

Ministerie van Verkeer en Waterstaat



Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen

**Aanvullend rapport 3: Dagfrequenties zomer- en
winterafvoeren Rijn en Maas**



waterloopkundig laboratorium | WL

EAC European-American Center
for Policy Analysis **RAND**

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen

**Aanvullend rapport 3: Dagfrequenties zomer- en
winterafvoeren Rijn en Maas**

Auteur: R.H. Passchier

Inhoud

Lijst van figuren

Woord vooraf

Rapportsamenvatting

1	Inleiding	1 — 1
1.1	Probleemstelling	1 — 1
1.2	Opdracht	1 — 1
1.3	Uitvoering	1 — 1
2	Beschrijving oorspronkelijke methode	2 — 1
2.1	Methode Van Urk (RWS, 78.14)	2 — 1
2.2	Methode De Ronde (RWS, 84.10)	2 — 3
3	Bepaling duren per overschrijdings- drempel (Methode WL)	3 — 1
3.1	Beschrijving methode	3 — 1
3.2	Extrapolatie van de duren	3 — 7
4	Overschrijdingsfrequenties winter- en zomerafvoeren	4 — 1
4.1	Inleiding	4 — 1
4.2	Hoge frequenties	4 — 2
4.3	Lage frequenties	4 — 3
4.5	Synthese van de frequentielijn over het volledige bereik	4 — 5
5	Dagfrequenties	5 — 1
5.1	Introductie	5 — 1
5.2	Bepaling dagfrequenties voor ongecorrigeerde afvoeren	5 — 1
5.3	Omzetting ongecorrigeerde afvoeren naar maatgevende afvoeren	5 — 1
5.4	Afleiding relatie maatgevende afvoeren – dagfrequenties	5 — 2

Literatuur

Annexen

Lijst van figuren

- 3.1 Regressie drempelwaarden - gem. duren Maas te Borgharen
(Effect eenmalige extreme afvoergolf) (zomer)
- 3.2a Regressie drempelwaarden - gem. duren Rijn te Lobith
(Interval 750 - 3000 m³/s) (winter)
- 3.2b Regressie drempelwaarden - gem. duren Rijn te Lobith
(Interval 2000 - 7500 m³/s) (winter)
- 3.2c Regressie drempelwaarden - gem. duren Rijn te Lobith
(Interval 5000 - 9750 m³/s) (winter)
- 3.3a Regressie drempelwaarden - gem. duren Rijn te Lobith
(Interval 750 - 3000 m³/s) (zomer)
- 3.3b Regressie drempelwaarden - gem. duren Rijn te Lobith
(Interval 2500 - 6250 m³/s) (zomer)
- 3.4 Regressie drempelwaarden - gem. duren Maas te Borgharen
(Interval 50 - 2000 m³/s) (winter)
- 3.5 Regressie drempelwaarden - gem. duren Maas te Borgharen
(Interval 50 - 950 m³/s) (zomer)
- 4.1a Regressie drempelwaarden - piekfreq. Rijn te Lobith
(Interval 750 - 3000 m³/s) (winter)
- 4.1b Regressie drempelwaarden - piekfreq. Rijn te Lobith
(Interval 2500 - 9000 m³/s) (winter)
- 4.1c Regressie drempelwaarden - piekfreq. Rijn te Lobith
(Interval 7500 - 12250 m³/s) (winter)
- 4.2a Regressie drempelwaarden - piekfreq. Rijn te Lobith
(Interval 1250 - 3500 m³/s) (zomer)
- 4.2b Regressie drempelwaarden - piekfreq. Rijn te Lobith
(Interval 2500 - 9500 m³/s) (zomer)
- 4.3a Regressie drempelwaarden - piekfreq. Maas te Borgharen
(Interval 50 - 2250 m³/s) (winter)
- 4.3b Regressie drempelwaarden - piekfreq. Maas te Borgharen
(Interval 1500 - 2750 m³/s) (winter)
- 4.4a Regressie drempelwaarden - piekfreq. Maas te Borgharen
(Interval 100 - 750 m³/s) (zomer)
- 4.4b Regressie drempelwaarden - piekfreq. Maas te Borgharen
(Interval 500 - 950 m³/s) (zomer)
- 4.5 Frequentie-analyse jaarmaxima Rijn, Gumbel
- 4.6 Frequentie-analyse jaarmaxima Maas, Gumbel
- 4.7a Regressie maatgevende afvoeren - freq. Rijn te Lobith
Bereik tot 12000 m³/s (winter)
- 4.7b Regressie maatgevende afvoeren - freq. Rijn te Lobith
Bereik boven 11000 m³/s (winter)
- 4.8a Regressie maatgevende afvoeren - freq. Rijn te Lobith
Bereik tot 12000 m³/s (zomer)
- 4.8b Regressie maatgevende afvoeren - freq. Rijn te Lobith
Bereik boven 11000 m³/s (zomer)
- 4.9a Regressie maatgevende afvoeren - freq. Maas te Borgharen
Bereik tot 2500 m³/s (winter)

- 4.9b Regressie maatgevende afvoeren - freq. Maas te Borgharen
Bereik boven 2000 m³/s (winter)
- 4.10a Regressie maatgevende afvoeren - freq. Maas te Borgharen
Bereik tot 2500 m³/s (zomer)
- 4.10b Regressie maatgevende afvoeren - freq. Maas te Borgharen
Bereik boven 2000 m³/s (zomer)
- 5.1 Regressie afvoeren - correctiewaarden Rijn te Lobith
- 5.2 Regressie afvoeren - correctiewaarden Maas te Borgharen
- 5.3a Regressie afvoeren - dagfrequenties Rijn te Lobith
Interval 500 - 5000 m³/s (winter)
- 5.3b Regressie afvoeren - dagfrequenties Rijn te Lobith
Interval 3000 - 10000 m³/s (winter)
- 5.3c Regressie afvoeren - dagfrequenties Rijn te Lobith
Interval 8000 - 18000 m³/s (winter)
- 5.4a Regressie afvoeren - dagfrequenties Rijn te Lobith
Interval 500 - 5000 m³/s (zomer)
- 5.4b Regressie afvoeren - dagfrequenties Rijn te Lobith
Interval 3000 - 10000 m³/s (zomer)
- 5.4c Regressie afvoeren - dagfrequenties Rijn te Lobith
Interval 8000 - 18000 m³/s (zomer)
- 5.5a Regressie afvoeren - dagfrequenties Maas te Borgharen
Interval 0 - 1500 m³/s (winter)
- 5.5b Regressie afvoeren - dagfrequenties Maas te Borgharen
Interval 1500 - 4000 m³/s (winter)
- 5.6a Regressie afvoeren - dagfrequenties Maas te Borgharen
Interval 50 - 750 m³/s (zomer)
- 5.6b Regressie afvoeren - dagfrequenties Maas te Borgharen
Interval 500 - 2000 m³/s (zomer)
- 5.6c Regressie afvoeren - dagfrequenties Maas te Borgharen
Interval 1500 - 4000 m³/s (zomer)

Woord vooraf

Het onderzoek 'Toetsing Uitgangspunten Dijkversterking' is uitgevoerd in opdracht van de Minister van Verkeer en Waterstaat door WL (Waterloopkundig Laboratorium) en het European-American Center for Policy Analysis/RAND (AEC/RAND). Aan het onderzoek is meegewerkt door een aantal gespecialiseerde bureaus, zoals Grondmechanica Delft (GD), het Bureau SME, het Bureau Hamhuis, Van Nieuwenhuijze en Sijmons (H+N+S) en daarnaast door een aantal adviseurs. Het rapport werd begeleid door de Commissie Toetsing Uitgangspunten Rivierdijkversterkingen (Commissie Boertien). De resultaten van het onderzoek zijn vastgelegd in de volgende rapporten:

Eindrapport

deelrapport 1; 'Veiligheid tegen overstromingen'

deelrapport 2; 'Maatgevende belastingen'

deelrapport 3; 'Constructief ontwerp'

deelrapport 4; 'Functies, waarden en procedures'

In het deelrapport 'Maatgevende belastingen' geven wij een overzicht van het onderzoek naar de randvoorwaarden voor het ontwerpen van dijkversterkingen, dat door WL is uitgevoerd. Het onderzoek omvat een analyse van de parameters die voor het ontwerp maatgevend zijn. Dit betreft onder meer de rivierafvoer, de bijbehorende hoogwaterstanden en de waakhogte. Daarnaast hebben wij onderzoek gedaan naar het optreden en het effect van ijssdammen, die in het verleden vaak de oorzaak van dijkdoorbraken waren. Ook geven wij een overzicht van mogelijke maatregelen en het effect daarvan voor een verlaging van de maatgevende hoogwaterstanden voor een gegeven (maatgevende) rivierafvoer.

Bij het onderzoek is gebruik gemaakt van informatie verkregen van een groep adviseurs en een groot aantal instanties en groepen, zoals waterschappen, provincies, Rijkswaterstaatsdiensten, ingenieursbureaus, wetenschappelijke instellingen en actiegroepen. Zonder deze informatie was het ons onmogelijk geweest het ons opgedragen onderzoek uit te voeren. WL en EAC/RAND zijn allen die ons informatie hebben verschaft dankbaar. Wij zijn vanzelfsprekend volledig verantwoordelijk voor de wijze waarop deze informatie is gebruikt bij het opstellen van de conclusies en aanbevelingen van het onderzoek. Wij verwachten echter dat het onderzoek een duidelijk antwoord geeft op de vragen van de Minister en zal kunnen bijdragen aan een veilig behoud van het rivierengebied en de daarin aanwezige waarden.

Een aantal aspecten van het voorkomen van hoge afvoeren op de Rijn en Maas zijn apart bestudeerd en gerapporteerd in aanvullende rapporten.

In de eerste aanvullende studie is de maatgevende afvoer van de Maas uitgebreid bestudeerd, omdat deze rivier in de studie tot dan toe niet dezelfde aandacht had gekregen als de Rijn. Deze studie is gerapporteerd onder de titel:

Aanvullend rapport 1: Maatgevende Afvoer Maas.

In de tweede aanvullende studie is de werkklijn van de Rijn en Maas afgeleid. Hierdoor kan binnen een bepaald interval voor iedere willekeurige herhalingstijd de bijbehorende maatgevende afvoer worden berekend. Deze studie is gerapporteerd onder de titel:

Aanvullend rapport 2: Werklijn Rijn en Maas.

Na het afronden van deze aanvullende studies is door de RWS het verzoek ingediend naast de frequenties van de hoge afvoeren ook de dagfrequenties te bepalen. De dagfrequenties zijn noodzakelijk voor ontwerpdoeleinden in het benedenstroomse gebied van de Rijn en de Maas, opgesplitst in zomer- en winterfrequenties. Hiertoe zijn naast de frequenties ook de verwachte duren van de afvoeren nodig.

Voor het afleiden van de seizoensfrequenties is opnieuw een frequentie-analyse uitgevoerd op de jaarmaxima voor het zomer- en winterseizoen. Tevens zijn de duren van de hogere afvoeren bepaald, opgesplitst naar de seizoenen.

Lopende het onderzoek werden wij verzocht de studie uit te breiden tot de bepaling van de dagfrequenties over het volledige afvoerbereik, inclusief de afvoeren in het meetbereik. Hiertoe is een analyse uitgevoerd van de dagafvoeren van de Rijn en Maas.

De gemiddelde duren zijn bepaald van afvoeren gelijk of groter dan bepaalde drempelafvoeren voor zowel het winter- als het zomerseizoen.

De uiteindelijke dagfrequenties van afvoeren met een bepaalde herhalingstijd zijn bepaald uit het produkt van de overschrijdingsfrequenties en de gemiddelde duren. Voor de presentatie van de dagfrequenties zijn de oorspronkelijke (ongecorrigeerde) afvoeren, waarop de analyses zijn gebaseerd, omgezet naar afvoerwaarden die zijn gecorrigeerd voor de effecten van rivierwerken in de bovenloop. Dit effect is met name van belang voor de hogere afvoeren.

De resultaten van deze aanvullende studie zijn weergegeven in het hier voorliggende rapport met als titel:

Aanvullend rapport 3: Dagfrequenties zomer- en winterafvoeren Rijn en Maas

Rapportsamenvatting

Op verzoek van de Minister van Verkeer en Waterstaat hebben WL (Waterloopkundig Laboratorium) en het Europees-Amerikaans Centrum voor beleidsanalyse (EAC-RAND) een studie uitgevoerd naar de uitgangspunten voor rivierdijkversterking. De studie is begeleid door de commissie "Toetsing Uitgangspunten Rivierdijkversterking" (Commissie Boertien). In deze studie is nagegaan of er, sinds het in gang zetten van de lopende dijkversterking, zodanige veranderingen zijn opgetreden in de uitgangspunten dat thans andere keuzes zouden worden gemaakt. De resultaten van deze studie zijn in januari 1993 gepresenteerd, zie WL & EAC-RAND, 1993a t/m 1993f. Bij de uitwerking is zowel aandacht besteed aan het stroomgebied van de Rijn als dat van de Maas.

In juni 1993 is het aanvullend rapport 1 uitgebracht, waarin een uitgebreidere studie van de Maas is weergegeven dan mogelijk was tijdens het eerste rapport van januari 1993 (WL, 1993g).

In juli 1993 is het aanvullend rapport 2 uitgebracht, waarin de werklijn van de Rijn en Maas zijn beschreven (WL, 1993h).

Voor ontwerpdoeleinden in het benedenstroomse gebied van de Rijn en de Maas is het noodzakelijk te beschikken over de overschrijdingsfrequenties van de maatgevende afvoer, opgesplitst in zomer- en winterfrequenties. Daarnaast is verzocht de studie uit te breiden tot de bepaling van de frequenties in het meetbereik, zodat een volledige curve mogelijk is van de dagfrequenties.

Over de gevolgde methodiek en de resultaten rapporteren we in het voorliggende rapport. De algemene procedure bestaat uit drie delen:

1. bepaling duren op basis van het waarnemingsmateriaal en extrapolatie van de duren naar de hogere afvoeren;
2. bepaling van de overschrijdingsfrequenties, gescheiden voor het bereik van het waarnemingsmateriaal en voor extrapolatie naar hogere afvoeren op basis van een frequentie-analyse, en het samenvoegen van de twee methoden tot één frequentielijn;
3. het vaststellen van dagfrequenties als het produkt van de duren en de overschrijdingsfrequenties, en het corrigeren van de bijbehorende afvoeren voor de effecten van rivierwerken in Duitsland en België.

Allereerst is in Hoofdstuk 2 een beschrijving gegeven van de methode die RWS vroeger gevolgd heeft voor de bepalingen van de dagfrequenties. De aanname dat een afvoerpiek minimaal één volledige dag duurt is door WL als ongewenst beschouwd en dit concept is in de huidige analyse losgelaten.

De bepaling van de duren uit het waarnemingsmateriaal is beschreven in Hoofdstuk 3. De duren zijn bepaald voor het winter- en zomerseizoen, waarbij de nauwkeurigheid is verhoogd door gebruik te maken van lineaire interpolatie voor de tussenliggende waarden.

Voor de bepaling van de overschrijdingsfrequenties in Hoofdstuk 4 zijn twee methoden toegepast, waarvan de resulterende curves met elkaar zijn verbonden.

Voor de lagere afvoeren is de overschrijdingsfrequentie gebaseerd op de analyse van de historische gemeten afvoeren. Voor de hogere afvoeren en de extrapolatie naar extreme waarden buiten het waarnemingsbereik is gebruik gemaakt van frequentie-analyse van de winter- en zomerjaarmaxima van de Rijn en de Maas. Van de verschillende verdelingen voldeed de Gumbel-verdeling het beste.

De overschrijdingsfrequenties moeten voldoen aan het criterium dat de som van de winter- en zomerfrequenties gelijk is aan de jaarfrequentie. Zonodig is hiervoor gecorrigeerd met een bepaalde factor.

In Hoofdstuk 5 is de procedure beschreven waarmee de dagfrequenties zijn vastgesteld. Allereerst zijn, op basis van het produkt van de gemiddelde duren en de overschrijdingsfrequenties, de bijbehorende dagfrequenties (uitgesplitst voor het winter- en zomerseizoen) bepaald.

De afvoeren waarop deze dagfrequenties zijn gebaseerd zijn ongecorrigeerde waarden. Op basis van de kennis van de effecten van rivierwerken in Duitsland en België zijn deze afvoeren omgezet naar gecorrigeerde waarden. Deze gecorrigeerde afvoerwaarden zijn uiteindelijk met functies gerelateerd aan de dagfrequenties.

1 Inleiding

Op verzoek van de Minister van Verkeer en Waterstaat hebben WL (Waterloopkundig Laboratorium) en het Europees-Amerikaans Centrum voor beleidsanalyse (EAC-RAND) een studie uitgevoerd naar de uitgangspunten rivierdijkversterking. De studie wordt begeleid door de commissie "Toetsing Uitgangspunten Rivierdijkversterking" (Commissie Boertien). In deze studie is nagegaan of er, sinds het in gang zetten van de lopende dijkversterking, zodanige veranderingen zijn opgetreden in de uitgangspunten dat thans andere keuzes zouden worden gemaakt. De resultaten van deze studie zijn in januari 1993 gepresenteerd, zie WL & EAC-RAND, 1993a t/m 1993f. Bij uitwerking is zowel aandacht besteed aan het stroomgebied van de Rijn als dat van de Maas.

In juni 1993 is een aanvullend rapport uitgebracht, waarin een uitgebreidere studie van de Maas is weergegeven dan mogelijk was tijdens het eerste rapport van januari 1993.

In juli 1993 is het aanvullend rapport 2 uitgebracht, waarin de werklijn van de Rijn en Maas zijn beschreven (WL, 1993h).

1.1 Probleemstelling

Voor verdere berekeningen in het benedenstroomse gebied, met name in de getij-zone, zijn de overschrijdingsfrequenties van de maatgevende afvoeren noodzakelijk, opgesplitst naar winter- en zomerseizoen. Hiertoe zijn voor het volledige regime (waarnemingsmateriaal en geëxtrapoleerde waarden voor de maatgevende afvoeren) de overschrijdingsfrequenties en de duren bepaald voor de twee seizoenen. De dagfrequenties zijn bepaald uit het produkt van deze twee grootheden.

1.2 Opdracht

De opdracht is uitgevoerd onder contract HW-493B tussen de Rijkswaterstaat, Hoofddirectie, en WL.

1.3 Uitvoering

Voor het bepalen van de mediane duren van piekafvoeren op de Rijn te Lobith en de Maas te Borgharen is door Van Urk in 1978 een methode gepubliceerd. Op basis van deze resultaten heeft De Ronde in 1984 de gemiddelde duren voor de Rijn te Lobith afgeleid en omgerekend naar dagfrequenties per zomer- en winterseizoen. Deze methode is in detail beschreven in Hoofdstuk 2.

Als onderdeel van de studie Rivierdijkversterking is door WL de studie van de duren opnieuw uitgevoerd. Hiervoor is de oorspronkelijke methode geëvalueerd en is gekozen voor een nieuwe, vereenvoudigde, methode. We kunnen nu gebruik maken van een langere serie afvoerwaarden dan die waarover Van Urk beschikte. Deze door ons gehanteerde methode is beschreven in Hoofdstuk 3.

In Hoofdstuk 4 is de afleiding van de winter- en zomerfrequenties beschreven, opgesplitst in twee methoden voor verschillende afvoerbereiken.

Met de duren uit Hoofdstuk 3 en de frequenties uit Hoofdstuk 4 zijn in Hoofdstuk 5 de dagfrequenties berekend.

Het project is uitgevoerd door drs. R.H. Passchier. De projectleiding was in handen van ir. J.H.A. Wijbenga. Tijdens het gehele project is regelmatig advies ingewonnen bij prof. H.J.M. Ogink.

2 Beschrijving oorspronkelijke methode

2.1 Methode Van Urk (RWS, 78.14)

Door van Urk van RWS is een studie uitgevoerd naar de dagfrequenties van de Rijn te Lobith. Deze studie is gerapporteerd in een RWS rapport onder nr. 78.14. In deze studie zijn de overschrijdingskansen vastgesteld van lengten van aaneengesloten perioden waarin de hoogte van de afvoer een willekeurige waarde overtreft. Het scala van kansen vormt een "overstijgings-frequentielijn". Het is belangrijk deze lijn te onderscheiden van de "dagen-overschrijdings-lijn", die het gemiddeld aantal dagen per jaar aangeeft waarin de afvoer boven een bepaalde waarde ligt. Deze duur hoeft *niet* aaneensluitend te zijn en wordt vastgesteld met een duur-diagram.

Een belangrijke aanname in de studie van Van Urk is de interpretatie van de duur van een afvoergolf. Als de dagafvoer (meestal momentane waarde voor 08.00 uur) boven een bepaalde drempelwaarde ligt, wordt aangenomen dat de afvoer voor die hele dag boven de drempelwaarde ligt. Er worden dus alleen maar hele dagen geteld.

Voor iedere drempelwaarde wordt het aantal malen geteld dat een bepaalde duur (in eenheden van hele dagen) wordt overschreden. Deze waarden zijn weergegeven in bijlage 4 van Van Urk.

Van Urk is uitgegaan van de dagafvoeren (08h00 uur) voor de periode 1901-1975 voor Lobith en hij gebruikt vijftien afvoerwaarden als drempelwaarden, opklimmend met $500 \text{ m}^3/\text{s}$ van $2500 \dots 9500 \text{ m}^3/\text{s}$. Met deze gegevens zijn de volgende reeksen bepaald:

- het aantal malen dat de dagafvoer de drempelwaarde overstijgt;
- de overtreffingsduur voor iedere overstijging, uitgedrukt in hele dagen.

Van Urk merkt op dat de hierdoor verzamelde getallen een zekere mate van onderlinge beïnvloeding kennen:

1. een afvoertop kan voor verschillende drempelwaarden een overschrijdingsduur hebben, waardoor de durven met elkaar samenhangen;
2. het kan voorkomen dat na elkaar optredende overschrijdingsduren, behorende bij dezelfde drempelwaarde, niet onafhankelijk zijn van elkaar.

Onafhankelijkheid is veelal een voorwaarde voor het toepassen van statistische technieken, zodat feitelijk een procedure zou moeten worden toegepast analoog aan de zichtduur bij afvoerpieken. Van Urk toont echter aan dat het effect van de beïnvloeding gering is en correctie dus overbodig is.

Op de aantallen overschrijdingen behorende bij een bepaalde drempelwaarde wordt een frequentie-analyse toegepast. Het is ook mogelijk de analyse toe te passen op de durven behorende bij een bepaalde drempelwaarde maar deze benadering is dermate afhankelijk van de keuze van de drempelwaarden, dat ze niet kan worden toegepast. De analyse op basis van aantallen overschrijdingen garandeert dat de vorm van de verdelingsfunctie onafhankelijk is van het gekozen tijdsinterval, namelijk de duur in dagen.

Van Urk maakt gebruik van de volgende zeven typen verdelingen:

- normaal;
- log-normaal (2-parameter);
- exponentieel;
- dubbel-exponentieel (Gumbel);
- Gamma-I;
- Gamma-II;
- Gamma-III (Pearson-III).

Voor de exponentiële en de Gamma-I verdeling geldt dat het gemiddelde en de standaardafwijkingen gelijk moeten zijn aan de parameter van de verdeling. Een test op deze conditie resulteerde in het afwijzen van deze twee verdelingen.

Op basis van verdere testen op aanpassing van de lijn aan de data werden ook de Gamma-III (Pearson-III), normale en dubbel-exponentiële (Gumbel) verdelingen verworpen.

Van de twee overblijvende verdelingen (log-normaal en Gamma-II) geeft de laatste de beste aanpassing voor de hogere drempelwaarde, hetgeen gunstig is voor de noodzakelijke extrapolatie naar de maatgevende afvoer.

Om deze reden wordt uiteindelijk gekozen voor de Gamma-II verdeling. Uit een gevoeligheidsanalyse blijkt dat de keuze tussen de twee meest geschikte verdelingen (log-normaal en Gamma-II) slechts geringe invloed heeft op de uiteindelijke berekende gemiddelde overschrijdingsduur voor hogere drempelwaarden, namelijk $> 8000 \text{ m}^3/\text{s}$.

Van Urk heeft op basis van de Gamma-II verdeling geprobeerd een "2-dimensionale" kansverdeling te vinden die het gemiddeld aantal overschrijdingen per jaar geeft voor de combinatie van:

1. een bepaalde drempelwaarde en;
2. een aaneengesloten overschrijdingsduur van meer dan T dagen.

Daar deze benadering niet mogelijk bleek, is de Gamma-II verdeling toegepast op de reeksen met aantallen overschrijdingen per drempelwaarde ($2500 \dots 13000 \text{ m}^3/\text{s}$ in stappen van $500 \text{ m}^3/\text{s}$). Op basis van deze verzameling Gamma-II verdelingen zijn relaties afgeleid tussen de parameters van de verdeling en de bijbehorende drempelwaarden.

Door extrapolatie met deze relaties zijn de parameters van de Gamma-II verdelingen voor hogere drempelwaarden bepaald.

De series Gamma-II lijnen voor de verschillende drempelwaarden zijn uitgezet in bijlage 14 van Van Urk (geëxtrapolerd naar $13.000 \text{ m}^3/\text{s}$). Uit deze bijlage kan de overschrijdingskans worden afgelezen van een bepaalde drempelwaarde met een aaneengesloten overschrijdingsduur van T of meer dagen.

Om te komen tot het gemiddeld aantal malen per jaar dat deze drempelafvoer wordt overschreden moeten deze kansen met een bepaalde factor worden vermenigvuldigd. Deze factor is gelijk aan het aantal malen dat de drempelwaarde werd overschreden volgens de frequentielijn gedeeld door het aantal jaren waarnemingen over een periode van 75 jaar.

Op bijlage 15 van Van Urk zijn de gecorrigeerde Gamma-II verdelingsfuncties uitgezet.

Uiteindelijk zijn in bijlage 16 van Van Urk voor verschillende waarschijnlijkheden (c.q. herhalingstijden) de combinaties weergegeven van drempelwaarden met aaneengesloten overschrijdingsduren T. Door extrapolatie van de serie Gamma-II verdelingen, op basis van de afgeleide relatie tussen de drempelwaarden en de parameters van de verdeling, zijn ook lijnen voor piekafvoeren tussen 16.500 en 18.000 m³/s geconstrueerd. Daar de minimale duur van een piekafvoer gesteld is op één dag, is dit ook de duur van elk van de maatgevende afvoeren in de figuur.

In de conclusies waarschuwt Van Urk dat uit het overschrijdingsdiagram (bijlage 16) niet kan worden afgelezen wat de grootte zal zijn van de topafvoer als een bepaalde drempelwaarde gedurende T dagen wordt overtroffen.

In Tabel H geeft Van Urk de gemiddelde overschrijdingsduren voor $P=8 \cdot 10^{-3}$, hetgeen de gemiddelde duur is van een aantal drempelwaarden, gegeven de situatie voor een maatgevende afvoer van 16.500 m³/s.

2.2 Methode De Ronde (RWS, 84.10)

Duren

De Ronde heeft een studie verricht naar de gemiddelde duur van een hoogwater voor de situatie waarin een afvoer optreedt die *gelijk of hoger* is dan een bepaalde drempelwaarde. Hiertoe is De Ronde uitgegaan van bijlage 14 uit het rapport van Van Urk. In deze bijlage wordt de waarschijnlijkheid van voorkomen gegeven voor iedere overschrijdingsduur, mits een bepaalde piekafvoer optreedt. De hoogste piekafvoer in deze bijlage is de historische waarde van 13.000 m³/s.

De Ronde bepaalt uit bijlage 14 van Van Urk voor iedere drempelwaarde de duur die behoort bij een waarschijnlijkheid van $P=0,50$ (mediane waarde) en zet deze waarden uit in een grafiek (bijlage 1 in De Ronde). Daar De Ronde nog uitgaat van een herhalingstijd van 3000 jaar ($P=3 \cdot 10^{-4}$) is de maatgevende afvoer 18.000 m³/s.

De lijn in de grafiek van mediane duren wordt geëxtrapoleerd naar deze afvoer van 18.000 m³/s, hetgeen een duur van 2 dagen oplevert.

De waarschijnlijkheid van de maatgevende afvoer ($P=3 \cdot 10^{-4}$) wordt vermenigvuldigd met deze duur om de waarschijnlijkheid in dagen (dagfrequentie) uit te drukken.

Frequenties

De Ronde maakt gebruik van maandextremen over de periode 1901–1983 voor het bepalen van de gemiddelde frequentie voor iedere maand. Met de Gumbel-verdeling wordt de verhouding tussen deze frequenties bepaald. De resulterende maandgemiddelde frequenties worden gesommeerd en de uitkomst wordt gecorrigeerd als deze afwijkt van de waarde zoals bepaald voor een volledig jaar.

Voor het bepalen van de dagfrequenties van een bepaalde maatgevende afvoer worden de maandgemiddelde frequenties vermenigvuldigd met de bijbehorende duur. Een overzicht van de dagfrequenties is gegeven in bijlage 2 van het rapport van De Ronde.

3 Bepaling duren per overschrijdingsdrempel (Methode WL)

3.1 Beschrijving methode

WL heeft gekozen voor een benadering die afwijkt van de methode beschreven in Hoofdstuk 2, omdat de aanname van de minimale duur van een afvoertop (één dag) als ongewenst wordt beschouwd. Dit concept is om deze reden losgelaten.

Voor het bepalen van de duren behorende bij een bepaalde overschrijdingsdrempel is gebruik gemaakt van de dagafvoeren van de Rijn en de Maas. Hiertoe zijn de volgende series gebruikt:

Rijn : 1901 – 1991
Maas : 1911 – 1992

De afvoeren die ten grondslag liggen aan de analyse zijn de ongecorrigeerde waarden, dat wil zeggen zonder de correcties die nodig zijn voor de effecten van rivierwerken in Duitsland en België. Wel is een correctie toegepast op de Maasafvoeren voor een systematische fout in de afvoerbepaling, conform de beschrijving gegeven in het Aanvullend rapport nr. 1 "Maatgevende afvoer Maas" (WL & EAC-RAND, 1993g).

De duren worden bepaald per seizoen. Het zomer- en winterseizoen zijn als volgt gedefinieerd:

Zomer: mei t/m oktober;
Winter: november t/m april.

Een bepaling op basis van seizoenen impliceert dat de bovengrens aan de overschrijdingsduur gelijk is aan de duur van het seizoen. Deze duren zijn:

Zomer: 184 dagen
Winter: 181–182 dagen.

De duur van het winterseizoen is afhankelijk van het voorkomen van schrikkeljaren.

Met behulp van een computerprogramma zijn de dagafvoeren geanalyseerd. Het programma begint op een drempelwaarde die direct ligt boven de laagst geregistreeerde afvoer en doorloopt de reeks dagafvoeren. Tijdens het doorlopen van de reeks wordt zowel het aantal als de duur van de overschrijdingen van de drempelwaarde geteld, waarbij onderscheid wordt gemaakt naar seizoen. Na het eenmaal doorlopen van de reeks wordt een nieuwe (hogere) drempelwaarde gekozen en start het programma opnieuw.

De volgende drempelwaarden zijn gekozen voor Maas en Rijn:

Rijn : 750 – 12250 in stappen van 250 m³/s.
Maas : 50 – 2750 in stappen van 50 m³/s;

Voor de Rijn is de ondergrens van de dagafvoeren circa $750 \text{ m}^3/\text{s}$. De Maas kent geen ondergrens en kan vrijwel droog komen te staan. Voor beide rivieren is het bereik van de afvoer in de zomer lager dan in de winter.

Als de drempelwaarde zich tussen twee dagafvoeren bevindt wordt de overschrijdingsduur berekend door middel van lineaire interpolatie tussen deze twee waarden, zodat de duur nauwkeurig kon worden afgeleid. Er kan echter een fout blijven bestaan door:

- afwijking tussen de werkelijke golfvorm en de lineaire interpolatie;
- verschil tussen de momentane (08.00 uur) of daggemiddelde waarde en de werkelijk opgetreden afvoer.

Als een afvoergolf over de seizoensgrens heen loopt, wordt voor beide seizoenen de duur van de golf berekend. Voor de lagere drempelwaarden kan de duur van een afvoergolf zich over meerdere jaren uitstrekken, zodat deze meetelt voor een aantal seizoenen.

Voor iedere drempelwaarde is per seizoen uit de reeks duurwaarden de gemiddelde duur bepaald. Voor de lagere drempelwaarden is de gemiddelde duur vrijwel gelijk aan de maximale duur, namelijk het hele seizoen.

In de Tabellen 3.1–3.4 zijn voor resp. de Rijn en de Maas de gemiddelde duren gegeven. De duur van de hogere afvoeren voor de Rijn is beduidend langer dan die voor de Maas, hetgeen in overeenstemming is met het karakter van de Maas als (snel reagerende) regenri-
vier.

Drempel (m ³ /s)	Winter (181–182 dgn.)		Zomer (184 dgn.)	
	Aantal duren	gemiddelde duur	Aantal duren	gemiddelde duur
750	97	168,58	94	177,11
1000	146	106,89	121	131,54
1250	202	70,56	157	91,34
1500	255	49,33	213	57,01
1750	289	37,72	274	35,64
2000	347	26,67	282	25,90
2250	359	21,41	270	19,36
2500	351	17,98	243	14,48
2750	337	15,51	191	12,40
3000	312	13,91	152	10,40
3250	288	12,63	109	9,77
3500	263	11,76	80	9,29
3750	248	10,68	65	8,35
4000	244	9,30	54	7,38
4250	209	9,07	39	7,54
4500	190	8,43	33	7,09
4750	164	8,24	28	6,37
5000	137	8,34	22	5,96
5250	125	7,65	16	5,91
5500	106	7,46	13	5,50
5750	87	7,47	12	4,33
6000	76	7,15	9	4,13
6250	67	6,79	7	3,84
6500	59	6,43	3	4,96
6750	49	6,40	2	5,41
7000	45	5,68	2	4,79

Tabel 3.1 Gemiddelde overschrijdingsduren per drempelwaarde (Rijn)

Drempel (m ³ /s)	Winter (181-182 dgn.)		Zomer (184 dgn.)	
	Aantal duren	gemiddelde duur	Aantal duren	gemiddelde duur
7250	35	5,54	2	3,91
7500	26	5,78	1	5,94
7750	22	5,64	1	5,60
8000	20	5,19	1	5,26
8250	20	4,40	1	4,82
8500	16	4,31	1	4,32
8750	13	4,17	1	3,81
9000	12	3,75	1	3,30
9250	9	3,72	1	2,78
9500	7	3,75	1	2,27
9750	6	3,40	-	-
10000	3	4,43	-	-
10250	3	3,72	-	-
10500	2	4,60	-	-
10750	2	3,99	-	-
11000	2	3,41	-	-
11250	2	2,62	-	-
11500	1	3,25	-	-
11750	1	2,83	-	-
12000	1	2,42	-	-
12250	1	1,57	-	-

Tabel 3.1 Gemiddelde overschrijdingsduren per drempelwaarde (Rijn)
(vervolg)

Drempel (m ³ /s)	Winter (181–182 dgn.)		Zomer (184 dgn.)	
	Aantal duren	Gemiddelde duur	Aantal duren	Gemiddelde duur
50	151	94,46	604	18,82
100	261	51,31	611	11,11
150	385	31,00	486	8,09
200	449	22,47	338	6,98
250	452	18,80	242	6,38
300	459	15,83	185	5,94
350	445	13,93	162	4,86
400	441	11,98	121	4,65
450	412	10,80	99	4,23
500	383	9,86	77	3,91
550	361	8,78	55	3,96
600	324	8,19	48	3,50
650	287	7,81	32	3,63
700	259	7,38	22	3,81
750	240	6,84	19	3,42
800	218	6,47	17	2,89
850	199	6,10	15	2,46
900	183	5,67	8	2,69
950	164	5,34	7	2,22
1000	146	5,06	3	2,36
1050	135	4,62	1	4,60
1100	115	4,48	1	4,43
1150	101	4,28	1	4,26
1200	80	4,43	1	4,09
1250	74	4,15	1	3,92
1300	66	3,90	1	3,75
1350	53	3,97	1	3,59

Tabel 3.2 Gemiddelde overschrijdingsduren per drempelwaarde (Maas te Borgharen)

Drempel (m ³ /s)	Winter (181-182 dgn.)		Zomer (184 dgn.)	
	Aantal duren	Gemiddelde duur	Aantal duren	Gemiddelde duur
1400	49	3,60	1	3,46
1450	38	3,64	1	3,33
1500	32	3,57	1	3,20
1550	29	3,37	1	3,08
1600	22	3,61	1	2,95
1650	20	3,47	1	2,82
1700	19	3,12	1	2,69
1750	16	2,81	1	2,57
1800	13	2,70	1	2,44
1850	9	2,72	1	2,31
1900	8	2,46	1	2,18
1950	5	2,80	1	1,79
2000	4	3,01	-	-
2050	4	2,78	-	-
2100	4	2,55	-	-
2150	3	2,80	-	-
2200	2	3,42	-	-
2250	2	3,19	-	-
2300	2	2,94	-	-
2350	2	2,69	-	-
2400	2	2,44	-	-
2450	2	2,19	-	-
2500	1	3,01	-	-
2550	1	2,73	-	-
2600	1	2,38	-	-
2650	1	2,02	-	-
2700	1	1,65	-	-
2750	1	1,29	-	-

Tabel 3.2 Gemiddelde overschrijdingsduren per drempelwaarde (Maas te Borgharen) (vervolg)

3.2 Extrapolatie van de duren

Zoals duidelijk wordt uit de Tabellen 3.1 en 3.2 zijn er voor de hogere afvoeren slechts enkele waarnemingen beschikbaar. Het meenemen van alle waarnemingen in regressie-analyse leidt vaak tot onaanvaardbare resultaten. Hiervan is een voorbeeld gegeven in Figuur 3.1. De waarnemingen boven $950 \text{ m}^3/\text{s}$ behoren tot één afvoergolf.

Op basis van een visuele beoordeling van de vorm van de regressie-curves is een ondergrens gekozen van minimaal 5 waarnemingen. Hierdoor gaat echter noodgedwongen belangrijke informatie verloren in het hogere afvoerbereik.

Door het aanhouden van een minimum aan het aantal waarnemingen is de regressie-analyse gebaseerd op de volgende intervallen:

Rijn:

Winter: 750 – 9750 m^3/s

Zomer: 750 – 6250 m^3/s

Maas:

Winter: 50 – 2000 m^3/s

Zomer: 50 – 950 m^3/s

Ook bij het toepassen van deze ondergrens op het aantal waarnemingen komen er toch nog grote schommelingen voor in de duren van de hogere afvoeren als gevolg van het geringe aantal waarnemingen waarop de gemiddelde duren zijn gebaseerd. Om een meer vloeiend verloop te verkrijgen is door regressie-analyse geprobeerd functies te definiëren die de relatie afvoeren - gemiddelde duren beschrijven. Het blijkt niet mogelijk via regressie-analyse voor het volledige interval één passende functie te definiëren. We hebben daarom gekozen voor het opdelen van het interval in meerdere delen en voor elk deel een aparte functie af te leiden. Het bereik van de functies is weergegeven in Annex 3.1. Op de Figuren 3.2–3.3 (Rijn, winter/zomer) en 3.4–3.5 (Maas, winter/zomer) zijn de regressie-functies gegeven voor de verschillende deelbereiken. Met arceringen zijn de bereiken van de functies aangeduid. Op de overgang tussen de bereiken moet veelal gemiddeld worden.

Voor de bepaling van de (verwachte) duur van de afvoeren buiten het waarnemingsbereik moet worden geëxtrapoleerd. Om de invloed van de lagere waarden te beperken, is de extrapolatie gebaseerd op de functies van de hoogste deelbereiken. Het is duidelijk dat met name voor het zomerseizoen een vergaande extrapolatie noodzakelijk is, waardoor grote onzekerheid wordt geïntroduceerd.

In Annex 3.2 (Rijn) en 3.3 (Maas) zijn de duren gegeven zoals berekend met de samengestelde functies. Deze duren zullen in Hoofdstuk 5 worden gecombineerd met de overschrijdingsfrequenties (Hoofdstuk 4) om de dagfrequenties te bepalen.

4 Overschrijdingsfrequenties winter- en zomerafvoeren

4.1 Inleiding

Voor het bepalen van de overschrijdingsfrequenties voor het volledige bereik van de afvoeren is een tweedeling noodzakelijk in de methodiek.

Methode 1 omvat de bepaling van de overschrijdingsfrequenties van afvoeren binnen het bereik van de gemeten historische afvoeren. Dit zijn de afvoeren met een hoge frequentie (dat wil zeggen een korte herhalingstijd). De meetreeks die hieraan ten grondslag ligt is dezelfde die is gebruikt voor de afleiding van de gemiddelde duren. De frequenties zijn bepaald uit het aantal overschrijdingen voor iedere drempelwaarde. De procedure is beschreven in Paragraaf 4.2.

Methode 2 is toegepast voor de bepaling van de overschrijdingsfrequenties voor de hogere afvoeren boven de gemeten historische afvoeren. Deze afvoeren hebben lage frequenties (dat wil zeggen een lange herhalingstijd) en worden verkregen uit extrapolatie op basis van frequentie-analyse van extreme afvoeren. Hiertoe zijn verschillende standaard-technieken voorhanden (zie Deelrapport 2, WL & EAC-RAND, 1993d). De procedure is beschreven in Paragraaf 4.3.

Beide methoden worden apart toegepast voor het winter- en zomer-seizoen.

Om tot een continue lijn te komen moeten de resultaten van de twee methoden worden samengevoegd. Hierbij is enige voorzichtigheid op zijn plaats, omdat het twee verschillende methoden van data-analyse betreft:

1. bepaling van het gemiddeld aantal overschrijdingen van de afvoer per drempelwaarde in het meetbereik (dagafvoeren);
2. frequentie-analyse van de jaarmaxima.

In het eerste geval wordt dus steeds een drempelwaarde gekozen en het aantal overschrijdingen van deze waarde per seizoen geteld, onafhankelijk van de duur van een dergelijke overschrijding. Het totale aantal overschrijdingen per seizoen wordt gedeeld op het aantal jaren waarnemingsmateriaal. Bij de lagere drempelwaarden komt het regelmatig voor dat een overschrijding meerdere jaren duurt en dus ook meerdere malen meetelt. Dit is met name het geval bij de Rijn, hetgeen ook duidelijk is bij de weergave van de gemiddelde duren (Tabel 3.1). Hierdoor is natuurlijk sprake van een sterke afhankelijkheid van de aantallen overschrijdingen maar dit is geen probleem omdat we geïnteresseerd zijn in het werkelijke voorkomen van de afvoeren.,

Voor de tweede methode, waarbij gebruik wordt gemaakt van frequentie-analyse met bijv. de Gumbel-verdeling, is onafhankelijkheid van de data wel belangrijk, omdat de verdelingsfunctie hierop is gebaseerd. Om die reden is gekozen voor het gebruik van jaarmaxima waarvan de onafhankelijkheid vrijwel zeker gewaarborgd is.

Hoewel hier op twee manieren naar hetzelfde waarnemingsmateriaal wordt gekeken, moet de uitkomst in het overlappingsgebied ongeveer gelijk zijn, omdat het feitelijk twee manieren

zijn van beschrijving van hetzelfde fenomeen. Het probleem van de onderlinge afhankelijkheid van de waarnemingen speelt alleen een rol bij de lagere afvoeren en is in het overlappingsgebied dusdanig gereduceerd dat hierdoor geen noemenswaardige afwijkingen meer worden geïntroduceerd.

Bij het aaneensluiten van de verschillende functies blijkt dan ook, dat in de vier voorkomende gevallen (Rijn en Maas voor beide seizoenen) de functies zonder grote problemen in elkaar overgaan.

4.2 Hoge frequenties

De bepaling van de overschrijdingsfrequenties van de afvoeren in het meetbereik is gebaseerd op het aantal overschrijdingen per drempelwaarde, zoals bepaald bij de afleiding van de duren (zie Tabellen 3.1 en 3.2). De overschrijdingsfrequentie is bepaald uit de deling van het aantal overschrijdingen op het aantal jaren waarnemingsmateriaal.

In het hoogste deel van het meetbereik veroorzaakt één afvoergolf vaak het meerdere malen voorkomen van de waarde één voor de overschrijding van de drempelwaarde (zie bijv. de zomergegevens van de Maas in het interval 1050 - 1950 m³/s). In tegenstelling tot de duren kan hier immers niet geïnterpoleerd worden en moeten hele getallen worden aangehouden. Om dit effect te vermijden is op basis van beoordeling van het verloop van de reeksen de waarde van twee overschrijdingen als ondergrens gekozen.

Bij de overschrijdingen is sprake van een onregelmatig verloop van de reeksen. Om door de discrete punten een vloeiende lijn te kunnen trekken en om interpolatie mogelijk te maken zijn functies gezocht voor de relatie tussen de drempelwaarden en de overschrijdingsfrequenties. De afleiding kan gesplitst worden in twee delen:

1. afleiding van relaties tussen de twee grootheden met onderscheiding van deelbereiken van de functies, om een optimale aanpassing van de lijn aan de data mogelijk te maken.

Een overzicht van de deelbereiken staat in Annex 4.1. De deelbereiken van de winter- en zomerfuncties zijn verschillend, omdat de zomerafvoeren meestal lager zijn dan de winterafvoeren. Het hoogste deelbereik is verlengd tot buiten het waarnemingsbereik om het overlappingspunt te kunnen vinden met de functies gebaseerd op methode 2 (frequentie-analyse van jaarmaxima, zie volgende hoofdstuk).

De relaties staan op de Figuren 4.1–4.4;

2. samenstellen van de uiteindelijke lijst *discrete* frequentie-waarden uit een combinatie van de verschillende deelfuncties.

De overgangen van het ene naar het andere bereik zijn gekozen op basis van een visuele beoordeling van de aansluiting van de functies en in de meeste gevallen is in het overlappingsbereik een (gewogen) middeling toegepast tussen de waarden van de twee deelfuncties.

De lijst discrete frequentie-waarden zijn weergegeven in de Annexen 4.2 (Rijn) en 4.3 (Maas).

4.3 Lage frequenties

In de tweede aanvullende studie (rapport nr. 2: "Werklijn Rijn en Maas") zijn de frequenties bepaald van de afvoeren van de Rijn en Maas voor het volledige hydrologische jaar. In de nu voorliggende studie moeten de afzonderlijke winter- en zomerfrequenties van de maatgevende afvoeren worden afgeleid. Hiertoe is een frequentie-analyse uitgevoerd op afzonderlijke series jaarmaxima voor het zomer- en winterseizoen. Er is getracht gebruik te maken van dezelfde verdelingen als welke zijn toegepast bij het vaststellen van de maatgevende afvoeren voor het volledige (hydrologische) jaar.

Op basis van visuele beoordeling van de frequentielijnen is het moeilijk een keuze tussen de verdelingen te maken, maar voor de log-normale en Pearson-III verdelingen blijkt dat de winter en zomer herhalingstijden voor de hogere waarden onwaarschijnlijke uitkomsten opleveren. Uiteindelijk is gekozen voor de Gumbel-verdeling, omdat deze een goede aanpassing van de frequentielijn aan de data heeft en met deze verdeling de bepaling van de winter- en zomer herhalingstijden van de maatgevende afvoeren realistische waarden oplevert. Uit een visuele beoordeling van de frequentiecurves volgt wel dat voor een goede aanpassing van de frequentielijn aan de data gebruik moet worden gemaakt van een ondergrens op de data. Daarnaast moeten sommige extreme waarden buiten beschouwing worden gelaten:

1. Rijn
 - Zomer: weglaten hoogste afvoer ($9707 \text{ m}^3/\text{s}$), daar deze geheel buiten de frequentielijn valt en waarschijnlijk een veel langere herhalingstijd heeft dan met de relatief korte serie waarnemingen kan worden weergegeven;
 - Winter: ondergrens op $5000 \text{ m}^3/\text{s}$;
2. Maas
 - Zomer: weglaten hoogste afvoer ($2000 \text{ m}^3/\text{s}$), zie boven;
 - Winter: ondergrens op $1000 \text{ m}^3/\text{s}$;

Voor de Rijn is de gekozen ondergrens lager dan de waarde gebruikt voor de analyse van het volledige hydrologische jaar ($7.000 \text{ m}^3/\text{s}$), omdat in dit geval alleen winterpieken worden meegenomen. Voor de Maas is op basis van visuele beoordeling van de grafieken geen aanleiding een andere ondergrens te kiezen.

Op de Figuren 4.5 (Rijn) en 4.6 (Maas) zijn de frequentielijnen getekend voor de winter- en zomer-jaarmaxima.

Met de twee parameters die de Gumbel-verdeling beschrijven zijn herhalingstijden per seizoen uiterekend van de maatgevende afvoeren behorende bij het volledige hydrologische jaar. Hiervoor moeten de afvoerwaarden worden genomen *zonder* de correcties voor rivierwerken, omdat voor het afleiden van de Gumbel-verdeling ook ongecorrigeerde series zijn gebruikt. De afvoerwaarden in de Tabellen 4.1 en 4.2 zijn daarom niet gelijk aan de afvoerwaarden van de werklijn. Zo wordt voor het afleiden van de seizoensherhalingstijden van de maatgevende afvoer bij een herhalingstijd van $T=1250$ jaar een Rijn-afvoer van $14.545 \text{ m}^3/\text{s}$ gebruikt, maar deze komt overeen met een maatgevende afvoer van $15.000 \text{ m}^3/\text{s}$ als rekening wordt gehouden met het effect van de rivierwerken in Duitsland.

In de uiteindelijke presentatie van de dagfrequenties zullen de werkelijke (gecorrigeerde) afvoeren worden gebruikt.

Uit de verhouding van de herhalingstijden van de twee seizoenen (Tabellen 4.1 en 4.2) kan worden afgeleid dat, in het algemeen, de herhalingstijd voor de maatgevende afvoer in het zomerseizoen veel hoger is dan die van het winterseizoen. Dit vindt zijn oorzaak in het feit dat de hoogwaters in de zomer beduidend lager en minder frequent zijn, een effect dat het sterkst is voor de Maas, waaruit afgeleid kan worden dat de hoogwaters op de Maas veel meer gebonden zijn aan het winterseizoen dan de hoogwaters op de Rijn.

De winter- en zomerherhalingstijden (T) zijn omgezet naar frequenties ($f = 1/T$). De som van deze zomer- en winterfrequentie moet in theorie gelijk zijn aan de oorspronkelijke frequentie van de maatgevende afvoer gebaseerd op de volledige jaarseries. De afwijking hiervan wordt gecorrigeerd door de zomer en winter frequenties te vermenigvuldigen met een correctiefactor.

In de Tabellen 4.1 en 4.2 staan voor de verschillende maatgevende afvoeren de volgende gegevens:

- (ongecorrigeerde) winter- en zomerherhalingstijden;
- correctiefactoren, en
- gecorrigeerde winter- en zomerfrequenties.

T	Afvoer (m ³ /s)	Herhalingstijd (ongecorrigeerd)		Correctie factor	Overschrijdingsfrequentie	
		Winter	Zomer		Winter	Zomer
2	7.020	3	32	1,37	0,457	4,286E-2
5	8.345	7	106	1,31	0,188	1,239E-2
10	9.245	12	242	1,14	9,528E-2	4,724E-3
25	10.240	24	602	0,92	3,847E-2	1,534E-3
50	11.030	40	1.241	0,77	1,938E-2	6,245E-4
100	11.865	71	2.667	0,69	9,741E-3	2,593E-4
250	12.880	142	6.762	0,56	3,918E-3	8,227E-5
500	13.610	232	13.200	0,46	1,965E-3	3,454E-5
1.000	14.315	376	25.191	0,37	9,853E-4	1,471E-5
1.250	14.545	439	31.069	0,35	7,888E-4	1,115E-5
2.500	15.240	706	58.867	0,28	3,953E-4	4,740E-6
5.000	15.920	1.122	109.655	0,22	1,980E-4	2,026E-6
10.000	16.590	1.772	202.135	0,18	9,913E-5	8,690E-7

Tabel 4.1 Overschrijdingsfrequenties Rijn te Lobith

Voor de tussenliggende waarden kan met behulp van regressie-analyse een functie worden afgeleid die het verband weergeeft tussen de maatgevende afvoer en de winter- en zomerfrequenties. Daarbij is de ondergrens van de regressie-functie gelegd bij $T = 25$ jaar om een zo goed mogelijke correlatie te krijgen. Gezien de nauwkeurigheid die vereist is voor het benaderen van de frequentiewaarden zijn deelbereiken onderscheiden in het bereik van de functies. Deze functies en hun bereiken zijn weergegeven in Annex 4.4, en de Figuren 4.7-4.10. De frequentie-waarden berekend met de regressie-functies zijn weergegeven in de Annexen 4.5 en 4.6.

T	Afvoer (m ³ /s)	Herhalingstijd (ongecorrigeerd)		Correc- tie- factor	Overschrijdingsfrequentie	
		Winter	Zomer		Winter	Zomer
2	1.345	2	85	0,98	0,489	1,149E-2
5	1.720	6	497	1,19	0,198	2,386E-3
10	1.965	12	1.581	1,19	9,925E-2	7,533E-4
25	2.260	30	6.374	1,19	3,981E-2	1,874E-4
50	2.470	57	17.190	1,14	1,993E-2	6,610E-5
100	2.675	108	45.344	1,08	9,976E-3	2,376E-5
250	2.940	246	158.276	0,98	3,994E-3	6,207E-6
500	3.140	458	409.200	0,91	1,998E-3	2,236E-6
1.000	3.335	842	1.048.576	0,84	9,992E-4	8,023E-7
1.250	3.395	1.015	1.398.101	0,81	7,994E-4	5,804E-7
2.500	3.590	1.865	3.355.443	0,74	3,998E-4	2,222E-7
5.000	3.780	3.374	8.388.608	0,67	1,999E-4	8,041E-8
10.000	3.970	6.105	1)	-	-	-
1) Herhalingstijd groter dan $20 \cdot 10^6$ jaar.						

Tabel 4.2 Overschrijdingsfrequenties Maas te Borgharen

4.5 Synthese van de frequentielijn over het volledige bereik

Om tot een synthese te komen van de functies die de overschrijdingsfrequenties beschrijven zijn de volgende combinaties bepaald:

Rijn - winter (Annex 4.7a)

750 -	11250 m ³ /s:	uit duur-analyse
	11500 m ³ /s:	gemiddelde van de twee methoden
11750 -	17000 m ³ /s:	uit frequentie-analyse

Rijn – zomer (Annex 4.7b)

750 – 7750 m ³ /s:	uit duur-analyse
8000 m ³ /s:	gemiddelde van de twee methoden
8250 – 17000 m ³ /s:	uit frequentie-analyse

Maas – winter (Annex 4.8a)

50 – 2750 m ³ /s:	uit duur-analyse
2800 m ³ /s:	gemiddelde van de twee methodes
2850 – 4000 m ³ /s:	uit frequentie-analyse

Maas – zomer (Annex 4.8b)

50 – 650 m ³ /s:	uit duur-analyse
700 – 900 m ³ /s:	gewogen gemiddelde van de twee methoden
950 – 4000 m ³ /s:	uit frequentie-analyse

Op deze wijze is een lijst verkregen van *discrete* frequentie-waarden, behorende bij ongecorrigeerde afvoeren. Deze waarden zullen worden gecombineerd met de gemiddelde duren behorende bij dezelfde afvoeren, om te komen tot de dagfrequenties. Deze procedure is beschreven in Hoofdstuk 5.

5 Dagfrequenties

5.1 Introductie

De dagfrequenties worden bepaald uit het produkt van de duren en de overschrijdingsfrequenties. De overschrijdingsfrequenties zijn echter bepaald op basis van de oorspronkelijke historische afvoerwaarden, waarin nog geen rekening is gehouden met eventuele effecten van rivierwerken. Deze dagfrequenties gelden dus ook alleen voor ongecorrigeerde afvoeren (Paragraaf 5.2).

Voor het bepalen van de dagfrequenties van toekomstige hoogwaters is het noodzakelijk rekening te houden met de verhogingen van de afvoer ten gevolge van rivierwerken in Duitsland en België. Hiertoe is een relatie afgeleid tussen de ongecorrigeerde afvoeren en de correctiewaarden, zodat de oorspronkelijke afvoerwaarden omgezet kunnen worden in gecorrigeerde afvoeren (Paragraaf 5.3).

Uiteindelijk is een relatie afgeleid tussen de dagfrequenties en de gecorrigeerde afvoeren (maatgevende afvoeren, Paragraaf 5.4).

5.2 Bepaling dagfrequenties voor ongecorrigeerde afvoeren

De dagfrequenties per seizoen ontstaan uit een simpele vermenigvuldiging van de overschrijdingsfrequenties en de duren. De resultaten van deze vermenigvuldiging zijn weergegeven in de Annexen 5.1a (Rijn) en 5.1b (Maas) voor reeksen *discrete* afvoerwaarden. Daar deze berekening slechts een tussenstap is, is het afleiden van functies voor de bepaling van tussenliggende frequenties achterwege gelaten.

5.3 Omzetting ongecorrigeerde afvoeren naar maatgevende afvoeren

Om tot een relatie te komen tussen de maatgevende afvoeren en de bijbehorende dagfrequenties zijn de oorspronkelijke ongecorrigeerde afvoeren omgezet naar de verwachte gecorrigeerde afvoeren (als gevolg van rivierwerken in Duitsland en België voor resp. de Rijn en Maas). Voor beide rivieren betreft het een verhoging van de afvoer. De gecorrigeerde waarden zijn gelijk aan de maatgevende afvoeren zoals weergegeven in het aanvullend rapport 2 "Werklijn Rijn en Maas".

De omzetting van de ongecorrigeerde discrete afvoerwaarden naar de corresponderende gecorrigeerde waarden is gebaseerd op relaties die beschreven zijn in het aanvullend rapport 2 "Werklijn Rijn en Maas". De functies die hieraan ten grondslag liggen zijn weergegeven in de Figuren 5.1 en 5.2. In deze figuren is te zien dat voor de Rijn een gedifferentieerd beeld mogelijk is van de effecten als functie van de hoogte van de afvoer. Voor de Maas is een lineair verband aangenomen, omdat hier nog geen uitgebreide studie voorhanden waarop een meer gedetailleerd beeld van het effect van rivierwerken op hoge afvoeren kan worden gebaseerd. In beide gevallen geldt dat de kennis van deze effecten nog zeer globaal is.

Voor beide rivieren bestaat er een minimale afvoer waarboven een effect moet worden meegenomen. Vooralsnog is deze ondergrens gebaseerd op het snijpunt van de functie met

de X-as, omdat in de studies van de effecten de ondergrenzen slechts bij benadering worden aangegeven. Deze ondergrenzen zijn:

Rijn : 4650 m³/s
Maas : 400 m³/s

Voor de Rijn ligt deze ondergrens iets te hoog, gezien de informatie die beschikbaar is van het vollopen van de retentie-bekkens in Duitsland (zie Aanvullend rapport 2, blz. 2-5). Voor de Maas is de waarde relatief laag, maar voor deze rivier ontbreekt informatie van het effect bij lage afvoeren.

Voor de Rijn heeft de correctiewaarde een maximum op circa 530 m³/s. Deze wordt bereikt bij een afvoer van circa 16.000 m³/s, hetgeen in overeenstemming is met de beschrijving in het Aanvullend rapport 2.

Voor de Maas is geen bovengrens bekend.

5.4 Afleiding relatie maatgevende afvoeren – dagfrequenties

Met de omzetting zoals beschreven in de voorgaande paragraaf zijn de dagfrequenties gekoppeld aan de maatgevende afvoeren voor *discrete* waarden. Om de dagfrequentie van tussenliggende maatgevende afvoeren te kunnen bepalen zijn functies afgeleid die geldig zijn voor verschillende deelbereiken. Die deelbereiken zijn weergegeven in Annex 5.2, en in de Figuren 5.3–5.6.

Met deze functies zijn de Tabellen 5.1 (Rijn) en 5.2 (Maas) opgesteld. Voor de afleiding van een dagfrequentie van een tussenliggende afvoerwaarde moet gebruik worden gemaakt van de functie die hoort bij het deelbereik waarin de gewenste afvoerwaarde valt.

Afvoer	Winter	Zomer
m ³ /s	dagen	dagen
500	181,25	184,00
750	180,075	181,091
1000	170,331	168,065
1250	156,052	149,503
1500	139,032	127,708
1750	120,805	104,656
2000	102,648	81,992
2250	85,576	61,036
2500	70,349	42,776
2750	57,468	27,872
3000	47,173	16,655
3250	39,447	9,128
3500	34,015	6,738
3750	30,342	4,538
4000	27,509	3,759
4250	22,642	2,577
4500	18,722	1,813
4750	15,480	1,300
5000	12,800	9,479e-1
5250	10,584	7,020e-1
5500	8,752	5,273e-1
5750	7,236	4,011e-1
6000	5,983	3,087e-1
6250	4,948	2,401e-1
6500	4,091	1,886e-1
6750	3,383	1,495e-1
7000	2,797	1,195e-1
7250	2,313	9,631e-2
7500	1,912	7,818e-2
7750	1,581	6,389e-2
8000	1,307	5,255e-2
8250	1,081	4,349e-2
8500	8,939e-1	3,619e-2
8750	7,391e-1	3,028e-2
9000	6,221e-1	2,558e-2
9250	5,002e-1	1,891e-2
9500	3,872e-1	1,391e-2
9750	3,029e-1	1,024e-2
10000	2,369e-1	7,531e-3

Tabel 5.1 Dagfrequenties voor gecorrigeerde afvoeren Rijn te Lobith

Afvoer	Winter	Zomer
m ³ /s	dagen	dagen
10250	1,853e-1	5,541e-3
10500	1,449e-1	4,076e-3
10750	1,133e-1	2,999e-3
11000	8,865e-2	2,207e-3
11250	6,933e-2	1,623e-3
11500	5,423e-2	1,194e-3
11750	4,242e-2	8,787e-4
12000	3,317e-2	6,465e-4
12250	2,595e-2	4,757e-4
12500	2,029e-2	3,499e-4
12750	1,587e-2	2,575e-4
13000	1,242e-2	1,894e-4
13250	9,710e-3	1,394e-4
13500	7,595e-3	1,025e-4
13750	5,940e-3	7,544e-5
14000	4,646e-3	5,550e-5
14250	3,634e-3	4,083e-5
14500	2,842e-3	3,004e-5
14750	2,223e-3	2,210e-5
15000	1,739e-3	1,626e-5
15250	1,360e-3	1,196e-5
15500	1,064e-3	8,802e-6
15750	8,320e-4	6,476e-6
16000	6,507e-4	4,764e-6
16250	5,089e-4	3,505e-6
16500	3,981e-4	2,579e-6
16750	3,113e-4	1,897e-6
17000	2,435e-4	1,396e-6

Tabel 5.1 Vervolg

Afvoer	Winter	Zomer
m ³ /s	dagen	dagen
0	181,25	184,00
50	181,25	130,914
100	162,205	84,344
150	138,922	52,467
200	118,982	31,780
250	101,903	19,246
300	87,276	12,287
350	74,749	8,787
400	64,020	7,092
450	54,830	6,012
500	46,960	4,815
550	40,220	3,234
600	34,447	1,568
650	29,502	1,307
700	25,268	1,022
750	21,641	7,986e-1
800	18,534	6,242e-1
850	15,874	4,879e-1
900	13,596	3,814e-1
950	11,644	2,981e-1
1000	9,973	2,330e-1
1050	8,541	1,821e-1
1100	7,315	1,423e-1
1150	6,265	1,113e-1
1200	5,366	8,697e-2
1250	4,596	6,798e-2
1300	3,936	5,313e-2
1350	3,371	4,153e-2
1400	2,887	3,246e-2
1450	2,473	2,537e-2
1500	2,118	1,983e-2
1550	1,814	1,618e-2
1600	1,554	1,331e-2
1650	1,228	1,051e-2
1700	9,512e-1	8,295e-3
1750	8,040e-1	6,549e-3
1800	6,796e-1	5,171e-3
1850	5,745e-1	4,083e-3
1900	4,856e-1	3,224e-3
1950	4,105e-1	2,545e-3

Tabel 5.2 Dagfrequenties voor gecorrigeerde afvoeren (Maas te Borgharen)

Afvoer	Winter	Zomer
m ³ /s	dagen	dagen
2000	3,470e-1	2,010e-3
2050	2,933e-1	1,587e-3
2100	2,479e-1	1,253e-3
2150	2,096e-1	9,891e-4
2200	1,771e-1	7,810e-4
2250	1,497e-1	6,166e-4
2300	1,266e-1	4,868e-4
2350	1,070e-1	3,844e-4
2400	9,044e-2	3,035e-4
2450	7,644e-2	2,396e-4
2500	6,462e-2	1,892e-4
2550	5,462e-2	1,494e-4
2600	4,617e-2	1,179e-4
2650	3,903e-2	9,312e-5
2700	3,299e-2	7,352e-5
2750	2,789e-2	5,805e-5
2800	2,357e-2	4,583e-5
2850	1,992e-2	3,619e-5
2900	1,684e-2	2,857e-5
2950	1,424e-2	2,256e-5
3000	1,203e-2	1,781e-5
3050	1,017e-2	1,406e-5
3100	8,599e-3	1,110e-5
3150	7,268e-3	8,767e-6
3200	6,144e-3	6,922e-6
3250	5,193e-3	5,465e-6
3300	4,390e-3	4,315e-6
3350	3,711e-3	3,407e-6
3400	3,137e-3	2,690e-6
3450	2,651e-3	2,124e-6
3500	2,241e-3	1,677e-6
3550	1,894e-3	1,324e-6
3600	1,601e-3	1,045e-6
3650	1,354e-3	8,254e-7
3700	1,144e-3	6,517e-7
3750	9,672e-4	5,145e-7
3800	8,175e-4	4,063e-7
3850	6,911e-4	3,208e-7
3900	5,841e-4	2,533e-7
3950	4,938e-4	2,000e-7
4000	4,174e-4	1,579e-7

Tabel 5.2 Vervolg

Literatuur

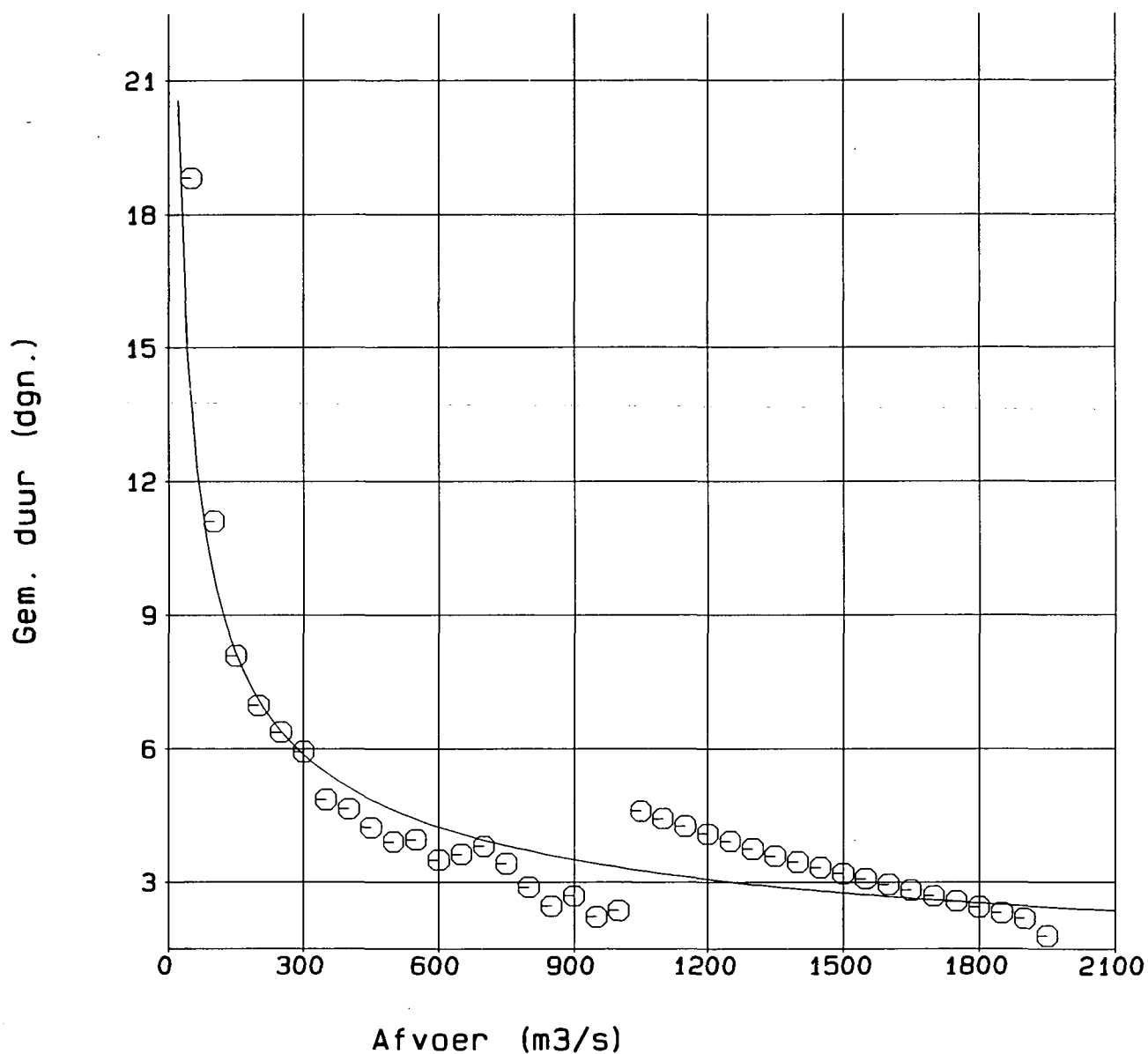
- De Ronde, J.G., 1984: Overschrijdingslijnen per maand van Lobith en Hoek van Holland. RWS, Nota WW WH 84.10;
- Van Urk, A., 1979: Overschrijdingskansen van aaneengesloten overtreffingsduren van hoge Bovenrijnafvoeren. RWS, Nota WH 78.14;
- Waterloopkundig Laboratorium & EAC-RAND, 1993a: Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterking; Samenvattingen, Waterloopkundig Laboratorium & European American Center for Policy Analysis.
- Waterloopkundig Laboratorium & EAC-RAND, 1993b: Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterking; Eindrapport, Waterloopkundig Laboratorium & European American Center for Policy Analysis.
- Waterloopkundig Laboratorium & EAC-RAND, 1993c: Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterking; Veiligheid tegen overstromingen, Waterloopkundig Laboratorium & European American Center for Policy Analysis.
- Waterloopkundig Laboratorium & EAC-RAND, 1993d: Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterking; Maatgevende belastingen, Waterloopkundig Laboratorium & European American Center for Policy Analysis.
- Waterloopkundig Laboratorium & EAC-RAND, 1993e: Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterking; Constructief ontwerp, Waterloopkundig Laboratorium & European American Center for Policy Analysis.
- Waterloopkundig Laboratorium & EAC-RAND, 1993f: Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterking; Functies, waarden en procedures, Waterloopkundig Laboratorium & European American Center for Policy Analysis.
- Waterloopkundig Laboratorium & EAC-RAND, 1993g: Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen, Aanvullend rapport 1: Maatgevende afvoer Maas, juni 1993.
- Waterloopkundig Laboratorium & EAC-RAND, 1993h: Toetsing uitgangspunten rivierdijkversterkingen, Aanvullend rapport 2: Werklijn Rijn en Maas, juli 1993.

Figuren

———— DATA FIT $f(x) = A * X^B$

Coefficients :

A = .86394E+02
B = -.47128E+00



Regressie drempelwaarden - gem. duren
Maas te Borgharen
(Effect eenmalige extreme afvoergolf)

Zomer

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

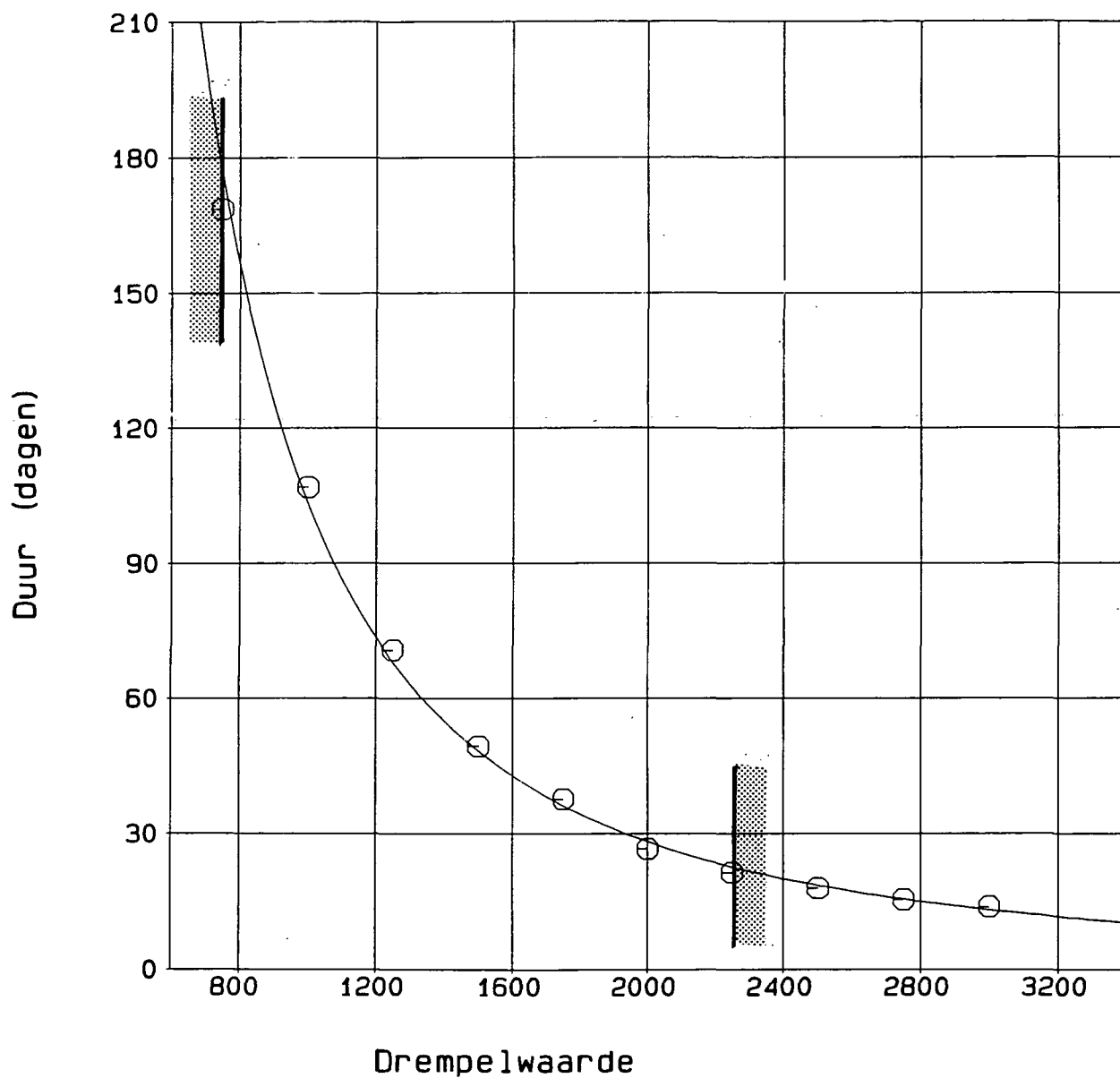
Q1664

FIG. 3.1

DATA FIT $f(x) = A * X^B$

Coefficients :

A = .42646E+08
B = -.18721E+01



Regressie drempelwaarden - gem. duren
Rijn te Lobith
Interval 750 - 3000 m³/s

Winter

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

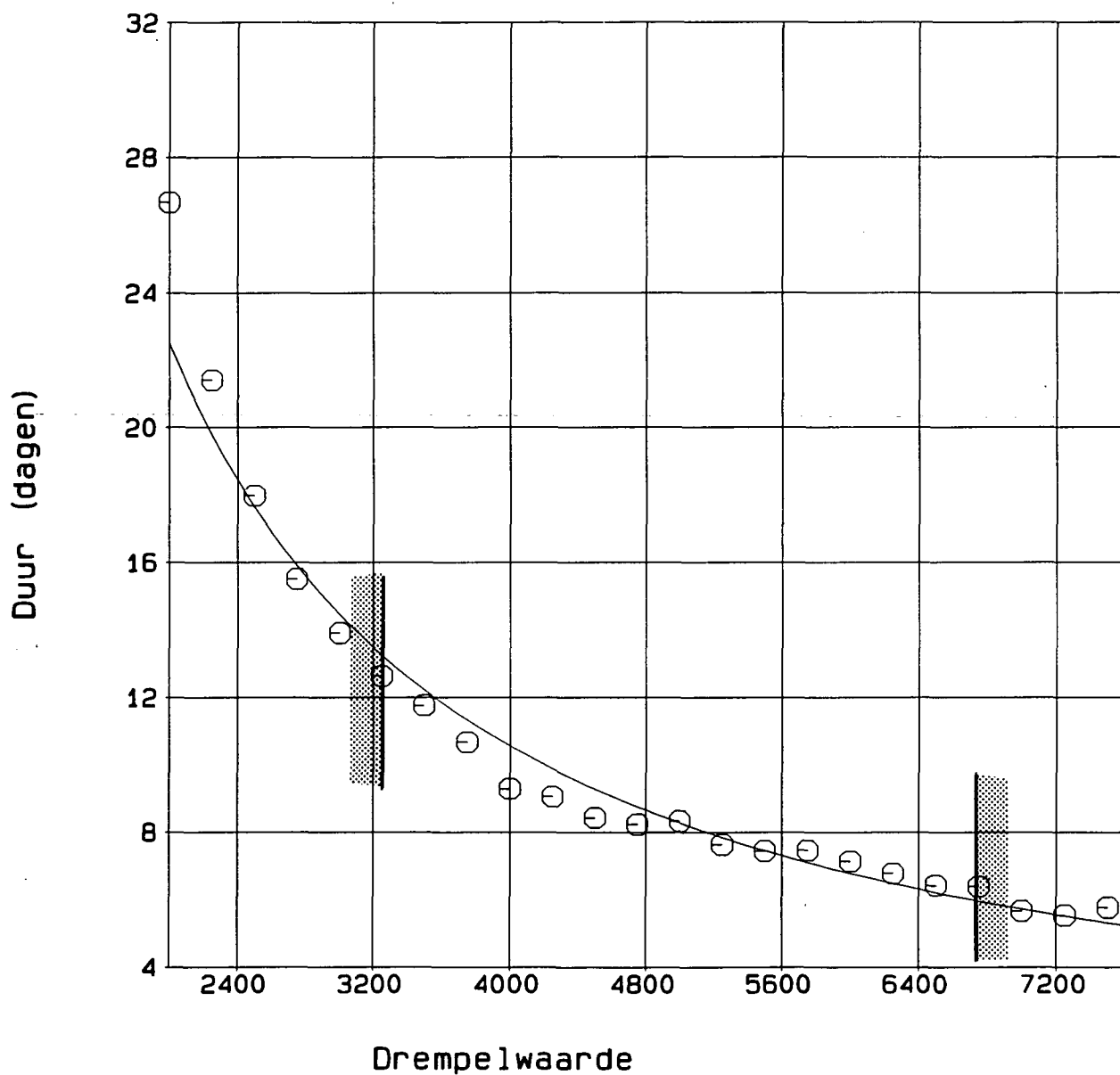
Q1664

FIG. 3.2a

DATA FIT $f(x) = A * X^B$

Coefficients :

A = .90906E+05
B = -.10924E+01



Regressie drempelwaarden - gem. duren
Rijn te Lobith
Interval 2000 - 7500 m³/s

Winter

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

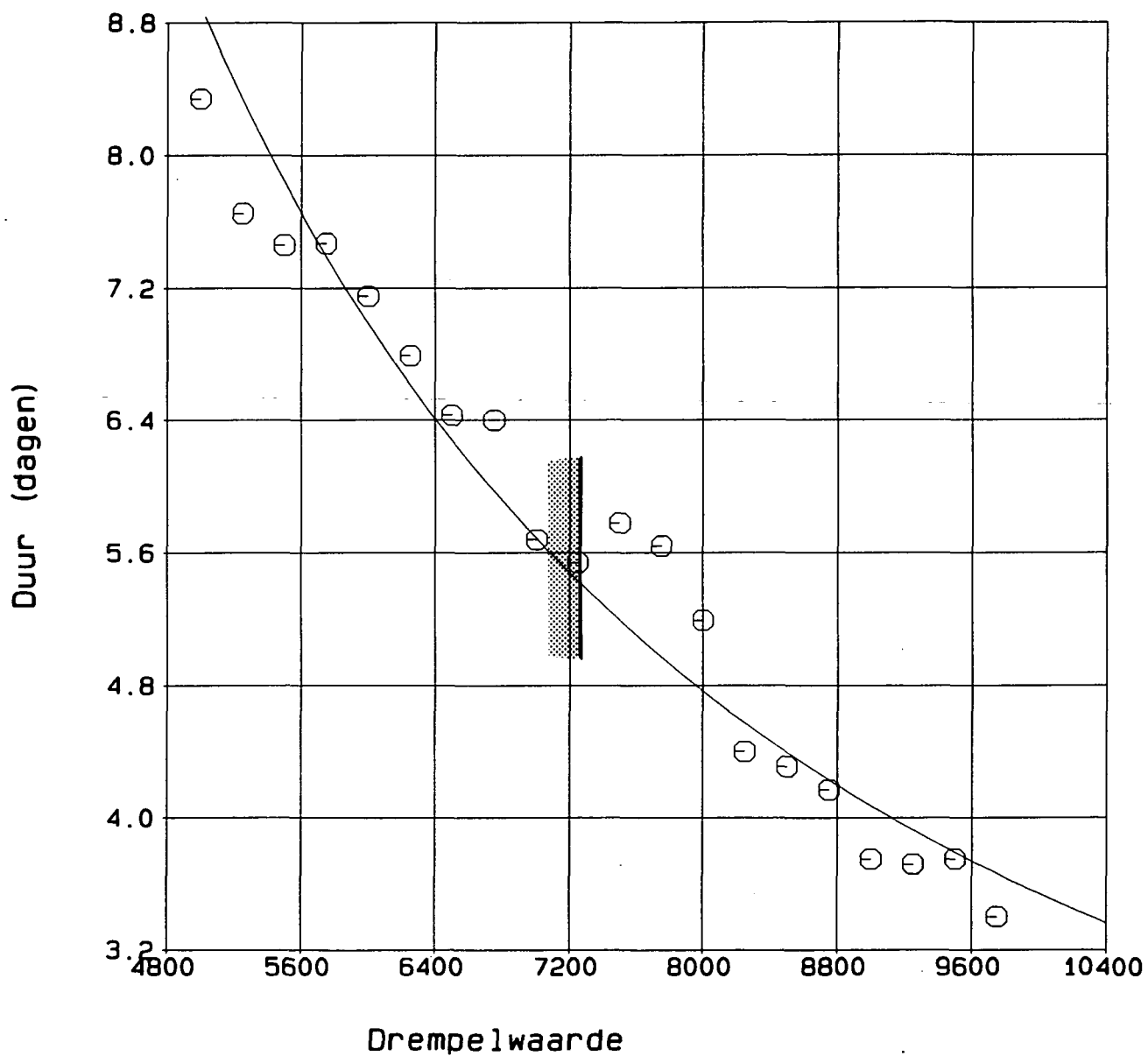
Q1664

FIG. 3.2b

DATA FIT $f(x) = A * X^B$

Coefficients :

A = .73099E+06
B = -.13287E+01



Regressie drempelwaarden - gem. duren
Rijn te Lobith
Interval 5000 - 9750 m³/s

Winter

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

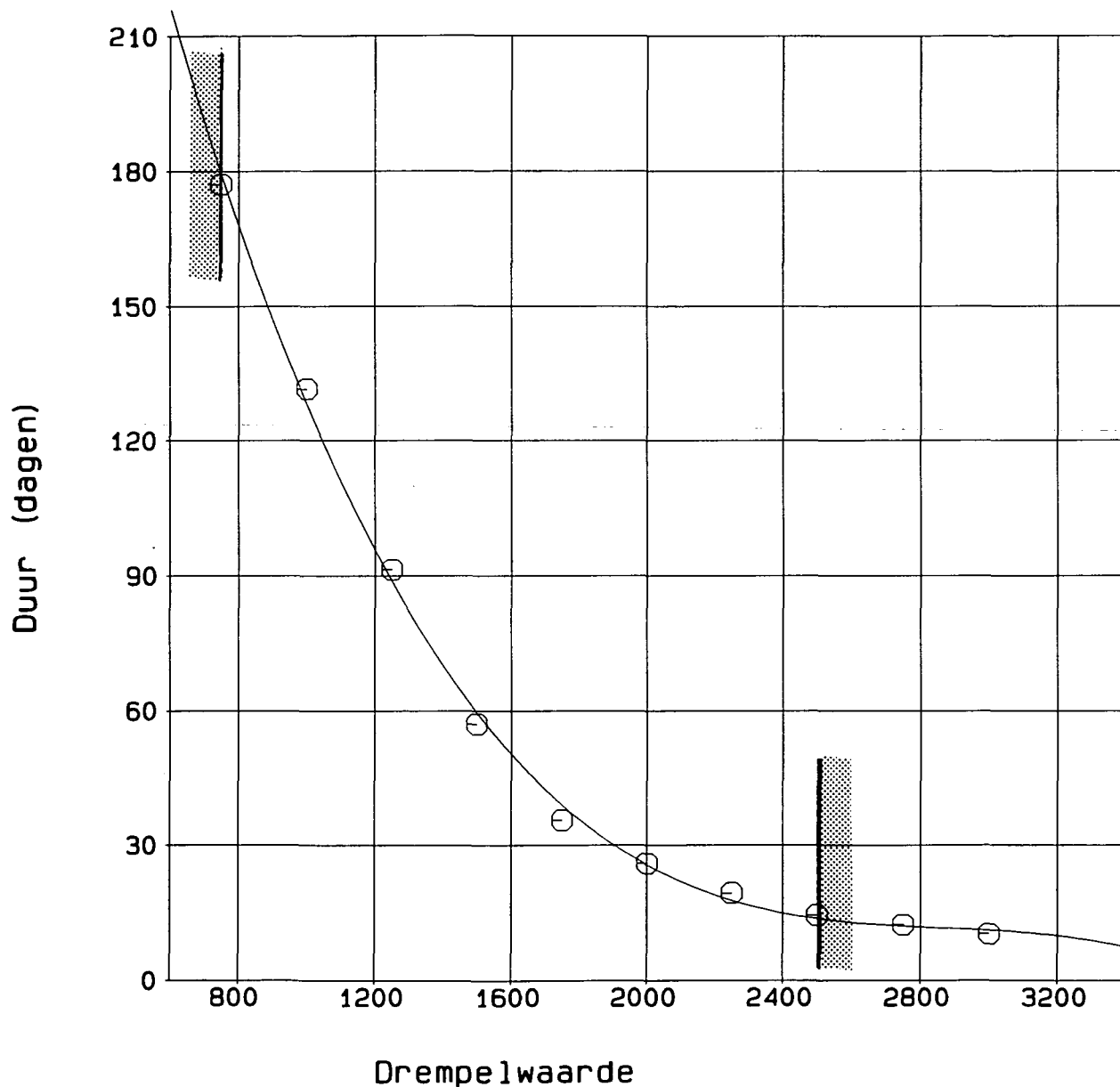
Q1664

FIG. 3.2c

DATA FIT $f(x) = c_0 + c_1 \cdot x + c_2 \cdot x^2 + \dots$

Degree of polynomial is : 3

$C(0) = .42037E+03$
 $C(1) = -.42085E+00$
 $C(2) = .14556E-03$
 $C(3) = -.16914E-07$



Regressie drempelwaarden - gem. duren
 Rijn te Lobith
 Interval 750 - 3000 m³/s

Zomer

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

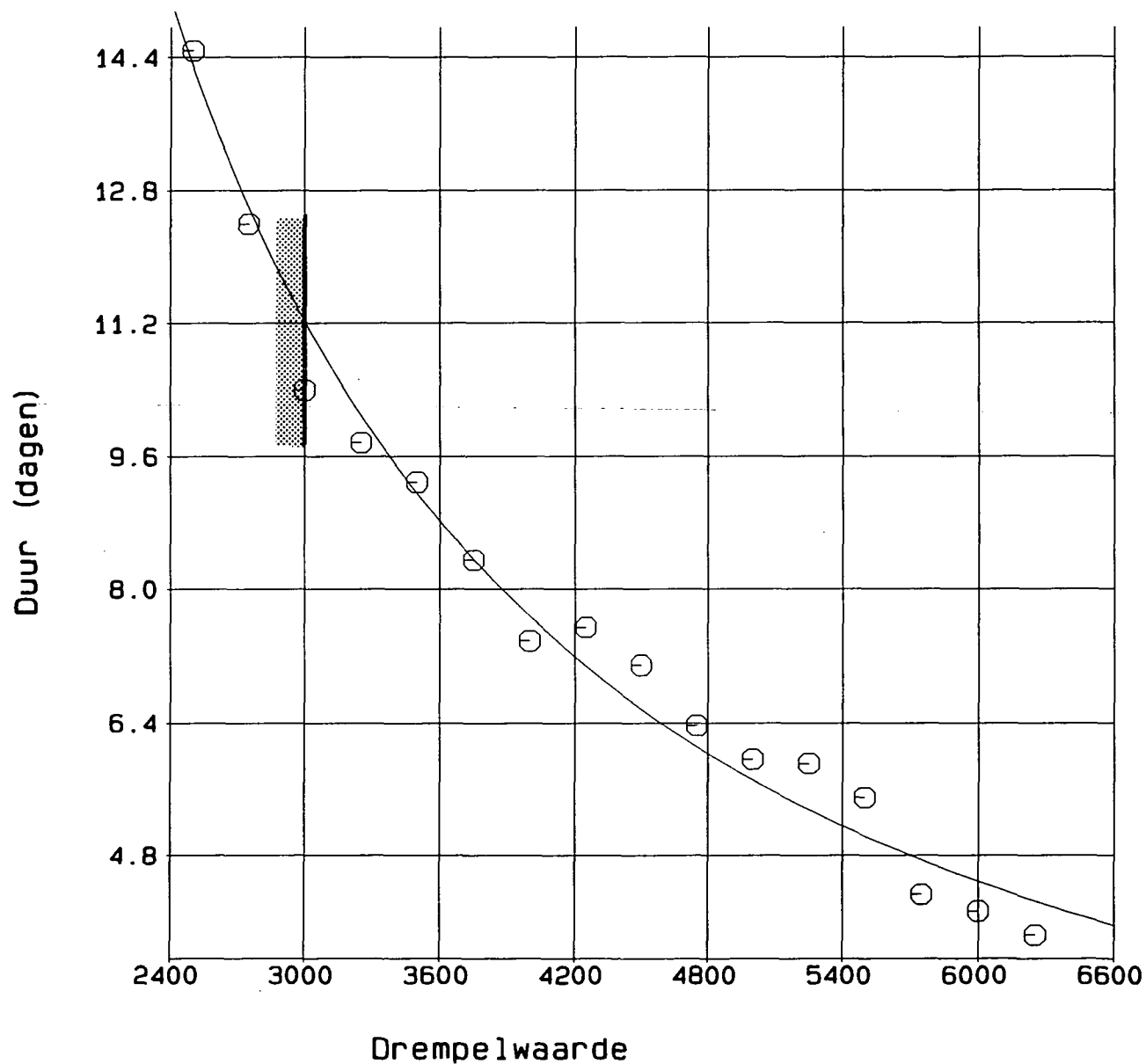
Q1664

FIG. 3.3a

DATA FIT $f(x) = A * X^B$

Coefficients :

A = .45081E+06
B = -.13240E+01



Regressie drempelwaarden - gem. duren
Rijn te Lobith
Interval 2500 - 6250 m³/s

Zomer

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

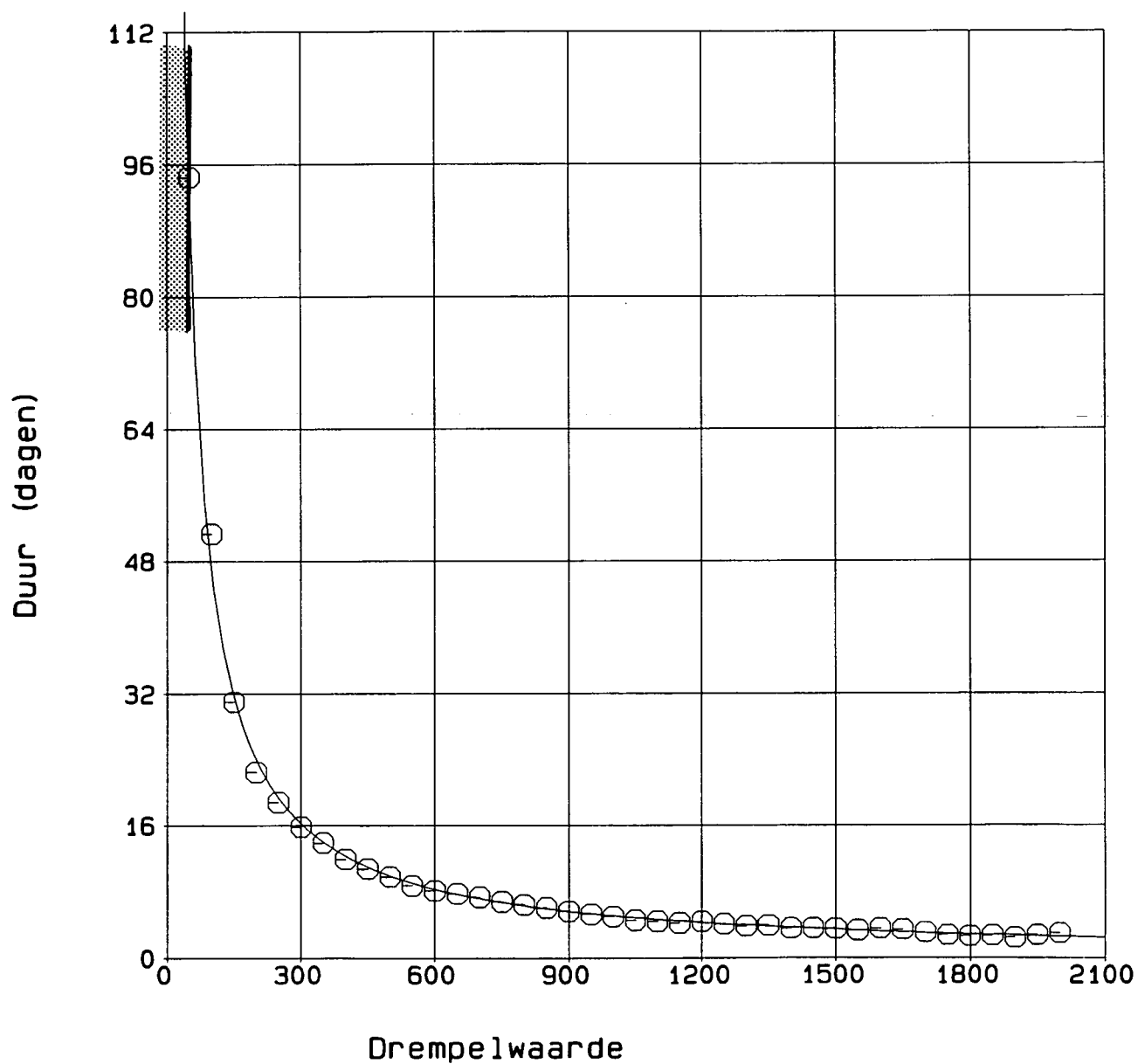
Q1664

FIG. 3.3b

DATA FIT $f(x) = A * X^B$

Coefficients :

A = .38930E+04
B = -.96058E+00



Regressie drempelwaarden - gem. duren
Maas te Borgharen
Interval 50 - 2000 m3/s

Winter

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

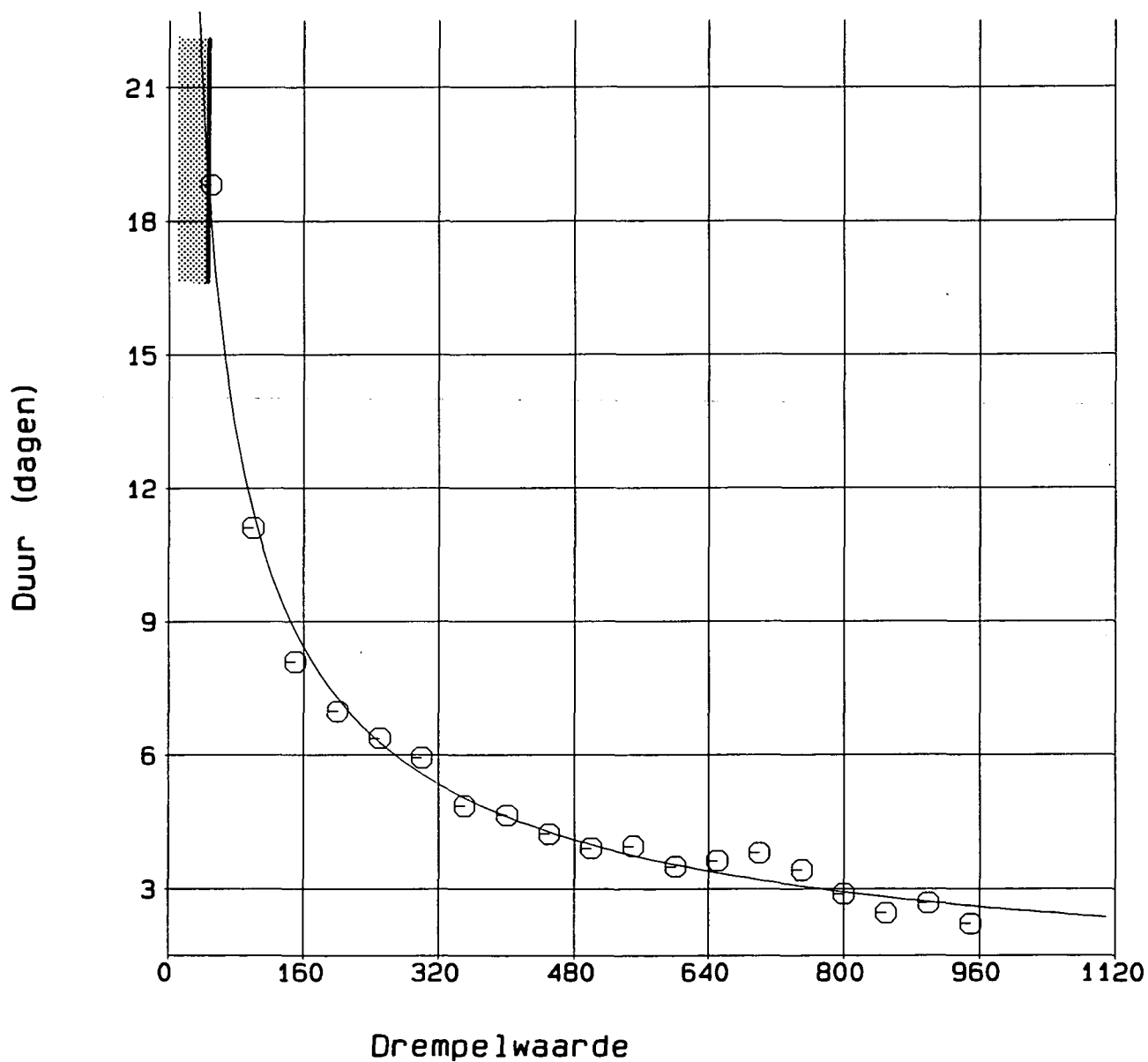
Q1664

FIG. 3.4

DATA FIT $f(x) = A * X^B$

Coefficients :

A = .23498E+03
B = -.65596E+00



Regressie drempelwaarden - gem. duren
Maas te Borgharen
Interval 50 - 950 m3/s

Zomer

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

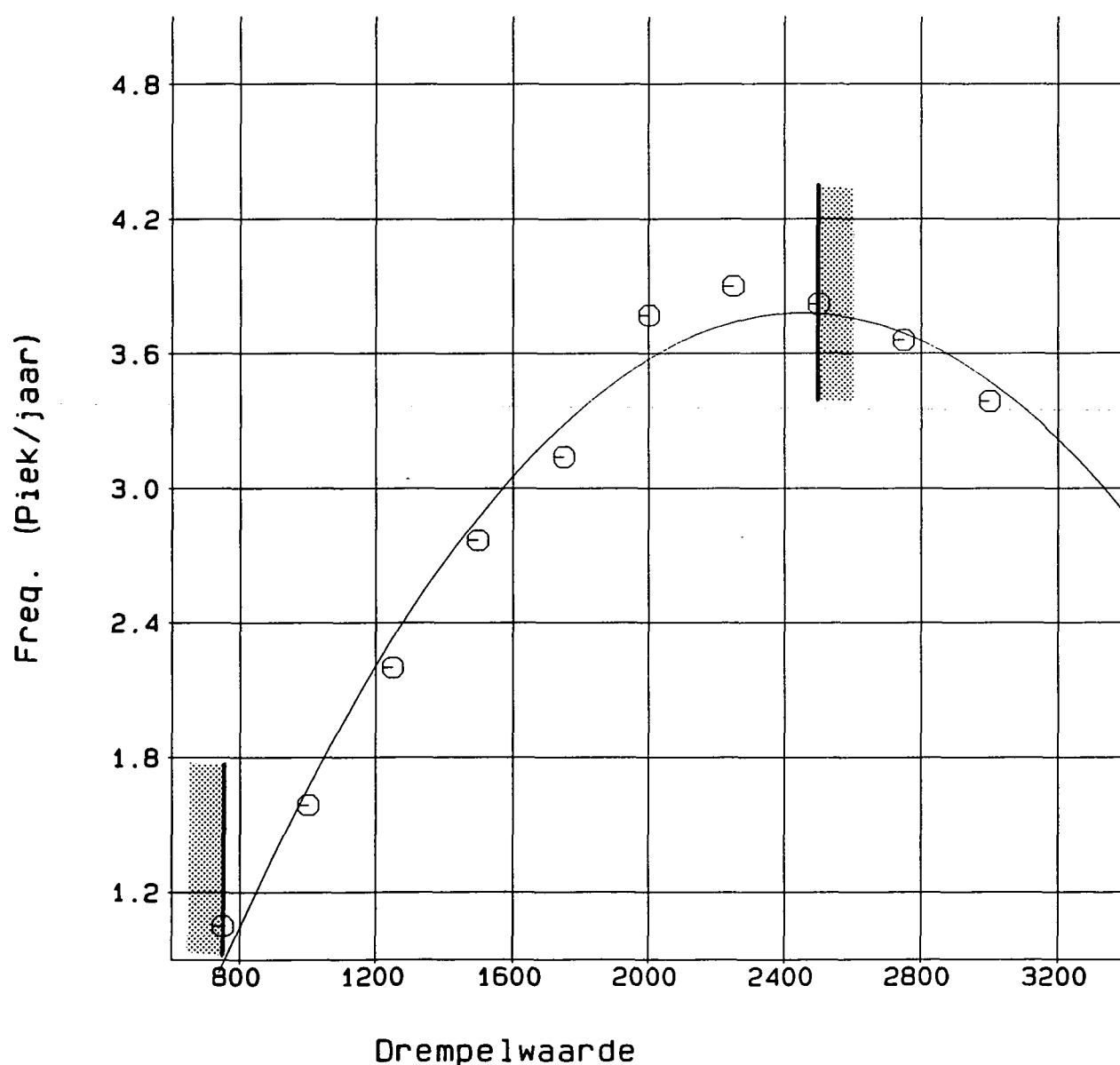
Q1664

FIG. 3.5

DATA FIT $f(x) = c_0 + c_1x + c_2x^2 + \dots$

Degree of polynomial is : 2

$$\begin{aligned} C(0) &= -.22433E+01 \\ C(1) &= .49125E-02 \\ C(2) &= -.10018E-05 \end{aligned}$$



Regressie drempelwaarden - piekfreq.
Rijn te Lobith
Interval 750 - 3000 m³/s

Winter

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

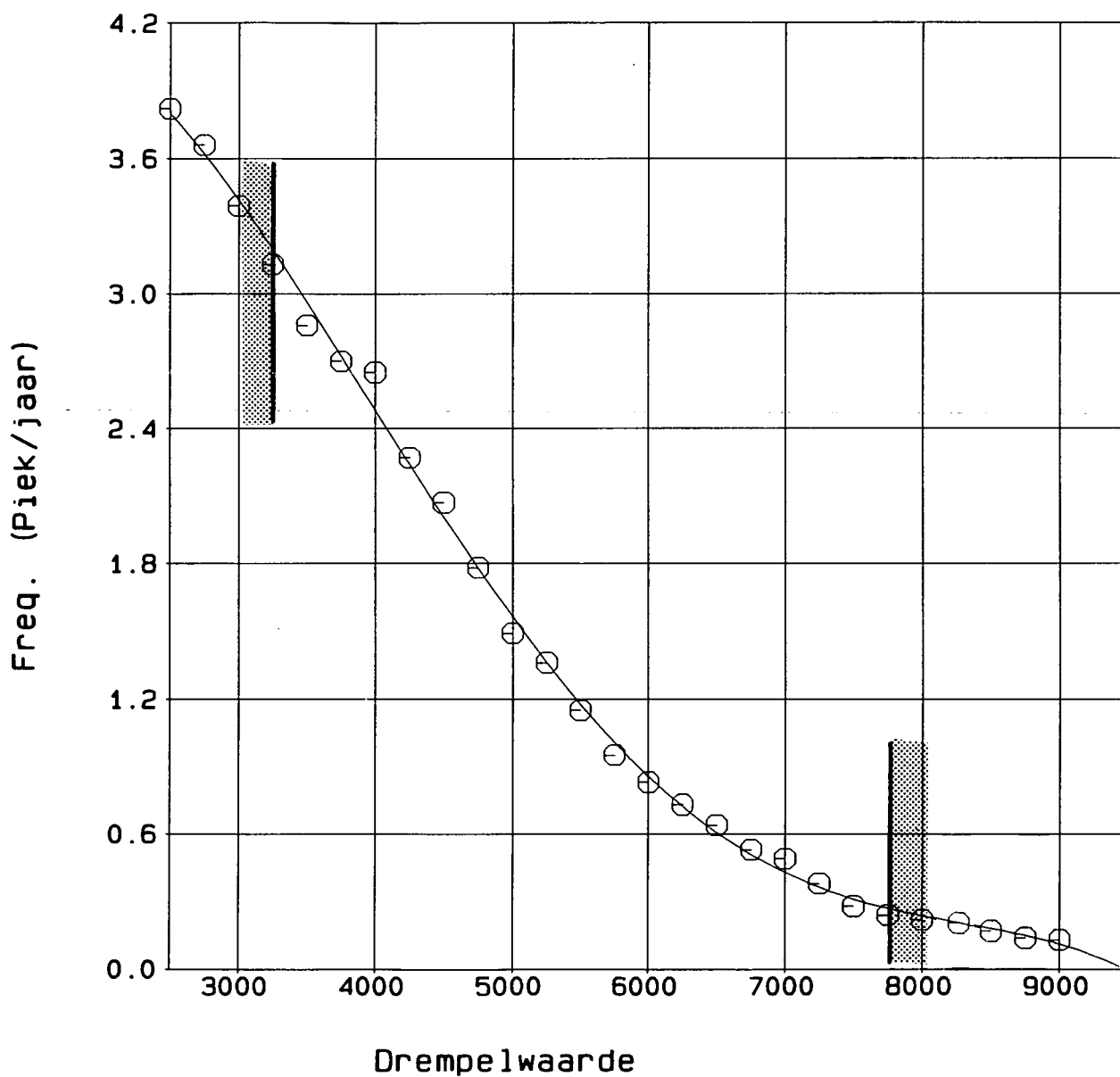
Q1664

FIG. 4.1a

DATA FIT $f(x) = c_0 + c_1x + c_2x^2 + \dots$

Degree of polynomial is : 4

$C(0) = .26475E+01$
 $C(1) = .21855E-02$
 $C(2) = -.96114E-06$
 $C(3) = .12089E-09$
 $C(4) = -.49507E-14$



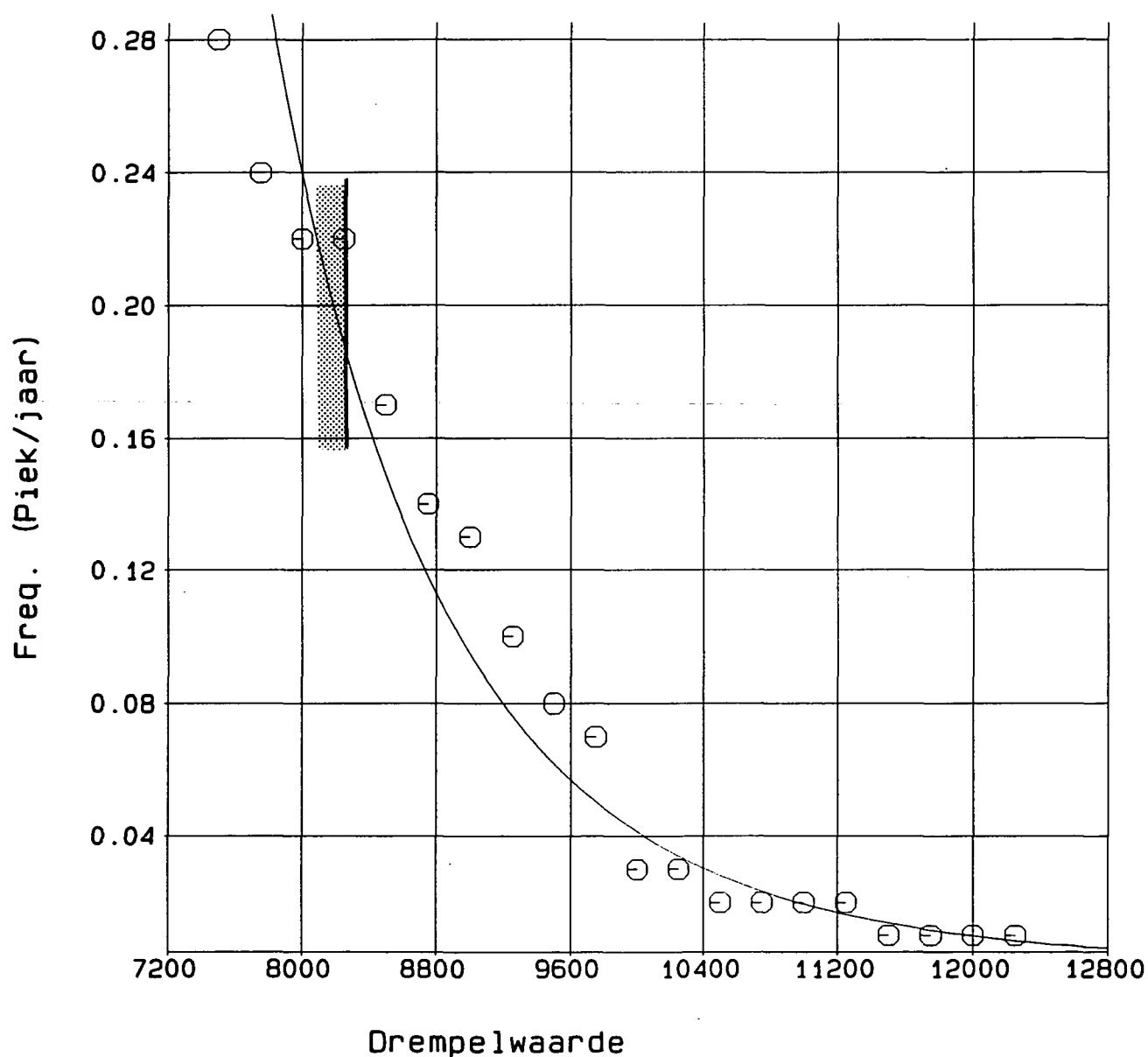
Regressie drempelwaarden - piekfreq.
 Rijn te Lobith
 Interval 2500 - 9000 m³/s

Winter

———— DATA FIT $f(x) = A * X^B$

Coefficients :

$$\begin{aligned} A &= .14010E+31 \\ B &= -.78828E+01 \end{aligned}$$



Regressie drempelwaarden - piekfreq.
 Rijn te Lobith
 Interval 7500 - 12250 m³/s

Winter

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

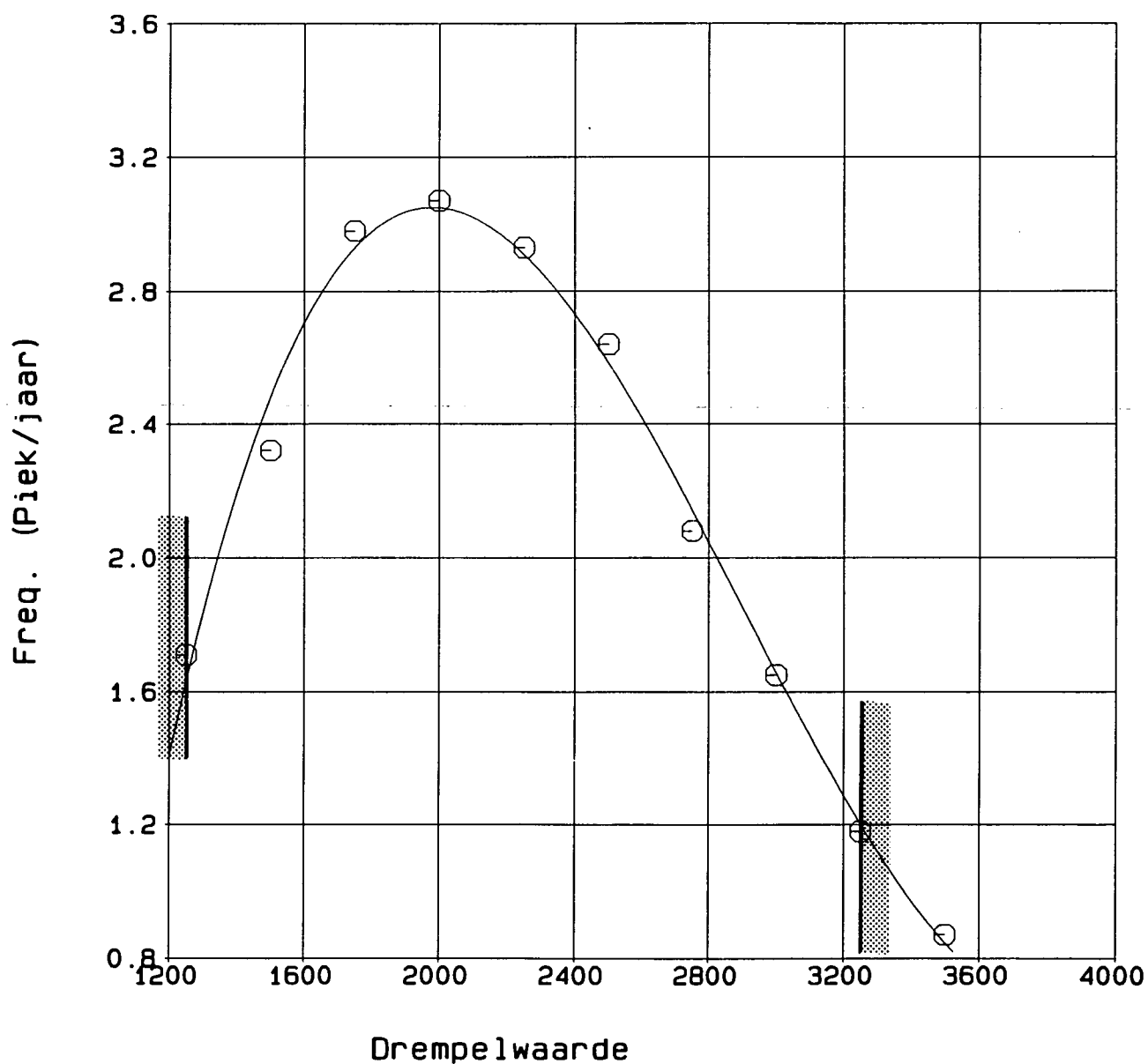
Q1664

FIG. 4.1c

DATA FIT $f(x) = c_0 + c_1x + c_2x^2 + \dots$

Degree of polynomial is : 3

$C(0) = -.11158E+02$
 $C(1) = .17360E-01$
 $C(2) = -.66596E-05$
 $C(3) = .76556E-09$



Regressie drempelwaarden - piekfreq.
 Rijn te Lobith
 Interval 1250 - 3500 m3/s

Zomer

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

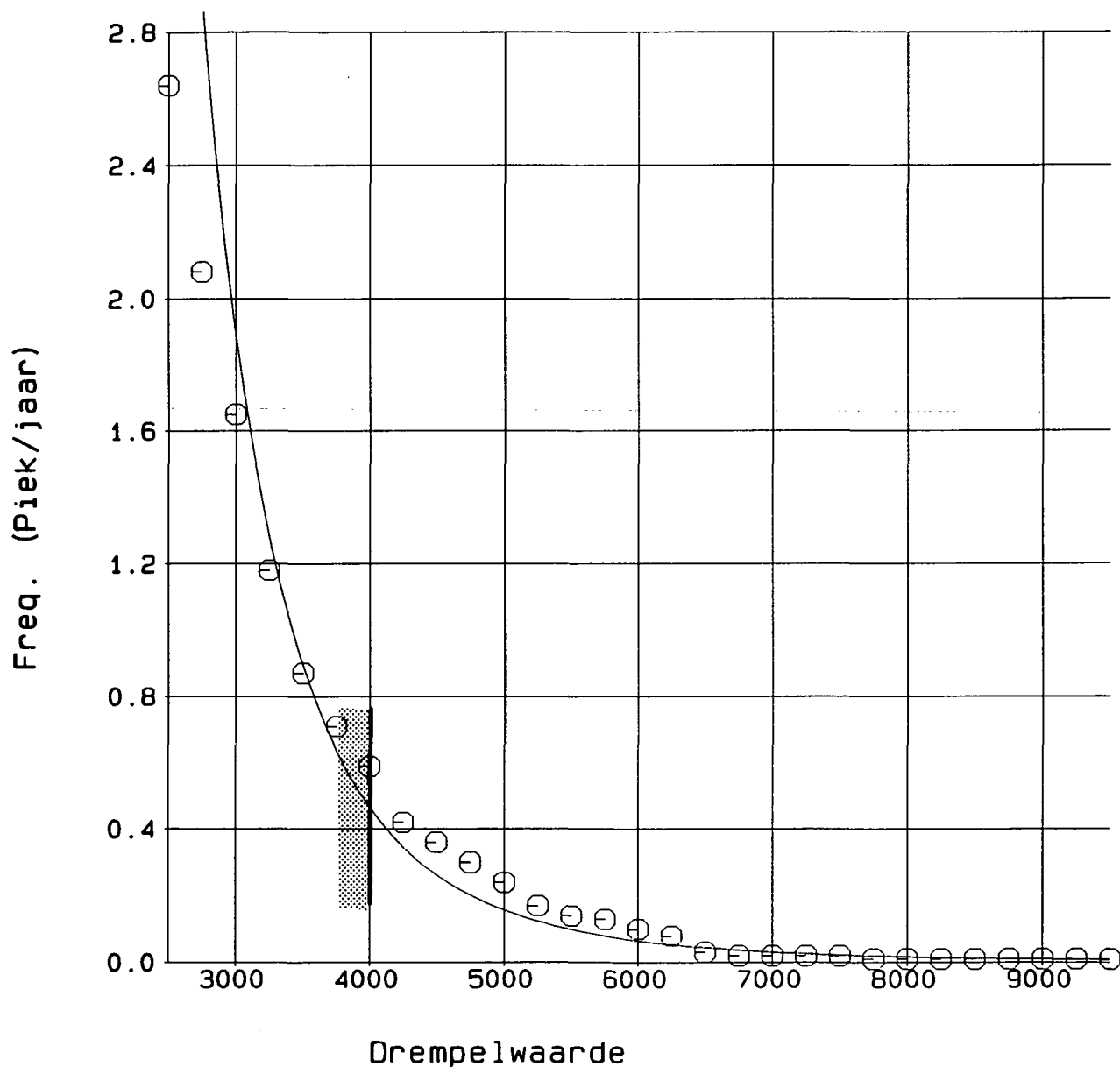
Q1664

FIG. 4.2a

DATA FIT $f(x) = A * X^B$

Coefficients :

$$\begin{aligned} A &= .17344E+18 \\ B &= -.48780E+01 \end{aligned}$$



Regressie drempelwaarden - piekfreq.
Rijn te Lobith
Interval 2500 - 9500 m³/s

Zomer

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

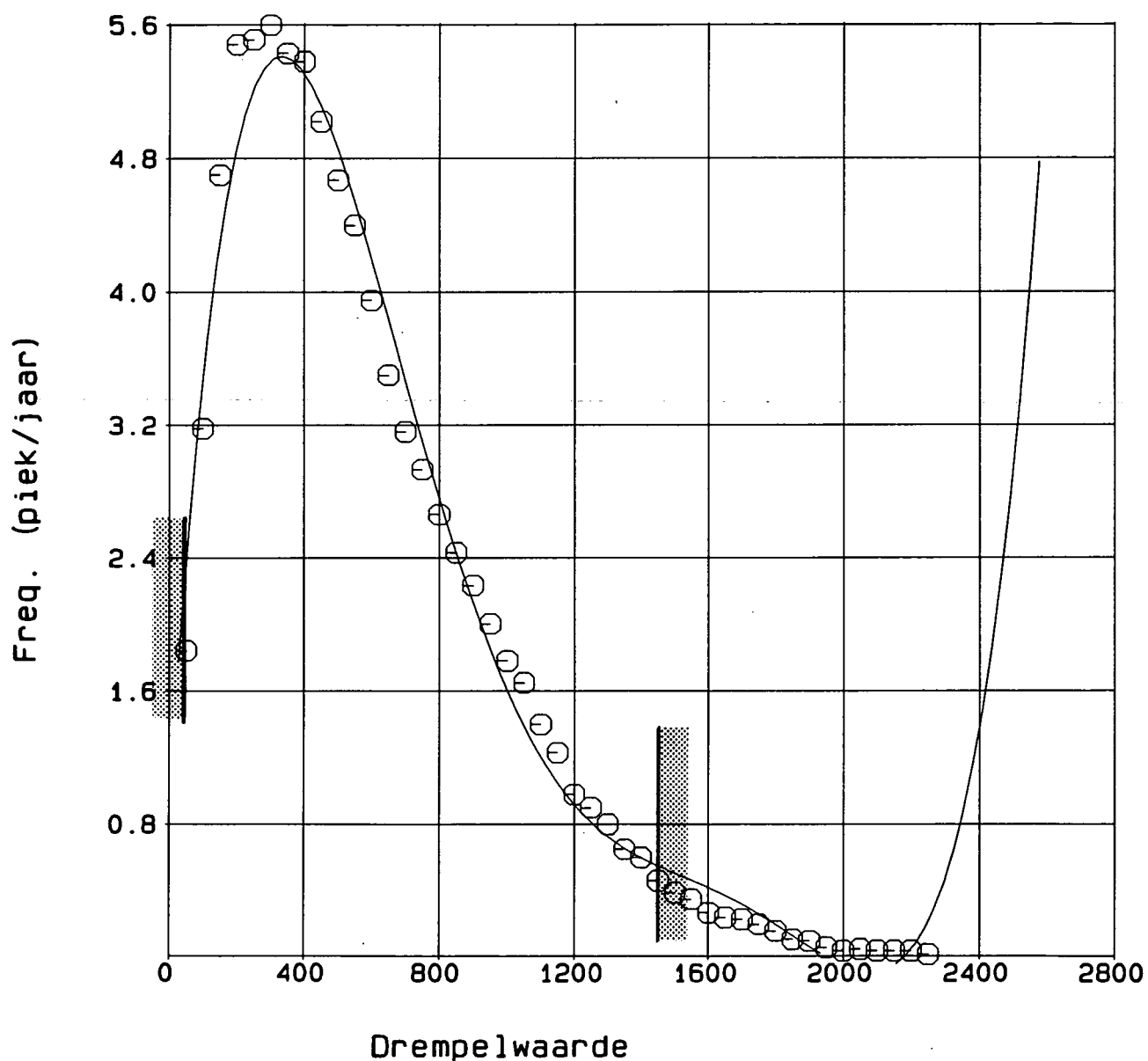
Q1664

FIG. 4.2b

———— DATA FIT $f(x) = c_0 + c_1x + c_2x^2 + \dots$

Degree of polynomial is : 5

$C(0) = .91325E+00$
 $C(1) = .32976E-01$
 $C(2) = -.79001E-04$
 $C(3) = -.70585E-07$
 $C(4) = -.28012E-10$
 $C(5) = .41442E-14$



Regressie drempelwaarden - piekfreq.
 Maas te Borgharen
 Interval 50 - 2250 m³/s

Winter

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

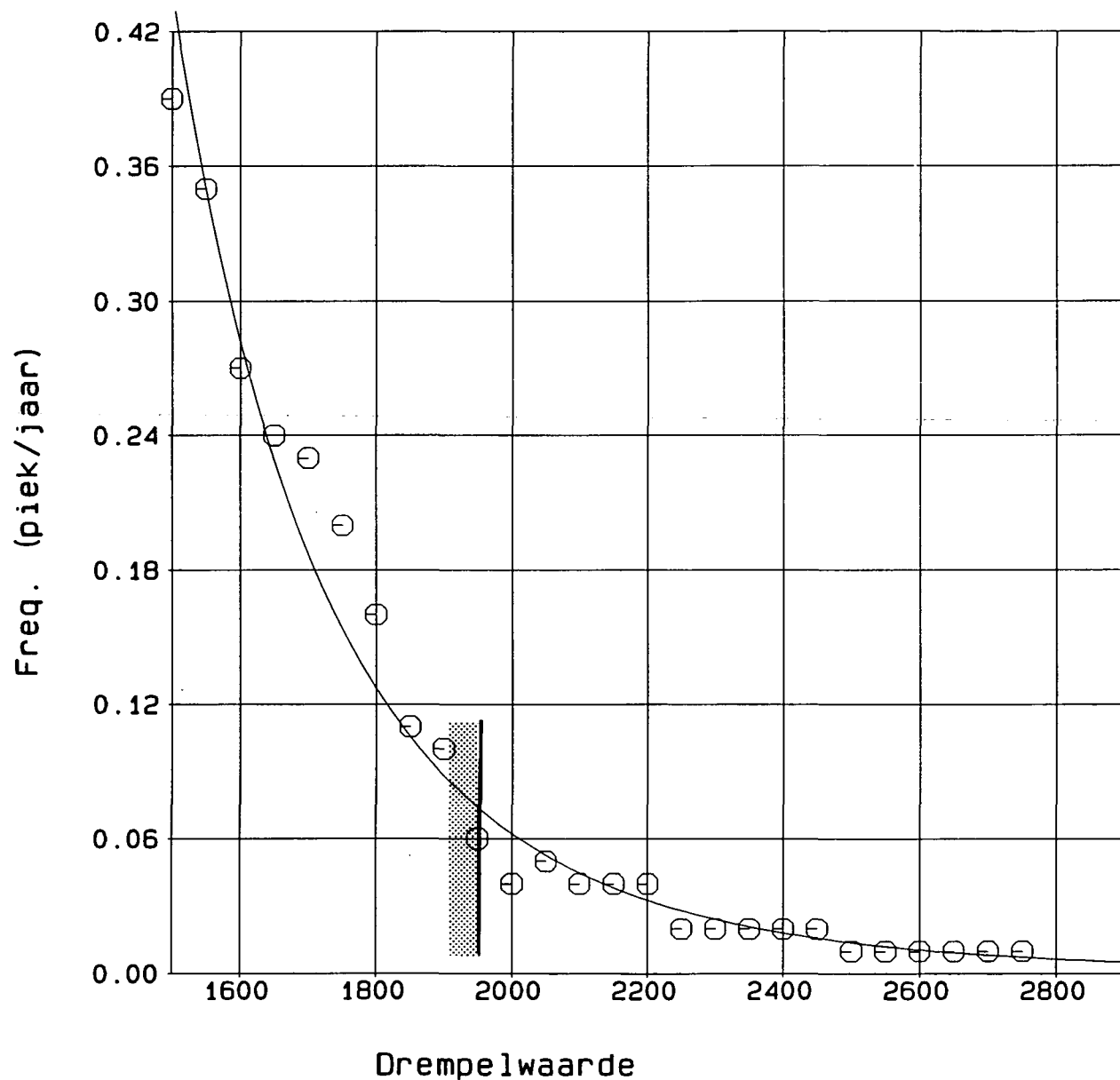
Q1664

FIG. 4.3a

DATA FIT $f(x) = A * X^B$

Coefficients :

A = .13557E+22
B = -.67669E+01



Regressie drempelwaarden - piekfreq.
Maas te Borgharen
Interval 1500 -2750 m3/s

Winter

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

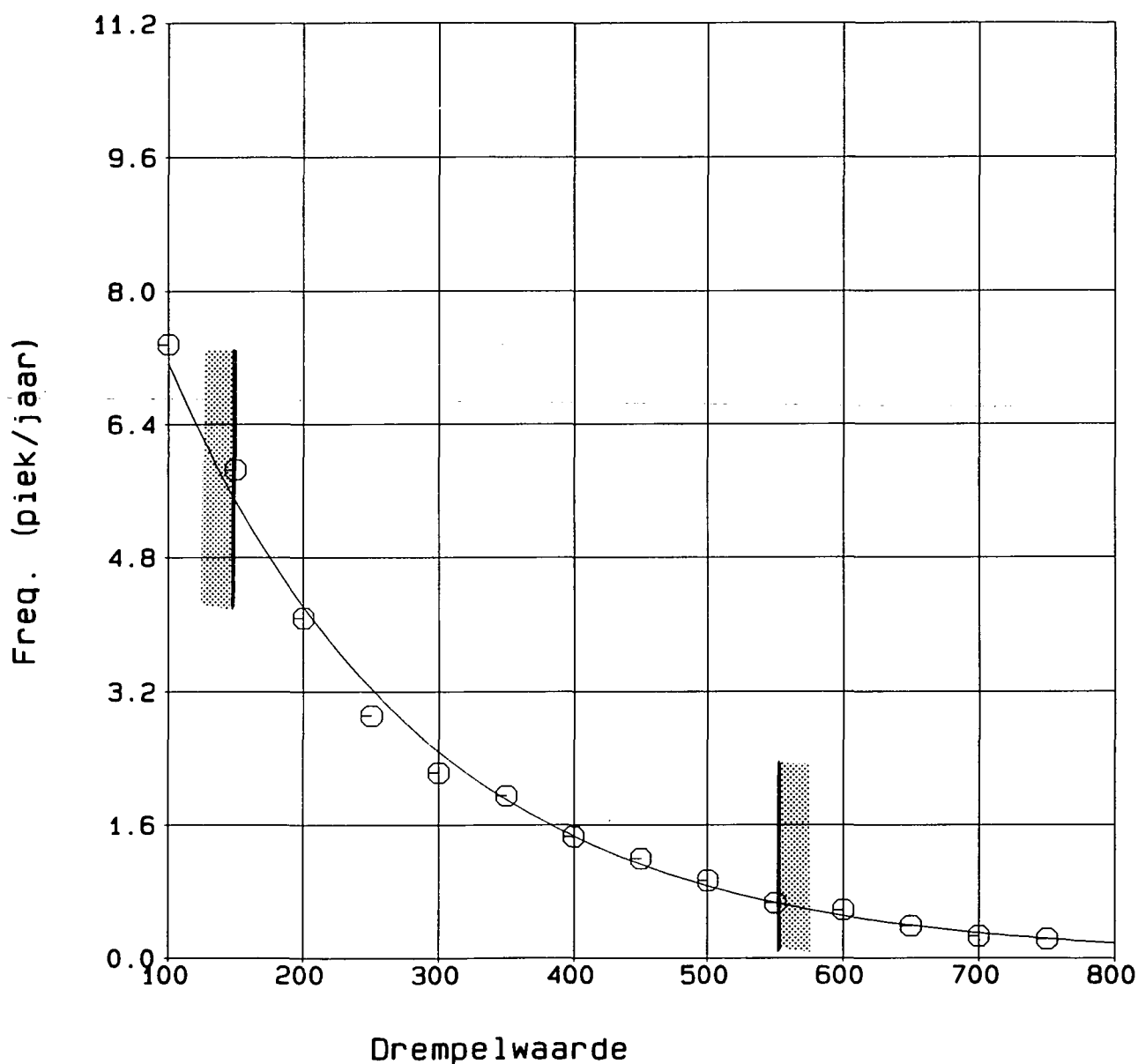
Q1664

FIG. 4.3b

———— DATA FIT $f(x) = A * \exp(B * x)$

Coefficients :

$$\begin{array}{rcl} A & = & .12103E+02 \\ B & = & -.52830E-02 \end{array}$$



Regressie drempelwaarden - piekfreq.
Maas te Borgharen
Interval 100 - 750 m³/s

Zomer

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

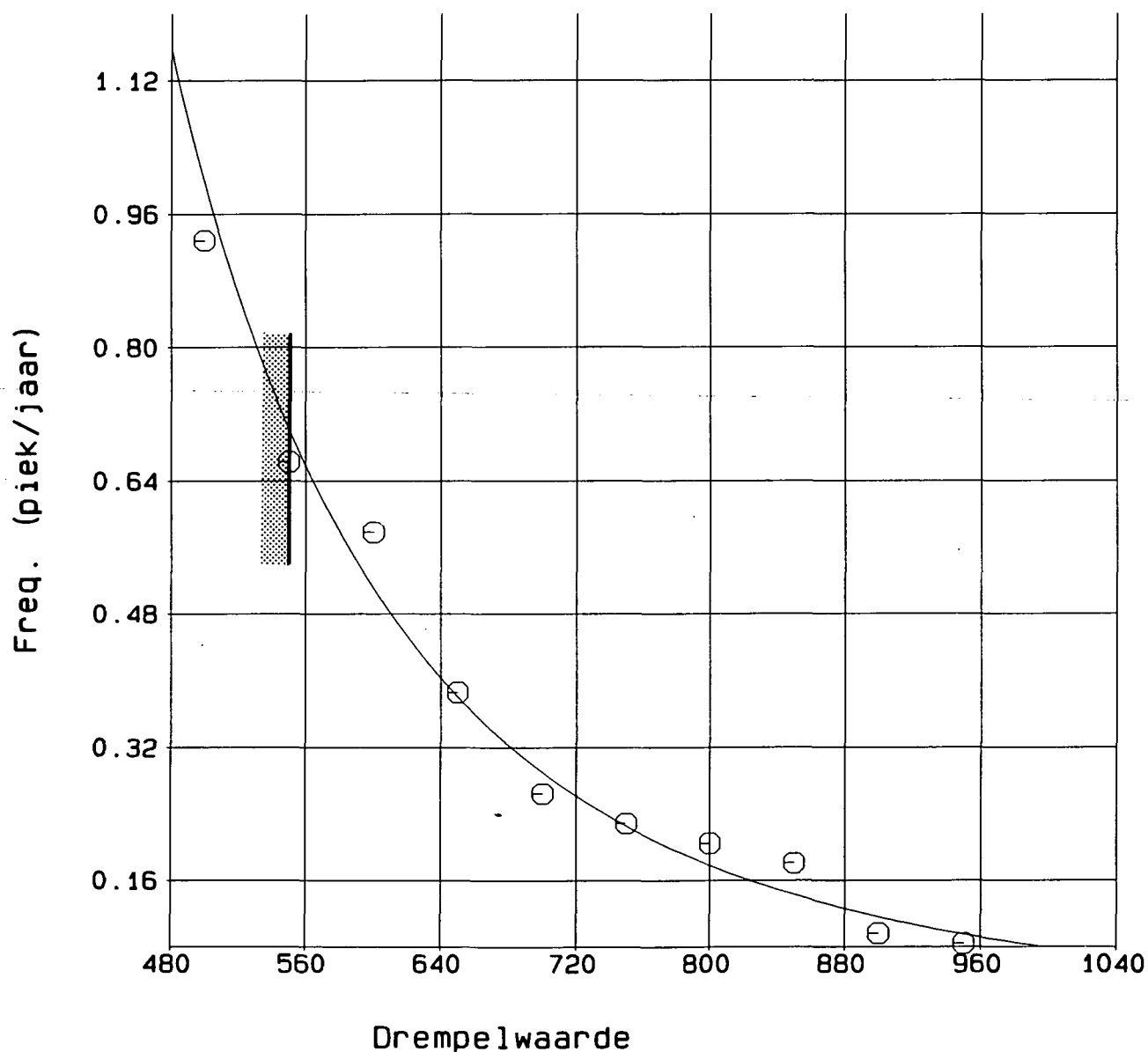
Q1664

FIG. 4.4a

DATA FIT $f(x) = A * X^B$

Coefficients :

A = .77025E+10
B = -.36637E+01



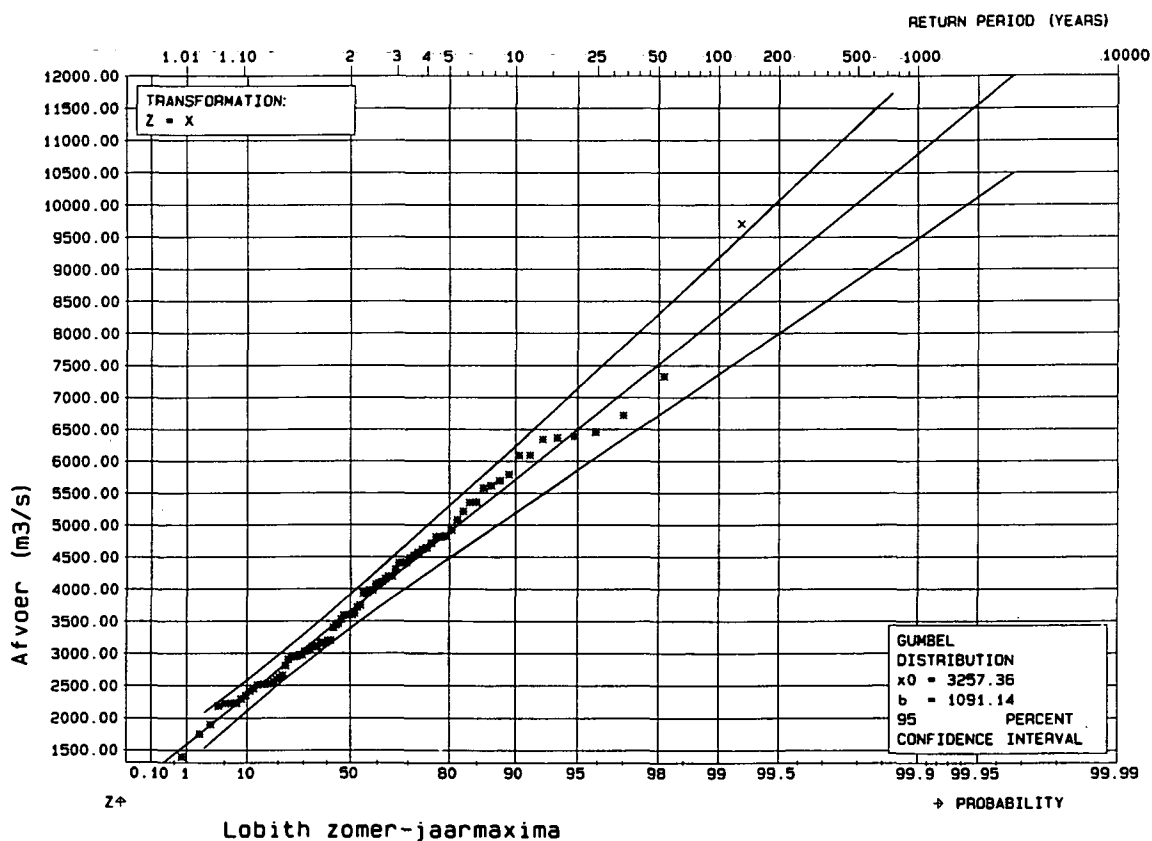
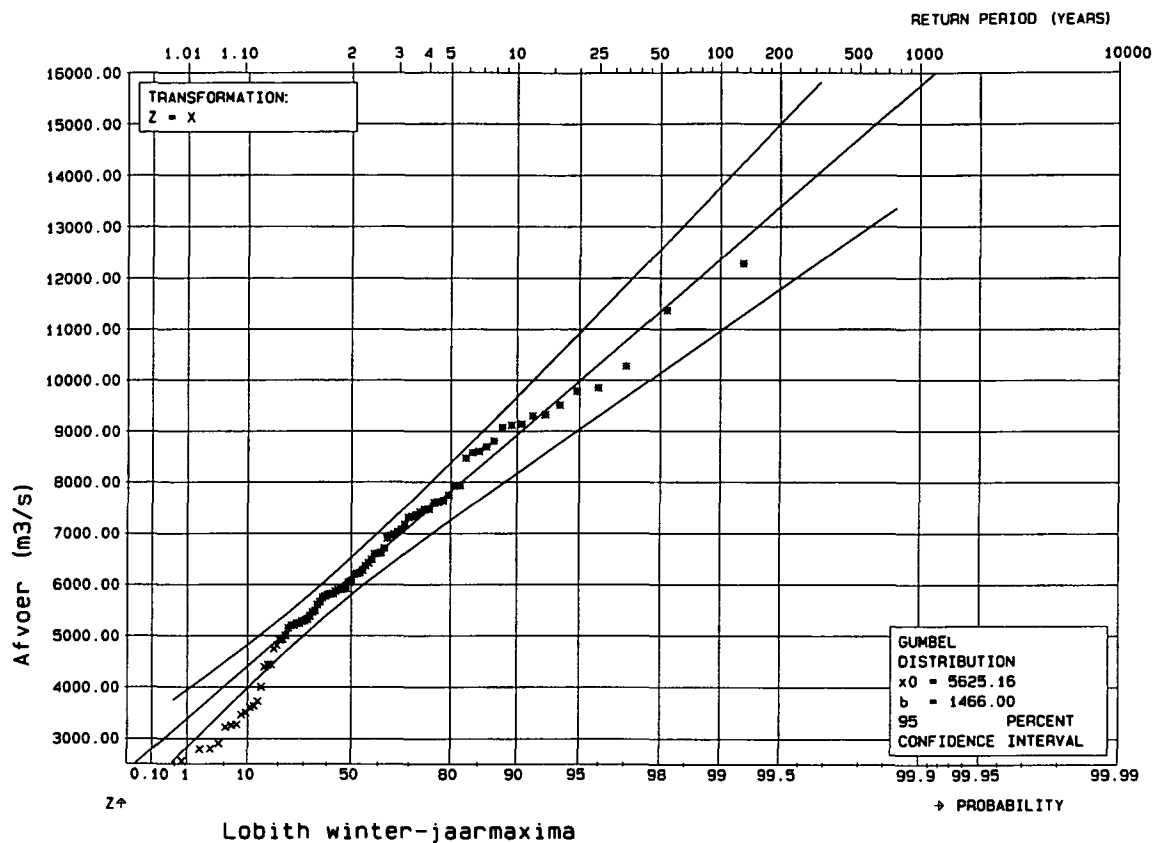
Regressie drempelwaarden - piekfreq.
Maas te Borgharen
Interval 500 - 950 m3/s

Zomer

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Q1664

FIG. 4.4b

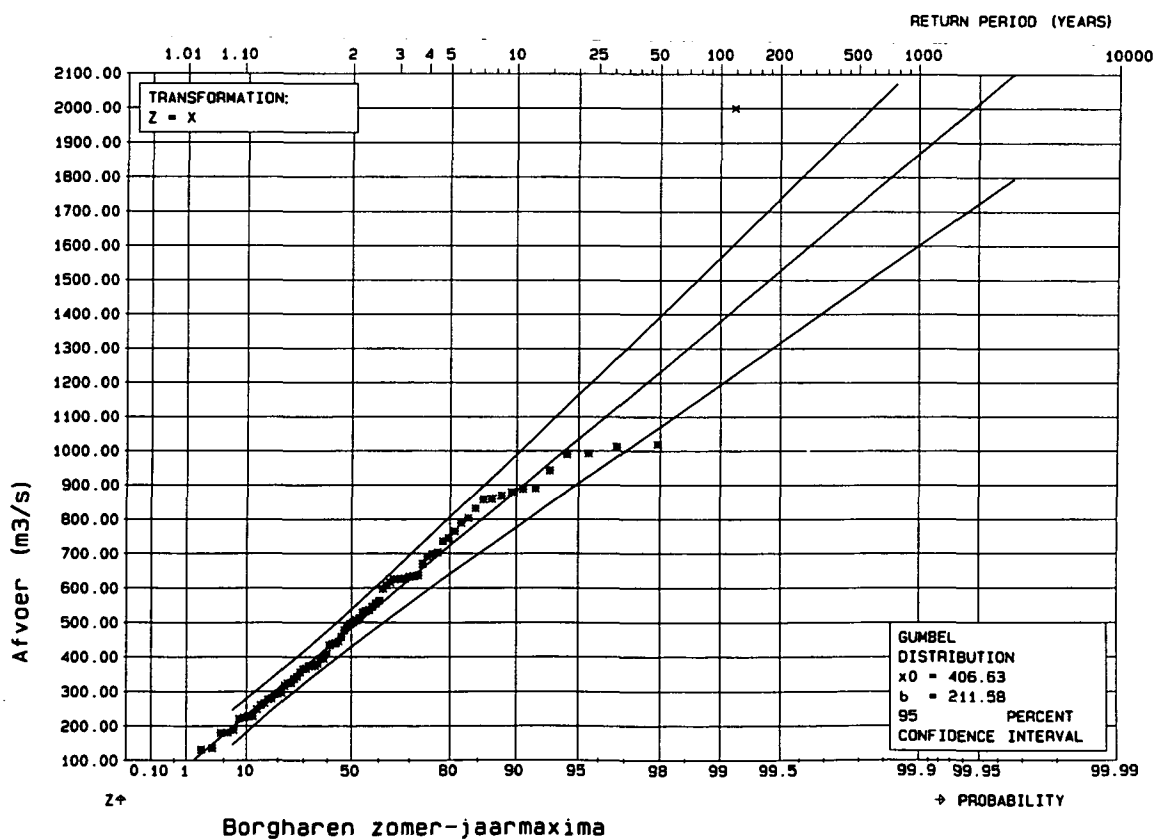
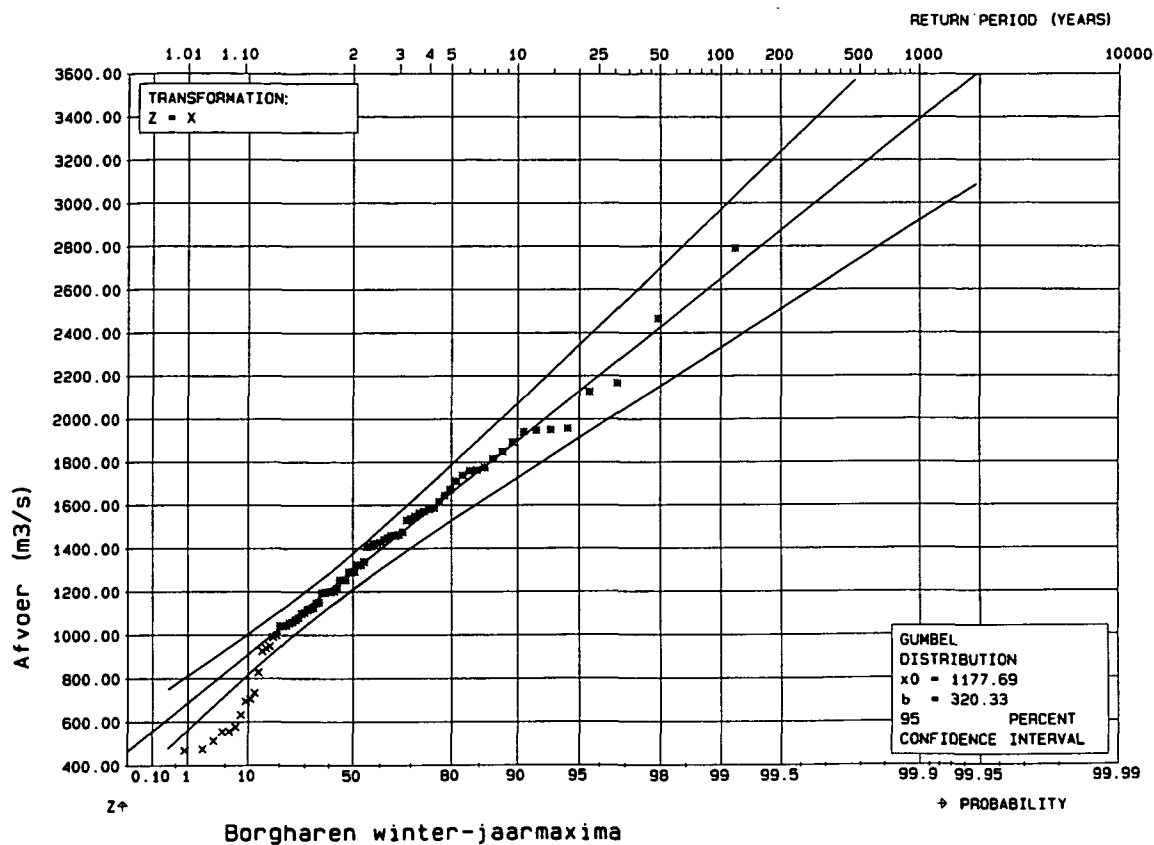


FREQUENTIE-ANALYSE JAARMAXIMA RIJN, GUMBEL

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Q 1664

FIG. 4.5



FREQUENTIE-ANALYSE JAARMAXIMA MAAS, GUMBEL

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

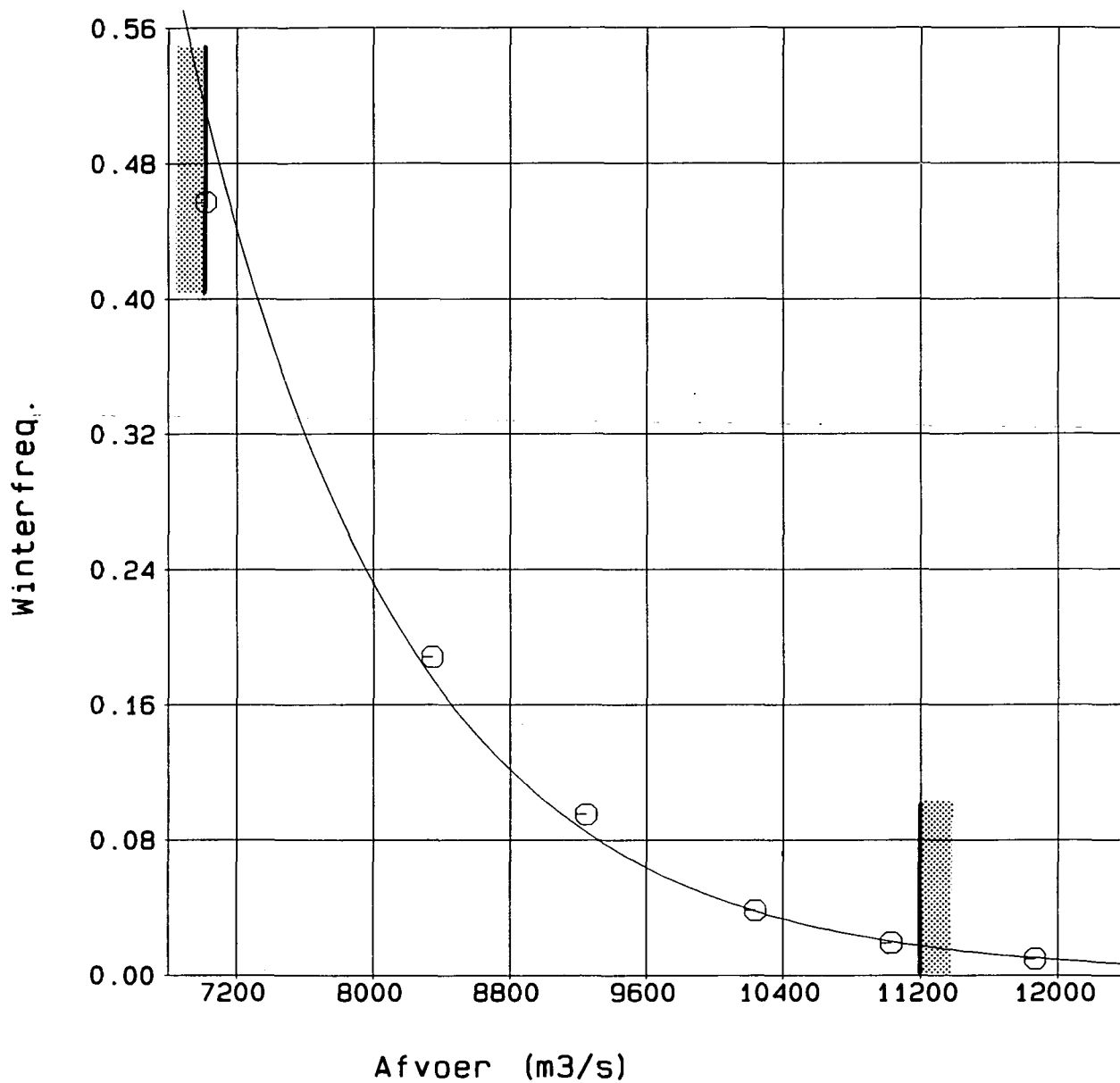
Q 1664

FIG. 4.6

DATA FIT $f(x) = A * \exp(B * x)$

Coefficients :

$$\begin{aligned} A &= .14725E+03 \\ B &= -.80684E-03 \end{aligned}$$



Regressie maatgevende afvoeren - freq.
Rijn te Lobith
Bereik tot 12000 m3/s

Winter

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

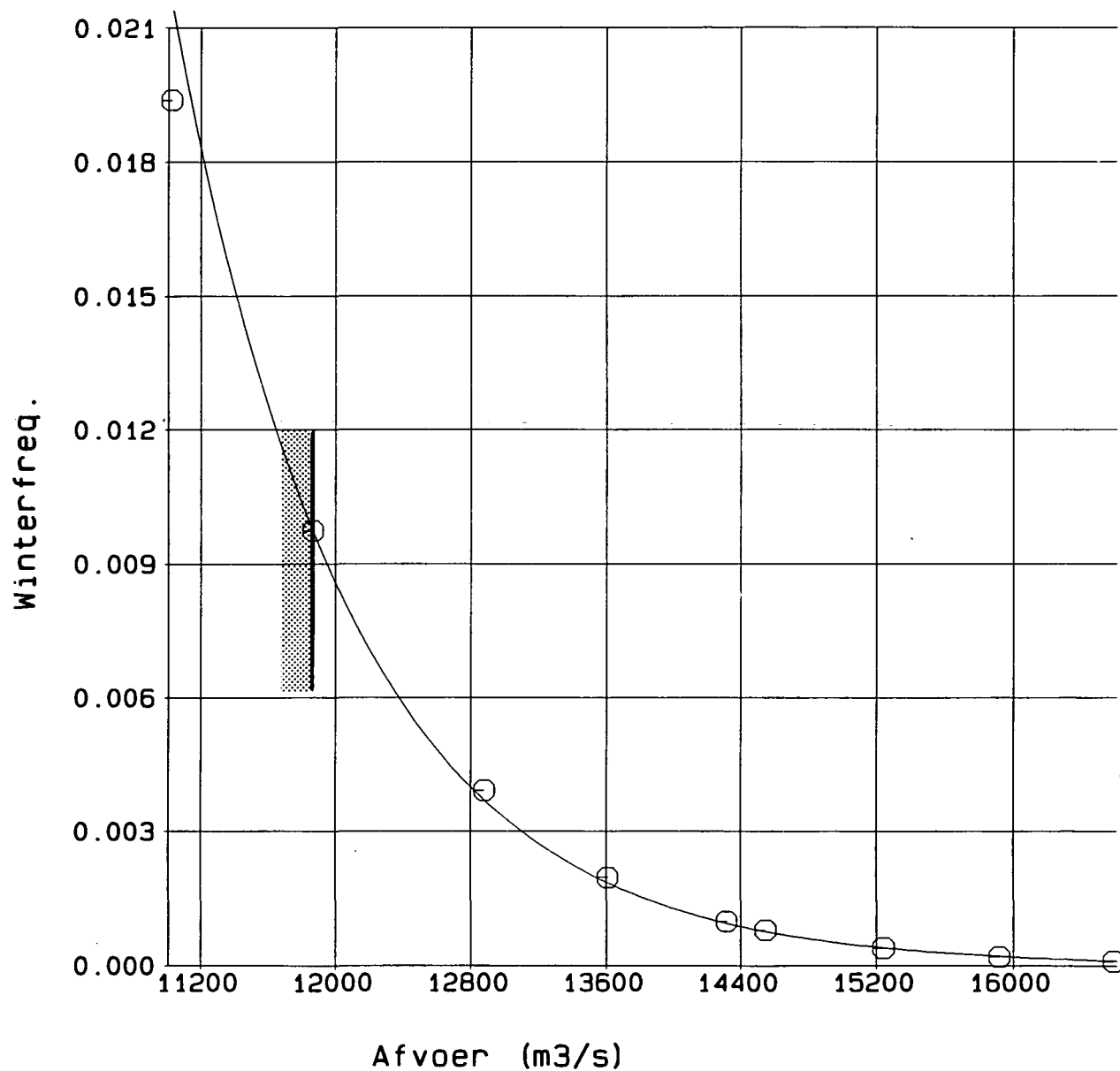
Q1664

FIG. 4.7a

———— DATA FIT $f(x) = A * \exp(B * x)$

Coefficients :

A = .79076E+03
B = -.95286E-03



Regressie maatgevende afvoeren - freq.
Rijn te Lobith
Bereik boven 11000 m3/s

Winter

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

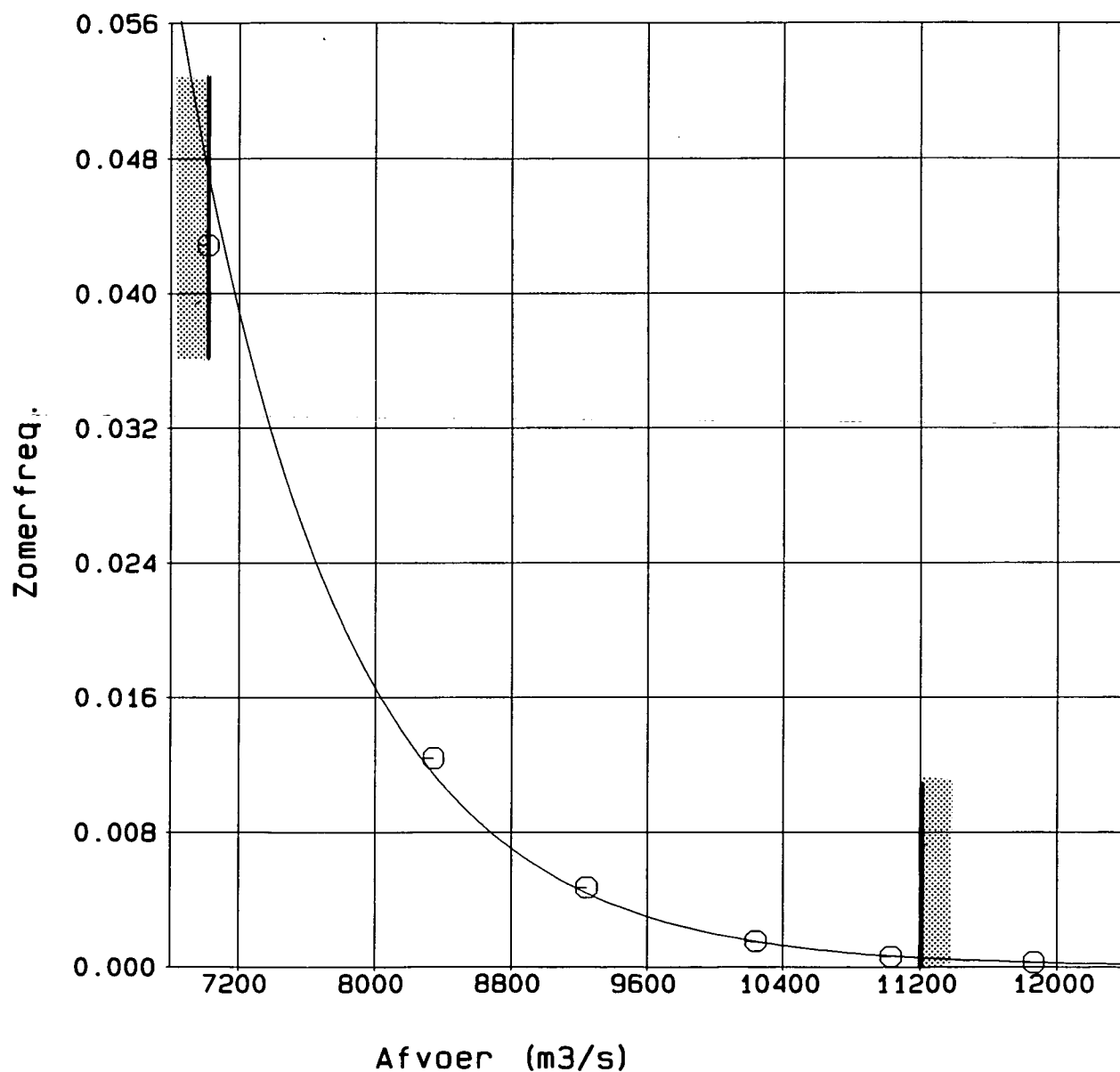
Q1664

FIG. 4.7b

— DATA FIT $f(x) = A * \exp(B * x)$

Coefficients :

$$\begin{aligned} A &= .84802E+02 \\ B &= -.10677E-02 \end{aligned}$$



Regressie maatgevende afvoer - freq.
Rijn te Lobith
Bereik tot 12000 m³/s

Zomer

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

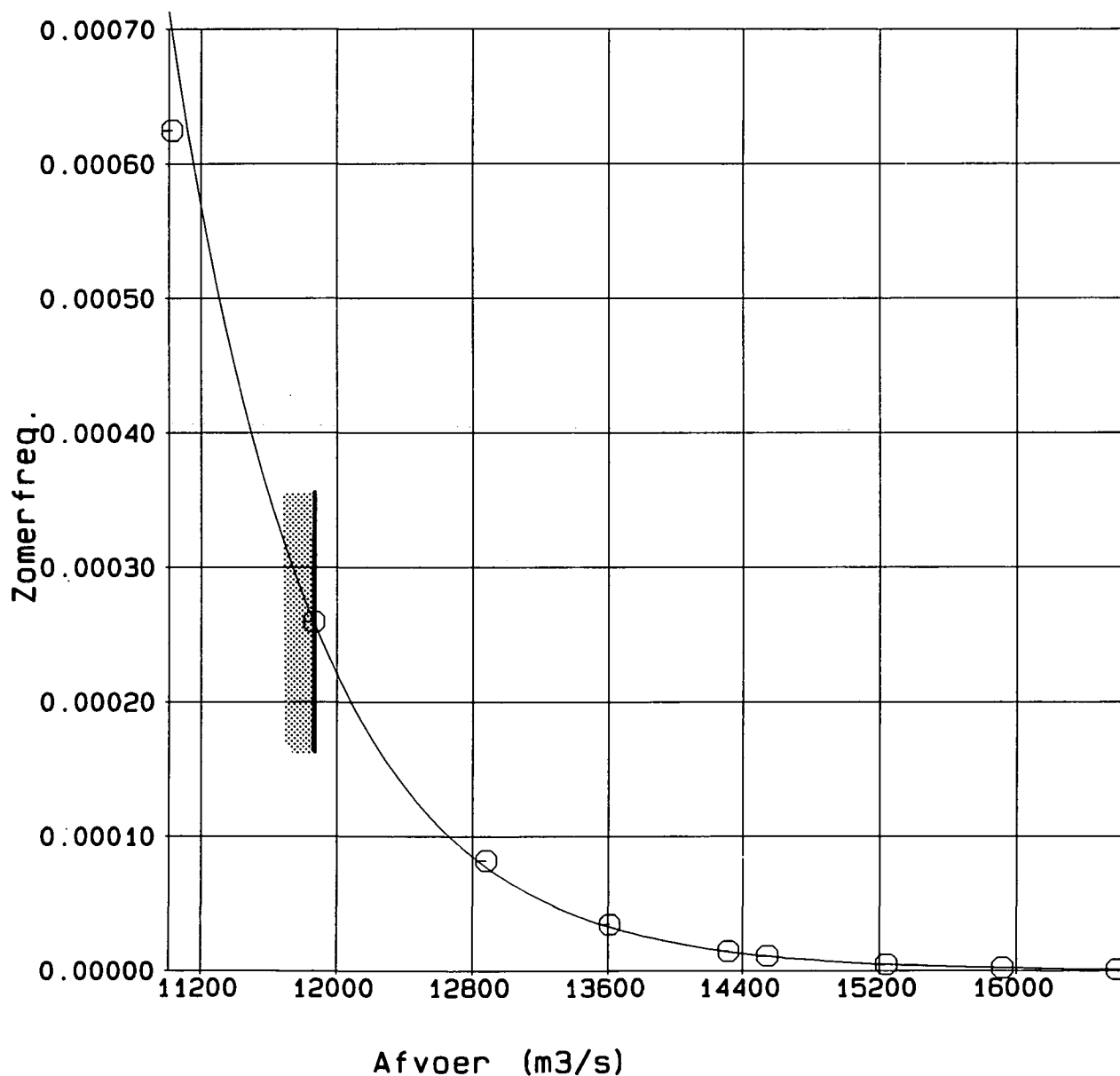
Q1664

FIG. 4.8a

———— DATA FIT $f(x) = A * \exp(B * x)$

Coefficients :

$$\begin{aligned} A &= .34112E+03 \\ B &= -.11878E-02 \end{aligned}$$



Regressie maatgevende afvoer - freq.
Rijn te Lobith
Bereik boven 11000 m³/s

Zomer

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

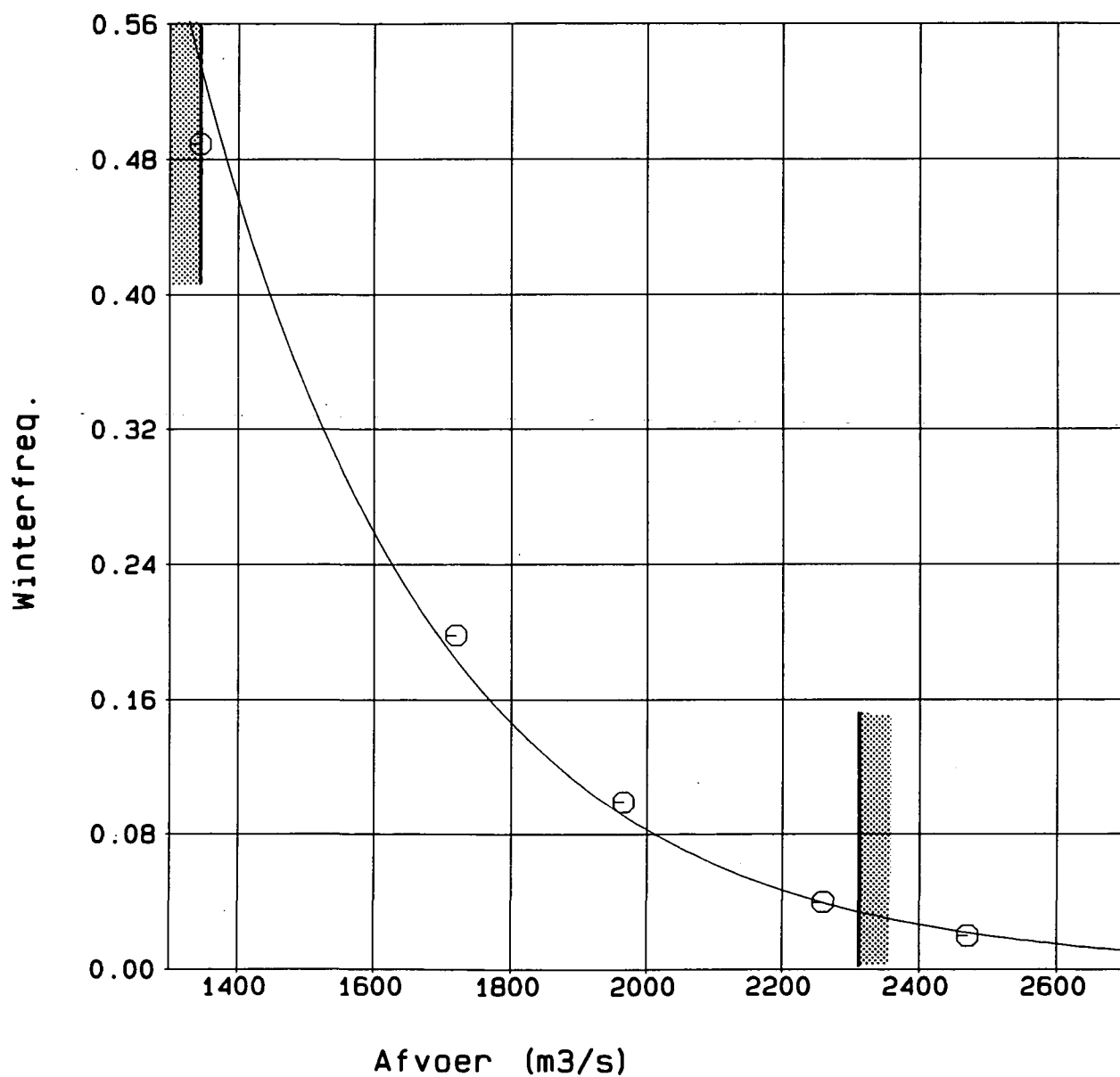
Q1664

FIG. 4.8b

———— DATA FIT $f(x) = A * \exp(B * x)$

Coefficients :

$$\begin{array}{rcl} A & = & .24821E+02 \\ B & = & -.28527E-02 \end{array}$$



Regressie maatgevende afvoer - freq.
Maas te Borgharen
Bereik tot 2500 m³/s

Winter

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

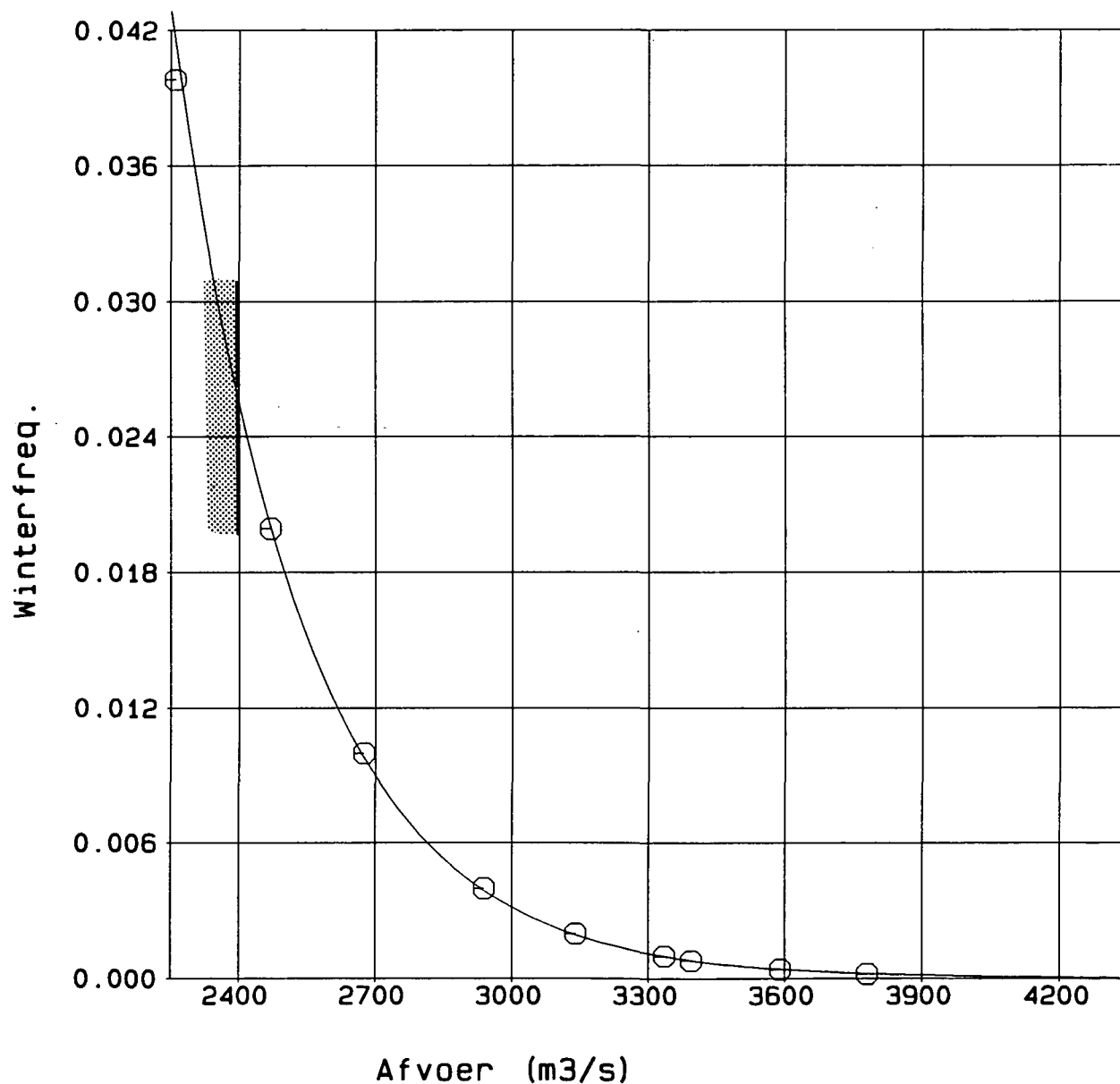
Q1664

FIG. 4.9a

— DATA FIT $f(x) = A * \exp(B * x)$

Coefficients :

$$\begin{aligned} A &= .10936E+03 \\ B &= -.34845E-02 \end{aligned}$$



Regressie maatgevende afvoeren - freq.
Maas te Borgharen
Bereik boven 2000 m3/s

Winter

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

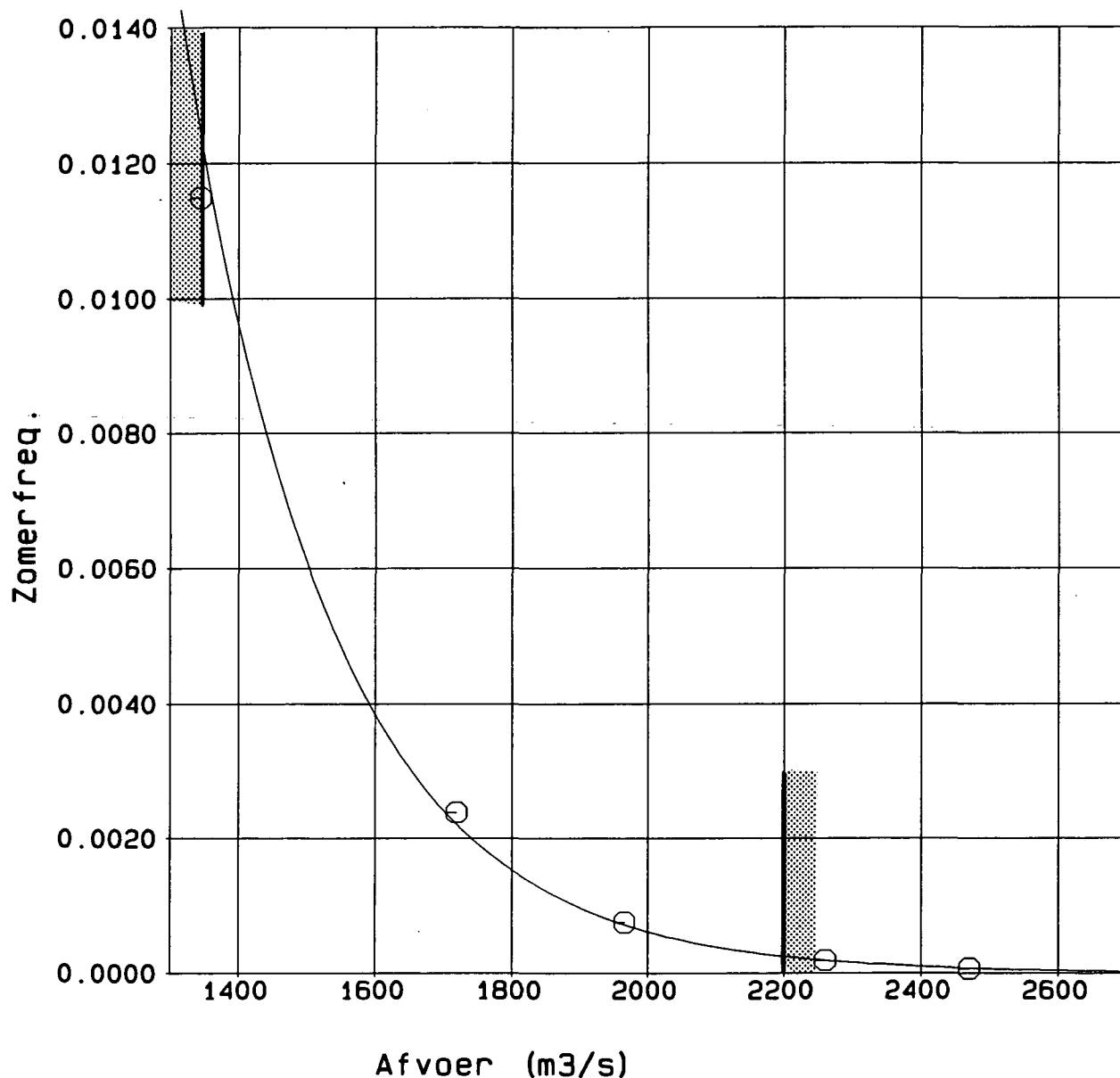
Q1664

FIG. 4.9b

———— DATA FIT $f(x) = A * \exp(B * x)$

Coefficients :

$$\begin{aligned} A &= .59893E+01 \\ B &= -.45955E-02 \end{aligned}$$



Regressie maatgevende afvoeren - freq.
Maas te Borgharen
Bereik tot 2500 m³/s

Zomer

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

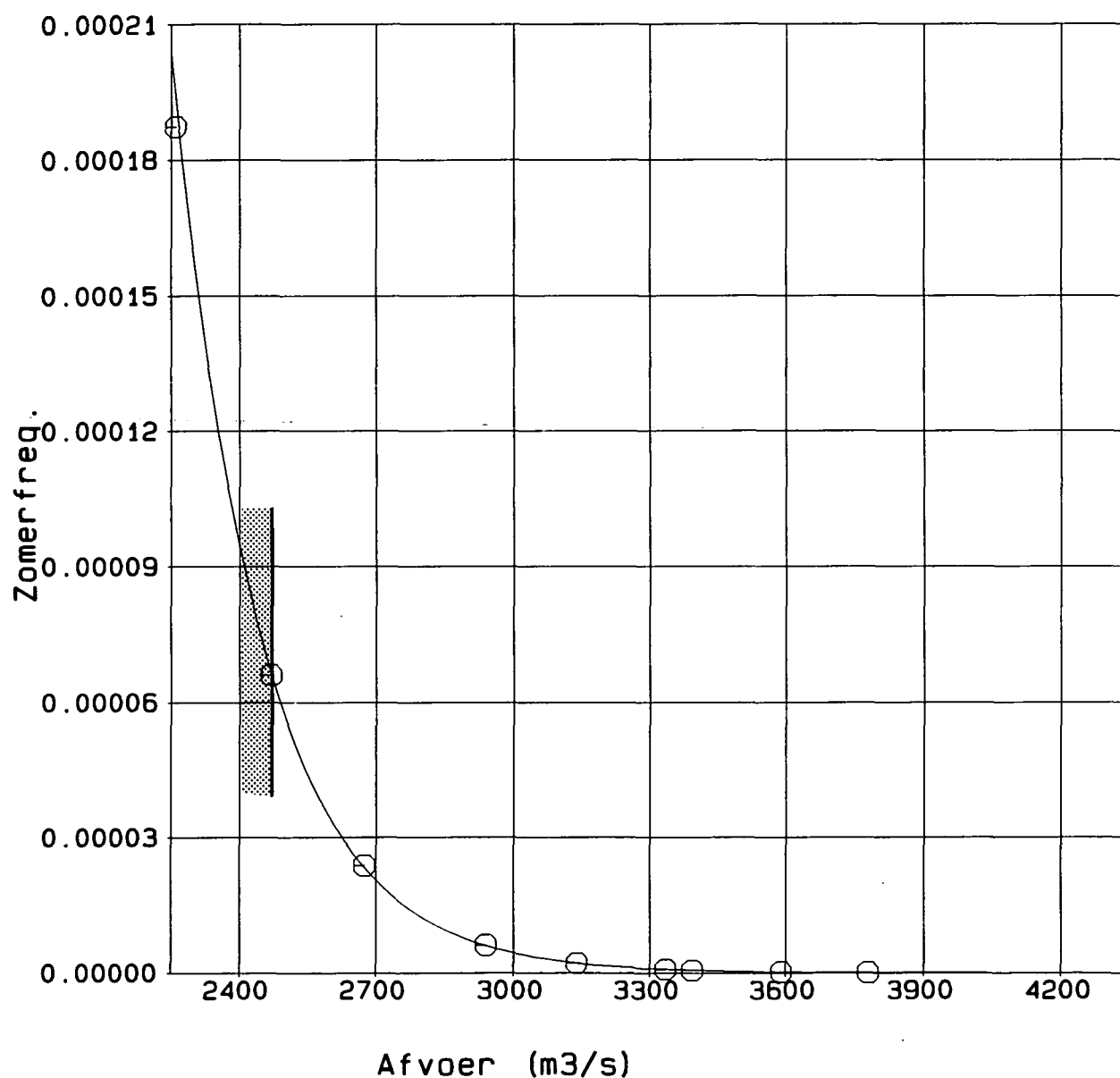
Q1664

FIG. 4.10a

— DATA FIT $f(x) = A * \exp(B * x)$

Coefficients :

$$\begin{aligned} A &= .19769E+02 \\ B &= -.51029E-02 \end{aligned}$$



Regressie maatgevende afvoer - freq.
Maas te Borgharen
Bereik boven 2000 m3/s

Zomer

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

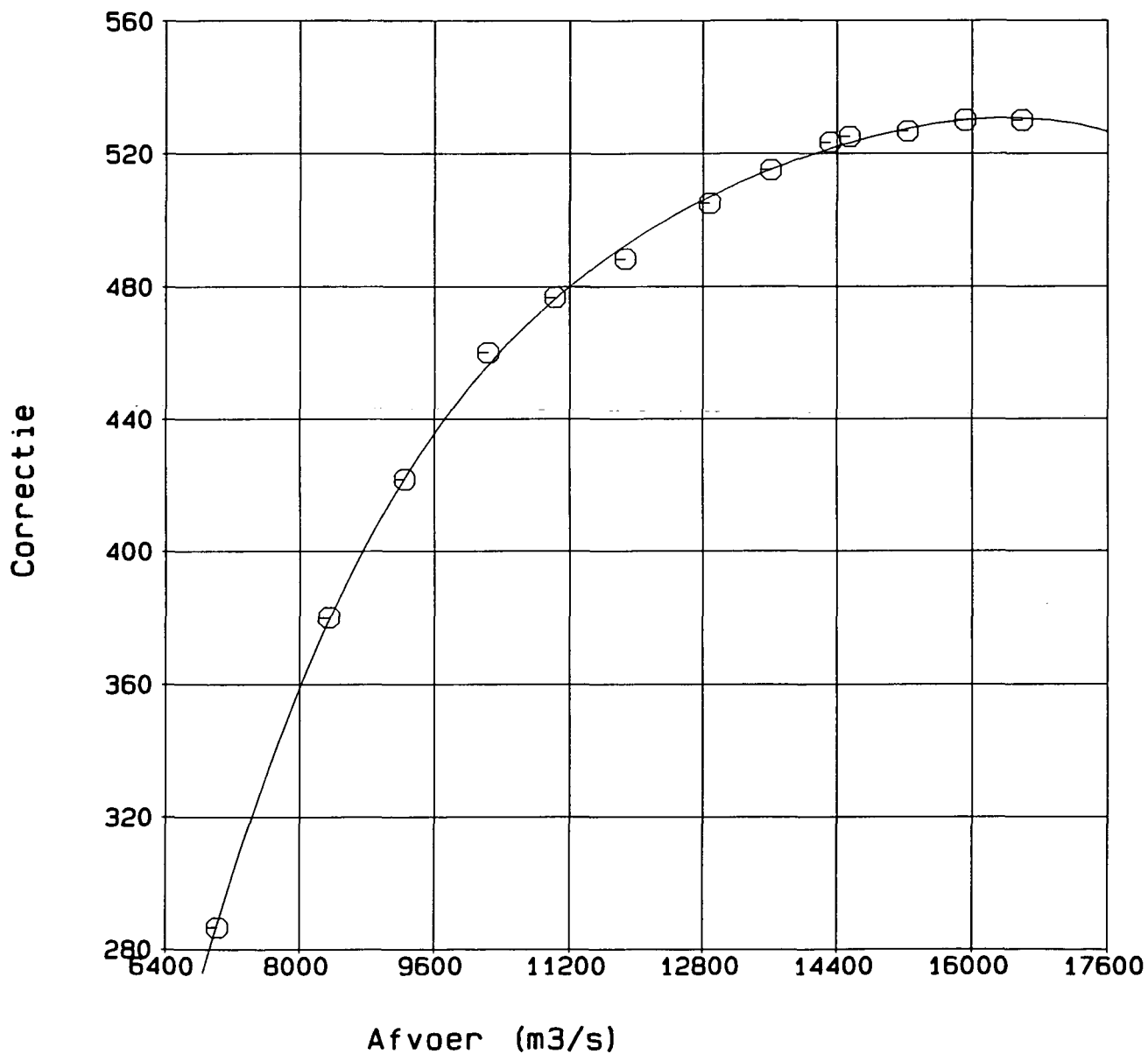
Q1664

FIG. 4.10b

DATA FIT $f(x) = c_0 + c_1x + c_2x^2 + \dots$

Degree of polynomial is : 4

$C(0) = -.14262E+04$
 $C(1) = .48403E+00$
 $C(2) = -.47504E-04$
 $C(3) = .21681E-08$
 $C(4) = -.38262E-13$

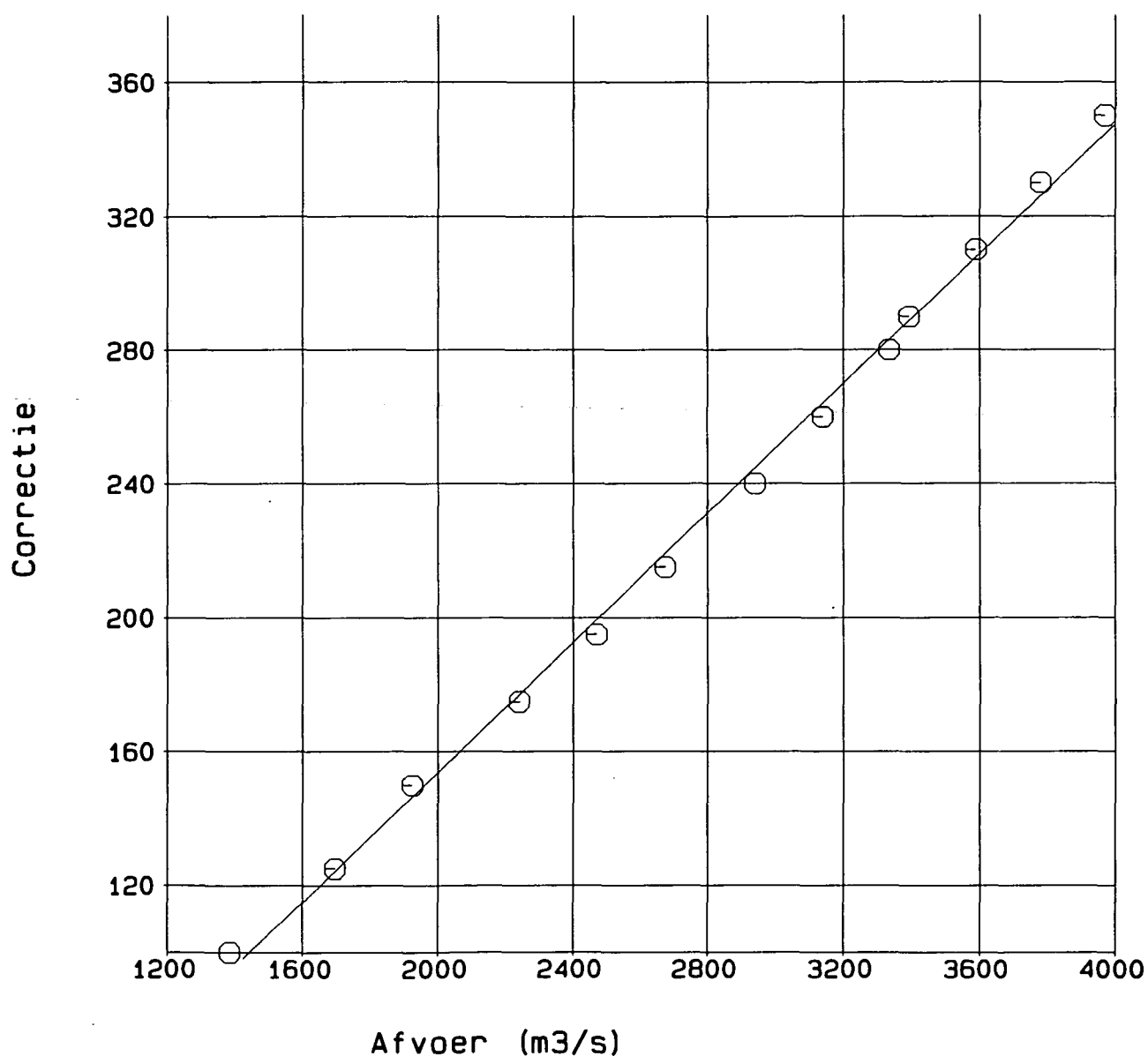


Regressie afvoeren - correctiewaarden
Rijn te Lobith

DATA FIT $f(x) = A + B * x$

Coefficients :

A = $-.39839E+02$
 B = $.96823E-01$

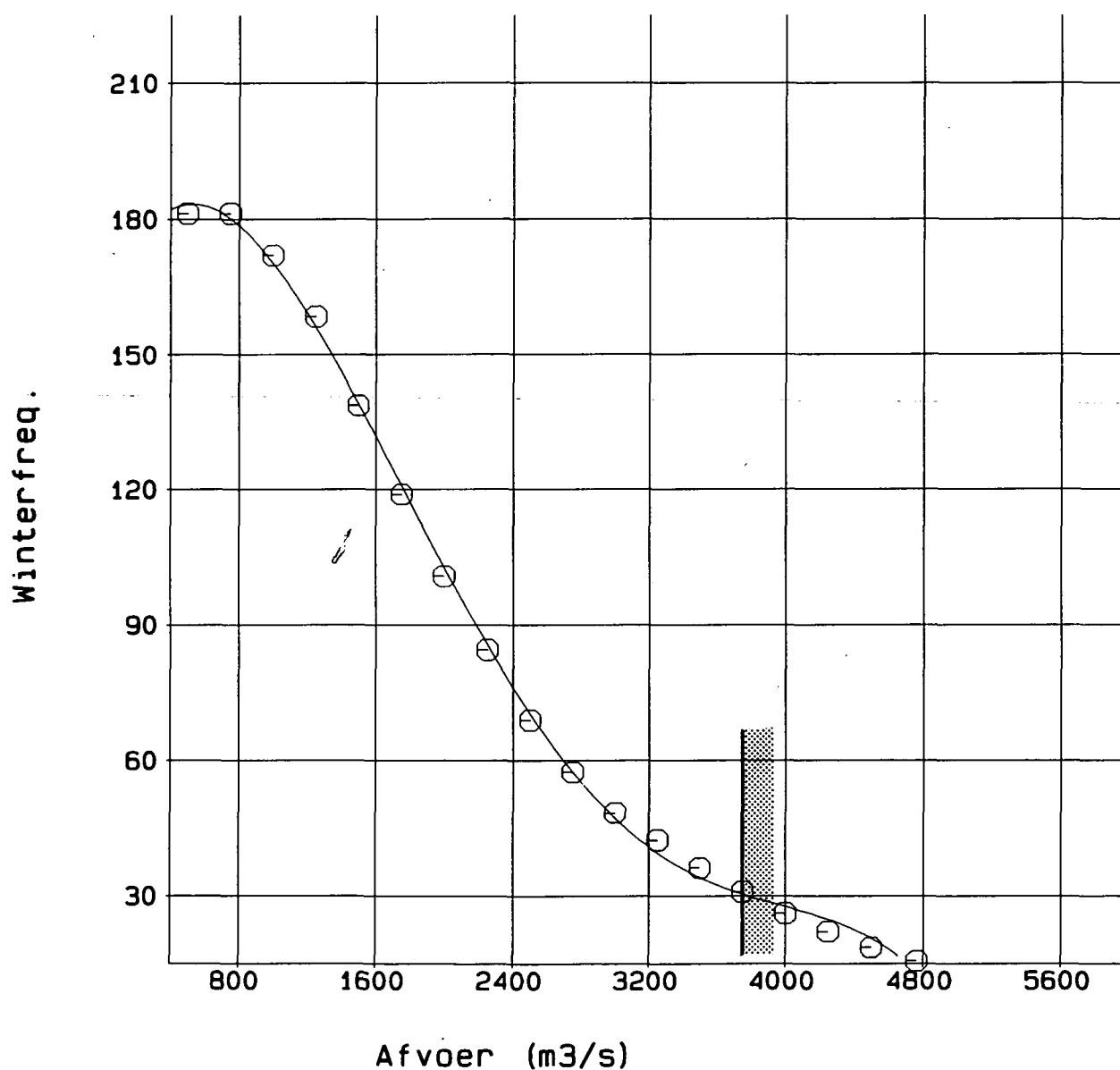


Regressie afvoeren - correctiewaarden
 Maas te Borgharen

DATA FIT $f(x) = c_0 + c_1x + c_2x^2 + \dots$

Degree of polynomial is : 4

$C(0) = .16029E+03$
 $C(1) = .95430E-01$
 $C(2) = -.11417E-03$
 $C(3) = .31539E-07$
 $C(4) = -.27584E-11$



Regressie afvoeren - dagfrequenties
 Rijn te Lobith
 Interval 500 - 5000 m3/s

Winter

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

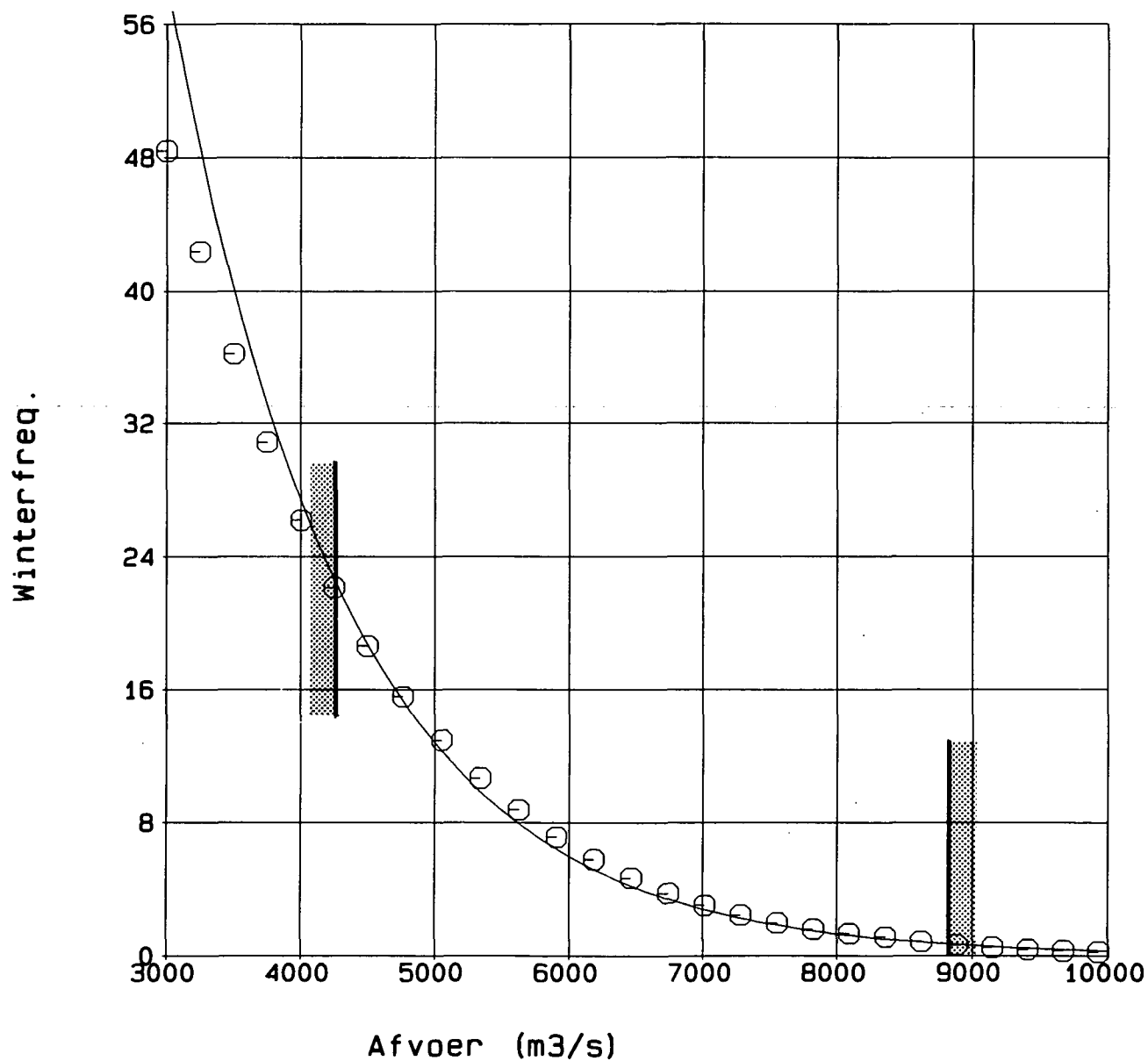
Q1664

FIG. 5.3a

———— DATA FIT $f(x) = A * \exp(B * x)$

Coefficients :

$$\begin{aligned} A &= .57350E+03 \\ B &= -.76046E-03 \end{aligned}$$



Regressie afvoeren - dagfrequenties
Rijn te Lobith
Interval 3000 - 10000 m3/s

Winter

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

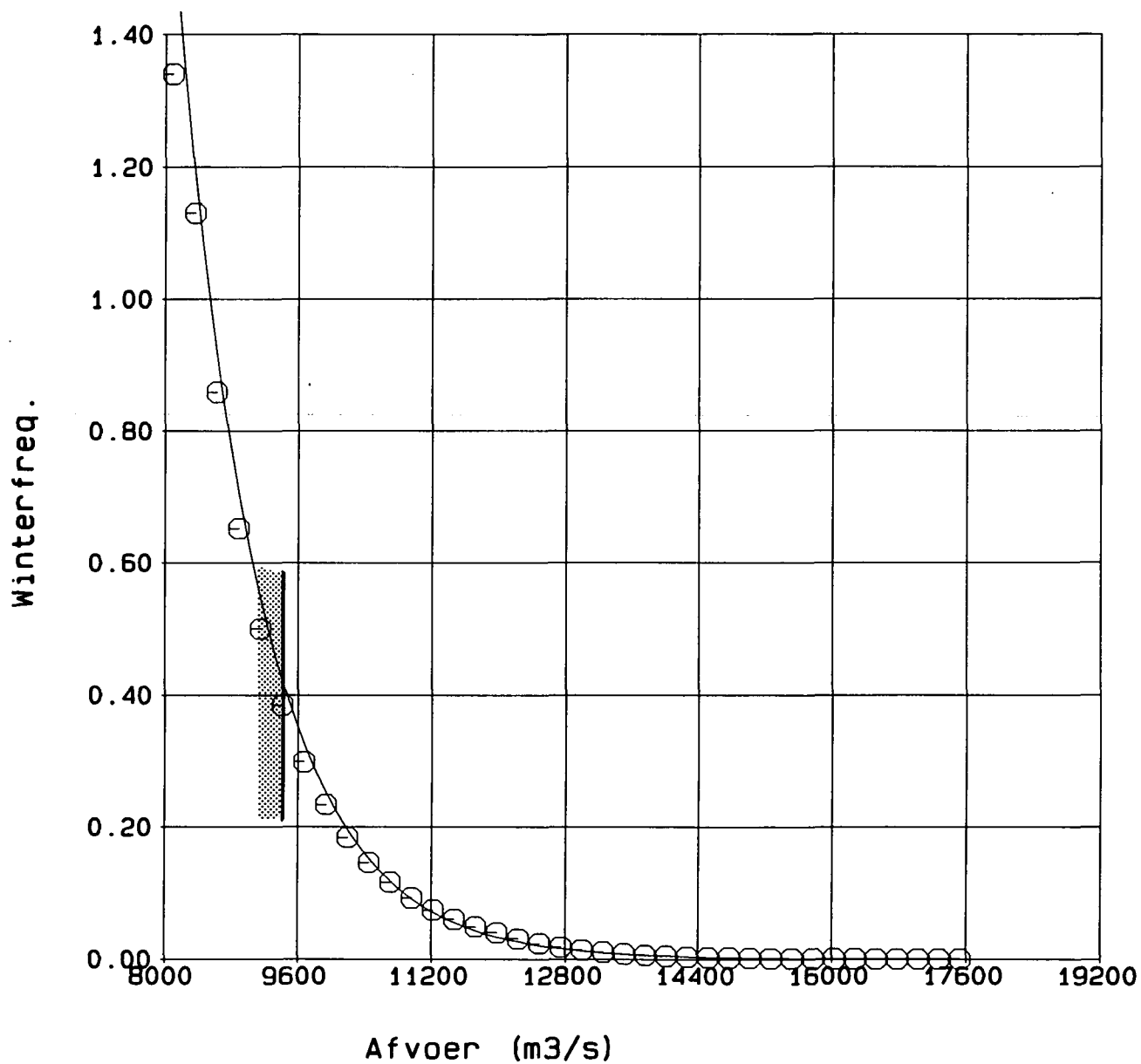
Q1664

FIG. 5.3b:

———— DATA FIT $f(x) = A * \exp(B * x)$

Coefficients :

$$\begin{aligned} A &= .43961E+04 \\ B &= -.98287E-03 \end{aligned}$$



Regressie afvoeren - dagfrequenties
Rijn te Lobith
Interval 8000 - 18000 m3/s

Winter

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

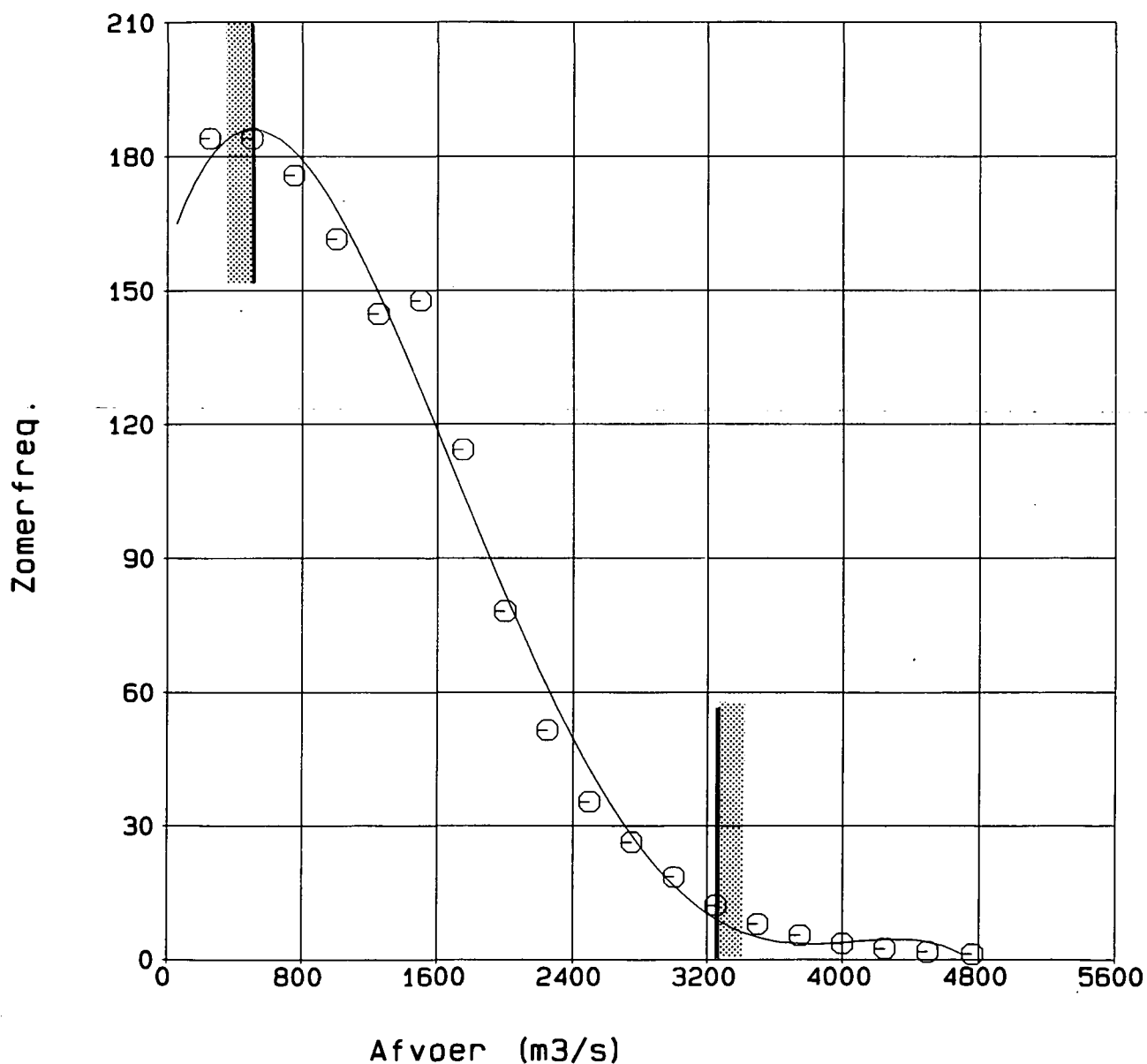
Q1664

FIG. 5.3c

DATA FIT $f(x) = c_0 + c_1x + c_2x^2 + \dots$

Degree of polynomial is : 4

$C(0) = .15897E+03$
 $C(1) = .11636E+00$
 $C(2) = -.14412E-03$
 $C(3) = .40363E-07$
 $C(4) = -.35076E-11$



Regressie afvoeren - dagfrequenties
 Rijn te Lobith
 Interval 500 - 5000 m3/s

Zomer

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

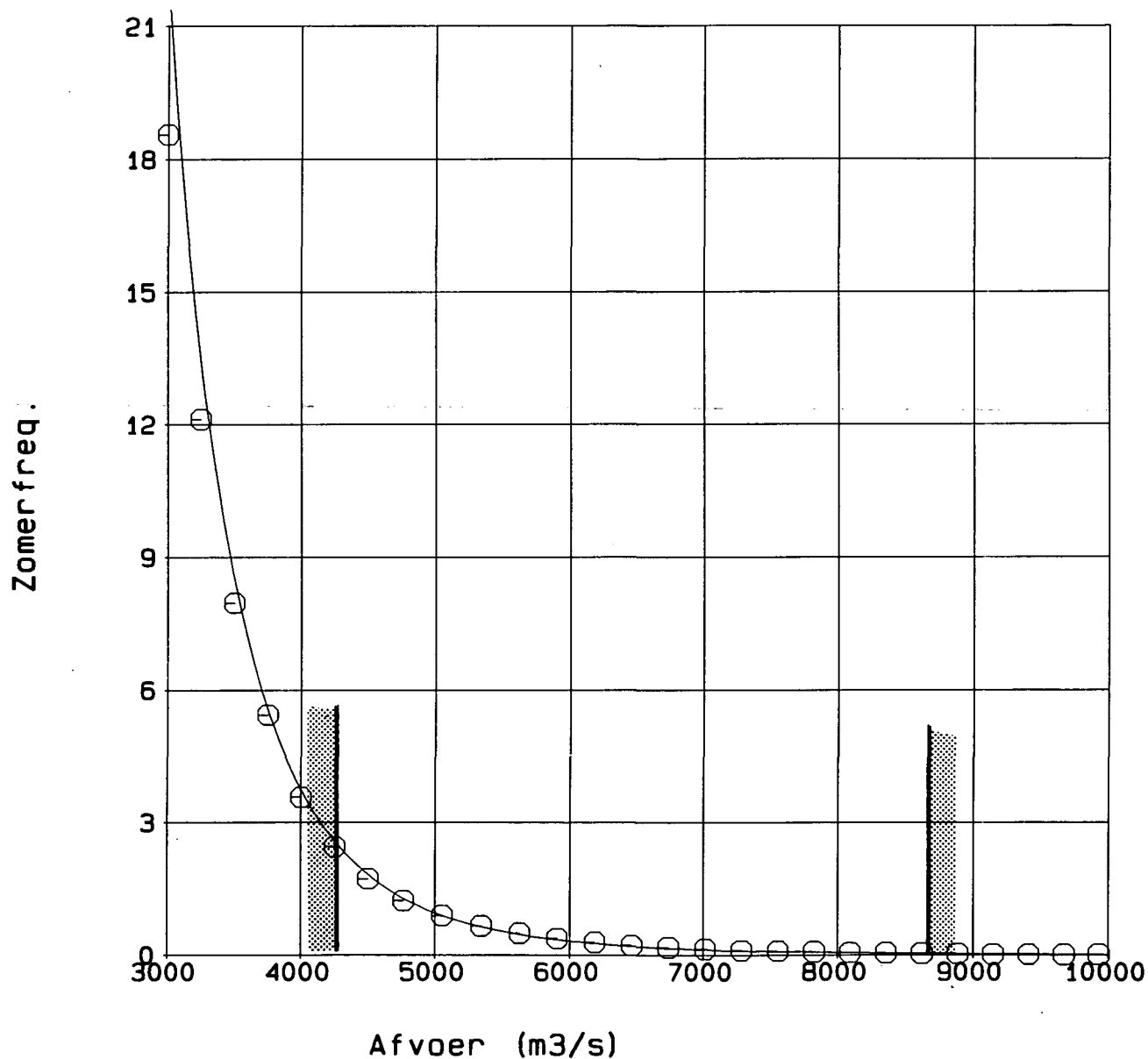
Q1664

FIG. 5.4a.

———— DATA FIT $f(x) = A * X^B$

Coefficients :

A = .54981E+23
B = -.61540E+01



Regressie afvoeren - dagfrequenties
Rijn te Lobith
Interval 3000 - 10000 m3/s

Zomer

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

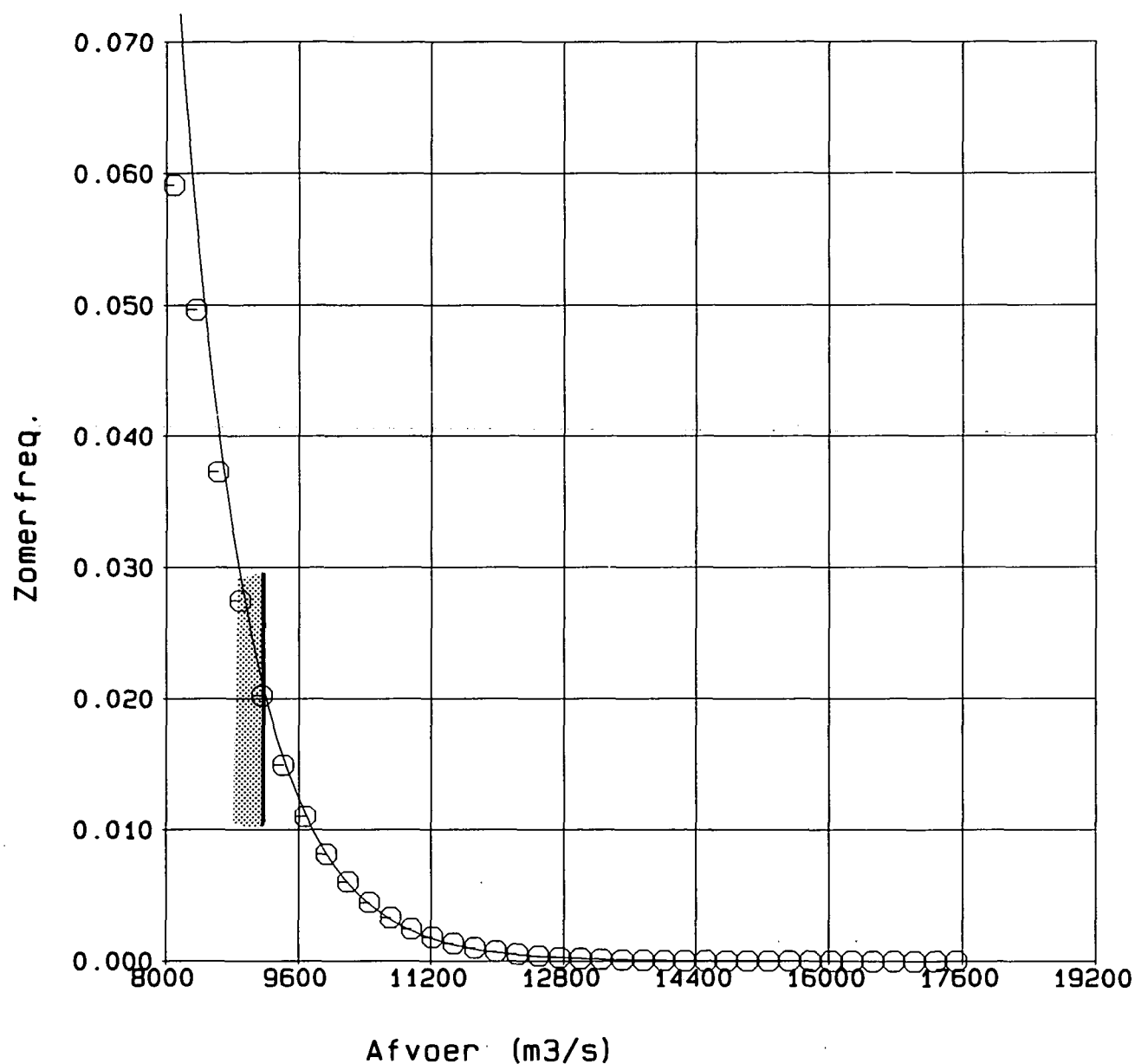
Q1664

FIG. 5.4b

— DATA FIT $f(x) = A * \exp(B * x)$

Coefficients :

$$\begin{aligned} A &= .16153E+04 \\ B &= -.12276E-02 \end{aligned}$$



Regressie afvoeren - dagfrequenties
Rijn te Lobith
Interval 8000 - 18000 m³/s

Zomer

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

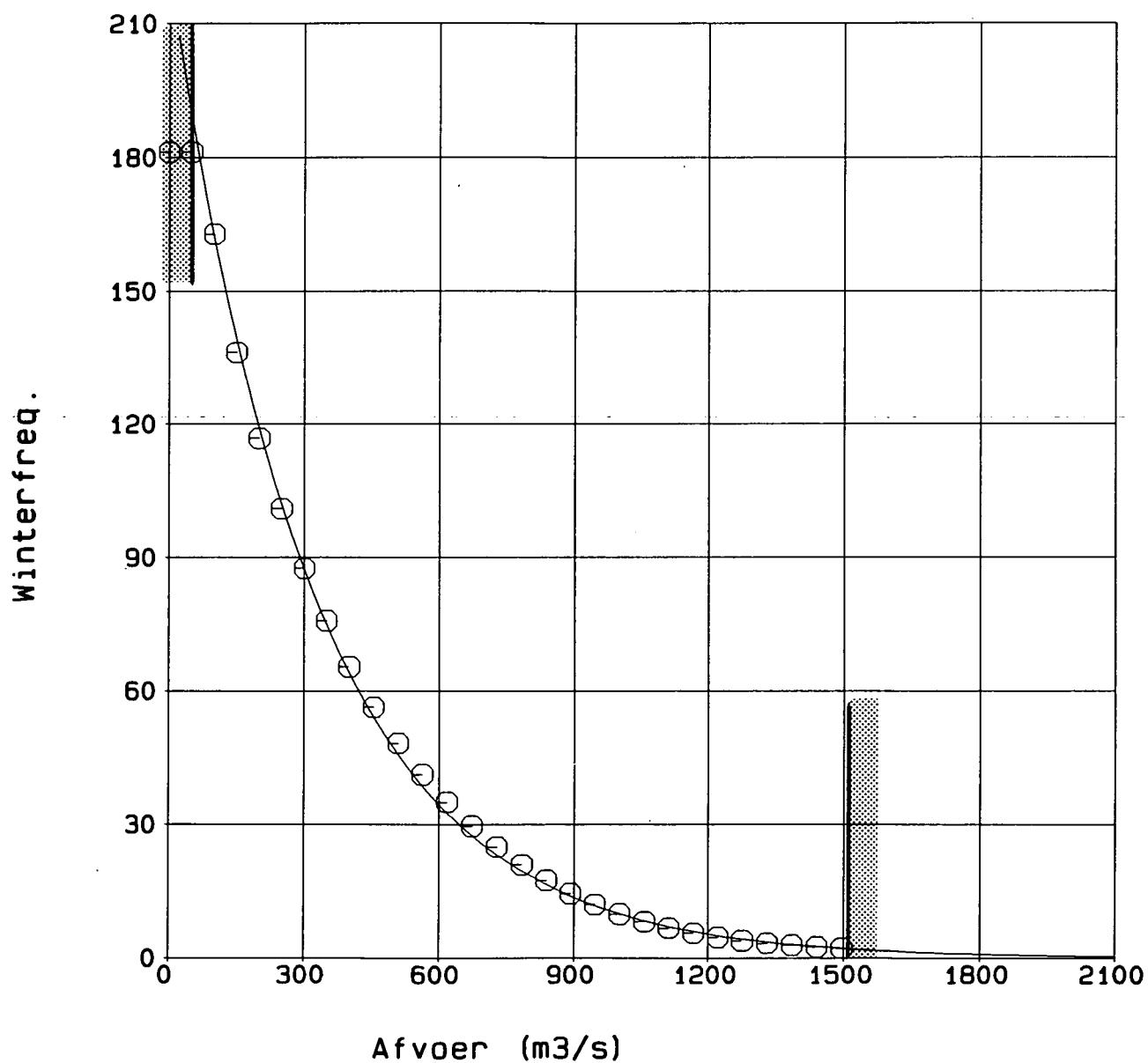
Q1664

FIG. 5.4c

———— DATA FIT $f(x) = A * \exp(B * x)$

Coefficients :

$$\begin{aligned} A &= .22113E+03 \\ B &= -.30989E-02 \end{aligned}$$



Regressie afvoeren - dagfrequenties
Maas te Borgharen
Interval 0 - 1500 m3/s

Winter

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

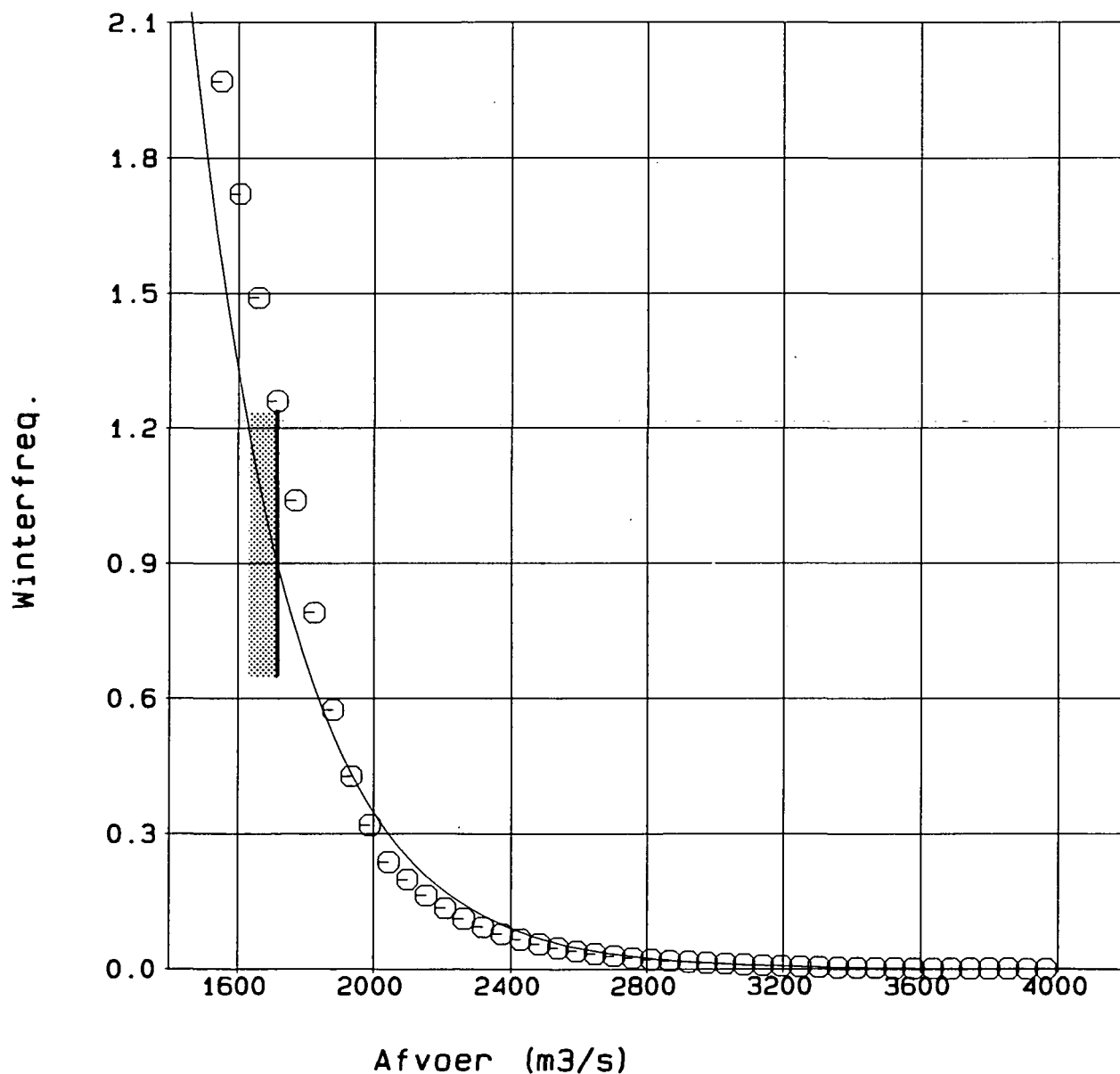
Q1664

FIG. 5.5a

DATA FIT $f(x) = A * \exp(B * x)$

Coefficients :

$$\begin{aligned} A &= .28844E+03 \\ B &= -.33615E-02 \end{aligned}$$



Regressie afvoeren - dagfrequenties
Maas te Borgharen
Interval 1500 - 4000 m3/s

Winter

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

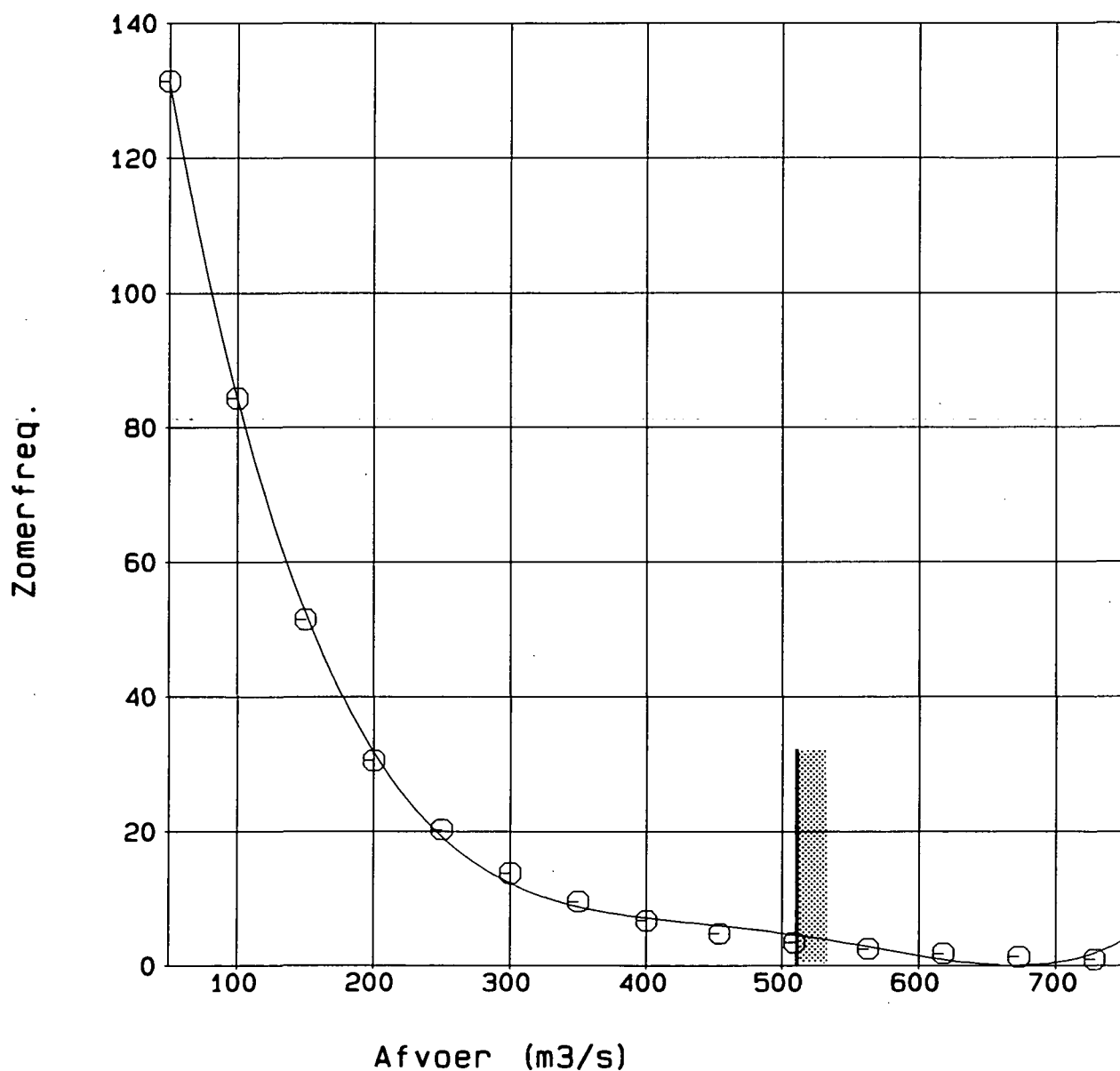
Q1664

FIG. 5.5b

DATA FIT $f(x) = c_0 + c_1x + c_2x^2 + \dots$

Degree of polynomial is : 4

$C(0) = .19614E+03$
 $C(1) = -.15198E+01$
 $C(2) = .46084E-02$
 $C(3) = -.62078E-05$
 $C(4) = .30792E-08$



Regressie afvoeren - dagfrequenties
 Maas te Borgharen
 Interval 50 - 750 m³/s

Zomer

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

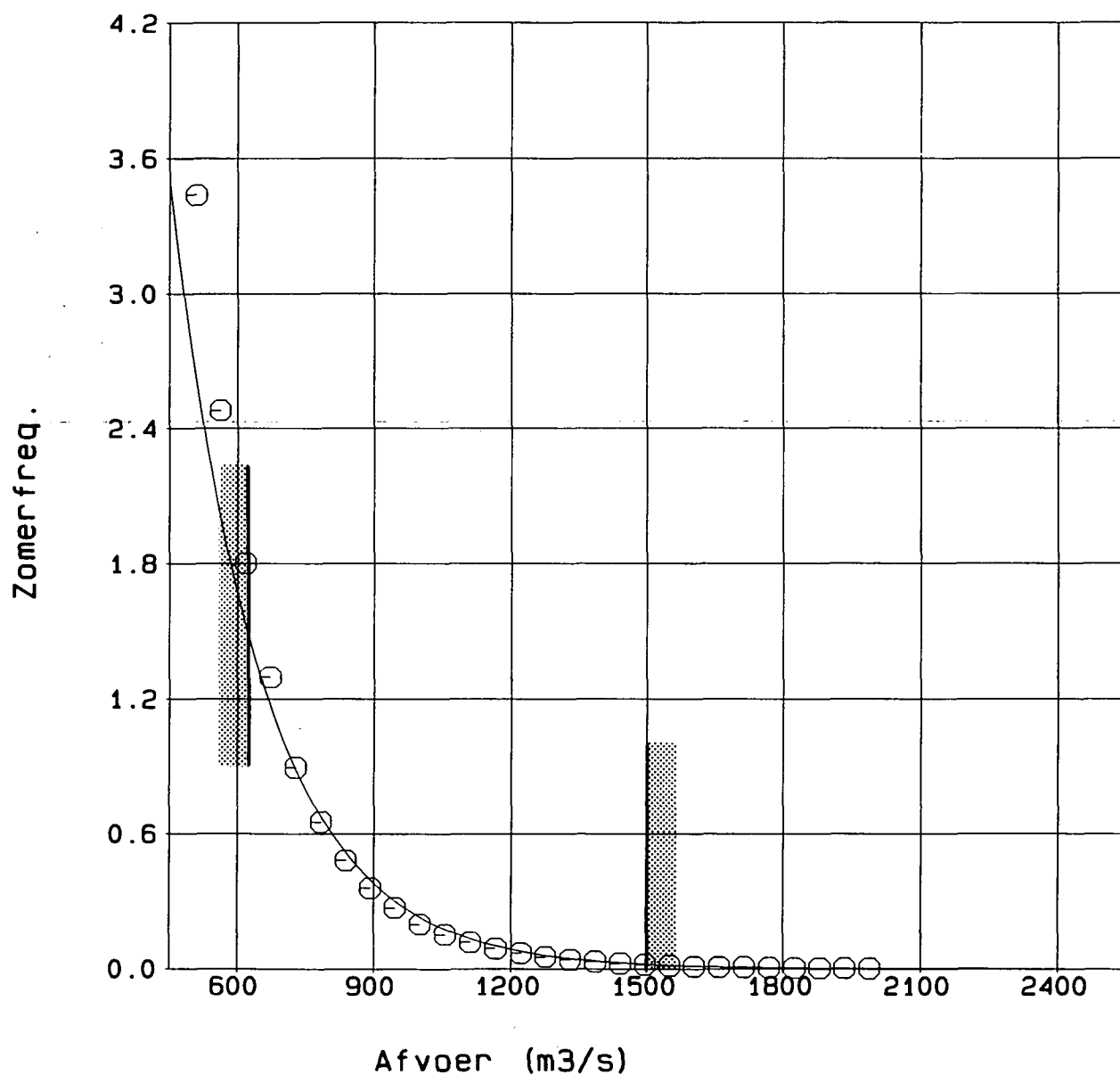
Q1664

FIG. 5.6a

———— DATA FIT $f(x) = A * \exp(B * x)$

Coefficients :

$$\begin{aligned} A &= .32154E+02 \\ B &= -.49273E-02 \end{aligned}$$



Regressie afvoeren - dagfrequenties
 Maas te Borgharen
 Interval 500 - 2000 m3/s

Zomer

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

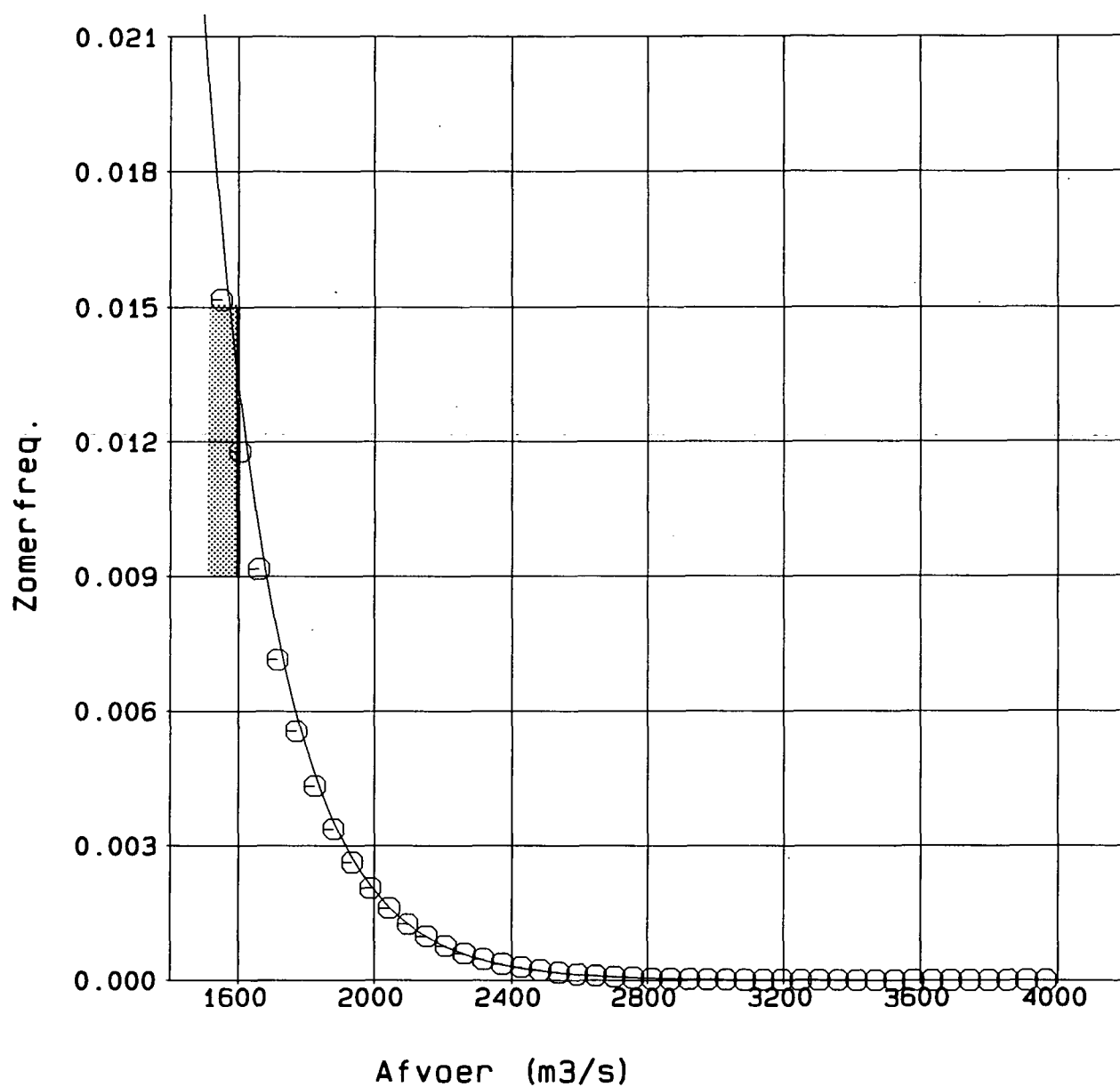
Q1664

FIG. 5.6b

———— DATA FIT $f(x) = A * \exp(B * x)$

Coefficients :

$$\begin{aligned} A &= .25579E+02 \\ B &= -.47258E-02 \end{aligned}$$



Regressie afvoeren - dagfrequenties
 Maas te Borgharen
 Interval 1500 - 4000 m³/s

Zomer

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Q1664

FIG. 5.6c

Annex 3.1

Bereik functies drempelwaarden - duren

Annex 3.1 Bereik functies drempelwaarden - duren

Rijn - Winter:

Bereik:

curve 1 : 750 - 3000 m³/s (Figuur 3.2 a)

curve 2 : 2000 - 7500 m³/s (Figuur 3.2 b)

curve 3 : 5000 - 9750 m³/s (Figuur 3.2 c)

Stapgrootte: 250 m³/s.

Samenstelling:

750 - 2250 m³/s: curve 1

2250 - 3250 m³/s: gewogen gemiddelde curves 1 en 2

3250 - 6750 m³/s: curve 2

6750 - 7250 m³/s: gemiddelde curves 1 en 2

7250 - 17000 m³/s: curve 3 (Figuur 3.2 c, extrapolatie)

Rijn - Zomer:

Bereik:

curve 1 : 750 - 3000 m³/s (Figuur 3.3 a)

curve 2 : 2500 - 6250 m³/s (Figuur 3.3 b)

Stapgrootte: 250 m³/s.

Samenstelling:

750 - 2500 m³/s : curve 1

2500 - 3250 m³/s : gemiddelde curves 1 en 2

3250 - 17000 m³/s : curve 2 (Figuur 3.3 b, extrapolatie)

Maas (winter en zomer):

Voor beide kan met één curve worden volstaan. Op deze curves is de extrapolatie naar 4000 m³/s gebaseerd.

Winter : 50 - 2000 m³/s (Figuur 3.4)

Zomer : 50 - 950 m³/s (Figuur 3.5)

Stapgrootte: 50 m³/s.

Annex 3.2

Duurlengtes zoals berekend op basis van ongecorrigeerde
afvoeren (Rijn te Lobith)

Annex 3.2 Duurlengtes zoals berekend op basis van ongecorrigeerde afvoeren (Rijn te Lobith)

1. Winter

Afvoer	curve1 750-3000	curve2 2000-7500	curve3 5000-9750 (extrap.)	samen- stelling	meet- gegevens
750	176,80	-	-	176,80	168,58
1000	103,18	-	-	103,18	106,89
1250	67,94	-	-	67,94	70,56
1500	48,30	-	-	48,30	49,33
1750	36,19	-	-	36,19	37,72
2000	28,19	22,52	-	28,19	26,67
2250	22,61	19,80	-	22,61	21,41
2500	18,56	17,65	-	18,26	17,98
2750	15,53	15,90	-	15,72	15,51
3000	13,19	14,46	-	14,04	13,91
3250	-	13,25	-	13,25	12,63
3500	-	12,22	-	12,22	11,76
3750	-	11,33	-	11,33	10,68
4000	-	10,56	-	10,56	9,30
4250	-	9,88	-	9,88	9,07
4500	-	9,29	-	9,29	8,43
4750	-	8,75	-	8,75	8,24
5000	-	8,28	8,89	8,28	8,34
5250	-	7,85	8,34	7,85	7,65
5500	-	7,46	7,84	7,46	7,46
5750	-	7,10	7,39	7,10	7,47
6000	-	6,78	6,98	6,78	7,15
6250	-	6,49	6,61	6,49	6,79
6500	-	6,21	6,28	6,21	6,43
6750	-	5,96	5,97	5,96	6,40
7000	-	5,73	5,69	5,71	5,68
7250	-	5,52	5,43	5,43	5,54
7500	-	5,31	5,19	5,19	5,78
7750	-	-	4,97	4,97	5,64
8000	-	-	4,76	4,76	5,19
8250	-	-	4,57	4,57	4,40
8500	-	-	4,39	4,39	4,31
8750	-	-	4,23	4,23	4,17
9000	-	-	4,07	4,07	3,75
9250	-	-	3,93	3,93	3,72
9500	-	-	3,79	3,79	3,75
9750	-	-	3,66	3,66	3,40
10000	-	-	3,54	3,54	4,43

Annex 3.2 Vervolg

Afvoer	curve1 750-3000	curve2 2000-7500	curve3 5000-9750 (extrap.)	samen- stelling	meet- gegevens
10250	-	-	3,43	3,43	3,72
10500	-	-	3,32	3,32	4,60
10750	-	-	3,22	3,22	3,99
11000	-	-	3,12	3,12	3,41
11250	-	-	3,03	3,03	2,62
11500	-	-	2,94	2,94	3,25
11750	-	-	2,86	2,86	2,83
12000	-	-	2,78	2,78	2,42
12250	-	-	2,70	2,70	1,57
12500	-	-	2,63	2,63	-
12750	-	-	2,56	2,56	-
13000	-	-	2,50	2,50	-
13250	-	-	2,44	2,44	-
13500	-	-	2,38	2,38	-
13750	-	-	2,32	2,32	-
14000	-	-	2,26	2,26	-
14250	-	-	2,21	2,21	-
14500	-	-	2,16	2,16	-
14750	-	-	2,11	2,11	-
15000	-	-	2,07	2,07	-
15250	-	-	2,02	2,02	-
15500	-	-	1,98	1,98	-
15750	-	-	1,94	1,94	-
16000	-	-	1,90	1,90	-
16250	-	-	1,86	1,86	-
16500	-	-	1,82	1,82	-
16750	-	-	1,78	1,78	-
17000	-	-	1,75	1,75	-

Annex 3.2 Vervolg

2. Zomer

Afvoer	curve 1 750-3000	curve 2 2500-6250	samen- stelling (extrap.)	meet- gegevens
750	179,47	-	179,47	177,11
1000	128,17	-	128,17	131,54
1250	88,71	-	88,71	91,34
1500	59,52	-	59,52	57,01
1750	39,01	-	39,01	35,64
2000	25,60	-	25,60	25,90
2250	17,69	-	17,69	19,36
2500	13,71	14,29	13,71	14,48
2750	12,07	12,60	12,34	12,40
3000	11,18	11,23	11,20	10,40
3250	-	10,10	10,10	9,77
3500	-	9,15	9,15	9,29
3750	-	8,36	8,36	8,35
4000	-	7,67	7,67	7,38
4250	-	7,08	7,08	7,54
4500	-	6,56	6,56	7,09
4750	-	6,11	6,11	6,37
5000	-	5,71	5,71	5,96
5250	-	5,35	5,35	5,91
5500	-	5,03	5,03	5,50
5750	-	4,74	4,74	4,33
6000	-	4,48	4,48	4,13
6250	-	4,25	4,25	3,84
6500	-	4,03	4,03	4,96
6750	-	3,84	3,84	5,41
7000	-	3,66	3,66	4,79
7250	-	3,49	3,49	3,91
7500	-	3,34	3,34	5,94
7750	-	3,20	3,20	5,60
8000	-	3,06	3,06	5,26
8250	-	2,94	2,94	4,82
8500	-	2,83	2,83	4,32
8750	-	2,72	2,72	3,81
9000	-	2,62	2,62	3,30
9250	-	2,53	2,53	2,78
9500	-	2,44	2,44	2,27

Annex 3.2 Vervolg

Afvoer	curve 1 750-3000	curve 2 2500-6250	samen- stelling (extrap.)	meet- gegevens
9750	-	2,36	2,36	-
10000	-	2,28	2,28	-
10250	-	2,21	2,21	-
10500	-	2,14	2,14	-
10750	-	2,07	2,07	-
11000	-	2,01	2,01	-
11250	-	1,95	1,95	-
11500	-	1,90	1,90	-
11750	-	1,84	1,84	-
12000	-	1,79	1,79	-
12250	-	1,74	1,74	-
12500	-	1,70	1,70	-
12750	-	1,65	1,65	-
13000	-	1,61	1,61	-
13250	-	1,57	1,57	-
13500	-	1,53	1,53	-
13750	-	1,50	1,50	-
14000	-	1,46	1,46	-
14250	-	1,43	1,43	-
14500	-	1,39	1,39	-
14750	-	1,36	1,36	-
15000	-	1,33	1,33	-
15250	-	1,30	1,30	-
15500	-	1,28	1,28	-
15750	-	1,25	1,25	-
16000	-	1,22	1,22	-
16250	-	1,20	1,20	-
16500	-	1,18	1,18	-
16750	-	1,15	1,15	-
17000	-	1,13	1,13	-

Annex 3.3

**Duurlengtes zoals berekend uit de ongecorrigeerde afvoeren
(Maas te Borgharen)**

Annex 3.3**Duurlengtes zoals berekend uit de ongecorrigeerde afvoeren (Maas te Borgharen)**

Afvoer	Winter		Zomer	
	Curve	meet-gegevens	Curve	meet-gegevens
50	90,84	94,46	18,05	18,82
100	46,68	51,31	11,46	11,11
150	31,62	31,00	8,78	8,09
200	23,99	22,47	7,27	6,98
250	19,36	18,80	6,28	6,38
300	16,25	15,83	5,57	5,94
350	14,01	13,93	5,04	4,86
400	12,33	11,98	4,62	4,65
450	11,01	10,80	4,27	4,23
500	9,95	9,86	3,99	3,91
550	9,08	8,78	3,75	3,96
600	8,35	8,19	3,54	3,50
650	7,73	7,81	3,36	3,63
700	7,20	7,38	3,20	3,81
750	6,74	6,84	3,06	3,42
800	6,33	6,47	2,93	2,89
850	5,98	6,10	2,81	2,46
900	5,66	5,67	2,71	2,69
950	5,37	5,34	2,62	2,22
1000	5,11	5,06	2,53	2,36
1050	4,88	4,62	2,45	4,60
1100	4,66	4,48	2,38	4,43
1150	4,47	4,28	2,31	4,26
1200	4,29	4,43	2,24	4,09
1250	4,13	4,15	2,19	3,92
1300	3,97	3,90	2,13	3,75
1350	3,83	3,97	2,08	3,59
1400	3,70	3,60	2,03	3,46
1450	3,58	3,64	1,98	3,33
1500	3,46	3,57	1,94	3,20
1550	3,36	3,37	1,90	3,08
1600	3,25	3,61	1,86	2,95
1650	3,16	3,47	1,82	2,82
1700	3,07	3,12	1,79	2,69
1750	2,99	2,81	1,75	2,57
1800	2,91	2,70	1,72	2,44
1850	2,83	2,72	1,69	2,31
1900	2,76	2,46	1,66	2,18
1950	2,69	2,80	1,63	1,79
2000	2,63	3,01	1,61	-
2050	2,56	2,78	1,58	-
2100	2,51	2,55	1,56	-
2150	2,45	2,80	1,53	-
2200	2,40	3,42	1,51	-
2250	2,35	3,19	1,49	-

Annex 3.3 Vervolg

Afvoer	Winter		Zomer	
	Curve	meet- gegevens	Curve	meet- gegevens
2300	2,30	2,94	1,47	-
2350	2,25	2,69	1,44	-
2400	2,20	2,44	1,42	-
2450	2,16	2,19	1,41	-
2500	2,12	3,01	1,39	-
2550	2,08	2,73	1,37	-
2600	2,04	2,38	1,35	-
2650	2,00	2,02	1,34	-
2700	1,97	1,65	1,32	-
2750	1,93	1,29	1,30	-
2800	1,90	-	1,29	-
2850	1,87	-	1,27	-
2900	1,84	-	1,26	-
2950	1,81	-	1,24	-
3000	1,78	-	1,23	-
3050	1,75	-	1,22	-
3100	1,72	-	1,20	-
3150	1,70	-	1,19	-
3200	1,67	-	1,18	-
3250	1,65	-	1,17	-
3300	1,62	-	1,16	-
3350	1,60	-	1,14	-
3400	1,58	-	1,13	-
3450	1,56	-	1,12	-
3500	1,53	-	1,11	-
3550	1,51	-	1,10	-
3600	1,49	-	1,09	-
3650	1,47	-	1,08	-
3700	1,45	-	1,07	-
3750	1,44	-	1,06	-
3800	1,42	-	1,05	-
3850	1,40	-	1,04	-
3900	1,38	-	1,04	-
3950	1,37	-	1,03	-
4000	1,35	-	1,02	-

Annex 4.1

Bereik functies hoge frequenties (methode 1)

Annex 4.1 Bereik functies hoge frequenties (methode 1)

Rijn - winter:

Deelbereiken:

- curve 1 : 750 - 3000 m³/s (Figuur 4.1 a)
curve 2 : 2500 - 9000 m³/s (Figuur 4.1 b)
curve 3 : 7500 - 12250 m³/s (Figuur 4.1 c)

Samenstelling:

- 750 - 2500 m³/s : curve 1
2500 - 3250 m³/s : gemiddelde curves 1 en 2
3250 - 7750 m³/s : curve 2
7750 - 8250 m³/s : gemiddelde curves 2 en 3
8250 - 17000 m³/s : curve 3

Rijn - zomer:

Deelbereiken:

- curve 1 : 1250 - 3500 m³/s (Figuur 4.2 a)
curve 2 : 2500 - 9500 m³/s (Figuur 4.2 b)

Samenstelling:

- 1250 - 3250 m³/s : curve 1
3250 - 4000 m³/s : gemiddelde curves 1 en 2
4000 - 17000 m³/s : curve 2

Maas - winter:

Deelbereiken:

- curve 1 : 50 - 2250 m³/s (Figuur 4.3 a)
curve 2 : 1500 - 2750 m³/s (Figuur 4.3 b)

Samenstelling:

- 50 - 1450 m³/s : curve 1
1450 - 1950 m³/s : gewogen gemiddelden curves 1 en 2
1950 - 4000 m³/s : curve 2

Maas - zomer:

Deelbereiken:

- curve 1 : 100 - 750 m³/s (Figuur 4.4 a)
curve 2 : 500 - 950 m³/s (Figuur 4.4 b)

Samenstelling:

50 - 150 m³/s : werkelijke waarden

150 - 550 m³/s : curve 1

550 - 750 m³/s : gewogen gemiddelden curves 1 en 2

750 - 4000 m³/s : curve 2

Annex 4.2

Overschrijdingsfrequenties Rijn te Lobith
op basis van ongecorrigeerde afvoeren
Methode 1 Duur-analyse

Annex 4.2a Overschrijdingsfrequenties Rijn te Lobith op basis van ongecorrigeerde afvoeren. Methode 1 Duur-analyse Winter-seizoen

Afvoer	curve1	curve2	curve3	samengestelde curve
750	0,878	-	-	0,878
1000	1,667	-	-	1,667
1250	2,332	-	-	2,332
1500	2,871	-	-	2,871
1750	3,286	-	-	3,286
2000	3,575	-	-	3,575
2250	3,738	-	-	3,738
2500	3,777	3,800	-	3,777
2750	3,690	3,620	-	3,655
3000	3,478	3,417	-	3,447
3250	-	3,196	-	3,196
3500	-	2,963	-	2,963
3750	-	2,723	-	2,723
4000	-	2,481	-	2,481
4250	-	2,240	-	2,240
4500	-	2,005	-	2,005
4750	-	1,779	-	1,779
5000	-	1,564	-	1,564
5250	-	1,362	-	1,362
5500	-	1,176	-	1,176
5750	-	1,007	-	1,007
6000	-	0,856	-	8,556e-1
6250	-	0,722	-	7,223e-1
6500	-	0,607	-	6,072e-1
6750	-	0,510	-	5,097e-1
7000	-	0,429	-	4,288e-1
7250	-	0,363	-	3,631e-1
7500	-	0,311	0,398	3,108e-1
7750	-	0,269	0,308	2,694e-1
8000	-	0,236	0,239	2,378e-1
8250	-	0,208	0,188	1,879e-1
8500	-	0,180	0,148	1,485e-1
8750	-	0,150	0,118	1,181e-1
9000	-	0,112	0,095	9,461e-2
9250	-	-	0,076	7,623e-2
9500	-	-	0,062	6,178e-2
9750	-	-	0,050	5,034e-2
10000	-	-	0,041	4,123e-2
10250	-	-	0,034	3,394e-2
10500	-	-	0,028	2,807e-2
10750	-	-	0,023	2,332e-2
11000	-	-	0,019	1,945e-2
11250	-	-	0,016	1,629e-2
11500	-	-	0,014	1,373e-2
11750	-	-	0,012	1,156e-2
12000	-	-	0,010	9,796e-3
12250	-	-	0,008	8,327e-3
12500	-	-	0,007	7,101e-3

Annex 4.2a Vervolg

Afvoer	curve1	curve2	curve3	samengestelde curve
12750	-	-	0,006	6,075e-3
13000	-	-	0,005	5,212e-3
13250	-	-	0,004	4,486e-3
13500	-	-	0,004	3,871e-3
13750	-	-	0,003	3,350e-3
14000	-	-	0,003	2,906e-3
14250	-	-	0,003	2,528e-3
14500	-	-	0,002	2,204e-3
14750	-	-	0,002	1,926e-3
15000	-	-	0,002	1,687e-3
15250	-	-	0,001	1,481e-3
15500	-	-	0,001	1,303e-3
15750	-	-	0,001	1,148e-3
16000	-	-	0,001	1,014e-3
16250	-	-	0,001	8,977e-4
16500	-	-	0,001	7,959e-4
16750	-	-	0,001	7,069e-4
17000	-	-	0,001	6,290e-4

Annex 4.2b **Overschrijdingsfrequenties Rijn te Lobith**
op basis van ongecorrigeerde afvoeren
Methode 1 Duur-analyse
Zomer-seizoen

Afvoer	curve1	curve2	samengestelde curve
750	0,979	-	0,979
1000	1,260	-	1,260
1250	1,632	-	1,632
1500	2,482	-	2,482
1750	2,930	-	2,930
2000	3,048	-	3,048
2250	2,908	-	2,908
2500	2,581	4,613	2,581
2750	2,140	2,898	2,140
3000	1,656	1,896	1,656
3250	1,200	1,283	1,200
3500	0,845	0,894	8,695e-1
3750	0,663	0,638	6,505e-1
4000	0,724	4,659e-1	4,659e-1
4250	-	3,466e-1	3,466e-1
4500	-	2,623e-1	2,623e-1
4750	-	2,015e-1	2,015e-1
5000	-	1,569e-1	1,569e-1
5250	-	1,237e-1	1,237e-1
5500	-	9,855e-2	9,855e-2
5750	-	7,934e-2	7,934e-2
6000	-	6,447e-2	6,447e-2
6250	-	5,283e-2	5,283e-2
6500	-	4,363e-2	4,363e-2
6750	-	3,629e-2	3,629e-2
7000	-	3,039e-2	3,039e-2
7250	-	2,561e-2	2,561e-2
7500	-	2,171e-2	2,171e-2
7750	-	1,850e-2	1,850e-2
8000	-	1,584e-2	1,584e-2
8250	-	1,364e-2	1,364e-2
8500	-	1,179e-2	1,179e-2
8750	-	1,023e-2	1,023e-2
9000	-	8,920e-3	8,920e-3
9250	-	7,804e-3	7,804e-3
9500	-	6,852e-3	6,852e-3
9750	-	6,036e-3	6,036e-3
10000	-	5,335e-3	5,335e-3
10250	-	4,730e-3	4,730e-3
10500	-	4,205e-3	4,205e-3
10750	-	3,749e-3	3,749e-3
11000	-	3,351e-3	3,351e-3
11250	-	3,003e-3	3,003e-3
11500	-	2,698e-3	2,698e-3
11750	-	2,429e-3	2,429e-3
12000	-	2,192e-3	2,192e-3
12250	-	1,983e-3	1,983e-3
12500	-	1,796e-3	1,796e-3

Annex 4.2b Vervolg

Afvoer	curve1	curve2	samengestelde curve
12750	-	1,631e-3	1,631e-3
13000	-	1,484e-3	1,484e-3
13250	-	1,352e-3	1,352e-3
13500	-	1,234e-3	1,234e-3
13750	-	1,129e-3	1,129e-3
14000	-	1,034e-3	1,034e-3
14250	-	9,481e-4	9,481e-4
14500	-	8,710e-4	8,710e-4
14750	-	8,013e-4	8,013e-4
15000	-	7,382e-4	7,382e-4
15250	-	6,810e-4	6,810e-4
15500	-	6,291e-4	6,291e-4
15750	-	5,819e-4	5,819e-4
16000	-	5,388e-4	5,388e-4
16250	-	4,996e-4	4,996e-4
16500	-	4,637e-4	4,637e-4
16750	-	4,309e-4	4,309e-4
17000	-	4,009e-4	4,009e-4

Annex 4.3

**Overschrijdingsfrequenties Maas te Borgharen
Methode 1 Duur-analyse**

Annex 4.3a Overschrijdingsfrequenties Maas te Borgharen
Methode 1 Duur-analyse
Winter-seizoen

Afvoer	curve1	curve2	samengestelde curve
50	2,373	-	2,373
100	3,489	-	3,489
150	4,306	-	4,306
200	4,870	-	4,870
250	5,217	-	5,217
300	5,385	-	5,385
350	5,405	-	5,405
400	5,306	-	5,306
450	5,115	-	5,115
500	4,853	-	4,853
550	4,541	-	4,541
600	4,197	-	4,197
650	3,835	-	3,835
700	3,467	-	3,467
750	3,106	-	3,106
800	2,757	-	2,757
850	2,429	-	2,429
900	2,126	-	2,126
950	1,851	-	1,851
1000	1,605	-	1,605
1050	1,391	-	1,391
1100	1,206	-	1,206
1150	1,050	-	1,050
1200	0,920	-	9,203e-1
1250	0,814	-	8,139e-1
1300	0,728	-	7,277e-1
1350	0,658	-	6,578e-1
1400	0,601	-	6,005e-1
1450	0,552	-	5,520e-1
1500	0,509	0,436	4,966e-1
1550	0,467	0,350	4,435e-1
1600	0,424	0,282	3,886e-1
1650	0,378	0,229	3,281e-1
1700	0,326	0,187	2,567e-1
1750	0,269	0,154	1,923e-1
1800	0,207	0,127	1,471e-1
1850	0,142	0,106	1,128e-1
1900	0,076	0,088	8,609e-2
1950	0,014	7,393e-2	7,393e-2
2000	-,036	6,229e-2	6,229e-2
2050	-,068	5,271e-2	5,271e-2
2100	-,071	4,478e-2	4,478e-2
2150	-,032	3,818e-2	3,818e-2
2200	0,064	3,268e-2	3,268e-2
2250	0,232	2,807e-2	2,807e-2

Annex 4.3a Vervolg

Afvoer	curve1	curve2	samengestelde curve
2300	-	2,419e-2	2,419e-2
2350	-	2,092e-2	2,092e-2
2400	-	1,814e-2	1,814e-2
2450	-	1,578e-2	1,578e-2
2500	-	1,376e-2	1,376e-2
2550	-	1,204e-2	1,204e-2
2600	-	1,055e-2	1,055e-2
2650	-	9,277e-3	9,277e-3
2700	-	8,175e-3	8,175e-3
2750	-	7,220e-3	7,220e-3
2800	-	6,391e-3	6,391e-3
2850	-	5,670e-3	5,670e-3
2900	-	5,040e-3	5,040e-3
2950	-	4,490e-3	4,490e-3
3000	-	4,007e-3	4,007e-3
3050	-	3,583e-3	3,583e-3
3100	-	3,210e-3	3,210e-3
3150	-	2,880e-3	2,880e-3
3200	-	2,589e-3	2,589e-3
3250	-	2,331e-3	2,331e-3
3300	-	2,102e-3	2,102e-3
3350	-	1,899e-3	1,899e-3
3400	-	1,718e-3	1,718e-3
3450	-	1,556e-3	1,556e-3
3500	-	1,412e-3	1,412e-3
3550	-	1,283e-3	1,283e-3
3600	-	1,167e-3	1,167e-3
3650	-	1,063e-3	1,063e-3
3700	-	9,694e-4	9,694e-4
3750	-	8,852e-4	8,852e-4
3800	-	8,093e-4	8,093e-4
3850	-	7,408e-4	7,408e-4
3900	-	6,789e-4	6,789e-4
3950	-	6,228e-4	6,228e-4
4000	-	5,720e-4	5,720e-4

Annex 4.3b **Overschrijdingsfrequenties Maas te Borgharen**
Methode 1 Duur-analyse
Zomer-seizoen

Afvoer	curve1	curve2	samengestelde curve
50	7,277	-	7,277
100	7,361	-	7,361
150	5,855	-	5,855
200	4,207	-	4,207
250	3,231	-	3,231
300	2,481	-	2,481
350	1,905	-	1,905
400	1,463	-	1,463
450	1,123	-	1,123
500	8,624e-1	9,964e-1	8,624e-1
550	6,622e-1	7,027e-1	6,622e-1
600	5,085e-1	5,109e-1	5,085e-1
650	3,904e-1	3,810e-1	3,857e-1
700	2,998e-1	2,904e-1	2,904e-1
750	2,302e-1	2,256e-1	2,256e-1
800	-	1,781e-1	1,781e-1
850	-	1,426e-1	1,426e-1
900	-	1,157e-1	1,157e-1
950	-	9,487e-2	9,487e-2
1000	-	7,862e-2	7,862e-2
1050	-	6,575e-2	6,575e-2
1100	-	5,545e-2	5,545e-2
1150	-	4,711e-2	4,711e-2
1200	-	4,031e-2	4,031e-2
1250	-	3,471e-2	3,471e-2
1300	-	3,007e-2	3,007e-2
1350	-	2,618e-2	2,618e-2
1400	-	2,292e-2	2,292e-2
1450	-	2,015e-2	2,015e-2
1500	-	1,780e-2	1,780e-2
1550	-	1,578e-2	1,578e-2
1600	-	1,405e-2	1,405e-2
1650	-	1,255e-2	1,255e-2
1700	-	1,125e-2	1,125e-2
1750	-	1,012e-2	1,012e-2
1800	-	9,126e-3	9,126e-3
1850	-	8,255e-3	8,255e-3
1900	-	7,486e-3	7,486e-3
1950	-	6,807e-3	6,807e-3
2000	-	6,204e-3	6,204e-3
2050	-	5,667e-3	5,667e-3
2100	-	5,188e-3	5,188e-3
2150	-	4,760e-3	4,760e-3
2200	-	4,375e-3	4,375e-3
2250	-	4,029e-3	4,029e-3
2300	-	3,718e-3	3,718e-3
2350	-	3,436e-3	3,436e-3

Annex 4.3b Vervolg

Afvoer	curve1	curve2	samengestelde curve
2400	-	3,181e-3	3,181e-3
2450	-	2,949e-3	2,949e-3
2500	-	2,739e-3	2,739e-3
2550	-	2,547e-3	2,547e-3
2600	-	2,372e-3	2,372e-3
2650	-	2,213e-3	2,213e-3
2700	-	2,066e-3	2,066e-3
2750	-	1,932e-3	1,932e-3
2800	-	1,808e-3	1,808e-3
2850	-	1,695e-3	1,695e-3
2900	-	1,590e-3	1,590e-3
2950	-	1,494e-3	1,494e-3
3000	-	1,404e-3	1,404e-3
3050	-	1,322e-3	1,322e-3
3100	-	1,245e-3	1,245e-3
3150	-	1,175e-3	1,175e-3
3200	-	1,109e-3	1,109e-3
3250	-	1,047e-3	1,047e-3
3300	-	9,905e-4	9,905e-4
3350	-	9,374e-4	9,374e-4
3400	-	8,879e-4	8,879e-4
3450	-	8,416e-4	8,416e-4
3500	-	7,984e-4	7,984e-4
3550	-	7,580e-4	7,580e-4
3600	-	7,201e-4	7,201e-4
3650	-	6,846e-4	6,846e-4
3700	-	6,513e-4	6,513e-4
3750	-	6,201e-4	6,201e-4
3800	-	5,907e-4	5,907e-4
3850	-	5,631e-4	5,631e-4
3900	-	5,371e-4	5,371e-4
3950	-	5,126e-4	5,126e-4
4000	-	4,895e-4	4,895e-4

Annex 4.4

Deelbereiken frequentie-analyse (methode 2)

Annex 4.4 Deelbereiken frequentie-analyse (methode 2)

Rijn - winter

Deelbereiken:

curve 1 : 7000 - 12000 m³/s (Figuur 4.7 a)

curve 2 : 11000 - 17000 m³/s (Figuur 4.7 b)

Samenstelling:

7000 - 11250 m³/s : curve 1

11250 - 11750 m³/s : gemiddelde curves 1 en 2

11750 - 17000 m³/s : curve 2

Rijn - zomer

Deelbereiken:

curve 1 : 7000 - 12000 m³/s (Figuur 4.8 a)

curve 2 : 11000 - 17000 m³/s (Figuur 4.8 b)

Samenstelling gelijk aan die van de winter.

Maas - winter:

Deelbereiken:

curve 1 : 1350 - 2500 m³/s (Figuur 4.9 a)

curve 2 : 2000 - 4000 m³/s (Figuur 4.9 b)

Samenstelling:

1350 - 2300 m³/s : curve 1

2300 - 2400 m³/s : gemiddelde curves 1 en 2

2400 - 4000 m³/s : curve 2

Maas - zomer:

Deelbereiken:

curve 1 : 1350 - 2500 m³/s (Figuur 4.10 a)

curve 2 : 2000 - 4000 m³/s (Figuur 4.10 b)

Samenstelling:

1350 - 2200 m³/s : curve 1

2200 - 2500 m³/s : gewogen gemiddelden curves 1 en 2

2500 - 4000 m³/s : curve 2

Annex 4.5

**Overschrijdingsfrequenties Rijn te Lobith
op basis van ongecorrigeerde afvoeren
Methode 2 Frequentie-analyse**

**Annex 4.5a Overschrijdingsfrequenties Rijn te Lobith
op basis van ongecorrigeerde afvoeren
Methode 2 Frequentie-analyse
Winter-seizoen**

Afvoer	curve1	curve2	samengestelde curve
750	-	-	-
1000	-	-	-
1250	-	-	-
1500	-	-	-
1750	-	-	-
2000	-	-	-
2250	-	-	-
2500	-	-	-
2750	-	-	-
3000	-	-	-
3250	-	-	-
3500	-	-	-
3750	-	-	-
4000	-	-	-
4250	-	-	-
4500	-	-	-
4750	-	-	-
5000	-	-	-
5250	-	-	-
5500	-	-	-
5750	-	-	-
6000	-	-	-
6250	-	-	-
6500	-	-	-
6750	-	-	-
7000	5,191e-1	-	5,191e-1
7250	4,242e-1	-	4,242e-1
7500	3,467e-1	-	3,467e-1
7750	2,834e-1	-	2,834e-1
8000	2,316e-1	-	2,316e-1
8250	1,893e-1	-	1,893e-1
8500	1,547e-1	-	1,547e-1
8750	1,265e-1	-	1,265e-1
9000	1,034e-1	-	1,034e-1
9250	8,449e-2	-	8,449e-2
9500	6,906e-2	-	6,906e-2
9750	5,644e-2	-	5,644e-2
10000	4,613e-2	-	4,613e-2
10250	3,770e-2	-	3,770e-2
10500	3,082e-2	-	3,082e-2
10750	2,519e-2	-	2,519e-2
11000	2,059e-2	2,218e-2	2,059e-2
11250	1,683e-2	1,748e-2	1,683e-2
11500	1,375e-2	1,378e-2	1,376e-2
11750	1,124e-2	1,086e-2	1,086e-2
12000	9,187e-3	8,554e-3	8,554e-3
12250	-	6,741e-3	6,741e-3
12500	-	5,312e-3	5,312e-3

Annex 4.5a Vervolg

Afvoer	curve1	curve2	samengestelde curve
12750	-	4,186e-3	4,186e-3
13000	-	3,299e-3	3,299e-3
13250	-	2,600e-3	2,600e-3
13500	-	2,049e-3	2,049e-3
13750	-	1,614e-3	1,614e-3
14000	-	1,272e-3	1,272e-3
14250	-	1,002e-3	1,002e-3
14500	-	7,900e-4	7,900e-4
14750	-	6,225e-4	6,225e-4
15000	-	4,906e-4	4,906e-4
15250	-	3,866e-4	3,866e-4
15500	-	3,047e-4	3,047e-4
15750	-	2,401e-4	2,401e-4
16000	-	1,892e-4	1,892e-4
16250	-	1,491e-4	1,491e-4
16500	-	1,175e-4	1,175e-4
16750	-	9,258e-5	9,258e-5
17000	-	7,296e-5	7,296e-5

Annex 4.5b **Overschrijdingsfrequenties Rijn te Lobith**
op basis van ongecorrigeerde afvoeren
Methode 2 Frequentie-analyse
Zomer-seizoen

Afvoer	curve1	curve2	Samengestelde curve
750	-	-	-
1000	-	-	-
1250	-	-	-
1500	-	-	-
1750	-	-	-
2000	-	-	-
2250	-	-	-
2500	-	-	-
2750	-	-	-
3000	-	-	-
3250	-	-	-
3500	-	-	-
3750	-	-	-
4000	-	-	-
4250	-	-	-
4500	-	-	-
4750	-	-	-
5000	-	-	-
5250	-	-	-
5500	-	-	-
5750	-	-	-
6000	-	-	-
6250	-	-	-
6500	-	-	-
6750	-	-	-
7000	4,814e-2	-	4,814e-2
7250	3,686e-2	-	3,686e-2
7500	2,823e-2	-	2,823e-2
7750	2,162e-2	-	2,162e-2
8000	1,655e-2	-	1,655e-2
8250	1,267e-2	-	1,267e-2
8500	9,705e-3	-	9,705e-3
8750	7,431e-3	-	7,431e-3
9000	5,690e-3	-	5,690e-3
9250	4,357e-3	-	4,357e-3
9500	3,337e-3	-	3,337e-3
9750	2,555e-3	-	2,555e-3
10000	1,956e-3	-	1,956e-3
10250	1,498e-3	-	1,498e-3
10500	1,147e-3	-	1,147e-3
10750	8,784e-4	-	8,784e-4
11000	6,726e-4	7,219e-4	6,726e-4
11250	5,150e-4	5,365e-4	5,150e-4
11500	3,944e-4	3,986e-4	3,965e-4
11750	3,020e-4	2,962e-4	2,962e-4
12000	2,312e-4	2,201e-4	2,201e-4
12250	-	1,636e-4	1,636e-4

Annex 4.5b Vervolg

Afvoer	curve1	curve2	Samengestelde curve
12500	-	1,215e-4	1,215e-4
12750	-	9,031e-5	9,031e-5
13000	-	6,711e-5	6,711e-5
13250	-	4,987e-5	4,987e-5
13500	-	3,706e-5	3,706e-5
13750	-	2,754e-5	2,754e-5
14000	-	2,046e-5	2,046e-5
14250	-	1,520e-5	1,520e-5
14500	-	1,130e-5	1,130e-5
14750	-	8,395e-6	8,395e-6
15000	-	6,239e-6	6,239e-6
15250	-	4,636e-6	4,636e-6
15500	-	3,445e-6	3,445e-6
15750	-	2,560e-6	2,560e-6
16000	-	1,902e-6	1,902e-6
16250	-	1,413e-6	1,413e-6
16500	-	1,050e-6	1,050e-6
16750	-	7,804e-7	7,804e-7
17000	-	5,799e-7	5,799e-7

Annex 4.6

Overschrijdingsfrequenties Maas te Borgharen
Methode 2 Frequentie-analyse

Annex 4.6a Overschrijdingsfrequenties Maas te Borgharen
Methode 2 Frequentie-analyse
Winter-seizoen

Afvoer	curve1	curve2	samengestelde curve
50	-	-	-
100	-	-	-
150	-	-	-
200	-	-	-
250	-	-	-
300	-	-	-
350	-	-	-
400	-	-	-
450	-	-	-
500	-	-	-
550	-	-	-
600	-	-	-
650	-	-	-
700	-	-	-
750	-	-	-
800	-	-	-
850	-	-	-
900	-	-	-
950	-	-	-
1000	-	-	-
1050	-	-	-
1100	-	-	-
1150	-	-	-
1200	-	-	-
1250	-	-	-
1300	-	-	-
1350	5,276e-1	-	5,276e-1
1400	4,574e-1	-	4,574e-1
1450	3,966e-1	-	3,966e-1
1500	3,439e-1	-	3,439e-1
1550	2,982e-1	-	2,982e-1
1600	2,586e-1	-	2,586e-1
1650	2,242e-1	-	2,242e-1
1700	1,944e-1	-	1,944e-1
1750	1,685e-1	-	1,685e-1
1800	1,461e-1	-	1,461e-1
1850	1,267e-1	-	1,267e-1
1900	1,099e-1	-	1,099e-1
1950	9,527e-2	-	9,527e-2
2000	8,260e-2	1,029e-1	8,260e-2
2050	7,162e-2	8,642e-2	7,162e-2
2100	6,210e-2	7,260e-2	6,210e-2
2150	5,385e-2	6,099e-2	5,385e-2
2200	4,669e-2	5,124e-2	4,669e-2
2250	4,048e-2	4,305e-2	4,048e-2
2300	3,510e-2	3,616e-2	3,510e-2
2350	3,044e-2	3,038e-2	3,041e-2

Annex 4.6a Vervolg

Afvoer	curve1	curve2	samengestelde curve
2400	2,639e-2	2,552e-2	2,552e-2
2450	2,288e-2	2,144e-2	2,144e-2
2500	1,984e-2	1,801e-2	1,801e-2
2550	-	1,513e-2	1,513e-2
2600	-	1,271e-2	1,271e-2
2650	-	1,068e-2	1,068e-2
2700	-	8,973e-3	8,973e-3
2750	-	7,539e-3	7,539e-3
2800	-	6,333e-3	6,333e-3
2850	-	5,321e-3	5,321e-3
2900	-	4,470e-3	4,470e-3
2950	-	3,755e-3	3,755e-3
3000	-	3,155e-3	3,155e-3
3050	-	2,650e-3	2,650e-3
3100	-	2,227e-3	2,227e-3
3150	-	1,871e-3	1,871e-3
3200	-	1,571e-3	1,571e-3
3250	-	1,320e-3	1,320e-3
3300	-	1,109e-3	1,109e-3
3350	-	9,318e-4	9,318e-4
3400	-	7,828e-4	7,828e-4
3450	-	6,576e-4	6,576e-4
3500	-	5,525e-4	5,525e-4
3550	-	4,641e-4	4,641e-4
3600	-	3,899e-4	3,899e-4
3650	-	3,276e-4	3,276e-4
3700	-	2,752e-4	2,752e-4
3750	-	2,312e-4	2,312e-4
3800	-	1,942e-4	1,942e-4
3850	-	1,632e-4	1,632e-4
3900	-	1,371e-4	1,371e-4
3950	-	1,152e-4	1,152e-4
4000	-	9,675e-5	9,675e-5

Annex 4.6b

Overschrijdingsfrequenties Maas te Borgharen
Methode 2 Frequentie-analyse
Zomer-seizoen

Afvoer	curve1	curve2	samengestelde curve
50	-	-	-
100	-	-	-
150	-	-	-
200	-	-	-
250	-	-	-
300	-	-	-
350	-	-	-
400	-	-	-
450	-	-	-
500	6,018e-1	-	6,018e-1
550	4,783e-1	-	4,783e-1
600	3,801e-1	-	3,801e-1
650	3,021e-1	-	3,021e-1
700	2,401e-1	-	2,401e-1
750	1,908e-1	-	1,908e-1
800	1,516e-1	-	1,516e-1
850	1,205e-1	-	1,205e-1
900	9,575e-2	-	9,575e-2
950	7,610e-2	-	7,610e-2
1000	6,047e-2	-	6,047e-2
1050	4,806e-2	-	4,806e-2
1100	3,819e-2	-	3,819e-2
1150	3,035e-2	-	3,035e-2
1200	2,412e-2	-	2,412e-2
1250	1,917e-2	-	1,917e-2
1300	1,523e-2	-	1,523e-2
1350	1,211e-2	-	1,211e-2
1400	9,622e-3	-	9,622e-3
1450	7,647e-3	-	7,647e-3
1500	6,077e-3	-	6,077e-3
1550	4,829e-3	-	4,829e-3
1600	3,838e-3	-	3,838e-3
1650	3,050e-3	-	3,050e-3
1700	2,424e-3	-	2,424e-3
1750	1,926e-3	-	1,926e-3
1800	1,531e-3	-	1,531e-3
1850	1,217e-3	-	1,217e-3
1900	9,668e-4	-	9,668e-4
1950	7,684e-4	-	7,684e-4
2000	6,106e-4	7,306e-4	6,106e-4
2050	4,853e-4	5,660e-4	4,853e-4
2100	3,857e-4	4,386e-4	3,857e-4
2150	3,065e-4	3,398e-4	3,065e-4
2200	2,436e-4	2,633e-4	2,436e-4
2250	1,936e-4	2,040e-4	1,962e-4
2300	1,538e-4	1,581e-4	1,552e-4
2350	1,222e-4	1,225e-4	1,224e-4

Annex 4.6b Vervolg

Afvoer	curve1	curve2	samengestelde curve
2400	9,715e-5	9,488e-5	9,564e-5
2450	7,721e-5	7,352e-5	7,444e-5
2500	6,136e-5	5,696e-5	5,696e-5
2550	-	4,413e-5	4,413e-5
2600	-	3,420e-5	3,420e-5
2650	-	2,649e-5	2,649e-5
2700	-	2,053e-5	2,053e-5
2750	-	1,591e-5	1,591e-5
2800	-	1,232e-5	1,232e-5
2850	-	9,548e-6	9,548e-6
2900	-	7,398e-6	7,398e-6
2950	-	5,732e-6	5,732e-6
3000	-	4,441e-6	4,441e-6
3050	-	3,441e-6	3,441e-6
3100	-	2,666e-6	2,666e-6
3150	-	2,066e-6	2,066e-6
3200	-	1,601e-6	1,601e-6
3250	-	1,240e-6	1,240e-6
3300	-	9,608e-7	9,608e-7
3350	-	7,445e-7	7,445e-7
3400	-	5,768e-7	5,768e-7
3450	-	4,469e-7	4,469e-7
3500	-	3,463e-7	3,463e-7
3550	-	2,683e-7	2,683e-7
3600	-	2,079e-7	2,079e-7
3650	-	1,611e-7	1,611e-7
3700	-	1,248e-7	1,248e-7
3750	-	9,669e-8	9,669e-8
3800	-	7,492e-8	7,492e-8
3850	-	5,804e-8	5,804e-8
3900	-	4,497e-8	4,497e-8
3950	-	3,485e-8	3,485e-8
4000	-	2,700e-8	2,700e-8

Annex 4.7

**Samengestelde curve overschrijdingsfrequenties Rijn te Lobith
op basis van ongecorrigeerde afvoeren**

Annex 4.7a

**Samengestelde curve overschrijdingsfrequenties Rijn te
Lobith op basis van ongecorrigeerde afvoeren
Winter-seizoen**

Afvoer	methode1	methode2	ratio methodes 1 & 2	samengestelde curve
750	0,878	-	-	0,878
1000	1,667	-	-	1,667
1250	2,332	-	-	2,332
1500	2,871	-	-	2,871
1750	3,286	-	-	3,286
2000	3,575	-	-	3,575
2250	3,738	-	-	3,738
2500	3,777	-	-	3,777
2750	3,655	-	-	3,655
3000	3,447	-	-	3,447
3250	3,196	-	-	3,196
3500	2,963	-	-	2,963
3750	2,723	-	-	2,723
4000	2,481	-	-	2,481
4250	2,240	-	-	2,240
4500	2,005	-	-	2,005
4750	1,779	-	-	1,779
5000	1,564	-	-	1,564
5250	1,362	-	-	1,362
5500	1,176	-	-	1,176
5750	1,007	-	-	1,007
6000	8,556e-1	-	-	8,556e-1
6250	7,223e-1	-	-	7,223e-1
6500	6,072e-1	-	-	6,072e-1
6750	5,097e-1	-	-	5,097e-1
7000	4,288e-1	5,191e-1	0,826	4,288e-1
7250	3,631e-1	4,242e-1	0,856	3,631e-1
7500	3,108e-1	3,467e-1	0,896	3,108e-1
7750	2,694e-1	2,834e-1	0,951	2,694e-1
8000	2,378e-1	2,316e-1	1,027	2,378e-1
8250	1,879e-1	1,893e-1	0,992	1,879e-1
8500	1,485e-1	1,547e-1	0,959	1,485e-1
8750	1,181e-1	1,265e-1	0,934	1,181e-1
9000	9,461e-2	1,034e-1	0,915	9,461e-2
9250	7,623e-2	8,449e-2	0,902	7,623e-2
9500	6,178e-2	6,906e-2	0,895	6,178e-2
9750	5,034e-2	5,644e-2	0,892	5,034e-2
10000	4,123e-2	4,613e-2	0,894	4,123e-2
10250	3,394e-2	3,770e-2	0,900	3,394e-2
10500	2,807e-2	3,082e-2	0,911	2,807e-2
10750	2,332e-2	2,519e-2	0,926	2,332e-2
11000	1,945e-2	2,059e-2	0,945	1,945e-2
11250	1,629e-2	1,683e-2	0,968	1,629e-2
11500	1,373e-2	1,376e-2	0,995	1,373e-2
11750	1,156e-2	1,086e-2	1,065	1,086e-2
12000	9,796e-3	8,554e-3	1,145	8,554e-3
12250	8,327e-3	6,741e-3	1,235	6,741e-3
12500	7,101e-3	5,312e-3	1,337	5,312e-3

Annex 4.7a Vervolg

Afvoer	methode1	methode2	ratio methodes 1 & 2	samengestelde curve
12750	6,075e-3	4,186e-3	1,451	4,186e-3
13000	5,212e-3	3,299e-3	1,580	3,299e-3
13250	4,486e-3	2,600e-3	1,726	2,600e-3
13500	3,871e-3	2,049e-3	1,890	2,049e-3
13750	3,350e-3	1,614e-3	2,075	1,614e-3
14000	2,906e-3	1,272e-3	2,285	1,272e-3
14250	2,528e-3	1,002e-3	2,522	1,002e-3
14500	2,204e-3	7,900e-4	2,790	7,900e-4
14750	1,926e-3	6,225e-4	3,094	6,225e-4
15000	1,687e-3	4,906e-4	3,439	4,906e-4
15250	1,481e-3	3,866e-4	3,831	3,866e-4
15500	1,303e-3	3,047e-4	4,276	3,047e-4
15750	1,148e-3	2,401e-4	4,784	2,401e-4
16000	1,014e-3	1,892e-4	5,362	1,892e-4
16250	8,977e-4	1,491e-4	6,021	1,491e-4
16500	7,959e-4	1,175e-4	6,774	1,175e-4
16750	7,069e-4	9,258e-5	7,636	9,258e-5
17000	6,290e-4	7,296e-5	8,621	7,296e-5

Annex 4.7b

Samengestelde curve overschrijdingsfrequenties Rijn te Lobith
op basis van ongecorrigeerde afvoeren
Zomer-seizoen

Afvoer	methode1	methode2	ratio methodes 1 & 2	samengestelde curve
750	0,979	-	-	0,979
1000	1,260	-	-	1,260
1250	1,632	-	-	1,632
1500	2,482	-	-	2,482
1750	2,930	-	-	2,930
2000	3,048	-	-	3,048
2250	2,908	-	-	2,908
2500	2,581	-	-	2,581
2750	2,140	-	-	2,140
3000	1,656	-	-	1,656
3250	1,200	-	-	1,200
3500	8,695e-1	-	-	8,695e-1
3750	6,505e-1	-	-	6,505e-1
4000	4,659e-1	-	-	4,659e-1
4250	3,466e-1	-	-	3,466e-1
4500	2,623e-1	-	-	2,623e-1
4750	2,015e-1	-	-	2,015e-1
5000	1,569e-1	-	-	1,569e-1
5250	1,237e-1	-	-	1,237e-1
5500	9,855e-2	-	-	9,855e-2
5750	7,934e-2	-	-	7,934e-2
6000	6,447e-2	-	-	6,447e-2
6250	5,283e-2	-	-	5,283e-2
6500	4,363e-2	-	-	4,363e-2
6750	3,629e-2	-	-	3,629e-2
7000	3,039e-2	4,814e-2	0,63	3,039e-2
7250	2,561e-2	3,686e-2	0,69	2,561e-2
7500	2,171e-2	2,823e-2	0,76	2,171e-2
7750	1,850e-2	2,162e-2	0,85	1,850e-2
8000	1,584e-2	1,655e-2	0,95	1,620e-2
8250	1,364e-2	1,267e-2	1,07	1,267e-2
8500	1,179e-2	9,705e-3	1,21	9,705e-3
8750	1,023e-2	7,431e-3	1,37	7,431e-3
9000	8,920e-3	5,690e-3	1,56	5,690e-3
9250	7,804e-3	4,357e-3	1,79	4,357e-3
9500	6,852e-3	3,337e-3	2,05	3,337e-3
9750	6,036e-3	2,555e-3	2,36	2,555e-3
10000	5,335e-3	1,956e-3	2,72	1,956e-3
10250	4,730e-3	1,498e-3	3,15	1,498e-3
10500	4,205e-3	1,147e-3	3,66	1,147e-3
10750	3,749e-3	8,784e-4	4,26	8,784e-4
11000	3,351e-3	6,726e-4	4,98	6,726e-4
11250	3,003e-3	5,150e-4	5,83	5,150e-4
11500	2,698e-3	3,965e-4	6,80	3,965e-4
11750	2,429e-3	2,962e-4	8,20	2,962e-4
12000	2,192e-3	2,201e-4	9,96	2,201e-4
12250	1,983e-3	1,636e-4	12,12	1,636e-4

Annex 4.7b Vervolg

Afvoer	methode1	methode2	ratio methodes 1 & 2	Samengestelde curve
12500	1,796e-3	1,215e-4	14,78	1,215e-4
12750	1,631e-3	9,031e-5	18,06	9,031e-5
13000	1,484e-3	6,711e-5	22,10	6,711e-5
13250	1,352e-3	4,987e-5	27,11	4,987e-5
13500	1,234e-3	3,706e-5	33,30	3,706e-5
13750	1,129e-3	2,754e-5	40,98	2,754e-5
14000	1,034e-3	2,046e-5	50,51	2,046e-5
14250	9,481e-4	1,520e-5	62,35	1,520e-5
14500	8,710e-4	1,130e-5	77,08	1,130e-5
14750	8,013e-4	8,395e-6	95,44	8,395e-6
15000	7,382e-4	6,239e-6	118,33	6,239e-6
15250	6,810e-4	4,636e-6	146,90	4,636e-6
15500	6,291e-4	3,445e-6	182,62	3,445e-6
15750	5,819e-4	2,560e-6	227,31	2,560e-6
16000	5,388e-4	1,902e-6	283,28	1,902e-6
16250	4,996e-4	1,413e-6	353,46	1,413e-6
16500	4,637e-4	1,050e-6	441,53	1,050e-6
16750	4,309e-4	7,804e-7	552,16	7,804e-7
17000	4,009e-4	5,799e-7	691,26	5,799e-7

Annex 4.8

**Samengestelde curve overschrijdingsfrequenties Maas te Borgharen
op basis van ongecorrigeerde afvoeren**

**Annex 4.8a Samengestelde curve overschrijdingsfrequenties Maas te Borgharen
op basis van ongecorrigeerde afvoeren
Winter-seizoen**

Afvoer	methodel	methode2	ratio methodes 1 & 2	Samengestelde curve
50	2,373	-	-	2,373
100	3,489	-	-	3,489
150	4,306	-	-	4,306
200	4,870	-	-	4,870
250	5,217	-	-	5,217
300	5,385	-	-	5,385
350	5,405	-	-	5,405
400	5,306	-	-	5,306
450	5,115	-	-	5,115
500	4,853	-	-	4,853
550	4,541	-	-	4,541
600	4,197	-	-	4,197
650	3,835	-	-	3,835
700	3,467	-	-	3,467
750	3,106	-	-	3,106
800	2,757	-	-	2,757
850	2,429	-	-	2,429
900	2,126	-	-	2,126
950	1,851	-	-	1,851
1000	1,605	-	-	1,605
1050	1,391	-	-	1,391
1100	1,206	-	-	1,206
1150	1,050	-	-	1,050
1200	9,203e-1	-	-	9,203e-1
1250	8,139e-1	-	-	8,139e-1
1300	7,277e-1	-	-	7,277e-1
1350	6,578e-1	5,276e-1	-	6,578e-1
1400	6,005e-1	4,574e-1	-	6,005e-1
1450	5,520e-1	3,966e-1	-	5,520e-1
1500	4,966e-1	3,439e-1	1,44	4,966e-1
1550	4,435e-1	2,982e-1	1,49	4,435e-1
1600	3,886e-1	2,586e-1	1,50	3,886e-1
1650	3,281e-1	2,242e-1	1,46	3,281e-1
1700	2,567e-1	1,944e-1	1,32	2,567e-1
1750	1,923e-1	1,685e-1	1,14	1,923e-1
1800	1,471e-1	1,461e-1	1,01	1,471e-1
1850	1,128e-1	1,267e-1	0,89	1,128e-1
1900	8,609e-2	1,099e-1	0,78	8,609e-2
1950	7,393e-2	9,527e-2	0,78	7,393e-2
2000	6,229e-2	8,260e-2	0,75	6,229e-2
2050	5,271e-2	7,162e-2	0,74	5,271e-2
2100	4,478e-2	6,210e-2	0,72	4,478e-2
2150	3,818e-2	5,385e-2	0,71	3,818e-2
2200	3,268e-2	4,669e-2	0,70	3,268e-2
2250	2,807e-2	4,048e-2	0,69	2,807e-2
2300	2,419e-2	3,510e-2	0,69	2,419e-2
2350	2,092e-2	3,041e-2	0,69	2,092e-2

Annex 4.8a Vervolg

Afvoer	methode1	methode2	ratio methodes 1 & 2	Samengestelde curve
2400	1,814e-2	2,552e-2	0,71	1,814e-2
2450	1,578e-2	2,144e-2	0,74	1,578e-2
2500	1,376e-2	1,801e-2	0,76	1,376e-2
2550	1,204e-2	1,513e-2	0,80	1,204e-2
2600	1,055e-2	1,271e-2	0,83	1,055e-2
2650	9,277e-3	1,068e-2	0,87	9,277e-3
2700	8,175e-3	8,973e-3	0,91	8,175e-3
2750	7,220e-3	7,539e-3	0,96	7,220e-3
2800	6,391e-3	6,333e-3	1,01	6,362e-3
2850	5,670e-3	5,321e-3	1,07	5,321e-3
2900	5,040e-3	4,470e-3	1,13	4,470e-3
2950	4,490e-3	3,755e-3	1,20	3,755e-3
3000	4,007e-3	3,155e-3	1,27	3,155e-3
3050	3,583e-3	2,650e-3	1,35	2,650e-3
3100	3,210e-3	2,227e-3	1,44	2,227e-3
3150	2,880e-3	1,871e-3	1,54	1,871e-3
3200	2,589e-3	1,571e-3	1,65	1,571e-3
3250	2,331e-3	1,320e-3	1,77	1,320e-3
3300	2,102e-3	1,109e-3	1,90	1,109e-3
3350	1,899e-3	9,318e-4	2,04	9,318e-4
3400	1,718e-3	7,828e-4	2,19	7,828e-4
3450	1,556e-3	6,576e-4	2,37	6,576e-4
3500	1,412e-3	5,525e-4	2,56	5,525e-4
3550	1,283e-3	4,641e-4	2,76	4,641e-4
3600	1,167e-3	3,899e-4	2,99	3,899e-4
3650	1,063e-3	3,276e-4	3,24	3,276e-4
3700	9,694e-4	2,752e-4	3,52	2,752e-4
3750	8,852e-4	2,312e-4	3,83	2,312e-4
3800	8,093e-4	1,942e-4	4,17	1,942e-4
3850	7,408e-4	1,632e-4	4,54	1,632e-4
3900	6,789e-4	1,371e-4	4,95	1,371e-4
3950	6,228e-4	1,152e-4	5,41	1,152e-4
4000	5,720e-4	9,675e-5	5,91	9,675e-5

Annex 4.8b 5,720e-4**Samengestelde curve overschrijdingsfrequenties Maas te Borgharen op basis van ongecorrigeerde afvoeren Zomer-seizoen**

Afvoer	methode1	methode2	ratio methodes 1 & 2	samengestelde curve
50	7,277	-	-	7,277
100	7,361	-	-	7,361
150	5,855	-	-	5,855
200	4,207	-	-	4,207
250	3,231	-	-	3,231
300	2,481	-	-	2,481
350	1,905	-	-	1,905
400	1,463	-	-	1,463
450	1,123	-	-	1,123
500	8,624e-1	6,018e-1	1,433	8,624e-1
550	6,622e-1	4,783e-1	1,385	6,622e-1
600	5,093e-1	3,801e-1	1,340	5,093e-1
650	3,857e-1	3,021e-1	1,277	3,857e-1
700	2,936e-1	2,401e-1	1,223	2,802e-1
750	2,256e-1	1,908e-1	1,182	2,140e-1
800	1,781e-1	1,516e-1	1,174	1,648e-1
850	1,426e-1	1,205e-1	1,184	1,279e-1
900	1,157e-1	9,575e-2	1,208	1,007e-1
950	9,487e-2	7,610e-2	1,247	7,610e-2
1000	7,862e-2	6,047e-2	1,300	6,047e-2
1050	6,575e-2	4,806e-2	1,368	4,806e-2
1100	5,545e-2	3,819e-2	1,452	3,819e-2
1150	4,711e-2	3,035e-2	1,552	3,035e-2
1200	4,031e-2	2,412e-2	1,671	2,412e-2
1250	3,471e-2	1,917e-2	1,811	1,917e-2
1300	3,007e-2	1,523e-2	1,974	1,523e-2
1350	2,618e-2	1,211e-2	2,163	1,211e-2
1400	2,292e-2	9,622e-3	2,382	9,622e-3
1450	2,015e-2	7,647e-3	2,635	7,647e-3
1500	1,780e-2	6,077e-3	2,929	6,077e-3
1550	1,578e-2	4,829e-3	3,268	4,829e-3
1600	1,405e-2	3,838e-3	3,661	3,838e-3
1650	1,255e-2	3,050e-3	4,116	3,050e-3
1700	1,125e-2	2,424e-3	4,642	2,424e-3
1750	1,012e-2	1,926e-3	5,253	1,926e-3
1800	9,126e-3	1,531e-3	5,961	1,531e-3
1850	8,255e-3	1,217e-3	6,785	1,217e-3
1900	7,486e-3	9,668e-4	7,743	9,668e-4
1950	6,807e-3	7,684e-4	8,859	7,684e-4
2000	6,204e-3	6,106e-4	10,160	6,106e-4
2050	5,667e-3	4,853e-4	11,678	4,853e-4
2100	5,188e-3	3,857e-4	13,453	3,857e-4
2150	4,760e-3	3,065e-4	15,530	3,065e-4
2200	4,375e-3	2,436e-4	17,963	2,436e-4
2250	4,029e-3	1,962e-4	20,817	1,962e-4
2300	3,718e-3	1,552e-4	24,168	1,552e-4
2350	3,436e-3	1,224e-4	28,082	1,224e-4

Annex 4.8b Vervolg

Afvoer	methode1	methode2	ratio methodes 1 & 2	samengestelde curve
2400	3,181e-3	9,564e-5	33,259	9,564e-5
2450	2,949e-3	7,444e-5	39,622	7,444e-5
2500	2,739e-3	5,696e-5	48,086	5,696e-5
2550	2,547e-3	4,413e-5	57,719	4,413e-5
2600	2,372e-3	3,420e-5	69,379	3,420e-5
2650	2,213e-3	2,649e-5	83,508	2,649e-5
2700	2,066e-3	2,053e-5	100,646	2,053e-5
2750	1,932e-3	1,591e-5	121,453	1,591e-5
2800	1,808e-3	1,232e-5	146,739	1,232e-5
2850	1,695e-3	9,548e-6	177,497	9,548e-6
2900	1,590e-3	7,398e-6	214,945	7,398e-6
2950	1,494e-3	5,732e-6	260,577	5,732e-6
3000	1,404e-3	4,441e-6	316,229	4,441e-6
3050	1,322e-3	3,441e-6	384,158	3,441e-6
3100	1,245e-3	2,666e-6	467,138	2,666e-6
3150	1,175e-3	2,066e-6	568,584	2,066e-6
3200	1,109e-3	1,601e-6	692,700	1,601e-6
3250	1,047e-3	1,240e-6	844,664	1,240e-6
3300	9,905e-4	9,608e-7	1030,860	9,608e-7
3350	9,374e-4	7,445e-7	1259,159	7,445e-7
3400	8,879e-4	5,768e-7	1539,275	5,768e-7
3450	8,416e-4	4,469e-7	1883,197	4,469e-7
3500	7,984e-4	3,463e-7	2305,736	3,463e-7
3550	7,580e-4	2,683e-7	2825,193	2,683e-7
3600	7,201e-4	2,079e-7	3464,194	2,079e-7
3650	6,846e-4	1,611e-7	4250,729	1,611e-7
3700	6,513e-4	1,248e-7	5219,432	1,248e-7
3750	6,201e-4	9,669e-8	6413,182	9,669e-8
3800	5,907e-4	7,492e-8	7885,093	7,492e-8
3850	5,631e-4	5,804e-8	9700,979	5,804e-8
3900	5,371e-4	4,497e-8	-	4,497e-8
3950	5,126e-4	3,485e-8	-	3,485e-8
4000	4,895e-4	2,700e-8	-	2,700e-8

Annex 5.1

**Samenvatting berekening dagfrequenties
(Rijn te Lobith)**

Annex 5.1a Samenvatting berekening dagfrequenties (Rijn te Lobith)

Afvoeren ongec./gecor		Frequenties		Duren		DAGFREQUENTIES	
		Winter	Zomer	Winter	Zomer	Winter	Zomer
750	750	,878	,979	176,80	179,47	180,25	175,736
1000	1000	1,667	1,260	103,18	128,17	172,036	161,540
1250	1250	2,332	1,632	67,94	88,71	158,447	144,740
1500	1500	2,871	2,482	48,30	59,52	138,679	147,709
1750	1750	3,286	2,930	36,19	39,01	118,904	114,300
2000	2000	3,575	3,048	28,19	25,60	100,748	78,025
2250	2250	3,738	2,908	22,61	17,69	84,513	51,454
2500	2500	3,777	2,581	18,26	13,71	68,949	35,400
2750	2750	3,655	2,140	15,72	12,34	57,438	26,397
3000	3000	3,447	1,656	14,04	11,20	48,395	18,552
3250	3250	3,196	1,200	13,25	10,10	42,346	12,120
3500	3500	2,963	8,695e-1	12,22	9,15	36,207	7,960
3750	3750	2,723	6,505e-1	11,33	8,36	30,860	5,435
4000	4000	2,481	4,659e-1	10,56	7,67	26,200	3,574
4250	4250	2,240	3,466e-1	9,88	7,08	22,143	2,454
4500	4500	2,005	2,623e-1	9,29	6,56	18,620	1,722
4750	4764	1,779	2,015e-1	8,75	6,11	15,569	1,231
5000	5053	1,564	1,569e-1	8,28	5,71	12,941	8,956e-1
5250	5340	1,362	1,237e-1	7,85	5,35	10,688	6,618e-1
5500	5625	1,176	9,855e-2	7,46	5,03	8,772	4,959e-1
5750	5907	1,007	7,934e-2	7,10	4,74	7,154	3,764e-1
6000	6187	8,556e-1	6,447e-2	6,78	4,48	5,802	2,891e-1
6250	6464	7,223e-1	5,283e-2	6,49	4,25	4,685	2,244e-1
6500	6740	6,072e-1	4,363e-2	6,21	4,03	3,773	1,760e-1
6750	7014	5,097e-1	3,629e-2	5,96	3,84	3,039	1,393e-1
7000	7286	4,288e-1	3,039e-2	5,71	3,66	2,448	1,111e-1
7250	7557	3,631e-1	2,561e-2	5,43	3,49	1,971	8,940e-2
7500	7826	3,108e-1	2,171e-2	5,19	3,34	1,613	7,245e-2
7750	8093	2,694e-1	1,850e-2	4,97	3,20	1,338	5,911e-2
8000	8359	2,378e-1	1,620e-2	4,76	3,06	1,133	4,963e-2
8250	8624	1,879e-1	1,267e-2	4,57	2,94	8,589e-1	3,728e-2
8500	8888	1,485e-1	9,705e-3	4,39	2,83	6,524e-1	2,744e-2
8750	9150	1,181e-1	7,431e-3	4,23	2,72	4,995e-1	2,022e-2
9000	9412	9,461e-2	5,690e-3	4,07	2,62	3,853e-1	1,492e-2
9250	9672	7,623e-2	4,357e-3	3,93	2,53	2,994e-1	1,102e-2
9500	9932	6,178e-2	3,337e-3	3,79	2,44	2,342e-1	8,143e-3
9750	10191	5,034e-2	2,555e-3	3,66	2,36	1,843e-1	6,024e-3
10000	10449	4,123e-2	1,956e-3	3,54	2,28	1,460e-1	4,461e-3
10250	10707	3,394e-2	1,498e-3	3,43	2,21	1,163e-1	3,306e-3
10500	10964	2,807e-2	1,147e-3	3,32	2,14	9,315e-2	2,452e-3
10750	11220	2,332e-2	8,784e-4	3,22	2,07	7,499e-2	1,820e-3
11000	11476	1,945e-2	6,726e-4	3,12	2,01	6,068e-2	1,352e-3
11250	11731	1,629e-2	5,150e-4	3,03	1,95	4,934e-2	1,005e-3
11500	11986	1,373e-2	3,965e-4	2,94	1,90	4,038e-2	7,514e-4
11750	12240	1,086e-2	2,962e-4	2,86	1,84	3,102e-2	5,456e-4
12000	12495	8,554e-3	2,201e-4	2,78	1,79	2,377e-2	3,943e-4
12250	12749	6,741e-3	1,636e-4	2,70	1,74	1,823e-2	2,851e-4

Annex 5.1a Vervolg

Afvoeren ongec./gecor		Frequenties		Duren		DAGFREQUENTIES	
		Winter	Zomer	Winter	Zomer	Winter	Zomer
12500	13002	5,312e-3	1,215e-4	2,63	1,70	1,398e-2	2,063e-4
12750	13255	4,186e-3	9,031e-5	2,56	1,65	1,073e-2	1,493e-4
13000	13509	3,299e-3	6,711e-5	2,50	1,61	8,243e-3	1,081e-4
13250	13761	2,600e-3	4,987e-5	2,44	1,57	6,333e-3	7,834e-5
13500	14014	2,049e-3	3,706e-5	2,38	1,53	4,868e-3	5,679e-5
13750	14267	1,614e-3	2,754e-5	2,32	1,50	3,744e-3	4,119e-5
14000	14519	1,272e-3	2,046e-5	2,26	1,46	2,881e-3	2,989e-5
14250	14771	1,002e-3	1,520e-5	2,21	1,43	2,217e-3	2,169e-5
14500	15023	7,900e-4	1,130e-5	2,16	1,39	1,707e-3	1,575e-5
14750	15275	6,225e-4	8,395e-6	2,11	1,36	1,315e-3	1,144e-5
15000	15526	4,906e-4	6,239e-6	2,07	1,33	1,014e-3	8,316e-6
15250	15778	3,866e-4	4,636e-6	2,02	1,30	7,814e-4	6,046e-6
15500	16029	3,047e-4	3,445e-6	1,98	1,28	6,026e-4	4,397e-6
15750	16280	2,401e-4	2,560e-6	1,94	1,25	4,649e-4	3,199e-6
16000	16530	1,892e-4	1,902e-6	1,90	1,22	3,588e-4	2,328e-6
16250	16781	1,491e-4	1,413e-6	1,86	1,20	2,769e-4	1,695e-6
16500	17031	1,175e-4	1,050e-6	1,82	1,18	2,139e-4	1,234e-6
16750	17280	9,258e-5	7,804e-7	1,78	1,15	1,652e-4	8,989e-7
17000	17530	7,296e-5	5,799e-7	1,75	1,13	1,276e-4	6,550e-7

Annex 5.1b Samenvatting berekening dagfrequenties (Maas te Borgharen)

Afvoeren ongec./gecor		Frequenties		Duren		DAGFREQUENTIES	
		Winter	Zomer	Winter	Zomer	Winter	Zomer
0	0	-	-	-	-	181,25	184,00
50	50	2,373	7,277	90,84	18,05	181,25	131,379
100	100	3,489	7,361	46,68	11,46	162,848	84,343
150	150	4,306	5,855	31,62	8,78	136,175	51,420
200	200	4,870	4,207	23,99	7,27	116,803	30,596
250	250	5,217	3,231	19,36	6,28	100,997	20,294
300	300	5,385	2,481	16,25	5,57	87,497	13,827
350	350	5,405	1,905	14,01	5,04	75,735	9,596
400	400	5,306	1,463	12,33	4,62	65,401	6,750
450	454	5,115	1,123	11,01	4,27	56,296	4,798
500	509	4,853	8,624e-1	9,95	3,99	48,273	3,438
550	563	4,541	6,622e-1	9,08	3,75	41,220	2,480
600	618	4,197	5,093e-1	8,35	3,54	35,040	1,801
650	673	3,835	3,857e-1	7,73	3,36	29,647	1,295
700	728	3,467	2,802e-1	7,20	3,20	24,966	8,958e-1
750	783	3,106	2,140e-1	6,74	3,06	20,926	6,538e-1
800	838	2,757	1,648e-1	6,33	2,93	17,462	4,828e-1
850	892	2,429	1,279e-1	5,98	2,81	14,513	3,599e-1
900	947	2,126	1,007e-1	5,66	2,71	12,023	2,731e-1
950	1002	1,851	7,610e-2	5,37	2,62	9,937	1,991e-1
1000	1057	1,605	6,047e-2	5,11	2,53	8,206	1,530e-1
1050	1112	1,391	4,806e-2	4,88	2,45	6,784	1,178e-1
1100	1167	1,206	3,819e-2	4,66	2,38	5,626	9,078e-2
1150	1222	1,050	3,035e-2	4,47	2,31	4,693	7,007e-2
1200	1276	9,203e-1	2,412e-2	4,29	2,24	3,948	5,415e-2
1250	1331	8,139e-1	1,917e-2	4,13	2,19	3,358	4,190e-2
1300	1386	7,277e-1	1,523e-2	3,97	2,13	2,891	3,245e-2
1350	1441	6,578e-1	1,211e-2	3,83	2,08	2,520	2,516e-2
1400	1496	6,005e-1	9,622e-3	3,70	2,03	2,222	1,952e-2
1450	1551	5,520e-1	7,647e-3	3,58	1,98	1,975	1,516e-2
1500	1605	4,966e-1	6,077e-3	3,46	1,94	1,720	1,178e-2
1550	1660	4,435e-1	4,829e-3	3,36	1,90	1,488	9,166e-3
1600	1715	3,886e-1	3,838e-3	3,25	1,86	1,265	7,134e-3
1650	1770	3,281e-1	3,050e-3	3,16	1,82	1,037	5,556e-3
1700	1825	2,567e-1	2,424e-3	3,07	1,79	7,882e-1	4,330e-3
1750	1880	1,923e-1	1,926e-3	2,99	1,75	5,742e-1	3,376e-3
1800	1934	1,471e-1	1,531e-3	2,91	1,72	4,276e-1	2,634e-3
1850	1989	1,128e-1	1,217e-3	2,83	1,69	3,193e-1	2,056e-3
1900	2044	8,609e-2	9,668e-4	2,76	1,66	2,375e-1	1,606e-3
1950	2099	7,393e-2	7,684e-4	2,69	1,63	1,990e-1	1,254e-3
2000	2154	6,229e-2	6,106e-4	2,63	1,61	1,636e-1	9,805e-4
2050	2209	5,271e-2	4,853e-4	2,56	1,58	1,352e-1	7,667e-4
2100	2263	4,478e-2	3,857e-4	2,51	1,56	1,122e-1	5,998e-4
2150	2318	3,818e-2	3,065e-4	2,45	1,53	9,356e-2	4,693e-4
2200	2373	3,268e-2	2,436e-4	2,40	1,51	7,833e-2	3,674e-4
2250	2428	2,807e-2	1,962e-4	2,35	1,49	6,585e-2	2,916e-4
2300	2483	2,419e-2	1,552e-4	2,30	1,47	5,556e-2	2,274e-4
2350	2538	2,092e-2	1,224e-4	2,25	1,44	4,705e-2	1,768e-4

Annex 5.1b Vervolg

Afvoeren ongec./gecor		Frequenties		Duren		DAGFREQUENTIES	
		Winter	Zomer	Winter	Zomer	Winter	Zomer
2400	2593	1,814e-2	9,564e-5	2,20	1,42	3,999e-2	1,363e-4
2450	2647	1,578e-2	7,444e-5	2,16	1,41	3,410e-2	1,046e-4
2500	2702	1,376e-2	5,696e-5	2,12	1,39	2,917e-2	7,901e-5
2550	2757	1,204e-2	4,413e-5	2,08	1,37	2,503e-2	6,043e-5
2600	2812	1,055e-2	3,420e-5	2,04	1,35	2,154e-2	4,623e-5
2650	2867	9,277e-3	2,649e-5	2,00	1,34	1,859e-2	3,537e-5
2700	2922	8,175e-3	2,053e-5	1,97	1,32	1,609e-2	2,707e-5
2750	2976	7,220e-3	1,591e-5	1,93	1,30	1,397e-2	2,073e-5
2800	3031	6,362e-3	1,232e-5	1,90	1,29	1,210e-2	1,587e-5
2850	3086	5,321e-3	9,548e-6	1,87	1,27	9,945e-3	1,215e-5
2900	3141	4,470e-3	7,398e-6	1,84	1,26	8,216e-3	9,310e-6
2950	3196	3,755e-3	5,732e-6	1,81	1,24	6,790e-3	7,133e-6
3000	3251	3,155e-3	4,441e-6	1,78	1,23	5,613e-3	5,466e-6
3050	3305	2,650e-3	3,441e-6	1,75	1,22	4,641e-3	4,190e-6
3100	3360	2,227e-3	2,666e-6	1,72	1,20	3,839e-3	3,212e-6
3150	3415	1,871e-3	2,066e-6	1,70	1,19	3,176e-3	2,462e-6
3200	3470	1,571e-3	1,601e-6	1,67	1,18	2,628e-3	1,888e-6
3250	3525	1,320e-3	1,240e-6	1,65	1,17	2,175e-3	1,448e-6
3300	3580	1,109e-3	9,608e-7	1,62	1,16	1,801e-3	1,111e-6
3350	3635	9,318e-4	7,445e-7	1,60	1,14	1,491e-3	8,523e-7
3400	3689	7,828e-4	5,768e-7	1,58	1,13	1,235e-3	6,540e-7
3450	3744	6,576e-4	4,469e-7	1,56	1,12	1,023e-3	5,019e-7
3500	3799	5,525e-4	3,463e-7	1,53	1,11	8,477e-4	3,852e-7
3550	3854	4,641e-4	2,683e-7	1,51	1,10	7,025e-4	2,957e-7
3600	3909	3,899e-4	2,079e-7	1,49	1,09	5,823e-4	2,270e-7
3650	3964	3,276e-4	1,611e-7	1,47	1,08	4,828e-4	1,743e-7
3700	4018	2,752e-4	1,248e-7	1,45	1,07	4,003e-4	1,339e-7
3750	4073	2,312e-4	9,669e-8	1,44	1,06	3,320e-4	1,028e-7
3800	4128	1,942e-4	7,492e-8	1,42	1,05	2,754e-4	7,896e-8
3850	4183	1,632e-4	5,804e-8	1,40	1,04	2,285e-4	6,066e-8
3900	4238	1,371e-4	4,497e-8	1,38	1,04	1,896e-4	4,660e-8
3950	4293	1,152e-4	3,485e-8	1,37	1,03	1,573e-4	3,581e-8
4000	4347	9,675e-5	2,700e-8	1,35	1,02	1,306e-4	2,751e-8

Annex 5.2

Bereik functies maatgevende afvoer versus dagfrequenties

Annex 5.2 Bereik functies maatgevende afvoer versus dagfrequenties

Rijn - winter:

curve 1 : 500 - 4000 m³/s (Figuur 5.3 a)

curve 2 : 3000 - 10000 m³/s (Figuur 5.3 b)

curve 3 : 8000 - 18000 m³/s (Figuur 5.3 c)

Samenstelling:

500 - 3750 m³/s : curve 1

3750 - 4250 m³/s : gemiddelde curves 1 en 2

4250 - 8750 m³/s : curve 2

8750 - 9500 m³/s : gemiddelde curves 2 en 3

9500 - 17000 m³/s : curve 3

Rijn - zomer:

curve 1 : 500 - 5000 m³/s (Figuur 5.4 a)

curve 2 : 3000 - 10000 m³/s (Figuur 5.4 b)

curve 3 : 8000 - 18000 m³/s (Figuur 5.4 c)

Samenstelling:

500 - 3250 m³/s : curve 1

3250 - 4250 m³/s : gemiddelde curves 1 en 2

4250 - 8750 m³/s : curve 2

8750 - 9250 m³/s : gemiddelde curves 2 en 3

9250 - 17000 m³/s : curve 3

Maas - winter:

curve 1 : 0 - 1500 m³/s (Figuur 5.5 a)

curve 2 : 1500 - 4000 m³/s (Figuur 5.5 b)

Samenstelling:

0 - 1600 m³/s : curve 1

1600 - 1700 m³/s : gemiddelde curves 1 en 2

1700 - 4000 m³/s : curve 2

Maas - zomer:

curve 1 : 50 - 750 m³/s (Figuur 5.6 a)

curve 2 : 500 - 2000 m³/s (Figuur 5.6 b)

curve 3 : 1500 - 4000 m³/s (Figuur 5.6 c)

Samenstelling:

0 - 550 m³/s : curve 1

550 - 650 m³/s : gemiddelde curves 1 en 2

650 - 1500 m³/s : curve 2

1500 - 1600 m³/s : gemiddelde curves 2 en 3

1600 - 4000 m³/s : curve 3

Colofon

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

Hoofdkantoor:
Rotterdamseweg 185, Delft
postbus 177
2600 MH Delft
telefoon: (015) 56 93 53
telefax: (015) 61 96 74

Locatie 'De Voorst'
Voorsterweg 28, Marknesse
postbus 152
8300 AD Emmeloord
telefoon: (05274) 29 22
telefax: (05274) 35 73

EAC/RAND

European-American Center for Policy Analysis
p/a TU Delft
Stevinweg 1
2628 CN Delft
telefoon: (015) 785411
telefax: (015) 781788

GRONDMECHANICA DELFT

Stieltjesweg 2
postbus 69
2600 AB Delft
telefoon: (015) 693 500
telefax: (015) 610 821

b.v. bureau sme

Canisiussingel 26
postbus 256
6500 AG Nijmegen
telefoon: (080) 22 39 38
telefax: (080) 24 19 71

Hamhuis + van Nieuwenhuijze + Sijmons

Laan van Chartreuse 168
postbus 10156
3505 AC Utrecht
telefoon: (030) 445757
telefax: (030) 446677

Informatie over het onderzoek is te verkrijgen bij:

Voorlichting Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Plesmanweg 1-6
2597 JG Den Haag
telefoon: (070) 3517120 / 3517710
telefax: (070) 3516868