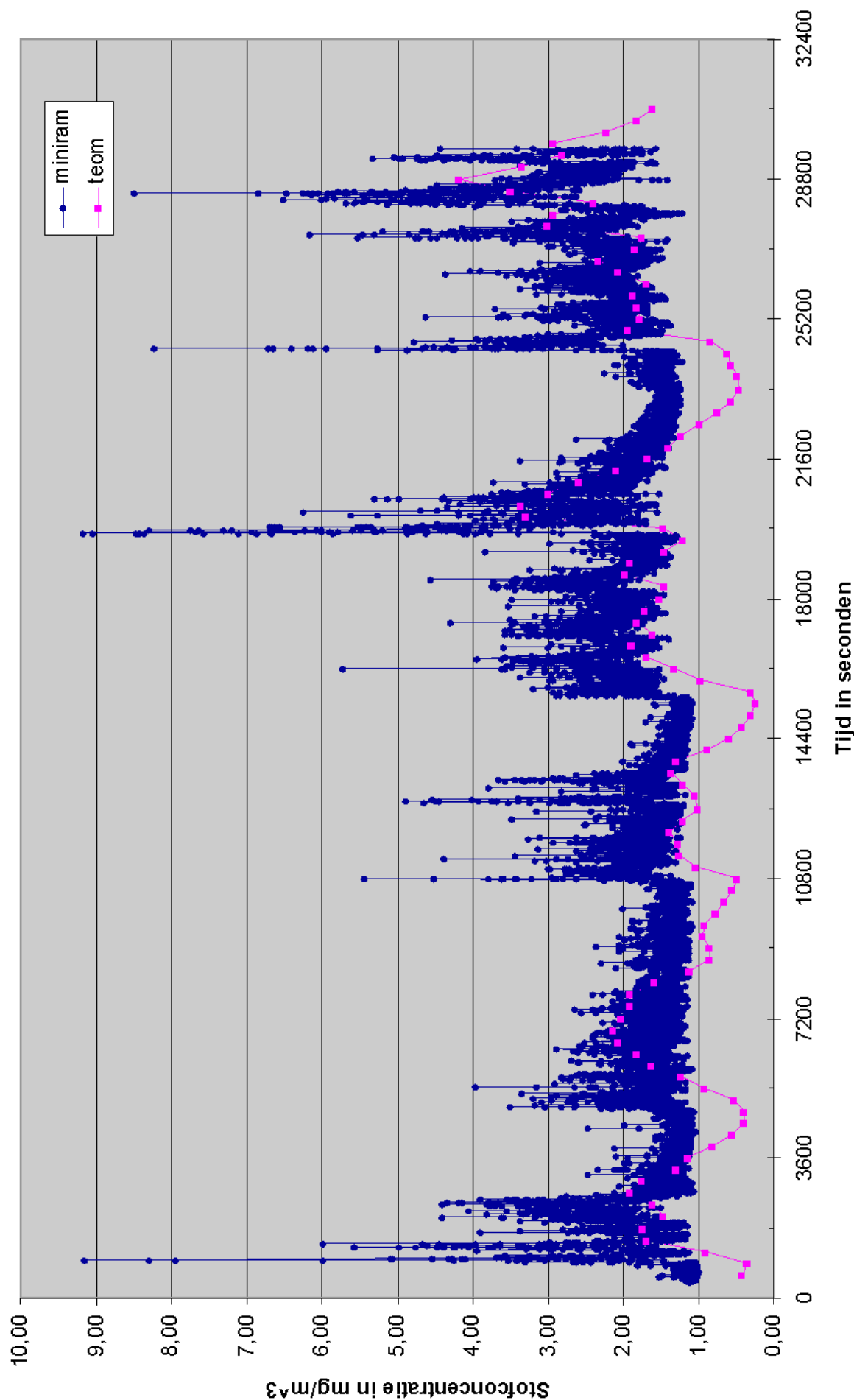
$$C_{gem} = \frac{m}{Debiet * t} * 10^6, \text{ waarbij}$$

C_{gem}	=	gemiddelde stofconcentratie	[mg/m ³];
m	=	opgevangen stof massa	[mg];
Debiet	=	aanzuigdebiet gedurende de monsternamen	[ml/min];
t	=	monsternamen tijd	[min].

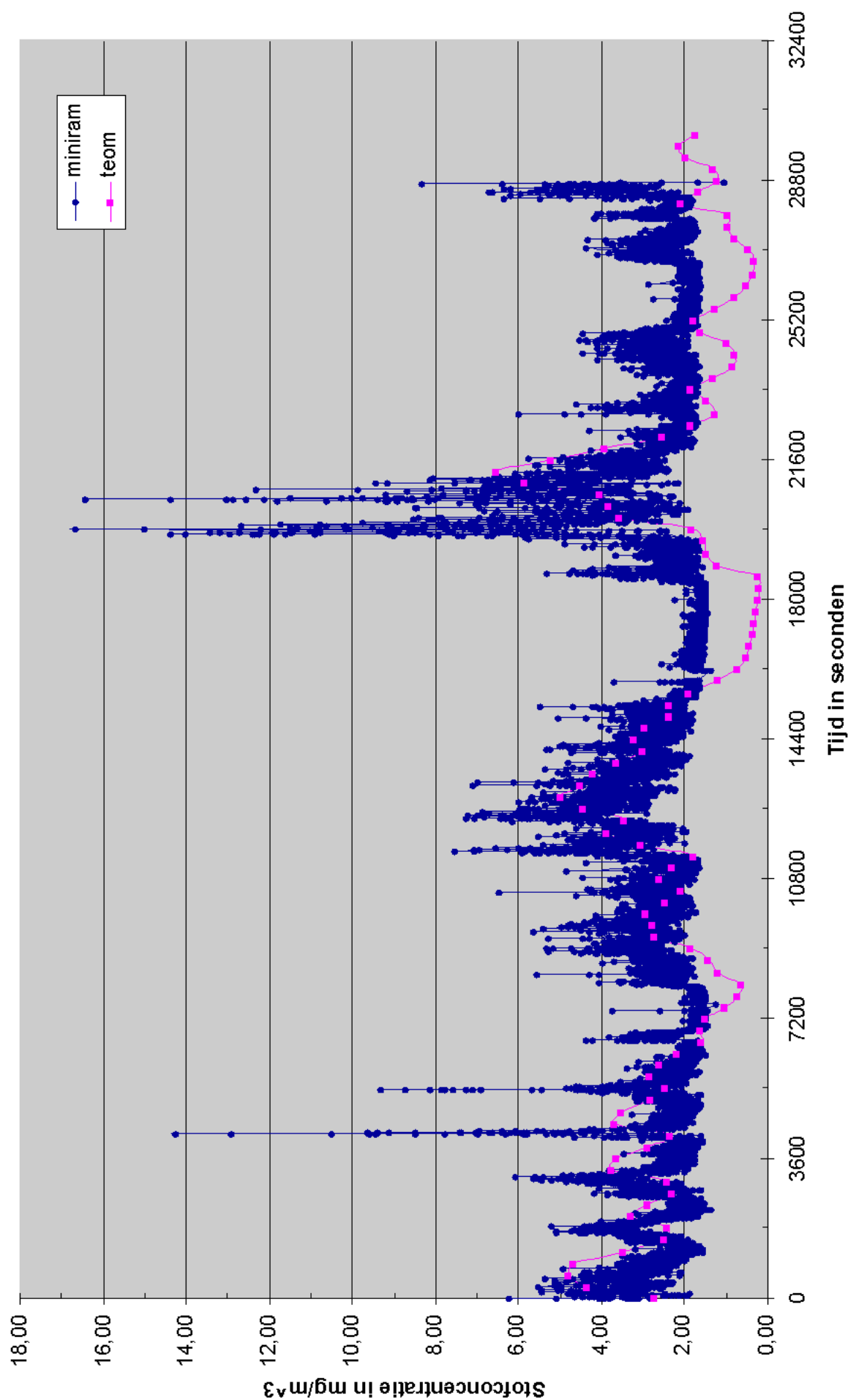
Tabel IV.1 Gemiddelde stofconcentratie berekeningen

Datum	locatie	stof	ID	m	Debiet	t	C_{gem}
16-03-2005	productiehal	respirabel	009	0,15	1974	461	0,16
		totaal/inhaleerbaar	008	0,35	1994	461	0,38

23 februari 2005 (aanvang 09:00:00)



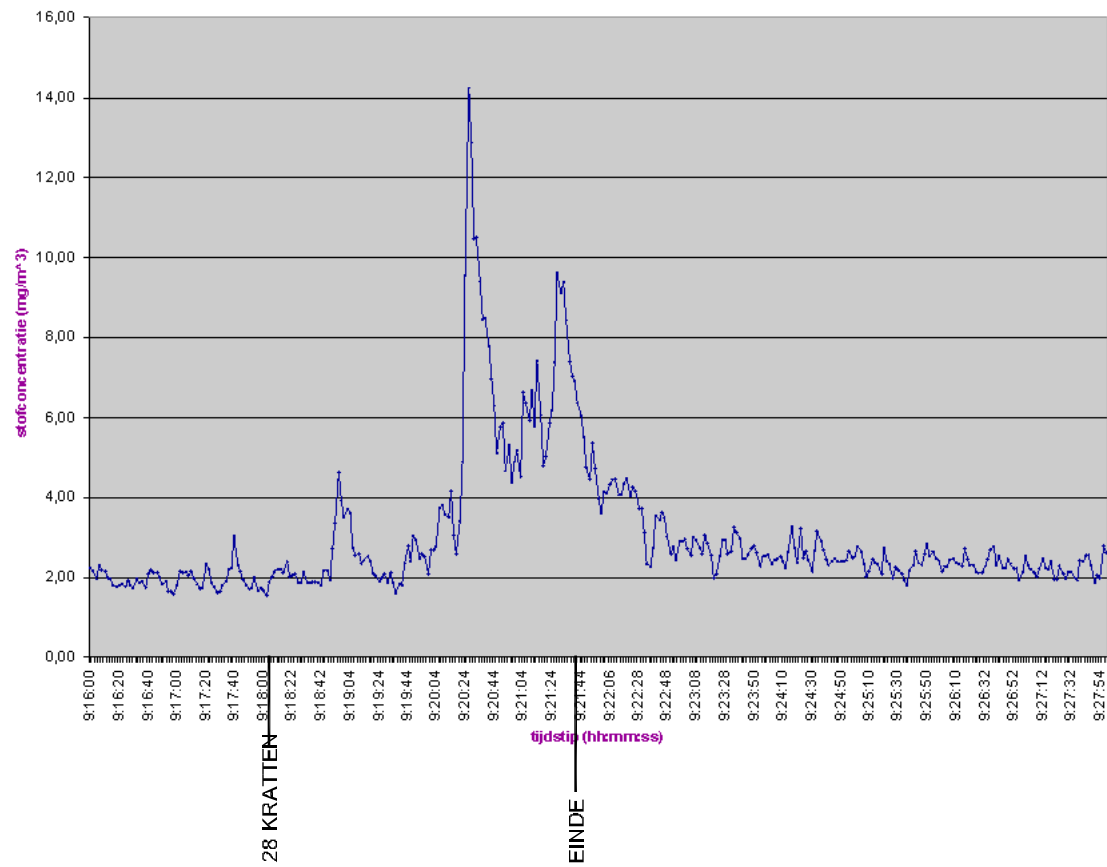
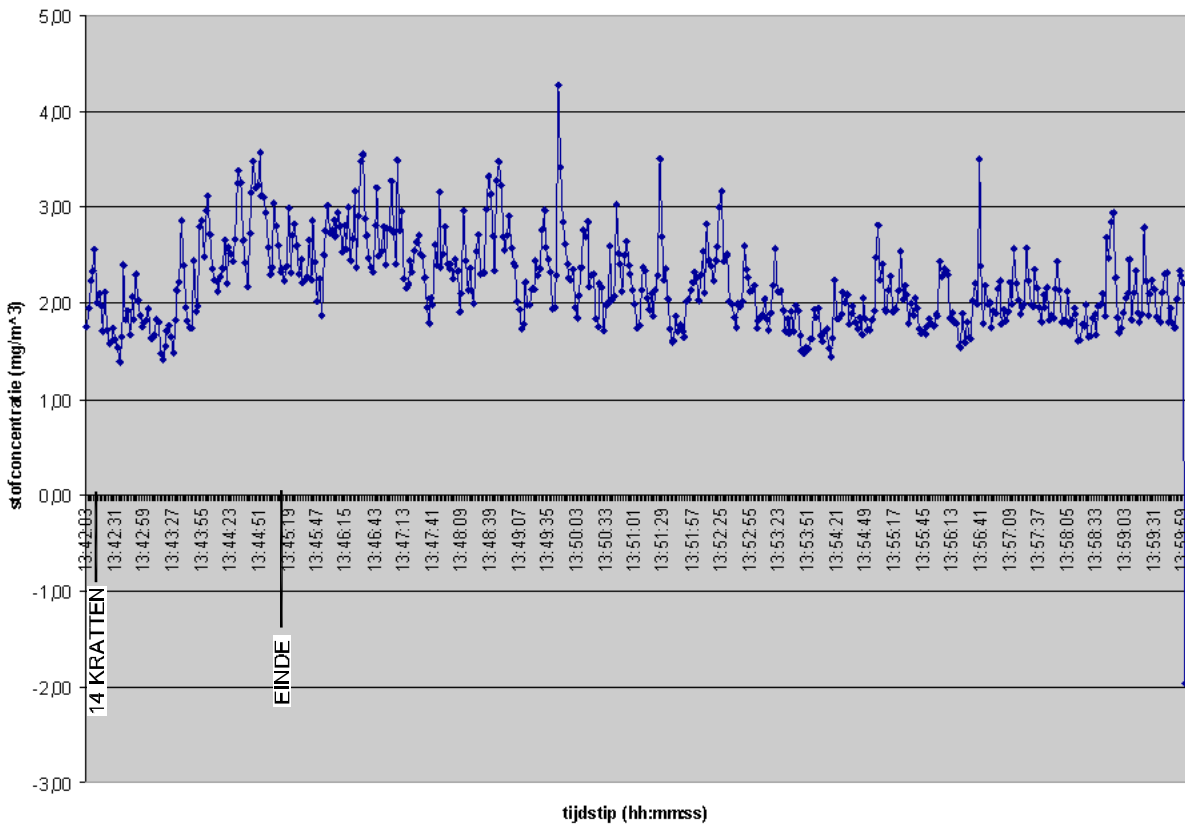
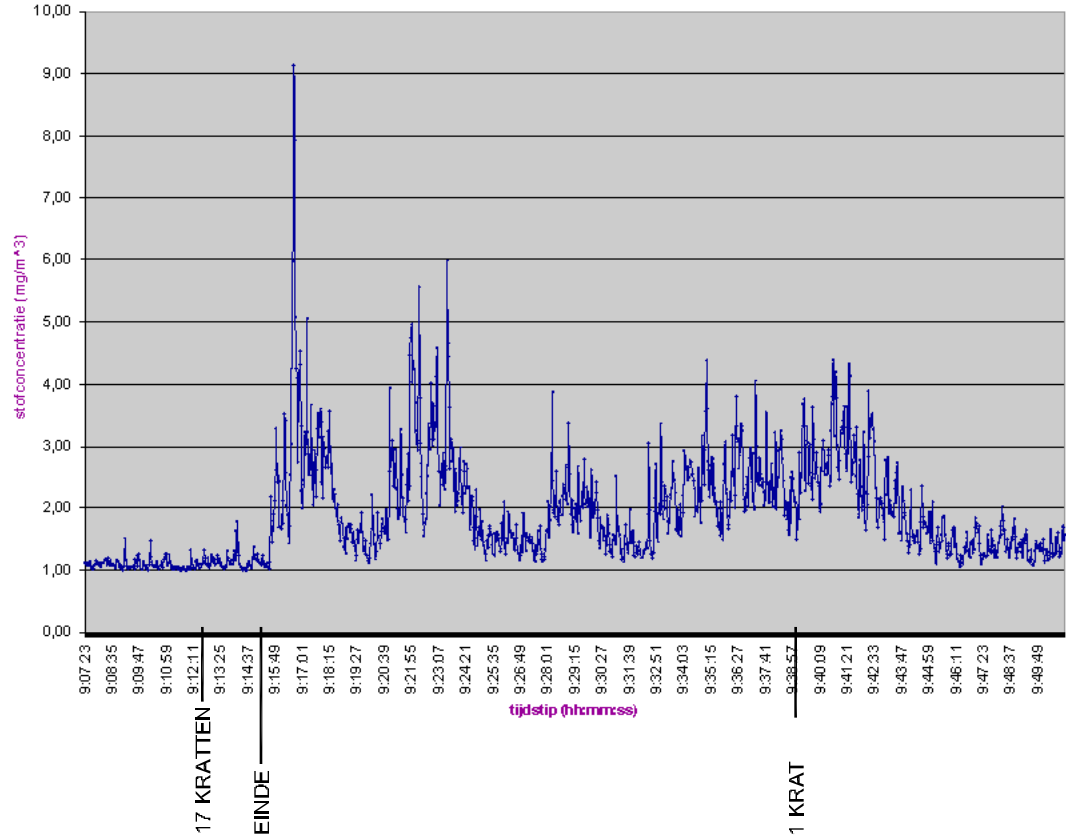
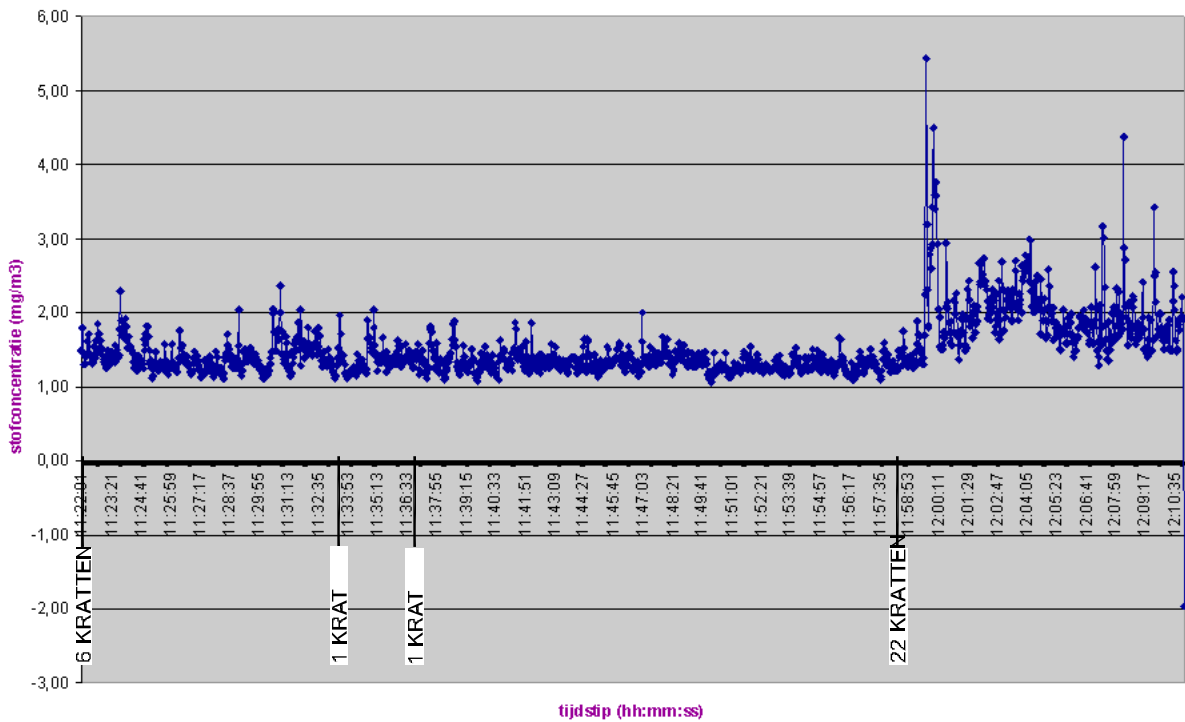
24 februari 2005 (aanvang 08:10:00)

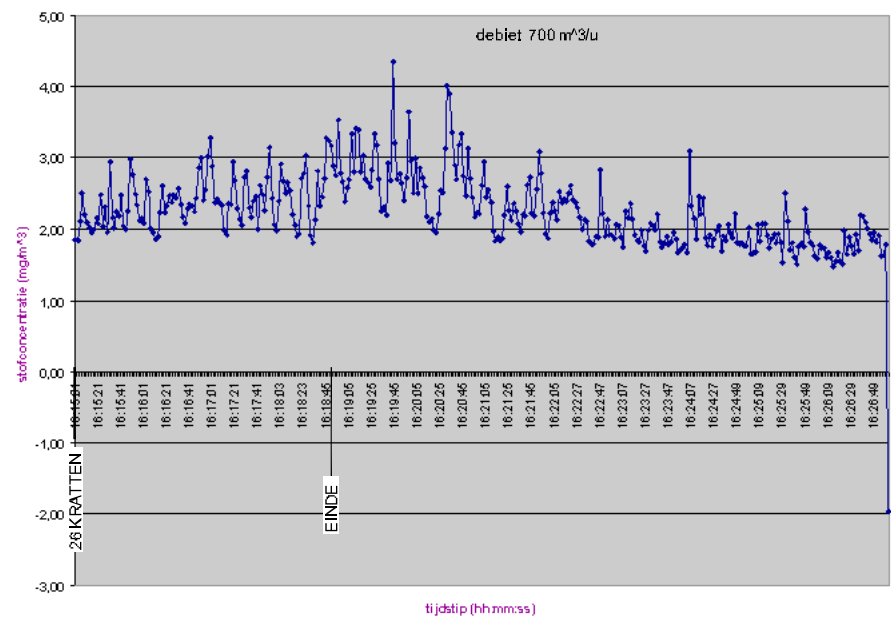
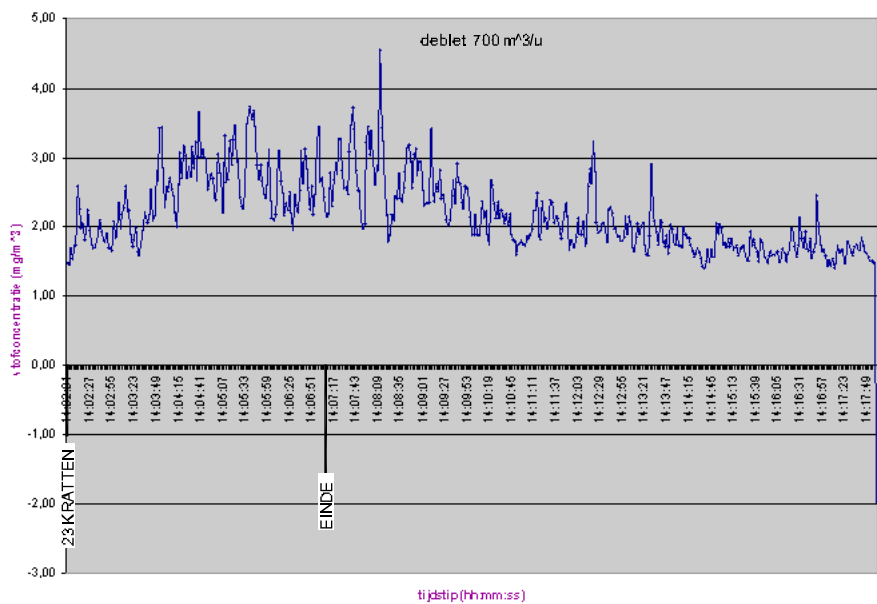
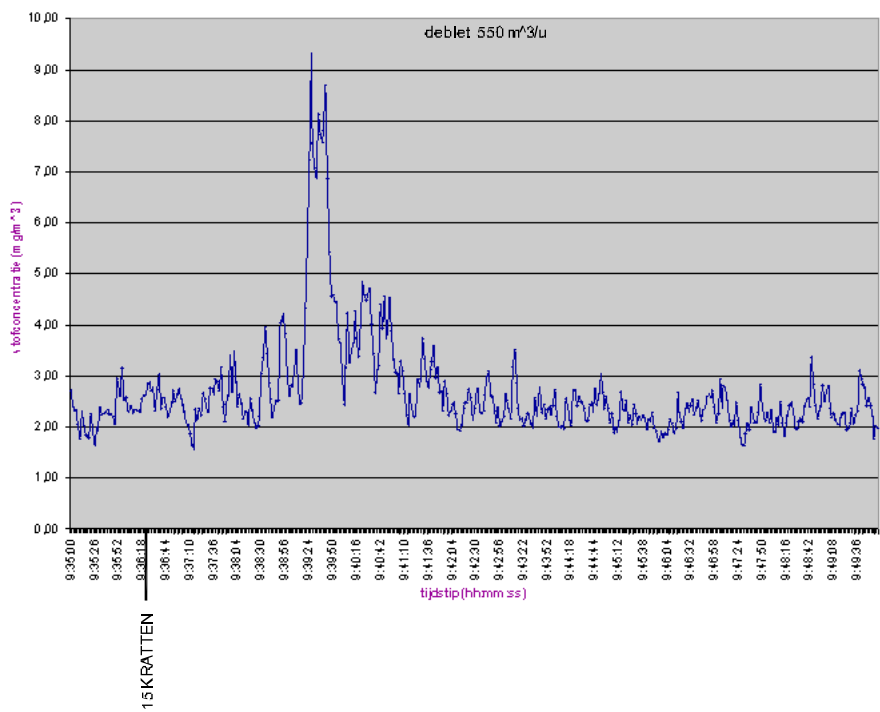
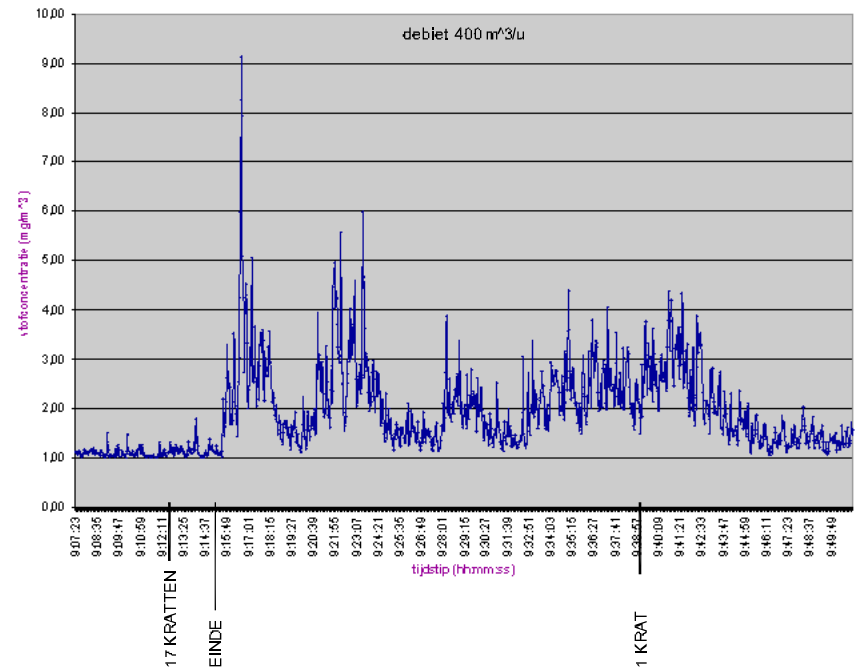
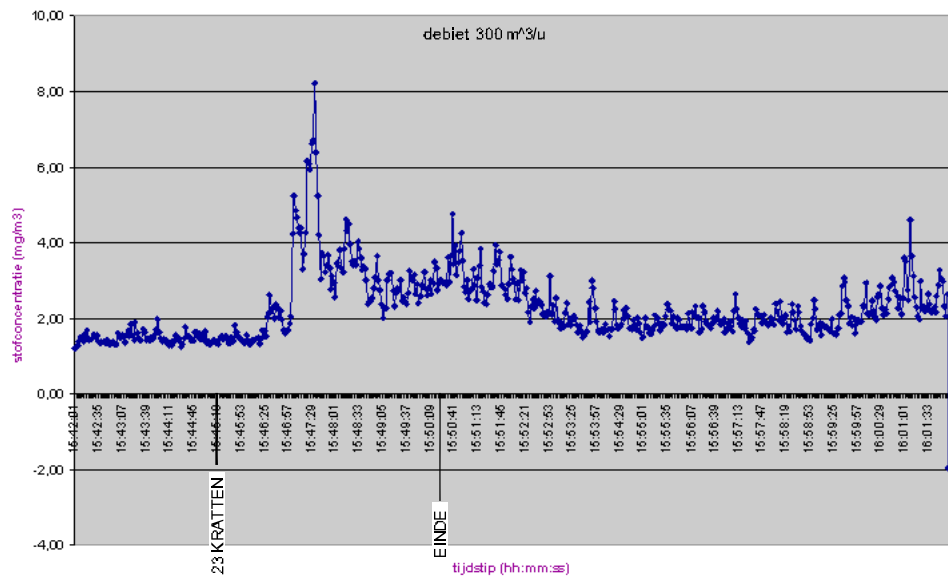
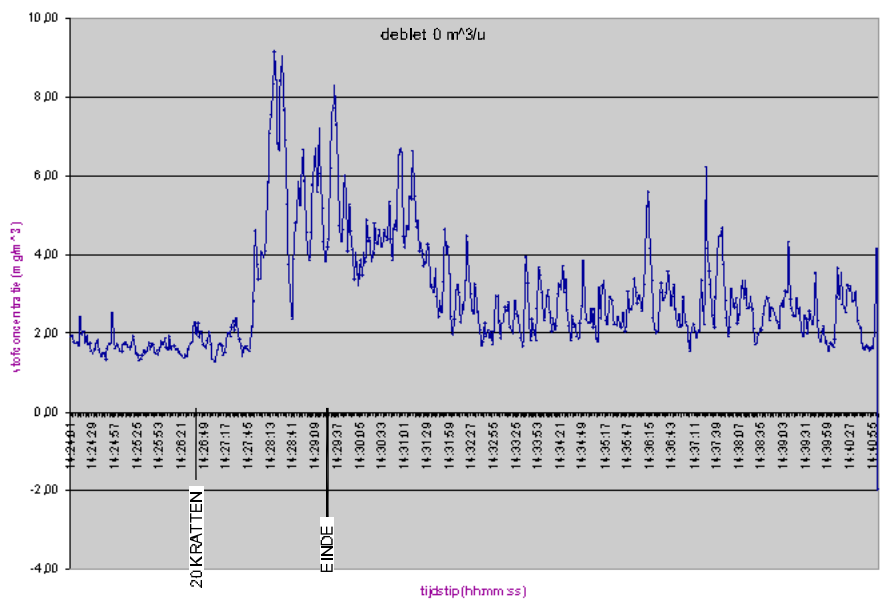


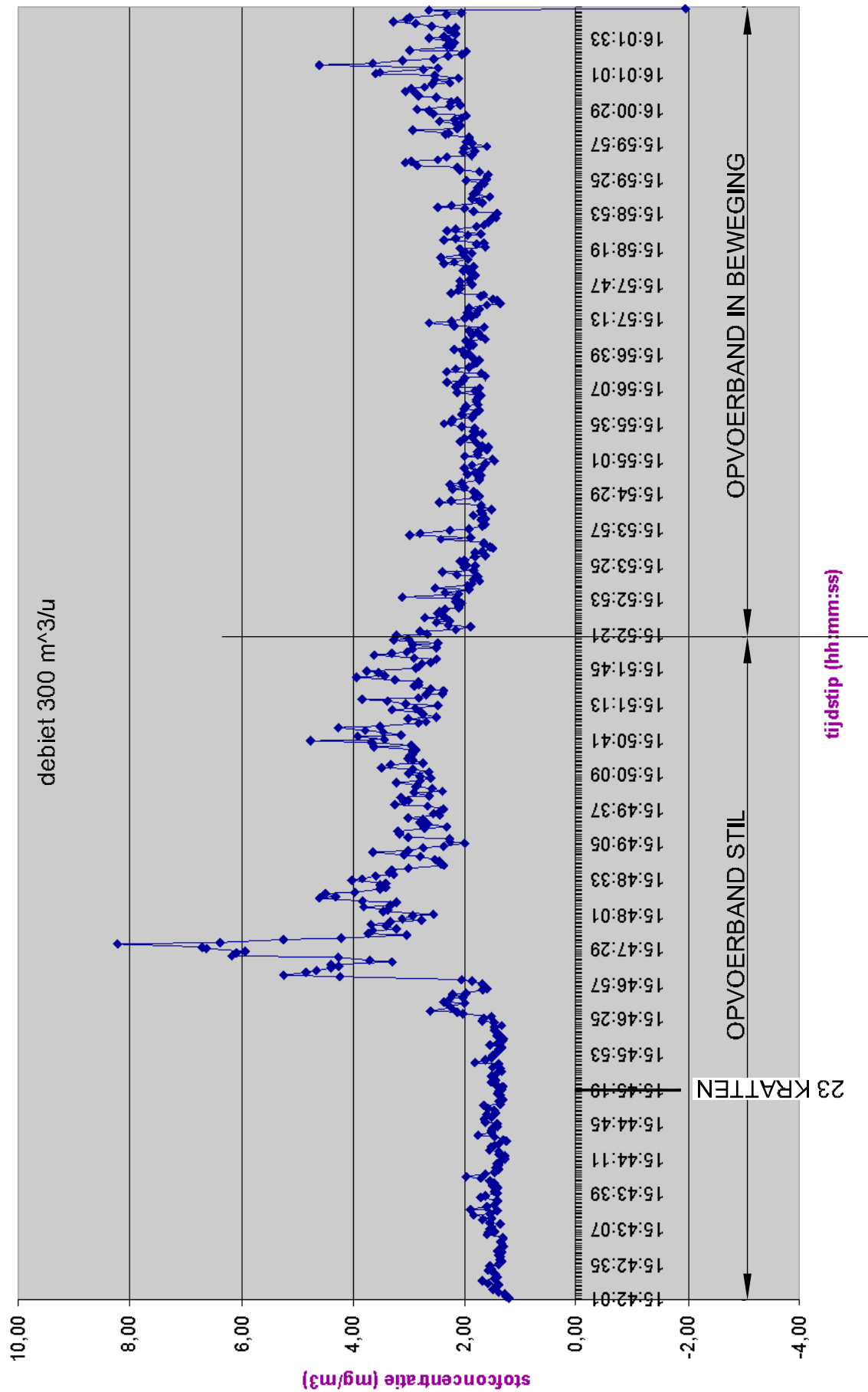
Tabel VI.1 Vergelijking piekniveaus ter hoogte van opvoerband en storttrechter

Meetlocatie opvoerband		Meetlocatie storttrechter	
aantal leeggekiepte kratten	piekniveau in mg/m ³	aantal leeggekiepte kratten	piekniveau in mg/m ³
<i>afzuigdebiet ter hoogte van storttrechter 0 m³/u</i>			
12	-	11	7
3	-		
20	9	24	14
29	6		
31	8		
10	5		
<i>afzuigdebiet ter hoogte van storttrechter 300 m³/u</i>			
11	-	10	5
17	-	17	18
23	8	3	5
		12	5
		14	6
		15	8
<i>afzuigdebiet ter hoogte van storttrechter 400 m³/u</i>			
6	-		
22	5,5	22	8
14	-		
17	9		
12	3,5		
28	14		
23	5		
11	4		
28	6		
<i>afzuigdebiet ter hoogte van storttrechter 550 m³/u</i>			
15	9		
<i>afzuigdebiet ter hoogte van storttrechter 700 m³/u</i>			
10	-		
8	-		
23	3,5	26	4,5
14	5		
26	-		
<i>afzuigdebiet ter hoogte van storttrechter 1200 m³/u</i>			
		7	-
<i>afzuigdebiet ter hoogte van storttrechter 1500 m³/u</i>			
		7	-
		4	-
		4	4
<i>afzuigdebiet ter hoogte van storttrechter 1800 m³/u</i>			
25	-		

M:\05\FK2155\VK2155\JW- 23-05-09

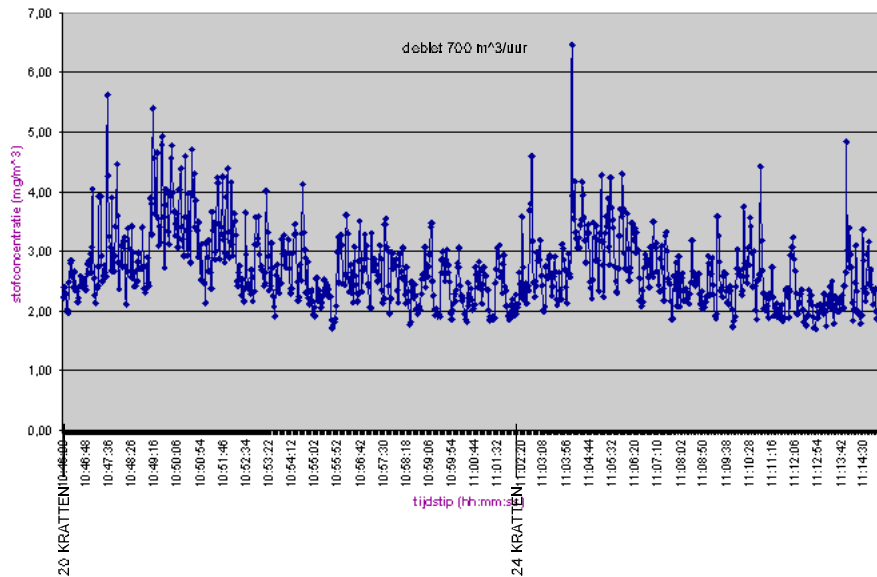
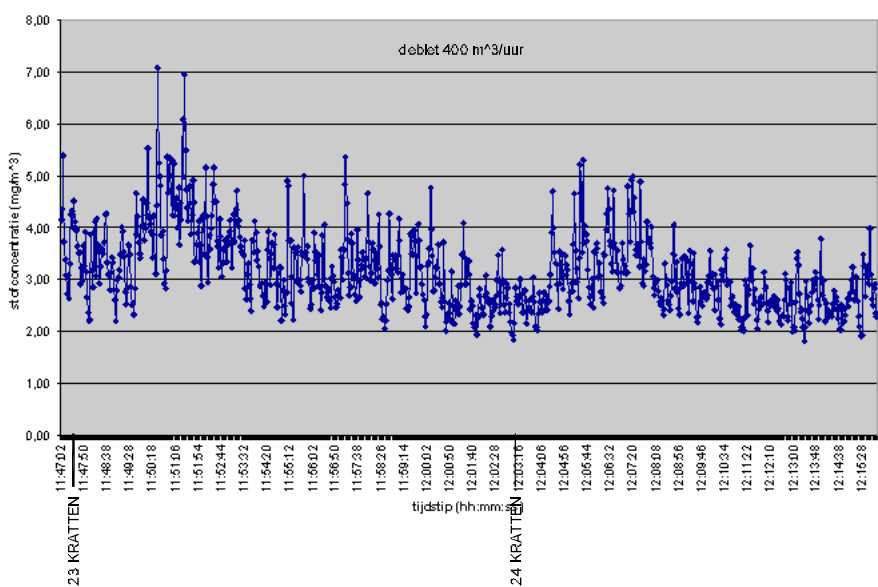
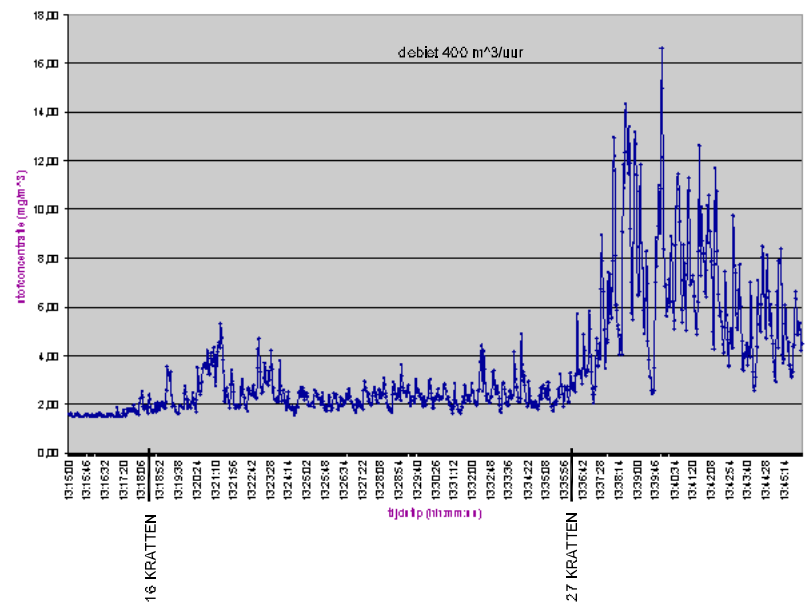
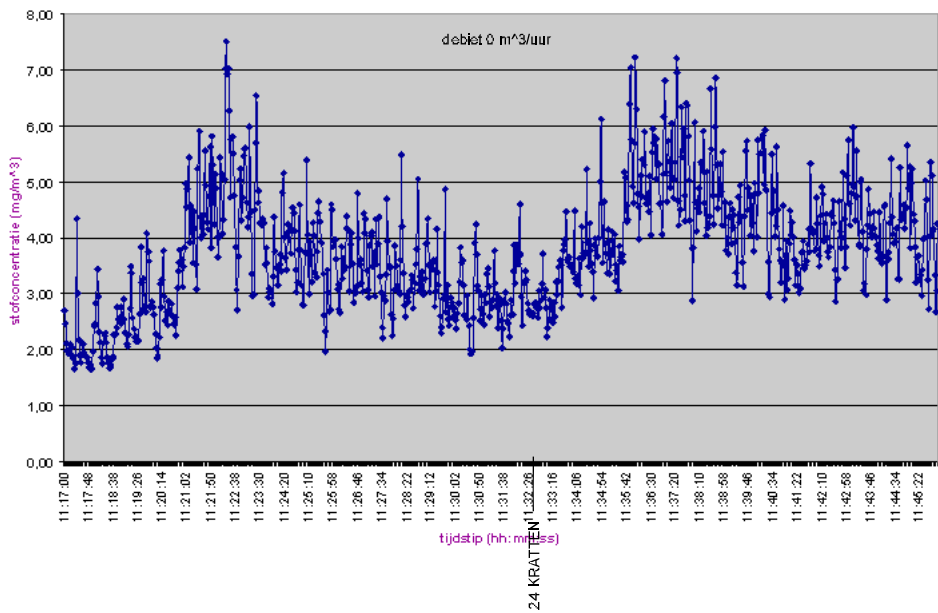
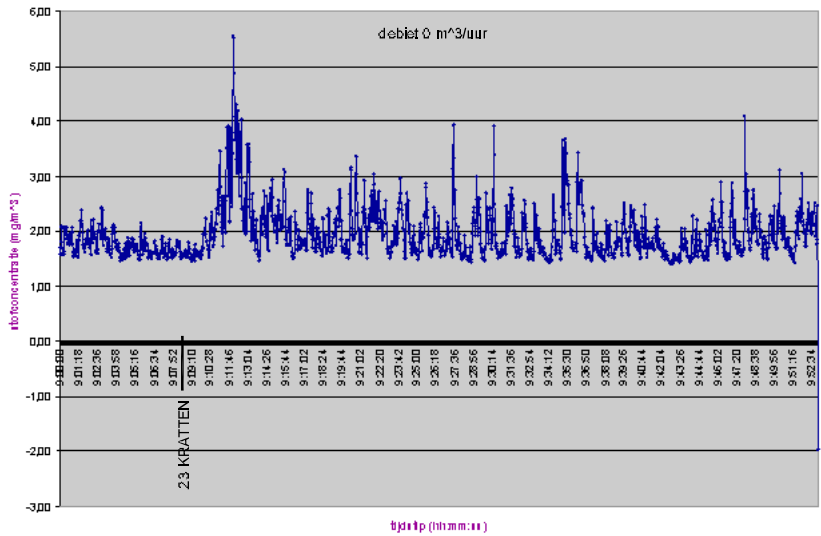


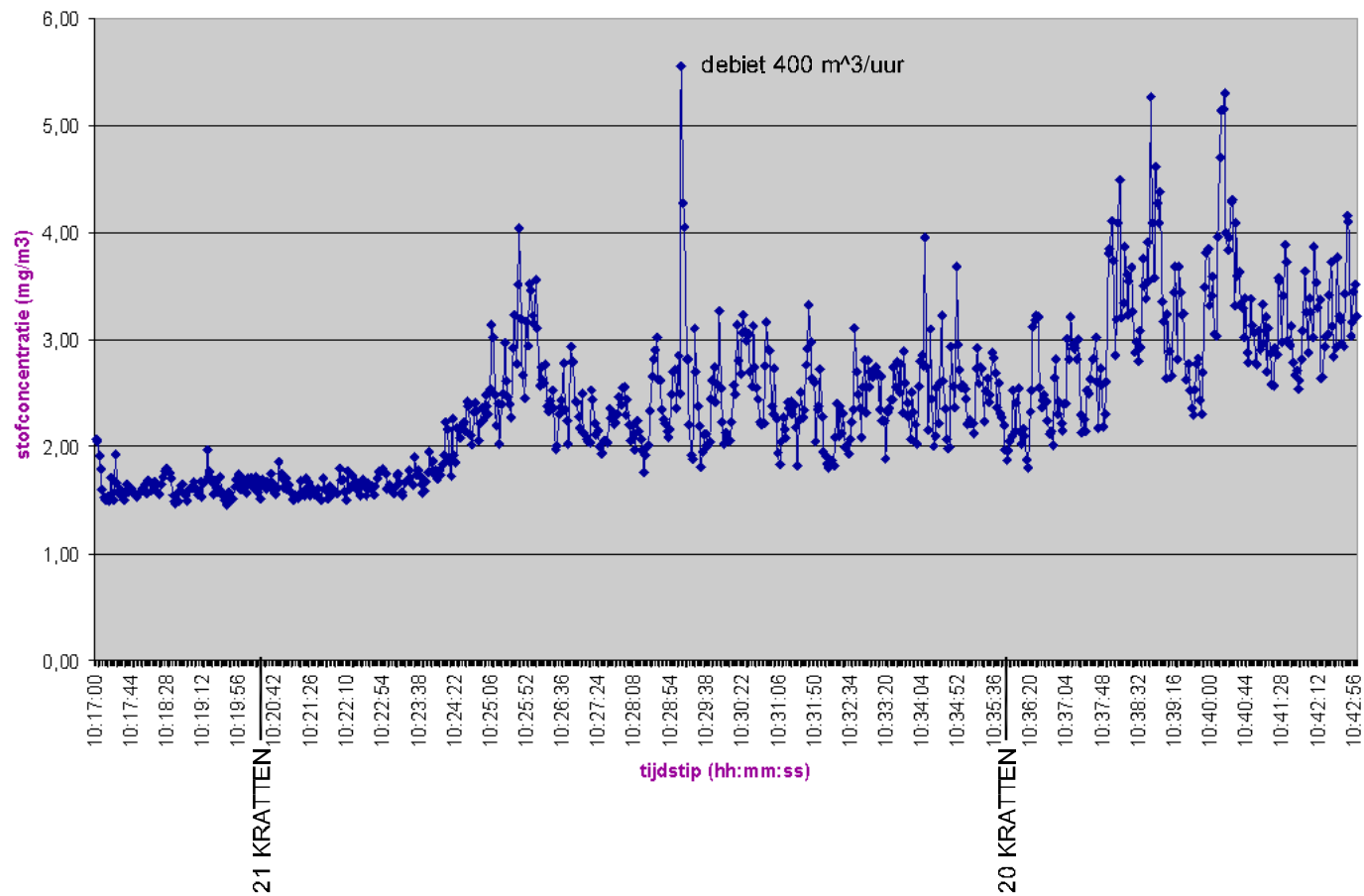
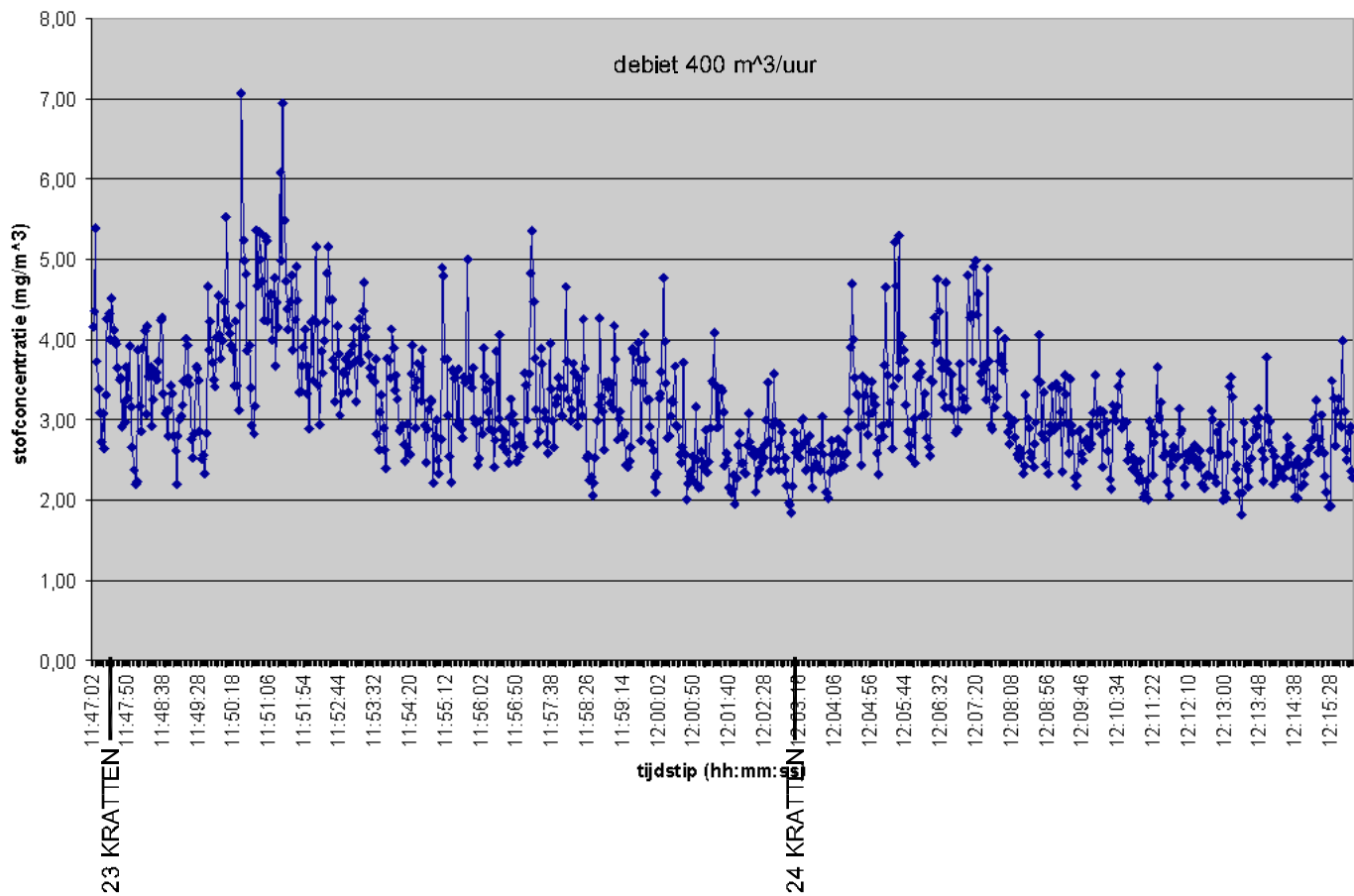




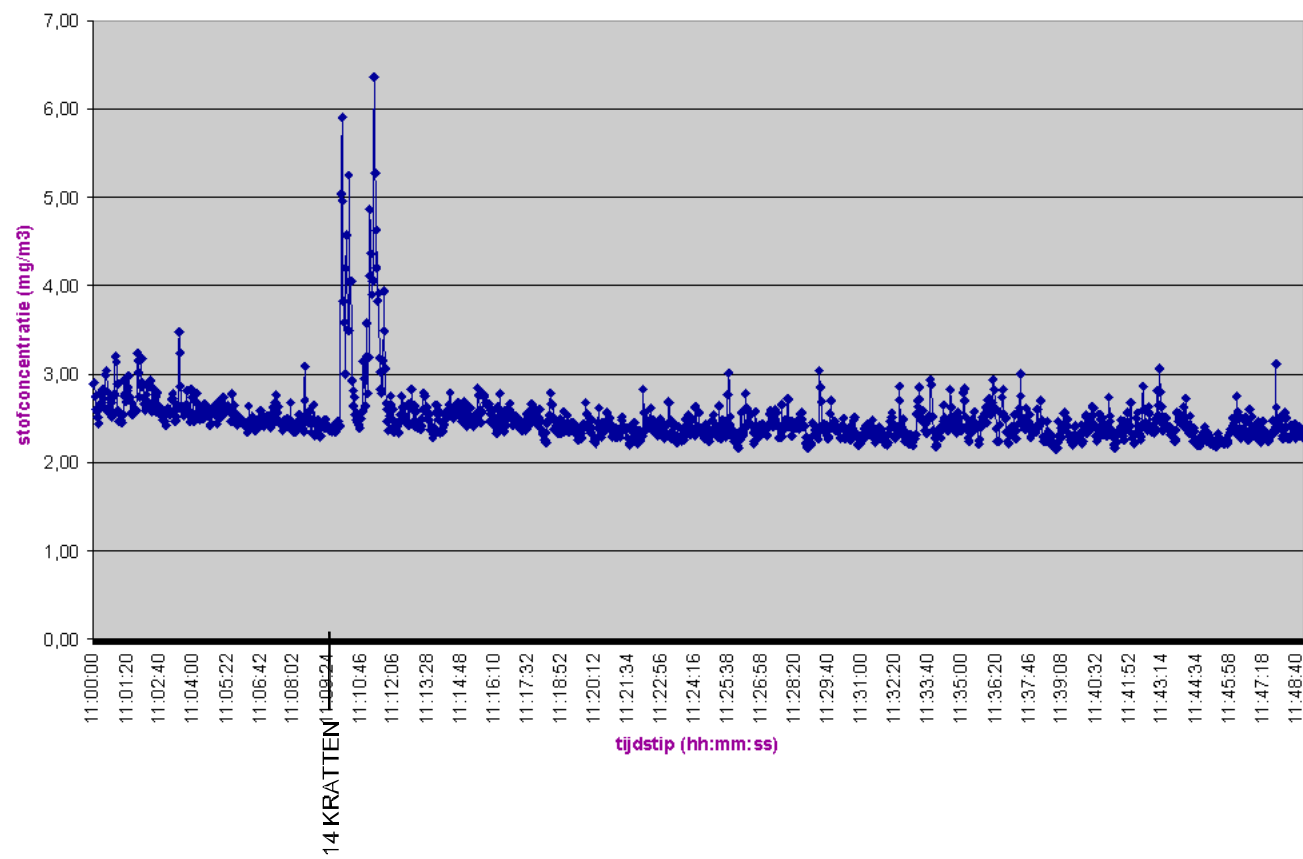
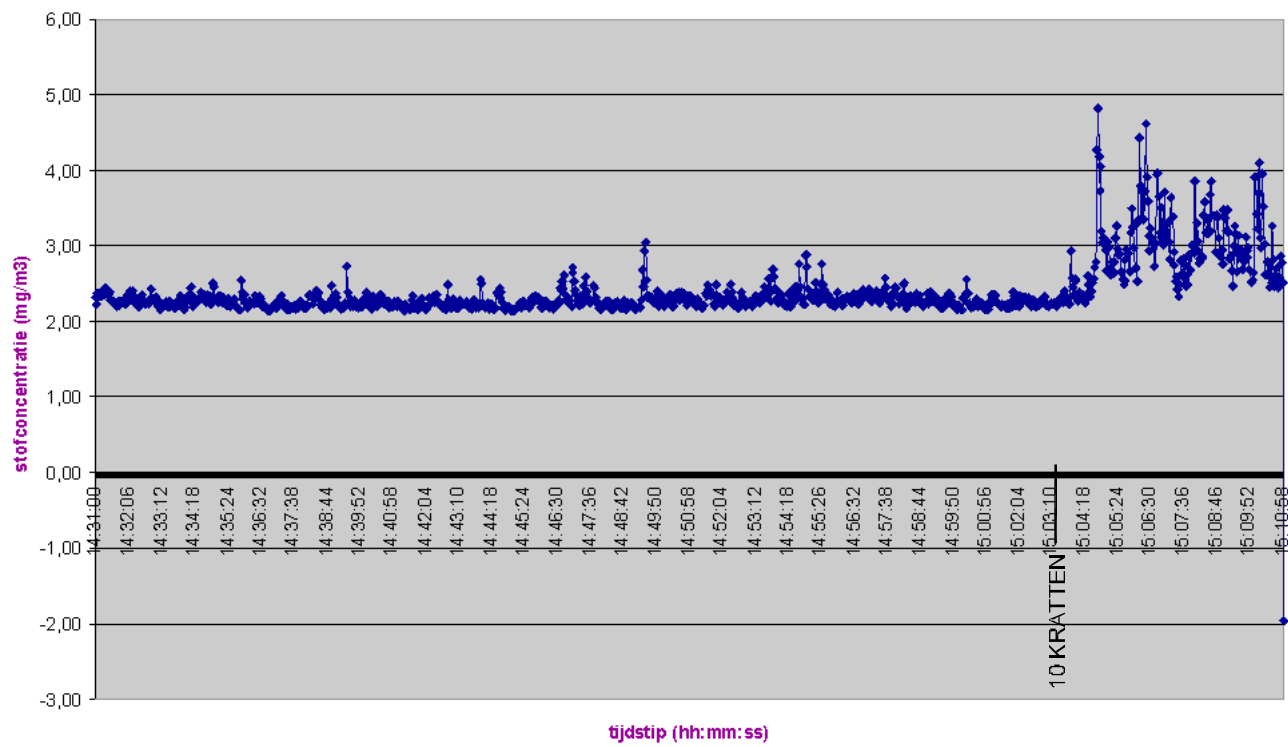
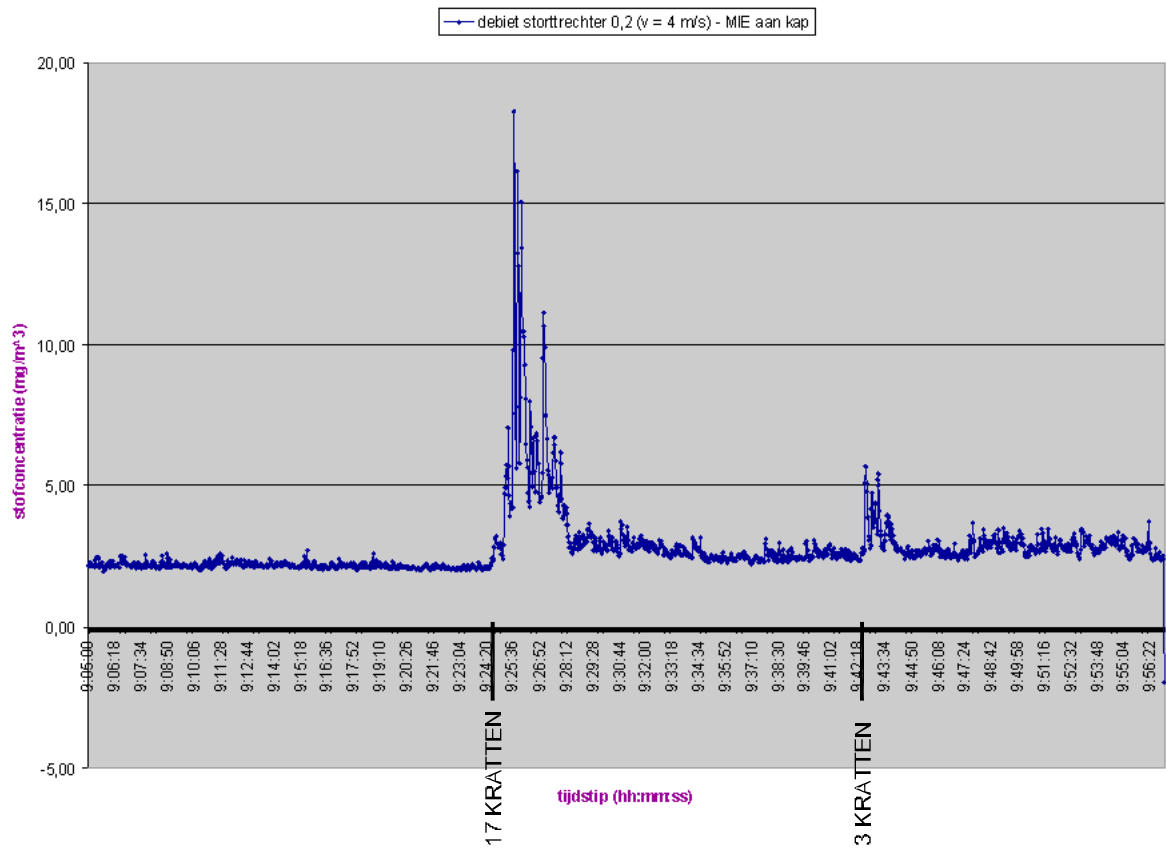
Tabel VII.1 Gemiddelde stofconcentratie ter hoogte van telgoot

aantal leeggekiepte kratten	ventilatie ter hoogte van overgang opvoerband trilband	gemiddelde stofconcentratie in mg/m ³
23	uit	3,20
24	aan	2,70
20	uit	3,10
21	aan	2,40

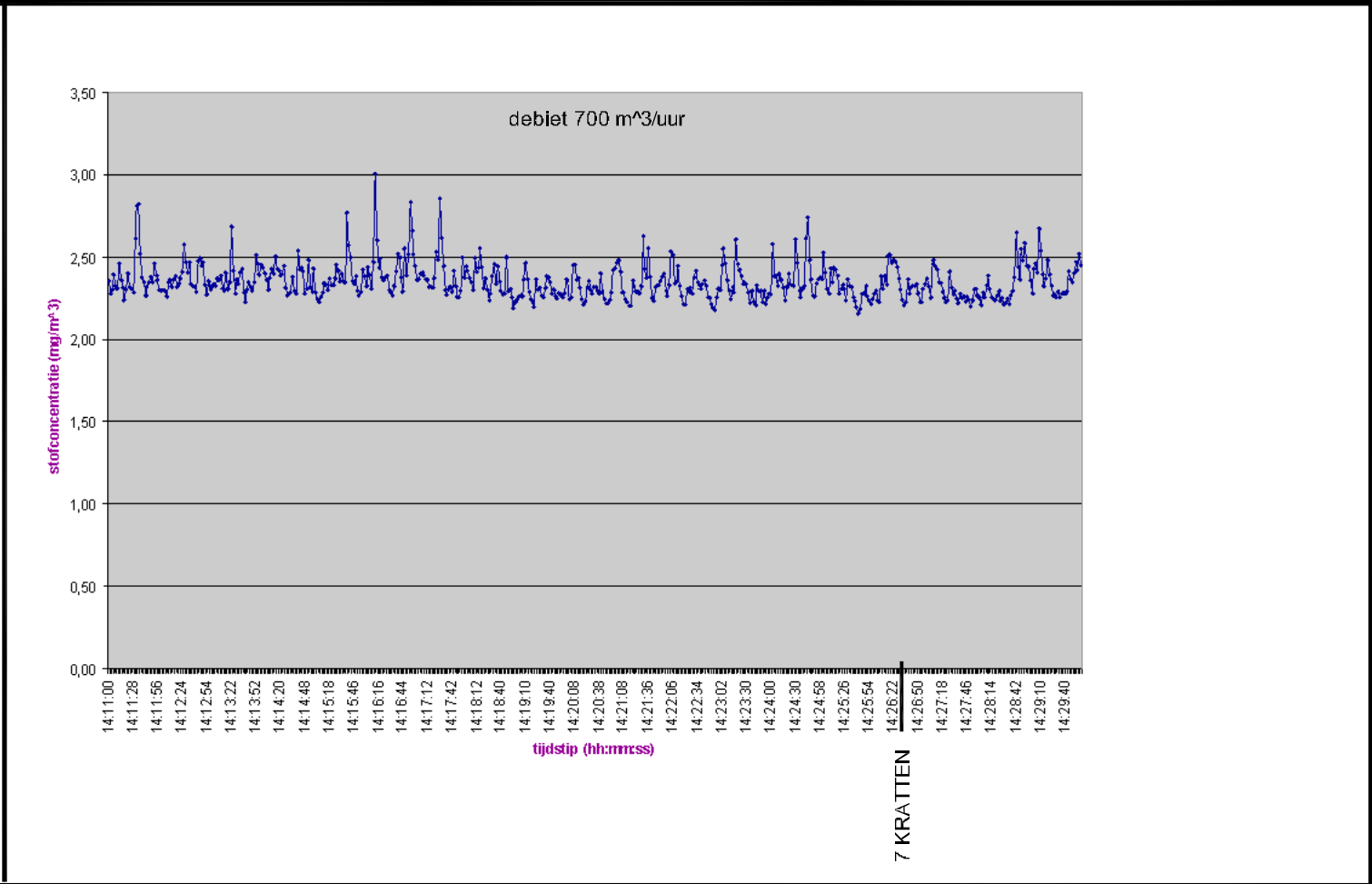
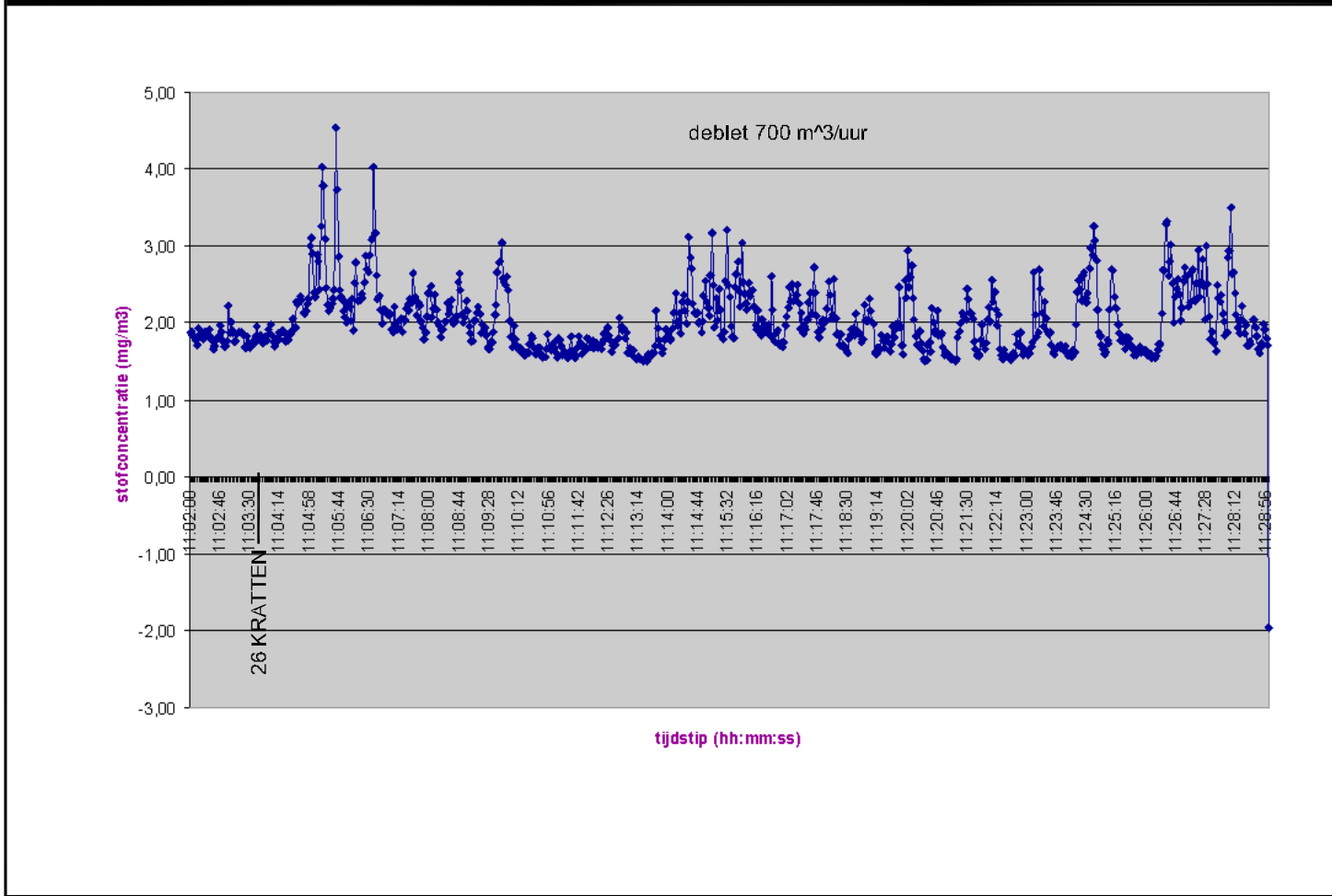
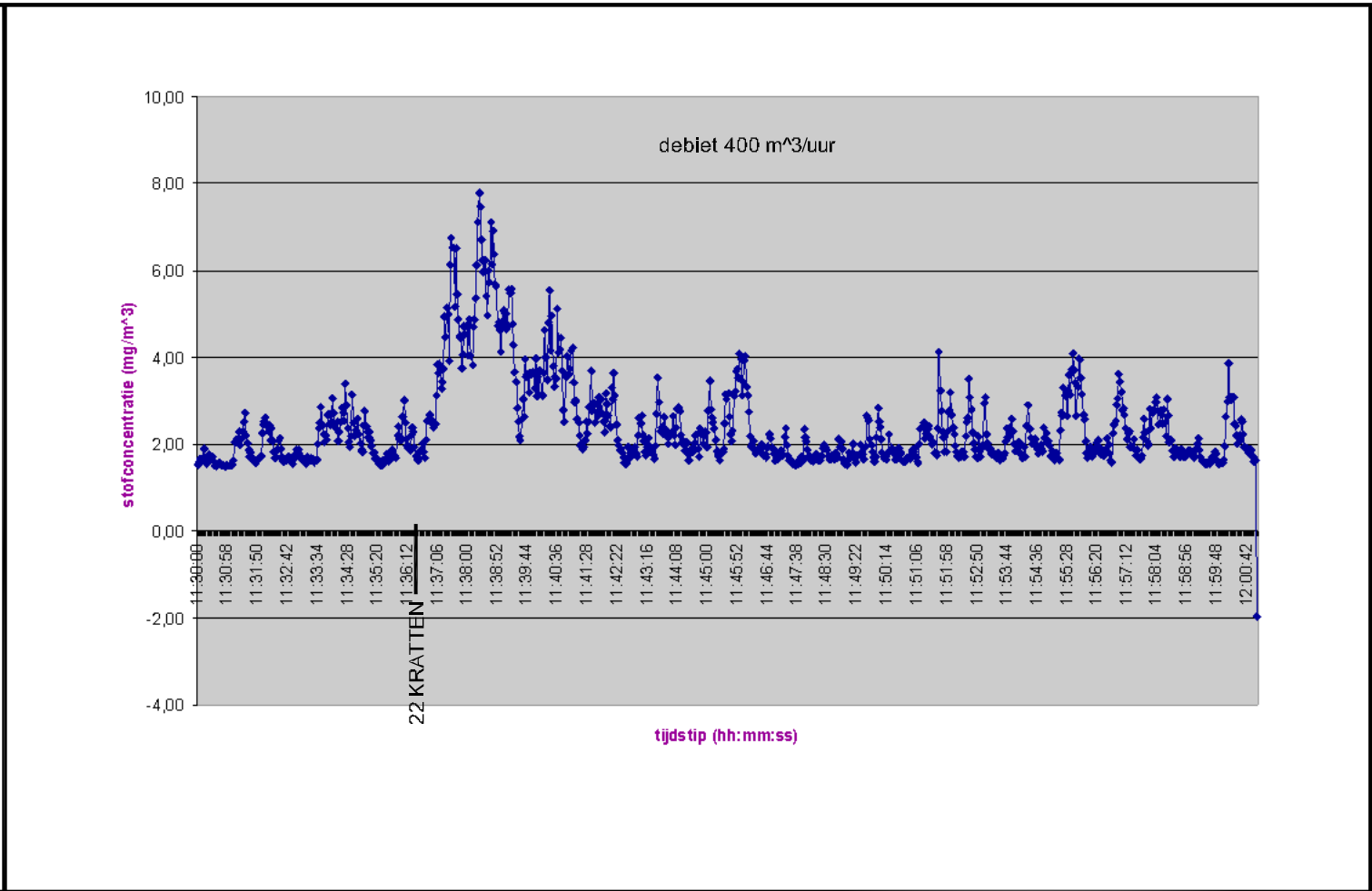
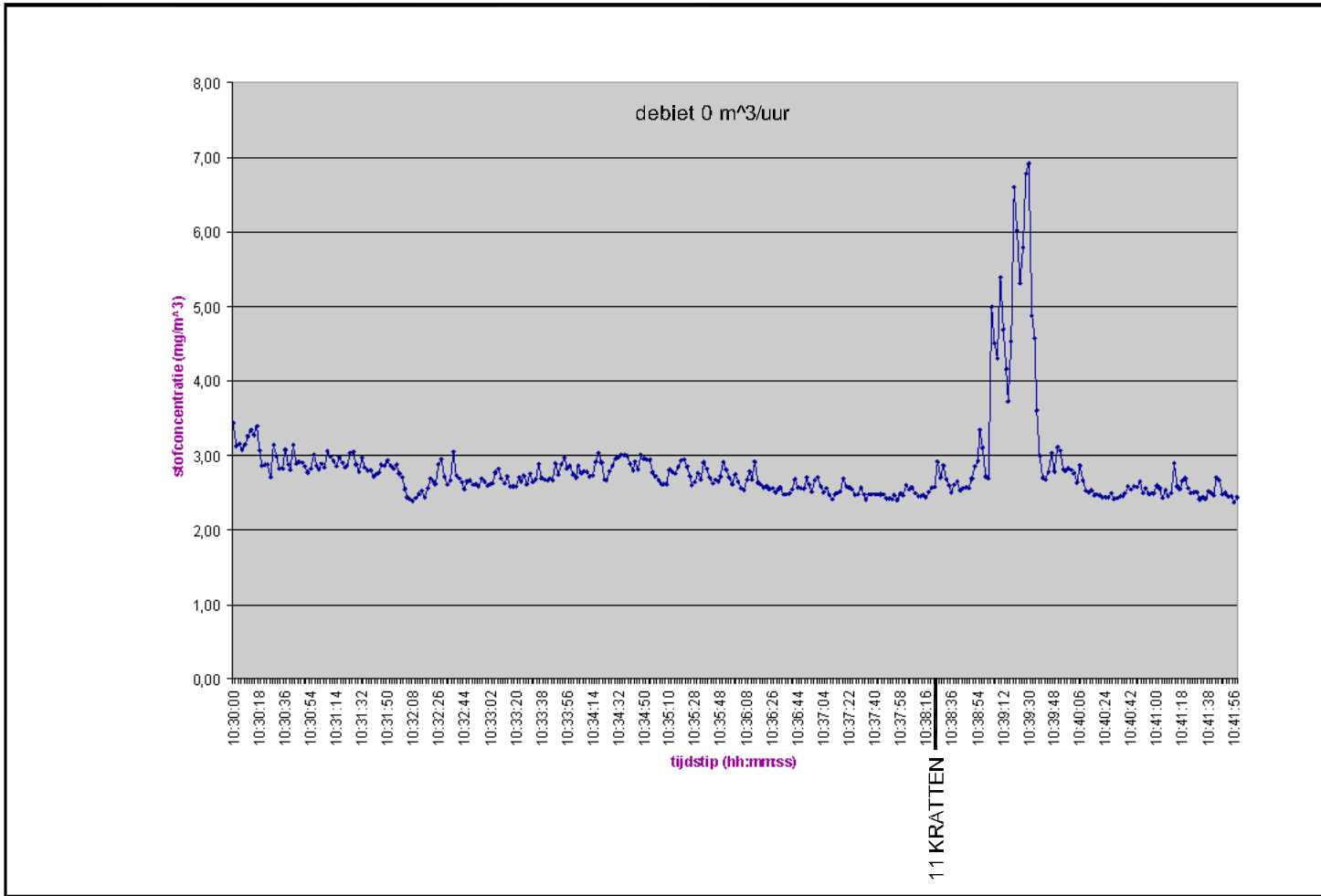




N:\05\FK2155\BILLAGES\Nr. 24-05-05



M:\05\FK2155\BILLAGES\Nr. 24-05-05



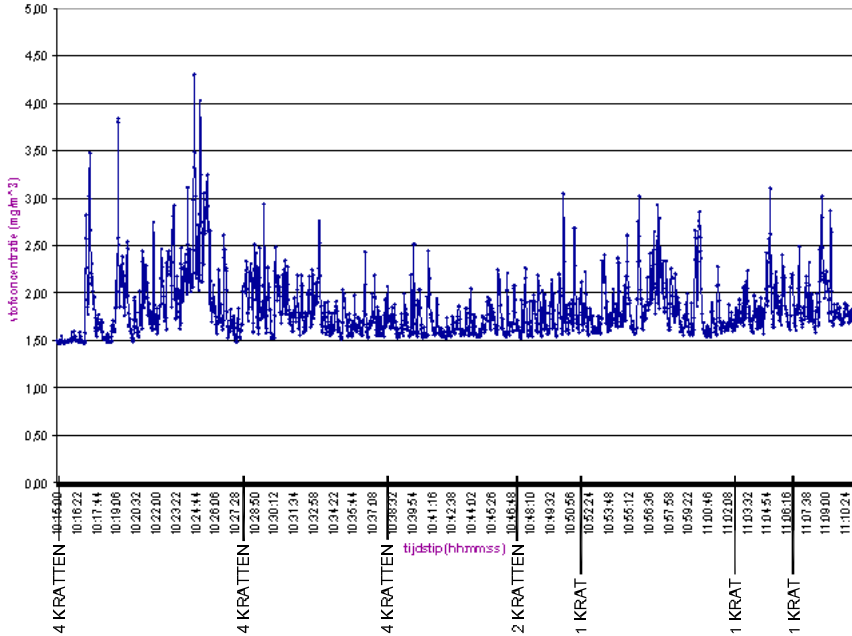
In tabel IX.1 zijn de gemiddelde stofconcentraties ter hoogte van de telgoot weergegeven in geval van:

- afzuiging ter hoogte van trechter aan en ter hoogte van de trilgoot uit;
- afzuiging ter hoogte van trechter uit en ter hoogte de trilgoot uit;
- afzuiging ter hoogte van trechter aan en ter hoogte de trilgoot aan.

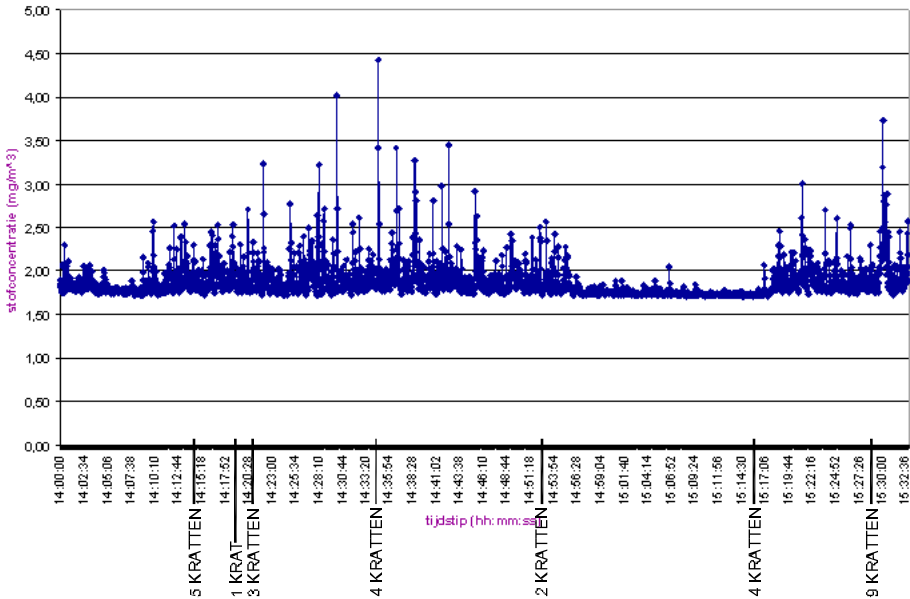
Tabel IX.1 gemiddelde stofconcentraties ter hoogte van de telgoot

debiet afzuiging in m ³ /u		gemiddelde stofconcentraties in mg/m ³	tijdperiode
storttrechter	telgoot		
1.000	2.000	1,8	10.26 uur - 11.10 uur
1.000	0	1,9	14.00 uur - 14.55 uur
0	0	2,0	09.22 uur - 09.41 uur

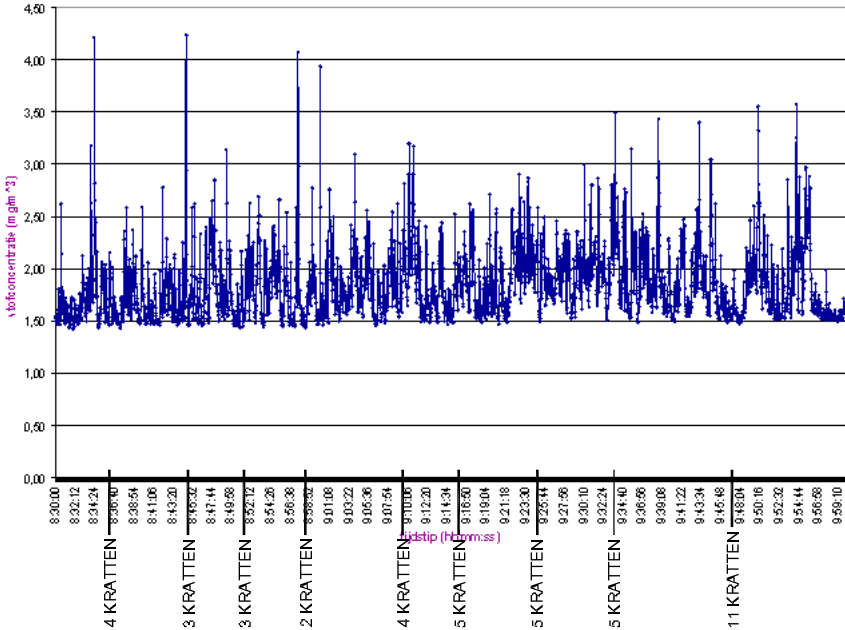
M:\05\FK2155\BILLAGES\Nr. 14-06-05



storttrechter : 1000 m³/u
telgoot : 2000 m³/u

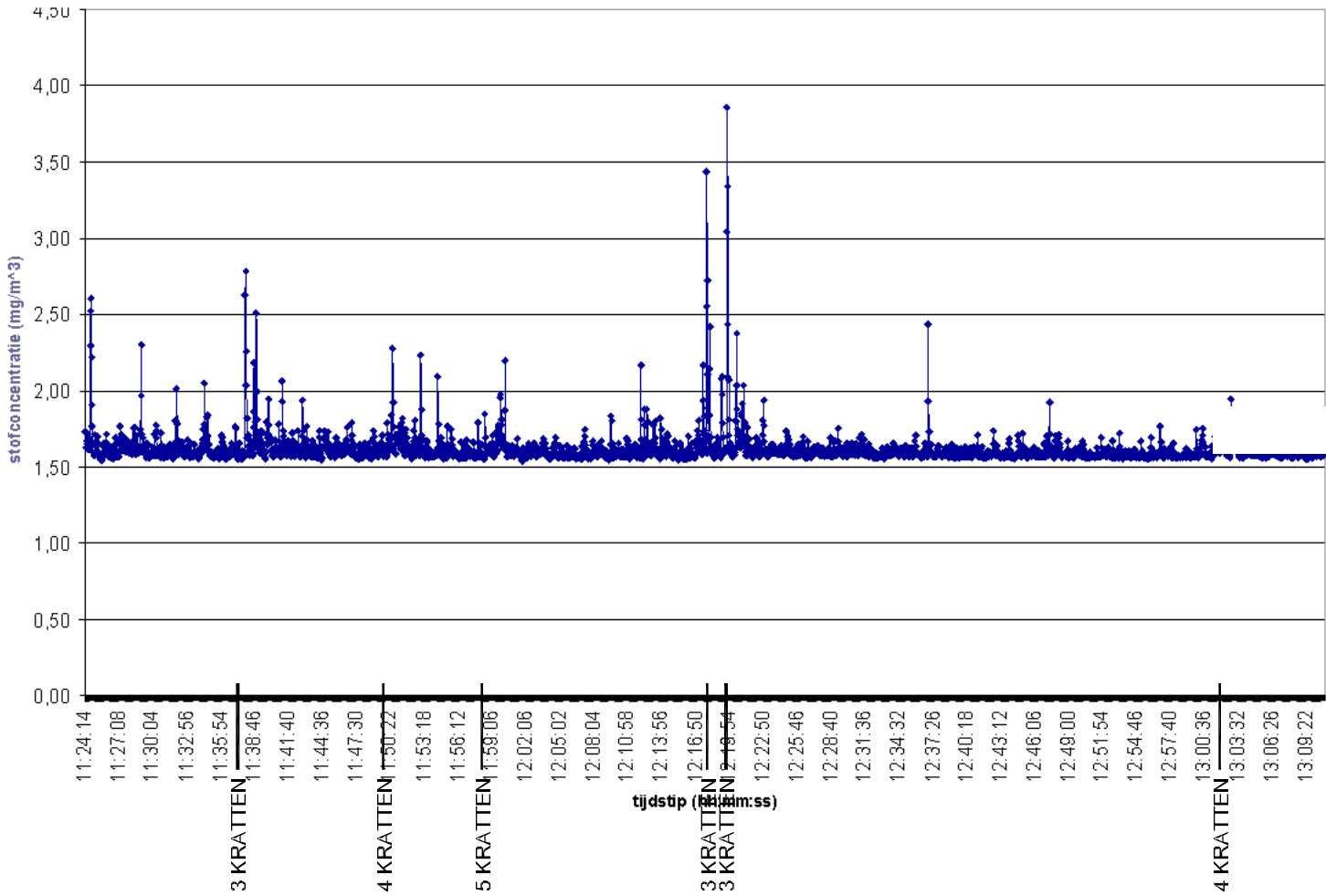


storttrechter : 1000 m³/u
telgoot : 0 m³/u

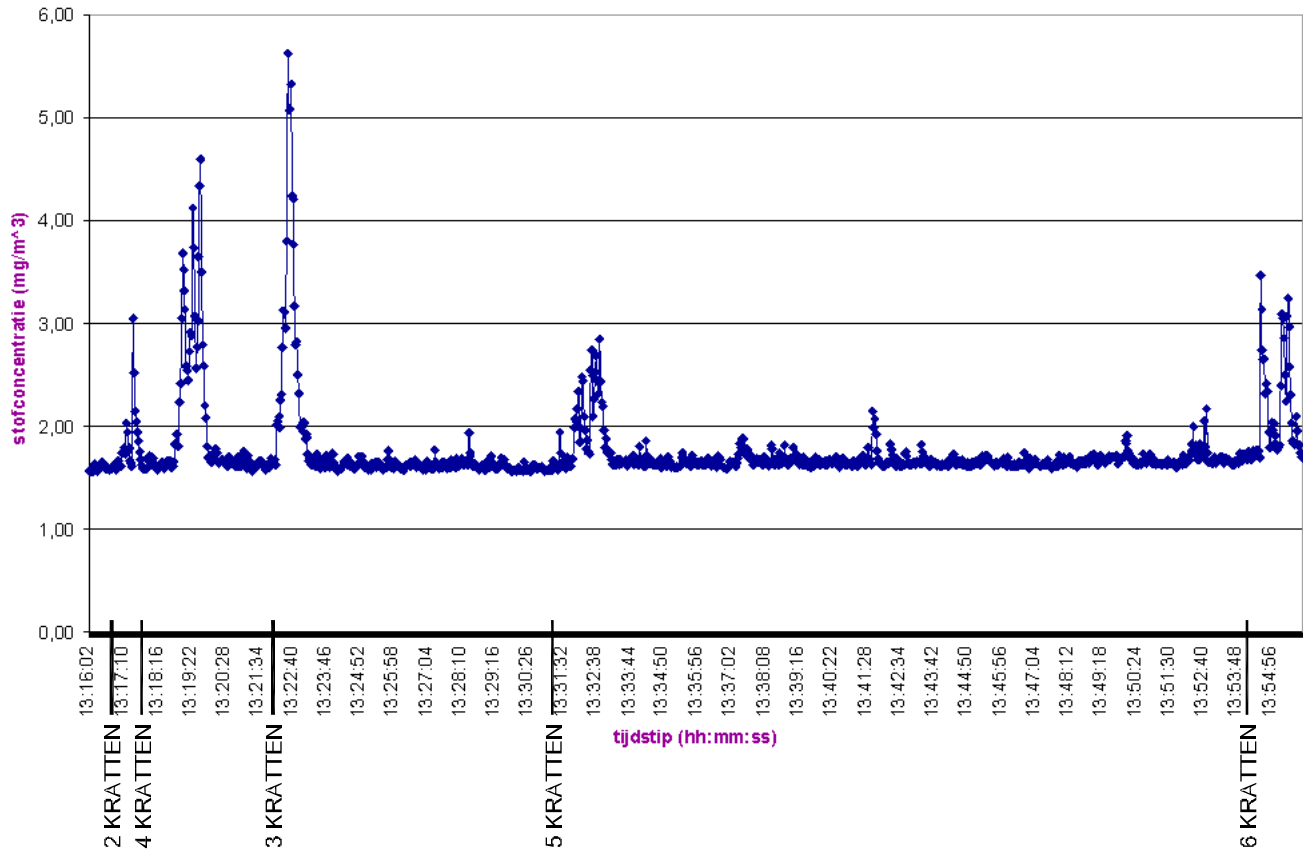


storttrechter : 0 m³/u
telgoot : 0 m³/u

M:\05\FK2155\BILLAGES\Nr. 14-06-05



storttrechter : 1000 m³/u
telgoot : 2000 m³/u



storttrechter : 0 m³/u
telgoot : 0 m³/u