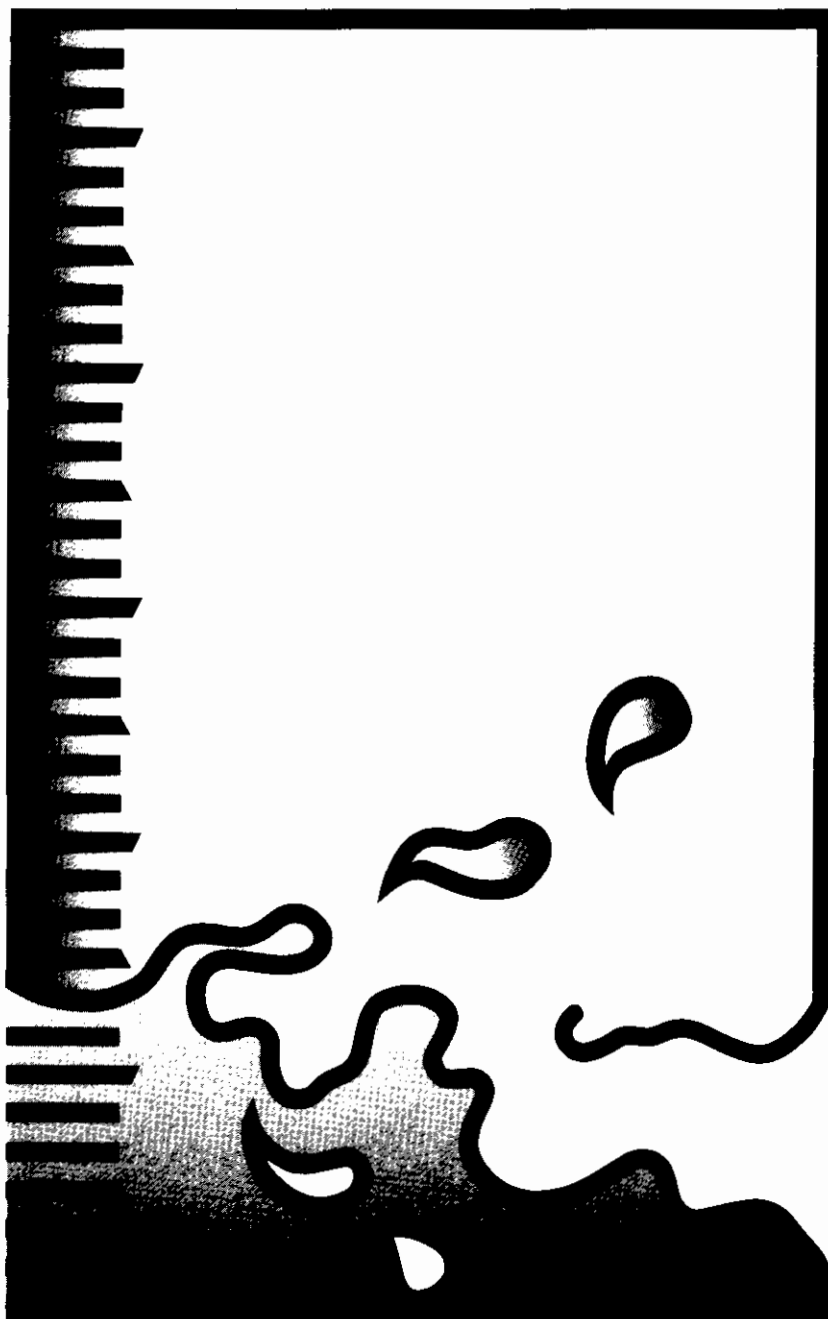


1-1

NN31068.02

SAMWAT database for computer models in water management

SAMWAT report no. 2. Editors C. Volp and A.C.W. Lambrechts



samwat

SAMenwerken op het
gebied van het onder-
zoek ten behoeve van
het WATERbeheer

70 1982

THE SAMWAT DATABASE
FOR COMPUTER MODELS
IN WATER MANAGEMENT

R NATUURBEHEER

Centrale Landbouwcatalogus
Landbouw en Natuur
Centrale Landbouwcatalogus



0000 0660 3290

THE SAMWAT DATABASE FOR COMPUTER MODELS IN WATER MANAGEMENT

SAMWAT-report no.2

Editors:
C. VOLP
A.C.W. LAMBRECHTS

- 6 OKT. 1988

ISM 291859

BIBLIOTHEEK
RIJKSINSTITUUT VOOR NATUURBEHEER
POSTBUS 46
3056 ZR LEERSUM

SAMWAT-rapporten nr.2

The Hague, September 1988

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

SAMWAT

The SAMWAT database for computer models in water management./
C. Volp and A.C.W. Lambrechts (editors).-The Hague: TNO.-
(SAMWAT report no.2). Met lit. opg. reg.

ISBN 90-6743-129-X

SISO 631.2 UDC 061.68:[681.3.001.572:556.18]

Trefw.: computermodellen voor de waterhuishouding /
computermodellen voor de hydrologie

COPYRIGHT © BY THE NETHERLANDS ORGANIZATION FOR APPLIED
SCIENTIFIC RESEARCH TNO, 1988

PREFACE

- 6 OCT. 1988

Bureau SAMWAT operates as the executive office of the Cooperative Association in the field of Research for Water Management. The principal aim of this association is to arrive at some form of coordination ('soft coordination') by giving information on all aspects of research within the field of interest. The main points of attention are:

- . **research activities**; the research activities currently taking place, as well as those planned for the near future.
- . **hydrological data**; the bureau has direct access to a database holding hydrological data.
- . **literature**; the bureau has direct access to a library specialized in the field of water management.
- . **models**; the bureau holds information on computer models developed in the field of water management.

To serve all participants in the association with correct and sufficiently detailed information on the latter item, i.e. the properties of models, the development of a database for computer models in water management was initiated in 1987.

This second SAMWAT report is published in English because, during the development of the database it appeared likely that the interest in the questionnaire might not be limited to institutions in the Netherlands. The questionnaire is in English for the same reason, but also it appeared easier to work in English because literature on the theory of aspects of water management is often in English, and so are many definitions and model descriptions; and, finally, it may be possible in (near) future to include models from abroad.

A lot of people were involved in the preparation of the questionnaire for the inventory. It is included in the appendices although it is the most important part of this report. The executive office itself has worked in a task group to accomplish the development of the questionnaire, the database programme package, the interviews for 180 models as well as this report in the rather short time of eight months. The task group consisted of:

- . A.C.W. Lambrechts
- . N.P.J.M. Neefjes
- . M.J. Potter
- . C. Volp
- . H.A. Zanting

BIBLIOTHEEK
RIJKSINSTITUUT VOOR NATUURBEHEER
POSTBUS 46
3950 ZR LEERSUM

ABSTRACT

The SAMWAT database for computer models, the development of which was initiated in the second half of 1987, was designed to include models covering a wide range of different subjects. The design aimed at great flexibility for more modules. The database now consists of modules for groundwater, surface water and sewer systems, rainfall-runoff relations and agricultural production. It is suitable to contain a high degree of detail of information concerning the models of all modules. The modules were developed in close cooperation with specialists in each specific type of research. The development and the extension of the total database with other model modules will be continued in the coming years. Much attention will be given to validation and actualisation of the information of the database.

The database holds general information relating to the models, such as availability, documentation, kind of computer on which the model is implemented and references on applications. Apart from this general information details are included about all features of the models. The following main characteristics can be distinguished: fluid, solute, heat and sediment transport as well as biological processes, solution methods for basic equations, statistics/stochastics and required boundary conditions.

The choice of the programme package for the development of the database and the storing and retrieving of information was carefully considered. Various programme packages were analysed and compared. Mainly on account of the great importance attributed to aspects such as flexibility, accessibility, availability and PC-AT compatibility, the choice finally fell on dBase III plus.

Bureau SAMWAT can now give detailed answers to all questions concerning models for water management available in the Netherlands as far as models are concerned of the above mentioned four types of models. Apart from that, for those who are interested in subscribing to a yearly updated download of a part of, or the total database, bureau SAMWAT is able to offer the desired service.

BIBLIOTHEEK
RIJKSINSTITUUT VOOR NATUURBEHEER
POSTBUS 46
3950 ZR LEESSUM

The Hague, the Netherlands,
September 1988

RESUMÉ

La base de données SAMWAT pour les modèles informatiques dans le domaine de la gestion des eaux, dont le développement a été entamé dans la deuxième moitié de 1987, a été élaborée dans le but de contenir des modèles, qui se rapportent à un grand nombre de sujets. Lors de l'élaboration on a prévu la possibilité d'une extension du nombre de modules. Actuellement, la base contient des modules pour les eaux souterraines, les eaux de surface, les relations précipitations-débits et les productions agricoles. Elle peut contenir de l'information très détaillée pour tous les modèles de tous les modules. Les modules ont été développés en étroite collaboration avec les spécialistes dans les domaines en question. Le développement en l'extension de la base avec d'autres modules seront poursuivis à l'avenir. On prêtera beaucoup d'attention à la validation et à la mise à jour de la base.

La base contient des informations générales relatives aux modèles, comme disponibilité, documentation, espèce d'ordinateur sur lequel le modèle est implémenté et références à des applications. En plus de cette information générale, elle contient des détails sur toutes les caractéristiques spécifiques des modèles. Les caractéristiques principales suivantes peuvent être distinguées transport des fluides, des matières dissoutes, de chaleur en de sédiments, procès biologiques, méthodes de résolution pour les équations de base, statistique/stochastique et conditions.

Le choix du progiciel pour le développement de la base ainsi que le stockage et l'accessibilité de l'information a été pesé soigneusement. Plusieurs progiciels ont été analysés et comparés. Particulièrement en raison de l'importance qui a été attachée à des aspects comme flexibilité, accessibilité, disponibilité et compatibilité PC-AT, on a choisi dBase III plus.

Le bureau SAMWAT peut donner des réponses détaillées à toutes les questions relatives aux modèles dans le domaine de la gestion des eaux qui sont disponibles aux Pays-Bas, pour autant qu'il s'agit d'un ou de plusieurs des quatre types de modèles susmentionné. En plus, le bureau SAMWAT peut fournir chaque année, à tous les intéressés, une partie ou l'ensemble du contenu de la base.

ZUSAMMENFASSUNG

Der SAMWAT Bestand für Computermodelle auf dem Gebiet der Wasserwirtschaft, dessen Entwicklung in der zweiten Hälfte von 1987 in Angriff genommen wurde, wurde aufgestellt in der Absicht Modelle zu enthalten, die sich auf eine grosse Anzahl Themen beziehen. Bei der Aufstellung wurde eine Erweiterung der Zahl Moduln berücksichtigt. Der Bestand enthält jetzt Moduln für Grundwasser, Oberflächengewässer, Niederschlag-Abfluss-Beziehungen und Agrarprodukte. Der Bestand eignet sich um für alle Modelle aus allen Moduln sehr detaillierte Information zu enthalten. Die Moduln wurden in enger Zusammenarbeit mit Sachverständigen aus den betreffenden Fachbereichen entwickelt. Die weitere Entwicklung und Erweiterung des Bestandes mit anderen Moduln wird in Zukunft fortgesetzt. Viel Aufmerksamkeit wird der Validierung und Aktualisierung des Bestandes gewidmet.

Der Bestand enthält allgemeine Information bezüglich der Modelle, wie Verfügbarkeit, Dokumentation, Art Computer worauf das Modell betrieben wird und Verweise auf Anwendungen. Neben dieser allgemeinen Information wurden Einzelheiten über alle spezifischen Merkmale der Modelle aufgenommen. Die folgenden Hauptmerkmale lassen sich unterscheiden: Flüssigkeits-, gelöste Stoffe-, Wärme und Sedimenttransport, biologische Prozesse, Lösungsmethoden für Basisgleichungen, Statistik/Stochastik und Randbedingungen.

Die Wahl des Programmpaketes für die Entwicklung des Bestandes und die Speicherung und Erschliessung der Information wurde sorgfältig abgewogen. Verschiedene Programmpakete wurden analysiert und verglichen. Hauptsächlich auf Grund des Wertes, der auf Aspekte wie Flexibilität, Zugänglichkeit, Verfügbarkeit und PC-AT Kompatibilität gelegt wurde, wurde für dBase III plus entschieden.

Bureau SAMWAT kann detaillierte Antworten geben auf alle Fragen bezüglich der Modelle auf dem Gebiet der Wasserwirtschaft die in den Niederlanden verfügbar sind, insofern es sich um einen oder mehrere der vier obigen Modelltypen handelt. Ausserdem kann Bureau SAMWAT denjenigen, die daran interessiert sind, einen Teil des Bestandes oder den ganzen Bestand verschaffen.

SAMENVATTING

Het SAMWAT bestand voor computer modellen in het waterbeheer, waarvan de ontwikkeling is gestart in de tweede helft van 1987, is opgezet om modellen te bevatten, die betrekking hebben op een groot aantal onderwerpen. Bij de opzet is rekening gehouden met uitbreiding van het aantal modules. Het bestand bevat nu modules voor grondwater, oppervlaktewater, neerslag-afvoer relaties en landbouwopbrengsten modellen. Het is geschikt om voor alle modellen uit alle modules een hoge mate van detail aan informatie te bevatten. De modules zijn ontwikkeld in nauwe samenwerking met specialisten uit de betreffende vakgebieden. De verdere ontwikkeling en uitbreiding van het bestand met andere modules zal in de toekomst worden voortgezet. Veel aandacht zal worden besteed aan de validatie en het up to date houden van het bestand.

Het bestand bevat algemene informatie met betrekking tot de modellen, zoals beschikbaarheid, documentatie, soort computer waarop het model is geïmplementeerd en referenties van toepassingen. Naast deze algemene informatie zijn details opgenomen over alle specifieke eigenschappen van de modellen. De volgende hoofdeigenschappen kunnen worden onderscheiden: vloeistof-, opgeloste stoffen-, warmte- en sedimenttransport, biologische processen, oplossingsmethoden voor de basisvergelijkingen, statistiek/stochastiek en randvoorwaarden.

De keuze van het programmapakket voor de ontwikkeling van het bestand en de opslag en ontsluiting van de informatie is zorgvuldig afgewogen. Diverse programmapakketten zijn geanalyseerd en vergeleken. Hoofdzakelijk op grond van het belang dat gehecht werd aan aspecten als flexibiliteit, toegankelijkheid, beschikbaarheid en PC-AT compatibiliteit, is de keuze gevallen op dBase III plus.

Bureau SAMWAT kan gedetailleerde antwoorden geven op alle vragen met betrekking tot modellen in het waterbeheer, die beschikbaar zijn in Nederland, voor zover het een of meer van de vier hierboven genoemde typen modellen betreft. Bovendien kan bureau SAMWAT aan hen, die erin geïnteresseerd zijn, jaarlijks een deel of het totale bestand verstrekken.

's Gravenhage
september 1988

CONTENTS

Page

PREFACE

ABSTRACT

RESUMÉ

ZUSAMMENFASSUNG

SAMENVATTING

1. INTRODUCTION	1
1.1. Introduction	1
1.2. The SAMWAT database for computer models in water management	3
1.3. Structure of the report	6
2. THE QUESTIONNAIRE	7
2.1. Introduction	7
2.2. Development of the questionnaire modules	7
2.2.1. Introduction	7
2.2.2. Groundwater module	10
2.2.3. Surface water module	11
2.2.4. Rainfall-runoff relations module	12
2.2.5. Agricultural production module	12
3. THE DATABASE	15
3.1. Introduction	15
3.2. Choice of software	15
3.2.1. Requirements	15
3.2.2. Possible software	16
3.2.3. Choice of software package	19
3.3. Structure of the database	20

3.4. Structure of the programmes	21
3.4.1. Input programmes	22
3.4.2. Updating programmes	23
3.4.3. Search programmes	24
3.4.4. Print programmes	24
 4. APPLICATIONS	 27
 5. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	 49
 REFERENCES	 51
 APPENDICES	
1. block I General information module	
2. block II.1 Groundwater module	
3. block II.2 Surface water module	
4. block II.3 Rainfall runoff module	
5. block II.4 Agricultural production module	

CHAPTER 1. INTRODUCTION

1.1. Introduction

As was mentioned in the Preface Bureau SAMWAT operates as the executive office of the Cooperative Association in the field of Research for Water Management. The principal aim of this association is to arrive at some form of coordination ('soft coordination') by giving information on all aspects of research within the field of interest. The main points of attention are:

- . research activities**
- . hydrological data**
- . literature**
- . models**

Research activities

In order to serve all participants in the association with correct and sufficiently detailed information on the research activities taking place in the Netherlands, the development of a database was initiated in 1986. The database is designed to contain essential information of the research projects such as the project name, a description of the project, supplemented if available with a series of keywords and information about the location of the project. In addition, information is included about the institutes and other organizations participating in the project, as well as information about the research period, the expected cost and the name and telephone number of the research coordinator. Information about the status of the project is very important in view of the aims of SAMWAT. The status of a project may be: idea, proposed, definitively accepted. Especially projects with the status 'idea' or 'proposed' are important because they are in a phase in which project formulations can be easily changed if it appears that parts of the project are being carried out already or are part of a project of another organization. The information for the database originates from regional SAMWAT groups. In every Province in the Netherlands SAMWAT related groups have been established where information about research activities in the field of water are

exchanged between the participants. The participants of such groups are research institutes, governmental and provincial water authorities, Waterboards and waterworks; they meet 3 to 4 times a year. With this network of regional SAMWAT groups the central executive office is assured of having up to date information. Bureau SAMWAT can now give detailed answers to all surveys concerning research activities in the field of water management taking place in the Netherlands.

Hydrological data

With respect to the second item, hydrological data, the bureau can serve as intermediary for researchers who need hydrological data. If researchers are not equipped to contact on-line databases themselves, the bureau can offer the service of searching for them because the bureau has access to various on-line databases. Of special interest are the databases which give information about hydrological data, the so-called search-systems. From these databases information can be derived on various items concerning the measurements themselves. In the case of the TNO-DGV Institute of Applied Geoscience groundwater database for example, information can be expected about the exact location of the filter, the length and depth of the filter, the duration of the observation period, the frequency of the measurements etc. Another example is the Netherlands Geology Survey geological database, in which information can be expected about the exact location of bore holes and about which data was derived from that boring. In a few months time the bureau will be responsible for a similar database on surface water data. The database will contain data about the location of measurements on surface water, what kind of parameters are monitored, the duration of observation, the frequency etc. The data in the databases mentioned above can all be retrieved in various ways giving the opportunity to find all hydrological data in a particular region, albeit with a number of constraints.

Literature

The bureau also has a function relating to literature. It has adopted a well known library specialized in the field of water management and land development as the SAMWAT library. The SAMWAT library offers the opportunity to carry out literature searches in library databases, not only in the Netherlands but also abroad. The most important aspect of the SAMWAT literature function however is that the bureau encourages all

participants in the association to send the library one copy of those reports and articles, that otherwise would often have limited accessibility.

Models

Many problems in the field of water management are so complex that computer models are required to solve them. There is a wide variety of models on the market, and it is often difficult to find the appropriate model to solve a particular problem. One of the reasons for this difficulty is that for a number of complex problems, no suitable model exists. Secondly the potential user is not always aware of the existence of a model.

To serve all participants in the association with correct and sufficiently detailed information on the properties of models, the development of a database for computer models in water management was initiated in 1987. The term "water management" here refers to the technical management of the quantity and quality of surface and groundwater, and the relationships between them. This report gives detailed information about the features of the database, the questionnaire and the package of programmes which has been developed as well as the limitations of the information in the database dated May 1988.

1.2 The SAMWAT database for computer models in water management

Existing information

A number of surveys have been carried out in the recent past into the existence and use of computer models in the Netherlands. Among these can be mentioned the surveys carried out for the following publications:

- a. "Milieu Effect Rapportage, rapport 21: Effectvoorspelling, deel III Oppervlaktewater". (MER, 1985).
- b. "Milieu Effect Rapportage, rapport 22: Effectvoorspelling, deel IV Bodem". (MER, 1987).
- c. "Inventarisatie grondwaterkwaliteitmodellen"; CHO-TNO. (Boumans, 1982).
- d. "Inventarisatierapport A.O.W. Deel III: Computermodellen";

Automatisering Waterbeheer elf provincies (A.O.W., 1982).

- e. "Inventarisatierapport computermodellen op het gebied van het waterbeheer bij de provincies"; Automatiseringsoverleg Waterbeheer. (A.O.W.; 1987).

The results of these surveys are, however, rather outdated. The "MER surveys" (a and b), the CHO-TNO survey (c) and the first AOW-survey (d) were carried out in 1982 and 1983, and have not been updated since then. As far as results were filed in databases, it has become clear that the databases are not easily accessible and virtually impossible to browse through. Furthermore the quality of the surveys, related to the aim of the survey itself, appeared to vary strongly between the various surveys. The MER survey for groundwater models (b), for example, was a highly structured survey, aiming at a high degree of detail, which was not the case for any of the other surveys. The AOW-survey of 1987 (e) is a recent survey, filed in a database which can be browsed through more easily, but which does not go into details of the models. Its information, furthermore, is restricted to the software used by provincial authorities.

Another source of information concerning groundwater models originates from the International Groundwater Modelling Centre (IGWMC). The European bureau held an survey in 1985 amongst the institutes and universities in the Netherlands. The data of the IGWMC database concerning the developments in the Netherlands needed updating and after contact with this bureau it was agreed to pass on the information of this new survey, as far as the groundwater models were concerned, to the IGWMC to prevent the famous 'survey tiredness' amongst the researchers. The knowledge and the experiences of the IGWMC has been rather important to the development of this SAMWAT database because of the annotation form on groundwater models. This annotation form has been adopted in broad outline as far as the groundwater models were concerned. The degree of detail of this form has been the base for the other modules that were and are being developed.

Specifications of the database and its information

The specifications of the SAMWAT database for computer models in water management are:

- . all models of some importance, available in the Netherlands are included;
- . the data give a detailed description of a model;

- . the database is easily accessible;
- . the database is easily exchangeable;
- . the database is extendable;
- . the database is easy to update.
- . the data are collected using a questionnaire in interviews;

The computer models used in water management can be divided into the following categories:

- . groundwater;
- . surface water;
- . rainfall-runoff relations;
- . agricultural production;
- . data-processing;
- . decision support;
- . regional water supply.
- . meteorology;

There will certainly be models or model packages consisting of elements from several categories. The SAMWAT database as it is operational by mid-1988 is restricted to models of the above-mentioned five categories. The questionnaire modules of the other categories will be completed in the near future.

Design of the questionnaires

Collection of data concerning more or less complex computer models can best be carried out using a questionnaire which is used in an interview. Interviews are the best way to obtain the most detailed and complete description of a model because of some major advantages. An important advantage is that the questions in the questionnaire are interpreted unambiguously due to the fact that the SAMWAT staff is available for explanation if necessary. The issue of multi interpretable questions is a well known difficulty in interviews and can partially be prevented by the method of questioning. But even with questions which need only a yes or no for an answer, discussions about the definition of a conception can arise and can successfully be unraveled by the presence of an interviewer. Another advantage is that the interviews can be completed relatively quickly. The set of questionnaire modules was developed

following a procedure where the knowledge of surveys recently carried out was included in a first draft of the questionnaire on a particular subject, as well as other information from literature searches and knowledge already acquired by SAMWAT. Information about questionnaires used in other surveys, with relevant addresses and literature references was requested from various foreign colleagues with relation to the "Hydrological Operational Multipurpose System" (HOMS), the World Meteorological Organisation (WMO) and K.G. Renard (Haan, 1982; Chapter 3). In the drafting of the groundwater questionnaire the form used by RIVM for the MER groundwater survey was used which, in turn, was derived from the IGWMC annotation form. The structure of the other forms was derived from the revised groundwater questionnaire. These temporary forms were discussed with experts from different disciplines and tested against one or more existing models, in order to improve the form and to arrive at its final version. This version of the questionnaire was the form used for the survey, and the design of the database was based on it. However, the questionnaire and database can still be adjusted if mistakes and omissions are discovered in the form during the interviews or if new developments in research should make it appropriate.

1.3. Structure of the report

In Chapter 2 the way in which the specific questionnaire modules were drawn up is described for each category of models, together with the various criteria according to which the different categories were distinguished. The requirements for the database mentioned in Section 1.2. affect both the structure of the questionnaire and the choice of database management software. This will be dealt with in more detail in Chapters 2 and 3. In Chapter 4, the application possibilities of the database are illustrated with some examples. The experiences with the database so far, result in conclusions and recommendations in Chapter 5. In the references, in addition to a list of literature used, a Section is included with the names of the experts who have contributed by criticizing the drafts of the questionnaire modules. The questionnaire modules are included in the appendices.

CHAPTER 2. THE QUESTIONNAIRE

2.1. Introduction

In this Chapter the development and structure of the questionnaire used in this survey is described. To begin with, it must be stated that the choice to use the interview technique for an survey on models used in water management is purely pragmatic. The interview technique offers advantages with respect to other techniques such as the unambiguous interpretation of questions and conceptions. It furthermore is time efficient for the person interviewed and it results in a high rate of response. All aspects contribute to the quality of the database. The interview technique offers these advantages if the forms used fulfil the following conditions:

- . all aspects of models in water management should be covered;
- . all aspects should be described in a fairly high degree of detail;
- . all questions must be mono-interpretable;
- . the succession of the questions should insure a time efficient interview.

In the final design of the questionnaire-modules the implications for the database design should be considered. This aspect will be discussed in detail in Chapter 3. Suffice it to note here that the performance of the database management programme is strongly related to the number of data files, the number of index files, file size etc., apart from the features of the database management package itself. The above mentioned conditions with respect to both the questionnaire and the implications for the database resulted in a questionnaire which contains a high rate of logical questions that can be answered with a simple yes or no.

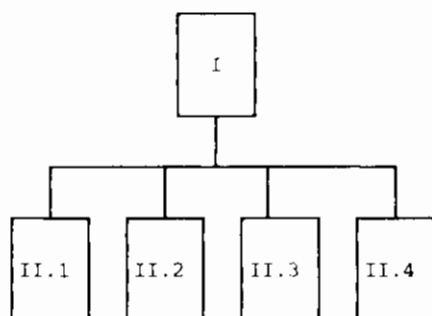
2.2. Development of the questionnaire modules

2.2.1. Introduction

The questions of the survey are grouped in such a way that the following modules can be distinguished (Fig.2.1.):

- . Block I containing general information;
- . Block II.1 containing the questions concerning groundwater;
- . Block II.2 which is the surface water module;
- . Block II.3 the rainfall-runoff relation module;
- . Block II.4 the agricultural production module;

This modular set up offers a great flexibility with respect to the addition of more modules in future.



in which:

- I : General information
- II.1 : Groundwater
- II.2 : Surface water
- II.3 : Rainfall-runoff relations
- II.4 : Agricultural production

Figure 2.1. The modular set up of the questionnaire and of the data in the SAMWAT database for computer models in water management.

All aspects of a model or a package of models are covered in the questions of two or more modules. In the first module concerning general information, data are acquired such as the model objective, the name of the scientists who built the model, the basic characteristics, the hard- and soft-ware requirements, the availability of the model, the availability of model documentation (users manual and programmers guide), an indication of the necessary level of assistance required for model use, whether the model has been verified and the number of applications with references. The second block consists of 4 sub-blocks, the modules for each model category. In these blocks the full description of a model or part of a model is given in detail. Most of the questions can be answered by yes or no. The outline of the questions is equal in all the modules. The following six main sections can be distinguished:

- . the main characteristics of the model;

- . the basic equations and numeric solution techniques;
- . statistic and stochastic aspects;
- . boundary conditions, input data and input facilities;
- . output data and output facilities;
- . applied error checking routines.

The questionnaire modules are enclosed in the report as appendices 1 to 5.

In order to decide which model category to consider and thus which questionnaire modules are to be used during an interview, the following criteria and definitions are used to give a first indication about the differences between the categories:

- **Groundwater model:** A groundwater model describes processes of and in the water below the ground surface.
- **Surface water model:** A surface model describes processes of and in the water on and above the ground surface in open and closed systems.
- **Rainfall-runoff model:** A rainfall-runoff model describes - via a transformation relation - the relationship between rainfall and consequent runoff.
- **Agricultural production model:** An agricultural production model has as its main objective aim the quantification of agricultural production as the result of the hydrological and meteorological circumstances.

It is to be noted here that in each module, aspects of other categories are imbedded as long as they are of minor importance in the model or the approach used is very simple. For example, surface water aspects such as water levels, are considered as a boundary element for groundwater flow. The categories are not absolute and unequivocally distinguishable from each other. If, during an interview, after completing a module, the model builder feels that certain aspects have been underemphasised, another category can be used in addition. If, for example, in a rainfall-runoff model the groundwater flow and the surface water flow are described by means of the numerical solution of a differential equation, the groundwater as well as the surface water modules respectively are used in the survey. In general the more complicated the way a particular aspect is modelled,

the more likely the decision to use a specific module for that aspect.

2.2.2. Groundwater

In 1982 as part of the Milieu Effect Report (MER, 1987) a survey on groundwater models in the Netherlands was carried out by the National Institute of Public Health and Environmental Hygiene (RIVM) for the Ministry of Housing, Physical Planning and Environment, and the Ministry of Agriculture and Fisheries. The questionnaire used was based on the so-called "groundwater model annotation form" designed by the International Groundwater Modelling Centre, Indianapolis (IGWMC, 1979) which was adopted and extended for this purpose. The result was published as an appendix of the MER, 1987. In the new annotation form of the IGWMC all improvements suggested by the National Institute of Public Health and Environmental Hygiene were included. In the CHO-TNO survey of groundwater quality models, the old IGWMC form was used. (Bouwman, 1982)

For the the SAMWAT groundwater questionnaire, the RIVM form was adopted in broad outline. Using this form has several advantages:

- a solid base for the drafting of a module which completely covers the problem area;
- transferability of results of above-mentioned surveys;
- compatibility with internationally accepted model descriptions.

For the interpretation of the questions, formulated in this form, the RIVM investigators were consulted (van Ee, 21.9.87). The questions were regrouped to ensure the interviews to be logical and time efficient. The questions about boundary conditions and input/starting conditions for example, were now grouped next to each other, and general questions are transferred to block I. In the module, distinction is made between transport in aquifers and aquitards in a saturated and unsaturated zone. Another division was that between fluid-transport (quantitative), the transport of solutes, and heat transport. As was indicated in Section 2.2.1, the questions in this module are sub-divided into six main subjects.

The module has been improved by the study and assimilation of subject literature (Belmans, 1985; Bouwman, 1982; CHO-TNO, 1978; CHO-TNO, 1980;

Engelen and Jones, 1986; HOMS, 1981; Lauenroth, Skogerroe and Flug, 1983; MER, 1987; van der Molen, 1977; van der Molen, 1980; Skaggs, 1982; Smith and Rycroft, 1986; Vasiliev, 1987) and by discussions with specialists (Booy, 3.9.87; Rijtema, 2.10.87). The module is now more complete, especially in the field of water quality and the 3-D models.

The results of the MER and CHO surveys have been input to test the new set of questions. Only those models were chosen which are regularly used. The results of the above-mentioned surveys together with those of the AOW-survey helped in the selection of institutes where the surveys would be carried out.

The groundwater module is included as appendix 2.

2.2.3 Surface water

The new groundwater module as treated in Section 2.2.2. has been the basis for the drafting of the surface water module. Many questions - such as numeric methods, quality aspects, in and output and statistic aspects - are more or less identical. Supplementary questions have been included, relating to the geometry of watercourses and reservoirs, the layout of network systems, sediment transport, biological processes and pressure waves. After adoption of results of a literature study (Allersma, 1973; Berkhoff, 1973; Booy, 1983; Griffioen, 1987; Lauenroth, Skogerboe and Flug, 1983; MER, 1985; Prins, 1978; Skaggs, 1982; Strelkoff, 1984; Vreugdenhil, 1973; Vreugdenhil, 1985; Waterloopkundig Laboratorium, 1986) on surface water (models), a first temporary module was drafted. This first set of questions has been discussed with experts (de Boer, 25.9.'87; Booy, 3.9.'87; van Maziijk, 25.9.'87; van Rijn, 16.10.'87; Veldkamp, 6.10.'87; Visser, 25.9.87) -and improved on some subjects. The module in its final accepted form was tested on the basis of descriptions of a 1-dimensional network model FLOWS (Booy, 1983) and a surface irrigation model BRDRFLW (Strelkoff, 1984).

In this module, in the same way as in the groundwater module, distinction is made between fluid transport (quantitative), transport of solutes and heat completed with sections for sediment transport, biological processes/-oxygen control and multi-layer transport. This sub-division is reflected

in all the question blocks.

The surface water module is included as appendix 3.

2.2.4 Rainfall-runoff relations

The first draft of the rainfall-runoff relations module was based on the surface water module. Based on a literature study (Anonymus, 1981; Bren, 1987; Diskin, Wyseure and Feyen, 1984; Haan, 1982; HOMS, 1981; ILRI, 1979; Karlsson and Yakavitz, 1987; van der Kloet, 1981; Pearce, Stewart and Klash, 1986; Rainfall-runoff modelling 1981; Seyhan, 1976; Seyhan, 1977; Sklash, Stewart and Pearce, 1986; van de Ven, 1981; van de Ven, 1987, van der Wal, 1981) some questions were omitted, other questions added. Questions for example on mathematical solution methods, heat transport and the details of the fluid transport have been omitted. Questions, for example on the geometry of the model, the nature of the catchment area and specific rainfall-runoff processes were included. These alterations were carried out in accordance with the criteria which were set out to distinguish between the model categories (Section 2.2.1). The module was discussed with experts (Kraayenhoff-van der Leur, 15.10.87; van der Ven, 16.10.87; Vermeulen, 9.10.87; Warmerdam, 2.10.87) and improved using their suggestions. The rainfall-runoff relation module was tested on the models Nivo (van Luitelaar, 17.12.87) and Twee Pompen (van Acker, 17.12.87).

The rainfall-runoff relations module is included as appendix 4.

2.2.5. Agricultural production

The new groundwater module was also used in the drafting of the agricultural production module. Based on the definition of an agricultural production model formulated in Section 2.2.1, it was decided not to include questions with which the transport processes in the ground profile are described in detail. This means that a large number of questions can be omitted from the groundwater module, such as those concerning numeric solution methods and boundary conditions for the transport processes of water, solutes and heat. Questions have been included such as those relating to water and nutrient absorption by the plant and relations between crop production

and the hydrological circumstances. In the agricultural production module the processes are sub-divided into 3 categories:

- processes in the plant;
- processes in the ground profile;
- processes on and above the land surface, including those in open water channels.

A temporary module was drawn up on the basis of a literature study (Basstamie, Belmans, d'Hertefeldt and Vandendriessche, 1983; Belmans, Wesseling, Feddes, 1983; Belmans, 1985; Farschi, Feyen, Belmans, de Wijngaert, 1987; Feddes, 1986; Feddes et al, 1978; de Graaf, Feddes, 1984; van Keulen and Wolf, 1986; Skaggs, Hardjoamidjojo, Wiser, Hilar, 1982; Skaggs, 1982; Volp, 1988; van Wijk and Feddes, 1986; de Willigen and Noordwijk, 1987; Wolf, van Keulen, van Diepen, 1985). Following consultation with experts (Kabat, 30.10.87; van Keulen, 5.11.87) the module was approved. This final module was tested in a interview on the models Springwheat (van Keulen, 19.1.88) and Wofost (Wolf, 19.1.87).

The agricultural production module is included as appendix 5.

CHAPTER 3. THE DATABASE

3.1. Introduction

It has already been mentioned in Chapter 2 that the results of the survey must be stored in a database. In this chapter the development of this database and the software package used will be described. In Section 3.2. the choice of the basic database programme package is discussed, the structure of the database is treated in Section 3.3. and the programme package itself is described in Section 3.4.

3.2. Choice of software

3.2.1. Requirements

In order to decide on the most suitable standard programme package to process the results of the survey, a number of requirements can be established directed at a software suitable package for the storing and retrieving of the database. These requirements arise as a logical consequence of the objective of this project, as formulated in Section 1.2. It should be noted however that not all demands are equally important. The most important ones are:

- Exchangeability: it should be possible to make the database accessible to SAMWAT clients, so that they can search the database by themselves. It should be possible to exchange programmes and data at low cost and as a free domain programme.
- Space: the data should be filed so that the information can be easily stored in a personal computer with a fixed disk drive.
- Updating of the database should be simple.
- Searches in the database should be easy to carry out.
- Expansion of the database should be simple.
- The programme should include good reporting facilities.

In addition to the above-mentioned requirements, a number of other requirements of less importance can be mentioned, that may be included as determining

factors in the choice of software:

- The speed with which a search in the database can be conducted must be as high as possible.
- The structure of the database must be as simple as possible.
- The supplementary software necessary for this application must be quick and simple to develop.

3.2.2. Possible software

There is a number of different kinds of programmes for storing and retrieving data. Three important groups are:

- relational databases;
- "data-retrieval" programmes;
- semantic databases.

The qualities and features of these three kinds of programmes will be discussed in the following sections.

Relational databases

In a relational database, the information is grouped according to a beforehand set pattern. This structure is illustrated in figure 3.1. In this type of database, the characteristics of a (large) number of "subjects" are stored. For example, in a database of model descriptions, each model description is a subject. Every characteristic of a subject is stored in a "field".

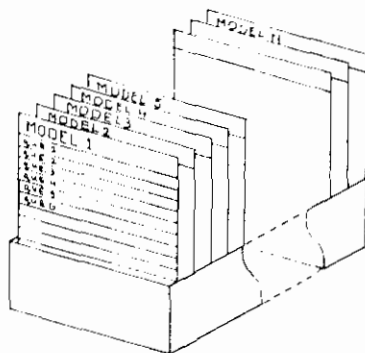


Fig. 3.1. Structure of a relational database.

The fields are grouped in a "record" or card. The records are grouped in files or card indexes. In this way in the example each model is described on a card and the cards with descriptions of different models collected in a card index. There may be several files (card indexes).

A very well known and broadly used relational database package is the family of dBase II, III, and III plus of Ashton Tate. Features of this dBase III are that:

- the number of fields per record is limited (128);
- the number of fields is the same for each record;
- similar fields in all the records have the same status;
- the number of records per file is unlimited in practice (one thousand million);
- the maximum number of files which can be opened simultaneously is ten.

The term "field status" relates to the sort of information that can be stored in a field. The following distinctions can be made: numeric fields (figures); alphanumeric fields (text); logical fields (true or false); date fields and memo fields (large blocks of text). Different files (card indexes) can be coupled if necessary: in this way the number of characteristics that can be fixed per subject increases. The maximum number of simultaneously coupled files is restricted to ten.

In order to begin a search in a relational database the field code (the field name) must be used. In all records, the contents of a stated field are then compared to a fixed criterion (eg. a piece of text, a number, a yes or no answer). An example of a search of this kind is: look for all models (or records) in which the logical field "steady flow" is 'true'.

"Data-retrieval" programmes

In "data-retrieval" programmes large blocks of text about each subject (see above) are included in their entirety. A "subject" again may be the description of a model. Large blocks of text are included in "data - retrieval" programmes. The fields are grouped in a record (card) and the records are grouped in a file (card index). In these programmes, as in the preceding type, the number of fields per record is restricted and a large number of records can be placed in one file. The fields have no pre-defined set length. In "data-retrieval" programmes every word (and even every character) in a large block of text in a field, can be searched

for. This is different from relational programmes. The criterion established during a search is compared with every word or series of characters in a field. In the same example as used above, the model (record) with the text block "Simulation of groundwater levels" in the field "Aim" is found with searches on both "simulation" and "groundwater levels". This model is found even with a search on "grou".

The SAMWAT database on research activities has been build upon such a package i.c. in the Micro Polydoc "data-retrieval" programme.

Semantic databases

Semantic databases (eg. XPLAIN DBMS) are to some extend similar to relational databases. A semantic database is set up in the same way as a relational database. Every characteristic of a subject is stored in a field and fields are grouped in records. Similar fields have the same status in all records.

In a semantic database records can be filled partly with general characteristics (which, for example, are identical for all models) and partly with characteristics which are only true for a specific model category. The latter part of a record does not have to be the same for different records. This has many advantages. The storage of the data is more simple and less space is required than in relational databases for example. It furthermore results in a more efficient processing of the data.

The main advantage of semantic database programmes is constituted by the relations that can be defined between the various fields of the various files. The programme is capable to guard the consistency of the data entered. Semantic databases are built up, as is often the case with relational databases, of several small databases or files. If relational databases are concerned, links are laid between databases. In the case of semantic databases, not only the relationships but also the connection between them is defined. This connection is carefully maintained while using the database. Example: it can easily be established in the database that the model characteristic "modelling of supercritical flow" can only occur if the information is introduced that the model describes the movement of surface water in a system of watercourses. It is impossible to add the characteristic "supercritical flow" if the characteristic "surface water" is not entered. Vice versa it is impossible to remove the characteristic

"surface water" if the characteristic "supercritical flow" is included in the database.

3.2.3. Choice of programme package

Based on SAMWAT's experience with both a relational (dBase-III) database and a "data-retrieval" database (Micro-Polydoc), it can be concluded that both types fulfil the strictest requirements in the programme. In order to compare the various programme packages, the the TNO Institute for Applied Informatics (TNO-ITI) was consulted. TNO-ITI is a TNO department specialized in computer programming and applications. In collaboration with this department, several different packages were examined. On the basis of this consultation a score table (Table 3.1) was drawn up for the three most important packages. In the table the possibilities for the different packages are shown and compared. If a ranking can be given the score '+' means a slight preference over 'o' and a strong preference over '-'. The score 'o' means a slight preference over '-' and is valued lower than the score '+'. The score '-' means that the package under consideration scores lower than the

Table 3.1. Relative score on requirements for four database packages.

+ slight preference over o
o slight preference over -
v no ranking can be given

	relational		data ret	semant
	dBase-III	Ingres	Polydoc	XPLAIN
Exchangeability	+	o	o	-
Space required	v	v	v	v
Updating features	v	v	v	v
Simplicity of searching	v	v	v	v
Report facilities	+	+	-	-
Speed of searching	v	v	v	v
Structure of the database	o	o	+	+
Simplicity of input	v	v	v	v
Simplicity of programming				
additional of software	o	+	+	+
Extra investment in guilders	0,-	6000,-	0,-	30.000,-
Costs in hours for additional programming work (internal)	160	40	160	40
Costs additional programming work in guilders (external)	0,-	5000,-	0,-	10.000,-

other packages. The score 'v' means that no ranking could be given. In addition an estimate is made for the effort and costs involved in the development of the database and the supplementary programmes for each of the four packages in question. It is to be noted that for XPLAIN the PC version still has an experimental character.

The choice finally fell on dBase-III. The aspects relating to exchangeability, reporting facilities and cost were important reasons for this decision.

3.3. Construction of the database

The final structure of the database was largely dependent on the choice of the software package. The way in which the structure of the database is formed is closely linked to the type of information to be stored. It has already been mentioned in Chapter 2 that the questionnaire is divided into two parts: a block I and a block II. This is also the case in the database. Block I consists of a limited number of questions (approximately 175), requiring a more extensive answer than a simple yes or no. Block I is stored in a traditional way, as described in section 3.2.2: relational database, where each record contains the characteristics of a model. As the number of questions is larger than the maximum number of fields per record (128), two files are necessary. Block II on the other hand, consists of so many characteristics (approximately 4000), that the

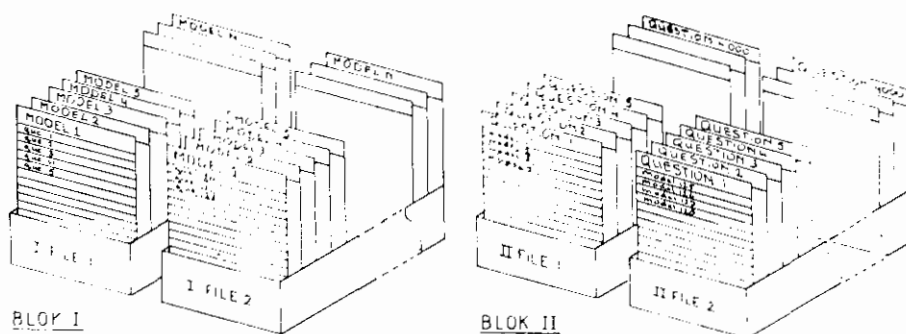


Fig.3.2. The organization of the SAMWAT database for computer models in water management

traditional construction of the database is not practicable in dBase III. The number of fields per record is limited to 128 and a maximum of ten files can be opened simultaneously. Although it is possible, it is not advisable to work with more than ten files, especially if characteristics of models, important for searches are distributed at random over all these files. The solution for this problem was to "tilt" the database: each record now contains answers to a particular question for the various models. The fields in this record refer to model names. A model is now described by the collection of those records where that specific field contains a 'true'. In Figure 3.2. the principle of both these forms of construction is illustrated.

Such a construction of block II is only possible if the status of all the fields is equal. Block II consists almost exclusively of yes/no questions, so that this condition is satisfied. The few non-yes/no questions in block II are stored in separate files which have the same traditional structure as the block I files. This does not cause problems because these questions include supplementary information which does not require that it is open for searches. By "tilting" the database, a number of standard dBase-III processes for input, output and searches are no longer usable, but the package offers sufficient possibilities to carry out these processes via self-made supplementary programmes. These will be described in the following section.

3.4. Structure of the supplementary programmes

Because of the organization of the SAMWAT database, the 'tilted' block for instance, the usual dBase commands are not very convenient to apply for searches and reports, especially if users are not familiar with the package. Supplementary programmes were developed for storing and retrieving data, for printout of results of searches and for maintenance of the database. An important feature of this set of programmes is that it makes the package userfriendly and menu driven. Supplementary programmes were written for:

- . adding data of new models;
- . updating of data;
- . searches in the database;
- . printing of results of searches.

The layout and the interrelation of the main menus is given in Fig. 3.3.

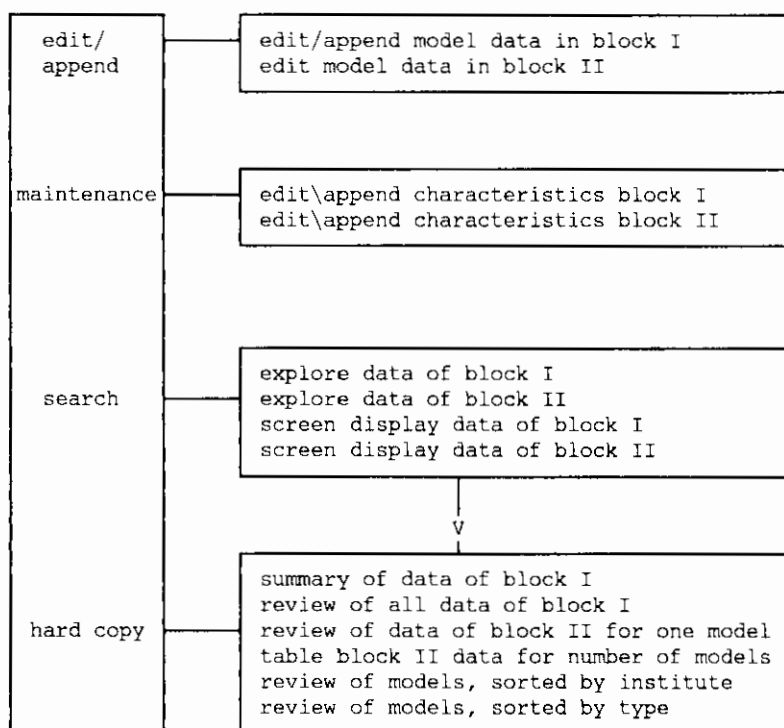


Fig. 3.3. The layout and the interrelation of the main menus .

3.4.1. Input programmes

The input programme is based on the following requirements:

- entering the data, the questionnaire can be followed in broad outline;
- only the characteristics of the model at hand have to be entered.

On the basis of the above requirements an input programme was developed. The results of the survey are entered per model. A number of screens are used for entering the data of block I, which display the questions of block I. Following the question, the corresponding answer can be entered. The input data is stored immediately in the database, but can be changed at once. For the input of the results of block II, only the question numbers, given in the first column of the questionnaire answered by "yes"

need be entered. After completing the list of question numbers, a overview of these numbers is given, supplemented by the corresponding questions. The questions from block II that cannot be answered by yes or no should be input in the same way as the questions in block I.

3.4.2. Updating programmes

Updating of the database is an essential task attached to running a database because of the main objectives of such a database: the production of actual reviews on existing and available computer models. To fulfil this objective the following two actions are part of the tasks of the executive bureau.

Once a year all institutes and organizations whose computer models are included in the database are addressed with the request to verify the information within the database with special attention to new developments and new models. This request will be escorted by a full review of the data concerning that particular institute. Another request will be placed in the SAMWAT newsletter, the SAMWATkrant, and journals on related subjects, in order to reach researchers whose models have not yet been included in the database but are of value to others. In this way it is hoped that the researchers be stimulated to contact the executive bureau for interviews.

Because of this systematic updating procedure it is important that possibilities for extensive and reliable updating are available. For this purpose a programme was developed, for a quick and simple review of the data of a particular model; with this programme data can be altered at the same time. The data in block I can be changed as it is entered, the difference being that the original data is displayed on the screen.

For block II there is the possibility of adding characteristics of a model in the same way as they are entered. Removal of characteristics of a model from the database can take place by entering the question numbers of the respective characteristics. This programme displays the meaning of the question before removal of the characteristic. The overview of the characteristics of the model can be obtained by using the print facilities.

3.4.3. Search programmes

In the database a large number of model characteristics are included. In order to make such a large amount of data accessible for users, a number of search facilities has been developed. By means of these search facilities, users can search for models with particular characteristics. In practice, searches will not be made on all the characteristics of a model. The database is so constructed that the characteristics which will be searched for are included in block II. Searching for data in block I is also possible, but no special software has been developed. The standard dBase-III commands offers sufficient possibilities. For searching in block II, there are the following possibilities.

A search can be carried out by entering the question numbers, as used in the questionnaire, corresponding to the characteristics of the model searched for. A special feature of the search programme is that more characteristics can be given than are necessary, in addition to which the minimum number of characteristics a particular model should satisfy can be given, thus offering the possibility to get an impression of the models in a particular field of interest. Usually this number will be the same as the number of question numbers if the problem at hand is well defined.

In addition to searching for models having a number of given characteristics, it is possible to search for models which, apart from certain characteristics which they must have, certainly do not some other characteristics. Finally there is the possibility to search for models, which must possess certain characteristics, in addition a few supplementary characteristics can be searched for which are not a hard constraint. The result of a search is a list of names of models and a table showing all the model characteristics.

3.4.4. Print programmes

For the production of tables or reports of the search results, an number of print programmes was developed. These programmes concern data included in block I as well as the data of block II. The following possibilities have been developed:

- output of all characteristics of a model, selected by the user.
- output of a table of all models, which were the result of a search in the database showing all their characteristics.
- output of all models of the database sorted by institute, with the name of the modeller.
- output of all models of the database sorted by the kind of model, groundwater, surface water etc., with information about the availability, the existence of a PC version and the necessary assistance for use.
- output of general information of models, selected with the help of the search programme or selected by the user.
- output of abstract of the general information of models, selected with the help of the search programme or selected by the user.

The output can be directed to disk, screen and printer.

CHAPTER 4. APPLICATIONS

The objective of the survey is to obtain a complete overview of the models, that are used in the field of water management and that are available in the Netherlands. A selection of models from this database may be utilized in various ways:

- to select the best model that can be applied without modifications for a research at hand;
- to select the most suitable model for a certain research, which can be extended / modified without much effort;
- to obtain certainty that a really suitable model has not yet been developed.

The information gathered in this framework is very detailed. A model description based on the data in the database gives a good impression of the characteristics of that particular model. In addition a overview of characteristics of a number of models in one table facilitates comparison.

Depending on the criteria of the selection all kinds of overviews can be generated. Programmes for the generation of six types of overviews that were considered sufficient for common use, have been pre-programmed and are part of the programme package as described in Chapter 3. The structure of the database is rather simple. Anyone who is familiar with dBase III is able to make additional applications for his own use.

In the following tables three of these overviews are given to illustrate the contents of the database and the overviews that can be generated. Table 4.1. gives the contents of the SAMWAT database for computer models in water management, listed by institute. Table 4.2. gives the contents of the SAMWAT database listed by type of model. The third table is an example of the hard copy output especially suitable to compare the various models found in a search. This Table 4.3. gives a overview of model characteristics of five groundwater models, in which fluid and solute transport have been modelled in the unsaturated zone. The three tables contain information which is dated June 1988.

Table 4.1. Contents of the SAMWAT database for computermodels in watermanagement, listed by institute, with names of contacts and dates of the interviews, dated June 1988.

Adviesbureau Bongaerts, Kuyper en Huiswaard

Postbus 93224

2509 AE 's-Gravenhage

BAKMOD	J. Zuidervliet	08-04-88
BKHRI00L	J. Zuidervliet / J. Roos	08-04-88
WARIBO	J. Zuidervliet	08-04-88

Adviesbureau voor Water en Milieu "IWACO" B.V.

Kantoor Rotterdam

Postbus 183

3000 AD Rotterdam

DISWACO	G. Vogelezang	04-12-87
SALINA	C. de Graaf	03-12-87
STIWACO	C. de Graaf	03-12-87
TRIWACO	C. de Graaf	03-12-87
TRIWACO-TRACE	C. de Graaf	03-12-87

Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO)

Postbus 14

6700 AA Wageningen

SPRINGWHEAT	19-01-88
WOFOST	19-01-88

DHV Raadgevend Ingenieursbureau B.V

Postbus 85

3800 AB Amersfoort

GELQAM	B de Boer	18-12-87
GROVERON	C. Vree	18-12-87
RIBASI	H.J.S. van Wieringen	18-12-87
RICHTLIJNEN	B. de Boer	18-12-87

Dienst Grondwaterverkenning TNO

Postbus 285

2600 AG Delft

CISKA	F.C. van Geer	01-10-87
DARTEX 3D	W. Zijl	30-12-82
FLOSA-FD	W. Zijl	26-11-87
PLASM 3D	W.I.M. Eldershorst	26-11-87

Euroconsult B.V.

Postbus 441

6800 AK Arnhem

GM-2	W.K. Boehmer / J. Nonner	21-03-88
PUMP/BOEHMER	W.K. Boehmer	21-03-88
SALNONSTAT		05-02-88
SALSTAT		05-02-88

Table 4.1. Contents of the SAMWAT database for computer models in water management, listed by institute, with names of contacts and dates of the interviews, dated June 1988. (continued)

Fugro Geotechniek B.V.
Postbus 63
2260 AB Leidschendam

FLO2	S. Kay	30-12-82
FLOW2-FUGRO		19-01-88
GROW1-FUGRO		19-01-88

Grondmechanica Delft
Postbus 69
2600 AB Delft

EDICO		30-12-82
LIGHTS		30-12-82
MSEEP	F.P.H. Engering	30-05-88
PLUTO (Spons)	J.A.M. Teunissen	30-05-88
SEEP	F.P.H. Engering	30-05-88
VERA	G.A.M. van Meurs	30-05-88

Grontmij N.V., Advies- en Ingenieursbureau
Huize Houdringe
Postbus 203
3730 AE De Bilt

DENSIT	S.J.A. Copray	11-03-88
DOMMEL	C. de Graaff	17-12-87
EXTRAN	H. van Luijtelaar	17-12-87
NIPEST	J. van Acker	17-12-87
NIVO	H. van Luijtelaar	17-12-87
OTHENE	J. van Acker	17-12-87
PARTRAC	C.A.M. Besselink	11-03-88
T 5310	J. van Acker	17-12-87
TWEE POMPEN M.	R. Lageveen / J. van Acker	17-12-87

Haskoning B.V. Koninklijk Ingenieurs- en Architectenbureau
Postbus 151
6500 AD Nijmegen

CODOS	C.D. Leenen	11-12-87
DYNAMO 2	C.D. Leenen	11-12-87
DYNAMO 3	C.D. Leenen	11-12-87
HASMOR	Opdam	11-12-87
HD-SYS RUBICON	A. Prins / J.D. Schepens	11-12-87
RESRO	A.H. de Vries / E. v.d. Woude	11-12-87
RIOSYS	A.H. de Vries / E. v.d. Woude	11-12-87

Heidemij Adviesbureau B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem

HYDRA	J. Bouwknecht	09-03-88
POEEM-3D	R.J. Andringa	22-03-88
POEEM-V	R.J. Andringa	22-03-88
RSC	H.G.M. Mooij	22-03-88
STR	H.G.M. Mooij	22-03-88
SWIP-HEIDEMIJ	G.J. Groeneveld / A. Willemsen	22-03-88
THETA	H.G.M. Mooij	22-03-88
WSC	H.G.M. Mooij	22-03-88

Table 4.1. Contents of the SAMWAT database for computermodels in watermanagement, listed by institute, with names of contacts and dates of the interviews, dated June 1988. (continued)

Instituut Onderzoek
Bestrijdingsmiddelen
Postbus 650
6700 AR Wageningen

PESTLEACH	J.J.T.I. Boesten	29-03-88
TRABESKAS	M. Leistra	30-12-82

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid
Postbus 30003
9750 RA Haren

CD.TRANS	W.J. Chardon	31-03-88
GREENWOOD	J.J. Nelison	31-03-88
ZANDT	P.A. Zandt / P. de Willigen	31-03-88

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW)
Postbus 35
6700 AA Wageningen

ANIMO	P.E. Rijtema	23-11-87
CAPSEV	J.G. Wesseling	30-12-82
CRIWAR	M.G. Bos / ILRI P. Kabat / ICW	27-11-87
CROPR	R.A. Feddes et al.	27-11-87
ECONUM/WATBAL	R. Kemmers	23-11-87
FEMSAT	E.P. Querner	23-11-87
FEMSATS	E.P. Querner	23-11-87
FLOCR	J.J.B. Bronswijk	23-11-87
FLOWEX	A.L.M. van Wijk	30-12-82
REDRAM	C.W.J. Roest	27-11-87
REUSE	D. Boels	27-11-87
SIMCROP	E.P. Querner	23-11-87
SIMGRO	E.P. Querner	23-11-87
SIMPRO	E.P. Querner	23-11-87
SIMWAT	E.P. Querner	23-11-87
STAT	J. Zuidendijk	30-12-82
SWACR	J.J.B. Bronswijk	27-11-87
SWACROP	J.G. Wesseling et al.	27-11-87
SWATRE	R.A. Feddes et al.	27-11-87
SWW	J. van Bakel / Beekman	23-11-87
TDSATU	J. Buitendijk	30-12-82
TRADE	C.W.S. Roest	27-11-87
UNSAT2 (ICW)	R.A. Feddes / J.G. Wesseling	27-11-87
WATDIS	M.F.R. Smit	27-11-87

Internationaal Instituut voor
Waterbouwkunde en Milieubeheer IHE
Postbus 3015
2601 DA Delft

GRW2M	W. Spaans	01-12-87
HD-SYS RUBICON.	A. Verwey	01-12-87
MUST	P.J.M. de Laat	01-10-87

Table 4.1. Contents of the SAMWAT database for computermodels in watermanagement, listed by institute, with names of contacts and dates of the interviews, dated June 1988. (continued)

International Institute for
Land Reclamation and Improvement (ILRI)
Postbus 45
6700 AA Wageningen

BASCAD	J. Boonstra / M. Jurriëns	29-03-88
JACOB/HANTUSH	J. Boonstra	29-03-88
SGMP.1	J. Boonstra	29-03-88
SGMP.2	J. Boonstra	29-03-88

Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen KIWA N.V.
Hoofdafdeling Speurwerk KIWA NV
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

BUBBLE		30-12-82
TOFEM2		30-12-82
TOFEM3	W. Boersma	30-12-82
TOFEM6	W. Boersma	30-12-82
TOFEM7	W. Boersma	30-12-82

Landbouwniversiteit Wageningen
Vakgroep Theoretische Teeltkunde
Bornsesteeg 65
6708 PD Wageningen

MICROWEATHER	J. Goudriaan	28-04-88
STOFOS	S.E.A.T.M. van der Zee	02-05-88
SUCROS	J. Goudriaan / C.J.T. Spitters	28-04-88

Landinrichtingsdienst
Utrecht (LD)
Postbus 20021
3502 LA Utrecht

BUIBAK	G.J.E. Hartman	09-03-88
DIWA	A.J. Gelok	09-03-88

Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders (RIJP)
Postbus 600
8200 AP Lelystad

BECAOP	K. Rijnierse	30-12-82
KNOTA	Hebbink	20-06-88

Rijksinstituut voor
Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM)
Postbus 1
3720 BA Bilthoven

ALDENBERG-FRAME	T.A. Aldenberg	09-12-87
BIODEG	J.C.H. van Eijkeren	09-12-87
CONTOUR	E.J.M. Veling	09-12-87
EXAMS	T. de Nijs / J.M. Knoop	08-03-88
FCONC1\2	K. Kovar	13-01-88
FEMFLO	A. Leynse	30-12-82
FLOP-LIESTE	R. Lieste	30-12-82

Table 4.1. Contents of the SAMWAT database for computermodels in watermanagement, listed by institute, with names of contacts and dates of the interviews, dated June 1988. (continued)

FLOPZ1	R. Lieste	09-12-87
FLOPZN	E.J.M. Veling	09-12-87
FLORAN	G.J.M. Uffink	08-03-88
FLSTAT	R. Lieste	13-01-88
HYDROPAR	A. Leynse	30-12-82
INTERA	A. Leynse	30-12-82
KONIKOW-BREDEH	K. Kovar	30-12-82
LEAKINV	E.J.M. Veling	09-12-87
METROPOL1	F.J. Sauter	09-12-87
METROPOL2	F.J. Sauter	09-12-87
ONZAT	G. van Drecht	13-01-88
SL single layer	E.J.M. Veling / v.d. Eem	09-12-87
SOTRAS	J.C.H. van Eykeren	08-03-88
STATRECT	K. Kovar	30-12-82
TRANS	E.J.M. Veling	09-12-87
TRANSRECT	K. Kovar	30-12-82
TRINS	A. Leynse	30-12-82
TRIST	A. Leynse	30-12-82

Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN)

Postbus 46

3956 ZR Leersum

WAFLO-2.4	J. Wiertz	25-04-88
-----------	-----------	----------

Rijkswaterstaat

Dienst Binnenwateren/RIZA

Postbus 17

8200 AA Lelystad

FIESTA	Vlag	15-12-87
MODEL DE RONDE	v.d. Valk	15-12-87

Rijkswaterstaat Dienst Informatieverwerking (DIV)

Postbus 5809

2280 HV Rijswijk

FIESTA10	R. Awater	30-12-82
GELGAM	R. Awater	30-12-82
WAQUA	G.J. Bosselaar	13-06-88

TAUW Infra Consult B.V.

Postbus 479

7400 AL Deventer

AXTRAN	G. Geldof	07-03-88
CONTOUR-TAUW	A. Blonk	19-02-88
HYSTED	G.D. Geldof	19-02-88
MEETSTED	G.D. Geldof	19-02-88
STROP-TAUW	A. Blonk	19-02-88
TRIFLO	A. Blonk	19-02-88

Vrije Universiteit Amsterdam Afd. Hydrogeol. en Geograf. Hydrol.

Instituut voor Aardwetenschappen

Postbus 7161

1007 MC Amsterdam

PHREEQM	P.H. Nienhuis	04-03-88
---------	---------------	----------

Table 4.1. Contents of the SAMWAT database for computer models in water management, listed by institute, with names of contacts and dates of the interviews, dated June 1988. (continued)

Waterloopkundig Laboratorium

Postbus 177

2600 MH Delft

ABOPOL	R. Maate	23-12-87
BLOOM II	F.J. Los	23-12-87
CHARON	N.M. de Rooy	23-12-87
D.M.	F. Most	11-11-87
DELWAQ	L. Postuma	23-12-87
DELWAQ-BLOOM II	J.J. Brinkman / S. Groot	23-12-87
DEMGEN	P. Grashoff	11-11-87
GREWAQ	I. de Vries / C.F. Hopstaken	05-01-88
GROKWA	J.W. Wesseling	30-12-82
GROMULA	J.W. Wesseling	11-11-87
GROVERPLA	J.W. Wesseling	11-11-87
IMPAQT	D.J. de Vries	23-12-87
JSBACH	N.M. de Rooy / F.J. Los	23-12-87
MODQUAL	R. de Ridder / S. Groot	11-11-87
NETFIL-OBS	J.R. Moll	24-11-87
NETFLOW	C. Flokstra	24-11-87
NITSOL	C.F. Hopstaken	23-12-87
PHOSOL	C.F. Hopstaken	23-12-87
PREDIS	J.W. Wesseling	11-11-87
RIVCOM	Struiksma	24-11-87
RIVMOR	Struiksma	24-11-87
SEFLOW	C. Flokstra	24-11-87
SOMOF	J.W. Wesseling	05-01-88
SPUIS-2	J. van Kleef	24-11-87
STRATIF-METEO	J. Smits	23-12-87
SUSTRA-3D	L.C. van Rijn	24-11-87
SUTRENCH-2DV	L.C. van Rijn	24-11-87
TIJTEM	J. Driegen	24-11-87
UPTAQE	M.B. de Vries	05-01-88
VLKOLK	W.L. Koole P	24-11-87
WAFLOW	C. Flokstra	24-11-87
WQ-ARM	J. Smits	23-12-87
ZQUA	J. Smits / J.A. van Pagee	23-12-87

Witteveen+Bos Raadgevende Ingenieurs

Postbus 233

7400 AE Deventer

BROMAL	J.W.E. Keijzer / A. Posthumus	07-03-88
DEBIET	J.W.E. Keijzer	07-03-88
FEMGRO-HORSTER	A. Posthumus	01-03-88
NETBERG	J.W.E. Keijzer	07-03-88
OPRINS	J.W.E. Keijzer	07-03-88
OPWAST	J.W.E. Keijzer	07-03-88
PERS	J.W.E. Keijzer	07-03-88
RAINY DAISY	A. Hoogendoorn-Roozemond	01-03-88
RIOINST	L. Vos / F. Clemens	01-03-88
RIOOL2	H. Keijzer	01-03-88

Table 4.1. Contents of the SAMWAT database for computermodels in watermanagement, listed by institute, with names of contacts and dates of the interviews, dated June 1988. (continued)

Others

FLOWNET	H. van Elburg	04-03-88
MATE	C.J. Hemker	04-03-88
MFLOP	C.J. Hemker	04-03-88
MICRO-FEM 1.7	C.J. Hemker	04-03-88
MULTIMODEL	T.N. Olsthoorn	30-12-82

Table 4.2. Contents of the SAMWAT database for computer models in watermanagement, listed by type of model; dated June 1988.

GROUNDWATER

name	model objective	available				pc assistance required			
		run	source	vers	no	some	more	full	
ANIMO	Determines nitrogen and carbonates management in ground- and surface water, with special attention to land use and land use intensity.							*	
BECAOP	Determines moisture yield of a soil profile in a dry year, directed at the optimization of soil structure improvements.	*						*	
BIODEG	Determines the transport of bio-degradable micro-pollutants in an aggregated saturated soil.	*	*	*				*	
BROMAL	Determines the discharge- and groundwater head-changes as result of well extraction.	*		*		*			
BUBBLE	Predicts the movement of freshwater "bubbles" injected in saline aquifers.	*						*	
CAPSEV	Determines hydraulic conductivity from grain size distribution and steady state water flow in layered soil profiles.	*				*			
CD.TRANS	Describes cadmium-transport in a saturated soil.	*	*					*	
CHARON	Describes all possible chemical reactions in surface water, groundwater and soil.	*		*					*
CISKA	Interpolation in space and time of potentials for the analysis and the design of groundwater monitoring networks and the interpretation of monitoring results.								*
CONTOUR	Determines head-contour lines with data from 3-D packages, FlopZ1 and FLOPZN.			*	*	*			
CONTOUR-TAUM	Determines heads in a 2-D of 3-D model in phreatic or semi-confined layers.	*	*			*			
DARTEX 3D	Determines transport velocities in porous media.							*	
DELMAQ	Describes various water quality processes in 1, 2 or 3 dimensions.			*		*			
DEMGEN	Determines crop water requirements, drought and salt damage, groundwater levels and discharges on a regional scale.	*	*	*				*	
DENSIT	Describes groundwater flow with density flow and solute transport.			*	*				
ECONUM/WATBAL	Simulates nitrogen and phosphate balance in relation to groundwater on habitats of 'half natural' vegetation.							*	
EDICO	Determines steady and non steady consolidation processes.	*				*			
FCONC1\2	Determines concentrations in groundwater pumping wells as a function of time.	*		*	*				
FEMFLO	Determines streamlines and travel times in saturated groundwater.	*						*	
FEMGRO-HORSTER	Determines salt and or fresh seepage and position of the interface.								*
FEMSAT	Describes groundwater flow in multi-layered aquifer system.	*	*	*		*			
FEMSATS	Describes groundwater flow in multi-layered aquifer system and drop production.	*	*			*			
FIESTA	Determines heads for multi-layered aquifer system.	*				*			
FIESTA10	Determines steady state groundwater flow in multi-layered aquifer system.	*				*	*		
FLO2	Determines steady state 2-dimensional groundwater flow.	*				*			
FLOCR	Determines the waterbalance of clay soils as well as preferential streamlines processes as swelling and shrinkage included.	*	*			*			
FLOP-LIESTE	Determines pathlines and residence times in (semi)-confined aquifers.	*				*			
FLOPZ1	Determines pathlines in a quasi three-dimensional semi-confined aquifer.	*		*	*				

Table 4.2. Contents of the SAMWAT database for computer models in water-management, listed by type of model; dated June 1988 (continued).

name	model objective	GROUNDWATER			
		available run source	pc vers	assistance required no some more full	
FIOPZN	Determines pathlines in layered homogeneous aquifers systems, a quasi three-dimensional multi-approach.	*	*	*	*
FLGRAN	Describes the transport of solutes in groundwater systems.	*	*	*	*
FLHSA-2D	Determines streamlines and travel times in multi-layered groundwater systems.	*		*	
FLHWS-FUGRO	Determines relation between pump discharges and groundwater level changes.	*	*		*
FLHWSZ	Describes non steady flow and storage processes in the unsaturated zone of a layered soil.	*		*	*
FLHWSNET	Determines streamlines, equipotential lines and isochrones.	*	*	*	*
FLHWSAT	Determines pathlines from discretised groundwater piezometric heads.	*	*	*	*
FLHWSM	Quasi 3-dimensional groundwater model determines evapotranspiration, saturated and unsaturated groundwater flow in maximum 2 aquifers.	*		*	
GRW-2	Simulates groundwater levels and determines waterbalances in two layered groundwater system.	*	*	*	
GRW3A	Simulates flow and solute transport in a saturated single aquifer.	*	*		*
GRW3DA	Simulates of saturated groundwater flow in a multi-layered groundwater system.	*		*	
GRW3DPA	Optimization of pump capacities in relation to groundwater pollution and pollution distribution.	*	*	*	*
GRW3DPA2	Modelling groundwater flow in situations where the exact location of a phreatic surface or the extent of a seepage surface is of specific interest.				*
GRW1-FUGRO	Determines groundwater levels changes as a result of extractions or infiltrations.	*	*	*	
GRW2M	Determines heads and waterbalances in a 2-dimensional, multi aquifer groundwater system with interactions with surface water.	*	*	*	*
HYDROPAR	Analysis and evaluations of pumping tests data.	*		*	
HYSTED	Determines the phreatic table in urban areas based on daily precipitation and evapotranspiration data.	*		*	
INTFPA	Determination of solutes and heat transport in groundwater systems.	*		*	
JACOB/HANTUSH	Analyses and evaluates pumping and well-test data.	*	*	*	*
KONIKOW-BREDEH	Determination of solute concentrations as a function of time and space in groundwater systems.	*		*	
LEAKINV	Estimates soil parameters with the Inverse Neumann approach.				*
LIGHTS	Describes heat transport in saturated porous media.	*			*
MATE	Analyses and evaluation of pumping test data.	*	*	*	
MEETSTED	Determines groundwater levels in urban areas and analyses observation well data.	*			*
METROPOL1	Describes 3-dimensional, steady groundwater flow.	*	*	*	*
METROPOL2	Describes 3-dimensional, non steady groundwater flow.	*	*	*	*
MPHAP	Post program plotting streamlines.	*	*	*	*
MICKO-FEM 1.7	Describes groundwater flow in a multi-layered groundwater system.	*	*	*	*

Table 4.2. Contents of the SAMWAT database for computer models in water-management, listed by type of model; dated June 1988 (continued).

GROUNDWATER

name	model objective	available run source	pc vers	assistance required no yes more info
MUSEP	Simulates fluid transport in 2 dimensional groundwater systems.	*	*	*
MULTI-MODEL	Describes multi layered, multi dimensional groundwater flow. A spreadsheet programme forms the core of the programme package.	*	*	*
MUST	Describes vertical moisture transport in the unsaturated zone and determines the potential and actual evapotranspiration.	*	*	*
NITSOI	Determines the nitrogen discharge to surface water and deep groundwater.	*	*	*
ONZAT	Simulates transient flow and transport of solutes in unsaturated zone and part of saturated zone.	*	*	*
PAPTRAC	Simulates 2-dimensional vertical groundwater transport with density flow.	*	*	*
PESTLEACH	Determines leaching of pesticides to shallow groundwater.	*	*	*
PHOSOL	Determines the phosphor discharge to surface water and deep groundwater.	*	*	*
PIPEEQM	Describes the transport of ionic substances with adsorption, cation exchange dispersion/diffusion in 1D- groundwater flow.	*	*	*
PLASM 3D	Determines heads in a multi-layered groundwater system.	*	*	*
PLUTO (Spon)	Determines the interaction between the porewater flow and the deformation of a compressible soilmass (consolidation) for plain strain and plane flow conditions or for symmetric strain and flow conditions.	*	*	*
PWEEM-3D	Determines of groundwater flow in heterogeneous aquifer.	*	*	*
PWEEM-V	Calculation of steady groundwater flow in 2-D vertical heterogeneous soil with drains.	*	*	*
PUMP/BOEMEP	Analysis and evaluation of pumping- test data.	*	*	*
REDRAM	Determines waterbalances and consolidation effects of waste disposals during the fill and after covering.	*	*	*
PEUSE	Quantify the effect of water management operations on soil and drainage, water quantity and -quality.	*	*	*
RSC	Determines isohyets in groundwater system.	*	*	*
SALINA	Determines the position of the sharp salt/fresh water interface in non steady groundwater flow system.	*	*	*
SEEP	Determines groundwaterheads fully 3 dimensional.	*	*	*
SGMP.1	Simulates saturated groundwater flow semi-steady state under changing water management conditions with special reference to regional development studies.	*	*	*
SGMP.2	Simulates of saturated groundwater flow steady as well as non-steady state under changing water management conditions with special reference to regional development studies.	*	*	*
SIMGRO	Simulates groundwater flow in saturated- and unsaturated zone and evapotranspiration.	*	*	*
SL single layer	Determines heads, fluxes and pathlines in a aquifer.	*	*	*
SOMCF	Simulation of non-steady flow in unsaturated zone.	*	*	*
SUTRAS	Describes transport of two heavy metals (cationic solutes) in sorbing porous media.	*	*	*
STAT	Determines heads in aquifer.	*	*	*
STATRECT	Describes the influence of water management changes on the steady groundwater flow in the saturated zone.	*	*	*
STIMACO	Describes transport of one contaminant in the saturated zone.	*	*	*

Table 4.2. Contents of the SAMWAT database for computer models in water-management, listed by type of model; dated June 1988 (continued).

name	model objective	GROUNDWATER			
		available on source	pc version	assistance required	more full
DISPER	Describes transport of pollutants in stationary, homogeneous soil systems.	*	*	*	*
DISP	Determines pathways in heterogeneous aquifer.	*	*	*	*
DISPOP-TAUK	Determines streamlines (2D and 3D, method Strack) and solute transport in two-layer groundwater system.	*	*	*	*
DNATF	Describes groundwater flow in saturated and saturated zone (SWATPE), especially suitable for heavy clay soils. Preferential flow, swelling and shrinking, root extraction by roots.	*	*	*	*
DNATRE	Describes non-steady water transport in unsaturated and saturated zone.	*	*	*	*
DNATRE-DIAMID	Determines temperature distribution and thermal efficiency for aquifer thermal energy storage as well as transport of contaminants in groundwater, especially for deep aquifers.	*	*	*	*
DISACT	Determination of groundwater levels in urban areas.	*	*	*	*
DRATA	Calculation of moisture contents in unsaturated 1-D soil column with heterogeneous characteristics. Applied for moisture conditions at great depth for underground water testing cables.	*	*	*	*
DIS2M2	Determines steady 2-dimensional groundwater flow in single layer groundwater system.	*	*	*	*
DIS2M3	Determines steady 3-dimensional groundwater flow in a multi-layered groundwater system.	*	*	*	*
DIS2M5	Determines steady groundwater flow in a multi-layered groundwater system.	*	*	*	*
DIS2M7	Determines groundwater flow in a multi-layered groundwater system with calibration facilities.	*	*	*	*
TRANESKAS	Describes transport, transformation and absorption of pesticides, herbicide, fungicide in the soil profile due to groundwater flow.	*	*	*	*
TRADR	Describes transport of solutes in the soil.	*	*	*	*
TRANS	Describes solute transport in saturated groundwater flow system and determines the amount of excretion of a previously given value.	*	*	*	*
TRANAPRO	Determines the influence of a change in water management on non-steady groundwater flow in the saturated zone.	*	*	*	*
TRIPIS	Determines streamlines in piezometric head confined aquifer.	*	*	*	*
TRINS	Determines potentials in multi-layer groundwater system (non-steady).	*	*	*	*
TRINT	Determines potentials in multi-layer groundwater system (steady state).	*	*	*	*
TRINACC	Determines potentials in quasi 3-dimensional, saturated groundwater system.	*	*	*	*
TRINACC-TRACE	Determines potentials and streamlines in quasi 3-dimensional, saturated groundwater system.	*	*	*	*
DISATZ (1D)	Simulates saturated / unsaturated soil moisture flow.	*	*	*	*
VRPA	Determines 3-dimensional distribution of solutes (more than one) in soil. Processes: convection, dispersion, radioactive decay and interaction between components.	*	*	*	*
WMO	Determines isopleths in single layer groundwater systems and compares measured and calculated geohydrological parameters.	*	*	*	*
ZANDT	Simulates nitrogen-cycle in the soil in spring and autumn.	*	*	*	*

Table 4.2. Contents of the SAMWAT database for computer models in water-management, listed by type of model; dated June 1988 (continued).

		SURFACE WATER			
name	model objective	available run source	pc vers	assistance no some more	required full
ABOPOL	Describes water movement in polder system of water courses.	*	*		*
ALDENBERG-FRAME	Predicts chlorophyll contents and transparency as a result of phosphate load.	*	*		*
AXTRAN	Describes non steady flow in open or closed conduits and determines the amount and frequency of sewerage overflow.	*	*		*
BAKMOD	Determines water levels and discharges in a network system in a quasi steady approach.	*	*		*
BASCAD	Simulates 2-dimensional flow in basin irrigation.	*	*	*	
BKHIROOL	Describes steady flow in a full or partly filled sewerage system.	*	*	*	
BLOOM II	Describes the behaviour of algae biomass with a maximum of 10 species, as a function of light, temperature, nitrogen, phosphate and silicium.	*	*	*	
CHARON	Describes all possible chemical reactions in surface water, groundwater and soil.	*	*		*
CODOS	Simulates dissolved oxygen, dissolved nitrogen and bacteria content as result of extractions and additions of polluted water.				*
D.M.	Describes water on a national scale, applied to the Netherlands where various water user groups are taken into consideration.	*	*	*	*
DEBIET	Determinates discharges in unbranched conduits with given heads.	*	*	*	*
DELWAQ	Describes various water quality processes in 1, 2 or 3 dimensions.		*	*	
DELWAQ-BLOOM II	Describes eutrofication processes in a arbitrary surface water system (1, 2 and 3 dimensional), with special reference to the influence of wastewater discharges.	*	*	*	
DISWACO	Determines pressure and flux distribution in closed pipe systems.	*	*	*	*
DIWA	Determinates steady state heads and discharges in tree system and computes necessary earthmoving, plot cross-sections and longitudinal profiles.	*			*
DOMMEL	Determines water quality of the Dommel between Eindhoven and St. Michielsgestel for a number of parameters (BOD/COD, oxygen, ammonium, total phosphate, heavy metals.)	*	*	*	
DYNAMO 2	Simulates algae biomass concentration in relation with nutrients (nitrogen and phosphate) in ponds and lakes.				*
DYNAMO 3	Simulates algae biomass concentration in relation with nutrients (nitrogen and phosphate) in lakes and ponds.				*
EXAMS	Determines concentrations of organic micropollution in surface water.	*	*	*	*
EXTRAN	Determines non-steady flow in open (or closed) conduits.	*	*	*	*
GELQAM	Describes oxygen management and eutrofication in a network of open water conduits.			*	
GREWAQ	Describes nutrient cycling and ecosystem behaviour in a salt-water lake. (especially developed for the lake Grevelingen)		*	*	
HASHOR	Simulates bottom level changes due to varying hydraulic conditions in network system.	*	*	*	
HD-SYS RUBICON	Simulates flow in an open channel network system.	*	*	*	
HD-SYS RUBICON.	Simulates flow in an open channel network system.	*	*	*	
HYDRA	Determinates heads, discharges and velocities steady and non steady as well as transport of conservative solutes.	*			*
IMPAQT	Simulates concentration of micropollutions in surface water and sediment.	*	*	*	
JSBACH	Describes quality processes in surface water systems.	*	*		*

Table 4.2. Contents of the SAMWAT database for computer models in water-management, listed by type of model; dated June 1988 (continued).

name	model objective	SURFACE WATER				Available run source	pc vers	assistance required		
								no	some	more full
KNOTA	Determination of non-steady flow in open water conduits in urban and rural area, in order to design a water management system.	*	*			*		*		
MODEL DE RONDE	Predicts waterdepths of the Rhine at Lobith. (four days ahead)									*
MODQUAL	Simulates water quality processes in riverbasins, especially related to nutrients and the oxygen budget. The model has been applied successfully to the Rhine and Meuse river basin, and a number of riverbasins abroad.	*				*		*		
NETBERG	Determines static storage in a urban water sewerage system in relation to the waterlevel.	*		*		*	*	*	*	
NETFIL-OBS	Describes real time non-steady flow in network system.	*	*	*		*		*		
NETFLOW	Describes non-steady flow in network system of water courses.	*	*			*		*		
NIPEST	Determines waterdepths and discharges in network system of water courses.	*				*		*		
NITSOL	Determines the nitrogen discharge to surface water and deep groundwater.	*	*	*		*		*		
OPRINS	Describes non-steady flow in a system of open and closed conduits.	*		*		*	*	*		
OPWAST	Describes steady fluid and solute transport in a system of open and closed conduits.	*		*		*	*	*	*	
OTHEHE	Determines the increase of waterlevel as a function of precipitation and discharge possibilities in a polder.	*	*	*		*	*	*		
PERS	Determines operating-point of a pressure conduit system.	*		*		*	*	*	*	
PHOSOL	Determines the phosphor discharge to surface water and deep groundwater.	*		*		*		*		
RESRO	Describes non-steady fluid transport in a networks system, especially urban sewerage systems.	*	*			*		*		
RIBASI	Describes non-steady flow in a system of open water courses.	*		*		*	*	*		
RICHTLIJNEN	Determines control measurements on output of effluent, intake of water diffuse output of phosphate, management and maintenance of conduits, starting from waterquality objectives under summer conditions			*		*		*		
RIOINST	Describes non-steady flow in a system of open and closed conduits, mainly pointed at sewerage systems.					*		*		*
RIOOL2	Describes flow in sewerage systems, steady state.	*		*		*	*	*		
RIOSYS	Describes steady flow in systems of closed and open conduits, especially urban sewerage systems.	*	*			*		*		
RIVCOM	Describes 2 dimensional (horizontal) steady flow and 2 dimensional (horizontal) time dependent bedlevel changes.					*		*		*
RIVNOR	Describes fluid and sediment transport. Fluid transport in steady state, sediment transport in non-steady state.	*				*		*		
SALNONSTAT	Simulates time dependent salt intrusion as a function of varying discharge in well mixed alluvial estuaries.	*	*			*		*		
SALSTAT	Determines steady state salt intrusion in well-mixed alluvial estuaries.	*	*	*		*		*	*	
SEFLOW	Describes non-steady watermovement, sediment transport and bedmovement in 1-D network system.	*	*	*		*	*	*	*	
SIMWAT	Describes water movement in surface water network system.	*	*			*		*		
SPLUIS-2	Determines discharge relations in sluices.	*	*	*		*	*	*	*	
STRATIF-METEO	Describes thermal stratification in reservoirs and deep lakes, output parameters are position of thermal cline and temperature of epilimnion and hypolimnion.	*	*	*		*		*		*
SUSTRA-3D	Three-dimensional mathematical model for suspended sediment transport by currents and waves.	*	*			*		*		

Table 4.2. Contents of the SAMWAT database for computer models in water-management, listed by type of model; dated June 1988 (continued).

SURFACE WATER				
name	model objective	available run source	pc vers	assistance required no some more full
OUTREACH-ZOV	Two dimensional mathematical model for suspended sediment transport by currents and waves.	*	*	*
T 5310	Describes fluid transport in a urban water sewerage system.			*
TOTEM	Predicts the erosion rate as function of time downstream a structure.		*	
UPTAGE	Describes the uptake of micro-pollutants in organisms in aquatic ecosystems where foodchain effects are included.	*	*	*
VALVOLK	Describes the discharge in a lock chamber with a culvert system.	*	*	*
WAFLOW	Describes non-steady flow in network system of rivers and canals.	*	*	*
WAQUA	Simulates fluid and solute transport in 2-dimensional groundwater systems.	*		*
WARIBO	Determines steady non-uniform flow in a network system of open and closed conduits.	*	*	*
WALDIS	Describes irrigation water distribution in an open water conduit system.	*	*	*
WQ-APM	Determines waterquality of vertical profile in reservoirs, and the BOD, nutrients, phytoplankton, hydrogen sulphide, sulphate, methane and oxygen content in downstream river.	*	*	*
ZQUA	Describes the oxygen management in vertical direction in stratified system.	*	*	*

Table 4.2. Contents of the SAMWAT database for computer models in water-management, listed by type of model; dated June 1988 (continued).

code	model objective	RAINFALL-PUMPED		assistance required for model use
		available	not available	
STIRAK	Determines the discharge of stormwater overflows from a pumped urban sewerage system in order to optimize the capacities of additional storage and pump.	*	*	
STIR	Transformates rainfall into sewerage inflow.		*	*
RAINFL DAILY	Determines the discharge and the direction of stormwater overflows into surface water systems from an urban sewerage system.			*
TWEE POMPEN M.	Calculation of storm water discharges from sewerage system and the required additional storage in a system with pumping of exceeding water in an additional storage basin.			*

Table 4.2. Contents of the SAMWAT database for computer models in water-management, listed by type of model; dated June 1988 (continued).

name	model objective	AGRICULTURAL PRODUCTION			
		available run source	pc vers	assistance required no some more full	
CRIMAP	Determinates irrigation water requirements.	*	*	*	*
CPOPP	Determines potential and actual dry matter production.	*	*	*	*
GREENWSD	Predicts yield and optimum nitrogen fertilizer application rate for potatoes.	*	*		*
MICROWEATHER	Simulates crop micro meteorology (research purposes mainly).	*	*	*	*
SIMCROP	Determines crop production and economical benefits as a function of hydrological circumstances.	*	*		*
SPRINGWHEAT	Simulates water use, nitrogen nutrition and growth of a springwheat crop in semi arid region.	*	*	*	*
WYCKOS	Simulates crop growth under optimal, water, pest, weed, nutrient and weather conditions.	*	*	*	*
SWACROP	Describes unsteady flow in the unsaturated- and saturated zone and determines the potential and actual dry matter production.	*	*	*	*
WAFLO-2.4	Predicts effects of groundwater level lowering on (natural) vegetation.	*	*	*	*
WGFOST	Simulates crop growth as a function of soil and climate.	*	*	*	*

Table 4.2. Contents of the SAMWAT database for computer models in water-management, listed by type of model; dated June 1988 (continued).

INTEGRATED GROUND- AND SURFACE WATER				
name	model objective	available software	pc version	assistance required or some more full
PP2D15	Simulates a part of the hydrological cycle, saturated and unsaturated groundwater flow, open conduits and flow over land surface.			*
SIEMPP	Describes groundwater and surface water flow.	*	*	*
SWW	Simulates surface water management in a water board district.	*	*	*

Table 4.3. Review of model characteristics of five groundwater models, in which fluid and solute transport in the unsaturated zone has been modelled; dated June 1988. (continued)

TRABESKAS	SWACROP	REUSE	ONZAT	ECONUM\WATEAL
	*			Non-conservative processes:
*			*	volatilization
			*	linear adsorption
			*	non-linear adsorption
			*	desorption
			*	complexation
			*	fixation
		*		decay through dissolved phase
			*	linear decay
*			*	non-linear decay
		*		decay through adsorbed phase
			*	linear decay
*			*	non-linear decay
			*	decay chains
			*	biological activity
		*		dependent on temperature
			*	radionuclide decay chains
			*	14.3 heat transport
			*	convection
			*	conduction
			*	heat capacity
	*			15. OTHER MODEL PROCESSES:
*				15.2 condensation (above/on landsurface)
*				15.3 freezing (above/on land surface)
*	*		*	15.4 precipitation (rain, snow)
*		*		15.5 interception
*			*	15.6 surface water evaporation
*	*	*	*	15.7 evapotranspiration
*		*	*	15.8 transpiration
*	*	*	*	15.9 soil evaporation
*	*	*	*	15.10 water uptake by roots
*		*	*	15.11 root growth
			*	15.12 crop production
	*	*	*	15.13 overland flow
*		*	*	15.16 depression storage
*			*	15.17 rainfall-runoff
	*			15.18 surface water:
	*			transport
	*			waterbalance
		*		15.19 nutrient uptake
*	*	*	*	20. UNSATURATED ZONE CONDITIONS:
*	*	*	*	20.1 isotropic
*	*	*	*	20.4 heterogeneous
*	*	*	*	20.5 cracks/macropores
*	*	*	*	20.7 changing unsaturated zone thickness in time

Table 4.3. Review of model characteristics of five groundwater models, in which fluid and solute transport in the unsaturated zone has been modelled; dated June 1988. (continued)

[illegible]

CHAPTER 5. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

This chapter was included to reflect on the performance of the programme package for storing and retrieving model data, on the qualities of the contents of the database and on future developments. First, some attention will be paid to the frequency of use and the kind of questions that have been answered.

Use of the database

Although the first official version of both the programme package (BSS SAM 1.1) and the database will be released in September 1988, the number of questions that reached the executive bureau increased from the month of January onwards, indicating an increasing popularity of the database. From May 1988 the number of questions concerning the model database exceeded the number of questions concerning the SAMWAT database for research activities.

Many questions concern groundwater models available for PC. An equal number of questions concern surface water models, also available for PC. In both categories of questions it turned out to be important, that solute transport is considered in the model. In addition, as far as surface water models are concerned, biological processes were often asked for. Also the assistance needed to run the model appeared to be an important selection criterion. Surprisingly less interest was directed at the model categories agricultural production and rainfall-runoff relations. More than these the model category data processing packages was in demand, and a little less, ecological models. These two modules, according to the planning will be developed in the near future.

In view of the short existence of the database, its use has proven it to be a success.

Performance of the programme package

The experience so far with the programme package has established it to be

quite easy to use and, if implemented on a PC/AT, to have a reasonably good performance in terms of time necessary to select the models by hard and soft constraints. Its performance will improve if by the end of 1988 the properties of dBase IV can be fully utilized.

The quality of the data

Two aspects are notable regarding the quality of the contents of the database. The first is that, although the data were collected by interviews, in a few cases some misinterpretation may have occurred in the answering of the questions. The second aspect concerns the mistakes that are made occasionally during the data processing, in spite of the quality control routines applied. The effects of both sources of mistakes in the database will be discovered and repaired in the yearly update of the information. As the executive bureau does not have the capacity to fulfill a clearinghouse function this is the only method to check the quality of the data.

Future developments

As has been mentioned before future developments will involve the development of additional modules. This the development will be slower than the one described in this report. One reason for that is that the subjects of these categories imply that more specialists from different institutes will have to be involved in the development which will take more time. A second reason is that the budget of the executive bureau does not allow for paid task groups too often. The following activities will be performed in the near future:

- The continued extension of the database and its updating.
- The extension and modification of the programme package.
- The modification of the existing questionnaires.
- The development of new modules.

Concerning the two latter items a request is made to all readers of this report and to all users of the database to provide information to the executive bureau concerning their experiences, and to comment on the questionnaires any time they have reason to do so.

REFERENCES

- Allersma, E.; 1973.
Hydraulics of open-water management. In: verslagen en mededelingen no.18, CHO-TNO, Den Haag.
- Anonymus; 1981.
Pre-symposium proceedings. International Symposium on Rainfall-runoff modelling, Mississippi State University, USA.
- A.O.W.;1982.
Inventarisatierapport A.O.W. Deel III: Computermodellen. Automatisering Waterbeheer elf Provincies. Provinciale Waterstaat Zuid-Holland.
- A.O.W.;1987.
Inventarisatierapport Computermodellen op het gebied van het water-beheer bij de provincies. Automatiserings Overleg Waterbeheer (A.O.W.), Provinciale Waterstaat Zuid-Holland.
- Basstamie, L.; Belmans, C.; d'Hertefeldt, P.; Vandendriessche, H.; 1983.
Modeling the productivity of agricultural crops in response to water and nitrogen availability. *Pedologie*, XXXIII, 3, p.237-250, Gent, Belgie.
- Belmans, C.; Wesseling, J.G; Feddes, R.A.;1983.
Simulation model of the water balance of a cropped soil: SWATRE. *Journal of Hydrology*, 63:271-286.
- Belmans, C.; 1985.
Simulatie van bodemkundige processen. Cursus modellen en simulatie, Stichting Post Academisch Onderwijs, Landbouw Universiteit Wageningen, 1985.
- Berkhoff, J.C.W.; 1973.
Transport of polhetants or heat in a system of channels. In: Verslagen en mededelingen no. 18, CHO-TNO, Den Haag.
- Booij, N.;1983.
Flows user's guide, version FLVOM3, Faculteit der Civiele Techniek, Technische Universiteit Delft version FLVOM3, Delft.
- Boumans, L.J.M.; 1982.
Inventarisatie Grondwaterkwaliteitsmodellen. CHO-TNO rapporten en nota's no.11 Den Haag.
- Bren, L.S.; 1987.
Use of weighted integral variables to determine the relation between rainfall intensity and storm flow and peak flow generation. *Water Resources Research*, vol.23, nr. 7, p-1320-1326 Am. Geoph. Un., USA.
- CHO-TNO; 1978.
Verslag van de TNO-ad hoc groep Grondwatermodellen en computerprogram-matuur. CHO-TNO-rapporten en nota's no. 2. Commissie Hydrologisch Onderzoek TNO Den Haag.
- CHO-TNO; 1980.
Waterkwaliteit in Grondwaterstromingsstelsels. Verslag van de Workshop op 1 en 2 april 1980. Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO, Den Haag.
- Diskin, M.H.; Wyseure, G.; Feyen, J; 1984.
Application of a cell model to the Bellebeek watershed. *Nordic Hydrology*, 15: 25-38.
- Engelen, G.B.; Jones, G.P.; 1986.
Developments in the analysis of groundwater flow systems. *International*

- Association of Hydrological Sciences (IAHS), Wallingford, Oxfordshire.
- Farshi, Ali A.; Feyen, J.; Belmans, C.; Wijngaert, K. de; 1987.
Modelling of yield of winter wheat as a function of soil water availability. *Agricultural Water Management*, 12:323-339.
- Feddes, R.A.; Wijk, A.L.M. van; 1976
An integrated model approach to the effect of water management on crop yield. *Agricultural management*, pp 3-20.
- Feddes, R.A., Kowalik, P.J.; Zaradny, H.; 1978
Simulation of transpiration and yield of potatoes with the Swacro model. 9th Triennial Conference of the European Association of Potato Research (EAPR), Interlaken, Switzerland.
- Feddes, R.A.; 1986.
Modelling and simulation in hydrologic systems related to agricultural development: state of the art. *Technical Bulletin 46*, ICW, Wageningen.
- Graaf, M. de en Feddes, R.A.; 1984.
Model SWATRE, simulatie van de waterbalans van grasland in het Hupselse beekgebied over de periode 1976 t/m 1982. *Nota 1563*, ICW, Wageningen.
- Griffioen, P.S.; 1987.
Het Rijncalamiteitenmodel: berekeningen en evaluatie naar aanleiding van Sandoz-affaire. *H2O*, 17:423 - 426.
- Haan, C.T.; 1982.
Hydrologic modelling of small watersheds. *ASAE monograph nr.5*. Am.Soc.Agr.Eng, Michigan, USA.
- HOMS; 1981.
Reference manual, Hydrologic Operational Multipurpose Subprogramme (HOMS). First Edition World Meteorological Organization (WMO), Geneva, Switzerland.
- IGWMC; 1979.
Ground water model annotation retrieval system, a brief description. International ground water modeling center, Holcomb Research Institute, Butler University, Indianapolis, USA.
- ILRI; 1979.
Drainage principles and applications, part II: Theories of field drainage and watershed runoff. International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), publication 16-II. Wageningen.
- Karlsson, M. en S. Yakavitz; 1987.
Nearest-neighbour Methods for nonparametric rainfall-runoff forecasting. *Water Resources Research*, vol. 23, nr. 7, p.1300-1308. Am. Geoph. Un., USA.
- Keulen, H. van; Wolf, J.; 1986.
Modelling of agricultural production: weather, soils and crops. *Simulation Monographs*, Pudoc, Wageningen.
- Kloet, P. van der; 1981.
Enige modellen en berekeningsmethoden voor de relatie tussen neerslag en rioolloop. Deel B: Grondslagen. *Flevovericht nr. 176*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Lelystad.
- Lauenroth, W.K.; Skogerboe, G.V.; Flug, M.; 1983.
Analysis of ecological systems: state-of-the-art in ecological modelling. *Proceedings of a symposium (24-28 May 1982) at Colorado State University*, USA.
- MER; 1985.
Milieu-Effect Rapportage, rapport 21: Effectvoorspelling, deel III Oppervlaktewater. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en het Ministerie van Landbouw en Visserij, Den Haag.
- MER, 1987.
Milieu-Effect Rapportage, rapport 22: Effectvoorspelling, deel IV: Bodem. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en het Ministerie van Landbouw en Visserij, Den Haag.

- Molen, W.H. van der; 1977.
Beheer van grondwatervoorraden. Herziene uitgave 1977. Landbouw
Universiteit Wageningen.
- Molen, W.H. van der; 1980.
Water quality, influence of transport and mixing processes. Revised
edition. Landbouw Universiteit Wageningen.
- PATO; 1987.
Water kwaliteitsbeheer. Cursus: stichting post academiale vorming
gezondheidstechniek, Delft.
- Pearce, A.J.; Stewart, M.K.; Sklash, M.G.; 1986.
Storm runoff generation in humid headwater catchments. 1. Where does
the water come from? Water Resources Research, 22:1263-1272.
- Prins, A; 1978.
Sedimenttransport (collegedictaat f10). Faculteit der Civiele Techniek
Technische Universiteit Delft.
- Rainfall-Runoff modelling; 1981.
Pre-symposium proceedings. International Symposium on Rainfall-runoff
modelling, Mississippi State University, USA.
- Seyhan, E.; 1976.
Calculation of runoff from basin physiography (CRBP). Proefschrift
Rijksuniversiteit Utrecht.
- Seyhan, E; 1977.
Mathematical simulation of watershed hydrologic processes. Geografisch
Instituut der Rijksuniversiteit te Utrecht.
- Skaggs, R.W.; Hardjoamidjojo, S.; Wiser, E.H.; en Hilar, E.A.; 1982.
Simulation of crop response to surface and subsurface drainage systems.
Transactions of the ASAE 25:1673-1678.
- Skaggs, R.W.; 1982.
Field evaluation of a water management simulation model. Transactions
of the ASAE 25:666-674.
- Sklash, M.G, Stewart, M.K, en Pearce, A.J.; 1986.
Storm runoff generation in humid headwater catchments. 2. A case study
of hillslope and low-order stream response. Water Resources Research.
vol.22, no.8 p.1273-1282.
- Smith, K.V.H. en D.W. Rycroft; 1986.
Hydraulic design in water resources engineering: land drainage.
Proceedings of the 2nd International Conference, Southampton University,
U.K.
- Strelkoff, Th.; 1984.
Reference guide BRDRFLW.
- Strelkoff, Th; 1985.
BRDRFLW: A mathematical model of border irrigation. U.S. Department of
Agriculture, Agricultural Research Service, ARS 29, 104 p.
- Vasiliev, O.F.; 1987.
System modelling of the interaction between surface and ground waters
in problems of hydrology. Hydrological Sciences-Journal-, 32, 3, 9.
- Ven, F.H.M. van de; 1981.
Enige modellen en berekeningsmethoden voor de relatie tussen neerslag
en rioolloop. Deel A: Opzet en resultaten. Flevovericht nr. 176.
Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Lelystad.
- Ven, F.H.M. van de; 1987.
Waterbeheersing stedelijke gebieden. Collegedictaat f16S. Faculteit der
civiele Techniek, Technische Universiteit Delft.
- Volp, C.; 1988.
Some aspects of the design of water management systems (in preparation)
Faculteit der Civiele Techniek, Technische Universiteit Delft.
- Vreugdenhil, C.B.; 1973.
Computational methods for channel flow. In verslagen en mededelingen
no.18, CHO-TNO, Den Haag.

Vreugdenhil, C.B.; 1985.

Numerieke berekeningen in waterbouwkunde en hydrologie (college diktaat b84n). Faculteit der Civiele Technische, Technische Hogeschool Delft.

Wal, M. van der; 1981.

Enige modellen en berekeningsmethoden voor de relatie tussen neerslag en rioolloop. Deel C Numerieke Achtergronden. Flevovericht nr. 176. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Lelystad.

Waterloopkundig Laborarium; 1986.

Overzicht en vergelijking van enkele methoden voor de bepaling van de landbouwaanverbehoefte. Waterloopkundig Laboratorium Delft.

Wijk, A.L.M. van and Feddes, R.A.; 1986.

Simulating effects of soil type and drainage on arable crop yield. In: Agricultural Watermanagement; A.L.M. van Wijk en J. Wesseling. Proceedings of a symposium on agricultural water management, Arnhem, 18-21 juni 1985. Institute for Land and Water Management Research, Wageningen.

Willigen, P. de and Noordwijk, M. van; 1987.

Roots, plant production and nutrient use efficiency.

Wolf, J; Keulen, H. van; Diepen, C.A. van; 1985.

Application of agronomic model structures, a case study for Thailand. Staff working paper SOW-85-08, Centre for World Food Studies, CABO, Wageningen.

PERSONAL COMMUNICATIONS

Acker, J. van; 17-12-1988.

Grontmij N.V. Advies- en Ingenieursbureau, de Bilt

Boer, S. de; 25-9-1987.

Faculteit der Civiele Techniek, vakgroep Vloeistofmechanica, Technische Universiteit Delft.

Booy, N.; 3-9-1987.

Faculteit der Civiele Techniek, vakgroep Vloeistofmechanica, Technische Universiteit Delft.

Ee, G. van; 21-9-1987.

Afdeling Landbouw en Hydrologie, Provinciale Waterstaat Utrecht.

Kabat, P.; 30-10-1987.

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), Wageningen.

Keulen, H. van; 5-11-1987, 19-1-1988

Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO), Wageningen.

Kraayenhoff-van der Leur, D.A.; 15-10-1987.

Wageningen.

Luijtelaar, H. van; 17-12-1988;

Grontmij N.V. Advies- en Ingenieursbureau, de Bilt

Mazijk, A. van; 25-9-1987.

Faculteit der Civiele Techniek, vakgroep Gezondheidstechniek en Water-beheersing Technische Universiteit Delft.

Rijtema, P.E.; 2-10-1987.

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW), Wageningen.

Rijn, L.C. van; 16-10-1987.

Waterloopkundig Laboratorium "de Voorst", Noordoostpolder.

Veldkamp, R.G; 07-10-1987.

Faculteit der Civiele Techniek, vakgroep Gezondheidstechniek en Water-beheersing, Technische Universiteit Delft.

Ven, F.H.M. van de; 16-10-1987.

Dienst Binnenwateren/ RIZA, Lelystad.

Vermeulen, H.R.; 9-10-1987.

Faculteit der Civiele Techniek, vakgroep Gezondheidstechniek en Waterbeheersing, Technische Universiteit Delft.

Visser, P.; 25-9-1987.

Faculteit der Civiele Techniek, vakgroep Vloeistofmechanica, Technische Universiteit Delft.

Warmerdam, P.P.M.; 2-10-1987.

Vakgroep Hydraulica en Afvoerhydrologie, Technische Universiteit Wageningen.

Wolf, J.; 19-1-1988

Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO), Wageningen.

APPENDIX 1

Block I: General information module

1. LAST UPDATE SURVEY:

Date:
Interviewee:

2. MODEL NAME:**3. MODEL OBJECTIVES:****4. BASIC CHARACTERISTICS MODEL:**

- 4.1 groundwater flow <II.1>
- surface water flow <II.2>
- rainfall-run off relations <II.3>
- data processing <II.4>
- agricultural production <II.5>
- 4.2 steady state, quasi non-steady state, non-steady state.
- 4.3 fluid, solute, energy, sediment
- 4.4 deterministic, stochastic
- 4.5 time scale model process
 - years
 - season
 - months
 - days
 - hours
 - minutes

5. AUTHOR IDENTIFICATION ORIGINAL VERSION:

- 5.1 Name:
- 5.2 Address:
- 5.3 Telephone:

6. AUTHOR IDENTIFICATION NEW VERSION (if original model is extended and/or improved)

- 6.1 Name:
- 6.2 Address:
- 6.3 Telephone:

7. MODEL CONTACT ADDRESS:

- 7.1 Name:
- 7.2 Address:
- 7.3 Telephone:

8. MODEL HISTORY:

- 8.1 Date of model completion:
- 8.2 Last update by modeler:
- 8.3 Model is built upon an existing model:
(if relevant indicate the name of basic model(s) and/or the references).

I: General information

9. MODEL IS PART OF A PROGRAM PACKAGE:

(mention names of related models; pre-processing and post-processing programs are to be listed separately in block II)

- 9.1
- 9.2
- 9.3

10. MODEL HAS A FLEXIBLE MODULAR SET UP (e.g. different solution methods can be chosen by the user): Give a description of this set up.

11. FUTURE DEVELOPMENTS:

12. UNITS:

- 12.1 English units
- 12.2 Metric units
- 12.3 SI system
- 12.4 Any consistent unit system

13. COMPUTER HARDWARE:

- 13.1 Computer system specification:
- 13.2 Implementation on other systems possible
 - which other system
 - efforts (little, much)
- 13.3 Core storage required:
- 13.4 Batch mode:
- 13.5 Interactive mode:
- 13.6 Specific computer system dependent programming features:

14. HARD-WARE RELATED SOFTWARE SPECIFICATIONS:

- 14.1 Required execution time (total of CPU and I/O time)
 - time: 0-10 seconds
 - 10-60 seconds
 - 1- 5 minutes
 - 5-30 minutes
 - more than 30 minutes:
 - time problem dependent:
- 14.2 Number of statements
- 14.3 Number of subroutines
- 14.4 Coding language and level

15. SOFTWARE:

- 15.1 Operating system
- 15.2 Software required from computer center library:

16. PERIPHERAL EQUIPMENT INPUT:

- 16.1 Disk unit
 - Required
 - Optional
- 16.2 Digitizer
 - Required
 - Optional

17. PERIPHERAL EQUIPMENT EXECUTION:

- 17.1 Disk unit
 - Required
 - Optional
- 17.2 Graphical screen
 - Required
 - OptionalEGA, Hercules, CGA, VGA

18. PERIPHERAL EQUIPMENT OUTPUT:

- 18.1 Disk unit
 - Required
 - Optional
- 18.2 Printer:
 - Required
 - Optional
- 18.3 Graphical screen
 - Required
 - OptionalEGA, Hercules, CGA, VGA
- 18.4 Plotter:
 - Required
 - Optional

19. MODEL IS AVAILABLE:

- 19.1 Run version can be obtained
 - On floppy disk
 - On tape
- 19.2 Model can be used as a part of a consultants participation

20. PROGRAM SOURCE AVAILABLE FOR USER:

- 20.1 Tape
- 20.2 Floppy disk

21. ECONOMICS:

- 21.1 Run version
 - free or at nominal costs:
 - fixed price:
 - no fixed price (order of magnitude):
- 21.2 Source
 - free or at nominal costs:
 - fixed price:
 - no fixed price (order of magnitude):

I: General information

22. MAINTANANCE:

- 22.1 Available free of charge
- 22.2 Available against payment
- 22.3 Not available

23. MODEL DOCUMENTATION:

- 23.1 User's manual is available
 - language
 - number of pages
 - example input/output included
 - reference
- 23.2 User's manual is being developed
- 23.3 Programmer's manual is available
 - language
 - number of pages
 - reference
- 23.4 Programmer's manual is being developed

24. COMMENT STATEMENTS INCLUDED IN CODE:

- 24.1 Language
- 24.2 Extent
 - Incidental
 - Reasonable
 - Comprehensive

25. INDICATION LEVEL OF ASSISTANCE FOR MODEL USE:

- 25.1 No assistance required; complete manual available
- 25.2 Some assistance recommended
- 25.3 Assistance required
- 25.4 Full assistance required
- 25.5 Assistance available free of charge
- 25.6 Assistance available against payment

26. MODEL VERIFICATION:

- 26.1 Model has been verified against analytical solutions
- 26.2 Model has been verified against other programs
- 26.3 Model has been verified against measurements
- 26.4 Other forms of verification

27. NUMBER OF APPLICATIONS:

- 27.1 < 5
- 27.2 5 - 10
- 27.3 10 - 25
- 27.4 > 25

28. PRACTICAL APPLICATIONS:

- Indicate up to 5 practical applications of the model. Give references of these applications
- 28.1

28.2

28.3

28.4

28.5

I: General information

APPENDIX 2

Block II.1: Groundwater module

BLOCK II-1 : GROUND WATER

- 1010000 1. NAME OF MODULE:
- 1020000 2. NATURE OF MODULE:
1020100 2.1 deterministic
1020200 2.2 stochastic
- 1030000 3. TYPE OF MEDIUM:
1030100 3.1 Saturated zone
1030101 Aquifer(s)
1030102 Aquitard(s)
1030200 3.2 Unsaturated zone
1030201 Aquifer(s)
1030202 Aquitard(s)
1030300 3.3 Integrated saturated/unsaturated zone
1030301 Aquifer(s)
1030302 Aquitard(s)
- 1040000 4. BASIC MODEL PROCESSES IN THE MEDIUM:
1040100 4.1 Unsaturated zone
1040101 Fluid transport
1040102 Solute transport
1040103 Heat transport
1040200 4.2 Aquifer(s)
1040201 Fluid transport
1040202 Solute transport
1040203 Heat transport
1040300 4.3 Aquitard(s)
1040301 Fluid transport
1040302 Solute transport
1040303 Heat transport
- 1050000 5. SATURATED ZONE: AQUIFER/AQUITARD SEQUENCE:
1050100 5.1 Single aquifer
1050200 5.2 Single aquifer / single aquitard (under- or overlying the aquifer)
1050300 5.3 single aquifer / two aquitards (under- and overlying the aquifer)
1050400 5.4 Two aquifers (separated by an aquitard)
1050500 5.5 Three aquifers (separated by aquitards)
1050600 5.6 More than three aquifers (separated by aquitards)
1050700 5.7 aquitard only
1050800 5.8 other
- 1060000 6. DIMENSIONS OF FLOW IN SATURATED ZONE:
1060100 6.1 0D (reservoir approach)
1060200 6.2 1D horizontal
1060300 6.3 1D horizontal / quasi 2D vertical
1060400 6.4 1D vertical

II.1: groundwater

1060500	6.5	1D vertical / quasi 2D horizontal
1060600	6.6	2D horizontal
1060700	6.7	2D horizontal / quasi 3D
1060800	6.8	2D vertical
1060900	6.9	Fully 3D
1061000	6.10	Cylindrical or radial

1070000 7. DIMENSIONS OF FLOW IN UNSATURATED ZONE:

1070100	7.1	0D (reservoir approach)
1070200	7.2	1D vertical
1070300	7.3	2D vertical
1070400	7.4	Fully 3D
1070500	7.5	Cylindrical or radial

1080000 8. EXTENT / SHAPE MODEL AREA:

1080100	8.1	Infinite
1080200	8.2	Semi-infinite
1080300	8.3	Linear
1080400	8.4	Rectangular
1080500	8.5	Circular
1080600	8.6	Polygon
1080700	8.7	Arbitrary convex in 2D
1080800	8.8	Arbitrary concave in 2D
1080900	8.9	Arbitrary shape in 2D
1081000	8.10	Hexahedral
1081100	8.11	Cylindrical
1081200	8.12	Arbitrary shape in 3D

1090000 9. FLUID TRANSPORT TIME DEPENDENCY:

1090100	9.1	saturated zone
1090101		steady state
1090102		quasi non-steady
1090103		non-steady
1090200	9.2	unsaturated zone
1090201		steady state
1090202		quasi non-steady
1090203		non-steady

1100000 10. SOLUTE TRANSPORT TIME DEPENDENCY:

1100100	10.1	saturated zone
1100101		steady state
1100102		quasi non-steady
1100103		non-steady
1100200	10.2	unsaturated zone
1100201		steady state
1100202		quasi non-steady
1100203		non-steady

1110000 11. HEAT TRANSPORT TIME DEPENDENCY:

1110100	11.1	saturated zone
1110101		steady state
1110102		quasi non-steady
1110103		non-steady
1110200	11.2	unsaturated zone

1110201	steady state
1110202	quasi non-steady
1110203	non-steady
1120000	12. MODEL PROCESSES CONSIDERED IN AQUIFER (SAT. ZONE):
1120100	12.1 fluid transport
1120101	laminar flow
1120102	turbulent flow
1120103	delayed yield from storage
1120200	12.2 solute transport
	Conservative processes:
1120201	convection
1120202	dispersion
1120203	diffusion
1120204	stagnant phase
1120205	two phase transport
1120206	mixing (e.g. dilution by ground water recharge or well infiltration)
1120207	trapped air
	Non-conservative processes:
1120208	linear adsorption
1120209	non-linear adsorption
1120210	non-equilibrium adsorption
1120211	desorption
1120212	hysteresis in ad-/desorption
1120213	influence pH on adsorption
1120214	influence redox potential on adsorption
1120215	influence ion strength on adsorption
1120216	complexation
1120217	fixation
	decay through dissolved phase
1120218	linear decay
1120219	non-linear decay
	decay through solid phase
1120220	linear decay
1120221	non-linear decay
1120222	decay chains
1120223	ion exchange
1120224	clogging
1120225	redox reactions
1120226	precipitation
1120227	coprecipitation
1120228	dissolution
1120229	hysteresis in precipitation/dissolution
1120230	equilibrium reactions
1120231	biological activity
1120232	dependent on temperature
1120233	radionuclide decay chains
1120300	12.3 heat transport
1120301	convection
1120302	conduction
1120303	thermal expansion
1120304	change of phase (condensation, freezing, etc.)
1120305	heat generation (e.g. due to decay or chemical reactions)
1120306	heat capacity
1120400	12.4 compression
1120401	compaction

II.1: groundwater

1120402	consolidation
1120403	deformation
1120404	oxidation
1130000	13. MODEL PROCESSES CONSIDERED IN AQUITARD:
1130100	13.1 fluid transport
1130101	laminar flow
1130102	storage
1130200	13.2 solute transport
	conservative processes:
1130201	convection
1130202	dispersion
1130203	diffusion
1130204	stagnant phase
1130205	two phase transport
1130206	mixing (e.g. dilution by ground water recharge or well infiltration)
1130207	trapped air
	non-conservative processes:
1130208	linear adsorption
1130209	non-linear adsorption
1130210	non-equilibrium adsorption
1130211	desorption
1130212	hysteresis in ad-/desorption
1130213	influence pH on adsorption
1130214	influence redox potential on adsorption
1130215	influence ion strength on adsorption
1130216	complexation
1130217	fixation
	decay through dissolved phase
1130218	linear decay
1130219	non-linear decay
	decay through solid phase
1130220	linear decay
1130221	non-linear decay
1130222	decay chains
1130223	ion exchange
1130224	clogging
1130225	redox reactions
1130226	precipitation
1130227	coprecipitation
1130228	dissolution
1130229	hysteresis in precipitation/dissolution
1130230	equilibrium reactions
1130231	biological activity
1130232	dependent on temperature
1130233	radionuclide decay chains
1130300	13.3 heat transport
1130301	convection
1130302	conduction
1130303	thermal expansion
1130304	change of phase (condensation, freezing, etc.)
1130305	heat generation (e.g. due to decay or chemical reactions)
1130306	heat capacity
1130400	13.4 compression
1130401	compaction
1130402	consolidation

1130403	deformation
1130404	oxidation
1140000	14. MODEL PROCESSES CONSIDERED IN UNSATURATED ZONE:
1140100	14.1 fluid transport
1140101	laminar flow
1140102	turbulent flow
1140103	capillary forces
1140104	osmotic forces
1140105	hysteresis
1140106	swelling / shrinking
1140200	14.2 solute transport
	conservative processes:
1140201	atmospheric deposition
1140202	salt-distribution due to swelling en shrinking
1140203	convection
1140204	dispersion
1140205	diffusion
1140206	stagnant phase
1140207	two phase transport
1140208	mixing (e.g. dilution by ground water recharge or well infiltration)
	non-conservative processes:
1140209	crop-use of minerals
1140210	volatilization
1140211	linear adsorption
1140212	non-linear adsorption
1140213	non-equilibrium adsorption
1140214	desorption
1140215	hysteresis in ad-/desorption
1140216	influence pH on adsorption
1140217	influence redox potential on adsorption
1140218	influence ion strength on adsorption
1140219	complexation
1140220	fixation
	decay through dissolved phase
1140221	linear decay
1140222	non-linear decay
	decay through absorbed phase
1140223	linear decay
1140224	non-linear decay
1140225	decay chains
1140226	ion exchange
1140227	clogging
1140228	redox reactions
1140229	precipitation
1140230	coprecipitation
1140231	dissolution
1140232	hysteresis in precipitation/dissolution
1140233	equilibrium reactions
1140234	biological activity
1140235	dependent on temperature
1140236	radionuclide decay chains
1140300	14.3 heat transport
1140301	convection
1140302	conduction
1140303	thermal expansion
1140304	change of phase (condensation, freezing, etc.)

II.1: groundwater

1140305 heat generation (e.g. due to decay or chemical reactions)
1140306 heat capacity
1140400 14.4 compression
1140401 compaction
1140402 consolidation
1140403 deformation
1140404 oxidation

1150000 15. OTHER MODEL PROCESSES:

1150100 15.1 snow / ice melt
1150200 15.2 condensation (above/on landsurface)
1150300 15.3 freezing (above/on land surface)
1150400 15.4 precipitation (rain, snow)
1150500 15.5 interception
1150600 15.6 surface water evaporation
1150700 15.7 evapotranspiration
1150800 15.8 transpiration
1150900 15.9 soil evaporation
1151000 15.10 water uptake by roots
1151100 15.11 root growth
1151200 15.12 crop production
1151300 15.13 overland flow
1151400 15.14 interflow
1151500 15.15 baseflow
1151600 15.16 depression storage
1151700 15.17 rainfall-runoff
1151800 15.18 surface water:
1151801 storage
1151802 transport
1151803 waterbalance
1151900 15.19 nutrient uptake
1152000 15.20 well bore storage
1152100 15.21 skin effect
1152200 15.22 root deterioration
1152300 15.23 economis
1152400 15.24 other

1160000 16. FLUID CONDITIONS:

1160100 16.1 homogeneous
1160200 16.2 heterogeneous
1160300 16.3 multiple immiscible fluids
1160400 16.4 saltwater-freshwater (immiscible)
1160500 16.5 steam-water
1160600 16.6 air-water
1160700 16.7 oil-water
1160800 16.8 thermal properties
1160900 16.9 compressibility
1161000 16.10 expansion
1161100 16.11 constant density
1161200 16.12 density-temperature relation
1161300 16.13 density- concentration relation
1161400 16.14 constant viscosity
1161500 16.15 viscosity-temperature relation
1161600 16.16 viscosity-concentration relation
1161700 16.17 viscosity-density relation
1161800 16.18 polarity

1170000	17. SOLUTES IN MASS TRANSPORT:
1170100	17.1 total dissolved solids
1170200	17.2 chlorides
1170201	conservative
1170202	anion exchange
1170203	temperature dependent
1170300	17.3 sulphur components
1170301	redox reactions
1170302	precipitation
1170303	conservative
1170304	influence on pH
1170305	temperature dependent
1170400	17.4 nitrogen components
1170401	volatilization
1170402	nitrification
1170403	denitrification
1170404	nitrogen fixation
1170405	mineralisation
1170406	influence on pH
1170407	influence of pH on processes
1170408	influence on oxygen content
1170409	influence of oxygen content
1170410	temperature dependent
1170500	17.5 phosphates
1170501	adsorption
1170502	precipitation
1170503	influence of pH
1170504	temperature dependent
1170600	17.6 organic
1170601	biological oxidation
1170602	anaerobic decay
1170603	redox potential
1170604	influence of other nutrients on oxidation/anaerobic decay
1170605	biological activity
1170606	solubility
1170607	humification
1170608	temperature dependent
1170700	17.7 heavy metals
1170701	specific adsorption
1170702	precipitation
1170703	influence of redox potential
1170704	influence of pH
1170705	complexation
1170706	fixation
1170800	17.8 organic chlorides
1170801	volatilization
1170802	reactions (e.g. hydratation)
1170803	biological activity
1170804	solubility
1170805	adsorption
1170806	temperature dependent
1170900	17.9 radionuclides
1171000	17.10 coliforms
1171001	temperature
1171002	nutrients
1171003	retention
1171004	temperature dependent
1171100	17.11 hydrocarbons

II.1: groundwater

- 1171101 temperature dependent
 - 1171200 17.12 any conservative solute
 - 1171300 17.13 one solute
 - 1171400 17.14 two solutes
 - 1171500 17.15 more than two solutes
 - 1171600 17.16 other
-
- 1180000 **18. AQUIFER CONDITIONS (SAT. LAYER):**
 - 1180100 18.1 confined (artesian)
 - 1180200 18.2 water table (phreatic)
 - 1180300 18.3 semi confined (leaky artesian)
 - 1180400 18.4 isotropic
 - 1180500 18.5 anisotropic
 - 1180600 18.6 homogeneous
 - 1180700 18.7 heterogeneous
 - 1180800 18.8 discrete fractures
 - 1180900 18.9 dual porosity
 - 1181000 18.10 changing aquifer conditions in time (e.g. confined/
free water table)
 - 1181100 18.11 changing aquifer boundary in time
-
- 1190000 **19. AQUITARD CONDITIONS:**
 - 1190100 19.1 homogeneous in depth
 - 1190200 19.2 heterogeneous in depth
 - 1190300 19.3 homogeneous in space
 - 1190400 19.4 heterogeneous in space
 - 1190500 19.5 water table (phreatic)
-
- 1200000 **20. UNSATURATED ZONE CONDITIONS:**
 - 1200100 20.1 isotropic
 - 1200200 20.2 anisotropic
 - 1200300 20.3 homogeneous
 - 1200400 20.4 heterogeneous
 - 1200500 20.5 cracks/macropores
 - 1200600 20.6 dual porosity
 - 1200700 20.7 changing unsaturated zone thickness in time
-
- 1210000 **21. EQUATIONS SOLVED IN MODEL FOR AQUIFER (SAT. LAYER):**
(please indicate all equations in both words and equation
forms)
 - 1210100 21.1 fluid transport
 - 1210200 21.2 solute transport
 - 1210300 21.3 heat transport
-
- 1220000 **22. EQUATIONS SOLVED IN MODEL FOR AQUITARD:**
(please indicate all equations in both words and equation
forms)
 - 1220100 22.1 fluid transport
 - 1220200 22.2 solute transport
 - 1220300 22.3 heat transport

- 1230000 **23. EQUATIONS SOLVED IN MODEL FOR UNSATURATED ZONE:**
(please indicate all equations in both words and equation forms)
- 1230100 23.1 fluid transport
- 1230200 23.2 solute transport
- 1230300 23.3 heat transport
- 1240000 **24. SOLUTION METHOD OF BASIC EQUATIONS AQUIFER (SAT. LAYER):**
- 1240100 24.1 fluid transport
- 1240101 numerical
- 1240102 analytical
- 1240200 24.2 solute transport
- 1240201 numerical
- 1240202 analytical
- 1240300 24.3 heat transport
- 1240301 numerical
- 1240302 analytical
- 1250000 **25. SOLUTION METHOD OF BASIC EQUATIONS AQUITARD:**
- 1250100 25.1 fluid transport
- 1250101 numerical
- 1250102 analytical
- 1250200 25.2 solute transport
- 1250201 numerical
- 1250202 analytical
- 1250300 25.3 heat transport
- 1250301 numerical
- 1250302 analytical
- 1260000 **26. SOLUTION METHOD OF BASIC EQUATIONS UNSATURATED ZONE:**
- 1260100 26.1 fluid transport
- 1260101 numerical
- 1260102 analytical
- 1260200 26.2 solute transport
- 1260201 numerical
- 1260202 analytical
- 1260300 26.3 heat transport
- 1260301 numerical
- 1260302 analytical
- 1270000 **27. TIME APPROXIMATION TECHNIQUE FOR AQUIFER (SAT. LAYER):**
- 1270100 27.1 finite difference
- 1270101 fully implicit
- 1270102 fully explicit
- 1270103 iterative
- 1270104 time step determination
- 1270200 27.2 method of characteristics
- 1270300 27.3 particle tracking
- 1270400 27.4 manual time increment selection
- 1270500 27.5 automatic time increment selection

II.1: groundwater

- 1280000 **28. SPACE APPROXIMATION TECHNIQUE FOR AQUIFER (SAT. LAYER):**
- 1280100 28.1 finite difference
 - 1280101 upstream
 - 1280102 backward
 - 1280103 forward
 - 1280104 central
 - 1280200 28.2 finite element
 - 1280201 variational
 - 1280202 Galerkin
 - 1280203 collocation
 - 1280204 subparametric
 - 1280205 isoparametric
 - 1280206 superparametric
 - 1280207 numerical integration (e.g. Gauss quadratuur)
 - 1280300 28.3 boundary element
 - 1280400 28.4 method of characteristics
 - 1280500 28.5 particle tracking
 - 1280600 28.6 control volume approach
 - 1280700 28.7 integrated finite differences
 - 1280800 28.8 lumped cell approach (incl. reservoir approach)
- 1290000 **29. TIME APPROXIMATION TECHNIQUE FOR AQUITARD:**
- 1290100 29.1 lumped approach (linear distribution over aquitard)
 - 1290200 29.2 finite difference
 - 1290300 29.3 boundary element
 - 1290400 29.4 manual time increment selection
 - 1290500 29.5 automatic time increment selection
- 1300000 **30. SPACE APPROXIMATION TECHNIQUE FOR AQUITARD:**
- 1300100 30.1 lumped approach (linear distribution over aquitard)
 - 1300200 30.2 finite difference
 - 1300300 30.3 finite element
 - 1300400 30.4 boundary element
- 1310000 **31. TIME APPROXIMATION TECHNIQUE FOR UNSATURATED ZONE:**
- 1310100 31.1 finite difference
 - 1310101 fully implicit
 - 1310102 fully explicit
 - 1310103 iterative
 - 1310104 time step determination
 - 1310200 31.2 method of characteristics
 - 1310300 31.3 particle tracking
 - 1310400 31.4 manual time increment selection
 - 1310500 31.5 automatic time increment selection
- 1320000 **32. SPACE APPROXIMATION TECHNIQUE FOR UNSATURATED ZONE:**
- 1320100 32.1 finite difference
 - 1320101 upstream
 - 1320102 backward
 - 1320103 forward
 - 1320104 central
 - 1320200 32.2 finite element
 - 1320201 variational
 - 1320202 Galerkin
 - 1320203 collocation
 - 1320204 subparametric

1320205 isoparametric
 1320206 superparametric
 1320207 numerical integration (e.g. Gauss quadratuur)
 1320300 32.3 boundary element
 1320400 32.4 method of characteristics
 1320500 32.5 particle tracking
 1320600 32.6 control volume approach
 1320700 32.7 integrated finite differences
 1320800 32.8 lumped cell approach (incl. reservoir approach)

1330000 **33. GRID GENERATION AND SIZING:**

1330100 33.1 manual grid preparation
 1330101 possible
 1330102 required
 1330200 33.2 grid generation by a pre-processing program
 1330300 33.3 grid generation by an other program
 1330400 33.4 automatic grid generation
 1330500 33.5 regular grid spacing required
 1330600 33.6 variable grid spacing allowed
 1330700 33.7 movable grid
 1330800 33.8 local grid refinement
 1330900 33.9 nesting of models/grids

1340000 **34. CELL SHAPE FOR AQUIFER (SAT. LAYER):**

1340100 34.1 linear
 1340200 34.2 triangular
 1340300 34.3 curved triangular
 1340400 34.4 square
 1340500 34.5 rectangular
 1340600 34.6 quadrilateral
 1340700 34.7 curved quadrilateral
 1340800 34.8 polygon
 1340900 34.9 cubic
 1341000 34.10 hexahedral
 1341100 34.11 triangular prism
 1341200 34.12 tetrahedral
 1341300 34.13 other

1350000 **35. CELL SHAPE FOR UNSATURATED ZONE:**

1350100 35.1 linear
 1350200 35.2 triangular
 1350300 35.3 curved triangular
 1350400 35.4 square
 1350500 35.5 rectangular
 1350600 35.6 quadrilateral
 1350700 35.7 curved quadrilateral
 1350800 35.8 polygon
 1350900 35.9 cubic
 1351000 35.10 hexahedral
 1351100 35.11 triangular prism
 1351200 35.12 tetrahedral
 1351300 35.13 other

1360000 **36. SOLVING TECHNIQUES:**

1360100 36.1 Minimum search techniques:

II.1: groundwater

1360101	Newton-Raphson
1360102	Gauss-Newton
1360103	Steepest descend
1360104	others
1360200	36.2 Matrix solving techniques:
1360201	iterative
1360202	Gauss-Seidel (point over relaxation)
1360203	Line-successive over relaxation
1360204	iterative alternating direction
1360205	point Jacobi
1360206	direct
1360207	Gauss elimination
1360208	Cholesky square root
1360209	Doolittle
1360210	Standard matrix solving package
1360211	Other
1370000	37. SPATIAL INTERPOLATION:
1370100	37.1 Lagrange method
1370200	37.2 Spline functions
1370300	37.3 Kriging
1370400	37.4 Linear, bi-linear, tri-linear
1380000	38. STATISTICS/STOCHASTICS:
1380100	38.1 Characteristics of input
1380101	mean value
1380102	standard deviation or variance
1380103	skewness
1380104	covariance function
1380105	covariance matrix
1380106	histogram
1380107	confidence (contours)
1380108	other
1380200	38.2 Characteristics of output
1380201	mean value
1380202	standard deviation or variance
1380203	skewness
1380204	covariance function
1380205	covariance matrix
1380206	histogram
1380207	confidence (contours)
1380208	other
1380300	38.3 Frequency distribution of input
1380301	normal
1380302	log-normal
1380303	extreme values distribution (e.g. Gumbel)
1380304	others
1380400	38.4 Frequency distribution of output
1380401	normal
1380402	log-normal
1380403	extreme values distribution (e.g. Gumbel)
1380404	others
1380500	38.5 spatial statistical characteristics of input
1380501	correlation function
1380502	covariance function
1380503	semi-variogram
1380504	generalised covariance function

1380505	variance-covariance matrix
1380506	other
1380600	38.6 spatial statistical characteristics of output
1380601	correlation function
1380602	covariance function
1380603	semi-variogram
1380604	generalised covariance function
1380605	variance-covariance matrix
1380606	other
1380700	38.7 Monte Carlo generation of spatial distributions
1380701	uncorrelated (normal) random
1380702	multi-variate (normal) random with given covar. matrix
1380703	nearest neighbour method
1380704	conditional generation
1380705	other
1380800	38.8 Kalman filtering
1380801	based on stochastic model
1380802	based on deterministic model
1380803	spatial interpolation/extrapolation
1380804	interpolation/extrapolation in time
1380805	parameter estimation
1380806	other
1380900	38.9 Residual analysis
1381000	38.10 calculation of frequency distribution/variance/confidence
1381001	due to parameter uncertainty
1381002	due to uncertainty in boundary conditions
1381100	38.11 time series analysis
1381101	input variables only
1381102	output variables only
1381103	input and output variables
1381200	38.12 simulation in time
1381201	ARMA/ARIMA process
1381202	Markov chains
1381203	other
1381300	38.13 stochastic differential equations
1381400	38.14 regression analysis
1381401	linear
1381402	non-linear
1381500	38.15 non-parametric methods
1381600	38.16 other

1390000	39. BOUNDARY CONDITIONS FOR FLUID TRANSPORT IN SATURATED ZONE:
1390100	39.1 linear/non-linear boundary conditions
1390101	linear
1390102	non-linear
1390200	39.2 heads on model periphery
1390201	constant in time
1390202	changing in time
1390300	39.3 pressure on model periphery
1390301	constant in time
1390302	changing in time
1390400	39.4 flux on model periphery
1390401	constant in time
1390402	changing in time
1390500	39.5 head/pressure dependent flux on model periphery
1390501	constant in time

II.1: groundwater

1390502	changing in time
1390600	39.6 heads on upper boundary
1390601	constant in time
1390602	changing in time
1390700	39.7 pressure on upper boundary
1390701	constant in time
1390702	changing in time
1390800	39.8 flux on upper boundary
1390801	constant in time
1390802	changing in time
1390900	39.9 head/pressure dependent flux on upper boundary
1390901	constant in time
1390902	changing in time
1391000	39.10 heads on lower boundary
1391001	constant in time
1391002	changing in time
1391100	39.11 pressure on lower boundary
1391101	constant in time
1391102	changing in time
1391200	39.12 flux on lower boundary
1391201	constant in time
1391202	changing in time
1391300	39.13 head/pressure dependent flux on lower boundary
1391301	constant in time
1391302	changing in time
1391400	39.14 heads in well pumpage/injection
1391401	constant in time
1391402	changing in time
1391500	39.15 pressure in well pumpage/injection
1391501	constant in time
1391502	changing in time
1391600	39.16 flux in well pumpage/injection
1391601	constant in time
1391602	changing in time
1391700	39.17 head/pressure dependent flux in well pumpage/injection
1391701	constant in time
1391702	changing in time
1391800	39.18 free surface
1391900	39.19 lakes/ponds
1391901	constant surface water stage on input
1391902	surface water stage on input is function of time
1391903	surface water stage can be calculated
1391904	water balance of surface water included
1391905	flow in surface water system included
1391906	boundary condition calculated by other model
1391907	boundary condition calculated by other module
1392000	39.20 river/creeks/canals
1392001	constant surface water stage on input
1392002	surface water stage on input is function of time
1392003	surface water stage can be calculated
1392004	water balance of surface water included
1392005	flow in surface water system included
1392006	boundary condition calculated by other model
1392007	boundary condition calculated by other module
1392100	39.21 dense system of ditches/drains (e.g. in polders)
1392101	constant surface water stage on input
1392102	surface water stage on input is function of time
1392103	surface water stage can be calculated
1392104	water balance of surface water included

1392105 boundary condition calculated by other model
 1392106 boundary condition calculated by other module
 1392200 39.22 faults
 1392300 39.23 movable external boundary
 1392301 peripheral boundary
 1392302 upper boundary
 1392303 lower boundary

1400000 40. BOUNDARY CONDITIONS FOR FLUID TRANSPORT IN UNSATURATED ZONE:
 1400100 40.1 linear/non-linear boundary conditions
 1400101 linear
 1400102 non-linear
 1400200 40.2 heads on upper model boundary
 1400201 constant in time
 1400202 changing in time
 1400203 calculated by model
 1400204 boundary condition calculated by other model
 1400300 40.3 heads on lower model boundary
 1400301 constant in time
 1400302 changing in time
 1400303 calculated by model
 1400304 boundary condition calculated by other model
 1400400 40.4 pressures on upper model boundary
 1400401 constant in time
 1400402 changing in time
 1400403 calculated by model
 1400404 boundary condition calculated by other model
 1400500 40.5 pressures on lower model boundary
 1400501 constant in time
 1400502 changing in time
 1400503 calculated by model
 1400504 boundary condition calculated by other model
 1400600 40.6 flux on upper model boundary
 1400601 constant in time
 1400602 changing in time
 1400603 calculated by model
 1400604 boundary condition calculated by other model
 1400700 40.7 flux on lower model boundary
 1400701 constant in time
 1400702 changing in time
 1400703 calculated by model
 1400704 boundary condition calculated by other model
 1400800 40.8 moisture content on upper model boundary
 1400801 constant in time
 1400802 changing in time
 1400803 calculated by model
 1400804 boundary condition calculated by other model
 1400900 40.9 moisture content on lower model boundary
 1400901 constant in time
 1400902 changing in time
 1400903 calculated by model
 1400904 boundary condition calculated by other model
 1401000 40.10 head/pressure dependent flux on upper model boundary
 1401001 relation between head/pressure and flux is given by user
 1401002 relation between head/pressure and flux is calculated by model
 1401003 relation is constant in time

II.1: groundwater

1401004 relation is changing in time
1401005 relation is calculated by other model.
1401100 40.11 head/pressure dependent flux on lower model boundary
1401101 relation between head/pressure and flux is given
by user
1401102 relation between head/pressure and flux is
calculated by model
1401103 relation is constant in time
1401104 relation is changing in time
1401105 relation is calculated by other model

1410000 41. BOUNDARY CONDITIONS FOR SOLUTE TRANSPORT:

1410100 41.1 concentration on model periphery
1410101 constant in time
1410102 changing in time
1410200 41.2 concentration in seepage water
1410201 constant in time
1410202 changing in time
1410300 41.3 concentration in ground water recharge
1410301 constant in time
1410302 changing in time
1410400 41.4 concentration in injected fluid (wells)
1410401 constant in time
1410402 changing in time
1410500 41.5 concentration in lakes/ponds
1410501 constant in time
1410502 changing in time
1410600 41.6 concentration in rivers/creeks/canals
1410601 constant in time
1410602 changing in time
1410700 41.7 concentration in ditches/drains
1410701 constant in time
1410702 changing in time
1410800 41.8 concentration in precipitation
1410801 constant in time
1410802 changing in time
1410900 41.9 solute flux
1410901 constant in time
1410902 changing in time

1420000 42. BOUNDARY CONDITIONS FOR HEAT TRANSPORT:

1420100 42.1 temperature on model periphery
1420101 constant in time
1420102 changing in time
1420200 42.2 temperature in seepage water
1420201 constant in time
1420202 changing in time
1420300 42.3 temperature in groundwater recharge
1420301 constant in time
1420302 changing in time
1420400 42.4 temperature in injected fluid (wells)
1420401 constant in time
1420402 changing in time
1420500 42.5 temperature in lakes/ponds
1420501 constant in time
1420502 changing in time
1420600 42.6 temperature in rivers/creeks/canals

1420601 constant in time
 1420602 changing in time
 1420700 42.7 temperature in ditches/drains
 1420701 constant in time
 1420702 changing in time
 1420800 42.8 heat flux on model periphery
 1420801 constant in time
 1420802 changing in time
 1420900 42.9 temperature of atmosphere
 1421000 42.10 heat flux to atmosphere
 1421100 42.11 geothermal gradient
 1421200 42.12 heat flux through lower boundary

1430000 **43. WELL INPUT DATA OF MODEL:**

1430100 43.1 one well only
 1430200 43.2 two wells only
 1430300 43.3 one to ten wells
 1430400 43.4 more than ten wells
 1430500 43.5 fully penetrating an aquifer
 1430600 43.6 partially penetrating an aquifer
 1430700 43.7 diameter of well bore
 1430800 43.8 depth of well bore
 1430900 43.9 diameter of well screen
 1431000 43.10 elevation/depth of top of well screen
 1431100 43.11 elevation/depth of bottom of well screen
 1431200 43.12 length of well screen
 1431300 43.13 well characteristics
 1431400 43.14 others

1440000 **44. LAKES/PONDS/ INPUT DATA OF MODEL:**

1440100 44.1 fully penetrating an aquifer
 1440200 44.2 partially penetrating an aquifer
 1440300 44.3 elevation/depth of bottom
 1440400 44.4 bed cross-section (vertical)
 1440500 44.5 leakance or hydraulic resistance of bottom
 1440600 44.6 wet perimeter
 1440700 44.7 linear ground/surface water flux relation
 1440800 44.8 piece-wise linear ground/surface water flux relation
 1440900 44.9 higher order ground/surface water flux relation
 1441000 44.10 others

1450000 **45. RIVERS/CREEKS/CANALS INPUT DATA OF MODEL:**

1450100 45.1 fully penetrating an aquifer
 1450200 45.2 partially penetrating an aquifer
 1450300 45.3 elevation/depth of bottom
 1450400 45.4 bed cross-section (vertical)
 1450500 45.5 leakance or hydraulic resistance of bottom
 1450600 45.6 wet perimeter
 1450700 45.7 linear ground/surface water flux relation
 1450800 45.8 piece-wise linear ground/surface water flux relation
 1450900 45.9 higher order ground/surface water flux relation
 1451000 45.10 others

1460000 **46. DITCHES/DRAINS INPUT DATA OF MODEL:**

1460100 46.1 elevation/depth of bottom

II.1: groundwater

1460200	46.2 bed cross-section (vertical)
1460300	46.3 leakage or hydraulic resistance of each ditch bottom or drainpipe
1460400	46.4 wet perimeter
1460500	46.5 width of bottom or drain diameter
1460600	46.6 distance between ditches or drains
1460700	46.7 linear ground/surface water flux relation
1460800	46.8 piece-wise linear ground/surface water flux relation
1460900	46.9 higher order ground/surface water flux relation
1461000	46.10 drainage resistance (to define relation between headdrop and flux)
1461100	46.11 others

1470000 47. **AQUIFER INPUT DATA OF MODEL:**

1470100	47.1 elevation of land surface
1470101	constant in space
1470102	distributed
1470200	47.2 elevation/depth of aquifer tops
1470201	constant in space
1470202	distributed
1470300	47.3 elevation/depth of aquifer bottoms
1470301	constant in space
1470302	distributed
1470400	47.4 thickness of aquifer
1470401	constant in space
1470402	distributed
1470403	initial condition
1470500	47.5 head
1470501	constant in space
1470502	distributed
1470503	initial condition
1470600	47.6 pressure
1470601	constant in space
1470602	distributed
1470603	initial condition
1470700	47.7 fluid flux
1470701	constant in space
1470702	distributed
1470703	constant in time
1470704	changing in time
1470705	initial condition
1470800	47.8 fluid velocity
1470801	constant in space
1470802	distributed
1470803	constant in time
1470804	changing in time
1470805	initial condition
1470900	47.9 permeability
1470901	constant in space
1470902	distributed
1470903	constant in time
1470904	changing in time
1471000	47.10 transmissivity
1471001	constant in space
1471002	distributed
1471003	initial condition
1471100	47.11 porosity
1471101	constant in space

1471102	distributed
1471200	47.12 storage coefficient
1471201	constant in space
1471202	distributed
1471300	47.13 specific storage
1471301	constant in space
1471302	distributed
1471400	47.14 hydraulic diffusivity
1471401	constant in space
1471402	distributed
1471500	47.15 diffusion coefficient
1471501	constant in space
1471502	distributed
1471600	47.16 dispersivity
1471601	constant in space
1471602	distributed
1471700	47.17 thermal conductivity
1471701	constant in space
1471702	distributed
1471800	47.18 thermal capacity
1471801	constant in space
1471802	distributed
1471900	47.19 specific heat
1471901	constant in space
1471902	distributed
1472000	47.20 temperature
1472001	constant in space
1472002	distributed
1472003	initial condition
1472004	constant in time
1472005	changing in time
1472100	47.21 fluid density
1472101	constant in space
1472102	distributed
1472200	47.22 specific weight of fluid
1472201	constant in space
1472202	distributed
1472300	47.23 Cation Exchange Capacity (CEC)
1472301	constant in space
1472302	distributed
1472400	47.24 Adsorption-isotherm
1472401	constant in space
1472402	distributed
1472500	47.25 chemical equilibrium coefficients
1472501	constant in space
1472502	distributed
1472600	47.26 decay rate
1472601	constant in space
1472602	distributed
1472700	47.27 initial solute concentration
1472701	constant in space
1472702	distributed
1472800	47.28 initial position of salt/freshwater interface
1472801	constant in space
1472802	distributed
1472900	47.29 compressibility parameters
1472901	constant in space
1472902	distributed
1473000	47.30 pathlines

II.1: groundwater

1473100 47.31 others

1480000 48. AQUITARD INPUT DATA OF MODEL:

1480100 48.1 elevation/depth of aquitard tops
1480101 constant in space
1480102 distributed
1480200 48.2 elevation/depth of aquitard bottoms
1480201 constant in space
1480202 distributed
1480300 48.3 thickness of aquitard
1480301 constant in space
1480302 distributed
1480400 48.4 heads
1480401 constant in space
1480402 distributed
1480403 initial condition
1480500 48.5 pressures
1480501 constant in space
1480502 distributed
1480503 initial condition
1480600 48.6 permeability
1480601 constant in space
1480602 distributed
1480603 constant in time
1480604 changing in time
1480700 48.7 porosity
1480701 constant in space
1480702 distributed
1480800 48.8 specific storage
1480801 constant in space
1480802 distributed
1480900 48.9 leakance (aquitards, rivers, lakes, etc)
1480901 constant in space
1480902 distributed
1481000 48.10 hydraulic resistance (reciprocal of leakance)
1481001 constant in space
1481002 distributed
1481100 48.11 diffusion coefficient
1481101 constant in space
1481102 distributed
1481200 48.12 dispersivity
1481201 constant in space
1481202 distributed
1481300 48.13 thermal conductivity
1481301 constant in space
1481302 distributed
1481400 48.14 thermal capacity
1481401 constant in space
1481402 distributed
1481500 48.15 specific heat
1481501 constant in space
1481502 distributed
1481600 48.16 temperature
1481601 constant in space
1481602 distributed
1481603 initial condition
1481604 constant in time
1481605 changing in time

1481700	48.17 decay rate
1481701	constant in space
1481702	distributed
1481800	48.18 Cation Exchange Capacity (CEC)
1481801	constant in space
1481802	distributed
1481900	48.19 chemical equilibrium coefficients
1481901	constant in space
1481902	distributed
1482000	48.20 initial solute concentration
1482001	constant in space
1482002	distributed
1482100	48.21 fluid velocity
1482101	constant in space
1482102	distributed
1482103	initial condition
1482104	constant in time
1482105	changing in time
1482200	48.22 initial position of salt/freshwater interface
1482201	constant in space
1482202	distributed
1482300	48.23 compressibility parameters
1482301	constant in space
1482302	distributed
1482400	48.24 pathlines
1482500	48.25 others
1490000	49. UNSATURATED ZONE INPUT DATA OF MODEL:
1490100	49.1 elevation of land surface
1490101	constant in space
1490102	distributed
1490200	49.2 thickness of unsaturated zone
1490201	constant in space
1490202	distributed
1490303	initial condition
1490300	49.3 initial depth of water table
1490301	constant in space
1490302	distributed
1490400	49.4 thickness of rootzone
1490401	constant in space
1490402	distributed
1490403	initial condition
1492104	constant in time
1492105	changing in time
1490500	49.5 hydraulic conductivity/potential or moisture content relation
1490501	constant in space
1490502	distributed
1490600	49.6 soil moisture characteristics
1490601	constant in space
1490602	distributed
1490700	49.7 initial soil moisture distribution
1490701	constant in space
1490702	distributed
1490800	49.8 initial potential distribution
1490801	constant in space
1490802	distributed
1490900	49.9 initial pressure distribution

II.1: groundwater

1490901	constant in space
1490902	distributed
1491000	49.10 porosity
1491001	constant in space
1491002	distributed
1491100	49.11 specific yield
1491101	constant in space
1491102	distributed
1491200	49.12 infiltration rate
1491201	constant in space
1491202	distributed
1491203	constant in time
1491204	changing in time
1491300	49.13 diffusion coefficient
1491301	constant in space
1491302	distributed
1491400	49.14 dispersivity
1491401	constant in space
1491402	distributed
1491500	49.15 thermal conductivity
1491501	constant in space
1491502	distributed
1491600	49.16 thermal capacity
1491601	constant in space
1491602	distributed
1491700	49.17 specific heat
1491701	constant in space
1491702	distributed
1491800	49.18 initial temperature
1491801	constant in space
1491802	distributed
1491900	49.19 initial fluid density
1491901	constant in space
1491902	distributed
1492000	49.20 specific weight of fluid
1492001	constant in space
1492002	distributed
1492100	49.21 decay rate
1492101	constant in space
1492102	distributed
1492200	49.22 Cation Exchange Capacity (CEC)
1492201	constant in space
1492202	distributed
1492300	49.23 chemical equilibrium coefficients
1492301	constant in space
1492302	distributed
1492400	49.24 initial solute concentration
1492401	constant in space
1492402	distributed
1492500	49.25 hysteresis
1492501	constant in space
1492502	distributed
1492600	49.26 fluid velocity
1492601	constant in space
1492602	distributed
1492603	initial condition
1492604	constant in time
1492605	changing in time
1492700	49.27 compressibility parameters

1492701 constant in space
 1492702 distributed
 1492800 49.28 others

1500000 50. **OTHER MODEL INPUT DATA:**

1500100 50.1 species of crop
 1500101 constant in time
 1500102 changing in time
 1500200 50.2 crop characteristics
 1500201 height
 1500202 soil cover
 1500203 reflexion coefficient
 1500204 Leaf Area Index
 1500205 root grow activity parameters
 1500206 cropfactor
 1500300 50.3 precipitation rate
 1500301 constant in time
 1500302 changing in time
 1500303 constant in space
 1500304 distributed
 1500400 50.4 thickness snow/ice layer
 1500500 50.5 meteorological data
 1500501 constant in time
 1500502 changing in time
 1500600 50.6 surface water evaporation rate
 1500601 constant in time
 1500602 changing in time
 1500700 50.7 evapotranspiration rate
 1500701 constant in time
 1500702 changing in time
 1500800 50.8 soil evaporation rate
 1500801 constant in time
 1500802 changing in time
 1500900 50.9 solute concentration in injected water
 1500901 constant in time
 1500902 changing in time
 1501000 50.10 solute concentration in ground water recharge
 1501001 constant in time
 1501002 changing in time
 1501003 initial condition
 1501100 50.11 rainfall-runoff parameters
 1501200 50.12 other input data

1510000 51. **MODEL INPUT FACILITIES:**

1510100 51.1 number of input files
 1510101 one
 1510102 two
 1510103 more than two
 1510200 51.2 maps of equal value lines
 1510201 converted to nodal/element values by the program
 itself
 1510202 converted by an auxiliary program in advance
 1510300 51.3 maps of equal value subzones
 1510301 converted to nodal/element values by the program
 itself
 1510302 converted by an auxiliary program in advance
 1510400 51.4 maps of point values (regularly or randomly)

II.1: groundwater

```

                                distributed)
1510401      converted to nodal/element values by the program
                                itself
1510402      converted by an auxiliary program in advance
1510500      51.5 reads from file(s) generated by other program(s) in
                                advance
1510600      51.6 interactive input file generation

1520000 52.  ERROR CHECKING OF INPUT DATA:
1520100      52.1 no error checking
1520200      52.2 incidental error checking
1520300      52.3 reasonable error checking
1520400      52.4 full error checking

1530000 53.  PRE-PROCESSING PROGRAMS (name and purpose):
1530100      53.1 Part of model
1530101          1.
1530102          2.
1530103          3.

1530200      53.2 No part of model
1530201          1.
1530202          2.
1530203          3.

1540000 54.  POST-PROCESSING PROGRAMS (name and purpose):
1540100      54.1 Part of model
1540101          1.
1540102          2.
1540103          3.

1540200      54.2 No part of model
1540201          1.
1540202          2.
1540203          3.

1550000 55.  REVIEW OF MODEL RESULTS:
1550100      55.1 heads
1550200      55.2 pressures
1550300      55.3 concentrations in model area
1550400      55.4 concentrations at pumping wells
1550500      55.5 temperature
```

1550600	55.6 fluid fluxes
1550700	55.7 solute fluxes
1550800	55.8 heat fluxes
1550900	55.9 fluid velocity
1551000	55.10 travel time
1551100	55.11 contaminant fronts
1551200	55.12 fluid density
1551300	55.13 evapotranspiration
1551400	55.14 groundwater recharge
1551500	55.15 fluid storage
1551600	55.16 solute storage
1551700	55.17 heat storage
1551800	55.18 moisture content
1551900	55.19 pathlines
1552000	55.20 position of saltwater/freshwater interface
1552100	55.21 dispersion coefficient
1552200	55.22 evapotranspiration
1552300	55.23 results inverse models
1552301	permeability
1552302	transmissivity
1552303	hydraulic resistance
1552304	leakance
1552305	specific storage
1552306	porosity
1552307	dispersion/diffusion coefficient
1552400	55.24 echo of input data
1552401	incidental
1552402	reasonable
1552403	fully
1552500	55.25 other output data
1560000	56. MODEL OUTPUT: PRESENTATION OF RESULTS:
1560100	56.1 printed tables
1560200	56.2 plotted time series curves
1560300	56.3 plotted areal distribution maps
1560400	56.4 printed alphanumerical maps
1560500	56.5 printed contour maps
1570000	57. MODEL OUTPUT OF BALANCES:
1570100	57.1 over total modal area
1570200	57.2 over each model cell
1570300	57.3 over internal section of model area
1570400	57.4 over each aquifer
1570500	57.5 over each time step
1570600	57.6 over group of time steps
1570700	57.7 fluid balance
1570800	57.8 solute balance
1570900	57.9 heat balance
1580000	58. MODEL OUTPUT FACILITIES:
1580100	58.1 output of data on a file for restart purposes
1580200	58.2 output of data for post processing purposes
1580300	58.3 interactive output generation

II.1: groundwater

1590000 59. ERROR CRITERIA:

1590100	59.1 fluid transport
1530101	fluid balance over model
1590102	sum head/pressure change over model between iterations
1590103	maximum head/pressure change at any node
1590104	maximum fluid flux change at any boundary node
1590105	maximum change of head/pressure over a time increment
1590106	maximum fluid flux change over a time increment
1590107	other
1590200	59.2 solute transport
1590201	solute balance over model
1590202	sum concentration change over model between iterations
1590203	maximum concentration change at any node
1590204	maximum solute flux change at any boundary node
1590205	maximum concentration change over a time increment
1590206	maximum solute flux change over a time increment
1590207	other
1590300	59.3 heat transport
1590301	heat balance over model
1590302	sum temperature change over model between iterations
1590303	maximum temperature change at any node
1590304	maximum heat flux change at any boundary node
1590305	maximum temperature change over a time increment
1590306	maximum heat flux change over a time increment
1590307	other

APPENDIX 3

Block 11.2: Surface water module

BLOCK II-2 : SURFACE WATER2010000 1. **NAME MODULE:**2020000 2. **NATURE OF MODULE:**

- 2020100 2.1 deterministic
- 2020200 2.2 stochastic

2030000 3. **TYPE OF FLOW:**

- 2030100 3.1 open water conduits
 - 2030101 rigid lid approach
- 2030200 3.2 open water reservoirs
 - 2030201 rigid lid approach
- 2030300 3.3 closed pipes
- 2030400 3.4 overland flow
- 2030500 3.5 flow in structures

2040000 4. **DIMENSIONS OF FLOW:**

- 2040100 4.1 0-D flow (reservoir approach)
- 2040200 4.2 1-D flow
- 2040300 4.3 semi 2-D flow
- 2040400 4.4 2-D flow, depth averaged
- 2040500 4.5 2-D flow, width averaged
- 2040600 4.6 semi 3-D
- 2040700 4.7 fully 3-D

2050000 5. **GEOMETRY 1-D FLOW MODELS:**

- 2050100 5.1 unbranched conduit
- 2050200 5.2 tree system
- 2050300 5.3 network system
 - 2050301 flow in one direction
 - 2050302 return flow possible
- 2050400 5.4 structures
 - 2050401 weirs
 - 2050402 flumes
 - 2050403 culverts
 - 2050404 sluices
 - 2050405 siphons
 - 2050406 shutes
 - 2050407 pumps
 - 2050408 groynes
 - 2050409 other

2060000 6. **BASIC MODEL PROCESSES IN THE MEDIUM:**

- 2060100 6.1 Fluid transport
- 2060200 6.2 Solute transport
- 2060300 6.3 Heat transport
- 2060400 6.4 Sediment transport
- 2060500 6.5 Biological processes/Oxygen management
- 2060600 6.6 Multiple layer transport

II.2: surface water

2070000 7. FLUID TRANSPORT TIME DEPENDENCY:

- 2070100 7.1 steady state
- 2070200 7.2 quasi non-steady state
- 2070300 7.3 non-steady

2080000 8. SOLUTE TRANSPORT TIME DEPENDENCY:

- 2080100 8.1 steady state
- 2080200 8.2 quasi non-steady state
- 2080300 8.3 non-steady

2090000 9. HEAT TRANSPORT TIME DEPENDENCY:

- 2090100 9.1 steady state
- 2090200 9.2 quasi non-steady state
- 2090300 9.3 non-steady

2100000 10. SEDIMENT TRANSPORT TIME DEPENDENCY:

- 2100100 10.1 steady state
- 2100200 10.2 quasi non-steady state
- 2100300 10.3 non-steady

2110000 11. BIOLOGICAL PROCESSES TIME DEPENDENCY:

- 2110100 11.1 steady state
- 2110200 11.2 quasi non-steady state
- 2110300 11.3 non-steady

2120000 12. MODEL PROCESSES CONSIDERED:

- 2120100 12.1 fluid transport and conditions
 - 2120101 laminar flow
 - 2120102 turbulent flow
 - 2120103 integrated laminar and turbulent flow
 - turbulent flow
 - 2120104 subcritical flow
 - 2120105 supercritical flow
 - 2120106 thermal expansion
 - 2120107 other thermal properties
 - 2120108 compressibility
 - 2120109 storage
 - 2120110 additional storage (inundation plains)
 - 2120111 wave effects
 - 2120112 wind effects
 - 2120113 pressure waves
 - 2120114 back water effects
 - 2120115 other *vervolg*
- 2120200 12.2 solute transport
 - conservative processes:
 - 2120201 convection
 - 2120202 dispersion
 - 2120203 diffusion
 - 2120204 stagnant phase
 - 2120205 two phase transport
 - 2120206 density flow
 - non-conservative processes
 - 2120207 volatilization
 - 2120208 linear adsorption

2120209	non-linear adsorption
2120210	non-equilibrium adsorption
2120211	influence pH on adsorption
2120212	influence redox potential on adsorption
2120213	influence ion strength on adsorption
2120214	complexation
2120215	fixation
	decay through dissolved phase
2120216	linear decay
2120217	non-linear decay
	decay through solid phase
2120218	linear decay
2120219	non-linear decay
2120220	decay chains
2120221	ion exchange
2120222	clogging
2120223	redox reactions
2120224	precipitation of solutes
2120225	co-precipitation
2120226	dissolution
2120227	equilibrium reactions
2120228	biological activity
2120229	dependent on temperature
2120230	bacteriological activity
2120231	dependent on temperature
2120232	radionuclide decay chains
2120233	(chemical) reactions between two or more solutes.
2120234	influence of oxygen content on processes
2120235	suspended transport
2120236	other
2120300	12.3 heat transport
2120301	convection
2120302	conduction
2120303	change of phase (condensation, freezing, etc.)
2120304	heat generation (decay, chem. reactions)
2120305	heat capacity
2120306	other
2120400	12.4 sediment transport, erosion and sedimentation
2120401	sedimentation
2120402	erosion
2120403	flocculation
2120404	consolidation
2120405	bed load transport
2120406	suspended load transport
2120407	bed load and suspended load transport
2120408	cohesion
2120409	silt/sand transport
2120410	sand transport
2120411	silt transport
2120412	mud transport
2120413	sediment concentration over profile
2120414	time dependent bed level
2120415	storage of sediment in the system
2120416	erosion due to rain impact
2120417	erosion due to surface flow
2120418	sedimentation by surface flow
2120419	other
2120500	12.5 biological processes/oxygen management
2120501	reaeration

II.2: surface water

2120502 depending on flow velocity
2120503 depending on wind effects
2120504 depending on depth
2120505 depending on turbulence
2120506 depending on temperature water
2120507 other dependency
2120508 BOD/COD
2120509 decay of organic matter
2120510 respiration
2120511 bacteria
2120512 phytoplankton
2120513 viruses
2120514 nanoplankton
2120515 zooplankton
2120516 higher organisms
2120517 eutrophication
2120518 oxygen uptake by bottom sludge
2120519 oxygen production
2120520 nitrification
2120521 temperature dependency of processes
2120522 other
2120600 12.6 multiple layer flow
2120601 immiscible fluids
2120602 salt/fresh water processes
2120603 mixing
2120604 two layer flow
2120605 more than two layers
2120606 density-temperature relation
2120607 density- concentration relation
2120608 constant viscosity
2120609 viscosity-temperature relation
2120610 viscosity-concentration relation
2120611 viscosity-density relation
2120612 other

2130000 13. OTHER MODEL PROCESSES:

2130100 13.1 snow / ice melt
2130200 13.2 freezing
2130300 13.3 precipitation (rain, snow)
2130400 13.4 interception
2130500 13.5 infiltration
2130600 13.6 surface water evaporation
2130700 13.7 evapotranspiration
2130800 13.8 soil evaporation
2130900 13.9 ground water conditions
2131000 13.10 floating oil pollution
2131100 13.11 floating transport (e.g. ice)
2131200 13.12 interflow
2131300 13.13 rainfall-runoff
2131400 13.14 others

2140000 14. SOLUTES IN MASS TRANSPORT:

2140100 14.1 total dissolved solids
2140200 14.2 any conservative solute
2140300 14.3 one solute
2140400 14.4 two solutes
2140500 14.5 more than two solutes

2140600	14.6 chlorides
2140601	conservative
2140602	anion exchange
2140603	temperature dependent
2140700	14.7 sulphur components
2140701	redox reactions
2140702	precipitation
2140703	conservative
2140704	influence on pH
2140705	temperature dependent
2140800	14.8 nitrogen components
2140801	nitrification
2140802	denitrification
2140803	nitrogen fixation
2140804	mineralisation
2140805	influence on pH
2140806	influence of pH on processes
2140807	influence on oxygen content
2140808	influence of oxygen content
2140809	temperature dependent
2140900	14.9 phosphates
2140901	adsorption
2140902	precipitation
2140903	influence of pH
2140904	temperature dependent
2141000	14.10 organic
2141001	biological oxidation (BOD)
2141002	anaerobic decay
2141003	redox potential
2141004	influence of other nutrients on oxidation/ fermentation
2141005	biological activity
2141006	dissolved oxygen content
2141007	temperature dependent
2141100	14.11 heavy metals
2141101	specific adsorption
2141102	precipitation
2141103	influence of redox potential
2141104	influence of pH
2141105	complexation
2141106	fixation
2141200	14.12 organic chlorides
2141201	volatilization
2141202	reactions (e.g. hydratation)
2141203	biological activity
2141204	precipitation
2141205	absorption
2141206	temperature dependent
2141300	14.13 radionuclides
2141400	14.14 coliforms
2141401	temperature
2141402	nutrients
2141403	retention
2141404	temperature dependent
2141500	14.15 hydrocarbons
2141501	temperature dependent
2141600	14.16 other

II.2: surface water

- 2150000 15. **EQUATIONS SOLVED IN MODEL FOR FLUID TRANSPORT:**
(please indicate all equations in both words and equation forms)
- 2150100 15.1 transport equations (e.g. Navier Stokes
shallow water eq.
kinematic wave eq.
back water eq.)
- 2150200 15.2 special equations at structures (e.g. discharge eq. for
weirs, culverts, chutes, siphons, pumps)
- 2160000 16. **EQUATIONS SOLVED IN MODEL FOR SOLUTE TRANSPORT:**
(please indicate all equations in both words and equation forms)
- 2160100 16.1 transport equations
- 2170000 17. **EQUATIONS SOLVED IN MODEL FOR HEAT TRANSPORT:**
(please indicate all equations in both words and equation forms)
- 2170100 17.1 transport equations
- 2170200 17.2 special equations at structures
- 2180000 18. **EQUATIONS SOLVED IN MODEL FOR SEDIMENT TRANSPORT:**
(please indicate all equations in both words and equation forms)
- 2180100 18.1 transport equations
- 2180200 18.2 special equations at structures
- 2180300 18.3 special equation for surface erosion
- 2190000 19. **EQUATIONS SOLVED IN MODEL FOR OXYGEN MANAGEMENT:**
(please indicate all equations in both words and equation forms)
- 2190100 19.1 decay equations
- 2190200 19.2 special equations at structures
- 2120000 20. **SOLUTION METHOD OF BASIC EQUATIONS:**
- 2100100 20.1 fluid transport
- 2200101 numerical
- 2200102 analytical
- 2200200 20.2 solute transport
- 2200201 numerical
- 2200202 analytical
- 2200300 20.3 heat transport
- 2200301 numerical
- 2200302 analytical
- 2200400 20.4 sediment transport
- 2200401 numerical
- 2200402 analytical
- 2200500 20.5 biological/oxygen management processes
- 2200501 numerical
- 2200502 analytical
- 2210000 21. **TIME APPROXIMATION TECHNIQUE:**
- 2210100 21.1 finite difference

2210101 fully implicit
 2210102 fully explicit
 2210103 iterative
 2210104 time step determination
 2210200 21.2 method of characteristics
 2210300 21.3 particle tracking
 2210400 21.4 manual time increment selection
 2210500 21.5 automatic time increment selection

22. SPACE APPROXIMATION TECHNIQUE:

2220100 22.1 finite difference
 2220101 upstream/upwind
 2220102 backward
 2220103 forward
 2220104 central
 2220200 22.2 finite element
 2220201 first order approximation
 2220202 second order approximation
 2220203 higher order approximation
 2220300 22.3 boundary element
 2220400 22.4 method of characteristics
 2220500 22.5 particle tracking
 2220600 22.6 control volume approach
 2220700 22.7 integrated finite differences
 2220800 22.8 lumped cell approach (incl. reservoir approach)

23. GRID GENERATION AND SIZING:

2230100 23.1 manual grid preparation
 2230101 possible
 2230102 required
 2230200 23.2 grid generation by a pre-processing program
 2230300 23.3 grid generation by an other program
 2230400 23.4 automatic grid generation
 2230500 23.5 regular grid spacing required
 2230600 23.6 variable grid spacing allowed
 2230700 23.7 movable grid
 2230800 23.8 local grid refinement
 2230900 23.9 nesting of models/grids

24. CELL SHAPE:

2240100 24.1 linear
 2240200 24.2 triangular
 2240300 24.3 curved triangular
 2240400 24.4 square
 2240500 24.5 rectangular
 2240600 24.6 quadrilateral
 2240700 24.7 curved quadrilateral
 2240800 24.8 polygon
 2240900 24.9 cubic
 2241000 24.10 hexahedral
 2241100 24.11 triangular prism
 2241200 24.12 tetrahedral
 2241300 24.13 others

2250000	25. SOLVING TECHNIQUES :
2250100	25.1 minimum search techniques
2250101	Newton-Raphson
2250102	Gauss-Newton
2250103	Steepest descend
2250104	others
2250200	25.2 matrix solving techniques
2250201	iterative
2250202	Gauss-Seidel (point over relaxation)
2250203	Line-successive over-relaxation
2250204	iterative alternating direction
2250205	point Jacobi
2250206	direct
2250207	Gauss elimination
2250208	Cholesky square root
2250209	Doolittle
2250210	standard matrix solving package
2250211	other
2260000	26. STATISTICS/STOCHASTICS:
2260100	26.1 Characteristics of input
2260101	mean value
2260102	standard deviation or variance
2260103	skewness
2260104	covariance function
2260105	covariance matrix
2260106	histogram
2260107	confidence (contours)
2260108	other
2260200	26.2 Characteristics of output
2260201	mean value
2260202	standard deviation or variance
2260203	skewness
2260204	covariance function
2260205	covariance matrix
2260206	histogram
2260207	confidence (contours)
2260208	other
2260300	26.3 Frequency distribution of input
2260301	normal
2260302	log-normal
2260303	extreme values distribution (e.g. Gumbel)
2260304	others
2260400	26.4 Frequency distribution of output
2260401	normal
2260402	log-normal
2260403	extreme values distribution (e.g. Gumbel)
2260404	others
2260500	26.5 spatial statistical characteristics of input
2260501	correlation function
2260502	covariance function
2260503	semi-variogram
2260504	generalised covariance function
2260505	variance-covariance matrix
2260506	other
2260600	26.6 spatial statistical characteristics of output
2260601	correlation function
2260602	covariance function
2260603	semi-variogram

2260604	generalised covariance function
2260605	variance-covariance matrix
2260606	other
2260700	26.7 Monte Carlo generation of spatial distributions
2260701	uncorrelated (normal) random
2260702	multi-variate (normal) random with given covariance matrix
2260703	nearest neighbour method
2260704	conditional generation
2260705	other
2260800	26.8 Kalman filtering
2260801	based on stochastic model
2260802	based on deterministic model
2260803	spatial interpolation/extrapolation
2260804	interpolation/extrapolation in time
2260805	parameter estimation
2260806	other
2260900	26.9 Residual analysis
2261000	26.10 calculation of frequency distribution/variance/confidence
2261001	due to parameter uncertainty
2261002	due to uncertainty in boundary conditions
2261100	26.11 time series analysis
2261101	input variables only
2261102	output variables only
2261103	input and output variables
2261200	26.12 simulation in time
2261201	ARMA/ARIMA process
2261202	Markov chains
2261203	other
2261300	26.13 stochastic differential equations
2261400	26.14 regression analysis
2261401	linear
2261402	non-linear
2261500	26.15 non-parametric methods
2261600	26.16 other
2270000	27. BOUNDARY CONDITIONS FOR FLUID TRANSPORT:
2270100	27.1 heads on model periphery
2270101	constant in time
2270102	changing in time
2270200	27.2 discharge on model periphery
2270201	constant in time
2270202	changing in time
2270203	instantaneous
2270300	27.3 head dependent discharge on model periphery
2270301	relation constant in time
2270302	relation changing in time
2270400	27.4 seepage/infiltration through bottom
2270401	constant in time
2270402	changing in time
2270500	27.5 evaporation/precipitation
2270501	constant in time
2270502	changing in time
2270600	27.6 heads at point extraction/addition
2270601	at nodes
2270602	at branches
2270603	constant in time

II.2: surface water

2270604	changing in time
2270605	instantaneous
2270700	27.7 discharges at point extraction/addition
2270701	at nodes
2270702	at branches
2270703	constant in time
2270704	changing in time
2270705	instantaneous
2270800	27.8 head dependent discharges at point extraction/addition
2270801	at nodes
2270802	at branches
2270900	27.9 linear/non-linear b.c.:
2270901	linear
2270902	non-linear
2271000	27.10 movable external boundary
2271001	linear
2271002	non-linear

2280000 28. BOUNDARY CONDITIONS FOR SOLUTE TRANSPORT:

2280100	28.1 concentration on model periphery
2280101	constant in time
2280102	changing in time
2280103	instantaneous
2280200	28.2 solute discharge on model periphery
2280201	constant in time
2280202	changing in time
2280203	instantaneous
2280300	28.3 concentration in seepage/infiltration water
2280301	constant in time
2280302	changing in time
2280400	28.4 solute discharge in seepage/infiltration water
2280401	constant in time
2280402	changing in time
2280500	28.5 concentration in precipitation
2280501	constant in time
2280502	changing in time
2280503	instantaneous
2280600	28.6 solute discharge in precipitation
2280601	constant in time
2280602	changing in time
2280603	instantaneous
2280700	28.7 concentration in extraction/addition
2280701	constant in time
2280702	changing in time
2280703	instantaneous
2280800	28.8 solute discharge in extraction/addition
2280801	constant in time
2280802	changing in time
2280803	instantaneous

2290000 29. BOUNDARY CONDITIONS FOR HEAT TRANSPORT:

2290100	29.1 temperature on model periphery
2290101	constant in time
2290102	changing in time
2290103	instantaneous
2290200	29.2 heat flux on model periphery
2290201	constant in time

2290202	changing in time
2290203	instantaneous
2290300	29.3 temperature of seepage/infiltration water
2290301	constant in time
2290302	changing in time
2290400	29.4 heat flux with seepage/infiltration water
2290401	constant in time
2290402	changing in time
2290500	29.5 temperature of precipitation
2290501	constant in time
2290502	changing in time
2290503	instantaneous
2290600	29.6 heat flux with precipitation
2290601	constant in time
2290602	changing in time
2290603	instantaneous
2290700	29.7 temperature of extraction/addition
2290701	constant in time
2290702	changing in time
2290703	instantaneous
2290800	29.8 heat flux with extraction/addition
2290801	constant in time
2290802	changing in time
2290803	instantaneous
2290900	29.9 temperature of atmosphere
2290901	constant in time
2290902	changing in time
2290903	instantaneous
2291000	29.10 temperature of bottom
2291001	constant in time
2291002	changing in time
2300000	30. BOUNDARY CONDITIONS FOR SEDIMENT TRANSPORT:
2300100	30.1 sediment concentration on model periphery
2300101	constant in time
2300102	changing in time
2300103	conc. profile over depth
2300200	30.2 sediment transport (discharge) on model periphery
2300201	constant in time
2300202	changing in time
2300300	30.3 sediment concentration in extraction/addition
2300301	constant in time
2300302	changing in time
2300400	30.4 sediment transport in extraction/addition
2300401	constant in time
2300402	changing in time
2310000	31. BOUNDARY CONDITIONS FOR BIOLOGICAL PROCESSES/OXYGEN MANAGEMENT:
2310100	31.1 dissolved oxygen concentration on model periphery
2310101	constant in time
2310102	changing in time
2310200	31.2 dissolved oxygen discharge on model periphery
2310201	constant in time
2310202	changing in time
2310300	31.3 BOD/COD on model periphery
2310301	constant in time

II.2: surface water

2310302	changing in time
2310400	31.4 BOD/COD discharge on model periphery
2310401	constant in time
2310402	changing in time
2310500	31.5 dissolved oxygen concentration in added/extracted fluid
2310501	constant in time
2310502	changing in time
2310600	31.6 BOD/COD in added/extracted fluid
2310601	constant in time
2310602	changing in time
2310700	31.7 concentration of oxygen consuming substances
2310701	constant in time
2310702	changing in time

2320000 32. REQUIRED INPUT DATA:

GENERAL ASPECTS

2320100	32.1 geometry model area 1-D networks
2320101	coordinates nodes
2320102	depth w.t.-storage relations
2320103	length of branches
2320104	bottom elevation
2320105	bottom slopes conduits
2320106	cross sections conduits
2320107	circular
2320108	rectangular
2320109	trapezium
2320110	river bed
2320111	other
2320112	any shape
	maximum number of different:
2320113	branches
2320114	any structures
2320115	weirs
2320116	flumes
2320117	culverts
2320118	sluices
2320119	siphons
2320120	shutes
2320121	pumps
2320122	total length of reach
2320123	other methods
2320200	32.2 geometry model area non 1-D systems
2320201	coordinates
2320202	maps
2320203	dimensions waterbodies
2320300	32.3 hydraulic resistance conduits/land surface
2320301	constant in whole model
2320302	constant per branch
2320303	distributed over branch
2320304	distributed over cross-section
2320305	different resistance laws:
2320306	Chezy formula
2320307	power formula (Manning f.i.)
2320308	logarithmic formula
2320309	depending on water table depth
2320310	depending on vegetation growth
2320311	roughness predictor
2320312	others

2320400	32.4 locations structures
2320500	32.5 dimensions structures
2320600	32.6 hydraulic parameters structures
2320700	32.7 schematization of hydraulic properties
2320800	32.8 infiltration coefficients
2320900	32.9 required depth of infiltration
	FLUID ASPECTS
2321000	32.10 wave conditions
2321001	height
2321002	frequency
2321003	direction
2321100	32.11 fluid velocity
2321101	constant in space
2321102	distributed
2321103	initial condition
2321104	constant in space
2321105	distributed in space
2321200	32.12 fluid discharge
2321201	constant in space
2321202	distributed
2321203	initial condition
2321204	constant in space
2321205	distributed in space
2321300	32.13 depth water
2321301	constant in space
2321302	distributed
2321303	initial condition
2321304	constant in space
2321305	distributed in space
	QUALITY ASPECTS
2321400	32.14 diffusion coefficient
2321401	constant in space
2321402	constant over branches
2321403	distributed
2321404	dependent on fluid conditions
2321405	different horizontal and vertical coefficient
2321500	32.15 dispersion (diff./disp.) coefficient
2321501	constant in space
2321502	constant over branches
2321503	distributed
2321504	dependent on fluid conditions
2321505	different horizontal and vertical coefficient
2321600	32.16 thermal conductivity
2321601	constant in space
2321602	constant over branches
2321603	distributed
2321700	32.17 thermal capacity
2321701	constant in space
2321702	constant over branches
2321703	distributed
2321800	32.18 specific heat
2321801	constant in space
2321802	constant over branches
2321803	distributed
2321900	32.19 temperature fluid
2321901	constant in space
2321902	constant over branches
2321903	distributed
2321904	initial condition

II.2: surface water

2322000	32.20 fluid density
2322001	constant in space
2322002	constant over branches
2322003	distributed
2322004	density-temperature relation
2322005	density-concentration relation
2322006	initial condition
2322100	32.21 specific weight of fluid
2322101	constant in space
2322102	constant over branches
2322103	distributed
2322200	32.22 viscosity of fluid
2322201	constant in space
2322202	constant over branches
2322203	viscosity-temperature relation
2322204	viscosity-concentration relation
2322205	viscosity-density relation
2322206	distributed
2322300	32.23 compressibility of fluid
2322400	32.24 Cation Exchange Capacity (CEC) of bottom
2322401	constant in space
2322402	constant over branches
2322403	distributed
2322500	32.25 decay rate organic matter
2322501	constant in space
2322502	constant over branches
2322503	distributed
2322600	32.26 decay rate radio nuclides
2322601	constant in space
2322602	constant over branches
2322603	distributed
2322700	32.27 initial solute concentration
2322701	constant in space
2322702	constant over branches
2322703	distributed
2322800	32.28 initial position of salt/freshwater interface
2322801	constant in space
2322802	constant over branches
2322803	distributed
2322900	32.29 oxygen management parameters
2322901	reaeration coefficient
2322902	decay rate of oxygen consuming substances
2323000	32.30 pathlines
2323001	initial condition
2323002	changing in time
2323100	32.31 extinction coefficient
SEDIMENT ASPECTS	
2323200	32.32 bed/land surface elevation
2323201	initial condition
2323202	constant in time
2323203	changing in time
2323300	32.33 sediment characteristics
2323301	constant in space
2323302	constant over branches
2323303	distributed
2323304	particle size distribution of bed material
2323305	characteristic diameter(s)
2323306	characteristic fall velocity of suspended matter
2323307	porosity factor of bedmaterial

2323308 density of bedmaterial
 2323309 density of particles
 2323310 bed roughness parameters
 2323400 32.34 special characteristics of mud
 2323401 erosion parameter
 2323402 start of movement criterium
 2323403 flocculation parameter
 2323500 32.35 dispersion coefficient of sediment
 2323501 constant in space
 2323502 changing in time

OTHER INPUT

2323600 32.36 ground water conditions
 2323601 constant in space
 2323602 distributed
 2323603 constant in time
 2323604 changing in time
 2323700 32.37 wind characteristics
 2323701 velocity
 2323702 direction
 2323703 friction coefficient
 2323704 spatial distribution
 2323705 constant in time
 2323706 changing in time
 2323800 32.38 precipitation rate
 2323801 constant in space
 2323802 distributed
 2323803 constant in time
 2323804 changing in time
 2323900 32.39 surface water evaporation rate
 2323901 constant in time
 2323902 changing in time
 2324000 32.40 evapo(transpi)ration rate
 2324001 constant in time
 2324002 changing in time
 2324100 32.41 other meteorological data
 2324101 constant in time
 2324102 changing in time
 2324200 32.42 rainfall-runoff relations
 2324201 constant in time
 2324202 changing in time
 2324300 32.43 operating rules
 2324301 constant in time
 2324302 changing in time
 2324400 32.44 others

2330000 33. MODEL INPUT FACILITIES:

2330100 33.1 number of input files
 2330101 one
 2330102 two
 2330103 more than two
 2330200 33.2 time series (curves)
 2330300 33.3 maps of equal value lines
 2330301 converted to nodal/element values by the program
 itself
 2330302 converted by an auxiliary program in advance
 2330400 33.4 maps/stretchers of equal value subzones
 2330401 converted to nodal/element values by the program
 itself

II.2: surface water

2330402 converted by an auxiliary program in advance
2330500 33.5 maps/stretches of point values (regularly or randomly
distributed)
2330501 converted to nodal/element values by the program
itself
2330502 converted by an auxiliary program in advance
2330503 point values on model nodes
2330600 33.6 reads from file(s) generated by other program(s) in
advance
2330700 33.7 interactive input file generation

2340000 34. ERROR CHECKING OF INPUT DATA:

2340100 34.1 no error checking
2340200 34.2 incidental error checking
2340300 34.3 reasonable error checking
2340400 34.4 full error checking

2350000 35. PRE-PROCESSING PROGRAMS (name and purpose):

2350100 35.1 Part of model:

2350101 1.
2350102 2.
2350103 3.

2350200 35.2 No part of model:

2350201 1.
2350202 2.
2350203 3.

2360000 36. POST-PROCESSING PROGRAMS (name and purpose):

2360100 36.1 Part of model:

2360101 1.
2360102 2.
2360103 3.

2360200 36.2 No part of model:

2360201 1.
2360202 2.
2360203 3.

2370000 37. REVIEW OF MODEL RESULTS:

2370100 37.1 echo of input data
2370101 incidental
2370102 reasonable
2370103 fully
2370200 37.2 heads
2370300 37.3 pressures

2370400	37.4 discharge injections / extractions
2370500	37.5 concentrations in model area
2370600	37.6 concentrations at extractions/injections
2370700	37.7 temperature
2370800	37.8 fluid discharges
2370900	37.9 solute discharges
2371000	37.10 heat discharges
2371100	37.11 fluid velocity
2371200	37.12 travel times
2371300	37.13 fluid density
2371400	37.14 evapotranspiration
2371500	37.15 fluid storage
2371600	37.16 solute storage
2371700	37.17 heat storage
2371800	37.18 change in sedimentation/erosion volumes
2371900	37.19 change in bed elevation
2372000	37.20 sediment concentration profile over the depth
2372100	37.21 sediment transport distribution
2372200	37.22 pathlines
2372300	37.23 stream lines
2372400	37.24 equipotential lines
2372500	37.25 position of saltwater/freshwater interface
2372600	37.26 concentration of dissolved oxygen
2372700	37.27 BOD/COD
2372800	37.28 micro organisms concentration
2372900	37.29 spatial distribution of pollution
2373000	37.30 hydraulic parameters
2373100	37.31 other output data
2380000	38. MODEL OUTPUT: PRESENTATION OF RESULTS:
2380100	38.1 printed tables
2380200	38.2 plotted time series curves
2380300	38.3 plotted areal distribution maps
2380400	38.4 printed alphanumerical maps
2380500	38.5 printed contour maps
2390000	39. MODEL OUTPUT OF BALANCES:
2390100	39.1 over total model area
2390200	39.2 over each model cell
2390300	39.3 over internal section of model area
2390400	39.4 over each time step
2390500	39.5 over group of time steps
2400000	40. MODEL OUTPUT FACILITIES:
2400100	40.1 Output of data on a file for restart purposes
2400200	40.2 Output of data for post-processing purposes
2400300	40.3 Interactive output generation
2410000	41. ERROR CRITERIA:
2410100	41.1 fluid transport
2410101	fluid balance over model
2410102	sum head/pressure change over model between iterations
2410103	maximum head/pressure change at any node
2410104	maximum fluid discharge change at any boundary

II.2: surface water

	node
2410105	maximum change of head/pressure over a time increment
2410106	maximum fluid discharge change over a time increment
2410107	others
2410200	41.2 solute transport
2410201	solute balance over model
2410202	sum concentration change over model between iterations
2410203	maximum concentration change at any node
2410204	maximum solute discharge change at any boundary node
2410205	maximum concentration change over a time increment
2410206	maximum solute discharge change over a time increment
2410207	others
2410300	41.3 heat transport
2410301	heat balance over model
2410302	sum temperature change over model between iterations
2410303	maximum temperature change at any node
2410304	maximum heat discharge change at any boundary node
2410305	maximum temperature change over a time increment
2410306	maximum heat discharge change over a time increment
2410307	others
2410400	41.4 sediment transport
2410401	sediment balance over model
2410402	sum sediment change over model between iterations
2410403	maximum sediment mass change at any node
2410404	maximum sediment discharge change at any boundary node
2410405	maximum sediment mass change over a time increment
2410406	maximum sediment discharge change over a time increment
2410407	others
2410500	41.5 biological processes
2410501	maximum oxygen concentration related to temperature
2410502	others

APPENDIX 4

Block II.3: Rainfall-runoff module

BLOCK II-3 : RAINFALL-RUNOFF**3010000 1. NAME MODULE:****3020000 2. TYPE OF MODEL:**

3020100 2.1 deterministic
3020200 2.2 stochastic
3020300 2.3 linear
3020400 2.4 non-linear
3020500 2.5 time invariant
3020600 2.6 time variant
3020700 2.7 continuous
3020800 2.8 discrete

3030000 3. GEOMETRY OF MODEL

3030100 3.1 distributed
3030101 physical boundaries between the subareas
(watersheds)
3030102 artificial boundaries between the subareas
3020200 3.2 lumped
3030300 3.3 combined distributed and
lumped

3040000 4. TYPE OF MODEL AREA:

3040100 4.1 urban area
3040200 4.2 sub-urban area
3040300 4.3 intensive agricultural area
3040400 4.4 rural area
3040500 4.5 combined urban and rural area
3040600 4.6 polder area with pumped discharge
3040700 4.7 forest area
3040800 4.8 large river basin
3040900 4.9 sub-river basin
3041000 4.10 paved
3041100 4.11 unpaved
3041200 4.12 combined paved and unpaved
3041300 4.13 flat area
3041400 4.14 hilly area
3041500 4.15 mountainous
3041600 4.16 other types

3050000 5. TRANSPORT SYSTEM:

3050100 5.1 pipe system
3050200 5.2 open conduits
3050300 5.3 unbranched conduit
3050400 5.4 tree system
3050500 5.5 network system
3050600 5.6 structures
3050700 5.7 combined sewerage system
3050800 5.8 separated sewerage system
3050900 5.9 improved separated sewerage system

II.3 rainfall-runoff

3060000 6. LIMITATIONS IN APPLICATION:

- 3060100 6.1 model can only be used for one specific situation
- 3060200 6.2 model can be used in other situations after defining new parameters
- 3060300 6.3 model can be used in other situations after calibrating the parameters
- 3060400 6.4 model can be used in other situations without adaptations
- 3060500 6.5 changes in modelled area can be accepted
- 3060501 without adjusting parameters
- 3060502 without validation of the model

3070000 7. BASIC MODEL PROCESSES

- 3070100 7.1 Loss algorithm
- 3070200 7.2 Transfer algorithm
- 3070300 7.3 Combined rainfall-loss and transfer algorithm
- 3070400 7.4 Solute transport
- 3070500 7.5 Sediment transport

3080000 8. MODEL PROCESSES FLUID

- 3080100 8.1 precipitation
 - 3080101 rainfall
 - 3080102 snow
- 3080200 8.2 snow melt
- 3080300 8.3 freezing
 - 3080301 soil moisture
 - 3080302 surface water
- 3080400 8.4 interception
- 3080500 8.5 wetting losses
- 3080600 8.6 transpiration
- 3080700 8.7 evapotranspiration
- 3080800 8.8 evaporation
 - 3080801 open water
 - 3080802 paved surface
 - 3080803 soil
- 3080900 8.9 infiltration
 - 3080901 soil surface
 - 3080902 paved surface
- 3081000 8.10 surface retention
- 3081100 8.11 surface detention
- 3081200 8.12 overland flow
- 3081300 8.13 flow in conduits
- 3081400 8.14 interflow
- 3081500 8.15 percolation
 - 3081501 deep: out of system
 - 3081502 to groundwater
- 3081600 8.16 capillary rise
- 3081700 8.17 subsurface flow
 - 3081701 unsaturated zone
 - 3081702 groundwater
 - 3081703 drainage flow
- 3081800 8.18 groundwater level
- 3081900 8.19 soil moisture content
- 3082000 8.20 leakage from sewers/watersupply systems
- 3082100 8.21 floating transport
- 3082200 8.22 external discharges

- 3090000 9. **MODEL PROCESSES SOLUTES**
 - 3090100 9.1 conservative solutes
 - 3090101 convection
 - 3090102 dispersion
 - 3090103 stagnant phase
 - 3090104 mixing
 - 3090105 trapped air
 - 3090200 9.2 non-conservative solutes
 - 3090201 solutes in precipitation
 - 3090202 dissolution of substances
 - on the land surface
 - 3090203 linear adsorption
 - 3090204 non-linear adsorption
 - 3090205 non-equilibrium adsorption
 - 3090206 influence pH on adsorption
 - 3090207 influence redox potential on adsorption
 - 3090208 influence ion strength on adsorption
 - 3090209 complexation
 - 3090210 decay in dissolved phase
 - 3090211 decay in solid phase
 - 3090212 ion exchange
 - 3090213 redox reactions
 - 3090214 precipitation of solutes
 - 3090215 co-precipitation
 - 3090216 dissolution
 - 3090217 equilibrium reactions
 - 3090218 biological activity
 - 3090219 radionuclide decay
 - 3090220 (chemical) reactions between two or more solutes.
- 3100000 10. **MODEL PROCESSES SEDIMENTS**
 - (sediment transport, erosion and sedimentation)
 - 3100101 10.1 Sedimentation
 - 3100200 10.2 erosion
 - 3100300 10.3 flocculation (coagulation)
 - 3100400 10.4 consolidation
 - 3100500 10.5 bed load transport
 - 3100600 10.6 suspended load transport
 - 3100700 10.7 bed load and suspended load transport
 - 3100800 10.8 erosion due to rain impact
 - 3100900 10.9 erosion due to surface flow
 - 3101000 10.10 sedimentation on landsurface
 - 3101100 10.11 gully formation
- 3110000 11. **SOLUTES IN MASS TRANSPORT:**
 - 3110100 11.1 total dissolved solids
 - 3110200 11.2 any conservative solute
 - 3110300 11.3 one solute
 - 3110400 11.4 two solutes
 - 3110500 11.5 more than two solutes
 - 3110600 11.6 chlorides
 - 3110601 conservative
 - 3110602 anion exchange
 - 3110700 11.7 sulphur components
 - 3110701 redox reactions
 - 3110702 precipitation
 - 3110703 conservative
 - 3110704 influence on pH

II.3 rainfall-runoff

- 3110800 11.8 nitrogen components
 - 3110801 nitrification
 - 3110802 denitrification
 - 3110803 nitrogen fixation
 - 3110804 mineralisation
 - 3110805 influence on pH
 - 3110900 11.9 phosphates
 - 3110901 adsorption
 - 3110902 precipitation
 - 3110903 influence of pH
 - 3111000 11.10 organic
 - 3111001 biological oxidation (BOD)
 - 3111002 anaerobic decay
 - 3111003 redox potential
 - 3111004 influence of other nutrients on oxidation/fermentation
 - 3111005 biological activity
 - 3111006 dissolved oxygen
 - 3111007 phyto plankton concentration
 - 3111008 bacteria concentration
 - 3111009 eutrophication
 - 3111100 11.11 heavy metals
 - 3111101 specific adsorption
 - 3111102 precipitation
 - 3111103 influence of redox potential
 - 3111104 influence of pH
 - 3111105 complexation
 - 3111200 11.12 organic chlorides
 - 3111201 volatilization
 - 3111202 reactions (e.g. hydratation)
 - 3111203 biological activity
 - 3111204 precipitation
 - 3111205 absorption
 - 3111300 11.13 radionuclides
 - 3111400 11.14 coliforms
 - 3111401 temperature
 - 3111402 nutrients
 - 3111403 retention
 - 3111500 11.15 hydrocarbons
- 3120000 12. **EQUATIONS USED FOR RAINFALL LOSS CALCULATIONS:**
(please indicate in both words and equation form)
(e.g.
3120001 U.S. Soil Cons. Serv. Curve Number method
3120002 phi-index model
3120003 initial losses
3120004 Horton-type (exponential) loss model
3120005 percentage of precipitation
3120006 physically based models
3120007 grafical coaxial method
3120008 other)
- 3130000 13. **TRANSFER FUNCTIONS**
(please indicate in both words and equation form)
(e.g.:
3130100 reservoir approaches
3130101 linear reservoir or Nash model: log or gamma

- function
 - 3130102 non-linear reservoir model
 - 3130103 convective diffusion model
 - 3130200 translation approach:
 - 3130201 rational method
 - 3130202 modified rational method
 - 3130300 combined approach
 - 3130301 Clark
 - 3130302 other
 - 3130400 pure empirical
 - 3130500 model based on quadratic programming
 - 3130600 stochastic approach
 - 3130700 Sherman Unit Hydrograph method
 - 3130800 flood routing functions (e.g. Manning)
 - 3130900 other approaches
 - 3130901 Laguerre model
 - 3130902 Volterra model
 - 3130903 Q-h relations
- 3140000 14. **EQUATIONS SOLVED IN MODEL FOR OPTIMIZATION OF PARAMETERS (CALIBRATION)** (please indicate in both words and equation form) e.g.:
- 3140100 least square method
 - 3140200 max likelyhood method
 - 3140300 extreme value methods
 - 3140400 linear programming
 - 3140500 quadratic programming
 - 3140600 dynamic programming
 - 3140700 Kalman filtering
 - 3140800 ARMA/ARIMA processes
 - 3140900 Markov chains
 - 3141000 Regression analysis
 - 3141100 recursive guesses
- 3150000 15. **STRUCTURE OF RESERVOIR MODELS:**
- 3150100 15.1 single reservoir
 - 3150200 15.2 more reservoirs
 - 3150300 15.3 parallel reservoirs
 - 3150400 15.4 reservoirs in series
 - 3150500 15.5 reservoirs in series and parallel
- 3160000 16. **EQUATIONS SOLVED IN MODEL FOR SOLUTE TRANSPORT:**
(please indicate in both word and equation form)
- 3160100 16.1 transport equations
- 3170100 17. **EQUATIONS SOLVED IN MODEL FOR EROSION AND SEDIMENT TRANSPORT:**
(please indicate all equations in both words and equation forms)
- 3170100 17.1 transport equations
 - 3170200 17.2 special equations at structures
 - 3170300 17.3 special equation for surface erosion

3180000	18. STATISTICS/STOCHASTICS:
3180100	18.1 Characteristics of input
3180101	mean value
3180102	standard deviation or variance
3180103	skewness
3180104	covariance
3180105	histogram
3180106	confidence (contours)
3180200	18.2 Characteristics of output
3180201	mean value
3180202	standard deviation or variance
3180203	skewness
3180204	covariance
3180205	histogram
3180206	confidence (contours)
3180300	18.3 Frequency distribution of input
3180301	normal
3180302	log-normal
3180303	extreme values distribution (e.g. Gumbel)
3180304	Pearson distributions (Gamma)
3180305	others
3180400	18.4 Frequency distribution of output
3180401	normal
3180402	log-normal
3180403	extreme values distribution (e.g. Gumbel)
3180404	Pearson distributions (Gamma)
3180405	others
3180500	18.5 spatial statistical characteristics of input
3180501	correlation function
3180502	covariance function
3180503	semi-variogram
3180504	variance-covariance matrix
3180600	18.6 spatial statistical characteristics of output
3180601	correlation function
3180602	covariance function
3180603	semi-variogram
3180604	variance-covariance matrix
3180700	18.7 Monte Carlo generation of spatial distributions
3180701	uncorrelated (normal) random
3180702	multi-variate (normal) random with given covariance matrix
3180703	nearest neighbour method
3180704	conditional generation
3180800	18.8 Kalman filtering
3180801	based on stochastic model
3180802	based on deterministic model
3180803	spatial interpolation/extrapolation
3180804	interpolation/extrapolation in time
3180805	parameter estimation
3180900	18.9 Residual analysis
3181000	18.10 calculation of frequency distribution/variance/ confidence
3181001	due to parameter uncertainty
3181002	due to uncertainty in boundary conditions
3181003	numerical calculation (eg. Monte Carlo generation)
3181004	calculation based on probabilism
3181100	18.11 time series analysis
3181101	input variables only
3181102	output variables only
3181103	input and output variables

3181200 18.12 simulation in time
 3181201 ARMA/ARIMA process
 3181202 Markov chains
 3181300 18.13 stochastic differential equations
 3181400 18.14 regression analysis
 3181401 linear
 3181402 non-linear
 3181500 18.15 non-parametric methods

3190000 19. INITIAL CONDITIONS

3190100 19.1 soil moisture content
 3190200 19.2 ground water table
 3190300 19.3 initial storage
 3190400 19.4 temperature soil/pavement
 3190500 19.5 water levels in conduits
 3190600 19.6 discharges in conduits
 3190700 19.7 meteorological conditions
 3190800 19.8 others

3200000 20. INPUT

3200100 20.1 rainfall characteristics

3200101 rainfall intensity
 3200102 average intensity
 3200103 maximum intensity
 3200104 n-minutes maximum intensity
 3200105 rainfall duration
 3200106 time distribution
 3200107 areal distribution
 3200108 total storm depth (rainfall / area)
 3200109 mean annual depth (rainfall / area)
 3200110 m-hour depth (rainfall / area)
 3200111 critical time of rain
 3200112 instantaneous rainfall
 3200113 snow and snow water content
 3200114 table of Curve Numbers
 3200115 frequency of occurrence
 3200116 hyetograph
 3200117 others

3200200 20.2 evapo(transpi)ration

3200201 meteorological data
 3200202 solar radiation
 3200203 air temperature
 3200204 crop coefficients
 3200205 10 days average evapo(trans)piration
 3200206 monthly average evapo(trans)piration
 3200207 other evapo(trans)piration input

3200300 20.3 watershed characteristics

3200301 watershed slope
 3200302 average slope
 3200303 slope-area relationship
 3200304 altitude-area relationship
 3200305 orientation of slopes
 3200306 drainage density
 3200307 watershed length
 3200308 watershed width
 3200309 watershed area
 3200310 watershed shape

II.3 rainfall-runoff

3200311	channel length
3200312	channel slope
3200313	surface roughness coefficient
3200314	channel roughness coefficient
3200315	land use characterisation
3200316	depression/lake storage
3200317	channel storage
3200318	soil type
3200319	soil stability
3200320	soil permeability
3200321	percentage paved/unpaved area
3200322	type of pavement
3200323	crop characteristics
3200324	impervious portion of the catchment
3200325	antecedent moisture conditions
3200326	infiltration characteristics
3200327	interflow characteristics
3200328	other watershed characteristics
3200400	20.4 runoff characteristics
3200401	runoff coefficient
3200402	time of concentration
3200403	period of rise / time to peak
3200404	instantaneous discharge
3200405	external discharge
3200406	peak discharge
3200407	total discharge / area
3200408	other runoff characteristics
	quality aspects
3200500	20.5 diffusion/dispersion coefficient
3200501	constant in space
3200502	distributed
3200600	20.6 fluid density
3200601	constant in space
3200602	distributed
3200603	initial condition
3200700	20.7 specific weight of fluid
3200701	constant in space
3200702	distributed
3200800	20.8 viscosity of fluid
3200801	constant in space
3200802	distributed
3200900	20.9 decay rate organic matter
3200901	constant in space
3200902	distributed
3201000	20.10 decay rate radio nuclides
3201001	constant in space
3201002	distributed
3201100	20.11 initial solute concentration
3201101	constant in space
3201102	distributed
3201200	20.12 initial position of salt/freshwater interface
3201201	constant in space
3201202	distributed
3201300	20.13 oxygen management parameters
3201301	reaeration coefficient
3201400	20.14 pathlines
3201401	initial condition
3201402	changing in time

3201501	20.15 extinction coefficient
	sediment aspects
3201600	20.16 sediment characteristics
3201601	constant in space
3201602	constant over branches
3201603	distributed
3201604	particle size distribution of bed material
3201605	characteristic diameter (s)
3201606	characteristic fall velocity of suspended matter
3201607	specific weight
3201608	porosity factor of bedmaterial
3201609	density of bedmaterial
3201610	density of particles
3201611	bed roughness parameters
3201700	20.17 surface erosion characteristics
3201800	20.18 other sediment aspects
	other input
3201900	20.19 optimization criteria:
3201901	peak waterlevel height
3201902	time to peak waterlevel
3201903	frequency of occurrence of a certain event
3201904	others
3202000	20.20 ground water conditions
3202001	constant in time
3202002	changing in time
3202100	20.21 other
3210000	21. MODEL INPUT FACILITIES:
3210100	21.1 number of input files
3210101	one
3210102	two
3210103	more than two
3210200	21.2 time series curves
3210300	21.3 maps of equal value lines
3210301	converted to nodal/element values by the program itself
3210302	converted by an auxiliary program in advance
3210400	21.4 maps of equal value subzones
3210401	converted to nodal/element values by the program itself
3210402	converted by an auxiliary program in advance
3210500	21.5 maps of point values (regularly or randomly distributed)
3210501	converted to nodal/element values by the program itself
3210502	converted by an auxiliary program in advance
3210600	21.6 reads from file(s) generated by auxiliary program(s) in advance
3210700	21.7 interactive input file generation
3220000	22. ERROR CHECKING OF INPUT DATA:
3220100	22.1 no error checking
3220200	22.2 incidental error checking
3220300	22.3 reasonable error checking
3220400	22.4 full error checking

II.3 rainfall-runoff

3230000 23. PRE-PROCESSING PROGRAMS (name and purpose):

3230100 23.1
3230200 23.2
3230300 23.3

3240000 24. POST-PROCESSING PROGRAMS (name and purpose):

3240100 24.1
3240200 24.2
3240300 24.3

3250000 25. REVIEW OF MODEL RESULTS:

3250100 25.1 output of input values
3250101 of few input data
3250102 of many input data
3250103 of all input data
3250200 25.2 output from rainfall loss model:
3250201 Pnet
3250202 losses
3250203 Pgross
3250300 25.3 values of model parameters from calibration procedures
3250400 25.4 discharge in outlet point (Q-t)
3250401 in printed tables
3250402 in plotted time series curves
3250500 25.5 discharge in internal points
3250501 in printed tables
3250502 in plotted time series curves
3250600 25.6 water levels
3250601 in internal points
3250602 in outlet point
3250603 in printed tables
3250604 in plotted time series curves
3250700 25.7 discharge injections / extractions
3250701 constant in time
3250702 changing in time
3250703 in printed tables
3250704 in plotted time series curves
3250705 in plotted areal distribution maps
3250706 in printed alphanumeric maps
3250800 25.8 concentrations in model area
3250801 constant in time
3250802 changing in time
3250803 in printed tables
3250804 in plotted time series curves
3250805 in plotted areal distribution maps
3250806 in printed alphanumeric maps
3250807 in printed contour maps
3250900 25.9 concentrations at extractions
3250901 constant in time
3250902 changing in time
3250903 in printed tables
3250904 in plotted time series curves
3250905 in plotted areal distribution maps
3250906 in printed alphanumeric maps
3251000 25.10 solute discharges
3251001 constant in time

```

3251002      changing in time
3251003      in printed tables
3251004      in plotted time series curves
3251005      in plotted areal distribution maps
3251006      in printed alphanumeric maps
3251007      in printed contour maps
3251100  25.11 fluid velocity
3251101      in printed tables
3251102      in plotted time series curves
3251103      in plotted areal distribution maps
3251104      in printed alphanumeric maps
3251105      in printed contour maps
3251200  25.12 fluid density
3251201      constant in time
3251202      changing in time
3251203      in printed tables
3251204      in plotted time series curves
3251205      in plotted areal distribution maps
3251206      in printed alphanumeric maps
3251207      in printed contour maps
3251300  25.13 evapotranspiration
3251301      constant in time
3251302      changing in time
3251303      in printed tables
3251304      in plotted time series curves
3251305      in plotted areal distribution maps
3251306      in printed alphanumeric maps
3251307      in printed contour maps
3251400  25.14 change in fluid storage
3251401      constant in time
3251402      changing in time
3251403      in printed tables
3251404      in plotted time series curves
3251405      in plotted areal distribution maps
3251406      in printed alphanumeric maps
3251407      in printed contour maps
3251500  25.15 change in solute storage
3251501      constant in time
3251502      changing in time
3251503      in printed tables
3251504      in plotted time series curves
3251505      in plotted areal distribution maps
3251506      in printed alphanumeric maps
3251507      in printed contour maps
3251600  25.16 change in sediment storage
3251601      constant in time
3251602      changing in time
3251603      in printed tables
3251604      in plotted time series curves
3251605      in plotted areal distribution maps
3251606      in printed alphanumeric maps
3251607      in printed contour maps
3251700  25.17 spatial distribution of pollution
3251701      in printed tables
3251702      in plotted time series curves
3251703      in plotted areal distribution maps
3251704      in printed alphanumeric maps
3251705      in printed contour maps
3251800  25.18 hydraulic parameters

```

II.3 rainfall-runoff

3251801	in printed tables
3251802	in plotted time series curves
3251803	in plotted areal distribution maps
3251804	in printed alphanumeric maps
3251805	in printed contour maps
3260000	26. MODEL OUTPUT OF BALANCES:
3260100	26.1 over total model area
3260200	26.2 over each model cell
3260300	26.3 over internal section of model area
3260400	26.4 over each time step
3260500	26.5 over group of time steps
3270000	27. MODEL OUTPUT FACILITIES:
3270100	27.1 Output of data on a file for restart purposes
3270200	27.2 Output of data for post-processing purposes
3270300	27.3 Interactive output generation
3280000	28. ERROR CRITERIA:
3280100	28.1 fluid transport
3280101	fluid balance over model
3280102	maximum change of head/pressure over a time increment
3280103	maximum fluid discharge change over a time increment
3280104	others
3280200	28.2 solute transport
3280201	solute balance over model
3280202	maximum concentration change over a time increment
3280203	maximum solute discharge change over a time increment
3280204	others
3280300	28.3 sediment transport
3280301	sediment balance over model
3280302	maximum sediment mass change over a time increment
3280303	maximum sediment discharge change over a time increment
3280304	others

APPENDIX 5

Block II.4: Agricultural production module

BLOCK II.4 : AGRICULTURAL PRODUCTION

4010000 1. NAME OF MODULE :

4020000 2. NATURE OF MODULE:

4020100 2.1 deterministic

4020200 2.2 stochastic

4030000 3. BASIC MODEL CHARACTERISTICS

4030100 3.1 crops

4030101 single crop

4030102 multiple crop

4030103 crop(s) species :

4030200 3.2 soil profile

4030201 saturated zone

4030202 unsaturated zone

4030300 3.3 surface

4030301 water on land

4030302 water in conduits

4040000 4. BASIC MODEL PROCESSES

4040100 4.1 crop growth

4040101 root activity

4040102 transpiration

4040200 4.2 soil profile

4040201 fluid transport

4040202 solute transport

4040203 heat transport

4040204 compression

4040300 4.3 surface

4040301 evaporation

4040302 rainfall

4040303 water transport

4040304 water storage

4050000 5. MODEL PROCESSES AND CHARACTERISTICS OF CROPS :

GENERAL

4050100 5.1 crop characterization

4050101 potential crop production niveau 1

4050102 water limited production niveau 2

4050103 nutrient limited production niveau 3

4050104 weeds limited production niveau 4

4050105 pests and diseases limited production niveau 5

4050106 yield reduction parameters

4050200 5.2 time scale of simulation

NIVEAU 1

4050300 5.3 gross assimilation

4050301 deterministic

4050302 non-deterministic

4050400 5.4 type of assimilation

4050401 C3-plants

4050402 C4-plants

II.1: agricultural production

4050500	5.5	dry matter production
4050501		under ground
4050502		of roots
4050503		above ground
4050504		of leaves
4050505		of stems
4050506		of products
4050600	5.6	leaf area variation
4050601		coupled to leaf weight
4050602		independently simulated
4050603		leaf area index (LAI)
4050604		soil cover
4050605		others
NIVEAU 2		
4050700	5.7	potential evapotranspiration
4050701		with exogene variables
4050702		with endogene variables
4050800	5.8	actual evapotranspiration
4050801		with exogene variables
4050802		with endogene variables
4050900	5.9	transpiration
4050901		exogene
4050902		endogene
4051000	5.10	stomata resistance
4051100	5.11	water uptake by roots
4051101		root activity varying
4051102		with depth
4051103		with time
4051104		root activity constant
4051200	5.12	water stress (roots)
4051201		drought
4051202		waterlogging
4051300	5.13	oxygen availability (of roots)
4051301		diffusion
4051400	5.14	roots with aerenchym
4051500	5.15	crop development stages
4051501		determined by temperature sum
4051502		other
4051600	5.16	germination process modeled
4051700	5.17	planting/sowing date
4051701		dependent on workability
4051702		other
4051800	5.18	emergence date
4051801		dependent on workability
4051802		other
4051900	5.19	harvesting date
4051901		dependent on workability
4051902		other
4052000	5.20	daylength sensitivity
4052100	5.21	fernalisation
4052200	5.22	dry matter production per development stage
4052201		distributed over plant
4052300	5.23	root growth
4052301		dependent on production
4052400	5.24	root deterioration
4052401		due to freezing
4052402		water excess
4052403		water shortage

4052500	5.25 plant deterioration
	NIVEAU 3
4052600	5.26 nutrient uptake
4052601	N (sodium)
4052602	P (phosfor)
4052603	K (potassium)
4052604	S (sulphates)
4052605	other nutrients
4052606	toxic elements
4052700	5.27 uptake capacity of nutrients
4052701	determined by availability
4052702	determined by plants demand
4052800	5.28 nutrient contents
4052801	of plant
4052802	of plant parts
	NIVEAU 4
4052900	5.29 production limitation due to weeds
	NIVEAU 5
4053000	5.30 production limitation due to pests and diseases
4060000 6.	SOIL PROFILE MODELING
4060100	6.1 fluid transport in soil profile
4060101	capillary flow
4060102	osmotic forces
4060103	hysteresis
4060104	swelling / shrinking
4060105	percolation to groundwater
4060106	(deep) percolation out of system
4060107	flow to drains
4060108	groundwater level elevation
4060109	time variant
4060110	constant
4060111	index
4060112	soil moisture content
4060113	influence on workability
4060114	soil water balance
4060200	6.2 solute transport in soil profile
4060201	salt-distribution due to swelling en shrinking
4060202	convection
4060203	dispersion
4060204	diffusion
4060205	stagnant phase
4060206	two phase transport
4060207	mixing
4060208	adsorption
4060300	6.3 heat transport in soil profile
4060301	freezing of soil moisture
4060400	6.4 compression of soil profile
4060401	oxidation
4070000 7.	MODEL PROCESSES CONSIDERED AT LAND SURFACE :
4070100	7.1 snow / ice melt
4070200	7.2 condensation (above/on land surface)
4070300	7.3 freezing (above/on land surface)

II.1: agricultural production

4070400	7.4	precipitation
4070401		rain
4070402		snow
4070500	7.5	interception
4070600	7.6	surface water evaporation
4070700	7.7	soil evaporation
4070701		potential
4070702		actual
4070800	7.8	soil crust
4070900	7.9	surface water (conduits):
4070901		storage
4070902		transport
4070903		waterbalance
4071000	7.10	water on land surface
4071001		depression storage
4071002		overland flow
4071003		waterbalance
4071100	7.11	interflow
4071200	7.12	water quality aspects surface water

4080000 8. OTHER MODEL PROCESSES:

4080100	8.1	rainfall-runoff
4080101		loss calculations
4080200	8.2	economic evaluation of production
4080300	8.3	others

4090000 9. SOIL PROFILE CONDITIONS

4090100	9.1	matrix conditions
4090101		isotropic
4090102		anisotropic
4090103		homogeneous
4090104		heterogeneous
4090105		cracks/macropores
4090106		dual porosity
4090107		changing unsaturated zone thickness in time
4090108		ploughing layer
4090200	9.2	fluid conditions
4090201		homogeneous
4090202		heterogeneous
4090203		multiple immiscible fluids
4090204		saltwater-freshwater (immiscible)

4100000 10. SOLUTES IN MASS TRANSPORT IN SOIL PROFILE :

4100100	10.1	total dissolved solids
4100200	10.2	nitrogen components
4100201		volatilization
4100202		nitrification
4100203		denitrification
4100204		nitrogen fixation
4100205		mineralisation
4100206		influence on pH
4100207		temperature dependent
4100300	10.3	phosphates
4100301		adsorption
4100302		precipitation
4100303		influence of pH

4100304 temperature dependent
 4100400 10.4 sulphur components
 4100401 redox reactions
 4100402 precipitation
 4100403 conservative
 4100404 influence on pH
 4100405 temperature dependent
 4100500 10.5 chlorides
 4100501 conservative
 4100502 anion exchange
 4100503 temperature dependent
 4100600 10.6 organic
 4100601 biological oxidation
 4100602 anaerobic decay
 4100603 redox potential
 4100604 influence of other nutrients on oxidation/
 anaerobic decay
 4100605 biological activity
 4100606 solubility
 4100607 temperature dependent
 4100700 10.7 heavy metals
 4100701 specific adsorption
 4100702 precipitation
 4100703 influence of redox potential
 4100704 influence of pH
 4100705 complexation
 4100706 fixation
 4100800 10.8 organic chlorides
 4100900 10.9 toxic solutes
 4101000 10.10 any conservative solute
 4101100 10.11 one solute
 4101200 10.12 two solutes
 4101300 10.13 more than two solutes

4110000 11. LAND SURFACE CONDITIONS

4110100 11.1 flat surface
 4110200 11.2 undulating

4120000 12. RELATIONS USED FOR CROP PRODUCTION CALCULATIONS

(in both words and equation form)

(e.g. crop production is a

4120001 function of water availability
 4120002 function of workability
 4120003 function of nutrient gift/uptake
 4120004 function of O₂ / CO₂ conc.
 4120005 function of temperature soil / air
 4120006 function of emergence / harvest date
 4120007 function of leaf area
 4120008 function of radiation
 4120009 function of evapo(transpi)ration
 4120010 function of presence of weeds
 4120011 function of pest/diseases;

or there are inter relations between above mentioned factors.)

4120012 other relations

II.1: agricultural production

4130000 13. EQUATIONS SOLVED IN MODEL FOR TRANSPORT IN SOIL PROFILE: (please indicate all equations in both words and equation form)

- 4130100 13.1 fluid transport
- 4130200 13.2 solute transport
- 4130300 13.3 heat transport

4140000 14. DETERMINATION OF TIME STEP:

- 4140100 14.1 Crop production calculations
 - 4140101 fixed time step
 - 4140102 automatic time increment selection
- 4140200 14.2 Soil profile calculations
 - 4140201 fixed time step
 - 4140202 automatic time increment selection
- 4140300 14.3 Surface calculations
 - 4140301 fixed time step
 - 4140302 automatic time increment selection

4160000 16. STATISTICS/STOCHASTICS:

- 4160100 16.1 Characteristics of input
 - 4160101 mean value
 - 4160102 standard deviation or variance
 - 4160103 skewness
 - 4160104 covariance
 - 4160105 covariance matrix
 - 4160106 histogram
 - 4160107 confidence (contours)
- 4160200 16.2 Characteristics of output
 - 4160201 mean value
 - 4160202 standard deviation or variance
 - 4160203 skewness
 - 4160204 covariance
 - 4160205 histogram
 - 4160206 confidence (contours)
- 4160300 16.3 Frequency distribution of input
 - 4160301 normal
 - 4160302 log-normal
 - 4160303 extreme values distribution (e.g. Gumbel)
- 4160400 16.4 Frequency distribution of output
 - 4160401 normal
 - 4160402 log-normal
 - 4160403 extreme values distribution (e.g. Gumbel)
- 4160500 16.5 spatial statistical characteristics of input
 - 4160501 correlation function
 - 4160502 covariance function
 - 4160503 semi-variogram
 - 4160504 generalised covariance function
 - 4160505 variance-covariance matrix
- 4160600 16.6 spatial statistical characteristics of output
 - 4160601 correlation function
 - 4160602 covariance function
 - 4160603 semi-variogram
 - 4160604 generalised covariance function
 - 4160605 variance-covariance matrix

4160700 16.7 Monte Carlo generation of spatial distributions
 4160701 uncorrelated (normal) random
 4160702 multi-variate (normal) random with given
 covariance matrix
 4160703 nearest neighbour method
 4160704 conditional generation
 4160800 16.8 Kalman filtering
 4160801 based on stochastic model
 4160802 based on deterministic model
 4160803 spatial interpolation/extrapolation
 4160804 interpolation/extrapolation in time
 4160805 parameter estimation
 4160900 16.9 Residual analysis
 4161000 16.10 calculation of frequency distribution/variance/
 confidence
 4161001 due to parameter uncertainty
 4161002 due to uncertainty in boundary conditions
 4161100 16.11 time series analysis
 4161101 input variables only
 4161102 output variables only
 4161103 input and output variables
 4161200 16.12 simulation in time
 4161201 ARMA/ARIMA process
 4161202 Markov chains
 4161300 16.13 stochastic differential equations
 4161400 16.14 regression analysis
 4161401 linear
 4161402 non-linear
 4161500 16.15 Kriging
 4161600 16.16 non-parametric methods

4170000 17. INITIAL CONDITIONS FOR CROP PRODUCTION:

4170100 17.1 germination
 4170101 date
 4170102 amount of seed
 4170200 17.2 emergence
 4170201 date
 4170202 leaf area index
 4170203 soil cover
 4170204 bare soil
 amount of:
 4170205 leaves
 4170206 stems
 4170207 roots
 4170300 17.3 rooting depth at beginning of simulations
 4170400 17.4 (soil) temperature sum
 4170500 17.5 water availability
 4170600 17.6 oxygen availability
 4170700 17.7 nutrient availability
 4170800 17.8 other

4180000 18. INITIAL CONDITIONS FOR TRANSPORT IN SOIL PROFILE:

FLUID

4180100 18.1 groundwater heads/potential
 4180200 18.2 groundwater table elevation
 4180300 18.3 flux on upper model boundary

II.1: agricultural production

4180400 18.4 flux on lower model boundary
4180500 18.5 fluid velocity
4180600 18.6 moisture content/potential soil profile
4180700 18.7 matrix conditions
4180800 18.8 crack characterisation
4180900 18.9 thickness of saturated/unsaturated zone
4181000 18.10 waterbalance
4181100 18.11 initial fluid conditions calculated by other model

QUALITY ASPECTS

4181200 18.12 initial fluid conditions
4181201 constant in space
4181202 changing in space
4181300 18.13 concentration of solutes in profile
4181301 constant over profile
4181302 distributed
4181400 18.14 solute balance
4181500 18.15 temperature of soil profile
4181501 constant over profile
4181502 distributed
4181600 18.16 geothermal gradient
4181700 18.17 temperature balance
4181800 18.18 initial solutes conditions calculated by other
model
4181900 18.19 initial heat conditions calculated by other model

COMPRESSION

4182000 18.20 initial position of surface
4182100 18.21 initial content of organic material
4182200 18.22 other soil profile initial conditions

4190000 19. INITIAL CONDITIONS AT SURFACE

4190100 19.1 surface water
4190101 surface water level
4190102 water balance of surface water
4190103 flow in surface water system
4190104 initial condition calculated by other model
4190105 amount of stored water
4190200 19.2 quality aspects surface water
4190300 19.3 temperature surface water
4190400 19.4 other

4200000 20. CROP INPUT DATA OF MODEL

4200100 20.1 crop species / cropping pattern
4200200 20.2 crop characteristics
4200201 height
4200202 soil cover
4200203 reflexion coefficient
4200204 Leaf Area Index
4200205 root growth activity parameters
4200206 C3 / C4 -assimilation
4200207 (optimal) emergence date
4200208 (optimal) harvest date
4200209 plant development stages
4200210 entrance resistance roots for solutes
4200211 stomata resistance for CO2 / H2O
4200300 20.3 number of workable days

4200301 required
 4200302 available
 4200303 planting
 4200304 harvesting
 4200305 other farming operations
 4200400 20.4 crop factors
 4200500 20.5 others

4210000 21. SOIL PROFILE INPUT DATA OF MODEL:

4210100 21.1 elevation of land surface
 4210101 constant in space
 4210102 distributed
 4210200 21.2 thickness of rootzone
 4210201 constant in space
 4210202 distributed
 4210300 21.3 infiltration rate
 4210301 constant in space
 4210302 distributed
 4210400 21.4 soil type indicators
 4210401 constant in space
 4210402 distributed
 4210500 21.5 other

FLUID

4210600 21.6 moisture content - tension relation (pF-curve)
 4210601 constant in space
 4210602 distributed
 4210700 21.7 hydraulic conductivity - potential or moisture
 content relation (K(h)-relation)
 4210701 constant in space
 4210702 distributed
 4210800 21.8 soil moisture content
 4210801 constant in space
 4210802 distributed
 4210900 21.9 porosity
 4210901 constant in space
 4210902 distributed
 4211000 21.10 swell/shrinking parameters
 4211100 21.11 specific yield
 4211101 constant in space
 4211102 distributed
 4211200 21.12 thickness of saturated/unsaturated zone
 4211201 constant in space
 4211202 distributed
 4211300 21.13 pressure head
 4211301 constant in space
 4211302 distributed
 4211400 21.14 workability parameters
 4211401 lower plastic limit
 4211402 moisture content
 4211403 pressure head
 4211500 21.15 other

QUALITY ASPECTS

4211600 21.16 fluid conditions
 4211700 21.17 solute concentrations
 4211800 21.18 temperature of soil profile
 4211900 21.19 Cation Exchange Capacity (CEC)

II.1: agricultural production

4212000	21.20 Adsorption isotherm
4212100	21.21 compressibility parameters
4212101	constant in space
4212102	distributed
4212200	21.22 diffusion/dispersion coefficient
4212201	constant in space
4212202	distributed
4212300	21.23 decay rate of organic material
4212400	21.24 other

4200000 22. SURFACE INPUT DATA OF MODEL:

METEOROLOGICAL ASPECTS

4220100	22.1 precipitation rate
4220200	22.2 thickness snow/ice layer
4220300	22.3 radiation
4220400	22.4 air temperature
4220500	22.5 wind velocity
4220600	22.6 air humidity
4220700	22.7 surface water evaporation rate
4220800	22.8 soil evaporation rate

WATER ON SURFACE / IN CONDUITS

4220900	22.9 elevation/depth of bottom
4221000	22.10 bed cross-section (vertical)
4221100	22.11 leakage or hydraulic resistance of bottom, drainpipe or landsurface
4221200	22.12 wet perimeter
4221300	22.13 width of bottom or drain diameter
4221400	22.14 distance between ditches/drains etc.
4221500	22.15 linear ground/surface water flux relation
4221600	22.16 piece-wise linear ground/surface water flux relation
4221700	22.17 higher order ground/surface water flux relation
4221800	22.18 drainage resistance (to define relation between headdrop and flux)
4221900	22.19 morphology
4222000	22.20 others

4230000 23. OTHER MODEL INPUT DATA:

4230100	23.1 rainfall-runoff parameters
4230200	23.2 economic benefit parameters
4230201	fixed
4230202	variable
4230300	23.3 economic cost parameters
4230301	fixed
4230302	variable
4230400	23.4 other input data

4240000 24. MODEL INPUT FACILITIES:

4240100	24.1 number of input files
4240101	one
4240102	two
4240103	more than two
4240200	24.2 maps of equal value lines
4240300	24.3 maps of point values (regularly or randomly distributed)

4240400 24.4 reads from file(s) generated by auxiliary program(s)
in advance
4240500 24.5 interactive input file generation

4250000 25. ERROR CHECKING OF INPUT DATA:

4250100 25.1 no error checking
4250200 25.2 incidental error checking
4250300 25.3 reasonable error checking
4250400 25.4 full error checking

4260000 26. PRE-PROCESSING PROGRAMS (name and purpose):

4260100 26.1
4260200 26.2
4260300 26.3

4270000 27. POST-PROCESSING PROGRAMS (name and purpose):

4270100 27.1
4270200 27.2
4270300 27.3

4280000 28. REVIEW OF MODEL RESULTS:

4280100 28.1 echo of input data
4280101 incidental
4280102 reasonable
4280103 fully

CROP PRODUCTION

4280200 28.2 development stages
4280300 28.3 Dry Matter production
4280301 per timestep
4280302 per development stage
4280303 per season
4280400 28.4 Dry Matter production distribution over plant
4280401 total
4280402 underground
4280403 roots
4280404 above ground
4280405 stems
4280406 leaves
4280407 products
4280500 28.5 leaf areas
4280501 Leaf Area Index
4280502 soil cover
4280503 others
4280600 28.6 transpiration
4280700 28.7 evapotranspiration
4280800 28.8 water uptake
4280900 28.9 nutrient uptake
4281000 28.10 nutrient content of plant parts
4281100 28.11 production reduction due to weeds
4281200 28.12 production reduction due to pest and diseases
4281300 28.13 weed production
4281400 28.14 required workable days
4281401 planting/sowing
4281402 harvesting
4281403 other

II.1: agricultural production

4281500	28.15	dates
4281501		germination
4281502		emergence
4281503		harvesting
4281504		other

SOIL PROFILE

FLUID

4281600	28.16	heads
4281700	28.17	fluid fluxes
4281800	28.18	fluid velocity
4281900	28.19	moisture content
4282000	28.20	waterbalance
4282100	28.21	amount/size of cracks/macropores

QUALITY

4282200	28.22	concentrations in model area
4282201		constant in time
4282202		changing in time
4282300	28.23	solute fluxes
4282400	28.24	temperature of soil
4282401		constant in time
4282402		changing in time
4282500	28.25	solute balance

COMPRESSION

4282600	28.26	position of surface
---------	-------	---------------------

LAND SURFACE - OUTPUT DATA

4282700	28.27	evaporation
4282701		soil
4282702		open water
4282800	28.28	other meteorological data
4282900	28.29	interception
4283000	28.30	storage of water
4283001		on landsurface
4283002		in conduits
4283100	28.31	water balance
4283200	28.32	water quality output

OTHER OUTPUT

4283300	28.33	rainfall runoff
4283301		hydrograph
4283302		water losses
4283400	28.34	economic benefits:
4283401		fixed
4283402		variable
4283500	28.35	economic costs
4283501		fixed
4283502		variable
4283600	28.36	other

4290000 29. MODEL OUTPUT PRESENTATION OF RESULTS

4290100	29.1	in printed tables
4290200	29.2	plotted time series curves
4290300	29.3	plotted areal distribution maps
4290400	29.4	printed alphanumerical maps
4290500	29.5	printed contour maps

4300000 30. MODEL OUTPUT OF BALANCES:

4300100 30.1 over total model area
 4300200 30.2 over each model cell
 4300300 30.3 over internal section of model area
 4300400 30.4 over each time step
 4300500 30.5 over group of time steps
 4300600 30.6 fluid balance
 4300700 30.7 solute balance
 4300800 30.8 heat balance

4310000 31. ERROR CRITERIA:

4310100 31.1 fluid transport
 4310101 fluid balance over model
 4310102 sum head/pressure change over model between iterations
 4310103 maximum head/pressure change at any boundary node
 4310104 maximum fluid flux change at any boundary node
 4310105 maximum change of head/pressure over a time increment
 4310106 maximum fluid flux change over a time increment
 4310107 other
 4310200 31.2 solute transport
 4310201 solute balance over model
 4310202 sum concentration change over model between iterations
 4310203 maximum concentration change at any node
 4310204 maximum solute flux change at any boundary node
 4310205 maximum concentration change over a time increment
 4310206 maximum solute flux change over a time increment
 4310207 other
 4310300 31.3 heat transport
 4310301 heat balance over model
 4310302 sum temperature change over model between iterations
 4310303 maximum temperature change at any node
 4310304 maximum heat flux change at any boundary node
 4310305 maximum temperature change over a time increment
 4310306 maximum heat flux change over a time increment
 4310307 other
 4310400 31.4 crop production
 4310401 minimum/maximum total yield (per timestep)
 4310402 actual yield smaller or equal to potential yield
 4310403 min./max./average evapotranspiration
 4310404 actual evapo(transpi)ration smaller or equal to potential evapo(transpi)ration
 4310405 wateruse efficiency boundaries
 4310406 temperature restrictions (e.g. frost)
 4310407 other

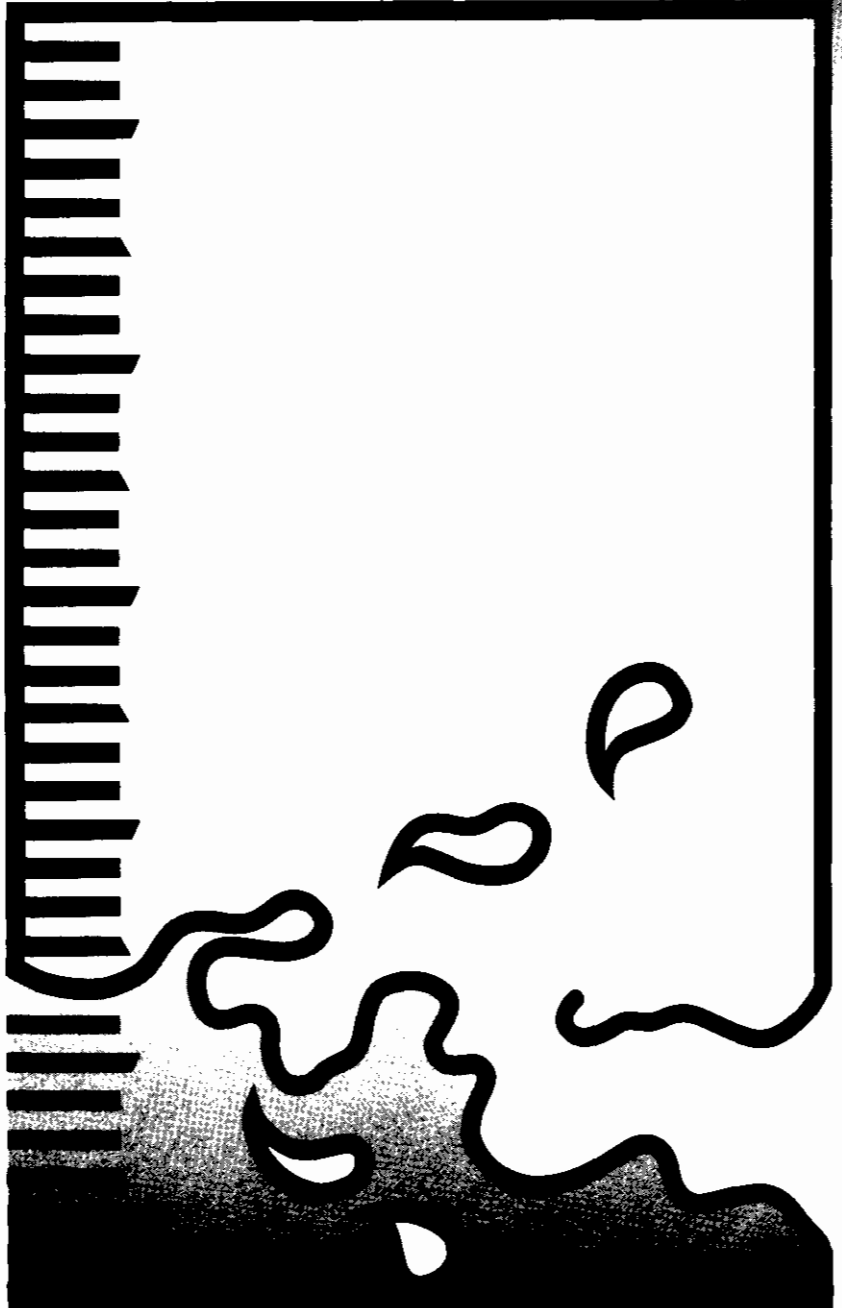
NN31068.03

.....liteit van meetgegevens

Rapport van de gelijknamige SAMWAT werkgroep

samwat

SAMenwerken op het
gebied van het onder-
zoek ten behoeve van
het WATerbeheer



2010-10-18, 20

KWALITEIT VAN MEETGEGEVENS

24311 1325
24312 1325

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

KWALITEIT VAN MEETGEGEVENS

Rapport van de gelijknamige SAMWAT-werkgroep

Onder redactie van
C. VOLP

SAMWAT-rapporten nr.3

's-Gravenhage, november 1988



0000 0309 9740

7 FEB. 1989

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Kwaliteit

Kwaliteit van meetgegevens:

rapport van de gelijknamige SAMWAT-werkgroep/onder redactie van C. Volp
's-Gravenhage: Bureau SAMWAT, TNO - (SAMWAT-rapport: nr. 3)

Met lit.opg.,reg.

ISBN 90-6743-137-0

SISO 631.2 UDC (531.7:556.18).004.58

Trefwoorden.: meettechniek; waterhuishouding; onderzoek/
meettechniek; hydrologie; onderzoek.

COPYRIGHT (c) NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR TOEGEPAST
NATUURWETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK TNO, 1988



Het preventief onderhoud aan het 18e eeuwse waarnemingsstation te
Gulemborg rond 1900.

INHOUD	
ABSTRACT	i
RESUME	3
ZUSAMMENFASSUNG	5
SAMENVATTING	7
1. INLEIDING	11
2. ALGEMENE PROBLEEMSCHETS	15
2.1 Voorbeelden	15
2.1.1 Voorbeeld 1, afvoercijfers	16
2.1.2 Voorbeeld 2, neerslagcijfers	17
2.2 Waterkwantiteitsgegevens	20
2.2.1 Inleiding	20
2.2.2 Meetinstrument en meetopstelling	22
2.2.3 Wijze van waarnemen	24
2.2.4 Verwerking en bewerking	25
2.3 Waterkwaliteitsgegevens	27
2.3.1 Inleiding	27
2.3.2 Meetvoorbereiding	27
2.3.3 Kountername, conservering en transport	28
2.3.4 Voorbehandeling, analyse en kwantificering	32
2.3.5 Voorschriften en richtlijnen bij VROM en DBW/PIZA	32
2.4 Synthese	33
3. KWALITEITBEHEERSING	35
3.1 Inleiding	35
3.2 Activiteiten	36
3.3 Kwaliteitscontrole	39

3.4	Kwaliteitsinformatie	45
3.4.1	Informatie over de kwaliteitsstatus	45
3.4.2	Overige kwaliteitsinformatie	47
3.5	De praktijk bij gegevensbeheerders	48
3.6	Samenvatting	49
4.	DISCUSSIE	51
4.1	Verantwoordelijkheden	51
4.2	Kwaliteitsbeheersing	54
4.3	Kwaliteitsinformatie	57
	LITERAATUUR	59
	INFORMATIEVE GESPREKKEN	61
	BEGRIPPENLIJST	63
	BIJLAGEN	
1	Foutenbronnen bij verschillende opnametechnieken van waterstanden.	67
2	Globale beoordeling van bemonsterings- en analysemethoden	73
3	Overzicht van analyseprocedures zoals vastgelegd in het 'Besluit kwaliteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewater'	75
4	Technieken voor controle op gegevens	79

ABSTRACT

There has been a significant increase in recent years in the availability of scientific models which can be used to quantify the results of operations in a hydrological system or the effects of alternative methods of its management. Simulations using models of this kind are being more and more frequently used as the basis for decision-making. When carrying out such studies, it is essential to be acquainted with the system to be simulated, the current state of the system and the way it has developed. The use of computerised databases enables data recorded by others to be used with relatively little effort. Data from a variety of sources are often combined, which may mean that requirements relating to accuracy and representativeness can differ considerably from those aimed at in the original measuring process. Errors are particularly likely when measuring data were processed before being used. In most cases a user will carry out various checks to ascertain whether the data obtained is appropriate for its intended purpose. Checks of this kind however are not always reliable and are also labour-intensive.

In accordance with the recommendations made by a Dutch "Contact group on Archiving and Automation of Hydrological Data", a working group (SAMWAT working group 2) was commissioned to study possibilities for improving the provision of information relating to the quality of hydrological measuring data.

The activities of this group focused on the quality of measuring data. Its purpose in doing so was to ascertain whether, and if so, to what extent it is possible to make statements on the quality of measuring data. In addition it examined the possibility of providing additional information on the quality of measuring data in order to avoid incorrect use. The working group limited its study to time-dependent water quantity and quality data collected periodically and used for water management purposes.

The present report is the result of the working group's efforts. Firstly a general outline of the problem is given showing how water quality and water quantity data can be wrongly used and how this can be avoided. A listing of

the most important sources of error is also given in order to determine what kind of additional information should be included and on which aspects water quality control should concentrate. The report also examines the concept of quality control. The concept is further elaborated in a general sense, examining aspects such as general quality conditions, quality checking, quality assessment, quality enhancement procedures and quality monitoring. In particular, techniques of quality checking and quality information are examined in detail. Finally the work of the working group is recorded in a wider context.

RESUME

On dispose dans une mesure croissante de modèles mathématiques qui permettent de quantifier les conséquences des interventions dans un système hydrologique ou les effets des alternatives pour l'économie d'un tel système. De plus en plus souvent, des calculs de simulations avec des modèles de ce genre sont à la base des décisions à prendre. Pour réaliser des études de ce type, on doit connaître, outre le système qui doit être simulé, également la situation de ce système ainsi que son évolution historique. L'utilisation de fichiers d'informations automatisés permet, avec relativement peu d'efforts, de faire usage de données mesurées par d'autres. Souvent, des données d'origines diverses seront combinées, les exigences qui doivent être posées en matière de précision et de représentativité pouvant fortement s'écarter du but poursuivi au moment du mesurage. En particulier lorsque les données de mesure ont subi un traitement avant d'être utilisées, le risque d'erreurs est important. Le plus souvent, l'utilisateur contrôlera de diverses façons si les données obtenues sont appropriées pour l'usage qu'il se propose d'en faire, mais ces contrôles ne sont pas toujours infaillibles et ils demandent en outre beaucoup de travail.

Sur le conseil d'un comité le Groupe de Contact pour l'Archivage et l'Automatisation des informations hydrologiques ("Contactgroep Archivering en Automatisering van hydrologische gegevens"), le "groupe de travail SAMWAT 2" a été chargé d'étudier les possibilités qui permettraient d'améliorer la distribution de l'information sur la qualité des données de mesure hydrologiques.

Les activités de ce groupe ont été axées sur la qualité des données de mesure. Il s'agissait d'étudier si, et dans quelle mesure, il est possible de se prononcer sur la qualité des données de mesure. A côté de cela, on a examiné les possibilités, lors de la distribution de données, afin de prévenir un usage incorrect. Ce faisant, le groupe s'est limité aux données quantitatives et qualitatives sur l'eau, dépendant du temps, qui sont rassemblées périodiquement et utilisées pour la gestion des eaux.

Le présent rapport est le résultat des délibérations du groupe de travail. En premier lieu, une esquisse générale du problème est proposée, dans laquelle il est exposé, aussi bien pour les données quantitatives que pour les données qualitatives sur l'eau, comment des informations peuvent être mal utilisées et comment on peut éviter cet usage incorrect.

En outre, un inventaire des principales sources d'erreurs est proposé, dans le but de déterminer quelle sorte d'informations complémentaires devrait être insérée et sur quoi doit s'axer la maîtrise de la qualité. Aussi, la notion même de maîtrise de la qualité est traitée par le rapport. Cette notion est approfondie dans un sens général, des aspects comme l'environnement qualitatif, le contrôle qualitatif, la détermination de la qualité, les mesures pour améliorer la qualité et la surveillance de la qualité étant exposés. En particulier, une plus grande attention est successivement portée sur les techniques de contrôle de la qualité et l'information sur la qualité. En dernier lieu, les travaux du groupe sont placés dans un cadre élargi.

ZUSAMMENFASSUNG

In zunehmendem Masse stehen mathematische Modelle zur Verfügung, mit denen sich die Folgen von Eingriffen in ein hydrologisches System, oder die Auswirkungen von Alternativen auf dessen Bewirtschaftung quantifizieren lassen. Immer häufiger kommen diesbezügliche Entscheidungen zustande anhand von Simulationsberechnungen mit entsprechenden Modellen. Für die Durchführung solcher Studien sind ausser Kenntnissen über das zu simulierende System auch solche über seinen Zustand und seine historische Entwicklung unentbehrlich. Dank dem Einsatz automatisierter Datenbanken lassen sich die von Dritten gesammelten Daten ohne übermässigen Aufwand nutzen. Häufig werden Daten verschiedener Herkunft miteinander kombiniert, wobei die an die Präzision und die Repräsentativität zu stellenden Anforderungen erheblich abweichen können vom dem, was bei der Messung beabsichtigt wurde. Vor allem in jene Fällen, wo die Meszdaten vor der Verwendung bearbeitet wurden, besteht ein grosses Fehlerrisiko. Meistens wird der Anwender auf verschiedene Arten zu überprüfen versuchen, ob die erhaltenen Daten für den von ihm beabsichtigten Zweck geeignet sind; solche Kontrollen sind jedoch arbeitsintensiv und überdies nicht immer absolut zuverlässig.

Auf Empfehlung der ehemaligen Niederländischen "Kontaktgruppe für die Archivierung und Automatisierung hydrologischer Daten" wurde die "SAMWAT-Arbeitsgruppe 2" mit einer Untersuchung über die Möglichkeiten zur Verbesserung der Informationserteilung hinsichtlich der Qualität hydrologischer Daten betraut. (SAMWAT ist die nied. Abk. für "Samenwerking op het Gebied van Onderzoek ten behoeve van het Waterbeheer", dt. "Verband für die Zusammenarbeit auf dem Gebiete der Forschung betreffs der Verwaltung von Gewässern). Die Tätigkeiten dieser Arbeitsgruppe richteten sich auf die Meszdatenqualität. Dabei wurde angestrebt zu untersuchen, ob und in welchem Masse Aussagen über die Meszdatenqualität möglich sind. Darüber hinaus wurden die Möglichkeiten untersucht, bei der Abgabe von Meszdaten zusätzliche Informationen über deren Qualität zu erteilen, um unrichtigen Gebrauch zu vermeiden. Die Arbeitsgruppe hat sich dabei auf die regelmässig gesammelten und in der Wasserwirtschaft verwendeten, zeitabhängigen Wasserqualitäts- und -quantitätsdaten beschränkt.

Der vorliegende Bericht ist der Niederschlag der Beratungen der Arbeitsgruppe. Zuerst wird das Problem allgemein umrissen, wobei bezüglich der Daten zur Wasserqualität bzw. -quantität zuerst skizziert wird, wie Daten unrichtig verwendet werden können und wie sich dies vermeiden lässt. Darüber hinaus werden die wichtigsten Fehlerquellen inventarisiert, um zu bestimmen, welche zusätzlichen Informationen aufgenommen werden sollten und worauf sich die Qualitätssicherung richten sollte. Ferner wird näher auf den Begriff "Qualitätssicherung" eingegangen. Der Begriff wird im allgemeinen Sinne näher expliziert, wobei Aspekte wie Qualitätsumgebung, Qualitätskontrolle, die Feststellung der Qualität, qualitätssteigernde Massnahmen und Überwachung der Qualität behandelt werden. Insbesondere werden Techniken zur Qualitätskontrolle und Qualitätsinformation näher erörtert. Zum Schluss wird die Tätigkeit der Arbeitsgruppe in einer breiteren Rahmen gestellt.

SAMELVAITING

In toenemende mate komen wiskundige methoden beschikbaar waarmee de gevolgen van ingrepen in een hydrologisch systeem of de effecten van alternatieven voor het beheer ervan kunnen worden gekwantificeerd. Steeds vaker liggen simulatieberekeningen ten grondslag aan te nemen beslissingen. Voor het uitvoeren van dergelijke studies is naast kennis van het te simuleren systeem kennis van de toestand van het systeem en de historische ontwikkeling daarvan onontbeerlijk. Dankzij het gebruik van geautomatiseerde gegevensbestanden is het mogelijk om met relatief weinig inspanning gebruik te maken van door anderen gemeten gegevens. Vaak zullen gegevens van uiteenlopende herkomst worden gecombineerd, waarbij de aan de nauwkeurigheid en representativiteit te stellen eisen sterk kunnen afwijken van hetgeen bij het meten werd beoogd. Vooral indien meetgegevens een bewerking hebben ondergaan voordat ze worden toegepast is de kans op fouten groot. Meestal zal een gebruiker op diverse manieren controleren of de verkregen gegevens geschikt zijn voor de door hem beoogde toepassing, maar dergelijke controles zijn niet altijd mogelijk en met name indien informatie over de achtergronden en de kwaliteitsstatus van de gegevens ontbreekt.

De werkzaamheden van SAMWAT werkgroep 2 zijn gericht geweest op de kwaliteit van meetgegevens. Het is daarbij de bedoeling geweest om na te gaan of, en in welke mate, het mogelijk is om uitspraken te doen over de kwaliteit van meetgegevens. Daarnaast is onderzocht wat de mogelijkheden zijn om bij de verstrekking van meetgegevens extra informatie te verschaffen over de kwaliteit van meetgegevens om onjuist gebruik te voorkomen. De werkgroep heeft zich hierbij beperkt tot tijdsafhankelijke waterkwantiteits- en waterkwaliteitsgegevens die periodiek worden verzameld en gebruikt ten behoeve van het waterbeheer. Daarbij bleek het onvermijdelijk ook aandacht te besteden aan de fouten die optreden bij het meten zelf.

De volgende onderwerpen hebben centraal gestaan:

- de kwaliteit van een meetgegeven;
- technieken om de gewenste kwaliteit te waarborgen;
- verantwoordelijkheden;
- praktische mogelijkheden om de huidige situatie te verbeteren.

De kwaliteit van een meetgegeven

De kwaliteit van een gegeven is altijd gerelateerd aan het doel waarvoor het wordt verzameld. De gegevens waaraan in het kader van werkgroep 2 aandacht is besteed worden alle verzameld om informatie te verkrijgen over de toestand van een systeem. Bij de keuze van de te meten parameters, de dichtheid van het meetnet en de meetfrequentie spelen de volgende factoren een rol:

- het gewenste detail in de verkregen informatie, samenhangend met verwerking en interpretatie;
- de kennis en het begrip van het functioneren van het systeem;
- variatie van de te meten parameters in ruimte en tijd;
- beschikbare methoden en middelen.

Door het maken van een bewuste keuze over bovenstaande factoren wordt de kwaliteitsomgeving gedefinieerd. Vervolgens zou moeten worden gecontroleerd of de beoogde kwaliteit ook werkelijk wordt gehaald. De kwaliteitsomgeving kan worden beheerst en gecontroleerd door verschillende organisatorische en technische maatregelen. Indien bij de kwaliteitscontrole afwijkingen worden geconstateerd, zal dit vaak aanleiding zijn tot kwaliteitsverbeterende maatregelen. Zowel voor de gegevensbeheerder zelf als voor de gebruiker is het van belang om te beschikken over specifieke kwaliteitsinformatie.

Kwaliteitsinformatie betreft zowel informatie over de beoogde kwaliteit: de nauwkeurigheid van de meetomgeving en de toegepaste bewerkingsmethoden, als ook: informatie betreffende de kwaliteitscontrole.

Technieken om de gewenste kwaliteit te waarborgen

De veelheid aan technieken die beschikbaar zijn om de kwaliteit van meetgegevens te beoordelen en bewaken tonen dat het belang van kwaliteitsbeheersing reeds lang wordt onderkend. Globaal kunnen de beschikbare technieken worden onderverdeeld in:

- standaardisatie van methoden en instrumenten;
- technieken om fouten en onregelmatigheden in de verkregen gegevens op te sporen.

De eerste categorie, standaardisatie van methoden en instrumenten, is met name bij het verkrijgen van waterkwaliteitsgegevens zeer ver doorgevoerd.

Door VRON is ten behoeve van bemonstering en analyse van grondwater een reeks "voorlopige praktijkrichtlijnen" opgesteld, met voorschriften voor bemonstering, voorbereiding en analyse. Daarnaast worden door de verschillende laboratoria kwaliteitssystemen toegepast, waarin is vastgelegd hoe op verschillende niveaus systematisch controles worden uitgeoefend. Door het RIZA wordt ten behoeve van het Kwaliteitsonderzoek Rijkswateren gebruik gemaakt van het "Besluit kwaliteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewater" dat voorschriften geeft voor de ijking van meetinstrumenten en te hanteren analyseprocedures.

Technieken van de tweede categorie worden bij vrijwel alle diensten die systematisch gegevens verzamelen toegepast. Het principe van de techniek berust steeds op het vergelijken van de verkregen meetwaarde met de waarde die op grond van reeds beschikbare informatie wordt verwacht. Naarmate meer kennis van het systeem en de gemeten toestandsvariabele beschikbaar is, kunnen kleinere fouten worden opgespoord.

Verantwoordelijkheden

De verantwoordelijkheid voor fouten die kunnen ontstaan bij een onjuist gebruik van gegevens ligt te allen tijde bij de gebruiker van de gegevens. De verantwoordelijkheid van de instantie die gegevens verzamelt en beheert, beperkt zich tot het leveren van de kwaliteit die voor het beoogde doel is vereist. Het is gewenst dat bij het beschikbaar stellen van gegevens aan derden juist voldoende kwaliteitsinformatie wordt bijgeleverd om de gebruiker in staat te stellen de geschiktheid van de verkregen gegevens voor het door hem beoogde doel te kunnen bepalen.

Praktische mogelijkheden om de huidige situatie te verbeteren

De gebruikswaarde van gegevenbestanden kan sterk worden vergroot indien naast de eigenlijke gegevens ook enige kwaliteitsinformatie beschikbaar is. Prioriteit verdient daarbij informatie over de gebruikte methoden en instrumenten. Indien bewerkingen, inclusief kwaliteitscontroles hebben plaatsgevonden dienen deze goed gedocumenteerd te zijn, zodat het mogelijk blijft de informatiewaarde van de verkregen gegevens te beoordelen.

HOOFDSTUK 1 INLEIDING

In de vergadering van de Coördinatiecommissie SAMWAT, gehouden op 20 november 1986, is besloten om het advies van de vierde Contactgroep Archivering en Automatisering van hydrologische gegevens op te volgen en een werkgroep te belasten met een onderzoek naar de mogelijkheden ter verbetering van de informatieverstrekking over de kwaliteit van hydrologische meetgegevens. In deze werkgroep "Kwaliteit van meetgegevens" namen zitting:

- Ing. H.J. Brinkhof namens de provincies;
- Ir M. Ettema namens Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren;
- Ir C. Griffioen namens de waterschappen;
- Ir P.S. Griffioen namens Rijkswaterstaat, Dienst Binnenwateren/RIZA;
- Ing. A.A. Peeters namens Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne;
- Ir H.L.M. Rolf namens de Dienst Grondwaterverkenning TNO;
- Ir J.W. Wesseling namens het Waterloopkundig Laboratorium.

Tot voorzitter werd gekozen Ir H.L.M. Rolf en het secretariaat werd vervuld door het bureau SAMWAT, vertegenwoordigd door Ir C. Volp. De eerste vergadering van de groep werd gehouden op 27 mei 1987; daarna werd ongeveer eens per 2 maanden vergaderd. De werkgroep zal de resultaten van haar werk presenteren op een studiebijeenkomst op 29 november 1988 te 's Gravenhage.

Het doel dat de werkgroep zich voor haar activiteiten heeft gesteld luidt:

- aangeven van de mogelijkheden om bij de opslag en verstrekking van meetgegevens extra informatie over de kwaliteit van deze gegevens op te nemen teneinde een onjuist gebruik te voorkomen of te verminderen.

Nevendoelen zijn:

- het nagaan van de mogelijkheden voor de kwaliteitsbewaking voor de verschillende soorten gegevens en het verbeteren van informatie daarover;
- een aanzet te geven tot verbetering van de informatie-uitwisseling tussen de gegevensopvragende gebruiker en de gegevensverstrekkende instantie (tevens gebruiker) over de kwaliteit van de meetgegevens.

De werkgroep heeft zich gericht op alle gegevens die periodiek worden verzameld en gebruikt ten behoeve van het waterbeheer: dus zowel waterkwantiteit als waterkwaliteit en zowel grondwater als oppervlaktewater. Het gaat daarbij steeds om gegevens die in de tijd veranderen; geohydrologische gegevens als de opbouw van de ondergrond en de weerstand en doorlatendheid van de onderscheiden lagen blijven buiten beschouwing. Anders gezegd, de werkgroep heeft zich gericht op gegevens die informatie verschaffen over de toestand van een systeem, niet over het systeem zelf.

Het voorliggende rapport is het resultaat van de beraadslagingen van de werkgroep. Een literatuur-recherche op de onderwerpen kwaliteitscontrole-technieken en classificatiemethoden leverde teleurstellende resultaten op. Dit resultaat is in een late fase van de samenstelling van het rapport bevestigd door een publicatie van het Hydrology Centre Christchurch. Ook in deze laatste publicatie wordt gesteld dat er weinig literatuur kon worden gevonden over kwaliteitscontroletechnieken, hoewel er veel gepubliceerd is over meetfouten voor de verschillende meetinstrumenten en meetmethoden voor de verschillende hydrologische variabelen. De genoemde publicatie is het verslag van een Scandinavische werkgroep die zich tot taak gesteld had methoden en technieken te inventariseren voor de identificatie en de correctie van fouten die voorkomen in reeksen hydrologische data. Op enkele plaatsen in dit rapport zijn gegevens uit deze publicatie opgenomen.

In hoofdstuk 2 wordt een algemene probleemschets gegeven, waarbij zowel voor de waterkwantiteitsgegevens als voor de waterkwaliteitsgegevens allereerst geschetst wordt hoe gegevens kunt kunnen worden gebruikt en hoe dat - door aanvullende informatie over de gegevens bij de gegevens op te nemen - had kunnen worden voorkomen. Daarnaast wordt in dit hoofdstuk een inventarisatie gegeven van de belangrijkste rutenbronnen met het doel te bepalen welk soort aanvullende informatie zou moeten worden opgenomen en waarop de kwaliteitsbeheersing zich moet richten. Gebaseerd op een inventarisatie bij de verschillende Nederlandse instituten en diensten wordt een overzicht gegeven van de in Nederland toegepaste methoden en technieken. Hierbij is er naar gestreefd zoveel mogelijk voorbeelden op te nemen. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op het begrip kwaliteitsbeheersing. In de eerste paragraaf wordt het begrip in algemene zin verder uitgewerkt waarbij aspecten worden belicht als kwaliteitsomgeving, kwaliteitscontrole, de vaststelling van de kwaliteits-

teit, kwaliteitsverbeterende maatregelen en de kwaliteitsbewaking. In de daaropvolgende paragrafen wordt achtereenvolgens aan kwaliteitscontroletechnieken en kwaliteitsinformatie meer aandacht besteed. In het vierde en laatste hoofdstuk wordt het werk van de werkgroep in een breder kader geplaatst en komt de werkgroep met aanbevelingen in de vorm van een serie stellingen.

HOOFDSTUK 2 ALGEMENE PROBLEEMSCHETS

Inleiding

In toenemende mate komen wiskundige modellen beschikbaar waarmee de gevolgen van ingrepen in een hydrologisch systeem of de effecten van alternatieven voor het beheer ervan kunnen worden gekwantificeerd. Steeds vaker liggen simulatieberekeningen met dergelijke modellen ten grondslag aan te nemen beslissingen. Voor het uitvoeren van dergelijke studies is naast kennis van het te simuleren systeem kennis van de toestand van het systeem en de historische ontwikkeling daarvan onontbeerlijk. Dankzij het gebruik van geautomatiseerde gegevensbestanden is het mogelijk om met relatief weinig inspanning gebruik te maken van door anderen gemeten gegevens. Vaak zullen gegevens van uiteenlopende herkomst worden gecombineerd, waarbij de aan de nauwkeurigheid en representativiteit te stellen eisen sterk kunnen afwijken van hetgeen bij het meten werd beoogd. Afhankelijk van de aard van de gegevens en de mate van bewerking is er een reële kans op foutief gebruik. Meestal zal een gebruiker op diverse manieren controleren of de verkregen gegevens geschikt zijn voor de door hem beoogde toepassing, maar dergelijke controles zijn niet altijd waterdicht en arbeidsintensief, en soms niet mogelijk, met name als informatie over de achtergronden en de kwaliteitsstatus van de gegevens ontbreekt.

In de eerste paragraaf zullen enkele voorbeelden gegeven worden voor de verschillende soorten gegevens waaruit blijkt op welke wijze verkeerd of klakkeloos gebruik van gegevens kan leiden tot verkeerde conclusies en hoe dit voorkomen kan worden. In de tweede paragraaf zal aandacht worden geschonken aan de foutenbronnen en de orde van grootte van de fouten bij metingen op het gebied van de waterkwantiteit. In de derde paragraaf zal ingegaan worden op de foutenbronnen en procedures voor de kwaliteitsbewaking bij metingen op het gebied van de waterkwaliteit.

2.1 Voorbeelden

Indien wordt overwogen om bij gegevens extra informatie op te nemen over de gegevens moet nog een keuze worden gedaan waaruit die informatie moet bestaan.

Daarbij kan gedacht worden aan de kwaliteit van de gegevens zelf en het doel waarvoor zij zijn verzameld maar ook aan informatie over de doelen waarvoor de gegevens niet gebruikt kunnen worden. De ervaring van gegevensverstrekkers leert dat daar wel behoefte aan is. Daartegenover staat dat het te ver zou voeren om daarin volledig te zijn, vooral omdat er mogelijk in de toekomst doelen zijn die nu nog niet kunnen worden voorzien. Het betreft dan vaak ondeskundig gebruik en als het doel en de kwaliteit van de gegevens juist zijn beschreven moet het als de verantwoordelijkheid van de gebruiker worden gezien de gegevens voor andere doelen te gebruiken. Een voorbeeld hiervan is het volgende. Ter bepaling van de fosfaatbelasting van een systeem (de Noordzee of het IJsselmeer bijvoorbeeld) wordt uitgegaan van gegevens over het fosfaatgehalte zoals die in Nederland worden bepaald. Over het algemeen wordt het fosfaatgehalte eenmaal in de maand of eens per veertien dagen bepaald. De gebruiker van deze gegevens moet zich realiseren dat deze gegevens de processen niet in voldoende detail beschrijven om de fosfaatvrucht juist te bepalen. Uit registratie van het fosfaatgehalte dat eens per 15 minuten is bepaald is gebleken wanneer wordt uitgegaan van 14-daagse cijfers een fout kan worden gemaakt in de orde van grootte van 50%. Eenzelfde soort verkeerd gebruik betreft het gebruik van 14-daagse grondwaterstanden ter bepaling van extreme waarden bijvoorbeeld in verband met de lokatiekeuze van vuilstortplaatsen. De gebruiker moet een goed inzicht hebben in de processen voordat hij bepaalde cijfers gebruikt. Bovengenoemde fouten wordt niet voorkomen door aanvullende kwaliteitsinformatie.

In de volgende subparagrafen wordt een tweetal voorbeelden behandeld waaruit blijkt dat het bij het gebruik van gegevens van belang is dat extra informatie over de gegevens beschikbaar is.

2.1.1. Voorbeeld 1, afvoercijfers

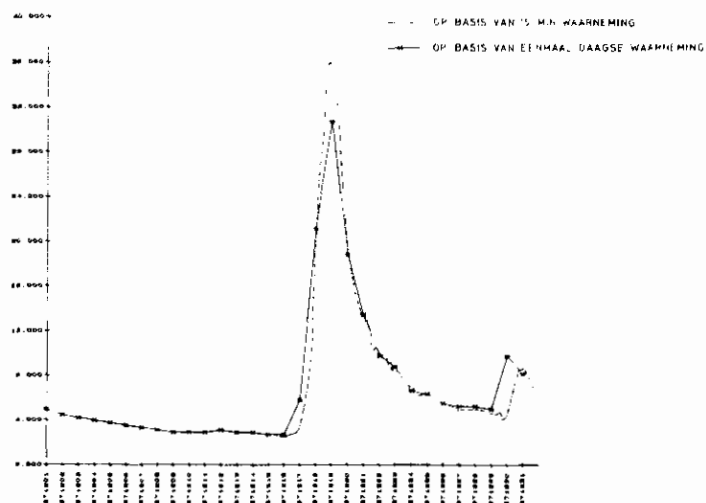
Bij de verstrekking van afvoercijfers in $m^3 s^{-1}$ moet informatie worden verstrekt over de wijze waarop deze debieten zijn bepaald.

Uit Fig 2.1 wordt duidelijk dat een afvoerproces dat is gebaseerd op één waarneming van de waterstand per dag het werkelijk verloop van de afvoer niet zo goed weergeeft als een afvoerproces dat is gebaseerd op 15 min. waarnemingen. Met name de piek wordt niet goed weergegeven.

WATERKWANTITEIT : ZANDVANG REKKEN (E)

Afvoer

m³/sec



Periode : 871201 - 880101

YYMMDD

Fig 2.1 Het afvoerverloop in de maand december 1987 bij de zandvangrekken (Gld) op basis van éénmaal daagse waarnemingen op basis van 15 min. waarnemingen.

Voor een gebruiker is dit "extra" gegeven van belang voor het toepassingsgebied van de gegevens. Zo zal het afvoerverloop dat is gebaseerd op de eenmaal daagse waarneming in een aantal gevallen niet geschikt blijken te zijn voor de bepaling van de neerslag-afvoer relatie van het stroomgebied. Zeker niet als het een snel reagerend gebied betreft. Ook bij de verstrekking van frequentietabellen van afvoeren kan dit gegeven van de waarnemingsfrequentie van belang zijn.

2.1.2 Voorbeeld 2, neerslagcijfers

Bij de verstrekking van neerslaggegevens dient informatie gegeven te worden over de soort regenmeter waarmee de neerslag is gemeten.

Uit onderzoek, waarbij verschillende regenmeters met elkaar zijn vergeleken (Warmerdam, 1981) is gebleken dat er vrij grote verschillen bestaan tussen de opgevangen hoeveelheden bij de verschillende regenmeters. De verschillen zijn afhankelijk van het type regenmeter en de opstelling.

Het gedeelte van de werkelijke neerslag dat met een regenmeter kan worden bepaald hangt af van de meteorologische omstandigheden, het instrument, de omgeving van het meetstation en de aard van de neerslag. Door Kúrtyka (1955) (tabel 2.1) is een schatting gemaakt van de systematische fouten die bij het meten van regen kunnen optreden.

Tabel 2.1 De systematische fouten bij het meten van regen

Oorzaak	Schatting systematische fout
Verdamping	- 1%
Bevochtiging	- 1%
Kleur	- 1/2%
Inspatting	+ 1%
Opstelling en wind	- 5% - 80%

Hoewel de fout door inspatten positief is, zijn alle andere fouten negatief. De fout ten gevolge van de opstelling en wind is verreweg de grootste. De fout neemt toe met de windsnelheid en is groter voor sneeuw en mist. Een algemeen aanvaarde theorie (Rodda, 1971) is, dat de regenmeter een storing in de luchtstroming teweegbrengt, waardoor de turbulentie en windsnelheid in de omgeving van de opvangopening toeneemt (Fig 2.2).

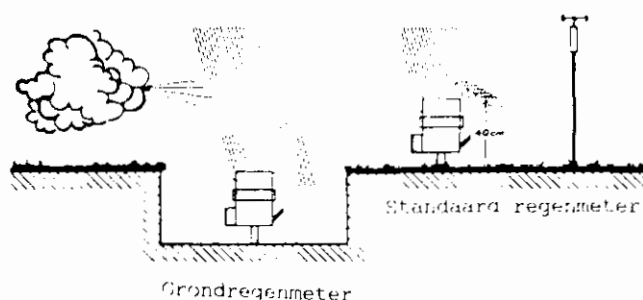


Fig. 2.2 Het Hupelse Beek stroomgebied: het effect van de windsnelheid bij de standaard regenmeter op de hoeveelheid opgevangen neerslag

Een deel van de regen dat anders in de opvangtrechter zou zijn gekomen blijft langer zwevende en slaat voorbij de regenmeter neer. Het bepalen van de tekorten aan vangst door de verstoring van de luchtstroom stuit al direct op het probleem dat de werkelijke hoeveelheid neerslag die het aardoppervlak bereikt bij afwezigheid van de regenmeter niet bekend is.

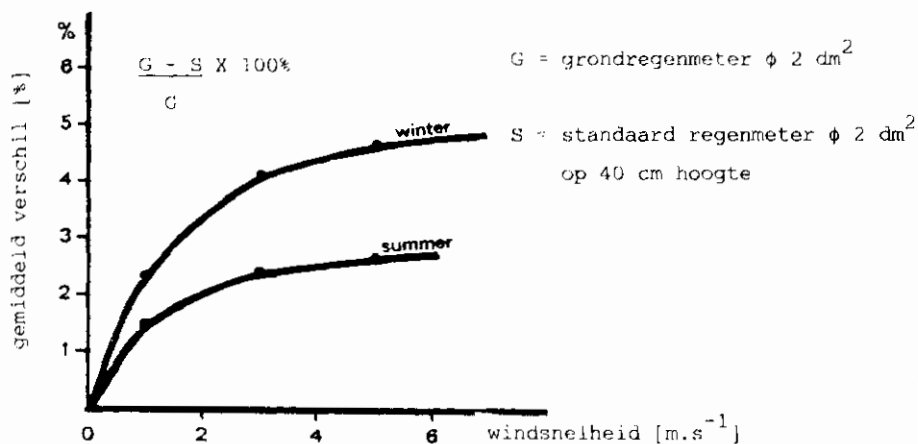


Fig. 2.3 De gemiddelde verschillen van de hoeveelheid opgevangen neerslag bij de standaard regenmeter en de grondregenmeter (beide $\phi 2dm^2$) in relatie tot de windsnelheid.

Algemeen is aanvaard dat het meten van de hoeveelheid regen met een regenmeter opgesteld op maaiveldsniveau, de zgn. grondregenmeter, de werkelijke hoeveelheid regen het best benadert.

Illustratief voor de verschillen die kunnen ontstaan zijn de figuren 2.3 en 2.4 waarbij de verschillen in % zijn gegeven in relatie tot de windsnelheid en over het gehele jaar voor twee types regenmeters.

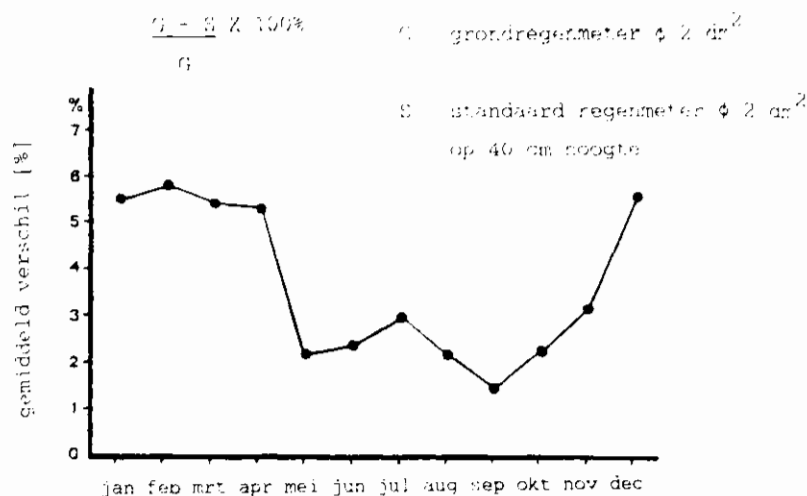


Fig. 2.4 De gemiddelde maandelijks verschillen van de hoeveelheid opgevangen neerslag bij de standaard regometer en de grondregometer (beide $\phi 2 \text{ dm}^2$) over het gehele jaar.

2.2 Waterkwantiteitsgegevens

2.2.1 Inleiding

Een waarde van het waterpeil of een debiet wordt vastgesteld aan de hand van een of enkele waarnemingen aan een peilschaal of met behulp van een stroomsnelheidsmeter. Hierbij wordt ernaar gestreefd die waarde te bepalen die de werkelijk optredende waarde zo goed mogelijk benadert. In de praktijk zal de gemeten waarde altijd verschillen van de werkelijke waarde. Dit verschil wordt de fout genoemd. De grootte van de fout is afhankelijk van:

- het meetinstrument en de meetopstelling;
- de wijze van waarnemen;
- de manier van registreren;
- de verwerking en de bewerking van de gemeten waarde.

In Koald (1988) wordt voor een aantal hydrologische grootheden een opsomming gegeven van de verschillende mogelijke foutenbronnen. "The Nordic Hydrological Working Group for Data Processing and Quality Control" heeft de verschillende opnametechnieken geïnventariseerd en geanalyseerd die in de Scandinavische landen worden toegepast, teneinde te komen tot een overzicht van de verschillende foutenbronnen die kunnen worden verwacht, in een tiental tabellen gegeven. Omdat dit zeer uitvoerige en illustratieve tabellen zijn, zijn een aantal van deze tabellen, enigszins aangepast en ver-

taald, ook in dit rapport opgenomen voor zover zij direct van belang zijn (Bijlage 1). In de tabellen wordt niet ingegaan op de foutenbronnen bij de bewerking van de gemeten waarde.

Algemeen gesproken kunnen drie soorten fouten worden onderscheiden:

- a. Toevallige afwijking. Een maat voor deze fout is de gemiddelde afwijking van de gemeten waarde ten opzichte van de werkelijke waarde. Over het algemeen is deze fout redelijk makkelijk af te leiden uit specificaties van de meetapparatuur en de manier van meten.
- b. Systematische fout. Dit is een fout die bij elke waarneming gemaakt wordt en steeds even groot is. Deze fout ontstaat bv. indien het aangenomen referentiepunt op een verkeerde hoogte ligt (nulpuntverschil). Deze fouten zijn over het algemeen redelijk makkelijk te elimineren door opnieuw meten of bij de verwerking van de meetreeks.
- c. Incidentele fout. Dit zijn fouten die kunnen optreden als gevolg van extreme omstandigheden (Fig. 2.5).

De meeste van de in de tabellen voorkomende foutenbronnen resulteren in incidentele fouten. Er zijn verschillende technieken om deze fouten te ontdekken en te elimineren. Hierop wordt in hoofdstuk 3 ingegaan.

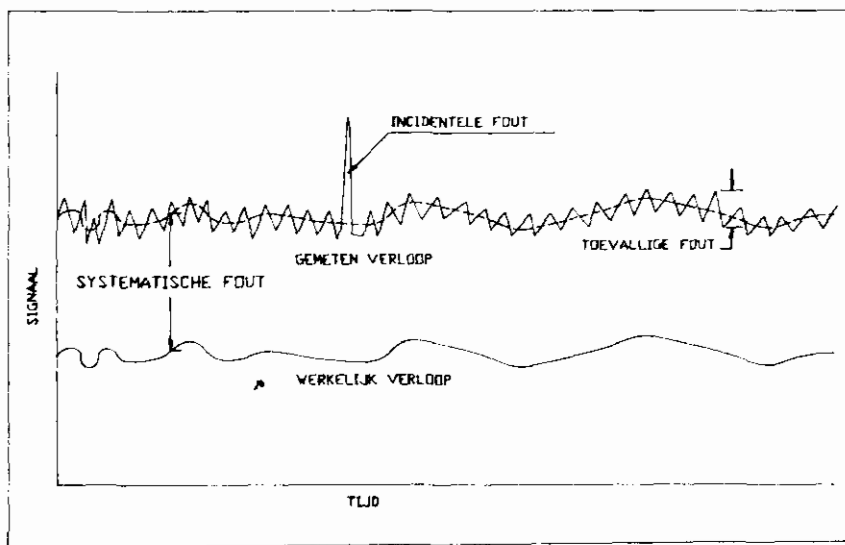


Fig. 2.5 Schematische weergave van de systematische, de incidentele en de toevallige fout.

Voor het bepalen van de grootte van de toevallige afwijking kan gebruik gemaakt worden van de matrix van Tabel 2.1, die eventueel voor andere meetmethoden en apparatuur uitgebreid kan worden. In de matrix kunnen voor verschillende onderdelen van de meting op grond van specificaties van de fabrikant of op grond van berekeningen (zie voorbeeld volgende hoofdstukken) de toevallige afwijkingen worden ingevuld. Deze fouten kunnen samengesteld worden tot één fout door deze statistisch op te tellen.

In de volgende paragrafen zal iets dieper ingegaan worden op het bepalen van de grootte van de totale fout.

2.2.2 Meetinstrument en meetopstelling

De grootte van de fout afhankelijk van het instrument kan goed worden gekwantificeerd voor zover de mechanische defecten buiten beschouwing blijven. Dit geldt zowel voor het handmatig (de peilschaal, het peilklokje) als voor het geautomatiseerd waarnemen.

Voor het aflezen van een peilschaal wordt over het algemeen een nauwkeurigheid aangehouden van 3 mm. Bij geautomatiseerd waarnemen is het bepalen van de fout iets complexer. Om een idee te geven van de grootte van de fout waar rekening mee gehouden moet worden, wordt hier een voorbeeld gegeven.

Voorbeeld.

Het betreft de fouten van een drukopnemer VEGA-type 131 met een meetbereik van 2 m.

De fabrikant geeft bij de drukdoos de volgende fouten op:

- a. lineariteit : ca. 0.1%;
- b. drift: ca. 0.50% van het maximale bereik;
- c. fout ten gevolge van temperatuurschommelingen (ca. + of - 12.5°C):
ca. 0.63%.

De drift zal zich na ca. 3 maanden stabiliseren en na opnieuw instellen op een lagere waarde uitkomen. Er wordt van uitgegaan dat de drift dan de helft bedraagt; dus 0.25% van het maximale meetbereik of 5 mm hetgeen ca. 0.57 van het ingestelde meetbereik (1 m) is.

	Peil Handm.	Peil autom.	Debiet klepstuw autom.	Debiet overlaat autom.	Debiet uit snelheid autom.
METHODE					
Handmatig					
afleesfout	*****				
meetfout	*****				
Automatisch					
AD-omzetting		*****	*****	*****	*****
resolutie		*****	*****	*****	*****
OPNEMERS					
--Peilen					
Vlotters					
meetfout					
diameter vlotter					
diameter vlotterbuis					
temperatuur					
tijd (algengroei)					
Drukdozen					
meetfout		*****	*****	*****	
temperatuur		*****	*****	*****	
drift		*****	*****	*****	
Akoustisch					
meetfout					
.....					
.....					
--Snelheden					
Ottmolen					*****
.....					
.....					
Akoustisch					
.....					
.....					
Elektromagnetisch					
.....					
.....					
Anders					
.....					
.....					
--Hoekverdraaiing					
Potentiometer			*****		
meetfout					
.....					
IJKCURVEN					
Overstorthoogte-debiet			*****		
Potentiaalverschil-debiet					*****
Snelheidsmeting-debiet					*****
Hoekverdraaiing-klepstand				*****	

Tabel 2.1 Foutmatrix voor metingen op waterkwantiteitsgebied

De fout door de wisselende temperatuur is te reduceren door de drukopnemer in het voorjaar (aan het begin van het groeiseizoen) in te regelen. De fluctuatie ten aanzien van de dan heersende temperatuur zal dan niet groter zijn dan ca. + of - 6,25% omdat de drukopnemer min of meer in het grondwater hangt. Voor de onnauwkeurigheid ten gevolge van de temperatuur is daarom de helft of 0,315% aangehouden. Bij elke drukopnemer wordt door de fabriek het verloop van de fout met de temperatuur bijgeleverd. Wanneer dit verloop consistent is en wanneer het systeem dat de gegevens vastlegt programmeerbaar is, is het signaal van de drukopnemer te corrigeren op de temperatuur. De temperatuur moet dan eveneens gemeten worden. De fout ten gevolge van temperatuurswijzigingen is dan helemaal te elimineren. In dit voorbeeld bedraagt de totale fout bij een ingestelde meetbereik van 1 m:

$$DR = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2} = 0,64\% \text{ of } 0,56\%$$

waarin:

DR = totale fout drukopnemer;

a = meetfout van ca. 0,25%;

b = drift van ca. 0,50%;

c = temperatuursinvloed ca. 0,315% of 6% wanneer deze te corrigeren is.

Indien de gegevens 12 bits opgeslagen worden (waarvan 1 voor het teken) bedraagt de totale fout in de peilmeting

$$PE = \sqrt{AD^2 + RE^2 + DR^2} = 0,65\% \text{ of } 0,57\%$$

waarin:

PE = totale fout peilmeting;

AD = fout analog-digitaal omzetting 0,1%;

RE = fout ten gevolge van resolutie 0,6125%;

DR = totale fout drukopnemer 0,64% of 0,56% (indien temperatuursinvloed gecorrigeerd wordt).

Bij een meetbereik van 100 cm betekent dit 6,5 of 5,7 mm.

2.2.3 Wijze van waarnemen

Uit de beschouwing van de tabellen 1 t/m 4 in bijlage 1 mag niet zo maar de conclusie getrokken worden dat door het grotere aantal fontenbronnen bij geautomatiseerd waarnemen de kwaliteit van de gegevens zou afnemen.

Juist omdat de installatie van een vlotter met zorg is ontworpen (vulling well) zijn de waterstanden in principe beter te bepalen.

Daarnaast is het bij een continue registratie vaak goed mogelijk om fouten te corrigeren en het werkelijke verloop te reconstrueren.

Bij de keuze voor handmatige opname of geautomatiseerd meten is de meetdoelstelling van groot belang. Zoals ook uit de voorbeelden in de inleiding is gebleken is de handmatige opname door zijn lagere frequentie lang niet altijd geschikt om een proces goed te beschrijven.

Toch mag ook niet worden gesteld dat de gegevens betrouwbaarder zijn als er automatisch wordt waargenomen. De rol van de waarnemer is in deze heel belangrijk. Het is van belang dat de waarnemer goed is geïnstrueerd en alert is op veranderingen aan of rond de meetlokatie.

Indien veranderingen geconstateerd worden moeten die veranderingen goed gedocumenteerd worden en als zij gevolgen hebben voor de waarnemer moet het ook leiden tot actie. Drijvend materiaal voor een algengroei aan de kruin van de overlaat kan de meting beïnvloeden en moet worden verwijderd.

Daarnaast mag het feit dat geautomatiseerd wordt waargenomen niet leiden tot een conclusie dat de meetopstelling slechts incidenteel wordt gecontroleerd. De grootte van de fout veroorzaakt door de waarnemer kan niet worden gekwantificeerd.

2.2.4 Verwerking en bewerking

Onder verwerken van meetgegevens wordt verstaan het geheel van handelingen waarbij de ruwe meetgegevens worden omgezet, gecontroleerd, gecorrigeerd en uiteindelijk worden vastgesteld en beschikbaar komen voor verdere bewerking. De foutenbronnen zijn voornamelijk van administratieve aard zoals type- en ponsfouten bijvoorbeeld.

Het verwerken van de meetgegevens dient niet te lang na de inwinning te geschieden. En wel om twee redenen. Ten eerste omdat de omstandigheden waaronder gemeten is juist dan nog vers in het geheugen liggen van de waarnemer zodat correcties nog mogelijk zijn. Uit onderzoek bij de Provincie Gelderland (Brinkhof, pers med) is gebleken dat de tijd tussen inzameling en verwerking bij voorkeur korter moet zijn dan 30 dagen. Een tweede reden is dat door de verwerking van de ruwe meetgegevens afwijkingen van de meetopstelling kunnen worden geconstateerd die dan snel kunnen worden hersteld zodat het verlies aan data beperkt blijft.

de fouten die kunnen ontstaan zijn niet te kwantificeren maar wel te controleren. Enkele van de technieken die in het volgende hoofdstuk aan de orde komen zijn gericht op deze controle. Dat het noodzakelijk is om deze technieken toe te passen wordt duidelijk bij de beschrijving van de gegevenssoort/-stroom matrix van figuur 2.5. Hierbij is voor een aantal soorten gegevens de bewerkingen gegeven die moesten worden verricht voordat de gegevens in het bestand werden opgenomen.

soort	stroom	verwerk/ data-acquisitie	data invoer/ kwaliteitscontrole bewerkingen	bestand prijtgegevens **	bestand kaartgegevens	gebruik
grondwater standen		- meetstaten * - tapes	- inklikken - overzetten	inforex papierbestanden	"Dienstverlening" - lokale onderzoeken - stroomsystemen	Dienstverlening - deterministische & statistische technieken
chemische gegevens		- meetstaten *	- inklikken	paperenbestanden inforex		
boorgatmetingen		- met. analoge opname	- met. via digitaal	PCP en uitdroppen t.b.v. meerdere papierbestanden		
geoelectrische metingen		- meetstaten	- inklikken, metingen lokales via digitaal	- papierbestanden - d. kettes		
electromagnetische metingen		- meetstaten	- inklikken, metingen lokales via digitaal	- d. vellen (papierbestanden)		
pompproeven		- digitale opname	- HP - IBM VAX (bewerking)	VAX		

* = uitvoering niet door derden
** = verschillende stadij van bewerking

Figuur 2.5 de gegevenssoort/-stroom matrix van DGV-TNO anno 1986

Deze tabel is samengesteld ten behoeve van de reorganisatie van de behandeling van gegevens bij de Dienst Grondwaterverkenning. Op basis van deze informatie is de verwerking van gegevens drastisch herzien.

Bij het bewerken van gegevens worden de vastgestelde gegevens gebruikt om de waarde te bepalen van andere hydrologische variabelen. Zo kan met een vastgestelde reeks waterhoogten m.b.v. een Q-h-relatie het verloop van de afvoer in de tijd worden bepaald. Andere voorbeelden van bewerkte gegevens

zijn de Penman-verdampingsgegevens en de golfspectragegegevens die de eigenschappen van de golven op de Noordzee weergeven.

De foutenbronnen bij het bewerken van gegevens zijn voornamelijk methodisch van aard. Hierbij moet gedacht worden aan het gebruik van verkeerde Q-h-relaties of het ongesignaleerd verdrinken van overlaten of een stroombedverlegging waardoor niet meer alle afvoer uit het stroomgebied wordt gemeten.

2.3 Waterkwaliteitsgegevens

2.3.1 Inleiding

De problematiek rond automatisch ingewonnen waterkwaliteitsgegevens is vergelijkbaar met die van automatisch ingewonnen waterkwantiteitsgegevens. Het accent ligt daarbij op de instelling en werking van het instrument. Bij manueel ingewonnen waterkwaliteitsgegevens is de problematiek weer geheel anders van aard omdat de meetwaarde (het analyseresultaat) het resultaat is van een groot aantal menselijke handelingen. Van invloed op de resultaten zijn bijvoorbeeld de manier van monsterneming, de monsterbehandeling, de toegepaste analyse-technieken en het soort parameter.

De uitvoering van het meetprogramma is een aaneenschakeling van stappen, die globaal zijn onder te verdelen in:

- meetvoorbereiding;
- monsternamen, conservering en transport;
- voorbehandeling, analyse en kwantificering.

Beoordeling, bewaking en verbetering van de kwaliteit van de uitvoering vereist inzicht in de mogelijke foutenbronnen vanaf de meetvoorbereiding tot en met de opslag in het bestand. Tabel 2.2 op de volgende pagina geeft een overzicht van mogelijke foutenbronnen tijdens de uitvoering van het meetprogramma.

2.3.2 Meetvoorbereiding

De bemonsteringsmethode hangt af van de te onderzoeken variabele en van het milieucompartiment waarin bemonsterd wordt. Veel aandacht moet daarom geschonken worden aan het selecteren van de juiste bemonsteringsmethode voor iedere variabele, inclusief behandelingswijze en transport.

2.3.3 Monsterneming, conservering en transport

Beoordeling van hetgeen geschiedt tijdens de monsterneming en tijdens het transport naar het laboratorium is veelal erg moeilijk. Inzicht in systematische of toevallige en incidentele fouten is daardoor dan slecht te verkrijgen. In dit verband is instructie van de bemonsteraar belangrijk, zodat deze weet waarvoor hij bezig is en daardoor kan inspelen op (of verwachten) lokale omstandigheden. In deze fase kan namelijk alleen hij de kwaliteit

Tabel 2.2 Overzicht van mogelijke foutenbronnen tijdens de uitvoering van het meetprogramma

<u>Handeling</u>	<u>Foutenbron</u>
gereed maken	- bemonsteringsapparatuur besmet
bemonsterings- materiaal	- foute verpakking, conservering of foute etiketten
uitvoeren	- situatie bemonsteringslokatie gewijzigd
bemonstering	- verkeerde of vervuilde bemonsteringsapparatuur of materiaal - niet opvolgen bemonsteringsinstructie - onduidelijkheid t.b.v. mengmonster of steekmonster - foute conservering in het veld - foute invulling meetformulieren en etiketten - storende, lokale omstandigheden - bemonsteringsmethode niet haalbaar
transport naar	- verkeerde conservering - geen koeling
laboratorium	- in licht plaatsen - te lange tijd onderweg naar laboratorium - niet volgens voorschrift handelen
verspreiding en opslag in laboratorium	- monster komen op verkeerd laboratorium - niet in koeling plaatsen - te veel licht

Tabel 2.2 Overzicht van mogelijke foutenbronnen tijdens de uitvoering van het meetprogramma (vervolg)

<u>Handeling</u>	<u>Foutenbron</u>
voorbehandeling	- fouten bij verdunning en concentratie - verkeerde chemicaliën - verwisseling van monsters - instelling apparatuur en ijkwaarden - vervuild glaswerk, filters en chemicaliën - analyse methode
kwantificering	- afleesfouten
analyseresultaat	- berekeningsfouten en afrondingsfouten - schrijffouten
opslag in bestand	- ponsfouten

beoordelen en bewaken. Daarbij is essentieel dat vooraf de invloed van de onderstaande stappen op de uiteindelijke kwaliteit van de analyseresultaten wordt onderkend, c.q. dat informatie hierover bekend moet zijn.

Bemonstering

Bij de bemonstering kunnen bijvoorbeeld voor grondwater, de volgende foutenbronnen worden onderscheiden:

- de monsternameprocedure voor de (éénmalige) bemonstering van (grond-) water is verre van uniform (soort pomp, doorspoeling, filters, gebruik filtreerapparatuur, schoonmaakprocedures, etc.);
- het materiaal van bemonsteringsslangen kan van invloed zijn op de grondwatersamenstelling. Ook de frequentie van het verwisselen van slangen is van belang;
- de kwaliteit van het grondwatermonster kan worden beïnvloed door het materiaal van het (oude) filter (bv. hout, koper, rvs, PVC, e.d.);
- ook het materiaal van een filterkous kan mogelijk van invloed zijn op de samenstelling van een monster;
- met betrekking tot de bemonstering van lange putfilters is de werkwijze verre van uniform (mengmonsters);
- in het veld kan contaminatie van monsters optreden (bv. het contact van watermonsters met uitlaatgassen van een pomp, het contact van watermonsters met het pomphuis, enz.);

boorsysteem (alleen bij grondwater)

Afhankelijk van het toegepaste boorsysteem moet aandacht worden besteed aan de volgende aspecten:

- het al dan niet toepassen van werkwater bij pulsboringen en, zo ja, de hoeveelheid ervan. Dit kan van grote invloed zijn op de latere monstername. Een probleem vormt het, afhankelijk van de bodemopbouw en de boordiepte, verantwoord terugpompen van dit werkwater. Dit probleem speelt behalve bij pulsboringen tevens bij spuit-, zuig-, kern- en rotary-lift-boringen;
- het al dan niet aanbrengen van filteromstorting alsmede de kwaliteit van de omstorting. In (homogene) zandpakketten kan namelijk direct een peilfilter ($\emptyset$ 25 mm) worden geplaatst zonder omstorting;
- het afdichten van het boorgat ter plaatse van doorboorde, slecht doorlatende bodemlagen met bentoniet/zwakleï. Een knelpunt is hoe en waar afdichtingen worden aangebracht nabij peilfilters: boven en/of onder het filter (ook daar waar 1 filter staat). Om dit te ondervangen is een normblad in ontwikkeling voor het plaatsen van peilputten. Daarin wordt ondermeer ingegaan op het afdichten van boorgaten;
- de keuzecriteria voor een boorsysteem zijn niet uniform, zodat mogelijk toepassing van verschillende boorsystemen aanleiding kan geven tot andere onderzoekresultaten (bv. het uitvoeren van een steekboring of een spuitboring).

Monsterverpakkingsmateriaal

De invloed van het monsterverpakkingsmateriaal (glas-, pvc-, polyetheentiles) en het type sluitdop op de samenstelling van een monster en de bewaarduur ervan is niet voor alle in gebruik zijnde stoffen onderzocht. Ook het al dan niet anaerobe verpakken van monsters kan van groot belang zijn.

Behandeling en conservering in het veld.

Aan de orde zijn: filtratie, extractie, toevoeging van loog/zuur, temperatuur, aerobe of anaerobe. De knelpunten zijn hierbij vel. stofgericht.

Bij het inschrijven van het monster op het laboratorium worden een aantal criteria gehanteerd voor het niet accepteren van het monster:

- onaanvaardbaar of verkeerd verpakkingsmateriaal;

- té lange tijd onderweg naar laboratorium;
- foutieve conservering.

Eenduidige voorschriften hieromtrent zijn echter niet voorhanden. De knelpunten zijn nl. grotendeels stofgericht. Dit geldt bijv. ook voor de bemonstering. Wat voor de ene groep stoffen wel een knelpunt is, is dat voor een andere groep niet (Tabel 2.3)

Tabel 2.3 Stofafhankelijke knelpunten bij bemonstering en analyse van (grond)water

stap	zware metalen	anorganische verbindingen	vluchtige organische verbindingen	fenolen	para's	zwaardere organ. verbindingen (N, P, Cl etc.)
1. Bemonstering	contaminatie pomphuis		vluchtigheid			
2. Monstersverpakking	materiaal-effecten	materiaaleffect	vluchtigheid	materiaaleffect	materiaaleffect	materiaaleffect
3. Behandeling en conservering in het veld	kwikvervluchtiging	optimale behandeling per stof	vluchtigheid	optimale behandeling per stof	adsorptie aan fleswand optimale behandeling per stof	optimale behandeling per stof
4. Transport			vluchtigheid			
5. Behandeling en conservering op het lab.	-co-precipitatie met ijzer -kwikvervluchtiging	optimale behandeling	optimale behandeling	optimale behandeling	optimale behandeling	optimale behandeling
6. Nemen analysemonster			vluchtigheid			
7. Voorbewerking	filtratie	CN-ion niet mogelijk	extractie-verliezen		invloed filtratie	- clean-up problemen PCN's
8. Analyse		-storingen bij NO ₃ - -CN-analyse-problemen		invloed veen		- pH-beïnvloeding EOCL-analyse
9. Kwantificering						- EOCL-valspostieven

Met betrekking tot de hiervoor genoemde bemonsteringsstappen kunnen een groot aantal knelpunten - en daardoor ook fouten - optreden. In Tabel 2.2 is een overzicht gegeven van de meest voorkomende foutenbronnen. Een ander punt is dat de knelpunten deels stofgericht zijn, hetgeen betekent dat deze per stof wisselen. Ook kunnen binnen één deelstap, bijv. tijdens de bemonstering voor de ene groep van stoffen geen knelpunten aanwezig zijn en voor een andere groep van stoffen juist wel. Een globale beoordeling op technische gronden van bemonsterings- en analysemethoden voor alle groepen van stoffen in met name grondwater, wordt in bijlage 2 in tabelvorm gegeven.

2.3.4 Voorbehandeling, analyse en kwantificering

Deze voorbehandeling betreft onder meer filtratie, extractie en de toevoeging van loog/zuur. Principes zijn hierbij voornamelijk stofgericht. Ook hierbij moet men alert zijn op contaminatie.

Bij het nemen van een representatief analysemonster zijn de problemen met name de wijze waarop wordt omgegaan met een drijf laag (olie), het bezinksel en met adsorptie aan de glaswand. Deze aspecten zijn uiteraard van wezenlijk belang voor het analyseresultaat.

Bij de analyse zelf heeft men te maken met mogelijke matrixeffecten, slechte of verkeerde instrumentinstelling, fouten in verdunning, beperkingen van de analysemethode plus afleesfouten en berekeningsfouten.

Naast bovengenoemde min of meer technische problemen heeft men ook te maken met organisatorische en procedurele problemen. Zo kunnen monsters zoek raken of worden verwisseld of komen monsters op een verkeerd laboratorium aan en blijven daar te lang staan.

Ten aanzien van de foutenbronnen bij verwerking en bewerking geldt in grote lijnen hetzelfde voor waterkwaliteitsgegevens als bij waterkwantiteitsgegevens (paragraaf 2.2.4).

2.3.5 Voorschriften en richtlijnen bij VKOM en DBW/RIZA

Uit de vorige paragrafen is duidelijk geworden dat het vastleggen van procedures en het geven van richtlijnen, van essentieel belang is voor de kwaliteit van de uitvoering van het meetprogramma. Een voorbeeld hiervan is de door VKOM uitgegeven "Voorlopige praktijkrichtlijnen (VPR's) bemonstering en analyse" voor vooral grondwater bemonstering en analyse, zie bijlage 2. Bij de Dienst Binnenwateren/RIZA (DBW/RIZA) hanteert men gelijksoortige voorschriften, zoals te zien is in het "Besluit kwaliteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewater", voor de analyse van oppervlaktewatermonsters, zie bijlage 3. Richtlijnen voor de bemonstering zijn deels in voorbereiding, terwijl ook voor nieuwe probleemstoffen analysemethoden worden gestandaardiseerd.

De kwaliteitsbeoordeling en -bewaking binnen de laboratoria is nauwgezet. In het algemeen is er sprake van zogenaamde "good laboratory practice", maar

sluitende voorschriften/procedures e.d. hiervoor zijn deels nog in een ontwikkelingsstadium. Het personeel dient zich bewust te zijn van kwaliteitsbewaking.

De gegevens van het manuele waterkwaliteitsonderzoek worden bij DBW/RIZA momenteel opgeslagen zonder verdere kwaliteitsinformatie. Het feit dat een gegeven beschikbaar is gesteld voor gebruik, is op zich natuurlijk wel al een kwaliteitskenmerk, in dit geval zonder informatie over de kwaliteit van de gegevens zelf. De informatievoorziening met betrekking tot wijzigingen in bemonsterings- en analysemethoden is niet geheel en al geformaliseerd. Het wel of niet aanpassen van oude waarden is evenmin geregeld.

Op dit moment wordt bij DBW/RIZA gewerkt aan de invoering van het zogenaamde LABINFOS-systeem, dat onder meer bedoeld is voor de bewaking van de voortgang en planning binnen de laboratoria. Fouten als gevolg van verkeerd invullen en overschrijven en fouten als gevolg van vertraging door tijdelijk zoek raken, zullen daardoor tot een minimum worden beperkt. Daarnaast wordt kwaliteitsinformatie opgeslagen in de vorm van:

- de geldende analyse voorschriften (NEN-normen);
- gebruikte rekenregels;
- informatie over ijkcontrole en referentiemonster;
- informatie over veranderingen in analysemethode (ook over langere periode).

Ook is het mogelijk meerdere statussen aan de kwaliteit van het gegeven toe te kennen in de vorm van bv. heel zeker, redelijk zeker of twijfelachtig. Statustoekenning vindt vooral plaats op grond van vergelijk met historische waarden en vergelijk met omliggende meetpunten e.d. Het analyseresultaat is goed of niet goed. Deze kwaliteitsinformatie is niet direct toegankelijk voor de gebruiker, maar is vooral bedoeld voor kwaliteitsbewaking op de laboratoria. De kwaliteitsinformatie wordt in aparte bestanden opgeslagen, los van de gegevensbestanden. Naast bovengenoemde informatie, zullen in de toekomst ook de resultaten van ringonderzoek worden opgeslagen.

2.4. Synthese

In de voorgaande paragrafen zijn de foutenbronnen behandeld bij waterkwaliteits- en waterkwaliteitsgegevens. In deze paragraaf is de vraag aan de orde wat de kenmerken zijn van de verschillende foutenbronnen voor de

verschillende hydrologische variabelen. Hierbij kan het volgende onderscheid worden gemaakt:

- a. de handmatig waargenomen waterkwantiteitsgegevens;
- b. de automatische geregistreerde waterkwantiteitsgegevens;
- c. de handmatig waargenomen waterkwaliteitsgegevens;
- d. de automatisch geregistreerde waterkwaliteitsgegevens.

Ad a. Naar de mening van de werkgroep is de verwerking van de gegevens de belangrijkste foutenbron bij de handmatig waargenomen waterkwantiteitsgegevens. In volgorde van grootte direct gevolgd door de incidentele menselijke fout als foutenbron. Beide foutenbronnen geven in enkele gevallen aanleiding tot fouten die moeilijk zijn te detecteren. Systematische fouten die in deze klasse van gegevens gemaakt kunnen worden zijn niet onbelangrijk maar kunnen over het algemeen op eenvoudige wijze worden gedetecteerd en gecorrigeerd bij de verwerking van de gegevens. De toevallige afwijking is qua grootte verwaarloosbaar klein in vergelijking met de overige fouten.

Ad b. Voor de automatisch geregistreerde waterkwantiteitsgegevens zijn de incidentele fouten het meest van belang. Daaraan kan worden toegevoegd dat dit soort fouten over het algemeen door de beschikbaarheid van een veel groter aantal waarnemingen gemakkelijker kan worden gedetecteerd en gecorrigeerd in vergelijking met de handmatig waargenomen waterkwantiteitsgegevens. Een uitzondering hierop vormt de klasse van incidentele fouten die verband houden met het functioneren van het instrument. Men denke aan stroomuitval en andere storingen aan het instrument.

Ad c. Kenmerkend voor manueel ingewonnen (grond-)waterkwaliteitsgegevens is dat een groot aantal handelingen wordt verricht, voordat een gegeven beschikbaar is voor opslag. Daarom zijn voorschriften en procedures nodig om vooral incidentele en systematische menselijke fouten te beperken. Voorschriften en procedures zijn in de laboratoria het verst uitgewerkt en ingevoerd.

De knelpunten zijn echter sterk afgebonden. Voor bepaalde microverontreinigingen ligt het probleem (nog) bij de analysemethode.

Ad d. Vanzelfsprekend liggen de problemen bij automatisch ingewonnen kwaliteitsgegevens bij de werking van het instrument. Vooral de ijking is een kritisch onderdeel met daarnaast incidentele storingen van het instrument.

HOOFDSTUK 3 KWALITEITSBEHEERSING

3.1

Inleiding

Kwaliteit van gegevens is algemeen te definiëren als het totaal van kenmerken en eigenschappen die maken dat de gegevens voldoen aan een gestelde behoefte aan informatie. In dit kader is "gestelde behoefte" te vertalen als "de mate waarin het beschouwde verschijnsel aan de hand van gegevens wordt gekend". Onder kwaliteit wordt hier verstaan de mate van overeenkomst tussen eindprodukt en het beoogde produkt. Het beoogde eindprodukt - en dus ook de kwaliteit - is gebonden aan doelstellingen. Het begrip kwaliteit is van toepassing op het totale meetnet, maar ook op de afzonderlijke onderdelen ervan, die ieder een eigen, afgeleide doelstelling kunnen hebben. Kwaliteit is een dynamisch begrip. Wat nu kwalitatief goed is, kan straks van mindere kwaliteit zijn door gewijzigde doelstellingen. Doelstellingen kunnen zich wijzigen door technische ontwikkelingen of door veranderingen in beleid of beheer (integraal waterbeheer, probleemstoffen, scherpere normen). Kwaliteitsbewaking noodzaakt dan tot aanpassing en vernieuwingen. Het kwaliteitsaspect is onderdeel van de efficiency van het meetnet, hieronder wordt verstaan het met minimale inspanning en binnen gegeven randvoorwaarden verkrijgen van een zo hoog mogelijke kwaliteit. De randvoorwaarden worden daarbij ingegeven door capaciteitsbeperkingen (logistiek, financieel, technisch).

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de mogelijkheden om deze kwaliteit vast te stellen en te beheersen. Na een algemene inleiding over deze "kwaliteitsbeheersing" wordt ingegaan op de mogelijkheden en stand van zaken ten aanzien van kwaliteitscontroletechnieken, als onderdelen van de kwaliteitsbeheersing. Vervolgens wordt ingegaan op de mogelijkheid en wenselijkheid om over kwaliteit en de daaraan verbonden bruikbaarheid en representativiteit op een systematische wijze informatie te verschaffen.

Het begrip "kwaliteitsbeheersing" is als volgt te definiëren: kwaliteitsbeheersing is een gepland systeem van activiteiten, ondernomen door de gegevensbeherende instelling met het doel om de kwaliteit van gegevens vast te stellen, op een gewenst niveau te brengen en te houden.

Kwaliteitsbeheersing omvat meer dan kwaliteitscontrole alleen. In figuur 3.1 is de kwaliteitsbeheersing schematisch als een proces weergegeven: door middel van vastlegging van procedures, afspraken, en richtlijnen en een analyse van alle foutenbronnen wordt de kwaliteitsomgeving vastgesteld. Het onderdeel van de kwaliteitsomgeving is de kwaliteitsdoelstelling waarin

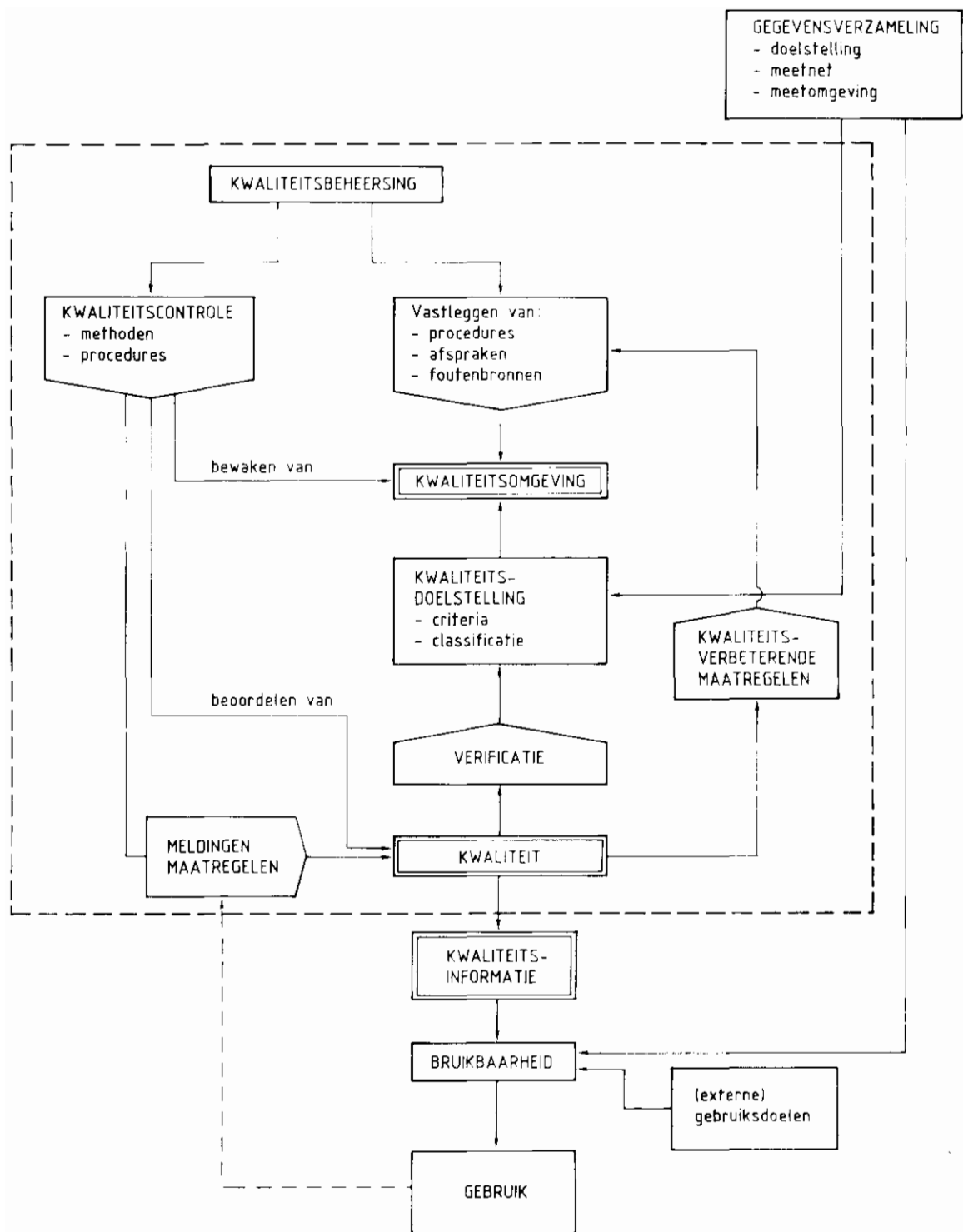
- in het ideale geval - criteria zijn vastgelegd voor wat betreft de gewenste kwaliteit van de gegevens. Deze kwaliteitsdoelstelling is sterk afhankelijk van de doelstellingen van de meetverzameling als zodanig. De kwaliteit zelf is de actuele kwantiteitsstatus van de gegevens, waarover informatie wordt verschaft naar de gebruikers in de vorm van kwaliteitsinformatie. In het ideale geval wordt de actuele kwaliteit geverifieerd aan de kwaliteitsdoelstelling.

De kwaliteit maar ook de kwaliteitsomgeving, wordt beoordeeld en bewaakt door het uitvoeren van kwaliteitscontrole. Op basis hiervan is het vaak mogelijk om maatregelen te nemen om fouten te herstellen of om melding te doen van de vermeende oorzaken. Via een regelmatige evaluatie van de kwaliteit en de opgetreden fouten worden kwaliteitsverbeterende maatregelen genomen welke veelal een aanpassing betekenen van de kwaliteitsomgeving of de meetomgeving.

Kwaliteitsinformatie is vooral gericht op een verhoging van de bruikbaarheid. Althans is het mogelijk om de bruikbaarheid, ook voor andere dan de oorspronkelijke meetdoelstelling beter te beoordelen. Tenslotte wordt er in de figuur op gewezen dat ook uit het gebruik zelf kwaliteitsgebreken naar voren kunnen komen. Het verkrijgen van informatie hierover is een onderdeel van de kwaliteitsbeheersing. In het onderstaande worden enkele van de begrippen nader uitgewerkt.

Kwaliteitsomgeving

Het begrip kwaliteitsomgeving omvat de vastlegging van alle procedures, afspraken en richtlijnen die verband houden met de kwaliteit van het meten en de verdere verwerking en bewerking van de gegevens, inclusief het onderkennen en de vastlegging van de verschillende foutenbronnen.



Figuur 3.1 Activiteiten en relaties tussen activiteiten binnen kwaliteits-beheersing

Voorbeelden hiervan zijn: "Good Laboratory Practice", Voorlopige praktijkrichtlijnen van VPOM, Kwaliteitshandboek, Werkbeschrijving gegevensstroom (Dienst Getijdewateren), Organisatieschema primair grondwatermeetnet (DGV-INO) en richtlijnen voor het verwerken van waterhuishoudkundige gegevens (RIJP).

Kwaliteitscontrole

Onder kwaliteitscontrole wordt verstaan het geheel van activiteiten om de kwaliteit in concreto te onderzoeken en afwijkingen te signaleren. De kwaliteitscontrole betreft zowel de meetopstelling, de apparatuur als ook de meting, de gegevens zelf en de hele verdere verwerkingsprocedure. Kwaliteitscontrole kan zowel preventief zijn als achteraf plaatsvinden. Controle van de meetopstelling en apparatuur (= onderhoud, ijking) kan bijvoorbeeld jaarlijks (preventief) plaatsvinden of pas na signalering van problemen. Bij de bepaling van de intensiteit van de controles speelt kostenafweging uiteraard een rol. Mogelijkheden voor dergelijke kwaliteitscontrole is in 3.3 verder uitgewerkt.

Kwaliteitsverbeterende maatregelen

Bij melding en maatregelen en verdere kwaliteitsverbeterende maatregelen moet in de eerste plaats worden vastgesteld of er werkelijk sprake is van een kwaliteitsprobleem (fout) en waar de oorzaak van de fout is gelegen (meetopstelling, meetfout, verwerkingsfout, etc.). Voorkomen moet worden dat een in werkelijkheid opgetreden, en dus correct geregistreerd, extreem als "fout" wordt verworpen.

Vervolgens moet actie worden ondernomen in de richting van de oorzaak (bv. controle en reparatie meetopstelling) en in de richting van de gegevens (correctie, verwerping, aanvullen ontbrekende gegevens).

Bij structureel optreden van kwaliteitsproblemen kan worden besloten om procedures (de kwaliteitsomgeving) aan te passen (bv. wijziging analyse-methode, algehele vervanging apparatuur, herorganisatie van administratieve procedures). Dit is op zich zelf al een reden om het verloop van de kwaliteitscontrole goed te volgen en te registreren. Ook kan het zijn dat de doelstellingen van de meetverzameling geleidelijk zijn gewijzigd zodat de kwaliteit niet meer voldoet.

Kwaliteitsinformatie

Van zeer groot belang voor de kwaliteitsbeheersing, maar ook voor de bruikbaarheid van de informatie, is de vastlegging van kwaliteitsinformatie. Deze informatie betreft in de eerste plaats de normale kwaliteit van de gegevens (standaardnauwkeurigheid in relatie tot de nauwkeurigheid van de meting en de toegepaste bewerkingsmethoden) en relevante informatie uit de kwaliteitscontrole: welke controles zijn uitgevoerd, aangebrachte correcties, opgetreden extremen, etc. Naast informatie, specifiek over de kwaliteit van de gegevens is voor de gebruiker ook algemene informatie over het meetpunt, de gebruikte apparatuur en de oorspronkelijke meetdoelstelling van belang. Dergelijke informatie wordt ook gerekend onder het begrip kwaliteitsinformatie. Mogelijkheden van kwaliteitsinformatie zijn verder uitgewerkt in 3.4.

3.3 Kwaliteitscontrole

Voor een overzicht van methoden en technieken voor kwaliteitscontrole zijn verschillende indelingen mogelijk. De onderstaande indeling is gericht op het gecontroleerde object:

- a. Procedures en organisatie van de totale gegevensverwerking.
- b. De mensen die betrokken zijn bij de gegevensverwerking.
- c. De meetopstelling en apparatuur.
- d. De methoden van gegevensbewerking.
- e. De gegevens (zowel basis- als bewerkte gegevens).
- f. De kwaliteitsomgeving zelf.

ad a. Procedures en organisatie

De procedures en de daarbij behorende organisatie moeten goed bekend, en vooral goed vastgelegd zijn. Gecontroleerd kan worden of de procedures (nog steeds) goed functioneren. Waar nodig moeten ze tussentijds worden bijgesteld. Deze controle is mogelijk door systematisch, op basis van compilatie van kwaliteitscontroleresultaten de vraag te stellen welke fouten relatief veel voorkomen en in welke mate hierin verbetering kan worden gebracht door verandering van procedures of de organisatie. Methoden voor kwaliteitszorg worden met name in de industrie steeds vaker toegepast. De resultaten worden vastgelegd in een zogenaamde "kwaliteitshandboek". Deze methoden lenen zich ook bijzonder goed voor grotere gegevensverwerkende organisaties.

De procedures moeten worden vergeleken en, zo mogelijk, voldoen aan bestaande richtlijnen, b.v. de richtlijnen voor "Good Laboratory Practice". Procedures of deelprocedures kunnen worden gelijk, b.v. door uitvoering van een duplo-procedure en ringenderzoeken of, in de negatieve vorm, door bewuste invoering van een foutief gegeven.

ad b. personeel

Bij handmatig waargenomen gegevens zijn fouten voor een belangrijk deel van menselijke aard, voor een deel als gevolg van onzorgvuldigheid maar ook door onvoldoende kennis. Het is van belang dat relevante zaken die mogelijk van invloed kunnen zijn op de kwaliteit in een zo vroeg mogelijk stadium worden geconstateerd en gesignaleerd. In de meetfase kan alleen de waarnemer de kwaliteit beoordelen.

Om te controleren in hoeverre de betrokkenen voldoende kennis hebben om hun taak adequaat te (blijven) verrichten bestaan de volgende mogelijkheden:

- instructie van waarnemer/betenoteraar zodat hij weet waarvoor en waarmee hij bezig is en daardoor kan inspelen op onverwachte lokale omstandigheden;
- passende opleiding in het betreffende vakgebied;
- motivatieverbetering door het geven van informatie, of het eindresultaat van de metingen, of het gebruik van de gegevens;
- bewustmaking omtrent het nut en de noodzaak van kwaliteitsbezuiging.

De onderkenning van het verstoppert van een filter van een grondwaterbuis moet leiden tot maatregelen om het filter schoon te maken maar het is van belang voor de analyse van de reeks grondwaterstand in een latere fase van belang dat de datum van de constatering en van het schoonmaken bekend zijn. Eenzelfde voorbeeld is het verwijderen van drijvend materiaal voor de kruin van een overlaat.

ad c. Meetopstelling en apparatuur

Ijking van apparatuur en meetopstelling in het veld en in het laboratorium. In theorie is ijking slechts mogelijk als de reguliere meetnauwkeurigheid van de opstelling bekend is. Meer en meer is het noodzakelijk geworden om ook de gebruikte computers, de programmatuur en data-communicatiemiddelen te controleren op hun juiste werking.

Controle van apparatuur en meetopstelling kan op verschillende tijdstippen plaatsvinden:

- bij de installatie (testen, ijken);
- op basis van gevonden fouten in de gegevens (ad hoc-onderhoud en her-ijking);
- op regelmatige basis (preventief onderhoud en her-ijking).

Regelmatig preventief onderhoud en ijking genieten in principe de voorkeur.

Als ten gevolge van werkzaamheden benedenstrooms van een overlaat de waterstand tijdelijk of definitief wordt verhoogd kan dat invloed hebben op de Q-h-relatie van de overlaat en moet daarom worden geconstateerd. Sommige diensten hebben voor de inspectie routineformulieren ontworpen die bij elke controle worden ingevuld. In figuur 2.2 is een voorbeeld gegeven van het formulier dat bij de Provincie Gelderland wordt gebruikt bij de meetoverlaten. Figuur 2.3 is een voorbeeld van het formulier dat bij de Dienst Grondwaterverkenning in gebruik is.

CODE: *410-Box-076* PROVINCIE GELDERLAND DIENST WATERBEHEER

STROOMGEBIED <i>Berkel</i>	INSTRUMENT <i>F1P</i>
MEETPUNT <i>Jonkerbrug</i>	SOORT WAARNEMING
PEILSCHAAL NR <i>0 meter 0,05 ft met</i>	PONSIINTERVAL <i>15 min</i>
EERSTE PONSING	
DATUM <i>2-5-88</i> TIJD <i>14:00 uur</i>	LAATSTE PONSING
DATUM <i>11-5-88</i> TIJD <i>13:00 u</i>	

DATUM	TIJD		STAND				OVERSTORT HOOGTE	NABAND c.q. TELLERSTAND	OPMERKINGEN
	WOLGSE	INSTRUMENT	VAST P.S.	HULP P.S.	INSTRUMENT	KLEP			
<i>2/5</i>	<i>14:00</i>	<i>14:00</i>	<i>1233</i>		<i>094</i>	<i>1231</i>		<i>372</i>	<i>✓</i>
<i>4/5</i>	<i>12:30</i>	<i>13:00</i>	<i>1200</i>		<i>094</i>	<i>1226</i>		<i>370</i>	<i>✓</i>
<i>9/5</i>	<i>14:15</i>	<i>14:15</i>	<i>1250</i>		<i>093</i>	<i>1226</i>		<i>365</i>	
<i>17/5</i>	<i>13:45</i>	<i>13:45</i>	<i>1246</i>		<i>091</i>	<i>1244</i>		<i>357</i>	
<i>20/5</i>	<i>14:00</i>	<i>14:00</i>	<i>1173</i>		<i>090</i>	<i>1173</i>		<i>351</i>	
<i>21/5</i>	<i>12:35</i>	<i>12:35</i>	<i>1150</i>		<i>091</i>	<i>1156</i>	<i>70</i>	<i>330</i>	
<i>21/5</i>	<i>12:30</i>	<i>13:30</i>	<i>1146</i>		<i>091</i>	<i>1116</i>		<i>322</i>	<i>✓</i>
<i>27/4</i>	<i>12:30</i>	<i>12:30</i>	<i>1100</i>		<i>077</i>	<i>1100</i>	<i>35</i>	<i>316</i>	
<i>4/5</i>	<i>13:00</i>	<i>13:00</i>	<i>1114</i>		<i>077</i>	<i>1114</i>	<i>40</i>	<i>302</i>	

Figuur 2.2 Inspectieformulier zoals in gebruik bij Provincie Gelderland

ad d. Bewerkingsmethoden

bewerking geschiedt met methoden waarmee van basisgegevens een nieuwe set van (bewerkte) gegevens wordt samengesteld, en vervolgens in het bestand worden opgeslagen. Voorbeelden zijn: berekende afvoeren uit waterhoogtes, uitdunning of aanvulling van meetreeksen, omzetting van elektrisch geleidingsvermogen naar dichtheid of chloridegehalte, bepaling van de Penman-verdamping. Feitelijk is ook de laboratorium-analyse op een watermonster te beschouwen als een bewerking.

Een kenmerk van dergelijke bewerkingsmethoden is dat ze in verschillende mate gebaseerd zijn op methodische vooronderstellingen en modellering.

Ook bij het verdere gebruik van de gegevens is er doorgaans sprake van "gegevensbewerking". Vaak zal er dan sprake zijn van een dosis subjectiviteit, zodanig dat de bewerking alleen verantwoord is voor die specifieke toepassing. De resulterende bewerkte gegevens kunnen dan niet zonder meer in het gegevensbestand worden opgeslagen.

Voorbeelden zijn de bepaling van C-waarden, drainage weerstanden, of (meer algemeen) ruimtelijke karteringen. Overigens kan opslag en beschikbaarstelling van dergelijke bewerkte informatie wel degelijk zinvol zijn.

Het is dus van belang om onderscheid te maken naar bewerking in de sfeer van het gebruik en reguliere, gedefinieerde bewerking binnen het informatiesysteem, waarbij het van bijzonder belang is om de kwaliteit van het bewerkte gegeven te kunnen beheersen. Daarbij is het minstens nodig om de bewerkingsmethode en de bijbehorende vooronderstellingen, en de nauwkeurigheid vast te leggen. Iking is in sommige gevallen mogelijk, bv. door berekende afvoeren te vergelijken met gemeten afvoeren, of in het geval van verdamping vergelijking met lysimetergegevens.

ad e. Gegevens

De verkregen set van basisgegevens (na meting en verwerking) en bewerkte gegevens (na bewerking) kunnen door verschillende oorzaken fouten bevatten. Verschillende foutenbronnen zijn genoemd in de tabellen in bijlage 1. Er is sprake van een foutief gegeven als er,

buiten de normale meetnauwkeurigheid een verschil bestaat tussen het gegeven en de werkelijk opgetreden waarde van het bemeten verschijnsel. Deze fout kan zowel incidenteel of systematisch van aard zijn. Bij deze definitie moet op voorhand worden onderkend dat het onmogelijk is om elke fout via kwaliteitscontrole te achterhalen en te corrigeren. Bovendien kan er ook sprake zijn van een bijzondere waarde die wel degelijk in de werkelijkheid is opgetreden, bv. een tijdelijk zeer lage waterstand. In dat geval moet worden gesproken van een extreem in plaats van een fout. Er is sprake van een fout bijvoorbeeld in het geval van onjuist werkende apparatuur of vergissingen bij de verwerking, zoals bv. een typefout. Het vervolgens "bewerken" van de basisgegevens, zoals het berekenen van afvoeren, is vaak onderhevig aan methodische vooronderstellingen of aan (subjectieve) interpretatie. Hierdoor ontstaat een additionele interpretatie fout, die sterk afhankelijk is van de nauwkeurigheid van de toegepaste methode. De technieken die geschikt zijn om dergelijke fouten op te sporen zijn opgenomen in bijlage 4.

ad f. Kwaliteitsomgeving

Controle van de kwaliteitsomgeving is eigenlijk een specifiek onderdeel van ad a. (procedures en organisatie), gericht op flexibiliteit van alle normen en procedures die verband houden met de gegevenskwaliteit.

Controle en aanpassing van de kwaliteitsomgeving kan worden uitgevoerd op basis van een regelmatige evaluatie van de kwaliteit, veelvuldig optredende kwaliteitsproblemen en foutenbronnen en eventuele herziening vanwege veranderende oorspronkelijke bedoelingen van de meetverzameling.

Voorbeeld.

een instantie kan overgaan op het gebruik van zelf-registrerende meetapparatuur, omdat er een groeiende behoefte is ontstaan aan frequent gemeten gegevens of omdat gebleken is dat er bij de bestaande meetmethode teveel fouten gemaakt worden bij de handmatige verwerking of omdat de kosten voor deze verwerking te hoog zijn geworden.

Om de bruikbaarheid te kunnen beoordelen moet kwaliteitsinformatie beschikbaar zijn. De kwaliteit van gegevens behoort in de eerste plaats te zijn afgestemd op de doelstelling van de gegevensverzameling (meetnet, frequentie). De bruikbaarheid voor andere doelen is daarmee niet vanzelfsprekend gegarandeerd. Ook voor het beoordelen van deze externe bruikbaarheid is kwaliteitsinformatie van wezenlijk belang. Onderscheid kan worden gemaakt tussen informatie welke specifiek betrekking heeft op de kwaliteitsstatus van de gegevens (3.4.1) en overige omstandigheden die van belang zijn voor de representativiteit van de gegevens, en daarmee voor de bruikbaarheid (3.4.2).

3.4.1

Informatie over de kwaliteitsstatus

Kwaliteitsinformatie zou in theorie voor elk gegeven een aanduiding moeten zijn van de kwaliteitsstatus, dat wil zeggen het zou moeten aangeven of het gegeven voldoet aan de "gestelde behoefte", vertaald in kwaliteitseisen en -criteria. Dit is in de praktijk meestal niet haalbaar, enerzijds omdat de "vereiste kwaliteit" niet exact gedefinieerd kan worden en anderzijds omdat er onvoldoende toetsingsmogelijkheden zijn om na te gaan of de gegevens daadwerkelijk aan de kwaliteitseisen voldoet.

Kwaliteitsinformatie in bovenstaande zin wordt thans vrijwel nergens systematisch bij de gegevens vastgesteld en verstrekt. Een uitzondering vormt de Afdeling Informatiesystemen van de Dienst Getijden Wateren, Rijkswaterstaat waarbij het gegevensbeheer van getijden, rivier- en meerpeilen en watertemperatuur een kwaliteitsclassificatiesysteem wordt gehanteerd. Per reeks wordt een kwaliteitskenmerk vastgesteld, lopend van 0 tot 99. Het eerste cijfer in dit kenmerk (het tiental) betreft het stadium van verwerking en uitgevoerde controles, bv.:

- 20 de gegeven zijn "gefilterd" en vervolgens met behulp van verlooplijnen gecontroleerd.
- 90 alle controles en correcties zijn uitgevoerd en de gegevens zijn definitief vastgesteld.

Het tweede cijfer geeft aan in welke mate ontbrekende of onbetrouwbare waarden zijn "bijgezet", bv.:

91 het percentage bijgezigte en/of onbetrouwbare waarden ligt tussen 20 en 40.

99 er bevinden zich geen bijgezigte of onbetrouwbare waarden in de reeks.

De vaststelling van het kwaliteitskenmerk geschiedt binnen een gedetailleerd omschreven procedure voor de gegevensstroom, waarbij ook de verantwoordelijkheden en bevoegdheden zijn vastgelegd. De gehele verwerkingsgang mondt uit in de publicatie van de gegevens in het Jaarboek der Waterhogten, afvoeren, etc.

Bij het Archief van Grondwaterstanden DGV-TNO is recent een voortgelijk systeem ingevoerd: uit de systematische controleprocedure wordt een tweetal kenmerken afgeleid: een kwaliteitskenmerk en een betrouwbaarheidskenmerk. De waarde van het kenmerk is afhankelijk van de doorlopen stadia van kwaliteitscontrole, respectievelijk van de gevonden onbetrouwbare waarden.

Bergelijke systemen zijn voorbeelden van kwaliteitsinformatie in zeer eenvoudige vorm. Ze zijn gebaseerd op een eenvoudig classificatiesysteem en er wordt geen uitspraak gedaan over de absolute kwaliteit van de gegevens.

In het algemeen zou kwaliteitsinformatie de volgende aspecten kunnen omvatten:

- de doorlopen procedure van verwerking en bewerking;
- de uitgevoerde kwaliteitscontroles en een weerslag van de resultaten;
- de mate waarin voldaan is aan criteria (kwaliteitseisen);
- de reguliere kwaliteit van de gegevens (gemiddelde meetnauwkeurigheid, betrouwbaarheid van uitgevoerde bewerkingen e.d.).

Er kan onderscheid worden gemaakt naar verschillende niveaus:

- een meting (gegeven);
- een serie gegevens (reeks);
- het meetpunt en de gebruikte apparatuur;
- de kwaliteitsomgeving zelf.

De laatste twee niveaus zijn vooral interessant voor het interne gegevens-beheer: ze kunnen richtinggevend zijn voor kwaliteitsverbeterende maatregelen, bv. onderhoud of bijstelling van verwerkings- of controleprocedures.

Een technisch probleem is dat kwaliteitsinformatie tijdsafhankelijk kan zijn.

3.4.2 Overige kwaliteitsinformatie

Naast informatie specifiek over de kwaliteit van de gegevens kan bij de beoordeling van de bruikbaarheid van gegevens andere aanvullende informatie zeer gewenst zijn. In hoofdstuk 2.1 zijn voorbeelden gegeven van (dreigend) verkeerd gebruik dat goeddeels voorkomen kan worden door kennis te nemen van aanvullende informatie. Anderzijds is ook gesteld dat via aanvullende informatie soms voorkomen kan worden dat gegevens ten onrechte worden verworpen.

Gegevens worden verzameld voor specifieke meetdoelstelling, waarbij wordt beoogd om een bepaald proces of verschijnsel onder meer via metingen te bestuderen. De gegevens moeten dus in de eerste plaats representatief zijn voor dat verschijnsel. Er behoort een nauwe relatie te bestaan tussen de meetroutine (aard, plaats, frequentie, wijze van bewerking) en de meetdoelstelling. Dit betekent ook dat, naarmate er meer bekend wordt van het bemeten verschijnsel de meetinspanning kan worden verminderd. Ook kan de meetroutine veranderen als gevolg van een gewijzigde meetdoelstelling.

Aanvullende informatie dient in elk geval betrekking te hebben op de kenmerken, direct verbonden aan de bovenstaande primaire doelstelling van de meetverzameling. Hierbij kan worden gedacht aan de volgende aspecten:

- voor welk doel zijn de gegevens verzameld, en wat zijn de daaraan verbonden specifieke eigenschappen van de meetroutine (lokatiekeuze, locatie-eigenschappen, meetmethode, frequentie, bewerkings(analyse)methode). De aanvullende informatie zou bv. kunnen bestaan uit een locatiebeschrijving (foto's), technische gegevens van de meetopstelling en gegevens over de lokale bodemopbouw en het bodemgebruik;
- welk verschijnsel tracht men met de gegevens te beschrijven? Betreft het een regionaal patroon van grondwaterstanden, dagafvoeren of globale trends van de regionale (grond-)waterkwaliteit;
- welke inhoudelijke bewerkingen (interpretaties, gegevensreductie, -aanvulling) zijn uitgevoerd, en met behulp van welke methode. Voor waterkwaliteitsgegevens is het belangrijk te weten wat de toegepaste analyse-methode is, maar ook wat de detectiegrens is en wat de rekenregels zijn. In deze categorie moeten gegevens worden opgenomen over de toegepaste

analysemethode, het laboratorium en of ontbrekende gegevens zijn aangevuld bv. via multiple lineaire regressie.

Gegevens worden ook gebruikt voor andere dan de eigen meetdoelstelling. Aanvullende informatie is vooral ook gericht op de andere (externe) gebruikers, zodat beoordeeld kan worden in hoeverre de gegevens tevens geschikt zijn voor andere toepassingen, dat wil zeggen of de gegevens tevens representatief zijn voor andere verschijnselen. Dit oordeel blijft overigens steeds de verantwoordelijkheid van de gebruiker; de gegevensbeheerder kan echter via extra informatie ondersteuning geven bij deze beoordeling. Naast de bovengenoemde kunnen daartoe de volgende items als aanvullende informatie worden overwogen:

- homogeniteit en consistentie van de meetreeks, en informatie over optreden verstoringen;
- afgeleide kenmerken van de meetreeks, bv. de gemiddelde ligging, GHG, autocorrelatie, e.d., of de gemiddelde afvoer, overschrijdingsfrequenties.

Beseft wordt dat een optimale keuze van de set van aanvullende informatie niet eenvoudig is: enerzijds lijken de mogelijkheden ongelimiteerd vanwege de grote variatie in het mogelijke gebruik, terwijl anderzijds een realistische beperking tot de meest relevante informatie nodig is vanwege de extra kosten welke aan de verwerking en het beheer van dergelijke informatie verbonden is.

3.5 De praktijk bij gegevensbeheerders

Bij een korte inventarisatie bij een beperkt aantal gegevensbeherende instanties en een literatuuronderzoek is in grote lijnen gebleken dat:

- er vrijwel geen literatuur op het specifieke terrein van kwaliteitsbeheersing/kwaliteitscontrole te vinden is. Vermoedelijk is dit een signaal voor een (te) geringe aandacht;
- een beperkt aantal technieken veelvuldig wordt gebruikt: syntax controles, controles op waardenbereik en vooral visuele beoordeling op het verloop;
- er een duidelijk verschil (in aard van fouten en technieken) bestaat tussen:
 - . hoogfrequente waarnemingen met behulp van zelf-registrerende apparatuur (bv. het monitoringsysteem waterhoogten van Rijkswaterstaat);

- . handwaarnemingen op niet-equidistante tijdsintervallen (bv. de meting van grondwaterstanden);
- . situaties waarbij de gegevens een veelheid van handelingen moeten ondergaan (bv. watermonsters);
- de huidige praktijk met betrekking tot de kwaliteitsbeheersing van chemische samenstelling van het grondwater is geconcentreerd op vastlegging en normering van procedures (kwaliteitsomgeving). Volledige systematische kwaliteitscontrole en kwantitatieve vastlegging van de kwaliteit is voorspands niet haalbaar;
- de situatie van zelf-registrerende en sterk geautomatiseerde meetnetten leent zich zeer goed voor systematische kwaliteitscontrole. Bij Rijkswaterstaat als grote, centraal gegevensbeherende instanties is het kwaliteitsbeheer zodoende het meest gevorderd;
- de meeste van de geënqueteerde instanties geven aan dat er onderzoek plaatsvindt naar een verbetering (uitbreiding) van kwaliteitscontrole en kwaliteitsbeheersing.

3.6 Samenvatting

Kwaliteitscontrole vormt een onderdeel van een veel meer omvattend geheel, namelijk de kwaliteitsbeheersing. Kwaliteitsbeheersing omvat naast technische, ook veel activiteiten van procedurele en organisatorische aard.

De indruk bestaat dat het kwaliteitsbewustzijn van de gegevensbeherende instanties in Nederland in de afgelopen jaren is toegenomen. Oorzaken hiervoor kunnen zijn dat het waterbeheer meer intensief is geworden en een meer multidisciplinair karakter heeft gekregen. De behoefte aan meer, en meer betrouwbare en gedetailleerde gegevens is daarbij toegenomen. Een voorbeeld is het toegenomen belang van nauwkeurige bepalingen van microverontreinigingen bij de waterkwaliteit, ingegeven door de toegenomen aandacht voor het milieu. Gelijktijdig zijn methodische verbeteringen tot stand gekomen waarbij andere en meer gedetailleerde gegevens in de analyses betrokken kunnen worden. Op veel plaatsen hebben ontwikkelingen plaatsgevonden om bestaande archieven en geautomatiseerde opslagsystemen om te vormen tot informatiesystemen. Ook zijn de mogelijkheden voor externe toegang en gebruik toegenomen, met daaruit voortvloeiende (externe) vragen omtrent de kwaliteit van de gegevens. Een volgende stap in de ontwikkeling van professionele informatiesystemen is het creëren en stroomlijnen van de beheersorganisatie.

In de huidige situatie, waarbij de eerste orde structuren voor het gegevens-beheer min of meer voltooid zijn, is er een toenemende noodzaak in aandacht te geven aan de tweede orde structuur, waaronder de kwaliteitsbeheersing. hoewel het besef van de noodzaak tot kwaliteitsbeheersing aanwezig is, heeft kwaliteitsbeheersing in de brede betekenis nog nauwelijks ingang gevonden. Bij navraag blijkt dat er veelal slechts wordt gedacht aan de (technische) uitvoering van kwaliteitscontrole op gegevens, en dan nog de meest eenvoudige voor de hand liggende.

Het verast gevorderd is de situatie bij hoogfrequent, veelal automatisch registrerende meetnetten zoals bij de Rijkswaterstaat. Bij het Archief van Grondwaterstanden DGV-TRO is met de herziening van het Informatiesysteem OLGA in 1987 eveneens een volledige kwaliteitsprocedure doorgevoerd. Bij (grond-)waterkwaliteitsgegevens is kwaliteitsbeheersing uitermate geëmpliceerd vanwege het grote aantal bewerkingen en behandelingen van de monsters. De meeste aandacht wordt hier gegeven aan een zo goed, en zo uniform mogelijk functioneren van het laboratorium; nagestreefd wordt dat de "kwaliteitsomgeving" in het laboratorium voldoet aan de voorwaarden van "Good Laboratory Practice".

Kwaliteitsbeheersing vereist, zeker bij grotere beherende instanties, een structurele aanpak. Het kan slechts worden ingevoerd op basis van een zeer goed gedefinieerde gegevensstroom, gedetailleerde kennis van foutenbronnen, kwaliteitseisen en -criteria. Van groot belang is de kwaliteitsbeheersing niet te beperken tot technische aspecten; organisatorische en procedurele aspecten zijn minstens zo belangrijk.

Kwaliteitsbeheersing zou in de uiterste vorm moeten leiden tot een gegarandeerde kwaliteit van gegevens, welke voldoet aan expliciete kwaliteitseisen, afgeleid uit de doelstelling van de betreffende meetverzameling. Dit lijkt in de praktijk niet volledig haalbaar. Een meer genuanceerde oplossing kan worden gevonden in het verschaffen van kwaliteitsinformatie, bv. in de vorm van kwaliteitskenmerken op basis van een classificatiesysteem. Ter beoordeling van de bruikbaarheid van de gegevens, met name voor andere dan de primaire meetdoelstelling, wordt het uitermate zinvol geacht om naast kwaliteitsinformatie ook andere aanvullende informatie systematisch te verstrekken op basis waarvan de representativiteit van de gegevens kan worden beoordeeld.

HOOFDSTUK 4 DISCUSSIE

In dit hoofdstuk worden een aantal onderwerpen, die tijdens de bijeenkomsten van de werkgroep steeds weer aanleiding bleken te zijn voor discussie, behandeld. In sommige gevallen is de werkgroep tot een eensluitend standpunt gekomen, in andere gevallen bleven er meningsverschillen tussen de werkgroepleden bestaan. De onderwerpen waarover uitvoerig werd gediscussieerd worden in de paragrafen van dit hoofdstuk behandeld. Voor die discussiepunten waarvoor de werkgroep tot een eensluitend standpunt is gekomen, wordt steeds aan het begin van een paragraaf het standpunt van de werkgroep in de vorm van een of meer stellingen weergegeven.

4.1 Verantwoordelijkheden

Stellingen

- 1 De instantie die gegevens beheert is verantwoordelijk voor de kwaliteit van de gegevens. De zorg voor de kwaliteit komt neer op het waarborgen dat de kwaliteitsdoelstelling, die samenhangt met het doel waarvoor de gegevens worden verzameld, wordt gehaald.
- 2 De gebruiker van gegevens is te allen tijde verantwoordelijk voor de toepassing van de verkregen informatie. Hij zal zich moeten realiseren dat zijn kwaliteitsdoelstelling kan afwijken van de kwaliteitsdoelstelling die bij het verzamelen van de gegevens werd gehanteerd. Aanvullende informatie over de kwaliteit van de verkregen gegevens is noodzakelijk om de bruikbaarheid voor andere dan de oorspronkelijke toepassingen te beoordelen.
- 3 Het opslaan van aanvullende informatie over de kwaliteit van gegevens behoort tot de verantwoordelijkheid van de instantie die de gegevens beheert.

Het belang van het kunnen beschikken over voldoende meetgegevens van een voldoende kwaliteit wordt gelukkig alom erkend. Toch zijn meetgegevens, vooral als het gaat om historische informatie, nog altijd schaars, kostbaar en onvervangbaar. Vrijwel iedereen realiseert zich dat meetgegevens altijd fouten bevatten. De meetapparatuur is niet 100% nauwkeurig en betrouwbaar, bij de opslag en verwerking kunnen fouten worden geïntroduceerd en meestal is een meting zowel een puntwaarneming als een momentopname, waardoor ook

bij de interpretatie van de meetgegevens routen geïntroduceerd kunnen worden. In veel gevallen wordt door de gebruikers van meetgegevens, voorafgaand aan het gebruik, onderzocht of de verkregen gegevens voldoende nauwkeurig en betrouwbaar zijn voor het beoogde doel. Alleen in uitzonderlijke gevallen is het aanvaardbaar om gegevens, vanwege twijfel omtrent de kwaliteit, niet te gebruiken. In de meeste gevallen zal genoegen genomen worden met de beschikbare kwaliteit, of zal getracht worden achteraf de kwaliteit van het gegeven te verbeteren.

De eisen aan de kwaliteit van een gegeven zijn altijd gerelateerd aan het doel waarvoor het wordt verzameld. De gegevens waaraan in het kader van werkgroep 2 aandacht is besteed, worden alle verzameld om informatie te verkrijgen over de toestand van een systeem en de ontwikkeling daarvan. In de meeste gevallen gaat het om gegevens die door een waterbeheerder worden verzameld om beheersmaatregelen te kunnen afstemmen op de actuele toestand van het systeem, om de effectiviteit van beheersmaatregelen te meten of om de kennis van en het inzicht in het gedrag van het beheerde systeem te vergroten. Soms wordt bij het vaststellen van de kwaliteitsdoelstelling, behalve met de eisen die voortvloeien uit het bovenbedoelde gebruik van de gegevens, ook rekening gehouden met mogelijk toekomstig gebruik. Bij de keuze van de te meten parameters, de meetmethode, de dichtheid van het meetnet en de meetfrequentie spelen de volgende factoren een rol:

- de gewenste nauwkeurigheid van de waarneming;
- het gewenste detail in de verkregen informatie, samenhangend met de verwerking en interpretatie;
- de kennis en het begrip van het functioneren van het systeem;
- de variatie van de te meten parameters in ruimte en tijd;
- de beschikbare methoden en middelen.

Indien de juiste keuzes worden gemaakt, en de gewenste kwaliteit ook werkelijk wordt gehaald, worden gegevens verzameld die tenminste bruikbaar zijn voor het beoogde doel. Het is duidelijk dat de verantwoordelijkheid voor het realiseren van de gewenste kwaliteit volledig berust bij de instantie die de gegevens verzamelt.

De verzamelde gegevens zijn vervolgens ook bruikbaar voor andere doeleinden, indien de eisen ten aanzien van de nauwkeurigheid van de waarneming en het

detail in de verkregen informatie niet strenger zijn dan voor de oorspronkelijke toepassing. Problemen ontstaan wanneer de beschikbare gegevens niet voldoen aan de kwaliteitseisen die voortvloeien uit de gewenste toepassing. Het is eveneens duidelijk dat de verantwoordelijkheid voor de toepassing van gegevens voor andere dan de oorspronkelijk beoogde doeleinden volledig berust bij de gebruiker van de gegevens, in sommige gevallen dezelfde instantie die de gegevens verzamelde.

Een gebruiker heeft, om te beoordelen of gegevens bruikbaar zijn voor de door hem beoogde toepassing, extra informatie nodig. Minimaal moet bekend zijn aan welke kwaliteitsdoelstelling de verkregen gegevens voldoen. Indien het gaat om meetreeksen, hetgeen bij de meeste waterkwaliteitsgegevens het geval is, zou per reeks informatie beschikbaar moeten zijn over het meetpunt, de meetapparatuur, de procedures voor bewerking en foutcontrole. Bij waterkwaliteitsgegevens is het meestal eveneens mogelijk gegevens te groeperen in reeksen of series. Per gegeven moet, behalve de eerdergenoemde informatie over het meetpunt, de meetapparatuur en de procedures voor bewerking en foutcontrole, ook informatie beschikbaar zijn over de wijze van monsternamen, de monsterbehandeling en het laboratorium waar de analyse werd uitgevoerd.

In sommige gevallen worden ook gegevens, waarvan bij de kwaliteitscontrole blijkt dat ze niet voldoen aan de gewenste nauwkeurigheid, opgenomen in een gegevensbestand. Dergelijke gegevens zouden op zijn minst herkenbaar moeten zijn. Indien de oorzaak van het niet voldoen aan de gewenste nauwkeurigheid bekend is, kan overwogen worden ook deze informatie, meestal gecodeerd, mee te geven.

De verantwoordelijkheid voor het opslaan en verstrekken van aanvullende informatie over de kwaliteit van meetgegevens berust geheel bij de instantie die de gegevens verzamelt en beheert. Het is daarbij goed te bedenken dat de noodzaak van het beheren van gegevensbestanden vrijwel altijd voortkomt uit de wens gegevens beschikbaar te hebben voor toekomstige, vaak nog onbekende doeleinden. De mogelijkheid om gegevens aan derden te kunnen verstrekken is daarbij vaak bijzaak. Het bewaren van gegevens is echter voor geen van beide doelen erg zinvol indien niet ook enige kwaliteitsinformatie wordt meebe- waard.

4.2 Kwaliteitsbeheersing

Stellingen

- 1 Iedere instantie die gegevens beheert doet op een of andere manier aan kwaliteitsbeheersing.
- 2 De zorg voor kwaliteitsbeheersing is niet minder belangrijk dan de keuze van de meetmethode.
- 3 Kwaliteitsbeheersing beperkt zich in de praktijk te veel tot kwaliteitscontrole.
- 4 Bij waterkwaliteitsgegevens, waterstanden, stroomsnelheden en afvoeren ontstaan de meeste fouten bij de verwerking van de meetgegevens.
- 5 De extra nauwkeurigheid die bij het meten van waterstanden wordt verkregen door het gebruik van vlotter- en drukdozen is pas relevant indien de daarbij behorende kwaliteitszorg wordt gerealiseerd.
- 6 Bij manueel ingewonnen waterkwaliteitsgegevens wordt de kwaliteit in belangrijke mate bepaald op het traject van de monsterneming tot de analyse in het laboratorium.
- 7 Kwaliteitscontrole is beter mogelijk naarmate meer kennis voorhanden is over het bemeten systeem.
- 8 Een belangrijke vorm van kwaliteitscontrole is: de gegevens gebruiken voor het doel waarvoor ze zijn verzameld.
- 9 Te vaak komen fouten in gegevensbestanden pas aan het licht wanneer ze worden gebruikt.
- 10 Naarmate meer tijd verstrijkt tussen het doen van een waarneming en het controleren van het verkregen gegeven wordt de kwaliteitscontrole minder waardevol.
- 11 Een zeer waardevolle vorm van kwaliteitscontrole is preventieve controle.
- 12 Kwaliteitsbeheersing kost geen geld.

Meten is een kostbare bezigheid. In Nederland kan geen enkele dienst zich permitteren om metingen te doen en daarmee gegevens te verzamelen zonder dat van tevoren nauwkeurig een kwaliteitsdoelstelling en de daarmee samenhangende kwaliteitsomgeving is vastgelegd. Bij het definiëren van de kwaliteitsomgeving hoort ook het onderkennen van de verschillende routebronnen en de organisatie die nodig is om kwaliteitsbeheersing te kunnen realiseren. In de praktijk beperkt kwaliteitsbeheersing zich te vaak tot kwaliteitscontrole.

De meest gangbare vorm van kwaliteitscontrole is het periodiek controleren van de meetapparatuur.

Uit het vorige hoofdstuk is duidelijk geworden dat kwaliteitscontrole meer omvat dan de zorg voor goede meetmethoden en -instrumenten alleen. Ook het traject voor en na de meting verdient de nodige zorg en is voor het verkrijgen van een betrouwbaar gegeven niet minder belangrijk dan de controle op goed functioneren van de gebruikte instrumenten.

Bij het bepalen van waterkwantiteitsgegevens gebaseerd op het meten van een waterstand of een stroomsnelheid, wordt doorgaans gebruik gemaakt van zeer nauwkeurige meetapparatuur. Bij de specificaties van de apparatuur wordt doorgaans de nodige informatie met betrekking tot mogelijke fouten en storingen meegeleverd. Bij de verwerking van de gegevens, waarbij vaak het nodige handwerk wordt verricht kunnen echter nog allerlei fouten worden geïntroduceerd. In het traject na de meting, kunnen fouten ontstaan die soms aanzienlijk groter zijn dan de fout in de meting. Voorbeelden daarvan zijn uitvoerig aan de orde geweest in het tweede hoofdstuk. Indien deze fouten niet worden gesignaleerd en gecorrigeerd is alle moeite die besteed werd aan het verkrijgen van een nauwkeurige meting vergeefs.

Sommige beheerders geven voor het bepalen van waterstanden de voorkeur aan vlotters boven drukdozen, wegens de grotere nauwkeurigheid van de eerste. De extra nauwkeurigheid die daardoor bereikt wordt dient wel gezien te worden in relatie tot alle andere foutenbronnen. Alleen indien voor de gehele meetomgeving een kwaliteitszorg van voldoende niveau wordt gerealiseerd, loont de extra moeite van het meten met vlotters.

Voor het analyseren van watermonsters bestaan uitgebreide laboratoriumvoorschriften met bijbehorende controles. Bij het inzamelen van de monsters, soms onder oncomfortabele omstandigheden is controle veel moeilijker. Vooral wanneer het gaat om microverontreinigingen kunnen kleine onzorgvuldigheden bij de monstername de verdere analyse zinloos maken. Behalve door te werken met geschoold personeel en het hanteren van doeltreffende voorschriften voor monstername en monsterbehandeling is deze foutenbron slechts moeilijk te elimineren. De problemen zijn in het algemeen sterk stofgebonden.

Controle op de plausibiliteit van gegevens is een belangrijk hulpmiddel om onwaarschijnlijke waarden waarvan dan meestal wordt aangenomen dat ze fout zijn, te detecteren. Deze methode vraagt om kennis van het systeem waaraan gemeten wordt. Naarmate meer kennis van het systeem voorhanden is, kunnen zo kleinere fouten worden opgespoord. Metingen zijn bedoeld om kennis toe te voegen; er blijft dus per definitie een marge waarbinnen op deze wijze fouten niet kunnen worden opgespoord. De mogelijkheden die controle op plausibiliteit biedt, worden echter maar zelden volledig gebruikt. In de meest uitgebreide vorm die denkbaar is, wordt alle kennis van het systeem, inclusief de eerder gemeten toestand, in een model gestopt. Met het model wordt een voorspelling van de te meten waarde gemaakt. Vergelijking van de meting met de door het model voorspelde waarde levert de basis voor de gewenste foutcontrole. Wordt de controle kort na de meting uitgevoerd, dan kunnen allerlei fouten in een vroeg stadium worden onderkend en kan de oorzaak worden verholpen. Kwaliteitscontrole op basis van de plausibiliteit van het meetgegeven is een zeer bruikbare methode, die meer doeltreffend is naarmate meer kennis van het systeem voorhanden is.

Tenslotte komen fouten nog al te vaak pas aan het licht wanneer de verzamelde gegevens worden gebruikt. Voor de beheerder van het bestand is dit een belangrijke vorm van kwaliteitscontrole; immers hij kan zodoende toetsen of de gegevens voldoen aan de op zijn toepassing afgestemde kwaliteitsdoelstelling. Het behoeft echter geen betoog dat, vooral wanneer er geruime tijd verstrijkt tussen het meten en het gebruiken van de gegevens, deze wijze van kwaliteitscontrole de gebruiker voor grote problemen kan plaatsen. In de eerste plaats is de oorzaak van de fout en daarmee de mogelijkheid tot correctie vaak moeilijker te achterhalen naarmate meer tijd is verstreken. In de tweede plaats moet, indien in een vergevorderd stadium van analyse fouten in de basisgegevens worden ontdekt, vaak veel werk worden overgedaan. Kwaliteitscontrole in een zeer vroeg stadium, of zelfs preventieve controle zal in zulke gevallen zeker lonend zijn. Kwaliteitsbeheersing is er op gericht kosten door verkeerd eigen gebruik te voorkomen. Het ontbreken van kwaliteitsbeheersing kan er toe leiden dat gegevens worden ingezameld die volkomen onbruikbaar zijn. Alle, vaak hoge uitgaven voor het meten zijn dan weggegooid geld. Bij een uitgebalanceerde kwaliteitsbeheersing vallen de uitgaven voor kwaliteitsbeheersing weg tegen de besparing op het verzamelen van onbruikbare gegevens. Zo beschouwd kost kwaliteitsbeheersing dus niets.

Omdat alle fouten die door het gebruiken van de gegevens worden gesignaleerd moeten worden geëlimineerd, is deze "eindcontrole" wel een belangrijke terugkoppeling van gebruikers van gegevens op de verstrekkers van gegevens is essentieel om de kwaliteit van gegevensbestanden te verbeteren.

4.3 Kwaliteitsinformatie

Stellingen

- 1 Gebrek aan kwaliteitsinformatie komt voort uit een gebrekkig kwaliteitsbeheer.
- 2 Het bewaren van gegevens zonder de daarbij behorende kwaliteitsinformatie is zinloos.
- 3 Minimale kwaliteitsinformatie omvat informatie over hoe het gegeven tot stand is gekomen.
- 4 Bevindingen van gebruikers van gegevens zijn een belangrijke bron van (aanvullende) kwaliteitsinformatie.
- 5 Kwaliteitsinformatie die nodig is voor een ander gebruik dan de meetdoelstelling van de beheerder, zal door de gebruiker betaald moeten worden.

Het doel van de werkgroep was het aangeven van de mogelijkheden om bij de opslag en verstrekking van meetgegevens extra informatie over de kwaliteit van deze gegevens op te nemen teneinde een onjuist gebruik te voorkomen of te verminderen. Toch is een belangrijk deel van de tijd van de werkgroep besteed aan kwaliteitsbeheersing en de beschikbare kwaliteitscontroletechnieken. De oorzaak daarvan is waarschijnlijk dat het geautomatiseerd opslaan en verwerken van gegevens nog relatief nieuw is. Er zijn in Nederland nog slechts weinig gegevensbeherende instanties die aan kwaliteitsbeheersing doen en systematisch kwaliteitsinformatie verzamelen en deze met de gegevens opslaan.

Vrijwel altijd is het mogelijk om bij navraag te achterhalen hoe een gegeven tot stand is gekomen: welk meetinstrument of methode werd gebruikt en welke verwerking van de basisgegevens heeft plaatsgevonden. Lang niet altijd wordt deze, toch essentiële kwaliteitsinformatie, systematisch met de gegevens opgeslagen. Naar het oordeel van de werkgroep is het opslaan en verstrekken van deze informatie het minimum dat voor een goed gegevensbeheerder noodzakelijk is.

In die gevallen, waar zelfs de informatie over het tot stand komen van het gegeven niet meer beschikbaar is, is het twijfelachtig of bewaren van de gegevens zinvol is. Gebruiken van dergelijke gegevens vereist een zorgvuldige analyse vooral om mogelijke fouten in de bestanden op te sporen. De bevindingen van de gebruikers zijn in zo'n geval een belangrijke vorm van kwaliteitsinformatie. Het verdient dan ook aanbeveling te bevorderen dat bevindingen van gebruikers van gegevensbestanden worden teruggemeld naar de beheerders van die bestanden.

Veel instanties zullen opzien tegen de kosten die met het opslaan en verstrekken van kwaliteitsinformatie genoemd zijn. In de vorige paragraaf werd al opgemerkt dat kwaliteitsbeheersing geen geld kost. Hetzelfde geldt voor het opslaan van kwaliteitsinformatie: het systematisch opslaan van kwaliteitsinformatie, nodig voor het eigen gebruik van de gegevens door de beherende instantie is noodzakelijk voor een verantwoord gebruik van de gegevens. Opslaan van extra informatie ten behoeve van andere gebruikers, zal in beginsel door deze gebruikers betaald moeten worden.

LITERATUUR

Anonymus

Hydrologist's field manual, publication no. 15 of the Hydrology Centre, Christchurch, New Zealand, p. 161, annexes, ref's, ISSN 0112-1197, 1988

bennett, R.J.

Spatial time series: analysis, forecasting, control.

London: Pion, 1979. - 674 p. (en). - ISEN 0-85686-669-5

Bracht, M.J. van

Voorstel organisatieschema primair grondwatermeetnet, rapportnr OS-85-22, DGV-TNO, Delft, 13p met bijlagen, 1985

Corp, J.J.M. van

Kolk, H.M. van der

Foutencontrole bij meteorologische metingen.

De Bilt: KNMI, 1985 - 70 p. (nl) . - (Technische rapporten. Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, ISSN 0169-1708; no. 76)

Kroos, J. en H.J.M. Oosterwijk

Werkbeschrijvingen Gegevensstroom, nota JK 85.05, Rijkswaterstaat, directie waterhuishouding en waterbeweging, p. 39, bijlagen, 1985.

Kurtyka, J.C.

Precipitation measurement study. Rept. of Investigation 20, State Water Survey Illinois, 1953.

Oosterwijk, H.J.M. en J. Kroos

Vergelijking DNM met gedigitaliseerde waterstanden, nota GWIO 88-217, Rijkswaterstaat, dienst getijdewateren, p.10, 1988.

Oosterwijk, H.J.M.

Ver- en bewerking waterstanden uit het Monitoring Systeem Waterhoogte, nota GWIO 87-011, Rijkswaterstaat, dienst getijdewateren, p. 16, 1987.

Plassche, G. van de

Compaction and other sources of error in obtaining sea-level data: some results and consequences. In: Lang, H.D., Eiszeitalter und Gegenwart. Band 30. Hannover: Verlag Deutsche Quartaervereinigung, 1980. - 266 p. p. 171-181. figs. 15 refs. summaries (de, en). (en).

Roald, I.

Quality control of hydrometric data, publication no. 17 of the Hydrology Centre Christchurch, New Zealand, p. 87, ISSN 0112-1197, 1988.

Rodda, J.C.

The precipitation measurement paradox - the instrument accuracy problem.
WMO No. 316, 1971

Schaaf, S. van der

Error recovery, storage and retrieval of automatically recorded ground-
water level data. Wageningen: Landbouwhogeschool, 1983. - 37 p. (en)
. - (mededeling, Vakgroep Cultuurtechniek, Landbouwhogeschool; no. 69)

Schaaf, S. van der

Errors in level recorder data: prevention and detection.
Journal of hydrology 73(1984)3/4. - p.377-382. (en).

Sevruk, B.

Correction of precipitation measurements: ETH/IAHS/WMO workshop on
the correction of precipitation measurements Zurich 1 - 3 April 1985.
Zuerich: ETH, 1986. - 288 p. (de) Correction of precipitation
measurements: ETH/IAHS/WMO workshop (1985-04-1/3; Zurich) . - (Zuercher
geographische Schriften; H. 23)

Schultz, E.

Richtlijnen voor het bewerken van waterhuishoudkundige gegevens bij
de Rijkdienst voor de IJsselmeerpolders, nota 75-abw van de Rijkdienst
voor de IJsselmeerpolder p.385, 1985

Vijverberg, F.A.J.M. and W.P. Golino

Control procedures: Good laboratory practice and quality assurance,
Techniques in marine environmental sciences no. 6, Ministry of Transport
and Public Works, Public Works Department, Tidal Waters Division, p. 33,
appendices, ref.

Warmerdam, P.M.M.

De invloed van de wind op regenwaarnemingen; een vergelijkend regenneter-
onderzoek. B₂O (14) 1981, nr 1;16, p16-20.

Zijdenbos, G.

Overzicht basisgegevens, nota GW10 87-612, Rijkswaterstaat, dienst
getijdewateren, p. 29, 1987.

INFORMATIEVE GESPREKKEN

Bracht, M.J. van

Primair Grondwatermeetnet en het Archief van Grondwaterstanden bij de
Dienst Grondwaterverkenning TNO.

Erijnen, H.J.

Meetnet meerkundige gegevens van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch
Instituut.

Kusse, B.

Meetnet grondwaterkwaliteit en databank grondwaterkwaliteit van het
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne.

Schaaf, S. van der

Meetnet grondwaterstanden van de Vakgroep Cultuurtechniek van de Landbouw
Universiteit Wageningen.

Schultz, E.

Diverse hydrologische databases bij de Rijkdienst voor de
IJsselmeerpolders

BEGRIPPENLIJST

Aanvullende informatie (onderdeel van kwaliteitsinformatie)

Informatie de meetomgeving betreffende zoals representativiteit, meetopstelling, meetdoelstelling, meetroutine, meetgebied en de toegepaste bewerking van het basisgegeven.

Afwijking

Het verschil tussen de gemeten waarde en de werkelijke waarde.

Basisgegevens

Getallen of teksten die het resultaat zijn van een waarneming. Analyseresultaten worden ook als zodanig aangemerkt.

Betrouwbaarheid (van een gegeven)

De mate waarin een gegeven overeenkomt met de werkelijke waarde.

Bewerken

De behandeling van de gegevens, gericht op het ontwikkelen van een bruikbaar bestand. De term kan een grote verscheidenheid van handelingen aanduiden betrekking hebbend op de validatie van basisgegevens, alsook op de bewerkingen die leiden tot geïnterpreteerde gegevens.

Bewerkingsmethode

Methode van bewerken.

Bewerkte gegevens

Getallen of teksten die ontstaan na bewerking van basisgegevens.

Bruikbaarheid

De mate waarin een gegevensverzameling aan gestelde doelen beantwoordt.

Efficiency van het meetnet

Onder de efficiency van een meetnet wordt verstaan de verhouding tussen inspanning en kosten enerzijds en de nauwkeurigheid waarmee het beschouwde proces wordt beschreven anderzijds.

Fouten

Het verschil tussen de gemeten waarde en de werkelijke waarde.

Incidentele fout

Fout die wordt veroorzaakt door externe factoren.

Kwaliteit

De mate waarin een gegevensverzameling beantwoordt aan de meetdoelstelling.

Kwaliteitsbeheersing

Kwaliteitsbeheersing omvat alle activiteiten die door de gegevensbeherende instelling worden ondernomen om de kwaliteit van gegevens te bepalen, op niveau te krijgen en te houden.

Kwaliteitscontrole

Activiteiten om de kwaliteit in concreto te onderzoeken en afwijkingen te signaleren. De kwaliteitscontrole betreft de meting, de gegevens, de meetopstelling, de apparatuur maar ook de verdere procedure van verwerking. Kwaliteitscontrole kan zowel preventief zijn als achteraf plaatsvinden.

Kwaliteitsinformatie

Kwaliteitsinformatie bevat informatie over de reguliere kwaliteit van de gegevens (standaardnauwkeurigheid van de meetomgeving en de toegepaste bewerkingsmethoden) en alle relevante informatie uit de kwaliteitscontrole.

Kwaliteitsomgeving

Alle procedures, afspraken en richtlijnen die verband houden met de kwaliteit van het meten, alsook de verdere verwerking en bewerking van de gegevens, inclusief het onderkennen van de verschillende foutenbronnen.

Meetdoelstelling

Omschrijving van gewenste nauwkeurigheid en kwaliteit van meten om een proces te kunnen beschrijven.

Meetfout

Toevallige fout.

Meetopstelling

De technische infrastructuur gebruikt voor het doen van waarnemingen.

Meetroutine

De meetroutine is het geheel van handelingen rond het (laten) doen van waarnemingen zoals de meetfrequentie, ijkingsfrequentie en de organisatie van het regulier onderhoud aan de meetopstelling.

Metten, meting

Het geheel van handelingen en processen dat dient om een fysisch verschijnsel of een aspect daarvan, om te zetten in een representatief getal, en om dit vast te leggen, teneinde kennis over het verschijnsel te verkrijgen.

Systematische fout

Fout met een bepaald systematisch verloop die bij elke meting optreedt en steeds hetzelfde teken heeft.

Toevallige fout

Fout die wordt veroorzaakt door 'interne' factoren van het meetsysteem en die toevallig is verdeeld rond de gemiddelde meetwaarden.

Verwerken

Het voor diverse doeleinden (onder meer ook administratieve en organisatorische) uitvoeren van berekeningen met bewerkte gegevens, zodanig dat zij worden omgezet in de gewenste informatie.

BIJLAGE 1

Foutenbronnen bij verschillende opnametechnieken van waterstanden

in Koold (1988) wordt voor een aantal hydrologische grootheden een opsomming gegeven van de verschillende mogelijke foutenbronnen. De werkgroep "The Nordic Hydrological Working Group for Data Processing and Quality Control" heeft de verschillende opnametechnieken geïnventariseerd en geanalyseerd die in de Scandinavische landen worden toegepast, teneinde te komen tot een overzicht van de verschillende foutenbronnen die kunnen worden verwacht bij hydrologische gegevens. Het resultaat wordt in een tiental tabellen gegeven. Opgemerkt moet worden dat alleen de vlotter-opnemer in de tabellen is opgenomen. Er is vanaf gezien het aantal tabellen te vergroten door ook de andere opnemers te behandelen. Tabellen zoals die welke overzichten geven van de foutenbronnen geven voor debietmetingen met stroomsnelheidsmeters of waarbij de zoutverduunningsmethode wordt toegepast zijn niet overgenomen.

De mogelijke fouten zijn onderverdeeld naar de soort bron zoals de waarnemer, het instrument, de meetopstelling, de inspectieroutine en de verwerking op kantoor. Bij de tabellen moet worden opgemerkt dat zij niet gebaseerd zijn op een systematisch onderzoek naar de frequentie van voorkomen. In de tabellen kunnen daarom foutenbronnen worden genoemd die nooit werkelijk voorkomen. Ook kan het voorkomen dat er foutenbronnen zijn die niet in de tabel worden genoemd.

Tabel 1 Soort fouten bij waarneming aan een vaste peilschaal (met aanvullingen overgenomen uit Roald (1988))

no.	veroorzaakt door	soort
1.1.1	waarnemer	systematische afleesfout
1.1.2	"	meters afgelezen i.p.v. decimeters of omgekeerd
1.1.3	"	notatiefout b.v. 1.8 i.p.v. 1.08
1.1.4	"	afleesfout door peilvariatie op het moment van aflezen door korte golven of een opstuwings-effect
1.1.5	"	gemiste waarnemingen worden door de waarnemer, door schatting of interpolatie, zelf aangevuld
1.1.6	"	onleesbaar handschrift, waardoor verwisselingen optreden van 2 en 7, 3 en 8 en 4 en 9
1.1.7	"	verkeerd aantal dagen in de maand aangehouden
1.1.8	"	verkeerd waargenomen, bijvoorbeeld door de bovenliggende dm waarde af te lezen en als uitgangspunt te nemen en dan op te tellen i.p.v. af te trekken
1.1.9	"	identificatie van de waarneming of de datum ontbreekt
1.2.1	peilschaal	slecht ontworpen onderverdeling van de peilschaal die gemakkelijk leidt tot misverstanden
1.2.2	"	peilschaal is slecht gemonteerd of is beschadigd of vervuild
1.2.3	"	peilschaal kan niet bij alle voorkomende peilen worden afgelezen
1.3.1	inspectie routine	verkeerde keuze van nulpunt
1.3.2	" "	waarnemer is verkeerd geïnstrueerd
1.3.3	" "	inspectiefrequentie is te laag
1.4.1	verwerking	verwisseling van identificatie van waarneming of van het nulpunt
1.4.2		ponsfouten

Tabel 2 Soort fouten bij analoge waarneming met een opnemer die is uitgerust met een vlotter waarbij de waarneming wordt vastgelegd op papier (met aanvullingen overgenomen uit Roald (1988))

no.	veroorzaakt door	soort
2.1.1	waarnemer	vergijsing bij het aflezen van een referentiewaarde (zie 1.1.1-1.1.4, 1.1.6)
2.1.2	"	referentiewaarde wordt afgelezen van het papier i.p.v. de peilschaal
2.1.3	"	uurwerk is niet opgewonden
2.1.4	"	correcties worden verkeerd uitgevoerd, slecht of in het geheel niet gedocumenteerd

Tabel 2 Soort fouten bij analoge waarneming met een optener die is uitgerust met een vlotter waarbij de waarneming wordt vastgelegd op papier (met aanvullingen overgenomen uit Koald (1988)) (vervolg)

no.	veroorzaakt door	soort
2.1.5	"	reuten in de vastlegging van de tijd en de identificatie van de meetopstelling (zie 1.1.8, 1.1.9)
2.1.6	"	de pen is niet gecontroleerd
2.1.7	"	het papier is niet vastgezet op de trommel
2.1.8	"	het papier is op de verkeerde manier (b.v. scheef) of niet strak en vlak op de trommel bevestigd
2.1.9	"	papier is gebruikt met de verkeerde schaalverdeling
2.1.10	"	het papier is niet op tijd vervangen
2.2.1	peilschaal	fouten met betrekking tot de referentie peilschaal (zie 1.2.1-1.2.3)
2.3.1	diagram	op papier komen meerdere lijnen voor waarbij niet duidelijk is welke behoort bij de huidige registratie
2.4.1	instrument	gebreken in de afstelling
2.4.2	"	gebreken in de overbrenging
2.4.3	"	de pen loopt vast en scheurt het papier
2.4.4	"	de inkt verdroogt, de pen is leeg of raakt vervuild en schrijft niet
2.4.5	instrument	de verbindingslijn tussen vlotter en contragewicht slipt op het wiel van de overbrenging
2.4.6	"	vlotter is niet waterdicht
2.4.7	"	vlotter veranderd van vorm (buis of andere beschadigingen)
2.4.8	"	verbindingslijn (zie 2.4.5) heeft verkeerde lengte
2.4.9	"	het contragewicht en/of de vlotter komen vast te zitten of botsen in de schacht
2.4.10	"	uurwerk vertoont gebreken
2.4.11	"	vlotter en contragewicht zijn niet in balans
2.5.1	schacht	slechte verbinding tussen de schacht en de waterloop. De verbindingsbuis zit vol met zand, kiez, afval
2.5.2	"	de verbindingsbuis heeft een verkeerde doorsnede en heeft daardoor een slecht dempend effect
2.5.3	"	de verbindingsbuis is op de verkeerde hoogte aangebracht (hoger dan de laagste waterstand)
2.5.4	"	water in de schacht heeft een andere dichtheid of heeft verschillende dichteden (door zout water)
2.5.5	"	de schacht staat niet verticaal
2.6.1	inspectie routine	een verkeerde waarde voor het peil of het uur wordt op het papier blijgeschreven

Tabel 2 Soort fouten bij analoge waarneming met een opnemer die is uitgerust met een vlotter waarbij de waarneming wordt vastgelegd op papier (met aanvullingen overgenomen uit Roald (1988)) (vervolg)

no.	veroorzaakt door	soort
2.6.2	inspectie routine	de hydroloog installeert vlotter en contragewicht zodat de y-as op papier omdraait
2.6.3	"	de hydroloog kiest het verkeerde nulpunt
2.6.4	"	de waarnemer wordt verkeerd geïnstrueerd
2.6.5	"	de hydroloog geeft een verkeerde waarde voor de overbrengingsverhouding
2.6.6	"	de frequentie van de inspectie routine is te laag
2.7.1	kantoor	de schaal wordt verkeerd aangenomen
2.7.2	"	er worden te weinig punten overgenomen
2.7.4	"	de omgekeerde registratie (zie 2.6.2) wordt verkeerd geïnterpreteerd
2.7.5	"	lijn vertoont een sterke variatie. Het blijkt moeilijk te bepalen wat de gemiddelde waarde is (zie ook 2.5.2)
2.7.6	"	gebreken in de digitaliseerapparatuur
2.7.7	"	verkeerde reconstructie van ontbrekende of "verkeerde" waarden
2.7.8	"	onjuiste beoordeling van een veronderstelde fout (zie ook 2.7.7)

Tabel 3 Soort fouten bij analoge waarneming met een opnemer die is uitgerust met een vlotter waarbij de waarneming wordt vastgelegd op ponsband (overgenomen uit Roald (1988))

no.	veroorzaakt door	soort
3.1.1	waarnemer	zie 2.1.1, 2.1.3-2.1.5
3.1.2	"	maakt foutieve notities b.v. t.a.v. datum, tijd en peil, op de band
3.1.3	"	band is niet op de juiste wijze aangebracht
3.1.4	"	band wordt niet op tijd vervangen
3.2.1	peilschaal	fouten met betrekking tot de referentiepeilschaal (zie 1.2.1-1.2.3)
3.3.1	ponsband	de band absorbeert vocht en zet uit, dit heeft tot gevolg dat het ponsmechanisme vastloopt
3.3.2	"	de band breekt
3.4.1	instrument	zie 2.4.5-2.4.11
3.4.2	"	ponst onregelmatig, soms te veel soms te weinig
3.4.3	"	ponsen(nen) zit(ten) vast
3.4.4	"	mechanisch defect in het ponsmechanisme
3.4.5	"	elektronische gebreken in het opname apparaat
3.4.6	"	stroomstoring
3.5.1	schacht	zie 2.5.1-2.5.4
3.6.1	inspectie routine	zie 2.6.2-2.6.5
3.7.1	kantoor	de band scheurt tijdens de verwerking
3.7.2	"	band wordt verkeerd geïdentificeerd
3.7.3	"	fouten bij het invoeren van de gegevens over begin en eindtijd en de daarbij behorende peilen

Tabel 4 Soort fouten bij analoge waarneming met een opnemer die is uitgerust met een vlotter waarbij de waarneming wordt vastgelegd op magnetische tape (overgenomen uit Koald (1988))

no.	veroorzaakt door	soort
4.1.1	waarnemer	zie 2.1.1, 2.3.1-2.1.5
4.1.2	"	de cassette is er verkeerd om ingezet
4.1.3	"	de cassette is niet op tijd vervangen
4.2.1	peilschaal	fouten met betrekking tot de retentie peilschaal (zie 1.2.1-1.2.3)
4.3.1	instrument	zie 2.4.5-2.4.11
4.3.2	"	schrijffout
4.3.3	"	stop op de schrijfkop
4.3.4	"	stroomstoring
4.3.5	"	beschadigde tape
4.4.1	schacht	zie 2.5.1-2.5.4
4.5.1	inspectie routine	de hydroloog noteert het verkeerde peil bij inspectie
4.5.2	"	zie 2.6.2-2.6.5
4.6.1	kantoor	cassette's worden verwisseld
4.6.2	"	zie 3.7.3

Tabel 5 Soort fouten bij digitale waarneming met een opnemer waarbij de geregistreerde waarde vervolgens direct wordt verzender (overgenomen uit Koald (1988))

no.	veroorzaakt door	soort
5.1.1	mechanische deel van de meet- opstelling	zie 2.4.5-2.5.4 voor meetinstrumenten die zijn uitgerust met een vlotter. Ander soortige instrumenten hebben andere foutenbronnen die zorgvuldig moeten worden geanalyseerd
5.2.1	elektronisch deel	fout in de omzetting van meetsignaal naar digitale waarde
5.2.2	"	overige elektrotechnische fouten ter plaats van het meetpunt
5.2.3	"	elektronische fouten ter plaats van het ontvangststation
5.2.4	"	software matige fout bij het meetpunt of bij het ontvangststation
5.2.5	"	stroomstoring
5.3.1	data-overdracht	verbreking van de verbinding
5.3.2	"	storing op de lijn die leidt tot fouten/ vervalsingen van de data
5.3.3	"	fouten bij de data-overdracht van het ontvangststation naar de hoofdcomputer

BIJLAGE 2

Globale beoordeling van bemonsterings- en analysemethoden.

Tabel 1 Globale beoordeling op technische gronden van bemonsterings- en analysemethoden voor alle groepen van stoffen in eroderender

Activiteit	Zware metalen	Anorganische verbindingen	Vluchtige organische verbindingen (ook gechlorideerde)	Ionolen	PCA's	Niet vluchtige, extracteerbare organische P, Cl, N-verbindingen	Minerale olie
I Bemonstering							
1. zuigpomp	++	++	++	+	++	+	+
2. slangerpomp	++	++	+	+	++	+	+
3. puls	++	++	++	++	++	+	++
4. vonkklep	++	++	+	++	++	+	++
5. luchtlift	++	++	++	++	++	+/	++
6. IC-drukmethode	++	++	++	++	++	++	++
7. onderwaterpomp	++	++	+/o	+	++	+	+
II Monsterverpakking							
1. glas/les/plastic dop	+	++	-	+	++	+/o	+
2. polyethyleen fles	+	+	-	++	-	-	++
3. glas/alijpatuk	+	++	+	+	++	+/o	++
4. bruin glas/alijpatuk	+	++	++	++	++	++	++
5. glas/teflon	+	++	++	++	++	+/o	++
III Conservering in het veld							
1. filtratie	++	++	++	+	-	+	-
2. extractie	-	++	+	++	++	++	++
3. torvorging	++	++	++	++	-	-	++
4. kamertemp.	+	-	++	-	+/o	+/o	+/o
5. koelkast	+	++	++	++	++	++	++
6. geheel vullen flessen ten							
bacteren	+	+	++	++	++	++	++
7. anaeroob	+	+	+/o	+/o	+/o	++	+/o
IV Transport							
1. gekoeld	++	++	++	++	++	++	++
2. kamertemp.	++	+/o	-	-	+	-	-
3. korte duur	++	++	++	++	++	++	++
4. lange duur	++	++	++	++	+	-	-
V Conservering op het lab							
1. filtratie	++	++	++	-	-	-	-
2. extractie	++	++	+	++	++	++	+
3. torvorging	++	++	-	++	++	++	++
4. decanteren	++	++	+	+	+	++	+
5. centrifuger	++	++	++	++	+/o	+/o	++
6. kamertemp.	+	+/o	++	++	+/o	+/o	++
7. koelkast	+	++	++	++	++	++	++
8. lange tijd	+	+/o	++	++	++	++	++
9. korte tijd	+	++	++	++	++	++	++
10. anaeroob	++	++	+/o	+/o	+/o	++	+/o
VI Nemen analysemonster							
1. pipet	++	++	++	++	+	++	++
2. headspace	++	++	++	-	-	++	-
3. direct purge & trap	++	++	++	++	++	++	++
VII Voorbewerking							
1. extractie	++	++	++	++	++	++	++
2. purge en trap	++	++	++	++	++	++	++
3. headspace	++	++	++	++	++	++	++
4. filtreren en aanzuren	++	+	++	++	++	++	++
5. destillatie	++	++	++	++	++	++	++
VIII Instr. analyse							
1. GLC-FID	++	++	++ (1)	++	++	++	++
2. GLC-ECD	++	++	++ (1)	++	++	++	++
3. GLC-MS	++	++	++	++	++	++	++
4. AAS-vlam	++	++	++	++	++	++	++
5. AAS-grafietoven	++	++	++	++	++	++	++
6. AAS-hydride	++	++	++	++	++	++	++
7. titrimetrisch	++	++	++	++	++	++	++
8. potentiometrisch	++	++	++	++	++	++	++
9. fotometrisch	++	++	++	++	++	++	++
10. infra-rood	++	++	++	++	++	++	++
11. elektrochemisch	+/o	+	++	++	++	++	++
12. HPLC (ook: ionchromatografie)	++	++	++	++	++	++	+/o
13. coulometrie	++	++	++ (X)	++	++	++ (E/X)	++
14. AES-ICP	++	++	++	++	++	++	++
IX Kwantificering							
1. externe standaarden	+/o	+/o	+/o	+/o	+/o	+/o	+/o
2. interne standaard	++	++	++	++	++	++	++
3. standaard-additie	+	+	+	+	+	+	+

Legende

++ = zeer geschikt
+ = geschikt
+/o = redelijk
o/- = matig
- = slecht
-- = ongeschikt

1) FID = als vluchtige aromaten e.d.
ECD = als gechlorideerde verbindingen

BIJLAGE 3

Overzicht van analyseprocedures zoals vastgelegd in het
'Besluit kwaliteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewater'

Tabel 1 Overzicht van analyseprocedures zoals vastgelegd in het "besluit kwaliteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewater"

Parameter	Meetprincipe	Eenheid	Precisie ¹	Systeematische afwijking ¹	Aantoonbaarheidsgrens	Standaardmeetmethode (NEN)
Kleurintensiteit	Filtreren over glasvezelfilter; fotometrische methode met gebruik van de Pt/Co referentieschaal	mg/l-Pt	10%	10%	2	6413 1e druk 1979
Gesuspenderde stoffen	Membraanfiltratie 0,45 µm, drogen bij 105°C en wegen	mg/l	—	—	—	6484 1e druk 1982
Geleidingsvermogen voor elektriciteit	Impedantiemeting met correctie tot 20°C	m S/m	5%	5%	—	6412 1e druk 1979
Saliniteit	Impedantiemeting	g/kg	—	—	—	—
Geur- en verdunningsfactor	Zintuiglijke waarneming bij 20°C door vergelijking van geurloos water met verdunningen van het monster van het oppervlaktewater. Het monster van het oppervlaktewater dient door toevoeging van geurloos water verdund te zijn met de factor: 0, 4, 8, 12, 16, 20 en 24	—	—	—	—	—
Temperatuur	Thermometrie, de meting wordt bij de bemonstering ter plaatse uitgevoerd	°C	0,5	1	—	—
Zuurgraad	Methode met specifieke elektroden, de meting wordt bij de bemonstering ter plaatse uitgevoerd	pH	0,1	0,2	—	6411 1e druk 1981
Doorzicht	Secchi-schijf, de meting wordt bij de bemonstering ter plaatse uitgevoerd	m	—	—	—	6606 1e druk 1981
Zuurstof opgelost	Methode van Winkler. Methode met specifieke elektroden	mg/l-O ₂	0,5	0,5	—	6490 1e druk 1982
Chemisch zuurstofverbruik	Oxydatie met behulp van kaliumdichromaat na filtratie over een filter met poriëngrootte van 0,45 µm	mg/l-O ₂	10%	10%	15	3235-5.3 2e druk 1976
Biochemisch zuurstofverbruik	Bepaling van de opgeloste zuurstof voor en na 5 dagen incubatie bij 20 ± 1°C in het donker. Toevoeging van een nitrificatie-inhibitor	mg/l-O ₂	—	—	—	3235-5.4 1e druk 1972
Organisch gebonden stikstof	Absorptiespectrometrie na Kjeldahl-destructie tot ammonium met correctie voor het anorganisch ammonium	mg/l-N	0,5	0,5	0,2	6481 1e druk 1982
Algenbiomassa	Filtratie van de eigen. Extractie van chlorofyl-a met een daartoe geschikt medium. Fotometrische bepaling van het chlorofyl-a. Het verschil van de extincties gemeten bij 665 en 750 nm is een maat voor het chlorofyl-a gehalte	µg/l-chlorofyl-a	—	—	—	6520 1e druk 1981
Ammoniak	Berekening van het gehalte aan ammoniak uit het gehalte aan ammonium	—	—	—	—	6644 1e druk 1983
Ammonium	Absorptiespectrometrie	mg/l-N	0,03	0,03	0,03	6472 1e druk 1981
Nitriet	Absorptiespectrometrie	mg/l-N	—	—	—	6474 1e druk 1981
Nitraat	Absorptiespectrometrie	mg/l-N	10%	10%	1	6440 1e druk 1981
Sulfaat	Absorptiespectrometrie. Titrimetrie	mg/l-SO ₄	10%	10%	5	6487 1e druk 1982
Fosfaat	Absorptiespectrometrie	µg/l-P	10%	20%	20	6479 1e druk 1981

Tabel 1 Overzicht van analyseprocedures zoals vastgelegd in het "Besluit kwaliteitssdoelstellingen en melingen oppervlaktewater" (vervolg)

Parameter	Meetprincipe	Einheid	Proefwet	Dynamische afwijking ¹	Aantoonbaarheidsniveau	Standardmethode (MNI)
Cyanide	Absorptiespectrometrie	µg/l-CN	10%	10%	10	6489 1e druk 1982
Fluoride	Absorptiespectrometrie. Methode met specifieke elektroden	mg/l-F	5%	5%	0,05	6483 1e druk 1982
Chloride	Absorptiespectrometrie. Titrimetrie volgens de methode Mohr	mg/l-Cl	5%	5%	5	6470 1e druk 1981
Residueel chloor	Deethyl-p-phenylenediamine methode. De meting wordt ter plaatse van de bemonstering uitgevoerd	µg/l-HOCl	—	—	—	6480 1e druk 1982
Beryllium	Atonaire absorptiespectrometrie	µg/l-Be	10%	10%	0,1	—
Boor	Atonaire absorptiespectrometrie, absorptiespectrometrie	mg/l-B	10%	10%	0,1	—
Natrium	Atonaire absorptiespectrometrie, vlamfotometrie	mg/l-Na	5%	5%	1	6442 1e druk 1979
Chroom	Atonaire absorptiespectrometrie	µg/l-Cr	10%	10%	5	6444 1e druk 1977
Mangaan	Atonaire absorptiespectrometrie	mg/l-Mn	10%	20%	0,1	6461 1e druk 1981
Lijzer opgelost	Atonaire absorptiespectrometrie na filtratie over een filter met poreus grootte 0,45 µm	mg/l-Fe	10%	10%	0,02	6460 1e druk 1981
Koper	Atonaire absorptiespectrometrie	µg/l-Cu	5%	5%	2,5	6454 1e druk 1981
Zink	Atonaire absorptiespectrometrie	µg/l-Zn	5%	5%	10	6443 1e druk 1977
Arsen	Atonaire absorptiespectrometrie	µg/l-As	20%	20%	2	6457 1e druk 1981
Selen	Atonaire absorptiespectrometrie	µg/l-Se	20%	20%	2	—
Cadmium	Atonaire absorptiespectrometrie	µg/l-Cd	10%	10%	0,5	6436 1e druk 1982
Barium	Atonaire absorptiespectrometrie	µg/l-Ba	15%	20%	20	6438 1e druk 1982
Kwik	Atonaire absorptiespectrometrie	µg/l-Hg	30%	30%	0,1	6445 1e druk 1978
Lood	Atonaire absorptiespectrometrie	µg/l-Pb	10%	10%	5	—
Minerale olie	Infrarood absorptiespectrometrie na extractie met tetrachloorkoolstof	µg/l	20%	30%	10	—
Opgeklarte-actieve stoffen	Absorptiespectrometrie	µg/l	10%	10%	50	—
Met wederdampvluchtige blauw	Absorptiespectrometrie met behulp van de 4 aminopropylamine methode	µg/l-C ₁₂ H ₁₇ OH	0,5	0,5	0,5	6670 1e druk 1982
Extraheerbaar organisch chloor	Microcoulometrie na extractie met petroleumether 3x	µg/l-Cl	—	—	1	—
Vluchtig organisch gebonden chloor	Microcoulometrie na uitblazen met inert gas	µg/l-Cl	—	—	0,5	—

Tabel 1 Overzicht van analyseprocedures zoals vastgelegd in het "besluit kwaliteitsdoelstellingen en metingen oppervlaktewater" (vervolg)

Parameter	Meetprincipe	Einheid	Precisie ¹	Systematische afwijking ¹	Aantoenbaarheidsgraad	Veranderingsmethode (NEN)
Polycyclische aromatische koolwaterstoffen	Extractie met hexaan, meting van de fluorescentie in het ultraviolet na dunne laagchromatografie of vloeistofchromatografie. Kwantificering met behulp van de referentiestoffen fluorantheen; benzo 11,12-fluorantheen; benzo 3,4-fluorantheen; benzo 3,4-pyreen; benzo 1,12-perylen; indeno 11,2,3-cd pyreen	µg/l	50%	50%	0,04	—
Organochloor pesticiden	Identificatie met behulp van geschromatografie na extractie en voorzuivering. Kwantitatieve bepaling met behulp van ijkvloeistoffen	µg/l	50%	50%	0,05	—
Cholinesteraseremmers	Extractie met dichloormethaan. Oxidatie met broom van het indemipresidu. Incubatie met paardeserum en butyrylthiocholine. Fotometrische bepaling van het gevormde thiocholine. Het resultaat wordt uitgedrukt in paraoxon-eenheden	µg/l paraoxon	—	—	—	—
Thermotolerante bacteriën van de coli-groep	Ophoping in een vloeibaar, lactosehoudend medium bij 37°C gevolgd door bevestiging in een meer selectief vloeibaar lactosehoudend medium bij 44°C. Kwantificering met behulp van een M.W.A.-tabel.	aantal/ml	—	—	—	6572 1e druk 1982
	Membraanfiltratie, voorincubatie bij 25°C, incubatie bij 44°C op een vast lactosehoudend medium gevolgd door bevestiging in een meer selectief vloeibaar lactosehoudend medium bij 44°C	aantal/ml	—	—	—	6570 1e druk 1982
Faecale streptococci	Ophoping in een vloeibaar azidehoudend medium gevolgd door bevestiging op een meer selectief vast azidehoudend medium. Membraanfiltratie en incubatie op een vast azidehoudend medium	aantal/ml	—	—	—	6563 1e druk 1982
		aantal/ml	—	—	—	—
Salmonellae	Voorophoping in een vloeibaar, niet selectief medium. Ophoping in een vloeibaar selectief medium. Isolatie op een vast selectief medium. Bevestiging door biochemische en serologische methoden	aantal/100 ml	—	—	—	—
Entero-virussen	Concentratie door middel van filtratie en/of uitvloeking en centrifugeren, bevestiging door middel van plaque formatie-methode (P.F.U.) of cytopathogeen-effect-methode	aantal/l	—	—	—	—
Geur (water) (organismen)	Zintuiglijke waarneming ter plaatse. Bepaling van geurafwijkingen van rauwe monsters ten opzichte van monsters uit onverdund oppervlaktewater	—	—	—	—	—
Kleur	Zintuiglijke waarneming ter plaatse	—	—	—	—	—
Olief	Zintuiglijke waarneming ter plaatse	—	—	—	—	—
Schuim	Zintuiglijke waarneming ter plaatse	—	—	—	—	—
Smaak (organismen)	Bepaling van smaakafwijkingen van rauwe en gekookte monsters ten opzichte van monsters uit onverdund oppervlaktewater	—	—	—	—	—
Vuil	Zintuiglijke waarneming ter plaatse	—	—	—	—	—

¹ Indien precisie en systematische afwijking zijn aangegeven in procenten betreffen deze percentages de in bijlage 1 aangegeven waarden voor de verschillende parameters.

BILLAG 4

Technieken voor controle op gegevens

Er zijn zeer veel technieken mogelijk, elk gericht op een bepaald aspect. Verschillende technieken zullen elkaar vaak aanvullen. In het onderstaande is gekozen voor een indeling naar de aard van methoden en technieken welke voor een belangrijk deel met behulp van de computer zijn uit te voeren:

a. dubbele uitvoering (dubbel-ponsen, herbemonsteren, duplo-analyse)

Handmatige invoer- of bewerkinsprocedures kunnen soms dubbel worden uitgevoerd. Voorbeelden zijn dubbel-ponsing, herbemonstering of duplo-analyse van watermonsters. Fouten worden gevonden door de resultaten met elkaar te vergelijken. Duplo uitvoering kan ook steekproefgewijs worden toegepast. In dat geval gaat het veelal om een controle op systematische en procedurele fouten.

b. syntactische controles (tekst, getallen)

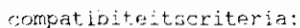
Gegevens worden vastgelegd als numerieke waarden of tekst. Na invoering van de gegevens kan gecontroleerd worden of de syntax juist is. Met name bij handmatige invoer is deze controle van belang. Bekende voorbeelden zijn verwisseling van de letter 0 met het cijfer 0 (nul), onjuiste plaatsing van decimale punten of de onjuiste invoer van een formele identificatie code, b.v. 51G147 (kaartblad en volgnummer) in plaats van 51GB0147 (kaartblad, soort en 4 cijferig volgnummer).

c. reëel (enkelvoudig) waardenbereik (chemische samenstelling)

Van vrijwel elke afzonderlijke fysische variabele kan een reëel waardenbereik worden vastgesteld waarvan de uitersten kunnen worden gebruikt voor controle op fouten. Zo zal de grondwaterstijghoogte in Nederland niet kleiner zijn dan NAP-0 meter (Haarlemmermeerpolder). Een dergelijke waardenbereik kan ook worden gegeven voor de chemische samenstelling, b.v. nitraatgehalte grondwater kleiner dan b.v. 1000 mg/liter.

d. compatibiliteitscontrole (onderlinge relaties, b.v. coördinaten binnen kaartblad, waterstand beneden maaiveld);

Tussen gegevens onderling geldt vaak een bepaalde relatie waarvan de reële grenzen kunnen worden gebruikt voor gegevenscontrole. Zo geldt voor een bepaald kaartblad dat de coördinaatgegevens van een meetpunt binnen de coördinaatgrenzen van het kaartblad moeten vallen. In figuur 1 zijn voor een grondwatermeetpunt voorbeelden gegeven van dergelijke compatibiliteitscriteria.



↳ bovenkant stijgbuis

< bovenkant filter (niet droog)

✓ bovenkant filter (niet droog)

bovenkant filter > onderkant filter

Een bijzondere vorm van compatibiliteitscontrole is die, waarbij de relatie tussen de gegevens is gebaseerd op een fysische of chemische balans. Een bekend voorbeeld is de ionenbalans bij grondwateranalyses (Tabel 1).

visueel beoordelen (grafieken), verloop in tijd/ruimte

Onder plausibiliteit valt een veelheid van mogelijkheden om nader te beoordelen hoe waarschijnlijk het is dat de geregistreeerde waarde werkelijk is opgetreden. Visuele controle van tijdreeksen is het meest bekende voorbeeld van plausibiliteitsbeoordeling. In figuur 2 is een tijdreeks

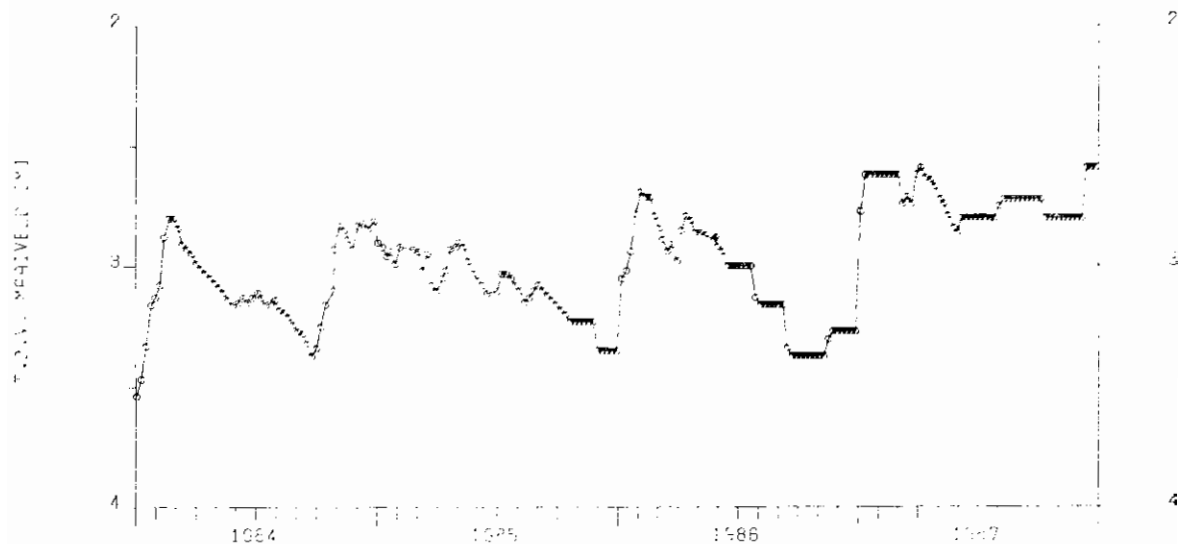


Fig. 2 Visuele controle van grondwaterstandseries (DGV-TNO)

gegeven waarbij zichtbaar is dat bij de meting of verwerking twee meet-filters onderling zijn verwisseld. Een andere mogelijkheid is om twee dicht bij elkaar gelegen meetpunten in één grafiek met elkaar te vergelijken en duidelijke afwijkingen te signaleren (figuur 3).

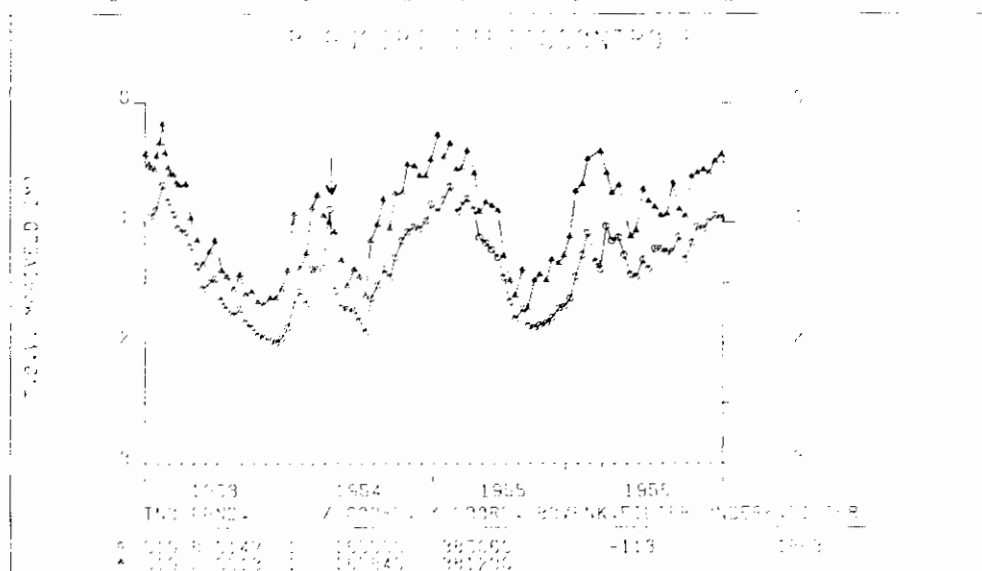


Fig. 3 Visuele vergelijking van twee grondwaterstandstijdsreeksen. (Opmerkelijke afwijking 140454 op 140454)

In figuur 4 is een voorbeeld opgenomen van de analyse van grafisch weer-gegeven waterstandsverloop dat is opgenomen met behulp van een vlotter.

Behalve visuele controle zijn er verschillende technieken denkbaar, en reeds in gebruik, waarbij de gegevens zodanig worden bewerkt dat extremen (niet-plausibele waarden) worden gesignaleerd. Met het begrip extremen wordt in dit geval bedoeld op waarden die afwijken van de normale kenmerken in de tijd of het normale ruimtelijke beeld. Op een aantal mogelijkheden van deze extremen detectie wordt hieronder verder ingegaan.

In het rapport 'richtlijnen voor het verwerken van waterhuishoudkundige gegevens bij de rijkdienst voor de IJsselmeerpolders' (RIJP-25 Abw, 1985) wordt een beschrijving gegeven van de verschillende wijzen waarop hydrologische gegevens binnen de subafdeling waterhuishouding worden verwerkt en opgeslagen. Hierbij worden de handmatig verzamelde gegevens behandeld maar ook de niet schrijvers verzamelde gegevens en de automatisch geregistreeerde waarnemingen. Hierbij komen de meteorologische waarnemingen aan de orde maar ook de grondwaterstanden, afvoeren en peilen. Daarnaast, wat minder relevant voor dit rapport, wordt aandacht besteed aan bodemvochtmetingen, vochtspanningsmetingen, doorlatendheidsbepalingen, profielkuilgegevens en aevatiemetingen.

Extremendetectie: delta-checking, reeks kenmerken, regime-curve

Extremendetectie is vaak gericht op het signaleren van extremen in de tijd, d.w.z. perioden of tijdstippen met bijzonder hoge of lage waarden. Om de criteria voor "hoog" resp. "laag" te kunnen vaststellen wordt meestal een of andere vorm van (statistische of fysische) modellering toegepast over de historie van de meetreeks. De meest eenvoudige vorm is de bepaling van de mediaan en de standaardafwijking van de meetreeks. Vervolgens kan van de nieuw binnengekomen gegevens worden gesteld dat deze in 95% van de gevallen binnen de range van mediaan plus of minus tweemaal de standaardafwijking zouden moeten liggen. In ca. 1 op de 20 gevallen wordt aldus een "extreem" gesignaleerd.

Op deze methode zijn veel varianten denkbaar. Bij het Archief van Grondwaterstanden wordt voor deze extremendetectie thans gewerkt aan operationele programmatuur voor het gebruik van de zgn. "regime-curve" en de "delta-check".

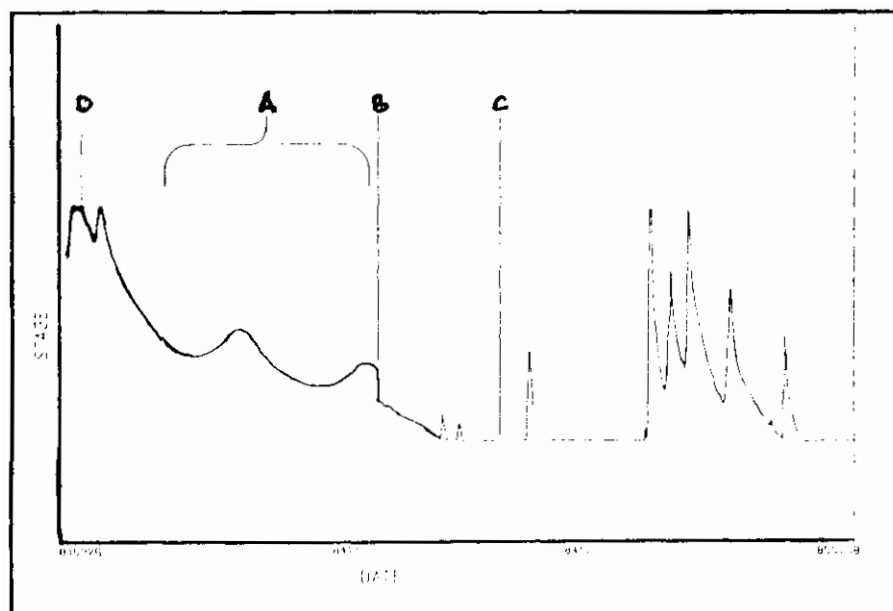


Fig. 4 Indicaties van problemen bij de meetopstelling

- A = Gedeeltelijk geblokkeerde of te klein gedimensioneerde verbindingspijp.
- B = Verbindingslijn tussen vlotter en contragewicht slijpt op de overbrenging, of de verbindingspijp is plotseling schoongemaakt, of het zand op de bodem van de stilling well is verwijderd.
- C = De stilling well is verzand en de vlotter rust op de bodem of zit klem in het huis, of het peil raakt onder de verbindingspijp of het contragewicht wordt geblokkeerd door de onderkant van de kast van de opnemer.
- D = De vlotter wordt geblokkeerd door de onderkant van de kast van de opnemer, of de verbindingspijp is te klein of vlotter en contragewicht blokkeren elkaar.

Bij de regime-curve wordt in plaats van het algemene gemiddelde gewerkt met het gemiddelde en de standaardafwijking, afhankelijk van het tijdstip in het seizoen. In de toepassing wordt vervolgens gekeken of er een extreem hoge of lage stand wordt gemeten ten opzichte van de normale range, bv. in de maand januari (zie Figuur 5).

Bij de methode van "delta-checking" is gebaseerd op de normale range van verschillen tussen twee metingen en wordt er vervolgens gesignaleerd als de nieuwe meting extreem veel groter of kleiner is dan de vorige (zie Figuur 5).

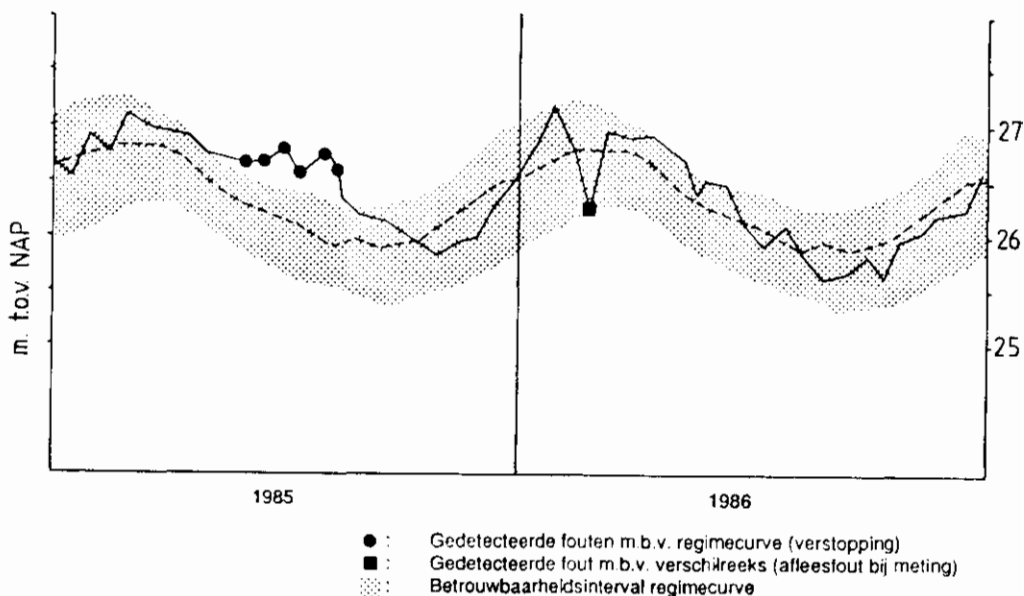


Fig. 5 Voorbeeld extremendetectie m.b.v. regime curve en verschilreeksen ('deltachecking') bij grondwaterstandsreeksen (DGV-TNO)

Zoals gezegd zijn er zeer veel varianten op deze methode denkbaar. Zo kan de hantering worden overwogen van de verschillende andere statistische kenmerken van de historische reeks of de combinatie van meerdere reeksen, zoals de gemiddeld hoogste of laagste stand, de auto- of kruiscorrelatie of ARIMA-modellen. Verder kan worden gedacht aan causale concepten zoals een neerslag-afvoerrelatie of een relatie neerslag-grondwaterstand of

grondwatersamenstelling-bodemgebruik. Een voorbeeld van het gebruik van een Box and Jenkins transfermodel is gegeven in fig. 6. Hierbij is de oorspronkelijke tijdreeks van de grondwaterstijghepte beschreven door drie afzonderlijke componenten: een gedeelte dat te verklaren is uit het neerslagoverschot, een lineaire trend en een (niet verklaarde) ruiscomponent. De variantie van de overblijvende ruiscomponent is zo klein dat de ruiswaarde op 14 april 1954 duidelijk opvalt en geïdentificeerd wordt als extreem.

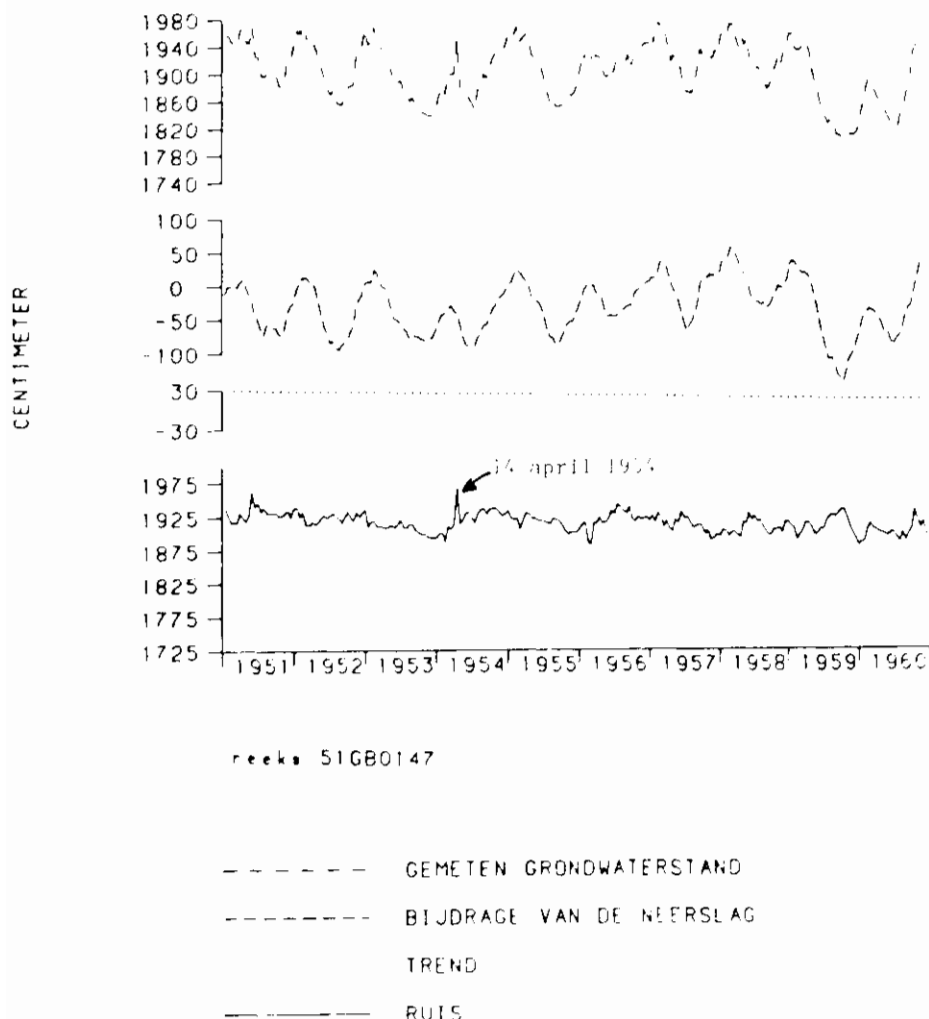


Fig. 6 Decompositie van tijdreeksen via Transfermodellering (Box en Jenkins)

Van groot belang voor het succes van dit type methoden is de homogeniteit van de meetreeksen. De toepassing is vaak niet mogelijk als er een belangrijke trend (bv. een sprong of lineaire trend) in de reeks aanwezig is. De methode wordt daarom nogal eens aangevuld met trendanalyse of toetsing op homogeniteit.

Nadat er aldus een extreem is gesignaleerd dient als volgende stap een beoordeling plaats te vinden over de plausibiliteit van dit extreem. Immers: in 1 op de 20 gevallen is het een waarde die wel degelijk in werkelijkheid is opgetreden. In veel gevallen kan op deze wijze echter een fout c.q. een belangrijke (opgetreden) verandering worden opgespoord, op basis waarvan de nodige maatregelen kunnen worden getroffen. Afhankelijk van de situatie en de uitgevoerde modellering is er een detectiegrens qua grootte van fouten welke nog worden gesignaleerd.

Met name in de sfeer van plausibiliteitscontrole zijn er in theorie zeer veel mogelijkheden. Bovenstaande voorbeelden geven geen compleet beeld en zijn deels overlappend. In het algemeen gaat het om een beoordeling van het verloop en optredende extremen van kenmerken, berekend uit de interne structuur van de gegevens zelf (veelal tijdreeksen) of een of andere vorm van statistische of fysische modellering (bv. tijdreeksmodellering, regime-curve, ruimtelijke correlaties tussen reeksen, relatie neerslag-afvoer, chemische balans etc.).

Levendigheidscontrole

Onder de 'levendigheid' van een station worden de hoogfrequente beweging van de pen, ook wel halingen bedoeld, zoals die te zien in figuur 7. De mate van halingen kan een indicatie zijn voor de onderhoudstoestand van het peilmeetstation. Bij het dichtslibben van b.v. de toevoerbuisk of het lek raken van de vlotter zal de levendigheid afnemen. Na de overgang van analoge naar een digitale registratie (1988) is deze controlemogelijkheid weggefallen. Daarom is in het Monitoring Systeem Water van Rijkswaterstaat ook een digitale levendigheid gedefinieerd, die tegelijkertijd met de tienminuutgemiddelde waterstand ingewonnen wordt. Deze digitale levendigheid wordt bepaald m.b.v. een kaskade van vier 2-de orde Chebyshev filters, die de hoeveelheid energie bepaald in een tienminuut-gemiddelde waterstand.

Momenteel wordt onderzocht of deze levendigheid bruikbaar is om preventief onderhoud aan een station te plegen. Een probleem hierbij is dat de karakteristieken van de levendigheid per station kunnen verschillen, door de keuze van lokatie en opbouw van het peilmeetstation. Tevens hebben externe factoren zoals wind en scheepvaartbezettingen invloed op de grootte van de levendigheid.

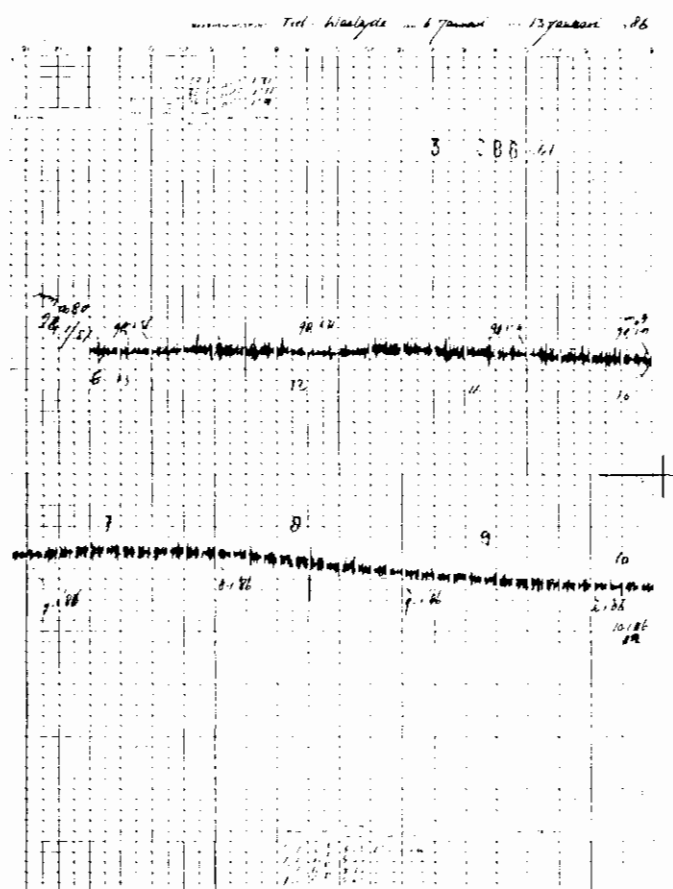


Fig. 1 Analage peilschrijver registratiepunt Tiel/Waalzijde

Waterbalans, ionenbalans

Een bijzondere vorm van compatibiliteitscontrole is die, waarbij de relatie tussen de gegevens is gebaseerd op een fysische of chemische balans. Een bekend voorbeeld is de ionenbalans bij (grond-)wateranalyses (Tabel 1).

Tabel 1 Voorbeeld van een ionenbalans bij grondwateranalyses

Meetnet Grondwaterkwaliteit RIVM-LRG

Analyse 5 Meetpunt 1 te Gorsseel (Gld.)

RIVM Archiefnummer: 33F - 108

x- en y-coördinaat: 211640, 467705 (m)

Datum monstername: 02-07-1985

Ionenbalans in meq/L en geleidend vermogen (K20)

Filter met een gem. diepte van 9.60 m

Na+	0.5568	HCO3-	- 3.5562
K+	0.0120	Cl-	- 1.1425
Mg2+	0.5954	NO3-	- 0.0214
Ca2+	4.7106	o.PO4-	
Fe		SO4=	- 1.1076
H+	<u>0.0000</u>		<u> </u>
kationen	5.8748	anionen	- 5.8277
Verschiil	0.0471, dit is 0.40% van de som		

K20-gemeten: 50.50 mS/m K20-berekend: 52.00 mS/m

Het verschil is -2.97% van K20-gemeten.

Filter met een gem. diepte van 24.00 m

Na+	0.9004	HCO3-	- 3.6545
K+	0.0202	Cl-	- 1.3738
Mg2+	0.4918	NO3-	- 0.0214
Ca2+	4.6856	o.PO4-	
Fe		SO4=	- 1.0348
H+	<u>0.0000</u>		<u> </u>
kationen	6.0980	anionen	- 6.0845
Verschiil	0.0135, dit is 0.11% van de som		

K20-gemeten: 53.50 mS/m K20-berekend: 54.00 mS/m

Het verschil is -0.93% van K20-gemeten.

multilineaire regressie

Een vorm van extremendetectie in de ruimte is de toepassing van multilineaire regressie (MLR) op een aantal meetpunten. Bij RWS, Dienst Getijdewateren, afdeling Informatiesystemen wordt veel gebruik gemaakt van de MLR controle van waterstanden. Zelfs het meetnetdichtheids criterium is gebaseerd op de nauwkeurigheid waarmee men de gegevens van een station kan bijglossen na uitval. Hoewel deze statistische methode voortdurend vergeleken wordt met de uitkomsten van fysische modellen en methode blijkt de MLR methode nog altijd minstens evengood te zijn als de fysische modellen. Omdat de MLR methode eenvoudig te hanteren is blijft men voorlopig deze methode gebruiken. De normale controle m.b.v. MLR-programmatuur levert een lijst op met waarnemingen die een bepaald verschil met een verwachting te boven gaan (Zie voorbeeld uitvoering MLR controle). Aan de hand van b.v. de peilschrijver bladen wordt dan nagegaan of er sprake is van een fout. Na automatisering van de inwinning (1988) zal overgegaan worden op een 'operationele'-MLR toetsing van binnenkomende gegevens. Bij uitval of storing kan tevens direct bijgegist worden, zodat de on-line gebruikers niets van de storing merken.

Voorbeeld Uitvoer MLR-controle (Fig. 8 en Tabel 2)

De waterstandsstations Hoek van Holland, Scheveningen, IJmuiden, en Den Helder zijn gecorreleerd aan het station Petten, waarbij gebruik gemaakt wordt van een tijdsverschuiving van + 3 t/m -3 uur. (Zeven tijdstappen gecorreleerd van 5 stations). De met deze coëfficiënten berekende verwachting voor Petten wordt vergeleken met de waarneming. Als deze groter is dan 10cm (instelbaar) dan wordt het tijdstip met waarneming, verwachting en verschil geprint. Na verwijdering van enkele fouten en ook het piekje (zie figuur 8) bleek de standaardafwijking met een nieuwe toetsing nog te hoog. Ook bleven de verschillen op 27 april 16.00 uur en 28 april 5 uur groter dan één meter. Bij nadere bestudering bleken de gegevens in de tijd verschoven te zijn tussen de 27ste 13.00 uur en 28ste 7.00 uur. Juist op de steile helling blijkt dan de "W min V" het grootste te zijn. Zonder de hier uitgevoerde MLR-controle is het niet mogelijk om een geval als dit gemakkelijk op het spoor te komen. Meestal zal slechts het piekje glad gestreken worden, maar de verschuiving is veel moeilijker te zien.

Tabel 2 Uitvoer MLK-controler programma RWS de "W min V"

Voorbeeld uitvoer MLK-controler
programma RWS

```

BEGE WVVHADA-ABS.DIRMETFF
RIJESWATERSTAAT DIRECTIE WATERHUISHOUDING EN WATERBEWEGING
PROGRAMMA : DIRMETFF
DATUM : 080519
*ANALYSE IN TOEGANG VAN WATERSTANDEN
*OVER HET JAAR 1986
*NAARVAGER NL : LGTWZET
*****

```

AFLEIDEN VAN EEN MEETPUNT UIT ANDERE MEETPUNTEN

A.H.V. ONDERLINGE CORRELATIECOEFFICIENTEN OP TIJDSTIPPEN T=0.....T+N

BEREKENINGEN ZIJN UITGEVOERD VOOR DE SURFERHOED: 000101 ... 001731

WAARNEMINGEN OVER JAAR:
-VOOR ANALYSE: 1986
-VOOR TOEGANG: 1986

AF TE LEIDEN MEETPUNT: 55 PETTEN-ZUID

VOOR T +

AFGELEID UIT DE MEETPUNTEN: VOOR T +

	0	1	2	3	4	5	6
10 HOFF VAN HOLLAND							
20 SCHIEVENINGEN							
30 LUISSEN-HULSTENHAVEN							
40 DEN WEDDER							

OVERZICHT VERSCHILLEN "WAARNEMING - VERWACHTING"

** VERSCHILLEN GROOTER DAN: 10 **

JHR000-UU---WAARN---VERW---W MIN V

060427 13	-92	-77.1	-14.9
060427 15	-84	-94.9	10.9
060427 16	23	-85.5	108.5
060427 17	100	18.4	81.6
060427 18	74	98.7	-24.7
060427 19	56	72.5	-16.5
060427 22	26	65.1	-17.1
060427 23	-18	25.8	-45.8
060428 0	-58	-17.3	-40.7
060428 1	-75	-59.0	-16.0
060428 4	-17	-80.7	61.7
060428 5	92	-15.3	167.3
060526 22	29	17.4	11.6
060527 22	13	25.3	-12.3
060527 23	8	20.4	-12.4
060608 21	5	13.5	-10.9
060703 6	-6	-26.2	12.2
060803 17	48	34.3	13.7
060803 18	-8	19.3	-27.3
060803 19	-23	10.3	-12.3
060902 1	95	14.7	89.3
060902 3	80	92.5	-12.5
060902 5	67	80.1	-13.1
060902 6	29	77.0	-48.0
060903 9	10	21.1	-11.1
060905 14	-9	1.4	-10.4
060905 20	40	54.4	-14.4
060905 21	22	32.7	-10.7
060905 10	53	65.6	-10.6
060906 13	18	51.6	-13.6
060910 2	35	22.5	-12.5
060915 21	-53	-85.2	-12.2
060918 18	-9	24.7	-13.7
060918 19	-21	7.2	-28.2
060918 20	-47	-6.8	-40.2
060918 21	-80	-25.6	-34.4
060918 22	-102	-51.9	-50.1
060918 23	-107	-86.4	-20.6
060919 0	-112	-100.1	-11.9
060919 1	-94	-105.5	11.5
060919 2	29	-110.7	139.7
060919 3	77	-76.2	153.2
060919 4	56	45.1	10.9
060919 5	31	78.7	-25.7
060924 5	-75	-49.2	-25.8
060924 6	-8	21.4	-29.4
061019 20	116	101.7	14.3
061020 13	-9	-20.8	11.8
061020 23	78	92.2	14.2
061021 0	24	37.0	-13.0
061021 1	2	12.9	-10.9
061022 18	161	136.8	24.2
061023 18	142	127.8	14.2
061030 12	-70	-58.7	-11.3
061102 2	-1	13.1	-14.1
061104 12	-48	-22.5	-40.5
061108 15	-22	-5.1	-16.9
061109 2	-8	6.8	-35.8
061123 2	-6	-17.7	11.7
061226 20	7	-3.3	-10.3
061215 13	7	18.0	-11.0
061219 2	62	75.1	-11.1
061219 5	212	197.7	14.3
061219 17	145	158.3	-13.1
061219 22	84	95.0	-11.0
061227 5	37	47.5	-10.5

zie waterstands
verlooplijn
in figuur 8.

Bepaling MLK- coëfficiënten bij
toetsing 5 stations met 7 tijd-
stappen waarbij Petten afgeleid wordt.

De standaardafwijking bedraagt +5.279 cm.
Dit is de nauwkeurigheid waarmee water-
standen van Petten bijgeleed kunnen worden.

Na fouten verwijdering zal overigens
deze standaardafwijking nog verder
omlaag gaan.

STATISTISCHE GEGEVENS VAN "WAARNEMING - VERWACHTING"
AANTAL : 8754.000
GEMIDDELD : .001
MAXIMUM : 153.168
VARIANTE : 27.864
STANDAARDAFWIJKING : 5.279

COEFFICIENTEN VAN DE LINEAIRE BETREKKING
IN VOEGSEL VAN DE OPTIEFEN SLEUTEL:

A 0 : -.580924814512476+000
A 1 : -.18915524764210-001
A 2 : -.216262895302314-001
A 3 : -.622210442560757-001
A 4 : -.251925378179699+000
A 5 : -.437166860638768-001
A 6 : -.564889224761474-001
A 7 : -.503056482260044-001
A 8 : -.671973201540519-001
A 9 : -.134309379086891-001
A 10 : -.860179092167179-001
A 11 : -.324127424065135-001
A 12 : -.686510686294840-001
A 13 : -.308667361579605-001
A 14 : -.886890764547431-001
A 15 : -.44285642114081-001
A 16 : -.878534490315224-002
A 17 : -.160458402196459+000
A 18 : -.33668859176423+000
A 19 : -.741150944500839-001
A 20 : -.467938001782903-001
A 21 : -.877059688304451-001
A 22 : -.123620650070113-001
A 23 : -.353836426445539-001
A 24 : -.24623440774685+000
A 25 : -.481291978188282+000
A 26 : -.154956883114865+000
A 27 : -.32148188439745-001
A 28 : -.393261449219251-001

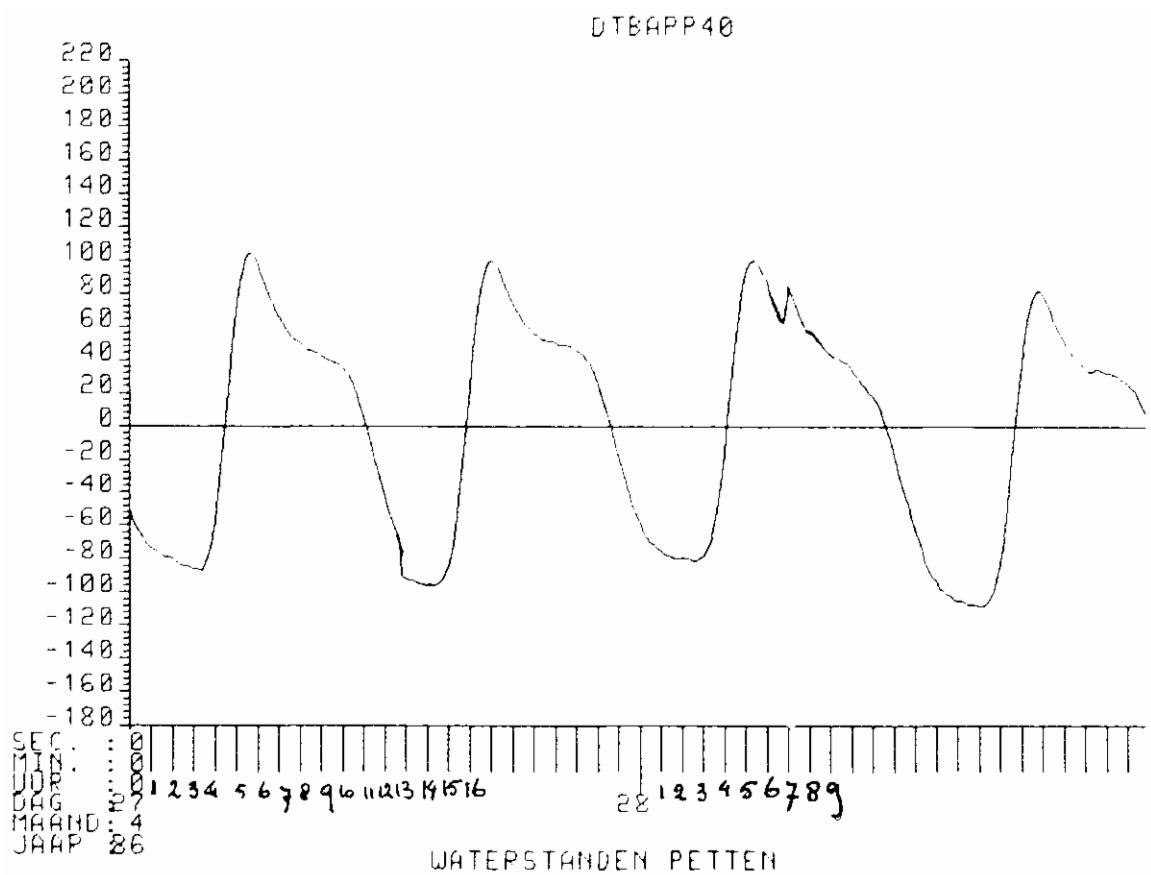


Fig. 8 Grafische uitvoer waterstanden Petten, behorende bij Tabel 2

SAMWAT, Samenwerken op het gebied van het onderzoek ten behoeve van het Waterbeheer

In de serie SAMWAT-rapporten zijn verschenen:

1. Meet-, signalerings- en regelsystemen voor het waterbeheer, 1987
2. The SAMWAT database for models in water management, 1988
3. Kwaliteit van meetgegevens, 1988

De rapporten kosten f 15,-- en kunnen worden besteld bij:

Bureau SAMWAT
Postbus 297
2501 BD 's-Gravenhage
tel : 070-496370
fax : 070-855700
telez : 31660 tnoqv nl

