WELCOME

WATER, ENVIRONMENT, LANDSCAPE MANAGEMENT AT CONTAMINATED MEGASITES

DEVELOPMENT OF INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM (IMS) FOR PREVENTION AND REDUCTION OF POLLUTION OF WATERBODIES AT CONTAMINATED INDUSTRIAL MEGASITES

WP4.1 GIS DESCRIPTION

PART II

Model investigation of Main Groundwater Basins:

MGB Lubliniec-Myszków (327) and

MGB Gliwice (330)

PROJECT NO:	**EVK1-2001-00132**
COORDINATOR:	**TNO INSTITUTE OF ENERGY, ENVIRONMENT AND PROCESS INNOVATION, NETHERLANDS**

Deliverable 4.1

WORKPACKAGE 4

TASK 4.1 – GIS DESCRIPTION

PART II – MODEL INVESTIGATION OF MAIN GROUNDWATER BASINS: MGB LUBLINIEC-MYSZKÓW (327) AND MGB GLIWICE (330)

COORDINATOR OF POLISH TEAM	Dr	Jerzy Szdzuj	IETU
WP4.1-LEADER	Dr	Marek Korcz	IETU

AUTHORS

Part I, II, III	Dr	Marek Korcz	IETU
Part I, II	Dr	Jerzy Szdzuj	IETU
Part I, II, III	MSc	Joachim Bronder	IETU
Part I, II	MSc Eng	Daniel Słowikowski	IETU
Part I, II	MSc Eng	Jacek Długosz	IETU
Part II	Dr	Andrzej Kowalczyk	INTERGEO
Part II, III	Dr	Andrzej Witkowski	INTERGEO
Part III	Dr	Hanna Rubin	INTERGEO
Part II	Dr	Krystyn Rubin	INTERGEO
Part III	MSc	Grzegorz Wojtal	INTERGEO
Part II, III – Scientific consultant	Prof. DSc Eng	Andrzej Różkowski	INTERGEO
Part II	MSc	Jacek Wróbel	INTERGEO
Part II	MSc	Dorota Grabala	INTERGEO
Part II	Dr Eng	Wiktor Treichel	INTERGEO
Part I	MSc Eng	Piotr Cofałka	IETU
Part I	MSc Eng	Magdalena Wadelik	IETU
Part I	MSc Eng	Katarzyna Moraczewska-Majkut	IETU
Part I	Tech.	Iwona Owczarska	IETU
Part I	Tech.	Alicja Wadelik	IETU
Part I	Dr Eng.	Jurand Bień	TUC
Part I	MSc	Agnieszka Popenda	TUC
Part I, II, III	MSc	Izabella Ratman-Kłosińska	IETU
Part I, II, III	MSc	Mirosława Cyrana-Szram	IETU

CONTENTS

1 INTRODUCTION 2

2 HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE GZWP LUBLINIEC-MYSZKÓW AND GZWP GLIWICE WATER-BEARING SYSTEM 5

2.1 RECOGNITION OF THE HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS OF THE AREA 5

2.2 AN OVERLOOK OF THE HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS OF THE WATER-BEARING SYSTEM OF LUBLINIEC-MYSZKÓW AND GLIWICE MAIN GROUNDWATER RESERVOIRS 12

3 CONCEPT AND STRUCTURE OF THE MATHEMATICAL MODEL OF THE LUBLINIEC – MYSZKÓW AND GLIWICE MAIN GROUNDWATER RESERVOIRS WATER-BEARNING SYSTEM 18

4 RESULTS OF THE NUMERICAL MODEL SIMULATIONS 30

4.1 MODEL STUDIES OF WATER STATE IN 1998 30

4.1.1 Groundwaters balance 30

4.1.2 Groundwater circulation system 33

4.2 MODEL STUDIES OF THE GROUNDWATER STATE IN 2001 34

4.2.1 Groundwaters balance 35

4.2.2 Groundwater circulation system 38

4.3 PROGNOSIS SIMULATIONS 40

4.3.1 Simulation for a limited water intake in the area of Tarnowskie Góry 40

4.3.2 Simulation for a maximum water intake in the area of the Tarnowskie Góry . 40

5 LIST OF LITERATURE SOURCES AND HISTORICAL STUDIES 42

5.1 STUDIES OF REGIONAL CHARACTER 42

5.2 HYDROGEOLOGICAL DOCUMENTATION OF GROUNDWATER INTAKE POINTS, THEIR AVAILABLE RESOURCES, EXPERT OPINIONS AND REPORTS 44

5.3 CARTOGRAPHIC STUDIES 52

5.4 OTHER STUDIES CONCERNING TARNOWSKIE GÓRY DISTRICT 53

5.5 GROUNDWATER MONITORING 56

5.5.1 „Tarnowskie Góry" Chemical Plant in liquidation 56

5.5.2 „Miasteczko Śląskie" Zinc Smelter 58

5.5.3 „Nitron" S.A Plastics Factory 59
5.5.4 Municipal Landfill at Tarnowskie Góry - Rybna 59
5.5.5 Kalety Paper Mill 59
5.6 LICENSES, WATER SUPPLY AND SEWAGE EFFLUENT DISPOSAL CONSENTS, WATER INTAKE APPLICATIONS (SINCE 1999) 59

LIST OF TABLES

Table 1 The list of the wells intaking water from Triassic formations. Layer II 19
Table 2 Balance of groundwater circulation of the Lubliniec-Myszków reservoir water-bearing system according to the model studies made for hydrodynamic conditions in 1998. 32
Table 3 Balance of groundwater circulation of the Gliwice reservoir water-bearing system according to the model studies made for hydrodynamic conditions in 1998. 33
Table 4 Balance of groundwater circulation of the Lubliniec-Myszków reservoir water-bearing system according to the model studies made for hydrodynamic conditions in 2001 36
Table 5 Balance of groundwater circulation of the Gliwice reservoir water-bearing system according to the model studies made for hydrodynamic conditions in 2001 37

LIST OF FIGURES

Fig. 1 Map of the investigated area. Scale of 1:200 000 4
Fig. 2 Geological map of the "Lubliniec-Myszków" and "Gliwice" Main Groundwater Basins (map without Quaternary formations) [Kowalczyk i inni, 2002] 13
Fig. 3 Hydro-geological cross-section of "Lubliniec-Myszków"Main Groundwater Basin [Kowalczyk i inni, 2002] 14
Fig. 4 Hydro-geological cross-section of the"Gliwice" Groundwater Main Basin [Kropka in Różkowski, Chmura, Siemiński, 1997] 15
Fig. 5 Scheme of the model of Lubliniec-Myszków and Gliwice main groundwater reservoirs system 25
Fig. 6 The map of permeability coefficient of Quaternary water-bearing horizon [m/d]. Layer I. Based on model investigation 27
Fig. 7 The map of filtration coefficient of carbonate Triassic formation [m/d]. Layer II. Based on model exploration 28
Fig. 8 The map of the recharge factor of aquifer system model 29

ANNEXES

Annex 1 Location of the groundwater intakes Scale 1:100 000 62
Annex 2 Map of hydroizohypses of the first water-bearing horizon Layer I. State 1998 year. Scale 1:100 000 63

Annex 3. Map of hydroizohypses of the Triassic carbonate water-bearing horizon. Layer II. State 1998 year. Scale 1:100 000 64
Annex 4 Structural geologic map of the top of carbonate Triassic formation. Scale 1:100 000 65
Annex 5 Structural geologic map of the bottom of carbonate Triassic formation. Scale 1:100 000 67
Annex 6 Map of the bottom of the first main Quaternary water-bearing horizon. Scale 1:100 000 68
Annex 7 Map of I model layer scheme. Scale 1:200 000 69
Annex 8 Map of the II model layer scheme. Scale 1:200 000 70
Annex 9 Map of hydroizohypses of the water-bearing horizon. Layer I. Modelling results. State 1998 year. Scale 1:100 000 71
Annex 10 Map of hydroizohypses of the Triassic carbonate water-bearing horizon Layer II. Modelling results. State 1998 year. Scale 1:100 000 72
Annex 11 Map of hydroizohypses of the Triassic carbonate water-bearing horizon State 2001 year. Scale 1:100 000 73
Annex 12 Map of hydroizohypses of the Quaternary water-bearing formations. State 2001 year. Scale 1:100 000 74
Annex 13 Map of hydroizohypses of the Quaternary water-bearing formations. Simulation results of the 2001 year state Scale 1:100 000 75
Annex 14 Map of hydroizohypses of the Triassic carbonate water-bearing horizon Simulation results of the 2001 year state Scale 1:100 000 76
Annex 15 Map of hydroizohypses of the Triassic carbonate water-bearing horizon Results of simulation at the conditions of reduced groundwater intake in Tarnowskie Góry region Scale 1:100 000 77
Annex 16 Map of hydroizohypses of the Triassic carbonate water-bearing horizon Results of simulation at the conditions of maximum groundwater intake in Tarnowskie Góry region Scale 1:100 000 78

1 INTRODUCTION

This report presents results of model studies performed for the area of the main water reservoirs (GZWP) of Triassic origin: Lubliniec-Myszków (GZWP no. 327) and Gliwice (GZWP no. 330) (Fig. 1). The goal of the study was to recognise and present the system of groundwater circulation in the area of Tarnowskie Góry in the water-bearing system comprising the above mentioned reservoirs and in relation to various hydrodynamic conditions resulting from variable exploitation of groundwaters in recent years.

The Chemical Plant located in Tarnowskie Góry together with the area of the town are both: actual and potential sources of groundwater contamination. The area is stretched within the groundwatershed zone which location depends on the distribution and intensity of groundwater extraction. Such situation results in the fact that the contaminants migrate in various directions and in various concentrations which change over space and time. A good recognition of the groundwater circulation system in relation to various actual or potential scenarios of the existing groundwater intake points operation is of key importance in order to identify the likely directions of contaminants migration.

To achieve the goal of the study a numeric model of the water-bearing system has been developed. It comprises the two mentioned main groundwater reservoirs. A simulation of the groundwater flow was performed. The goal of the simulation was to illustrate the hydrodynamic conditions of the following years: 1998 and 2001, which result from groundwater extraction at that time. Additionally, a prognostic simulation was performed to investigate the formation of the water circulation system for other scenarios of groundwater intake points operations. The idea of comprising both main groundwater reservoirs in one model can be justified by the fact that the investigated area is located within the watershed zone, and that simulations of enforced groundwater exploitation within the area are transferred over areas distant from the town.

The hydrodynamic model may also find application for the development of a detailed migration model for the area of the town to trace contaminants migration in the groundwater.

Model investigations presented in this report have been performed in a Research and Service Company Intergeo in Sosnowiec, Poland, using MODFLOW software. The most up-to-date available documentation, geological and hydrogeological materials were used for model construction.

The report has been prepared for the client - the Institute of Environmental Engineering of the Technical University of Częstochowa, based on a contract for services no.: 4/V RAM/WEL/Z/02, 2/V RAM/WEL/Z/02, 6/V RAM/WEL/Z/02, 7/V RAM/WEL/Z/02, 5/V RAM/WEL/Z/02 by the following team of hydrogeologists: Dr. Andrzej Kowalczyk, Dr. Krystyn Rubin, Dr.Wiktor Treichel, Dorota Grabala and Jacek Wróbel.

Report edited by GIS team of Institute for Ecology of Industrial Areas - dr Marek Korcz, dr Jerzy Szdzuj, MSc Joachim Bronder, MSc Eng. Daniel Słowikowski, MSc Eng. Jacek Długosz, MSc Izabella Ratman-Kłosińska, MSc Mirosława Cyran-Szram, Alicja Wadelik, Iwona Owczarska

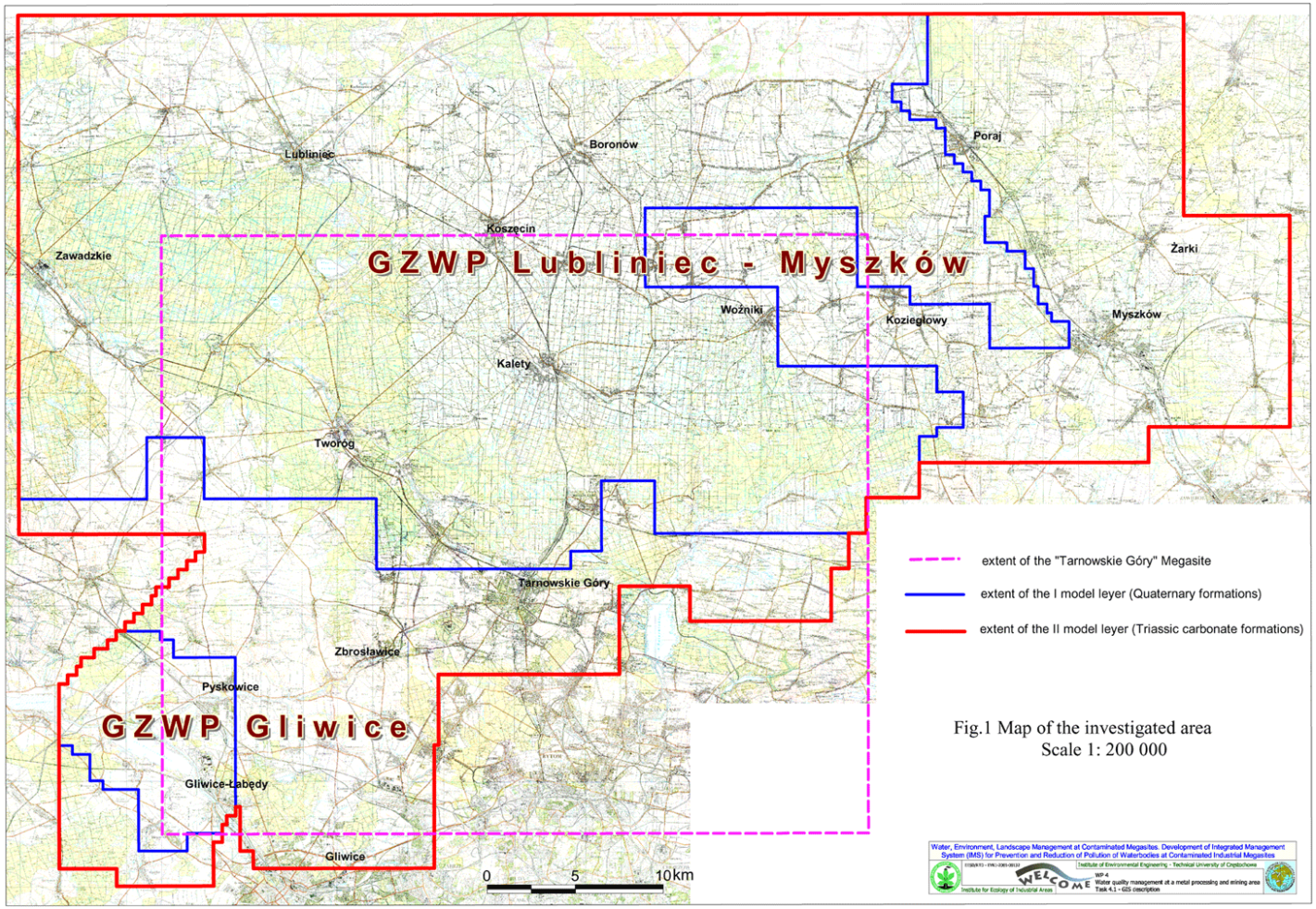


Fig. 1 Map of the investigated area. Scale of 1:200 000

2 HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE GZWP LUBLINIEC-MYSZKÓW AND GZWP GLIWICE WATER-BEARING SYSTEM

2.1 RECOGNITION OF THE HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS OF THE AREA

The waters of the Triassic main groundwater reservoirs of Lubliniec-Myszków and Gliwice belong to the most intensively used groundwater resources in Poland. The role of the groundwaters of the discussed area may be confirmed, *inter alia*, by such facts as the number of intake wells, their resources and the actual water intake volume, number of residents or industrial potential supplied by these groundwater resources. The use and management of these resources allowed for a relatively good hydrogeological recognition and documenting of the investigated main groundwater reservoirs in regional scale.

The degree of hydrogeological recognition of the area is reflected in two elements:

1/number and type of studies documenting the scope and character of the geological and hydrogeological investigations including geophysical surveys performed to recognise the hydrogeological conditions of the area;

2/ access to orogen and water-bearing horizons to perform research e.g. to investigate and monitor boreholes, mainly hydrogeological and mining workings.

Recognition of the hydrogeological conditions of the area is also reflected in the number and scope of published and historical data studies. The report comprises a list of main reports and studies, which refer to the area of the Tarnowskie Góry. Most of the studies are relatively new, usually performed after 1970 with only a few older reports. The older studies are usually cited in later reports while some others are simply out-of-date.

Hydrogeological documentation which determines exploitation resources of groundwater intake points followed by a few reports and expert opinions on intake points operation dominate in the structure of the collected set of studies. These documents are usually a routine reports made based on the regulations of geological law effective at the date of their developed. Reports made after 1994 i.e. after enforcement of the new geological and mining laws, are more complex and take account of the state-of-the-art research workshop. These

documents contain elements concerning risks and protection of groundwaters and intake points, especially scenarios concerning justification and range of intake points protection zones. In some of reports model studies were used to determine exploitation resources and the range of intake points protection zones.

From the viewpoint of their number, cartographic studies are on the second position in the discussed set of documentation. These are various types of maps, usually developed in the following scales: 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000. A number of these studies are of regional character. Worth mentioning the Hydrogeological Map of Poland (scale 1:50.000) developed in recent years.

Studies of regional character comprise primarily documentation of groundwater resources, and more specifically, their available resources. Other studies such as projects of geological investigations, monitoring and studies of regional groundwater quality monitoring data also belong to this group of documents. Below the most important among available studies are presented. They synthesise the recognition of hydrogeological conditions of the investigated main groundwater reservoirs in regional scale.

Among studies of regional character, hydrogeological documentation studies that determine the available resources of groundwater and geological works projects referring to the Gliwice main groundwater reservoir are of key importance. These are the following documents:

1/ Hydrogeological documentation of the available groundwater resources of the Gliwice Triassic area (GZWP Gliwice No. 330),

2/ Project of geological works aimed at preparing documentation to determine hydrogeological conditions to set up protection zone of the Gliwice groundwater reservoir (GZWP No. 330).

3/ Hydrogeological documentation of the available groundwater resources of the carbonate Triassic formations in the Lubliniec-Myszków area.

Ad. 1

Author of this documentation is Częstochowa Geological Enterprise Ltd. (Częstochowskie Przedsiębiorstwo Geologiczne Sp. z o.o.). The report was made in 1997. The documentation determines available resources of the Gliwice Triassic reservoir together with the principles of

their rational exploitation i.e. the way of disposing the determined available resources among individual intake points. The available resources of Triassic formations of 392 km^2 area have been determined on the level of 107 700 m^3/d (4 463 m^3/h), while available resources of Quaternary formations of 90,2 km^2 area were determined on the level of 8 700 m^3/d (363 m^3/h). Recognition of the water circulation system within the Gliwice reservoir aquifer and determination of the available resources was performed using simulation studies on a numerical model.

Both documentation and the determined resources have been approved by the Minister of Environmental Protection, Natural Resources and Forestry by a decision no. GK kdh/BJ/489-6099 of 23.04 1998. This decision serves as a basis for verification of the exploitation resources of the existing groundwater intake points.

Beside quantitative analysis of the resources, problem of groundwaters quality, their risk and protection have been presented in the documentation. Assessment of the chemistry and quality of groundwaters and their changes in time in relation to the development of land surface, potential and actual contamination sources and water vulnerability to contaminants penetration from the surface has been performed based on historical data of physico-chemical analyses and target-specific physico-chemical studies of the waters

The documentation contains also information surveys in the form of tables and thematic maps as well as hydrogeological profiles. However, it should be stated that the documentation illustrates the recognition of the area hydrogeological conditions of the early 90's. Especially, the available resources have been determined based on actual water intake data in large wells. Due to significant changes in the volume and spatial distribution of the Gliwice reservoir water intake which are attributable to either inadequate quality of water or consumption reduction as well as progress in the recognition of the chemistry and quality of groundwaters, some parts of the documentation are outdated. For example, according to the presented documentation the actual water intake in the Gliwice Triassic aquifer was 107 700 m^3/d, while actually at the end of 2001 – it was only 71 000 m^3/d.

Ad. 2

Due to the reasons presented above and the role of the reservoir in regional water management the Minister of Environment ordered a decision in 2002 stating the necessity to protect the reservoir resources. For that purpose as study was conveyed „ Project of geological works to develop documentation determining hydrogeological conditions for setting up protection area of the Gliwice groundwater reservoir (GZWP No 330)" by a Research and Service Company Intergeo Ltd. (Zakład Badawczo-Usługowy Intergeo Sp. z o.o.) in Sosnowiec. The project has been subject to approval of the Minister of Environment. The goal of the study has been expressed in the title. Beside routine studies such as hydrogeological and sozological mapping of the area, the project assumes also installation of 9 monitoring points located in the direction of water flow from the Tarnowskie Góry agglomeration and in the Kłodnica River valley. The piezometers will serve for complex field and laboratory hydrogeological as well as geophysical investigations. The designed works are aimed at recognition and tracing the migration of contaminants from the area of Tarnowskie Góry. They will be supplemented by studies of contaminant migration performed using a numerical model. The designed scope of work will allow developing a hydrogeological documentation for determining the protection area of the Gliwice reservoir.

Ad. 3

Documentation of the Lubliniec-Myszków reservoir was developed by the Częstochowa Geological Enterprise Ltd. (Częstochowskie Przedsiębiorstwo Geologiczne Sp. z o.o) in 1999. The documentation determines available groundwater resources of the Triassic aquifer along with principles of their rational exploitation i.e. the way of disposing the determined available resources among individual existing and potential future intake points. The available resources of Triassic formations of a 2111,4 km^2 surface have been determined on the level of 222 176 m^3/d (9 257 m^3/h). Recognition of the water circulation system and determination of available resources were performed based on simulation studies and a numerical model of the Lubliniec-Myszków reservoir.

The documentation and the determined available resources were subject to approval by the Minister of Environmental Protection, Natural Resources and Forestry in 2000. This

decision serves as a basis for verification of the exploitation resources of the existing groundwater intake points and generally for the management of Triassic Lubliniec-Myszków groundwater reservoir.

This documentation has been developed based on the performed field studies, hydrogeological and sozological mapping as well as data from monitoring points established for the purposes of this documentation (32 piezometers). The piezometers monitored Quaternary , Muschelkalk and Roet horizons. A systematic monitoring of the water table state was carried out in these piezometers in the years 1991-1998.

Beside a quantitative analysis of the resources, the documentation also presents the problem of groundwaters quality, their risk and protection. Assessment of the chemistry and quality of groundwaters and their changes in time in relation to the development of land surface, potential and actual contamination sources and water vulnerability to contaminants penetration from the surface has been performed based on historical data of physico-chemical analyses and target-specific physico-chemical studies of the waters.

The documentation contains also multiple tables and thematic maps as well as hydrogeological profiles.

The presented documentation of the available resources of the Lubliniec-Myszków and Gliwice main groundwater reservoirs encompasses data from a total of 602 hydrogeological boreholes: 570 wells, some of them excluded from operation and 32 piezometers. Among 444 wells extracting carbonate Triassic aquifer, 131 are in Gliwice main groundwater reservoir while 313 in Lubliniec-Myszków reservoir. The remaining 126 wells extract waters from subsurface Quaternary, Tertiary and Upper Triassic horizons.

It should be added that the number of boreholes does not comprise shallow piezometers which are components of the local groundwater monitoring networks in the area of the Tarnowskie Góry Chemical Plant, area of the Miasteczko Śląskie Zinc Smelter and in the area of the landfill in Tarnowskie Góry-Rybna.

In relation to the surface of the aquifers assumed in the presented documentation studies i.e. approximately 2500 km^2, there is 1 hydrogeological borehole per ca 4,15 km^2. Their distribution is not regular, with the highest concentration in the Tarnowskie Góry area.

Evaluating the usefulness of the hydrogeological boreholes for the recognition of the hydrogeological conditions of the area, the following two aspects should be taken into account:

1/ the purpose for which they were made

2/ scope of actual or potential investigations made using these boreholes as well as the scope of data which these boreholes can provide along with their reliability.

As it has already been mentioned, most of the boreholes are wells what explains their irregular distribution over the area. A number of boreholes are grouped into multi-well intakes while some others are points of local groundwater quality monitoring networks. Due to that fact some fragments of the area remain recognised not sufficiently enough even to determine their geological structure in a more detailed way. Many wells comprise jointly: Mushelkalk and Roet aquifers what makes a detailed reconstruction of the groundwater circulation system- an important element is assessing contaminant migration and risks posed by them to groundwaters, rather impossible. This fact is also the main barrier in recognising the changes of groundwater chemistry in vertical profile. Despite the highest density of boreholes in the area of the Tarnowskie Góry agglomeration, the recognition of the hydrogeological conditions in this area is paradoxically the poorest, taking into account the complexity level of these conditions as well as the scale and types of groundwater contamination. There is a lack of monitoring points in the area of both: the town and at its outskirts located in the direction of groundwater outflow, which would enable studying the contamination range and migration in the direction of groundwater outflow and in vertical profile. Most of the wells were constructed several decades ago. The boreholes made as wells, they have neither detailed litho-stratigraphic description of the profile nor any characteristics of the structural properties of the bored rocks. There are geophysical studies missing to determine the lithographic profile and properties of the water-bearing horizon. Lack of any studies of the hydrogeological properties of the rock samples taken from the boreholes is especially critical, since these data are particularly informative in investigating the migration of contaminants in groundwaters.

The shafts and galleries of the metal ore mines, which cross the orogen, are helpful in recognising the hydrogeological conditions of the area since some of them are still accessible

for investigations. Unfortunately they provide access to Triassic orogen only to a limited depth of 40-60 m while the principal water-bearing horizon is below that depth.

***

Summarising it can be stated that the level of recognition of the studied orogen and its hydrogeological conditions using the boreholes and mine workings should be evaluated from the viewpoint of the purpose of the studies. As it results from the presented set of documentation concerning the discussed area, the up-to-date applicability and research expectations and interests were focused on the problems of groundwater resources, their quality and risks in regional scale i.e. the Triassic groundwater reservoirs: Gliwice and Lubliniec-Myszków main groundwater reservoirs. The recognition of the area using available boreholes made for the needs of studying the above mentioned problems was satisfactory, yet not regular. However, for the purpose of assessing the scale of groundwater quality degradation and to monitor migration of specific contaminants in these waters as well as to assess the risks to water intake wells and developing prognoses of water contamination changes, this recognition should be regarded insufficient. The studied problems require a detailed analysis of local hydrogeological conditions i.e. boreholes with a detailed recognition of the geological profile of the massive, hydrogeological profile, hydrogeological properties of the rocks supplemented by detailed studies of the chemical composition of waters.

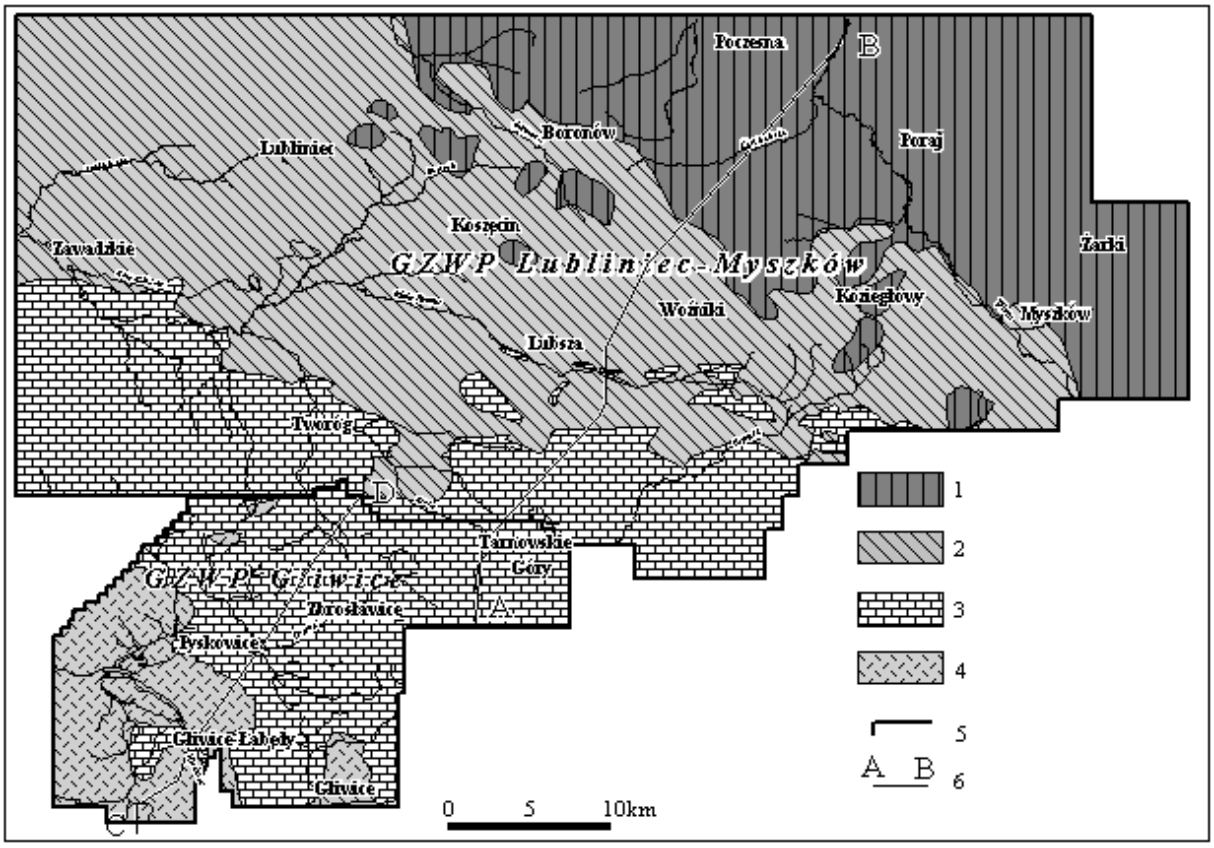
The geological, hydrogeological and field studies and investigations performed up-to-date have been interpreted in a number of times and ways. An updated recognition of the hydrogeological conditions in the area of the discussed main groundwater reservoirs served as a basis for developing and construction of a mathematical models of these reservoirs and performance of simulation research to investigate the groundwater circulation system, mainly in the area of Tarnowskie Góry.

2.2 AN OVERLOOK OF THE HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS OF THE WATER-BEARING SYSTEM OF LUBLINIEC-MYSZKÓW AND GLIWICE MAIN GROUNDWATER RESERVOIRS

The water-bearing system comprising the described reservoirs is a multi-horizontal structure over most of the area (Kowalczyk et al., 1999). There are generally two water-bearing horizons or complexes of horizons, separated by a complex of poorly permeable formations. Carbonate Triassic water-bearing horizon of a practically continuous character predominates over the area, only with some local insertions of Devonian formations in the area of Siewierz and Zawiercie (Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4).

The aquifer, which occurs above the carbonate Triassic complex, comprises one or a set of water-bearing horizons in Quaternary formations, locally in Jurassic and Upper Triassic – Keuper formations. In this study this aquifer will be referred to as Quaternary water-bearing system or first water-bearing horizon.

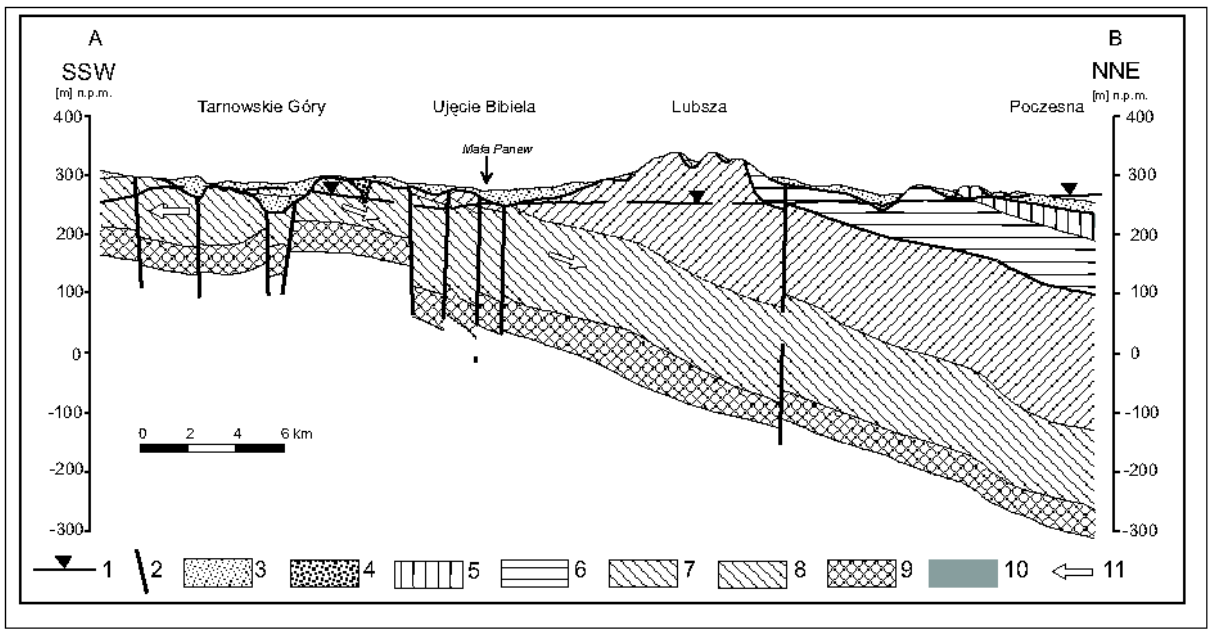
In the area of the Lubliniec-Myszków main groundwater reservoir, the two water-bearing complexes are separated from each other by poorly permeable, clayey Keuper and clayey-marly formations of Boruszowickie and Niedarskie layers (upper section of Muschelkalk) and locally Quaternary loams. Their thickness varies in the range of approximately 10 m in the southern to nearly 300 m in the northern part of the area. The Upper Triassic formations are observed as a consolidated layer in the northern and eastern part of the reservoir and cover about 75 % of its surface. These formations are not found in the southern part of the discussed area where carbonate formations occur on the surface or immediately under the cover of the Quaternary formations. Within the range of the Gliwice reservoir, the separating layers are clayey-mudstone Tertiary formations (Fig. 2, Fig. 4) of continuous character. They are observed in the western part of the reservoir. Locally, a layer of Quaternary loams also occurs.



1-Area of Jurassic formation occurrence; 2- Area of Aquitard formation of upper Triassic occurrence; 3-Area of Triassic carbonate formation basset; 4-Area of Tertiary Aquitard formation occurrence; 5-Extent of the modelled area; 6- Line of a hydro-geological cross-section

Fig. 2 Geological map of the "Lubliniec-Myszków" and "Gliwice" Main Groundwater Basins (map without Quaternary formations) [Kowalczyk i inni, 2002]

The bottom of the carbonate Triassic aquifer is formed of clayey-marly formations of Lower Roet and clayey-mudstone formations of Lower Bunter. Palaeozoic Perm, Carbon and Devonian deposits are observed in places where these formations do not occur.

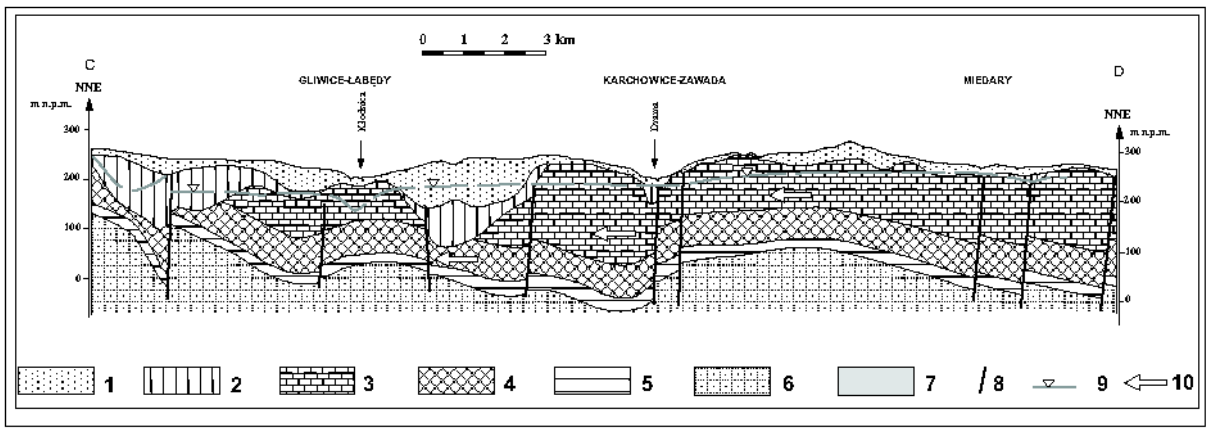


1-Groundwater table in carbonate Triassic formation; 2-Faults; 3- Quaternary sands and gravels; 4-Tertiary and Quaternary clays and loams; 5-Formation of middle Jurassic; 6- Formation of lower Jurassic; 7-Formation of upper Triassic; 8-Formation of middle Triassic (Muschelkalk, shell limestone); 9-Formation of lower Triassic; 10-Aquitard formation; 11- Groundwater flow directions

Fig. 3 Hydro-geological cross-section of "Lubliniec-Myszków"Main Groundwater Basin [Kowalczyk i inni, 2002]

High hydrogeological irregularity of the first water-bearing horizon is expressed by an extremely variable conductivity. This fact is attributable to the lithologic diversity and diversified thickness of the water-bearing formations as well as diversity of the water table surface linked to the area surface morphology (Annex 2). The water table in this horizon is free, locally slightly confined. Local systems of water circulation drained with rivers predominate in this horizon. The drainage by well intake practically does not exist.

Carbonate Triassic water-bearing horizon occurs over the entire area, however locally, in the north-eastern part where Triassic formations are not observed, it joins the Palaeozoic horizon, represented by carbonate Devonian formations. The thickness of this layer is in the range of 20 to over 200 m. Infiltration coefficient of the carbonate Triassic water-bearing formations fluctuates usually in the range of 8,4 $x10^{-5}$ m/s to 5,8 x 10^{-4} m/s; its mean geometric value is 4,6$x10^{-5}$ m/s.



1-Quaternary sands and gravels; 2-Tertiary clays; 3-Carbonate formation of middle Triassic (Muschelkalk, shell limestone); 4-Carbonate formation of lower Triassic (ret); 5-Formation of lower Triassic (Swierklaniec layer); 6-Formation of upper carbon; 7-Aquitard formation; 8-Faults; 9-Groundwater table in carbonate Triassic formation; 10-Groundwater flow directions

Fig. 4 Hydro-geological cross-section of the"Gliwice" Groundwater Main Basin [Kropka in Różkowski, Chmura, Siemiński, 1997]

Water table of the carbonate Triassic complex is confined over a predominant part of both reservoirs area. Free water table is observed only in the outcrops of this complex, in the southern part of the Lubliniec-Myszków reservoir and in the north-eastern part of the Gliwice reservoir area.

There are two water circulation systems visible in the Triassic aquifer system of the groundwater circulation presented on the hydroizohips map (Annex 3). Their range corresponds to the investigated reservoirs. They are separated from each other by a groundwatershed of a course approximate to parallel. The water circulation system within the Lubliniec-Myszków reservoir area has a form of a stream flowing generally from the east westwards and to the north-west. Its general shape and slope result from the difference in the location of the water table in the supply and drainage zones. According to the hydroizohips map, accumulations of water table are observed in the south-eastern and southern part of the reservoir and they form the groundwatershed. Cumulating of water table in the western part of the reservoir is conditioned by the elevations of the structural surface of the carbonate Triassic formations as well as by the effects of water extraction from both reservoirs. Due to that reason the accumulation is of a dynamic character and the location of the groundwatershed crossing this accumulation from Tarnowskie Góry westwards, is different than the watersheds

of the surface waters. Groundwaters outflow is generally from the east to the west, outside the western and northern border of the reservoir. A regional character of groundwater outflow prevails towards the Odra River valley. Locally, it is disturbed by several internal drainage zones formed in the areas of concentrated water extraction by well intakes.

The water circulation system within the area of the Gliwice reservoir, has a form of a stream in macro-scale, which flows generally from the north-eastern direction to the south-west. It is strongly deformed by a concentrated intake of water by high-capacity intake wells what is represented by deep and extensive drainage zones visible on a hydroizohips map (Annex 3)

Waters of the Triassic complex in the area of Tarnowskie Góry are drained not only by well intakes but also by a network of galleries developed due to extraction of metal ores. They discharge waters to the Rivers of Drama and Stoła. This drainage results in a local depression of the water table of this complex to the level of 255 –260 m a.s.l.

The main source of groundwaters supply of the discussed multi-horizontal water-bearing system is an effective infiltration of atmospheric precipitation to the Quaternary and Jurassic levels and on the outcrops of the carbonate Triassic water-bearing formations. According to the data of the Institute of Meteorology and Water Management, average many-year atmospheric precipitation index for the area of the Lubliniec-Myszków main groundwater reservoir is 731 mm, and for the Gliwice reservoir area – 696 mm. Additionally, the system is supplied by a side-inflow of waters, mainly from the eastern direction as well as infiltration of waters from the subsurface aquifers through the layer of the poorly permeable formations. Since the poorly permeable Upper Triassic formations are of discontinuous character in the area of the Lubliniec-Myszków reservoir, supply of the Triassic complex takes place also in the range of the hydrogeological windows.

In late 90‘s the waters of the Lubliniec-Myszków and Gliwice reservoirs of Triassic water-bearing complex are extracted by approximately 220 wells. Some of them form group intake points of high intake capacity (Table 1,Annex 1). The subsurface horizons are extracted only sporadically by well intakes. At the end of the 90‘s the intake of waters from the carbonate Triassic water-bearing complex was as follows: in the area of Gliwice reservoir approximately 104,5 thousand m^3/d , reduced to 79,5 thousand. m^3/d in 2000 and to 82,7

thousand m^3/d in 2001 r., while in the area of the Lubliniec Myszków reservoir- 134 – 128,5 thousand m^3/d. Referred to the surface of each of the reservoirs, the intensity of intake is respectively: 2,8 and 0,76 dm^3/skm^2. However, its distribution within the reservoirs range is irregular since about 50% of water intake from the Lubliniec-Myszków reservoir falls on one multi-well Bibiela intake point. Water intake from other Quaternary, Jurassic and Upper Triassic aquifers is approximately 10 thousand m^3/d.

3 CONCEPT AND STRUCTURE OF THE MATHEMATICAL MODEL OF THE LUBLINIEC – MYSZKÓW AND GLIWICE MAIN GROUNDWATER RESERVOIRS WATER-BEARNING SYSTEM

A numerical model of the water-bearing system comprising two main groundwater reservoirs of Lubliniec-Myszków (GZWP no. 327) and Gliwice (GZWP no. 330). Area of the first reservoir is 2 023km^2, the other – 432 km^2, in total 2 455 km^2.

The developed pseudo-three dimensional model of the system consists of two layers representing the water-bearing horizons. Layer I represents horizon of the Quaternary, Jurassic and Upper Triassic (Keuper) formations, of free and confined water table. Layer II represents the main carbonate Triassic horizon of confined water table (Fig. 5). The layers are separated from each other by a layer of poorly permeable formations.

Due to a discontinuous character of the water-bearing formations which constitute the sub-surface layers and the fact that in some places Triassic horizon is the first from the top and at the same time the main water-bearing complex, the first model layer has been represented on a limited area: 91 km^2 in the case of the Gliwice reservoir and 1430 km^2 in the case of Lubliniec-Myszków; in total – 1521 km^2.

The model layer I has been extended by the area of Tarnowskie Góry to represent the circulation system according to the state of 2001. The total area covered by this layer in the second model was 1549 km^2, including 122 km^2 of Gliwice reservoir and 1427 km^2 of Lubliniec-Myszków reservoir.

As the bottom boundary of the water-bearing system, the bottom of the carbonate Triassic series formation was set up. The side boundaries of the system cover more or less the external borders of the main water reservoirs presented in (Annex 3).

Table 1 The list of the wells intaking water from Triassic formations. Layer II

No	Id on the map	User/ Resort	Model block		Water intake [m^3/d] in 1998 y.		Water intake [m^3/d] in 2001 y.		Admissible water resources [m^3/d]	
			w	k	in well	in block	in well	in block	in well	in block
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	Konopiska WPWiK Cz-wa.	1	134	751	751	718	718	1440	1440
2	2	Nierada-Rększowice	8	141	803	803	1034	1034	1968	1968
3	3	Poczesna WPWiK Cz-wa.	5	157					1848	1848
4	4	Biskupice IG otw.32BN	8	175						
5	5	Biskupice IG otw.32BN	10	182						
6	9	Zawadzkie uj. Miasta i Gminy	31	14	166,6	166,6	348	348	1423,92	1423,92
7	10	Zawadzkie uj. Miasta i Gminy	31	15	166,6	166,6	348	348	1423,92	1423,92
8	11	Zawadzkie uj. Miasta i Gminy	29	14	166,6	166,6	348	348	1423,92	1423,92
9	12	Zawadzkie uj. Miasta i Gminy	28	9			348	348	1368	1368
10	13	Zawadzkie, Huta Andrzej	29	10	177,6		265,3		600	
11	14	Zawadzkie, Huta Andrzej	29	10	177,6	532,8	265,3	795,9	1128	1728
12	15	Zawadzkie, Huta Andrzej	29	10	177,6		265,3			
13	16	Kosmidry Pawonków- wieś	18	38	10	10	10	10	811,2	811,2
14	17	Lubliniec, Szpit. Psych.	18	64	876,5	876,5	964	964	2294,4	2294,4
15	18	Lubliniec, uj.miejskie ZWiK, ul.Piaskowa	19	66	603,5	603,5	783	783	732	732
16	19	Lubliniec, uj.miejskie ZWiK, ul.Piaskowa	19	67	603,5	603,5	783	783	732	732
17	20	Lubliniec, uj.miejskie ZWiK, ul.Oleska	14	63	603,5	603,5	783	783	1752	1752
18	21	Lubliniec, uj.miejskie ZWiK, ul.Częstochowska	13	67	603,5	603,5	783	783	2208	2208
19	22	Kokotek TKKF	31	68	3	3	3	3	432	432
20	23	Koszecin, Wodex	24	96	23	23	23	23	672	672
21	24	Cieszowa KM83-piezometr	19	100						
22	25	Boronow. CPN	18	115						
23	26	Boronow. RSP	16	117	5	5	5	5	384	384
24	27	Psary, UM Woźniki	29	130	265	265			2880	2880
25	28	Lubsza uj. wiejskie	30	135			31	31	144	144
26	29	Kamienica Śląska IG 3BN	24	133						
27	30	Hutki IG- piezometr	12	135						
28	31	Hutki-wieś	15	135						
29	32	Starcza	18	141	157,5	157,5	115	115	1320	1320
30	33	Rudnik Wlk-wieś, otw.13BN	18	146	83	83	83	83	1536	1536
31	34	Pakuły UMiG	23	140	72,6	72,6			960	960
32	35	Romanow, otw.KW-16	15	152	32,5	32,5	214	214	1752	1752
33	36	Kamienica Polska, otw. KW-17	12	157					1200	1200
34	37	Osiny, otw. BN-21	13	162					312	312
35	38	Choroń RSP	15	175					168	168
36	39	Masłońskie uj. wiejskie	23	170	762,5	762,5	1775	1775	1860	1860
37	40	Masłońskie uj. wiejskie	23	171	762,5	762,5			1860	1860
38	41	Kuźnica Nowa, GS	27	164					228	228
39	45	Kielcza, Gorzelnia	41	33			10	10		
40	46	Krupski Mlyn,Nitron Erg	36	46	385	385			2359,92	2359,92
41	47	Krupski Mlyn,Nitron Erg	37	47	385	385	766	766	2359,92	2359,92
42	48	Krupski Mlyn, Nitron Erg	37	51	385	385	766	766	2359,92	2359,92
43	49	Krupski Mlyn,Nitron Erg	36	52	385	385	766	766	2359,92	2359,92

44	50	Krupski Mlyn,Nitron Erg	36	49	385	385	766	766	2359,92	2359,92
45	51	Krupski Mlyn,Nitron Erg	37	49	385	385			2359,92	2359,92
46	52	Krupski Młyn - Ziętek	38	59	86,5	86,5	94	94	736,8	736,8
47	53	Potepa, uj. Wiejskie	40	63			78	78	1056	1056
48	54	Tworog-Koty, UMiG Krupski Młyn	40	64	102	102	103	103	3786	3786
49	55	Tworog-Koty, GPW Katowice	41	65					3786	3786
50	56	Tworog-Koty, GPW Katowice	42	67	10800	10800	2468	2468	3786	3786
51	57	Tworog-Koty, GPW Katowice	44	68					3786	3786
52	58	Tworog	47	69	286	572	226,5		1111,2	2222,4
53	59	Tworog	47	69	286		226,5	453	1111,2	
54	60	Tworog stacja PKP	49	69					511,2	511,2
55	61	Brynek, Zakl. Brojl.	51	71	90	90	65	65	258	258
56	62	Brynek, Zakl. Brojl.	52	70	90	90			258	258
57	63	Brynek,Tech. Lesn.	51	72	50	50	60	60	600	600
58	64	Brynek, budynek mieszkalny	50	72						
59	65	Mikoleska	47	95	16,9	16,9	9,2	9,2	1152	1152
60	66	Lubocz - osada leśna	42	105					38,4	38,4
61	67	Drutarnia wieś	35	102						
62	68	Kalety, uj. miejskie	40	110			13	13	1200	1200
63	69	Kalety. Piekarnia	41	111					292,8	292,8
64	70	Kalety, s.1,KZC-P	43	118	84,75	84,75	105	105	3920	3920
65	71	Kalety, s.2, KZC-P	43	119	84,75	84,75	105	105	3920	3920
66	72	Kalety, s.3, KZP-P	43	120	84,75	84,75	105	105	3920	3920
67	73	Kalety, s.4, KZC-P	42	116	84,75	84,75	105	105	120	120
68	75	Miasteczko Sl.Huta cynku	51	116	360,8	360,8	364	364	2606,4	2606,4
69	76	Miasteczko Sl.Huta cynku	51	119	360,8	360,8	364	364	2606,4	2606,4
70	77	Miasteczko Sl.Huta cynku	50	119	360,8	360,8	364	364	2606,4	2606,4
71	78	Miasteczko Sl.Huta cynku	50	116	360,8	360,8	364	364	2606,4	2606,4
72	79	Miasteczko Sl.Huta cynku	49	114	360,8	360,8	364	364	2606,4	2606,4
73	80	Bibiela GPW, E1	48	127	5998,2	5998,2	5370	5370	3691,44	3691,44
74	81	Bibiela GPW, E1 bis	48	128	5998,2	5998,2			3691,44	3691,44
75	82	Bibiela GPW, E2	47	127					3691,44	3691,44
76	83	Bibiela GPW	47	128	5998,2	5998,2	4882	4882	3691,44	3691,44
77	84	Bibiela GPW, E3	46	127	5998,2	5998,2	5050	5050	3691,44	7382,88
78	87	Bibiela GPW, E4	46	127					3691,44	
79	85	Bibiela GPW, E3 bis	46	128	5998,2	11996,4	8783	8783	3691,44	7382,88
80	86	Bibiela GPW, E4 bis	46	128	5998,2				3691,44	
81	88	Bibiela GPW, E5	50	128		5998,2			3691,44	7382,88
82	89	Bibiela GPW, E5 bis	50	128	5998,2		9997	9997	3691,44	
83	90	Bibiela GPW, E6	51	129		5998,2			3691,44	7382,88
84	91	Bibiela GPW, E6 bis	51	129	5998,2		8050	8050	3691,44	
85	92	Bibiela GPW, E7	50	130		5998,2			3691,44	7382,88
86	93	Bibiela GPW, E7 bis	50	130	5998,2		227	227	3691,44	
87	94	Bibiela GPW, E8	50	131		5998,2			3691,44	7382,88
88	95	Bibiela GPW, E8 bis	50	131	5998,2		5620	5620	3691,44	
89	96	Bibiela GPW, E9 bis	44	128		5998,2			3691,44	7382,88
90	97	Bibiela GPW, E9	44	128	5998,2		8790	8790	3691,44	
91	98	Bibiela GPW, E10	43	128	**5998,2**	5998,2	5934	5934	3691,44	3691,44
92	99	Bibiela GPW, E10 bis	42	128			4390	4390	3691,44	3691,44
93	100	Bibiela GPW, E11	41	128			9174	9174	3691,44	3691,44
94	101	Bibiela GPW, E11 bis	50	127	**5998,2**	5998,2			3691,44	3691,44
95	102	Woźniki Śląskie -PKP	33	140					100,8	100,8

96	103	Wozniki, ZGKM	36	142	326	652	345	690	2160	4320
97	104	Wozniki, ZGKM	36	142	326		345		2160	
98	105	Dabrowa Wlk.	48	142	48	48			120	120
99	107	Rzeniszow, RSP	40	159	277	277	91	91	1080	1080
100	108	Rzeniszow, RSP	39	159	277	277	91	91	1080	1080
101	109	Mysłów -żwirownia	37	162					720	720
102	110	Żelisławice-Podżarze	51	165	4,5	4,5				
103	111	Plnczyce	47	171	901	901	438	438	1980	1980
104	112	Pinczyce	47	172	901	901	438	438	1980	1980
105	113	Potasznia	44	182						
106	114	Postep, Wytw Wód Gazow.	33	179	97,5	195	100		1800	3600
107	115	Postep, Wytw Wód Gazow.	33	179	97,5		100	200	1800	
108	116	Postep, Wytw Wód Gazow.	34	181						
109	117	Myszków, Osinska Gora	33	192			690	690	2472	2472
110	118	Myszków-Połomia Wytw. wód JURAJSKA	35	193					480	480
111	119	Myszków-Połomia Wytw. wód JURAJSKA	35	193						
112	120	Myszkow, WPWiK	36	193						
113	121	Myszkow, uj. miejskie	38	190	3415	3415	690	690	3600	3600
114	122	Myszkow, uj. miejskie	39	190	3415	3415	690	690		
115	123	Myszkow , uj. Miejskie, ul. Wyszyńskiego	38	199			690	690	3600	3600
116	124	Myszkow, Papiernia	37	192	93,5	93,5			144	144
117	125	Myszkow, Papiernia	38	193	93,5	93,5	2131	2131	144	144
118	126	Myszkow, Papiernia	39	191					144	144
119	127	Myszkow, Wartex	38	194	133	133			1200	1200
120	128	Myszkow, Zakl. Metal.	38	195			267	267	600	600
121	129	Myszkow, Zakl. Ml.	39	185	27,5	55	35	35	660	1320
122	130	Myszkow, Zakl. Ml.	39	185	27,5		35	35	660	
123	131	Myszków	39	187					2328	2328
124	132	Myszkow, szpital	38	188						
125	133	Myszkow, szpital	39	188						
126	134	Myszków-Posterunek Energetyczny	40	194						
127	135	Myszków Zakł. Pzetw. Mięsnego	38	206						
128	136	Myszkow, FNE	40	204	180,5	180,5	501	501	2160	2160
129	137	Myszkow, FNE	39	204	180,5	180,5	501	501	2160	2160
130	138	Myszkow, MYSTAL	41	206	139,5	139,5	210	210	2224,8	2224,8
131	139	Myszkow, MYSTAL	41	205	139,5	279	210		3427,2	3472,2
132	140	Myszkow, MYSTAL	41	205	139,5		210	420	0	
133	141	Mrzyglod, uj. wiejskie	46	201	72	144	600		1224	2448
134	142	Mrzyglod, uj. wiejskie	46	201	72		600	1200	1224	
135	143	Mrzyglod, uj. wiejskie	45	205					192	192
136	144	Mrzygłód-Nierada	47	207					912	912
137	145	Skalka	47	210			25	25		
138	146	Skalka	47	210			25	25		
139	150	Parkoszowice RPWiK Zawiercie	45	218					1546	1546
140	151	Parkoszowice RPWiK Zawiercie	46	218		580			5113,5	10227
141	152	Parkoszowice PIG-ROL	46	218	580				5113,5	
142	153	Parkoszowice RPWiK Zawiercie	47	218	1931	3862			5363,5	10787
143	154	Parkoszowice RPWiK Zawiercie	47	218	1931				5363,5	
144	156	Dąbrówka-wieś	52	12			24	24	79,92	79,92
145	157		52	13		45			79,92	159,84

146	158	Dąbrówka-wieś	52	13	45		24	24	79,92	
147	159	Świbie -PGR	52	27		82,5				555,6
148	160	Świbie-Kółko Rolnicze	52	27	82,5		95	95	555,6	
149	161	Swibie, Kolo Roln.	53	27	82,5	82,5			555,6	555,6
150	162	Wisnicze	55	35	111,5	223	103,5		672	1344
151	163	Wisnicze	55	35	111,5		103,5	207	672	
152	164	Wiśnicze PGR	56	35						
153	167	Wielowieś	53	48	234	234	107	107	96	96
154	168	Wielowieś	53	47	234	234	107	107	146	146
155	169	Wielowieś	52	46			107	107	96	96
156	170	Wielowieś	52	47			107	107	1848	1848
157	171	Wielowieś	51	49					364,8	364,8
158	172	Wojska-wieś	56	60	155	310			1584	3168
159	173	Wojska-wieś	56	60	155				1584	
160	174	Wojska-Szk. podst.	58	6						
161	175	Jasiona -PGR	61	63						
162	176	Połomia IG otw. obserw.	57	67						
163	177	Połomia IG otw. obserw.	57	66						
164	178	Połomia RSP	59	68	31	62	20	20	26,7	53,4
165	179	Połomia RSP	59	68	31		20	20	26,7	
166	180	Miedary tuczarnia (1)	63	74	138	138	170	170	264,5	264,5
167	181	Miedary tuczarnia (2)	62	73	138	138				
168	182	Miedary ujęcie Miedary (3)	63	72	5094	3976	5400	5400	2549	2549
169	183	Miedary ujęcie Miedary(4)	63	73	5051	3976	5400	5400	2392	2392
170	184	Pniów Kombinat Ogrodniczy S-KO1	71	44	33	33				
171	185	Pniów Kombinat Ogrodniczy S-KO2	7	43	33	33				
172	186	Pniów Kombinat Ogrodniczy S-KO3	72	41	33	33				
173	187	Łubie Dolne ZGKiM Zbrosławice S1	71	60	82	164	79		79	158
174	188	Łubie Dolne ZGKiM Zbrosławice	71	60	82		79	158	79	
175	189	Łubie Dolne-obiekt wojskowy	70	57						
176	190	Łubie Górne Przeds. Nasienne	68	61					20	20
177	191	Łubie Górne Dom Pomocy Społ.	68	60						
178	192	Księży Las Przeds. Nasienne	68	67					300	300
179	193	Księży Las Przeds. Nasienne S-2	68	67						
180	194	Księży Las PGR	69	66			300	300		
181	195	Boruszowice,Zakl.Pap.	53	78	297	297	785	785	1584	1584
182	196	Boruszowice, ZAKL. Pap.	53	80	207	207	785	785	1584	1584
183	197	Boruszowice,GPW	54	81	2817	2817	6168	6168	4800	4800
184	198	Boruszowice, GPW	54	82	4139	4139	1240	1240	4800	4800
185	199	Boruszowice,GPW	55	84	4480	4480	1995	1995	4800	4800
186	200	Pniowiec	55	89	72,5	72,5			564	564
187	201	Pniowiec	55	90	72,5	72,5	266	266	564	564
188	202	Strzybnica, ZAMET	59	87	334	334	520	520	4104	4104
189	203	Strzybnica,ZAMET	59	86	334	334	758	758	1440	1440
190	204	Strzybnica, PREFABET	60	84			568	568	1272	1272
191	206	Strzybnica, Zakl. Mies.	63	94					3084	3084
192	207	Strzybnica, Zakl. Mies.	63	95					3084	3084
193	208	Tarn. Góry -Fazos	64	96	624	624	422	422	2400	2400
194	209	T. Gory. Zakl. Chem.	64	107		105			1368	1368
195	210	T. Gory. Zakl. Chem.	63	106					1368	1368
196	211	T. Gory. Zakl. Chem.	63	108					1368	1368
197	212	T. Gory. Zakl. Chem.	63	107					1368	1368

198	213	T. Gory. Zakl. Chem.	62	101					1368	1368
199	214	T. Gory. Zakl. Chem.	61	103					1368	1368
200	215	T. Gory. Zakl. Chem.	61	106	310	310			1368	2736
201	216	T. Gory. Zakl. Chem.	61	106					1368	
202	217	T. Gory. Zakl. Chem.	62	106					1368	1368
203	218	T. Gory. Zakl. Chem.	62	109	279,5	279,5			1368	1368
204	219	T. Gory. Zakl. Chem.	63	104					1368	1368
205	220	T.Gory, Zakl. Chem.	63	95					1368	1368
206	221	Tarn. Góry Elektrokarbon	64	107	105				501,6	501,6
207	222	Tar. Góry Chemet	65	106	29	29			290,4	290,4
208	223	Tar. Góry Chemet	65	107	29	29			290,4	290,4
209	224	Tarn. Góry TAGOR	67	106	45,5				269	
210	225	Tarn. Góry TAGOR	67	106	45,5	91				576
211	226	Tarn. Góry Piekarnia	67	106						
212	227	Zakłady Mięsne T. Góry, WPWiK S3	67	106					307	
213	228	Tarn. Góry FASER	67	108	204	408			229	458
214	229	Tarn. Góry FASER	67	108	204				229	
215	230	Tarnowice Stare -Szpital	68	89						
216	231	Repty-Ośr. Rehabilitacji	68	90	615	615	798		399	798
217	232	Repty-Ośr. Rehabilitacji	68	90				798	399	
218	233	Opatowice RPWiK T. Góry	66	94	607	607	638	638	658	658
219	234	#Fryderyk RPWiK T. Góry	65	99	735,5	735,5				
220	235	#Koehler RPWiK T. Góry	65	100	735,5	1447,5			960	1660
221	236	RPWiK T. Góry ul. Opolska	65	100	712		700	700	700	
222	237	Repty Nowe "Staszic"	72	99	10725	10725	4000	4000	11138,4	11138,35
223	238	Repty Nowe "Staszic"	72	100	10725	10725	4000	4000	11138,4	11138,35
224	239	Bobrowniki GPW	72	106						
225	240	Nakło Śl. Zakł. Dol.	71	117	9	9	9	9	4	4
226	241	Zendek-źródło	55	145					281,1	281,1
227	242	Zendek Piekarnia	55	146					120	120
228	243	Pyrzowice, uj. wiejskie	63	144	233	233	244	244	1380	1380
229	244	Pyrzowice, uj. wiejskie	64	144	233	233	244	244	1380	1380
230	245	Mierzęcice-Prz. Przerobu Złomu	63	150					360	360
231	246	Mierzęcice Łubne -Jedn Woj. - nieczynna	62	151						
232	247	Mierzęcice -Zadzień, Jedn. Woj.	59	153					64	64
233	250	Nowa Wieś -Szk. Podst.-cześć.zasypana	69	146						
234	251	Sadowie-Zawada	68	149	61	61			528	528
235	252	Sadowie-Zawada	68	148	306,5	306,5	2333,2		528	528
236	301	Pyskowice S1	80	48	3005	4250	2333,2	4666,5	2333,25	4666,5
237	302	Pyskowice S1a	80	48	1245				2333,25	
238	303	Zawada GPW S3	78	61						
239	304	Zawada GPW S5	76	61	1115,85	1115,85	289,2	289,2	289,2	289,2
240	305	Zawada GPW S1	76	63	1115,85	1115,85	6992	6992		
241	306	Zawada GPW S1a	77	63	1115,85	2231,7	972,5			
242	307	Zawada GPW S2a	77	63	1115,85		972,5	1945		
243	308	Zawada GPW S2	78	63	6182				2876,9	
244	309	Zawada GPW S4	78	63	2588	9885,85			11538,4	14415,3
245	310	Zawada GPW S4a	78	63	1115,85					
246	311	Zbrosławice ZGKiM S-R1	74	72	714	714	790	790	790	1348
247	312	Agros-Herby Wieszowa	80	75	53	53				38
248	800	Rzeczyce Ferma Hodowlana S2	84	27						
249	801	Rzeczyce Ferma Hodowlana S1	84	28						

250	802	Gliwice Łabędy S7	86	25	850	850			913	860
251	803	Gliwice Łabędy S6a	87	33	1047	1047	1058	1058	1058	10822,7
252	804	Rzecyce Łabędy S6	87	35						
253	805	Gliwice Łabędy S4	87	39	8612	8612	8698,4	8698,4	8697,4	8477
254	806	Zawada GPW Jelina S1	82	65	2540	2540	2254	2254	2540,5	2540,5
255	807	Jelina SA	82	65						
256	808	Świętoszowice Zabrze Grzybowice S3	84	72			4390	4390	4503,3	4466
257	809	Świętoszowice Zabrze Grzybowice S2	84	73			2091	2091	333,1	529,61
258	810	Szałsza S 4Sz	87	64	772	772			2376,2	3690,7
259	811	Szałsza S 3Sz	88	67					1968,6	1861
260	812	Szałsza S 2aSz	88	69		1226				
261	813	Szałsza S 2Sz	88	69	1226				969,1	969,1
262	814	Szałsza S 5aSz	89	70						
263	815	Szałsza S 5Sz	89	71					179,7	179,7
264	816	Szałsza S 1aSz	90	69						
265	817	Szałsza S 1Sz	90	69					835	835
266	818	Piekło-Szałsza OPH-1	91	71						
267	819	Zabrze Mikulczyce (uj.Zabrze Grzybowice)	90	73					15,3	15,3
268	820	Gliwice Przyszówka S11	91	60	5444	5444	4854,1		4854,1	4854,1
269	821	Gliwice Łabędy S1a	91	51	988,8	988,8	638	638	1276	1643
270	822	Gliwice Łabędy S1	91	51					367	
271	823	Gliwice Łabędy S2a	90	49	2448	2448			2025,6	2025,6
272	824	Gliwice Łabędy S2	90	49						
273	825	Gliwice Łabędy S3	89	46		4582		4614,8	880	5494,8
274	826	Gliwice Łabędy S3a	89	46	4582		4614,8		4614,8	
275	827	Gliwice Łabędy S5a	91	39	6865	7383	5752	5752	5753	6579,7
276	828	Gliwice Łabędy S5	91	39	518				826,7	
277	829	KWK Pstrowski # Jan	90	84	2000	2000	2000	2000		
278	830	Mostostal-Zabrze Mikulczyce	88	75						
279	831	Zabrze Grzybowice	84	74			2971	2971	852,4	852,4
280	832	Wieszowa ZPWiK Zabrze	83	74	301	301	761	761		
281	833	Zabrze Maciejów	80	75						
282	834	Zabrze Maciejów	95	73						
283	835	Zabrze Maciejów	95	74						
284	836	Gliwice -Przyszówka 12	93	61		2123		1765		1855
285	837	Gliwice Łabędy 12a	93	61	2123		1765		1855	
286	838	Gliwice Łabędy 8	96	62		2350		2029,7		2116,7
287	839	Gliwice Łabędy 8a	96	62	2350		2029,7		2116,7	
288	840	Gliwice Łabędy 9	97	43	1690	1690			1750,4	1750,4
289	841	Gliwice Łabędy 10	96	66	850	850	806,2	806,2	81	81
290	842	Gliwice Łabędy 13	92	66	2010	2010	1754,1	1754,1	1929,8	1929,8
291	843	Gliwice Łabędy 14	94	49						
292	844	Gliwice Łabędy 15	94	46	1138	1138			1025,3	1025,3
293	845	Łubki	72	66						
294	106 p/106	Koziegłowy	34	156	3,2	3,2	1170	1170		

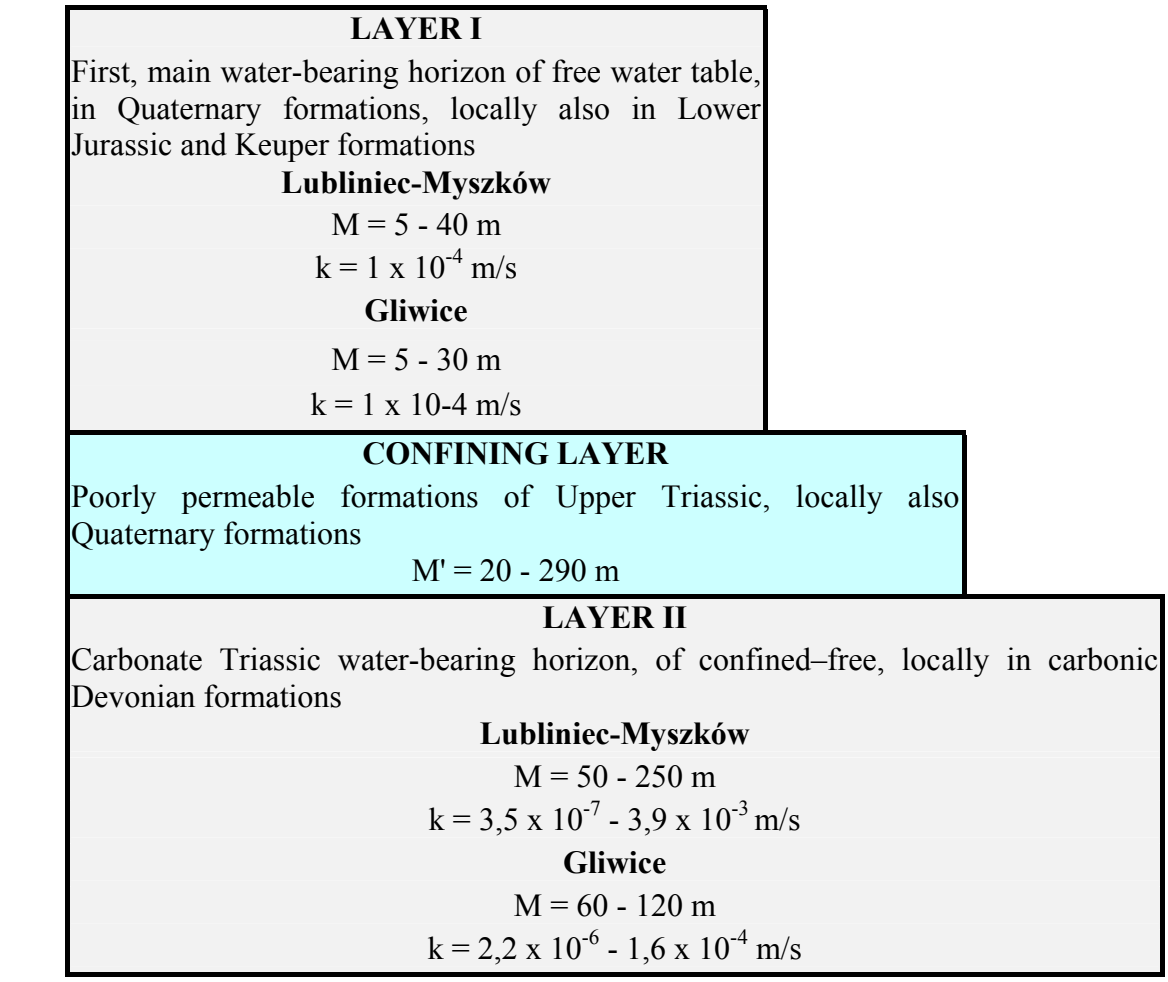


Fig. 5 Scheme of the model of Lubliniec-Myszków and Gliwice main groundwater reservoirs system

The following geological and structural maps were developed to construct the model: roof of the carbonate Triassic formations (Annex 4), bottom of the carbonate Triassic formations (Annex 5), bottom of Quaternary formations (Annex 6).

The model area was divided into calculation blocks of variable steps: 500 and 250 m. Distribution of blocks with set-up border conditions is presented on the maps (Annex 7 and 8). Side borders of individual model layers, running along the groundwatersheds, currency line or agreed as well as main rivers have been represented by condition III type which

simulates hydraulic height related water flow. Areas where layers are directly supplied by infiltration of atmospheric precipitation have been represented by condition II type, which simulates set-up or calculated water flow. The model bottom boundary has been represented as an impermeable barrier. Taking benefit of the applied simulation software capacities, the model also represents main faults as poorly permeable barriers for groundwater flow.

The extension of the model area layer I was the same in constructing a second model. In relation to that fact both models were calibrated individually for hydrodynamic conditions of 1998 and 2001. Model calibration consisted in making changes in the distribution and values of the hydrogeological parameters input data: especially infiltration coefficient and supply volume from atmospheric precipitation as well as percolation parameter of the layer separating the water-bearing horizons, conductivity of river beds and hydraulic resistance of barriers simulating the faults. The values of the infiltration coefficient determined in the course of model calibration for model layers I and II are presented in Figures 6 and 7, while the index for supply from infiltration is presented in (Fig. 8).

Assessment of model calibration correctness consisted in comparing the shapes and precision of water table states represented on hydroizohips maps constructed based on data from fields measurements (H_p) (Annex 3) and calculations made using the model (H_o) (Annex 9, Annex 10). A general congruence of hydroizohips maps from the model and input maps in relation to the closing balances of the groundwaters of the entire system allow stating that the precision of representing the actual state fully corresponds to the recognised hydrogeological conditions of the analysed water-bearing system.

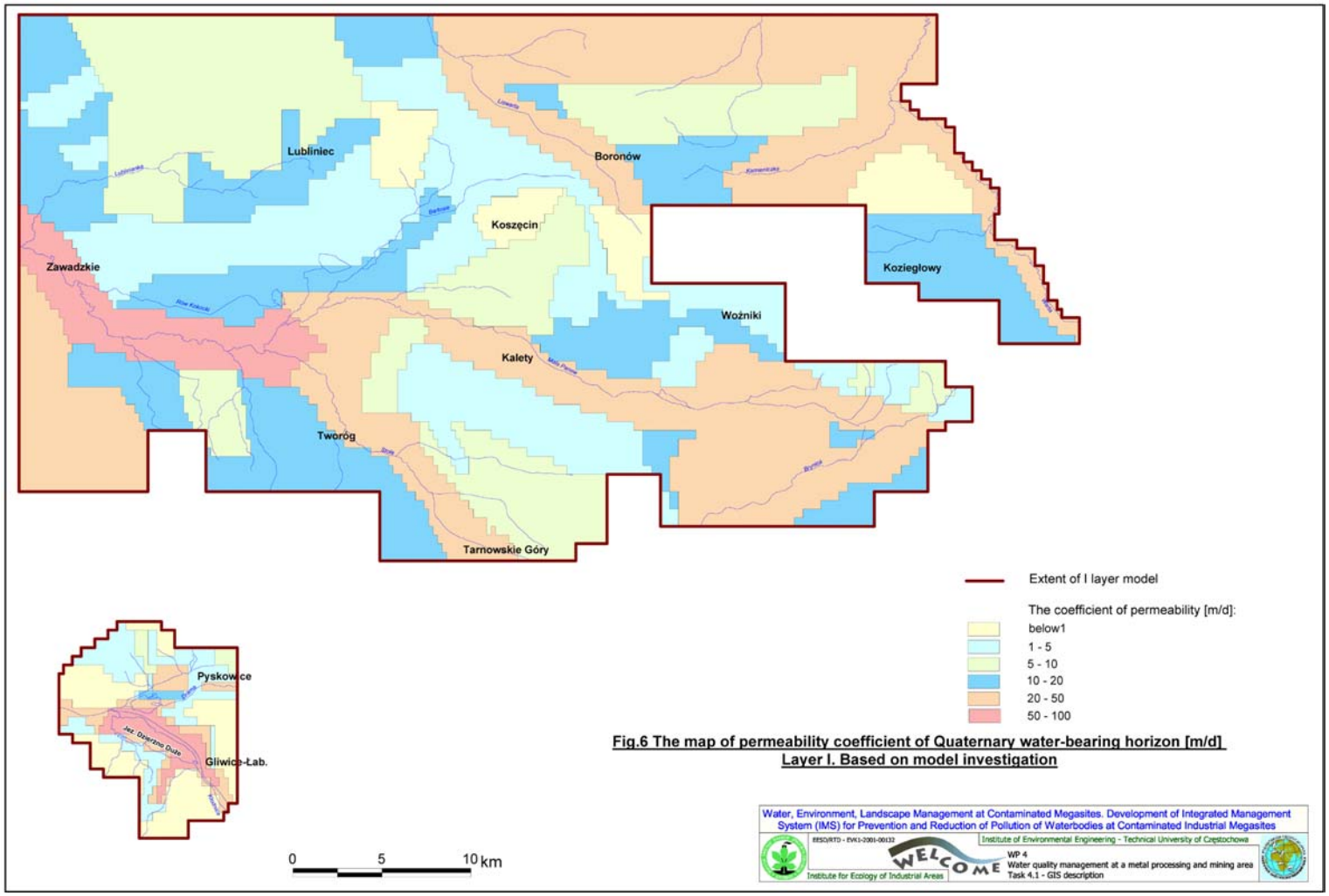


Fig.6 The map of permeability coefficient of Quaternary water-bearing horizon [m/d]
Layer I. Based on model investigation

Fig. 6 The map of permeability coefficient of Quaternary water-bearing horizon [m/d]. Layer I. Based on model investigation

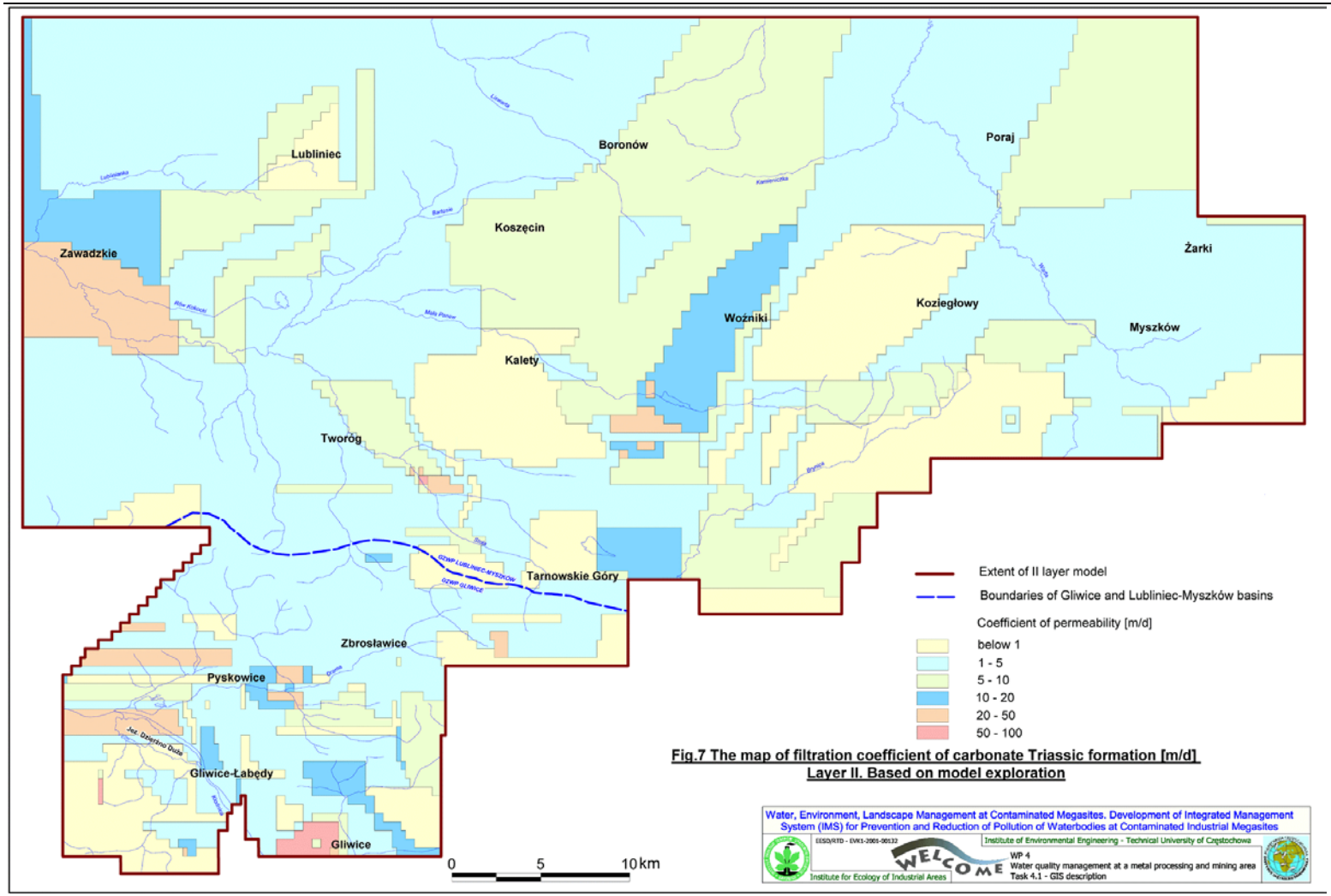


Fig. 7 The map of filtration coefficient of carbonate Triassic formation [m/d]. Layer II. Based on model exploration

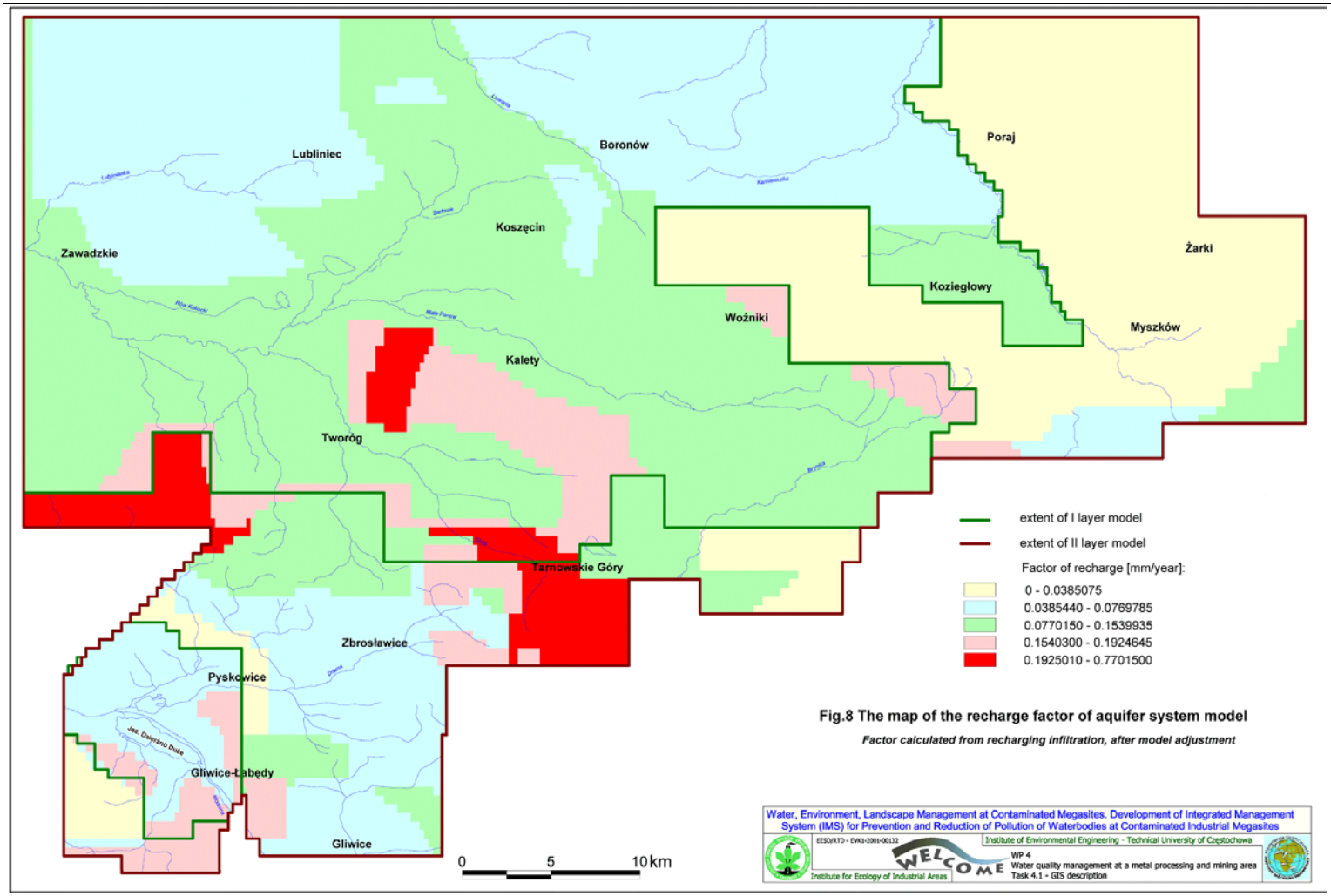


Fig. 8 The map of the recharge factor of aquifer system model

4 RESULTS OF THE NUMERICAL MODEL SIMULATIONS

Simulations of water flow for hydrodynamic conditions of 1998 and 2001 resulting from an actual water intake were performed. Also prognostic simulations were made for hypothetical alternative scenarios of water exploitation in the area of Tarnowskie Góry.

4.1 MODEL STUDIES OF WATER STATE IN 1998.

4.1.1 Groundwaters balance

The constructed model reflects average state of waters. Distribution of water states in model layers I and II obtained through simulating the water flow enforced by water intake in 1998, has been presented on hydroizohips maps (Annex 9, Annex 10). Balances of water circulation corresponding to the modelled hydrodynamic condition in the water-bearing system in division to the two studied main groundwater reservoirs of Lubliniec-Myszków and Gliwice are presented in Table 2 and Table 3. Based on the model hydroizohips map (Annex 10), the model area was divided into two sub-areas corresponding to individual reservoirs. The area of the model surface of the first reservoir is 2023 km^2, the other - 432 km^2

Taking into account the fact that separate water circulation systems correspond to the analysed Lubliniec-Myszków and Gliwice reservoirs, each with independent sources of water supply and drainage, an analysis of balances separately developed for each of the reservoirs is justified.

LUBLINIEC-MYSZKÓW MAIN GROUNDWATER BASIN

The Quaternary water-bearing horizon represented in the model covers only about 71% of the total reservoir area (1430 km^2). Due to that reason to characterise the main components of the balance and their comparison for both water-bearing horizons, beside absolute values [m^3/d], index values [dm^3/skm^2] are provided in the tables. Such an approach allows calculating the balances and their components for model layer I and II.

The balance shows that the total supply of Quaternary horizon balanced by drainage amounts 4,24 dm^3/skm^2 (134 mm/yr). Infiltration of precipitation dominates among supply sources,

and amounts by average 3,16 dm^3/skm^2 (100 mm/yr), i.e. about 74,4 % of the total supply of this horizon and 13,6 % of mean atmospheric precipitation for a many-year period which is 731 mm/yr. Underground outflow to river valleys predominates at the drainage side. It amounts 2,7 dm^3/skm^2 (85 mm/yr) in the model layer area. This means that that as many as 85% of the supply from effective infiltration outflows from layer I to river valleys and exits the water-bearing system.

The balance of the Triassic water-bearing complex shows that anthropogenic drainage of waters by well intakes constitutes about 62% of the balance total. Its intensity expressed by average module value was 0,76 dm^3/skm^2 (24 mm/yr). The balance also shows a relatively low share of side-inflow what proves a relatively good closure of the reservoir against side-supply. It amounts 12,4 % of the balance total and is concentrated primarily on the eastern border of the area. The side–outflow however is significant, mainly outside the western border, and to a less degree, outside the northern border of the reservoir. It constitutes 29 % of the total drainage and, from the viewpoint of its value, is its second component. This fact proves opening of the Triassic reservoir to the outflow towards the regional drainage base.

Vertical infiltration downwards predominates in the total supply of the reservoir which is 39 mm/yr. In the area of 1610 km^2 the infiltration is by average 31 mm/yr and constitutes 63 % of the total supply. The balance structure, and especially the side of incomes, clearly reflects the supply sources of the Triassic complex and its correlation with the Quaternary horizon.

GLIWICE MAIN GROUNDWATER BASIN

The Quaternary water-bearing horizon reflected in the model covers only 91,km^2 i.e. 21% of the total reservoir surface in actual hydrodynamic conditions. This means that it has a secondary role in the water circulation balance in the water-bearing system of the investigated reservoir what, due to its small surface, is expressed by a relatively low balance total of this water-bearing horizon (Table 3). The presented Gliwice reservoir water balance has been set-up for water intake as of 1998 i.e. 107 024 m^3/d (2,9 dm^3/skm^2). The main source of supply is vertical supply including effective infiltration in outcrops amounting 3,04 dm^3/skm^2 (102 mm/yr). Side-inflow has practically no meaning what proves a good closure of the reservoir to external horizontal supply.

Table 2 Balance of groundwater circulation of the Lubliniec-Myszków reservoir water-bearing system according to the model studies made for hydrodynamic conditions in 1998.

BALANCE COMPONENTS	[m^3/d] / [m^3/s]	[dm^3/skm^2] / [mm/yr]	%
LAYER I -Quaternary water-bearing horizon – surface 1430 km^2			
Supply			
Precipitation infiltration	390128	3,16/100	74,4
Side-inflow	84946		16,2
Infiltration from rivers	30141		5,7
Infiltration from layer II	19109		3,7
Total	**524420 / 6,06**	**4,24 / 134**	100
Drainage			
Intake by intake points	2675	2,7/85	0,5
Drainage to rivers	333243		63,5
Infiltration to layer II	123535		23,6
Side-outflow	64966		12,4
Total	**524419 / 6,06**	**4,24 / 134**	**100**
LAYER II -Triassic water-bearing horizon: surface 2023 km^2			
Supply			
1.vertical supply from the „top”[1)]	190074	1,25 / 40	85,6
including			
infiltration from the „top” from layer I[2)]	137079	0,98 / 31	63,2
infiltration in outcrops	48716	4,9 / 155	
infiltration from rivers	4279		2
2.side-inflow	26957		12,4
Total	**217031 / 2,51**	**1,24 / 39**	100
Drainage			
Mining drainage and intake by intake points	133569	0,76 / 24	61,5
Side-outflow	62310		28,7
Drainage to rivers	2042		1
Infiltration „upwards” to layer I	19109	/23	8,8
Total	**217030 / 2,51**	**1,24 / 39**	100

[1)]– total of precipitation infiltration in outcrops, vertical percolation from layer I and infiltration of water from surface watercourses, not represented in the layer II model of area of 1725 km^2

[2)] – in the area of 1610 km^2

Table 3 Balance of groundwater circulation of the Gliwice reservoir water-bearing system according to the model studies made for hydrodynamic conditions in 1998.

BALANCE COMPONENTS	M^3/d	dm^3/skm^2 / mm/yr	%
LAYER I Quaternary water-bearing horizon Surface – 91 km^2			
Supply			
Precipitation infiltration	23225	2,95 / 93	
Side-inflow	12560		
Infiltration from rivers	17601		
Total	**53356**	**6,8 / 214**	
Drainage			
Intake by intake points	7688		
Drainage to rivers	42347		
Infiltration to layer II	1787		
Side-outflow	1568		
Total	**53390**	**6,8 / 214**	
LAYER II - carbonate Triassic water-bearing complex Surface 432 km^2			
Supply			
Vertical supply[1)]	96230	2,57 / 81	73,7
Including:			
In an open area [2)]	89791	3,04 / 96	
Infiltration from layer I in a covered area [3)]	6439	/ 26	4,9
Side-inflow	16817		
Infiltration from rivers	1304		
Total	**130538**	**3,5 / 110**	**100**
Drainage			
Intake by intake points	104522	2,8 / 88	80
Side-outflow	24846		
Drainage to rivers	1305		
Total	**130669**	**3,5 / 110**	100

[1)] – total of precipitation infiltration, vertical percolation in the covered area and leakage of water from surface watercourses, not represented in the model layer II - outside the range of model layer I

[2)] – outside the range of the Tertiary poorly permeable formations, within an area of 341 km^2,

[3)] – within an area of 91 km^2

4.1.2 Groundwater circulation system

The groundwater circulation system in present hydrodynamic conditions, represented by a model simulation, is congruent with the system recognised based on data from field studies, discussed below. The hydroizohips maps developed for model layers I and II (Annex 9 and Annex 10) represent the system presented in the input maps with sufficient precision (Annex 2 and Annex 3).

Attention should be paid to the fact that the area of Tarnowskie Góry is situated within the zone of groundwatershed in the Triassic aquifer. Its position is determined to some extend by the drainage of waters in the very area as well as within the system of both main reservoirs. The distribution and intensity of the drainage varies in time, e.g. operation of the Quaternary groundwater intake points in the Tarnowskie Góry town was ceased already in 1998. In consequence the outflow of groundwater in the area of the Tarnowskie Góry town runs in different, divergent directions: south-western, western and north-western.

These directions result from the relation between the supply areas on the elevations of the area surface and the regional drainage zone correlated with the Odra River valley. Additionally, the directions are modified by local exploitation of intake points. This is reflected in the depressions of water table surface and development of local circulation systems around the drainage zones correlated with large intakes.

Groundwater flow from the surface and subsurface layers in vertical profile also has been observed, what is not directly evident from the hydroizohips maps. However, the performed model studies as well as distribution of the vertical supply and groundwater balance have confirmed this fact.

4.2 MODEL STUDIES OF THE GROUNDWATER STATE IN 2001

The constructed model represents layer I of the system, of a surface of 1549 km^2 and layer II of the surface of 2 455 km^2. Compared to the first model, the range of layer I has been extended by the area of Tarnowskie Góry in order to determine the groundwater circulation system in this area in a more detailed way.

The second model represents the state of groundwaters in 2001, which is presented in a hydroizohips map of water-bearing complexes: carbonate Triassic complex (Annex 11) and Quaternary complex (Annex 12). This state results from the supply and exploitation of waters by intake wells, which is to a large extend different that the exploitation of 1997 –1998, both in respect to the total intake value and its distribution in the area of Triassic complexes. The total groundwater intake in both Triassic reservoirs represented in the model was 217 165 m^3/d, in that 206 802 m^3/d was intake from Triassic reservoir. The share of individual Triassic

reservoirs in the mentioned total was as follows: 82 759 m^3/d – Gliwice main groundwater reservoir and 124 043 m^3/d – Lubliniec-Myszków reservoir. The principal difference refers to the Gliwice reservoir, and its caused, *inter allia*, by a reduction of water intake due to closing down of some intake points in the area of Tarnowskie Góry.

4.2.1 Groundwaters balance

Distribution of groundwater states in model layer I and II obtained from simulations and enforced by water intake in 2001 was presented on hydroizohips maps (Annex 13 and Annex 14). Tables (Table 4, Table 5) present the balances of groundwater circulation in the two investigated reservoirs of Lubliniec-Myszków and Gliwice, which correspond to the modelled hydrodynamic state. Based on a modelled hydroizohips map (Annex 14) the model area was divided into two sub-areas that correspond to individual reservoirs. Surfaces of the model reservoir areas are as follows: Lubliniec-Myszków reservoir 2029 km^2, Gliwice reservoir - 426 km^2.

LUBLINIEC-MYSZKÓW MAIN GROUNDWATER BASIN

The Quaternary water-bearing horizon represented in the model covers about **71%** of the total reservoir surface (1427 km^2).

The total supply in the Quaternary layer balance, balanced by drainage, is 4,24 dm^3/skm^2 (134 mm/yr). Supply from precipitation infiltration dominates, and amounts by average 3,16 dm^3/skm^2 (100 mm/yr). It constitutes 74,7 % of the total supply of this layer and 13,6 % of the mean atmospheric precipitation in a many-year period, which is 731 mm/yr. On the side of the drainage, underground outflow to river valleys dominates. It amounts 2,8 dm^3/skm^2 (85 mm/yr) within the model area of the layer what means that as many as 85% of the effective infiltration flows out.

Table 4 Balance of groundwater circulation of the Lubliniec-Myszków reservoir water-bearing system according to the model studies made for hydrodynamic conditions in 2001

BALANCE COMPONENTS	M^3/d / m^3/s	dm^3/skm^2 / mm/yr	%
LAYER I -Quaternary water-bearing horizon Surface – 1427 km^2			
Supply			
Precipitation infiltration	390241	3,16 / 100	74,79
Side-inflow	83070		15,9
Infiltration from rivers	27280		5,2
Infiltration from layer II	22028		4,2
Total	**522619 / 6,05**	**4,24 / 135**	100
Drainage			
Intake by intake points	2675		0,5
Drainage to rivers	342432	2,8/85	65,3
Infiltration to layer II	113151		21,6
Side-outflow	66020		12,6
Total	**524278 / 6,05**	**4,25 / 135**	100
LAYER II Triassic water-bearing complex Surface - 2029 km^2			
Supply			
1. vertical supply from the „top”[1)]	182799	1,04 / 38	85,5
including			
infiltration from the „top” from layer I[2)]	113151		
infiltration in outcrops	64926		
infiltration from rivers	4279		2
2. side-inflow	23845		11,5
Total	**206201/2,39**	**1,18 / 37**	100
Drainage			
Mining drainage and intake by intake points	124043	0,71 / 22	59,6,5
Side-outflow	59794		28,8
Drainage to rivers	2018		1
Infiltration „upwards” to layer I	22086		10,6
Total	**207941 /2,39**	**1,24/ 37**	100

[1)]– Total of precipitation infiltration in outcrops, vertical percolation from layer I and infiltration of waters from surface watercourses, not represented in model layer II – within the area of 1725 km^2

Table 5 Balance of groundwater circulation of the Gliwice reservoir water-bearing system according to the model studies made for hydrodynamic conditions in 2001

BALANCE COMPONENTS	m^3/d	Dm^3/skm^2 / mm/yr	%
LAYER I - Quaternary water-bearing horizon Surface – 122 km^2			
Supply			
Precipitation infiltration	36137	3,4/108	55,9
Side-inflow	13363		20,6
Infiltration from rivers	15205		23,5
Total	**64705**	**6,1/193**	100
Drainage			
Intake by intake points	7688		12,2
Drainage to rivers	37524		59,4
Infiltration to layer II	14106		22,3
Side-outflow	3817		6,1
Total	**63135**	**6,1 / 193**	
LAYER II - carbonate Triassic water-bearing horizon Surface - 426 km^2			
Supply			
Vertical supply[1)]	98042	2,5 / 83	79,9
including:			
In an open area [2)]	83936		
Infiltration from layer I in a covered area [3)]	14106		
Side-inflow	9348		7,6
Infiltration from rivers	15358		12,5
Total	**122748 / 1,42**	**3,33 / 105**	**100**
Drainage			
Intake by intake points	82659	2,24 / 71	68,1
Side-outflow	31890		26.3
Drainage to rivers	6800		5,6
Total	**121349 / 1,4**	**3,33 / 105**	100

[1)] – total of precipitation infiltration, vertical percolation in the covered area and escapes of waters from surface watercourses, not represented in model layer II, outside the range of the layer I model

[2)] – outside the range of poorly permeable Tertiary formations,

Anthropogenic drainage by well intakes constitutes about 60% of the total balance sum in the Triassic water-bearing horizon groundwaters balance. Its intensity is expressed by average module value is 0,71 dm^3/skm^2 (22 mm/yr). Attention should be paid to a relatively small share of side-inflow in the balance total i.e. only 11,6%, what proves a relatively good closure of the reservoir to side-inflows. The side-inflows are concentrated mainly at the eastern border of the area. Side-outflow however, mainly outside the western border, is significant. Its

share in the total drainage is 29% what, with respect to its value, makes it a second main component of the drainage. This fact proves opening of the discussed Triassic reservoir to outflow in the direction of the regional drainage base.

Average value of the total reservoir supply is 38 mm/yr, 55% of which is the dominating vertical infiltration downwards. The supply sources and correlation of the Triassic complex with the Quaternary horizon are reflected in the balance structure, mainly by its „incomes" side.

GLIWICE MAIN GROUNDWATER RESERVOIR

The range of the Quaternary water-bearing horizon represented in the model is only 122 km^2, i.e. only approximately 29% of the total reservoir surface in the present hydrodynamic conditions. This means that it plays a secondary role in the balance of groundwaters circulation of the discussed reservoir water-bearing system. Due to its small surface, the role of this horizon is also reflected in its relatively low balance total (Table 5). The presented water balance of the Gliwice main groundwater reservoir has been developed for water intake value of 2001 i.e.: 82 759 m^3/d. Vertical supply was identified the main source of supply; it comprises effective infiltration on outcrops and infiltration through poorly permeable formations which is 2,5 dm^3/skm^2 (83 mm/yr). Side-inflow is relatively small i.e. only 8 % of the total reservoir supply what proves that the reservoir is nearly closed to external horizontal supply.

4.2.2 Groundwater circulation system

The groundwater circulation system in present hydrodynamic conditions, represented by a model simulation, is congruent with the system recognised based on data from field studies, presented in hydroizohips map (Annex 11). The hydroizohips maps developed for both model layers (Annex 13, Annex 14) represent the system presented in the input maps with sufficient precision (Annex 11, Annex 12).

In general overview, the system of groundwater circulation modelled for the 2001 year intake, despite elevation of water table in the Triassic water-bearing complex even by several meters, does not significantly differ from the system modelled for water states in 1998. While

regional directions of water flow remained unchanged, a slight difference was observed in the local directions of water flows in the area of Tarnowskie Góry.

The modelled groundwater circulation system also shows that contaminated groundwaters from the area of the Tarnowskie Góry agglomeration flow in the western, south-western and north-western directions. This observation refers to both water-bearing horizons represented in the model: Quaternary horizon (Annex 13) and carbonate Triassic complex (Annex 14). The system of water table in Triassic complex shows smaller morphological diversity and diversity of water outflow directions what, to some extend, is attributable to its simplification due to insufficient data on its location. The water table surface in the Quaternary horizon is more developed what results in a more diversified local water flow directions.

The discussed hydroizohips map of the Triassic water-bearing complex (Annex 14) shows that the water intake points situated at the western side of Tarnowskie Góry have their supply areas located within the agglomeration or at its outskirts. Analysis of the trajectory of water particles movement (Annex 14) performed using Modpath software and approximate directions of water flow from the area of the town to the intake points located to the west from the meridian crossing this area have been determined. It may be assumed that there is a potential risk to at least some of the intake points posed by the inflow of conservative contaminants from the area of the town, migrating at the rate close to the rate of groundwater flow.

The vertical profile proves water flow from surface and subsurface levels, confirmed also by model studies, distribution of vertical supply and groundwater balance.

Analysis of groundwater balance and circulation system in the area of Tarnowskie Góry shows a correlation between the groundwaters and the Stoła River. This correlation consists mainly in the drainage of the Quaternary horizon waters by the Stoła River. This however, does not exclude potential local infiltration of waters in short river sections. A precise quantitative analysis of this correlation is impossible due to the fact that the size of the calculation blocks which represent the river in the regional model is too large compared to such a detailed and rapidly changing phenomenon. Further investigation of this correlation requires developing a precise model with several-time smaller blocks of the calculation grid.

4.3 PROGNOSIS SIMULATIONS

The goal of the prognosis simulations was to investigate the groundwater circulation system for a structure and intensity of carbonic Triassic water-bearing complex exploitation in conditions different from the present state. The study presents results of two simulations: 1/ for a limited water intake in the existing intake points in the area of Tarnowskie Góry and 2/ for a maximum water intake from the existing water intake points in the area of the town. The simulations allowed also investigating the system of water circulation from the viewpoint of risk assessment of groundwater pollution with contaminants originating from the area of the town in both Triassic reservoirs.

4.3.1 Simulation for a limited water intake in the area of Tarnowskie Góry

This simulation was conveyed for a scenario of closed down intake points located in the town area and at its outskirts i.e. within the area presented on a map (Annex 15), including such large intake points as Boruszowice, Tworóg, Miedary and Staszic (as listed in Table 1).

The water circulation system in the carbonate Triassic water-bearing horizon resulting from such simulation is presented on a hydroizohips map (Annex 15). Trajectories of water particles movement show, that at abandoned exploitation of groundwaters in the town, the contaminants originating from its area may migrate towards west, south-west and north-west. This means that abandoning water exploitation at the presently operating intake points located in the area of the town may cause risk to the quality of groundwaters in both Triassic main groundwater reservoirs.

4.3.2 Simulation for a maximum water intake in the area of the Tarnowskie Góry

The study was focused on simulating a maximum water intake by intake points located in the area of the town, including the Staszic intake point and at maintained level of present water intake at points located at the outskirts of the town such as Miedary, Boruszowice and Tworóg. The simulated intakes were equal to the approved available exploitation resources of these intake points.

In the course of the simulation a hydroizohips map of the carbonate Triassic water-bearing complex was generated. Also trajectories of water particles movement within this complex were determined (Annex 16). The map shows that contaminated waters from the area of the town would not practically flow outside its area. Most of them would be extracted by local intake points. This means that putting to operation the intake points located in the town on the level of their exploitation resources, represents a potential of reducing the risk of deterioration of groundwater quality in both Triassic aquifers and first of all in large well intake points located at the outskirts of the Tarnowskie Góry agglomeration: Miedary, Boruszowice, Tworóg and Bibiela.

5 LIST OF LITERATURE SOURCES AND HISTORICAL STUDIES

5.1 STUDIES OF REGIONAL CHARACTER

1. CITEC S.A., KATOWICE, EKOLOG SYSTEMS POZNAŃ, CZYSTE POWIETRZE WROCŁAW, 2000 – Ochrona Głównego Zbiornika Wód Podziemnych „330 Gliwice" przez kompleksowe unieszkodliwienie odpadów wraz z rekultywacją terenów skażonych Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji. Numeryczny model przepływu wód podziemnych. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
2. DZIUK M. l INNI, 1999: Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych z utworów serii węglanowej triasu w rejonie Lubliniec-Myszków. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach.
3. DZIUK M., KOWALCZYK A., KROPKA J., 1997 - Dokumentacja hydrogeologiczna dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych- regionu triasu gliwickiego (GZWP Gliwice *w* 330). Częstochowskie Przedsiębiorstwo Geologiczne Spółka z o.o. w Częstochowie.
4. GORGOŃ E., 1983 - Ocena stanu zanieczyszczenia i zagrożenia wód podziemnych i gruntów produktami naftowymi w województwie częstochowskim. Katowickie Przedsiębiorstwo Geologiczne, Oddział Terenowy w Częstochowie.
5. HERMAŃSKI S., 1983 - Projekt badań geologicznych dla określenia zasad eksploatacji zasobów wód podziemnych z utworów triasu na północnym obszarze Górnego Śląska. Katowickie Przedsiębiorstwo Geologiczne, Oddział Terenowy w Częstochowie. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach.
6. HERMAŃSKI S., 1986 - Aneks do projektu badań geologicznych dla określenia zasad eksploatacji zasobów wód podziemnych w utworach triasu na północnym obszarze Górnego Śląska. Katowickie Przedsiębiorstwo Geologiczne, Oddział Terenowy w Częstochowie. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
7. KOCZY J., ULATOWSKI Z., 1985: Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych z utworów wapienia muszlowego i retu w zachodniej części Niecki Bytomskiej (rejon Zabrze). Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach.
8. KOTLICKI S., 1960: Dokumentacja hydrogeologiczna Triasu Śląskiego. Wyd. Geol. Warszawa.
9. KOWALCZYK A. I INNI, 2002: Projekt prac geologicznych w celu sporządzenia dokumentacji określającej warunki hydrogeologiczne dla ustalenia obszaru ochronnego zbiornika wód podziemnych Gliwice (GZWP nr 330). ZBU Intergeo, Sosnowiec, 2002
10. KOWALCZYK A., RUBIN K., 1997: Badania modelowe dla oceny zasobów dyspozycyjnych GZWP Lubliniec-Myszków (nr 327) i ustalenie zasobów eksploatacyjnych ujęcia „Bibiela" Arch. ZBU „Intergeo" Sosnowiec.

11. LECH R., MUSIAŁ T., 1992: Projekt badań geologicznych dla określenia zasad eksploatacji wód podziemnych z utworów węglanowych triasu na obszarze triasu gliwickiego. Arch. Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach.
12. MUSIAŁ T., 1985: Dokumentacja hydrogeologiczna niecki bytomskiej. Arch. Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach.
13. MUSIAŁ T., 1992 - Sprawozdanie z prac związanych z realizacją projektu badań geologicznych dla określenia zasad eksploatacji zasobów wód podziemnych z utworów triasu na północnym obszarze Górnego Śląska. Katowickie Przedsiębiorstwo Geologiczne, Oddział Terenowy w Częstochowie.
14. MUSIAŁ T., 1993 - Aneks nr 2 do projektu badań geologicznych dla określenia zasad eksploatacji zasobów wód podziemnych w utworach triasu (seria węglanowa wapienia muszlowego i retu) na północnym obszarze Górnego Śląska (Główny Zbiornik Wód Podziemnych Lubliniec - Myszków). Częstochowskie Przedsiębiorstwo Geologiczne Spółka z o.o. w Częstochowie.
15. MUSIAŁ T. I INNI, 1997 - Projekt monitoringu regionalnego wód podziemnych dla województwa częstochowskiego. Nowe Przedsiębiorstwo Geologiczne w Częstochowie S.C.
16. PACHOLEWSKI A. I INNI, 1994 - Dokumentacja hydrogeologiczna zbiornika Olkusz - Zawiercie (GZWP nr 454). Oddział Górnośląski PIG Sosnowiec.
17. PRACA ZBIOROWA, 1976: Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych z utworów czwartorzędowych, trzeciorzędowych, jurajskich, permskich, karbońskich i dewońskich obszaru Górnego Śląska. Kombinat Geologiczny Południe, Zakład Badań Geologicznych, Kraków.
18. PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNE, KATOWICE, 1992 - Projekt badań geologicznych i sposobu monitorowania zwałowisk odpadów poprzemysłowych na terenie województwa katowickiego.
19. RÓŻKOWSKI A., I INNI, 1997 - Użytkowe wody podziemne Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i jego obrzeżenia. Prace PIG CLIX Warszawa.
20. RÓŻKOWSKI A., KOTLICKI S., KOTLICKA G. N., PACHOLEWSKI A., RUDZIŃSKA T, 1972-1974 - Ogólna charakterystyka jednostek hydrogeologicznych triasu śląskiego z określeniem zawartych w nich rezerw wodnych. Etap l - III. Arch. PIG w Sosnowcu.
21. RÓŻKOWSKI A., KOWALCZYK A., KROPKA., RUBIN K., WITKOWSKI A., 1995: Rozpoznanie, zagospodarowanie i ochrona wód podziemnych głównych zbiorników wód podziemnych GZWP triasu Górnośląskiego. Proj. bad. KBN Nr 9212 92 03. Katedra Hydrogeologii i Geol. Inż. UŚ, Sosnowiec.
22. SIEMIŃSKI A., GAJOWIEC B., 1993 - Dokumentacja hydrogeologiczna: Zasoby wody podziemnej z utworów serii węglanowej triasu, rejon Myszkowa. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Częstochowie.
23. WISBUD Zakład Remontowo-Budowlany w Gliwicach, 1997 - Projekt monitoringu regionalnego powierzchniowych wód płynących dla województwa

częstochowskiego. Etap l - Określenie charakterystyki rzek województwa częstochowskiego.

24. WITKOWSKI A, I INNI, 1997 - Monitoring jakości zwykłych wód podziemnych w obszarze działania Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Katowicach. Raport z badań wykonanych w latach 1993 -1996.
25. WITKOWSKI A. I INNI, 1995 - Regionalny Monitoring Jakości Wód Podziemnych w obszarze działania Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Katowicach. Raport końcowy z dwóch serii opróbowań (jesień 1994 - wiosna 1995). Archiwum Katedry Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej Uniwersytetu Śląskiego w Sosnowcu.
26. WITKOWSKI A, 2000 – Regionalny monitoring jakości zwykłych wód podziemnych na obszarze działania Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Katowicach. Wyniki badań prowadzonych w latach 1993 – 1999.
27. ZBU INTERGEO, 2001 **-** Waloryzacja wód powierzchniowych i podziemnych na terenie woj. Śląskiego. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec

5.2 HYDROGEOLOGICAL DOCUMENTATION OF GROUNDWATER INTAKE POINTS, THEIR AVAILABLE RESOURCES, EXPERT OPINIONS AND REPORTS

28. ANEKS do dokumentacji hydrogeologicznej (zasobowy) na ujęcie wód podziemnych z utworów triasu w miejscowości Szałsza, pow. Gliwice, 1971. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
29. ANEKS do dokumentacji hydrogeologicznej ujęcia wód podziemnych z utworów czwartorzędowych (ujecie PKP" Grupa Las"), 1982. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
30. ANEKS do dokumentacji hydrogeologicznej ujęcia wód podziemnych z utworów triasu Zawada – gmina Zbrosławice, 1975. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
31. ANEKS do dokumentacji hydrogeologicznej w Kat B. Ujęcia wody podziemnej z utworów triasowych dla Zakładów Drobiarskich w Tarnowskich Górach – Strzybnicy, 1989. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
32. ANEKS do dokumentacji hydrogeologicznej w kat. B i C wraz z projektem robót hydrogeologicznych na rozbudowę ujęcia huty cynku „Miasteczko Śląskie" w Miasteczku Śląskim, 1962. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
33. ANEKS do dokumentacji hydrogeologicznej wraz z projektem robót na ujęcie wód podziemnych z utworów czwartorzędu i triasu dla Zakładów Chemicznych „NITRON" w Krupskim Młynie, 1962. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
34. ANISZCZYK M., DUBAJ-NAWROT J., BIELEWICZ R., 1997 - Dokumentacja badań geologicznych i monitorowania wpływu zwałowisk odpadów przemysłowych na jakość wód podziemnych. Obszar l Tarnowskie Góry - Bibiela. Badania zwałowisk mineralnych odpadów przemysłowych w woj. katowickim. Katowickie

Przedsiębiorstwo Geologiczne, Katowice. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.

35. BIURO PROJEKTÓW WODNYCH I MELIORACJI, OPOLE, 1986 – Dokumentacja ujęcia wód podziemnych z utworów triasu – Brynek, gmina Tworóg. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
36. EKO-EKSPERT, 1998 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne terenu lokalnego nieczynnego składowiska odpadów komunalnych w Tarnowskich Górach. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
37. DOKUMENTACJA hydrogeologiczna likwidacji studni głębinowej S-1 Zakładów Aparatury Chemicznej „CHEMET" S.A. w Tarnowskich Górach, 2001. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
38. DOKUMENTACJA hydrogeologiczna określająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych z utworów triasu na terenie Górnośląskiego Centrum Rehabilitacji w Reptach, 2001. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
39. DOKUMENTACJA hydrogeologiczna poziomu wód triasu – Borowiany, gmina Krupski Młyn, 1996. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
40. DOKUMENTACJA hydrogeologiczna ujęcia przeciwpożarowego z utworów czwartorzędu (I etap – 6 studni) w Krupskim Młynie, 1967. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
41. DOKUMENTACJA hydrogeologiczna ujęcia wód podziemnych „PKP Grupa Las" w Tarnowskich Górach, 2000. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
42. DOKUMENTACJA hydrogeologiczna ujęcia wód podziemnych z utworów czwartorzędu – studnia Świerklaniec –2 , zlewnia Brynicy, 1990. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
43. DOKUMENTACJA hydrogeologiczna ujęcia wód podziemnych z utworów triasu w kat. B w miejscowości Kalety pow. Lubliniec, 1974. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
44. DOKUMENTACJA hydrogeologiczna ustalająca w kat. C zasoby wód podziemnych poziomu triasu wraz z projektem badań dla zakładów Remontu Taboru Kolejowego w Przezchlebiu, 1979. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
45. DOKUMENTACJA hydrogeologiczna ustalająca zasoby wód podziemnych w kat. B z utworów czwartorzędu dla ujęcia na terenie wsi Mikołeska – gmina Tworóg,1968. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
46. DOKUMENTACJA hydrogeologiczna wód podziemnych z utworów triasu dla studni SIII w Tarnowskich Górach, 2000. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
47. ELWOD Kraków, 1974 – Ujęcie wód podziemnych z utworów triasu (zlewnia Odry) Księży Las – gmina Zbrosławice. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
48. ELWOD Tychy, 1971 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby wód źródła wypływającego z triasu (ret) – Zendek, gmina Tąpkowice. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach

49. ELWOD Warszawa, 1973 – Ujęcie wód podziemnych nr 4 i 5 we wsi Zawada, gmina Zbrosławice. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
50. ELWOD Warszawa, 1973 – Ujęcie wód podziemnych z utworów czwartorzędu w miejscowości Zawada, gmina Zbrosławice, 1973. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
51. GEOBUD Katowice, 1996 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne projektowanej stacji paliw „BP" Poland przy ul. Zagórskiej w Tarnowskich Górach. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
52. GEOBUD Katowice, 1998 – Dokumentacja hydrogeologiczna dla modernizacji stacji paliw „Arti" przy ul. Zagórskiej w Tarnowskich Górach. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
53. GEOBUD, Katowice, 1997 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne terenu wysypiska komunalnego w Zbrosławicach. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
54. GEOPOL, 1998 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla terenu przeznaczonego pod projektowany pawilon handlowy przy ul. Zagórskiej w Tarnowskich Górach. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
55. GEOPOl, 2000 – Dokumentacja hydrogeologiczna terenu przeznaczonego pod stację paliw w Radzionkowie. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
56. GEOPROJEKT Śląsk, 1998 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne związane z inwestycją mogącą zanieczyścić wody podziemne w związku z budową składowiska odpadów produkcyjnych w Hucie Cynku Miasteczko Śląskie. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
57. GEOPROJEKT, 1998 – Dokumentacja hydrogeologiczna dla rejonu projektowanego składowiska odpadów chemicznych w Tarnowskich Górach. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
58. GEOSPEC Katowice, 1997 – Dokumentacja hydrogeologiczna dla składowiska odpadów z Zakładów Tworzyw Sztucznych „Nitron-Erg" w Krupskim Młynie. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
59. INSTYTUT GOSPODARKI ODPADAMI Katowice, 1997 – Ekspertyza – określenie celowości czasowego zabezpieczenia przed wpływem warunków atmosferycznych odpadów i osadów w Zakładach Chemicznych „Tarnowskie Góry". Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
60. MUSIAŁ J., 1997 – Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wód podziemnych z utworów triasu środkowego dla Piekarni – Zendek. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
61. JOCHEMCZYK L, NOWAK B., 1997 – Badania zwałowisk mineralnych odpadów przemysłowych w woj. Katowickim. Badania jakościowo-ilościowe odpadów ze składowisk Zakładów Chemicznych w Tarnowskich Górach. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.

62. KATOWICKIE PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNE, 1990 – Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wód podziemnych z utworów czwartorzędowych – Świerklaniec. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
63. KATOWICKIE PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNE, 1998 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych z utworów węglanowych triasu dla studni nr I i III w Tarnowskich Górach. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
64. KATOWICKIE PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNE, 1998 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych z utworów węglanowych triasu dla studni w Tarnowskich Górach – Opatowicach. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
65. KATOWICKIE PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNE, 1998 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne wód podziemnych z utworów triasowych studni S-3 w Tarnowskich Górach – Strzybnicy. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
66. KATOWICKIE PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNE, 2000 – Uproszczona dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych z utworów triasowych dla studni S-II w Tarnowskich Górach. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
67. KOMBINAT GEOLOGICZNY KATOWICE, 1980 – Ujęcie wód podziemnych z utworów triasu (pstry piaskowiec) Świerklaniec, zlewnia Brynicy. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
68. KOWALCZYK A. i inni, 1999: Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów eksploatacyjnych ujęcia wód podziemnych „Bibiela". Częstochowskie Przedsiębiorstwo Geologiczne Spółka z o.o. w Częstochowie. Arch. Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach.
69. KOWALCZYK A., MUSIAŁ T., RUBIN K., 1998: Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów eksploatacyjnych ujęcia „Staszic" w Reptach Śląskich. Arch. ZBU „INTERGEO" Sosnowiec.
70. KOWALCZYKA., KROPKA J. i inni, 1992: Przyczyny zaniku przepływu wody w rzece Dramie. Arch. ZBU „Intergeo" Sosnowiec.
71. MORION, 2000 – Dokumentacja hydrogeologiczna dla modernizacji stacji paliw GTL – LOT w Pyrzowicach. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
72. MUSIAŁ T, 2000 – Dokumentacja hydrogeologiczna jakości wód podziemnych w rejonie Kaletańskich Zakładów Celulozowo-Papierniczych w Kaletach w upadłości. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
73. NOWE PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNE w Częstochowie, 2001 - Dokumentacja hydrogeologiczna z zasobów eksploatacyjnych ujęcia wód podziemnych z utworów węglanowych triasu – Tworóg. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
74. PICHIEWICZ S., 1999 – Kompleksowe unieszkodliwienie odpadów wraz z rekultywacją terenów skażonych Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w

likwidacji. Zakres: Dokumentacja geologiczna określająca warunki hydrogeologiczne i geologiczno – inżynierskie w rejonie projektowanego składowiska odpadów chemicznych pochodzących z likwidowanych Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry". Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.

75. PŁATEK J., 1963: Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wód podziemnych z utworów triasowych obszaru Gliwice - Łabędy MPW i K Gliwice. Centralne Biuro Studiów i Projektów Gospodarki Wodno-Ściekowej i Projektów Budownictwa Wodnego „Hydroprojekt" Warszawa o/Gliwice.
76. PŁATEK J., 1970: Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wód podziemnych z utworów wapienia muszlowego i retu w miejscowości Szałsza. Biuro Studiów i Projektów Gospodarki Wodno-Ściekowej Budownictwa Przemysłowego „Hydrosan" Gliwice.
77. PRZEDSIĘBIORSTWO BUDOWY SZYBÓW w Bytomiu, 1993 – Dokumentacja powykonawcza sieci otworów obserwacyjnych z utworów czwartorzędowych i triasowych dla wysypiska odpadów komunalnych w Tarnowskich Górach wraz z wytycznymi prowadzenia pomiarów i poboru próbek wody. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
78. PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNE w Katowicach, 1975 – Ujęcie awaryjne wód podziemnych z utworów triasowych, otwór nr 2 w miejscowości Tarnowskie Góry. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
79. PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNE w Katowicach, 1995 – Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wód podziemnych z utworów czwartorzędowych „Tłuczykąt". Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
80. PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNE we Wrocławiu, 1955 - Dokumentacja hydrogeologiczna z wierceń studziennych w miejscowości Krupski Młyn. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
81. PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNO-GEODEZYJNE „GEOPROJEKT-ŚLĄSK" w Katowicach, 1998 – Dokumentacja hydrogeologiczna dla rejonu projektowanego składowiska odpadów chemicznych pochodzących ze skażonych terenów Zakładów Chemicznych w Tarnowskich Górach. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
82. PRZEDSIĘBIORSTWO HYDROGEOLOGICZNE Kraków, 1968 – Ujęcie wód podziemnych z utworów triasu, użytkownik ZAMET – Tarnowskie Góry. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
83. PRZEDSIĘBIORSTWO HYDROGEOLOGICZNE we Wrocławiu, 1968 – Projekt robót hydrogeologicznych na przeprowadzenie próbnego pompowania st. Szybowej „S2" celem ustalenia zasobów w kat. B w miejscowości Tarnowskie Góry. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
84. PRZEDSIĘBIORSTWO HYDROGEOLOGICZNE we Wrocławiu, 1970 – Ujęcie wód podziemnych z utworów triasowych w miejscowości Tarnowskie Góry (użytkownik Z-dy Aparatury Chemicznej). Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach

85. PRZEDSIĘBIORSTWO HYDROGEOLOGICZNE we Wrocławiu, 1970 – Ujęcie wód podziemnych z utworów triasowych w miejscowości Tarnowskie Góry (użytkownik Elektrocarbonj). Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
86. PRZEDSIĘBIORSTWO HYDROGEOLOGICZNE we Wrocławiu, 1970 – Ujęcie wód podziemnych z utworów triasowych w miejscowości Tarnowskie Góry (użytkownik Zakłady Chemiczne). Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
87. PRZEDSIĘBIORSTWO HYDROGEOLOGICZNE we Wrocławiu, 1971 – Ujęcie wód podziemnych z utworów triasowych w miejscowości Tarnowskie Góry, zlewnia Mała Panew. Użytkownik: Fabryka Urządzeń Górniczych. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
88. PRZEDSIĘBIORSTWO HYDROGEOLOGICZNE we Wrocławiu, 1973 – Ujęcie wód podziemnych z utworów triasowych w miejscowości Tarnowskie Góry, zlewnia Mała Panew. Użytkownik: Fabryka Obudów Ścianowych. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
89. PRZEDSIĘBIORSTWO HYDROGEOLOGICZNE Wrocław, 1974 – Ujęcie wód podziemnych z utworów triasu (wapień muszlowy), użytkownik KOMBET Strzybnica. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
90. PRZEDSIĘBIORSTWO MORION Gliwice, 1995 – Aneks do dokumentacji hydrogeologicznej – ocena aktualnych zasobów studni OPH-1 Szałsza-Piekło. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
91. PRZEDSIĘBIORSTWO MORION Gliwice, 1995 – Dokumentacja hydrogeologiczna i geologiczno – inżynierska dla projektowanej oczyszczalni ścieków typu Lemna – Świerklaniec. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
92. RESPEKTA D, 2000 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych z utworów triasowych na terenie Fabryki Zmechanizaowanych Obudów Ścianowych „FAZOS" S.A.w Tarnowskich Górach. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
93. RÓŻKOWSKI A., I INNI, 1993 - Określenie wpływu i skutków eksploatacji wód ujęcia Bibiela na inne ujęcia wód podziemnych. INTERGEO Sosnowiec.
94. UJĘCIE wód podziemnych z utworów wapienia muszlowego – Miasteczko Śląskie, 1963. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
95. UJĘCIE wód podziemnych z utworów wapienia muszlowego dla zakładów Chemicznych „NITRON" w Krupskim Młynie, 1964. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
96. WILK J., SŁOWIK J., 1998 – Dokumentacja hydrogeologiczna dla rejonu projektowanego składowiska odpadów chemicznych pochodzących ze skażonych terenów Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w Tarnowskich Górach. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
97. WODROL Tychy, 1973 – Ujęcie wód podziemnych z utworów triasu (wapień muszlowy) w miejscowości Potępa, gmina Krupski Młyn, zlewnia Mała Panew. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach

98. WODROL Tychy, 1974 - Ujęcie wód podziemnych z utworów triasu (wapień muszlowy) – Tworóg (użytkownik wieś). Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
99. WODROL Tychy, 1974 - Ujęcie wód podziemnych z utworów triasu (wapień muszlowy) – Tworóg (użytkownik PKP). Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
100. WOJEWÓDZKIE PRZEDSIĘBIORSTWO WIERTNICZO-GEODEZYJNE Tychy, 1964 – Dokumentacja hydrogeologiczna otworu poszukiwawczego za wodą odwierconego na terenie POM w Połomi. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
101. WOJEWÓDZKIE PRZEDSIĘBIORSTWO WIERTNICZO-GEODEZYJNE Tychy, 1971 – Ujęcie wód podziemnych z utworów pstrego piaskowca w miejscowości Pyrzowice – użytkownik LOT. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
102. WOJEWÓDZKIE PRZEDSIĘBIORSTWO WIERTNICZO-GEODEZYJNE Tychy, 1976 – Dokumentacja hydrogeologiczna dla kat. B., ujęcie wód podziemnych z utworów triasu – pstry piaskowiec, otwór awaryjnych Pyrzowice. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
103. WOJEWÓDZKIE PRZEDSIĘBIORSTWO WIERTNICZO-GEODEZYJNE Tychy, 1977 – Ujęcie wód podziemnych z utworów triasu środkowego – Tworóg Brynek, zlewnia Odry, użytkownik – Technikum Kolejowe. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
104. WOJEWÓDZKIE PRZEDSIĘBIORSTWO WIERTNICZO-GEODEZYJNE Tychy, 1967 - Ujęcie wód podziemnych z utworów triasu – Jasiona, użytkownik PGR. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
105. WOJEWÓDZKIE PRZEDSIĘBIORSTWO WIERTNICZO-GEOLOGICZNE Tychy, 1983 – Ujęcie wód podziemnych z utworów triasu, ujęcie zastępcze nr Va dla studni awaryjnej nr V – Szałsza, gmina Zbrosławice. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
106. WOJEWÓDZKIE PRZEDSIĘBIORSTWO WIERTNICZO-GEOLOGICZNE w Tychach, 1989 – Aneks do dokumentacji hydrogeologicznej ujęcia wód podziemnych z utworów triasowych, użytkownik: Zakłady Drobiarskie. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
107. WOJEWÓDZKIE PRZEDSIĘBIORSTWO WIERTNICZO-GEOLOGICZNE w Tychach, 1977 – Ujęcie wód podziemnych z utworów czwartorzędowych, zlewnia Odry, użytkownik: PKP „Grupa Las”. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
108. WOJEWÓDZKIE PRZEDSIĘBIORSTWO WIERTNICZO-GEOLOGICZNE w Tychach, 1977 - Ujęcie wód podziemnych z utworów triasowych, zlewnia Odry, użytkownik: Fabryka TAGOR. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
109. WOJEWÓDZKIE PRZEDSIĘBIORSTWO WIERTNICZO-GEOLOGICZNE w Tychach, 1977 - Ujęcie wód podziemnych z utworów czwartorzędowych, zlewnia

Stoły, użytkownik: Stacja PKP Tarnowskie Góry. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach

110. WOJEWÓDZKIE PRZEDSIĘBIORSTWO WIERTNICZO-GEOLOGICZNE w Tychach, 1995 – Dokumentacja hydrogeologiczna ujęcia wód podziemnych z utworów triasowych Tąpkowice – gmina Ożarowice. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
111. WOJEWÓDZKIE PRZEDSIĘBIORSTWO WIERTNICZO-GEOLOGICZNE w Tychach, 1986 – Ujęcie wód podziemnych triasu środkowego – Księży Las. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
112. WOJEWÓDZKIE PRZEDSIĘBIORSTWO WIERTNICZO-GEOLOGICZNE w Tychach, 1982 – Ujęcie wód podziemnych z utworów triasu – Kotliszowice, gmina Tworóg. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
113. WOJEWÓDZKIE PRZEDSIĘBIORSTWO WIERTNICZO-GEOLOGICZNE, 1984 - Ujęcie wód podziemnych z utworów triasu środkowego – Mikołeska. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
114. WPWiK Katowice, 1991 – Bibiela - dokumentacja ujęcia wód podziemnych z utworów triasu w studni zastępczej stacji pomp dla potrzeb WPWiK Katowice. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
115. ZBU INTERGEO, 1992 - Ocena potencjalnego wpływu składowisk odpadów komunalnych na jakość wód głównych zbiorników wód podziemnych w województwie katowickim. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.
116. ZBU INTERGEO, 1992 - Określenie wpływu i skutków eksploatacji wód ujęciem Bibiela na inne ujęcia wód podziemnych. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.
117. ZBU INTERGEO, 1993 - Studium dotyczące wydzielenia i charakterystyki podstawowych jednostek bilansowych wód podziemnych w granicach obejmujących obszar działania RZGW w Katowicach. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.
118. ZBU INTERGEO, 1994 - Określenie warunków hydrogeologicznych eksploatacji ujęcia wód podziemnych Huty Cynku “Miasteczko Śląskie“. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.
119. ZBU INTERGEO, 1994 - Ekspertyza hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne i jakość wód ujęcia "Staszic" w Reptach Śląskich. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.
120. ZBU INTERGEO, 1995 - Badania modelowe w celu określenia zasobów eksploatacyjnych wód podziemnych na obszarze triasu gliwickiego. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.
121. ZBU INTERGEO, 1996 - Zasoby dyspozycyjne, zagrożenie i ochrona wód podziemnych GZWP Gliwice. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.
122. ZBU INTERGEO, 1996 - Badania modelowe dla oceny zasobów dyspozycyjnych GZWP Lubliniec Myszków i ustalenia zasobów eksploatacyjnych ujęcia Bibiela. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.

123. ZBU INTERGEO, 1996 - Opracowanie modelu hydrodynamicznego rejonu Tarnowskich Gór w ramach wstępnej oceny wpływu składowiska odpadów Zakładów Chemicznych na istniejące ujęcia wód z utworów triasu. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.
124. ZBU INTERGEO, 1997 - Dokumentacja hydrogeologiczna dla ustanowienia strefy ochronnej ujęcia wód podziemnych Huty Cynku "Miasteczko Śląskie" wraz z projektem tej strefy. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.
125. ZBU INTERGEO, 1997 - Dokumentacja hydrogeologiczna rejonu kanału betonowego przeznaczonego na składowisko żużla na terenie Huty Cynku "Miasteczko Śląskie. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.
126. ZBU INTERGEO, 1998 - Ekspertyza eksploatacji wód podziemnych z utworów triasu pomiędzy Gliwicami i Bibielą przy zastosowaniu metod optymalizacji wielokryterialnej. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.
127. ZBU INTERGEO, 1998 - Analiza zmian zawartości siarczanów w wodach podziemnych głównych zbiorników wód podziemnych zlokalizowanych w obszarze działania RZGW w Katowicach. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.
128. ZBU INTERGEO, 1999 – Aktualizacja badań modelowych dla oceny zasobów dyspozycyjnych GZWP Lubliniec- Myszków (327) wg. stanu na 1998 r. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.
129. ZBU INTERGEO, 2001- Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów ekspoloatacyjnych wód podziemnych ujęcia Boruszowice. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.
130. ZBU INTERGEO, 2001 - Raport o oddziaływaniu ujęcia Miedary na środowisko. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.
131. ZBU INTERGEO, 2001 - Raport o oddziaływaniu ujęcia wód podziemnych Boruszowice na środowisko. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.
132. ZBU INTERGEO, 2001 - Raport oddziaływania ujęcia wód podziemnych Tworóg na środowisko. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.
133. ZBU INTERGEO, 2001 - Dokumentacja hydrogeologiczna dla ujęcia wodociągowego w Miedarach (studnia nr 1). Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.

5.3 CARTOGRAPHIC STUDIES

134. MAPY geologiczne Polski A i B, 1:200 000, ark. Gliwice, Kraków, Częstochowa, Wyd. PIG, Warszawa
135. MAPY geologiczno - gospodarcze Polski w skali 1 : 50 000, ark. Pyskowice, Bytom, Gliwice, Koziegłowy, Kalety, Tworóg. Wyd. PIG. Warszawa.
136. MAPY hydrogeologiczne Polski 1:200 000 ark. Częstochowa, Gliwice Kluczbork, Wyd. PIG, Warszawa
137. MAPY hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000. ark. Pyskowice, Bytom, Gliwice, Kalety, Tworóg, Koziegłowy. Wyd. PIG. Warszawa.

138. MAPY hydrograficzne Polski w skali 1 : 50 000. ark.: Tarnowskie Góry, Bytom, Mierzęcice, Lubliniec. Okręgowe Przedsiębiorstwo Geodezyjno-Kartograficzne, Poznań
139. MAPY zagospodarowania przestrzennego woj. katowickiego w skali 1 : 50 000
140. MAPY sozologiczne Polski w skali 1:50 000, ark. Bytom, Kalety, Koziegtowy, Pyskowice, Gliwice, Tworóg. Przedsiębiorstwo GEOPOL, Poznań,
141. PACZYŃSKI B., 1993,1995: Atlas Hydrogeologiczny Polski 1 : 500 000. Część 1 i II, PIG Warszawa.
142. RÓŻKOWSKI A, CHMURA A. RED., 1996: Mapa chemizmu i jakości wód podziemnych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i jego obrzeżenia, 1:100000. PIG Warszawa.
143. RÓŻKOWSKI A. SIEMIŃSKI A., RED., 1995: Mapa ognisk zanieczyszczeń wód podziemnych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i jego obrzeżenia, 1:100000. PIG Warszawa.
144. RÓŻKOWSKI A., CHMURA A. RED., 1996: Mapa dynamiki zwykłych wód podziemnych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i jego obrzeżenia, 1:100000. PIG Warszawa.
145. RÓŻKOWSKI A., I INNI, 1997 - Mapa warunków występowania, użytkowania, zagrożenia i ochrony zwykłych wód podziemnych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i jego obrzeżenia 1:100 000, Wyd. PIG Warszawa.
146. SZCZEGÓŁOWA mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Tworóg, Pyskowice, Kalety, Gliwice, Bytom, Koziegłowy. Wyd. PIG Warszawa

5.4 OTHER STUDIES CONCERNING TARNOWSKIE GÓRY DISTRICT

147. BOJKO M, 1994 – Sprawozdanie z obserwacji hydrogeologicznych wykonanych w ujęciu wód podziemnych z utworów triasu na terenie Zakładów Tworzyw Sztucznych „Nitron-Erg" – Krupski Młyn. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach
148. DANE Banku Hydro
149. DĄBROWSKI S., I INNI, 1988 - Prognoza zmian warunków hydrogeologicznych w serii węglanowej triasu na północnym obrzeżeniu GZW- Model matematyczny.
150. KLECZKOWSKI A. S. (red.), 1990: Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce, wymagających szczególnej ochrony, 1:500 000. CPBP 04.10. Wyd. AGH Kraków.
151. KLECZKOWSKI A.S., RED., 1984 - Ochrona wód podziemnych.
152. KOWALCZYK A. RUBIN H., RUBIN K., LEWANDOWSKI J., BARDZIŃSKI W., 2001: Kształtowanie się warunków hydrogeologicznych szczelinowo-krasowego kompleksu wodonośnego triasu w rejonie Tarnowskich Gór w warunkach oddziaływania wielowiekowej antropopresjii. Arch. Katedry Hydrogeologii i Geol. Inż. U.ŚI., Sosnowiec.

153. KOWALCZYK A., KROPKA J., RUBIN K., 1997: Zasoby wód podziemnych zbiornika triasowego (GZWP) Gliwice na podstawie badań modelowych. W: Współczesne problemy hydrogeologii, t. VIII, Poznań - Kiekrz.

154. KOWALCZYK A., RUBIN H., RUBIN K., 2000: Hydrogeologiczne problemy rejonu miasta Tarnowskie Góry Środowisko przyrodnicze regionu górnośląskiego - stan poznania, zagrożenia i ochrona w . Wyd. Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec.

155. KOWALCZYK A., RUBIN H., RUBIN K., TRYBULEC K., 2001: Zanieczyszczenie wód podziemnych w utworach węglanowych triasu w rejonie Tarnowskich Gór trichloroetenem i tetrachloroetenem. W: Współczesne problemy hydrogeologii, **X,** t.2. Uniwersytet Wrocławski.

156. KROPKA J. i inni, 1994: Monitoring regionalny jakości wód podziemnych zbiorników użytkowych wód podziemnych triasu północnego (GZWP-327) i gliwickiego (GZWP-330). Arch. Kat. Hydr. i Geol. Inż. U. Śl. Sosnowiec.

157. KROPKA J. i inni, 1999: Hydrodynamiczne, hydrochemiczne i ekonomiczno techniczne aspekty przeeksploatowania triasowego zbiornika Gliwice (GZWP 330, trias śląsko-krakowski). Proj. bad. KBN nr 9 T12B016012. Arch. Kat. Hydrogeologii i Geol. Inż. UŚ, Sosnowiec.

158. KROPKA J., 1990: Wpływ zanieczyszczonych wód powierzchniowych na jakość wód podziemnych zbiornika serii węglanowej triasu gliwickiego. Szczelinowo-krasowe zbiorniki wód podziemnych Monokliny Śląsko Krakowskiej i problemy ich ochrony, Wyd. CPBP 04.10. SGGW - AR, z 57, Warszawa.

159. KROPKA J., RÓŻKOWSKI A., RUBIN K. WTKOWSKI A., 1992: Efect of urbanization and industry on groundwater quality unconfined aquifer in southern Poland. International Workshop on Groundwater and Environment. Bejing: Seismological Press.

160. LYSIK H., 2000: Wstępna ocena dotycząca skażeń węglopochodnymi wód podziemnych Tarnowskich Gór; sposoby i propozycje rozwiązania problemu. Maszynopis: Urząd Miejski w Tarnowskich Górach.

161. MOTYKA J., 1988 - Węglanowe osady triasu w olkusko-zawierciańskim rejonie rudnym jako środowisko wód podziemnych. Zesz. Nauk. AGH nr 36, Kraków.

162. MUSIAŁ T., ŁUKACZYŃSKI l, 2001: Analiza hydrogeologiczna dotycząca możliwości pozyskania nowych źródeł wody przez PWiK Tarnowskie Góry. Arch. ZBU „Intergeo", Sosnowiec.

163. PACZYŃSKI B., MACIOSZCZYK T., KAZIMIERSKI B., MITRĘGA J., 1996 - Ustalenie dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych. Poradnik metodyczny. Warszawa.

164. PAŃSTWOWA INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA w Częstochowie - Informacja o stanie środowiska przyrodniczego na terenie województwa częstochowskiego w latach 1996 -1997., Wyd. Częstochowa, 1998 r.

165. RÓŻKOWSKI A., red., 1990: Szczelinowo-krasowe zbiorniki wód podziemnych Monokliny Ślasko-Krakowskiej i problemy ich ochrony. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.

166. RÓŻKOWSKI A., 1994 - Szczelinowo krasowe wody serii węglanowej triasu monokliny śląsko -krakowskiej w warunkach aktywnej antroprogresji. Wyd. UŚ, 1994 - Przewodnik LXV Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Sosnowiec 22-24 września 1994 r.

167. RÓŻKOWSKI A., KOTLICKA G. N., KOTLICKI S,, PACHOLEWSKI A., RUDZIŃSKA T., 1977 -Wodonośność i możliwość sztucznego zasilania triasu śląsko-krakowskiego. Pr. hydrogeol. Ser. Spec. PIG z. 10. Warszawa.

168. RÓŻKOWSKI A., l INNI, 1984: Aktualizacja zasobów wodnych studni WPWiK w Gliwicach wraz z oceną perspektywy eksploatacji do roku 2000 oraz wskazanie możliwości ujęcia wód z utworów czwartorzędu. Arch. Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach.

169. RÓŻKOWSKI A., SIWEK P., 1996 - Monitoring regionalny jakości wód podziemnych głównych zbiorników wód podziemnych triasu północnego i gliwickiego. Sprawozdanie końcowe z II etapu badań sierpień 1995 - październik 1996. Praca niepublikowana. Archiwum Katedry Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej Uniwersytetu Śląskiego w Sosnowcu.

170. RÓŻKOWSKI A., WILK Z., red., 1980: Warunki hydrogeologiczne złóż rud cynku i ołowiu regionu śląsko-krakowskiego. Prace IG.

171. RUBIN H., RUBIN K., 1995: Wody użytkowe w warstwach świerklanieckich północnej części triasu śląskiego. W: Współczesne problemy hydrogeologii, t.VII. AGH Kraków-Krynica.

172. RUBIN H., RUBIN K., KOWALCZYK A, 1999: Zagrożenie wód podziemnych serii węglanowej triasu w rejonie Zakładów Chemicznych w Tarnowskich Górach. W: Współczesne problemy hydrogeologii, t. IX. PIG Warszawa.

173. RUBIN K., RUBIN H., 1995 - Wody użytkowe w warstwach świerklanieckich północnej części Triasu Śląskiego. Materiały do sympozjum „Współczesne problemy hydrogeologii" t.VI l Kraków-Krynica.

174. SPRAWOZDANIE z renowacji oraz próbnego pompowania studni S-1 na terenie ujęcia wód podziemnych z utworów triasowych w Tarnowskich Górach – Zakłady Aparatury Chemicznej „CHEMET" S.A., 1992. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach

175. STACHY J. L INNI, 1987 -Atlas hydrologiczny Polski.

176. STANIEWICZ-DUBOIS H., 1991 - Wskazówki metodyczne dotyczące tworzenia regionalnych i lokalnych monitoringów wód podziemnych. Biblioteka Monitoringu Środowiska PIOŚ. Warszawa.

177. WILK J., 1988 –Ocena i charakterystyka podłoża gruntowego – program prac badawczych dla oceny wpływu składowisk odpadów na stan środowiska naturalnego w rejonie Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry". Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.

178. WILK J., 1992 – Analiza materiałów z wyników pomiarów i obserwacji hydrogeologicznych w piezometrach. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
179. WIOŚ - Katalog punktów pomiarowo - kontrolnych monitoringu powierzchniowych wód płynących województwa częstochowskiego, Częstochowa 1994.
180. WIOŚ, Latkowska M., - Ocena stanu czystości wód płynących na terenie województwa częstochowskiego badanych w 1996 roku.
181. WIOŚ, Latkowska M., - Ocena stanu czystości wód płynących na terenie województwa częstochowskiego badanych w 1997 roku.
182. WITCZAK S., ADAMCZYK A. I INNI, 1994, 1995 - Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania. Tom l i II. Biblioteka Monitoringu Środowiska PIOŚ, Warszawa.
183. WOJEWÓDZKA STACJA SANITARNO-EPIDEMIOLOGICZNA, 1996-2001 - Zanieczyszczenia atmosfery w województwie katowickim .
184. WOJEWÓDZKIE PRZEDSIĘBIORSTWO WIERTNICZO-GEOLOGICZNE w Tychach, 1996 – Sprawozdanie z pomiarów i badań hydrogeologicznych w studni S-1a za II kw.1996. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach

5.5 GROUNDWATER MONITORING

5.5.1 „Tarnowskie Góry"Chemical Plant in liquidation

185. CHEMKOP Kraków, 1988 – Ocena wpływu składowisk na stan środowiska naturalnego w rejonie Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry". Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
186. GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA Katowice, 1999 – Kwartane sprawozdanie z monitoringu wód podziemnych pobranych w rejonie Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" (w likwidacji), III i IV kw. 1999. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
187. GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA Katowice, 1999 – Raport z serii pomiarów PE rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w rejonie Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" (w likwidacji) w układzie poziomym. I i II seria pomiarów. . Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
188. GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA Katowice, 1999 – Raport z serii pomiarów PE rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w rejonie Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" (w likwidacji) w układzie pionowym. I seria pomiarów. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
189. GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA Katowice, 2000 – Kwartalne sprawozdanie z monitoringu wód podziemnych pobranych w rejonie Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" (w likwidacji), I, II, III, IV kw. 2000. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.

190. GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA Katowice, 2000 – Raport z serii pomiarów PE rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w rejonie Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" (w likwidacji) w układzie poziomym. III, IV, V, VI seria pomiarów. . Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
191. GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA Katowice, 2000 – Raport z serii pomiarów PE rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w rejonie Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" (w likwidacji) w układzie pionowym. II i III seria pomiarów. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
192. GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA Katowice, 2000 – Sprawozdanie roczne z monitoringu środowiska w rejonie Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry". Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
193. GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA Katowice, 2000 – Wyniki monitoringu wody z ujęć miejskich i przemysłowych w rejonie Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry". Główny Instytut Górnictwa Katowice, 2000
194. GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA Katowice, 2001 – Kwartalne sprawozdanie z monitoringu wód podziemnych pobranych w rejonie Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" (w likwidacji), I, II, III, IV kw. 2001. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
195. GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA Katowice, 2001 – Raport z serii pomiarów PE rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w rejonie Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" (w likwidacji) w układzie poziomym. VII, VIII, IX, X seria pomiarów. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
196. GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA Katowice, 2001 – Raport z serii pomiarów PE rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w rejonie Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" (w likwidacji) w układzie pppionowym. IV i V seria pomiarów. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
197. GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA Katowice, 2002 – Kwartalne sprawozdanie z monitoringu wód podziemnych pobranych w rejonie Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" (w likwidacji), I kw. 2002. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
198. GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA Katowice, 2002 – Raport z serii pomiarów PE rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w rejonie Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" (w likwidacji) w układzie pppionowym. XI seria pomiarów. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
199. GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA, Katowice - Wyniki monitoringu wód podziemnych dla Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry", IV kw. 1996. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
200. GŁÓWNY INSTYTUT GÓRNICTWA, Katowice - Wyniki monitoringu wód podziemnych dla Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry", II i III kw. 1997. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.

201. IGO / ENPOL, Katowice – Sprawozdanie kwartalne z monitoringu środowiska dla Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" I, II,III, IV kw. 1998 r. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
202. IGO Katowice, ENPOL Gliwice – Sprawozdanie kwartalne z monitoringu środowiska dla Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" I, II kw. 1999 r. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
203. IGO Katowice, ENPOL Gliwice, 1998 – Badania zasięgu rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń GPS/EM w 1998 r. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
204. IGO Katowice, ENPOL Gliwice, 1998 – Badania zasięgu rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń GPS/EM w 1998 r. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
205. IGO Katowice, ENPOL Gliwice, 1999 – Badania zasięgu rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń GPS/EM, I i II kw 1999 r. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
206. IGO, Katowice - Sprawozdanie roczne z monitoringu środowiska dla Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" 1998 r. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
207. INSTYTUT EKOLOGII TERENÓW UPRZEMYSŁOWIONYCH, Katowice - Wyniki monitoringu wód podziemnych dla Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry", II kw. 1997. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
208. KATOWICKIE PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNE - Wyniki monitoringu wód podziemnych dla Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry", I kw. 1991 – I kw.1995. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
209. KATOWICKIE PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNE - Wyniki monitoringu wód podziemnych dla Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry", IV kw. 1993 – IV kw.1995. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
210. OŚRODEK BADAŃ I KONTROLI ŚRODOWISKA, Katowice - Wyniki monitoringu wód podziemnych dla Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry", I kw. 1997. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
211. SPRAWOZDANIE z prac wiertniczych dla oceny wpływu składowisk odpadów, 1990 r. Archiwum Zakładów Chemicznych „Tarnowskie Góry" w likwidacji.
212. MONITORING wód podziemnych w rejonie składowiska odpadów Zakładów Chemicznych w Tarnowskich Górach. 2000 r.: Raport z badań GIG Katowice.

5.5.2 „Miasteczko Śląskie"Zinc Smelter

213. ZBU INTERGEO, 1998 - Projekt prac geologicznych dotyczący wykonania sieci lokalnego monitoringu wód podziemnych wokół obiektów technologicznych i składowisk odpadów Huty Cynku Miasteczko Śląskie. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.

214. ZBU INTERGEO, 1999 - Wykonanie sieci otworów obserwacyjnych wód podziemnych wraz z dokumentacją hydrogeologiczną na terenie Huty Cynku "Miasteczko Śląskie. Archiwum ZBU Intergeo, Sosnowiec.
215. ZBU Intergeo – Monitoring wód podziemnych na terenie Huty Cynku Miasteczko Śląskie. Sprawozdanie z badań wykonanych w latach 1999, 2000, 2001. Archiwum ZBU Intergeo Sosnowiec

5.5.3 „Nitron" S.A Plastics Factory

216. Główny Instytut Górnictwa, 2001 – Monitoring wód powierzchniowych i podziemnych na terenie Zakładów tworzyw Sztucznych „Nitron" S.A. w Krupskim Młynie. Archiwum GIG, Katowice

5.5.4 Municipal Landfill at Tarnowskie Góry - Rybna

217. Dokumentacja powykonawcza sieci otworów obserwacyjnych dla składowiska odpadów komunalnych w Tarnowskich Górach - Rybnej
218. Katowickie Przedsiębiorstwo Geologiczne, 1996 – Projekt monitoringu wód czwartorzędowych i triasowych w sieci piezometrów odwierconych dla obserwacji wysypiska oodpadów komunalnych w Tarnowskich Górach - Rybnej
219. Zbiór analiz chemicznych wód podziemnych wykonywanych przez Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska w Katowicach – od 1997 roku

5.5.5 Kalety Paper Mill

220. Zbiór analiz chemicznych wód podziemnych.

5.6 LICENSES, WATER SUPPLY AND SEWAGE EFFLUENT DISPOSAL CONSENTS, WATER INTAKE APPLICATIONS (SINCE 1999)

221. OPERAT wodnoprawny na pobór i eksploatację wód podziemnych ujęć w Zabrzu Grzybowicach. 2000. ZBU Intergeo, Sosnowiec
222. OPERAT wodnoprawny na pobór wody i eksploatację ujęcia wód podziemnych Boruszowice. 2001. ZBU Intergeo, Sosnowiec
223. OPERAT wodnoprawny na pobór wody i eksploatację ujęcia wód podziemnych Tworóg. 2001. ZBU Intergeo, Sosnowiec
224. POZWOLENIE I OPERAT wodnoprawny na pobór wody z ujęć nr I i III w Tarnowskich Górach i Opatowicach. PWiK Sp. Z o.o.Tarnowskie Góry. 1999. Starostwo Tarnowskie Góry.
225. POZWOLENIE I OPERAT wodnoprawny na pobór wody ze studni S-1 i S-2. Zamet – Remont i Energetyka, Tarnowskie Góry. 1999. Starostwo Tarnowskie Góry.

226. POZWOLENIE I OPERAT wodnoprawny na pobór wody ze studni S-3 w Tarnowskich Górach – Strzybnicy 9d. Prefabet). PwiK Sp. Z o.o. Tarnowskie Góry 1999. Starostwo Tarnowskie Góry.
227. POZOWLENIE I OPERAT wodnoprawny na pobór wody podziemnej i odprowadzanie ścieków. FAZOS – Fabryka Zmechanizowanych Obudów Ścianowych w Tarnowskich Górach. 1999. Starostwo Tarnowskie Góry.
228. POZWOLENIE I OPERAT wodnoprawny na pobór wody ze studni St-1 w Świerklańcu. Z-d Wodociągów i Kanalizacji, Gospodarstwo Pomocnicze w Świerklańcu. 1999. Starostwo Tarnowskie Góry.
229. POZWOLENIE I OPERAT wodnoprawny na pobór wody podziemnej z ujęcia w Pyrzowicach (ujęcie komunalne). Urząd Gminy w Ożarowicach. 1999. Starostwo Tarnowskie Góry.
230. POZWOLENIE I OPERAT wodnoprawny na pobór wody (ujęcie przemysłowe). Chemet S.A. Tarnowskie Góry. 1999. Starostwo Tarnowskie Góry.
231. POZWOLENIE wodnoprawne na pobór wód podziemnych z ujęcia ZGKiM w Miedarach. ZGKiM Miedary, 2000 . Starostwo Tarnowskie Góry.
232. WNIOSEK na pobór wody podziemnej z ujęcia Miedary administrowanego przez GPW Katowice. GPW Katowice, 2000. Starostwo Tarnowskie Góry.
233. PROLONGATA POZWOLENIA wodnoprawnego na pobór wody. FAZOS S.A. Tarnowskie Góry, 2000. Starostwo Tarnowskie Góry.
234. POZWOLENIE wodnoprawne dla ujęcia „Staszic" na : pobór wody, ustanawiające strefę ochrony pośredniej. Wojewoda Śląski, 2000. Starostwo Tarnowskie Góry.
235. POZWOLENIE wodnoprawne dla ujęcia „Bibiela" na : pobór wody, ustanawiające strefę ochrony pośredniej. Wojewoda Śląski, 2000. Starostwo Tarnowskie Góry.
236. POZWOLENIE wodnoprawne na pobór wody ze studni głębinowej w Pniowcu S-1. PWiK Sp. z o.o. Tarnowskie Góry, 2000. Starostwo Tarnowskie Góry.
237. POZWOLENIE wodnoprawne na pobór wody – ujęcie GPW „Szałsza". Wojewoda Śląski, 2000. Starostwo Tarnowskie Góry.
238. POZWOLENIE wodnoprawne na odprowadzanie nadmiaru oczyszczonych odcieków ze składowiska odpadów w Tarnowskich Górach. "RETHMAN" MPGK Tarnowskie Góry, 2000. Starostwo Tarnowskie Góry.
239. POZWOLENIE wodnoprawne na pobór wód podziemnych – ujęcie Przezchlebie, teren Jednostki Wojskowej. Rejonowy Zarząd Infrastruktury, Kraków, 2000. Starostwo Tarnowskie Góry.
240. POZWOLENIE wodnoprawne na pobór wody podziemnej z ujęcia na terenie Zakładów Uboju i Przetwórstwa mięsa „HAM" . ZUiPM „HAM" Ożarowice, 2000. Starostwo Tarnowskie Góry.
241. POZWOLENIE wodnoprawne na pobór wód podziemnych z ujęcia własnego. ZAMET – Remont i Energetyka" Tarnowskie Góry, 2000. Starostwo Tarnowskie Góry.

242. POZWOLENIE wodnoprawne na pobór wód podziemnych z ujęcia „ZAWADA" w Karchowicach + strefa bezpośrednia. Śląski Urząd Wojewódzki, 2000. Starostwo Tarnowskie Góry.

243. POZWOLENIE wodnoprawne na pobór wód podziemnych ze studni głębinowych „UNI DRÓB" PHU. Brynek, 2000. Starostwo Tarnowskie Góry.

244. POZWOLENIE wodnoprawne na pobór wód podziemnych ze studni Jednostki Wojskowej w Krupskim Młynie + ustalenie strefy ochrony bezpośredniej i pośredniej. Rejonowy Zarząd Infrastruktury, Kraków, 2000. Starostwo Tarnowskie Góry.

245. POZWOLENIE wodnoprawne na pobór wody z ujęcia FAZOS S.A. w Tarnowskich Górach. FAZOS S.A. Tarnowskie Góry, 2001. Starostwo Tarnowskie Góry.

246. POZWOLENIE wodnoprawne na pobór wód podziemnych – studnia przy Szkole Podstawowej w Tąpkowicach. 2001. Starostwo Tarnowskie Góry.

247. POZWOLENIE wodnoprawne na pobór wód podziemnych – studnia S-1 na terenie Zakładów Mięsnych w Tarnowskich Górach. Z-dy Mięsne Ryszard Wojtacha, Tarnowskie Góry, 2001. Starostwo Tarnowskie Góry.

248. POZWOLENIE wodnoprawne na pobór wód podziemnych – studnia 1 w Miedarach. ZGKiM w Zbrosławicach, 2001. Starostwo Tarnowskie Góry.

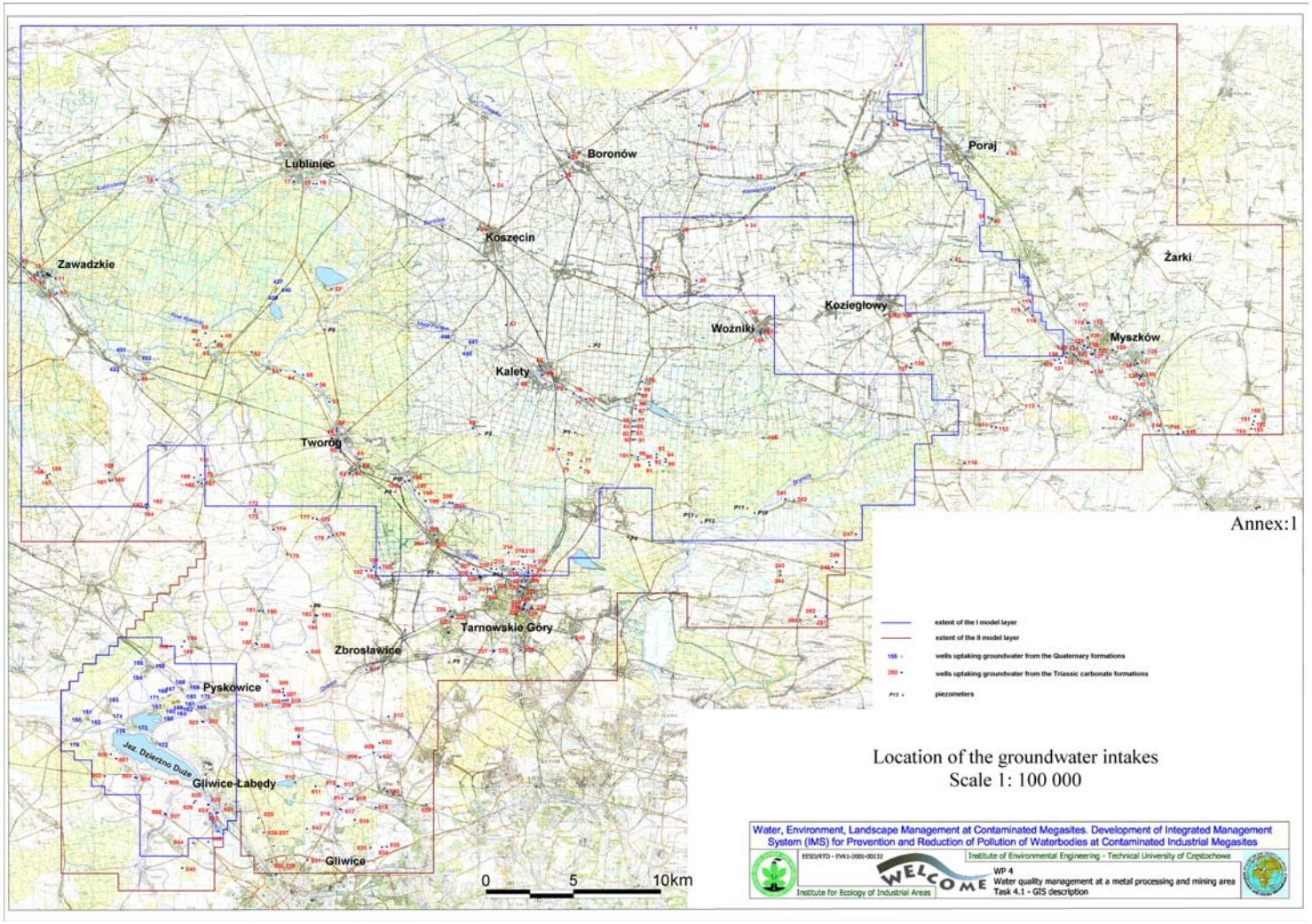
249. POZWOLENIE wodnoprawne na pobór wód podziemnych – ujęcie S-II w Tarnowskich Górach na terenie Centrum Handlowo-Magazynowego. Centrum H-M Andrzej Wyląg, 2001. Starostwo Tarnowskie Góry.

250. PROLONGATA POZWOLENIA wodnoprawnego na pobór wód podziemnych – ujęcie Zakładów Aparatury Chemicznej „Chemet" S.A. w Tarnowskich Górach. Zakład Aparatury Chemicznej „Chemet" S.A., 2001. Starostwo Tarnowskie Góry.

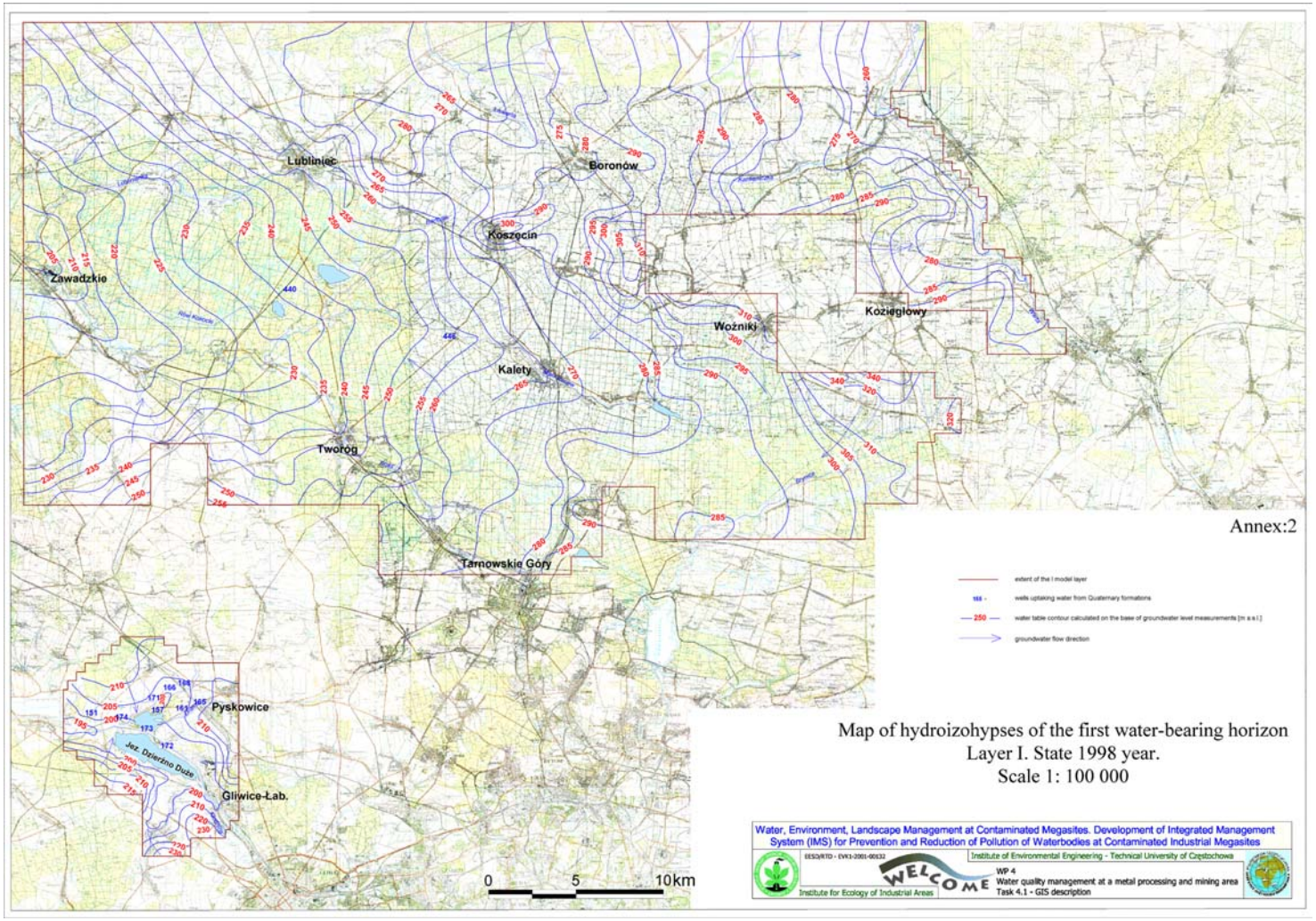
251. POZWOLENIE wodnoprawne na pobór wód podziemnych – ujęcie Zakładów „FASER" S.A. w Tarnowskich Górach, 2001. Starostwo Tarnowskie Góry.

252. POZWOLENIE wodnoprawne na pobór wód podziemnych z ujęcia Gminy Tworóg w Tworogu. Zakład Usług Komunalnych, 2001. Starostwo Tarnowskie Góry.

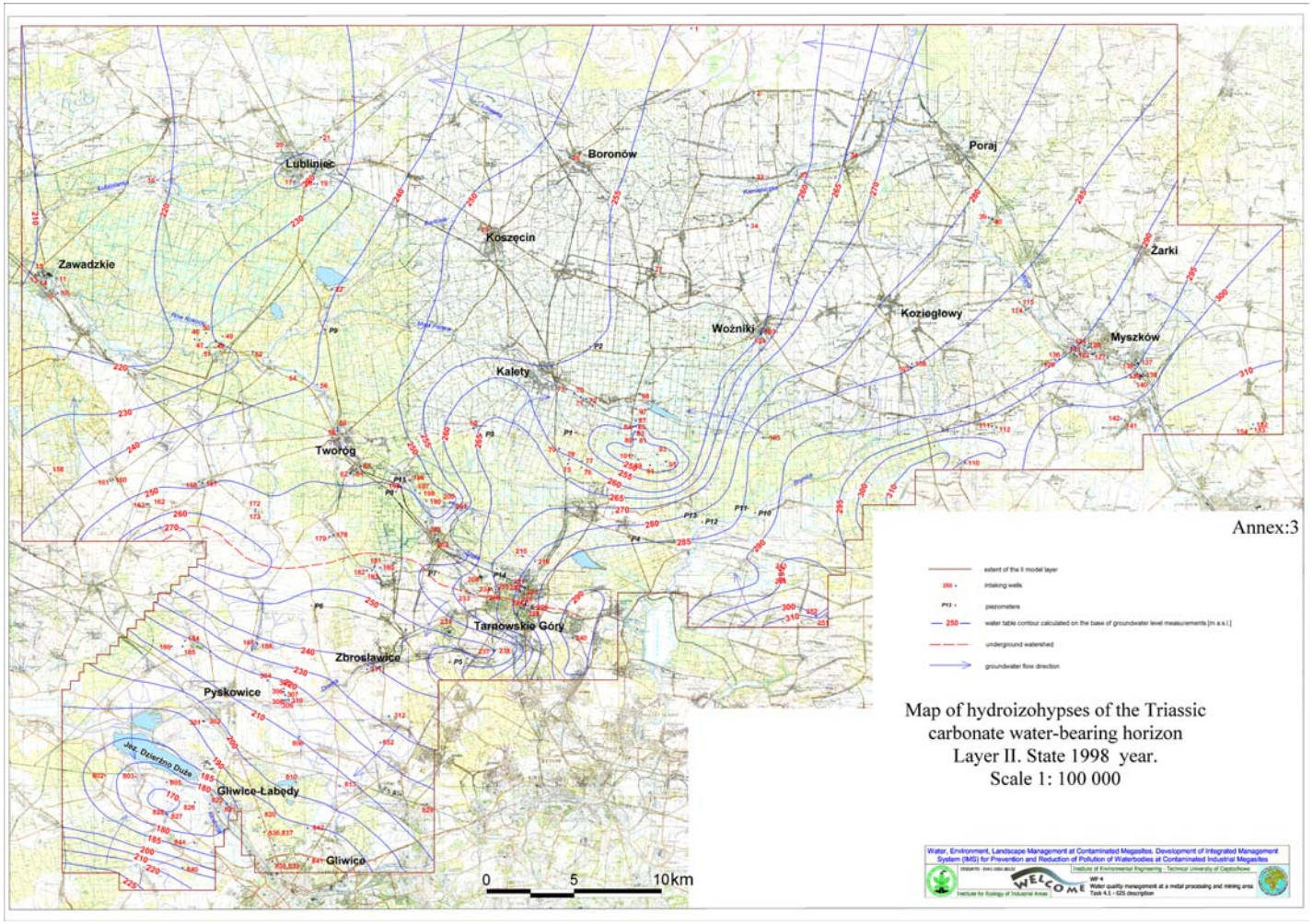
253. POZWOLENIE wodnoprawne na pobór wód podziemnych – ujęcia GPW Katowice; Tworóg, Miedary, Boruszowice. Wojewoda Śląski, 2001. Starostwo Tarnowskie Góry.



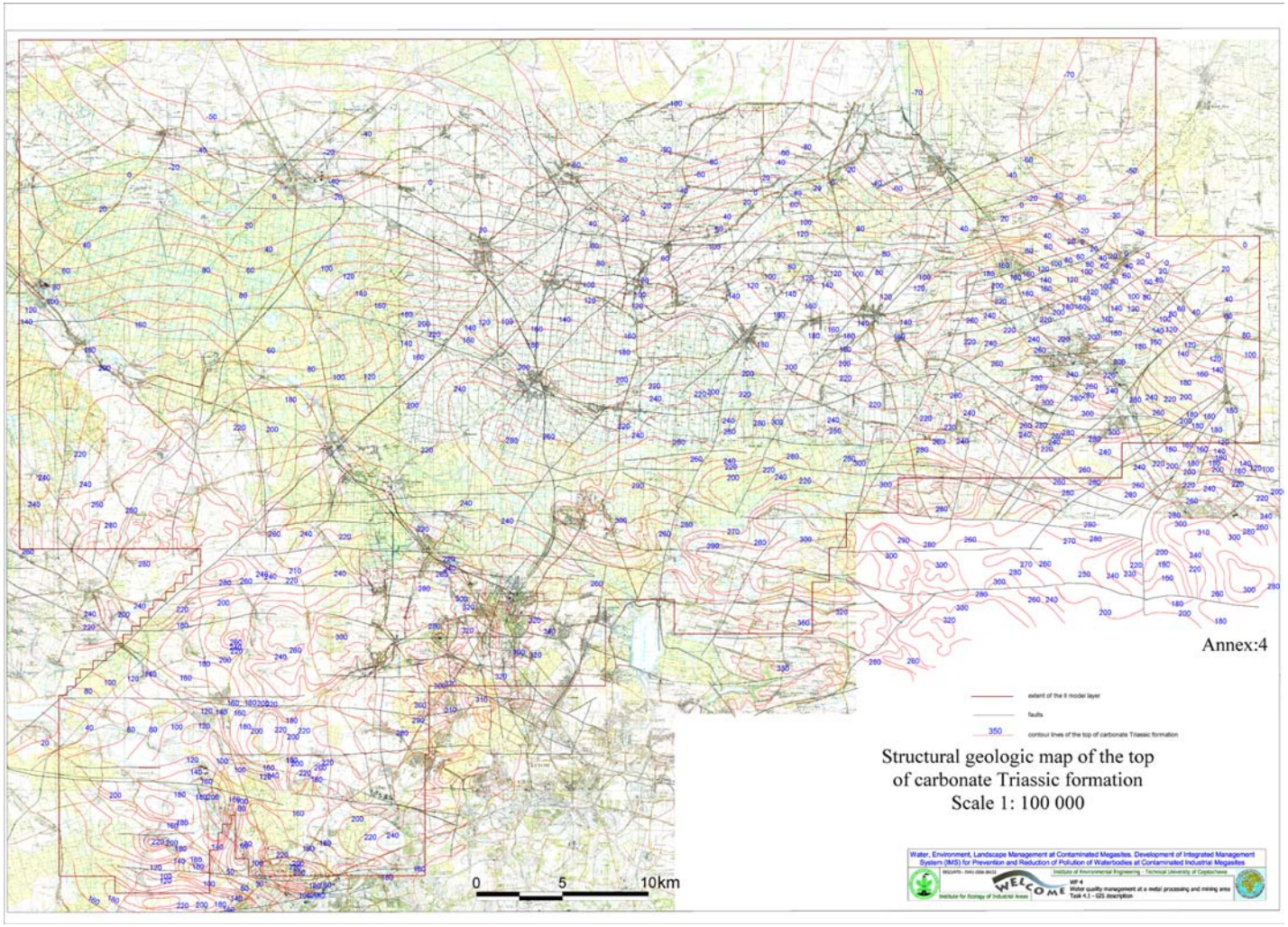
Annex 1 Location of the groundwater intakes Scale 1:100 000



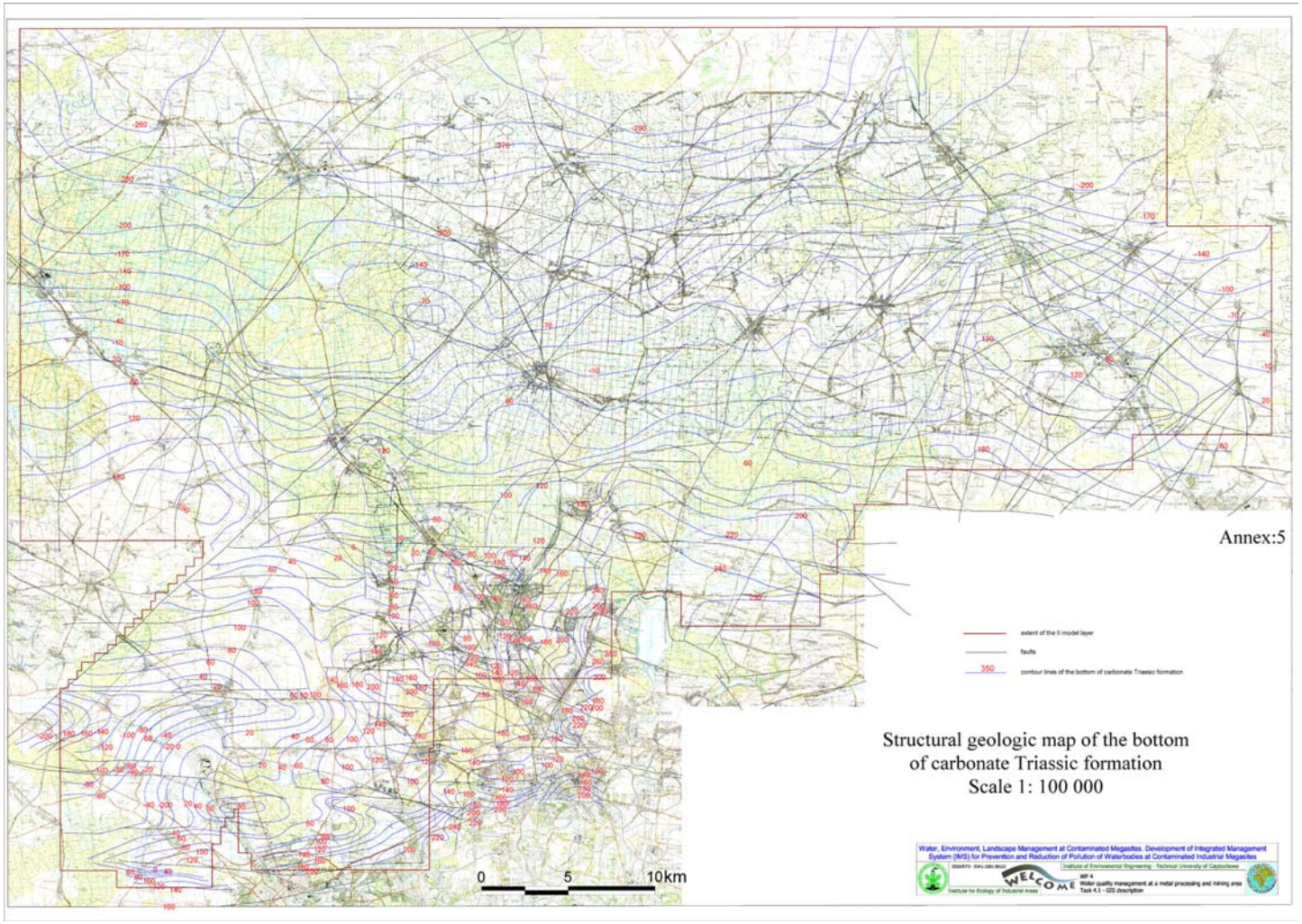
Annex 2 Map of hydroizohypses of the first water-bearing horizon Layer I. State 1998 year. Scale 1:100 000



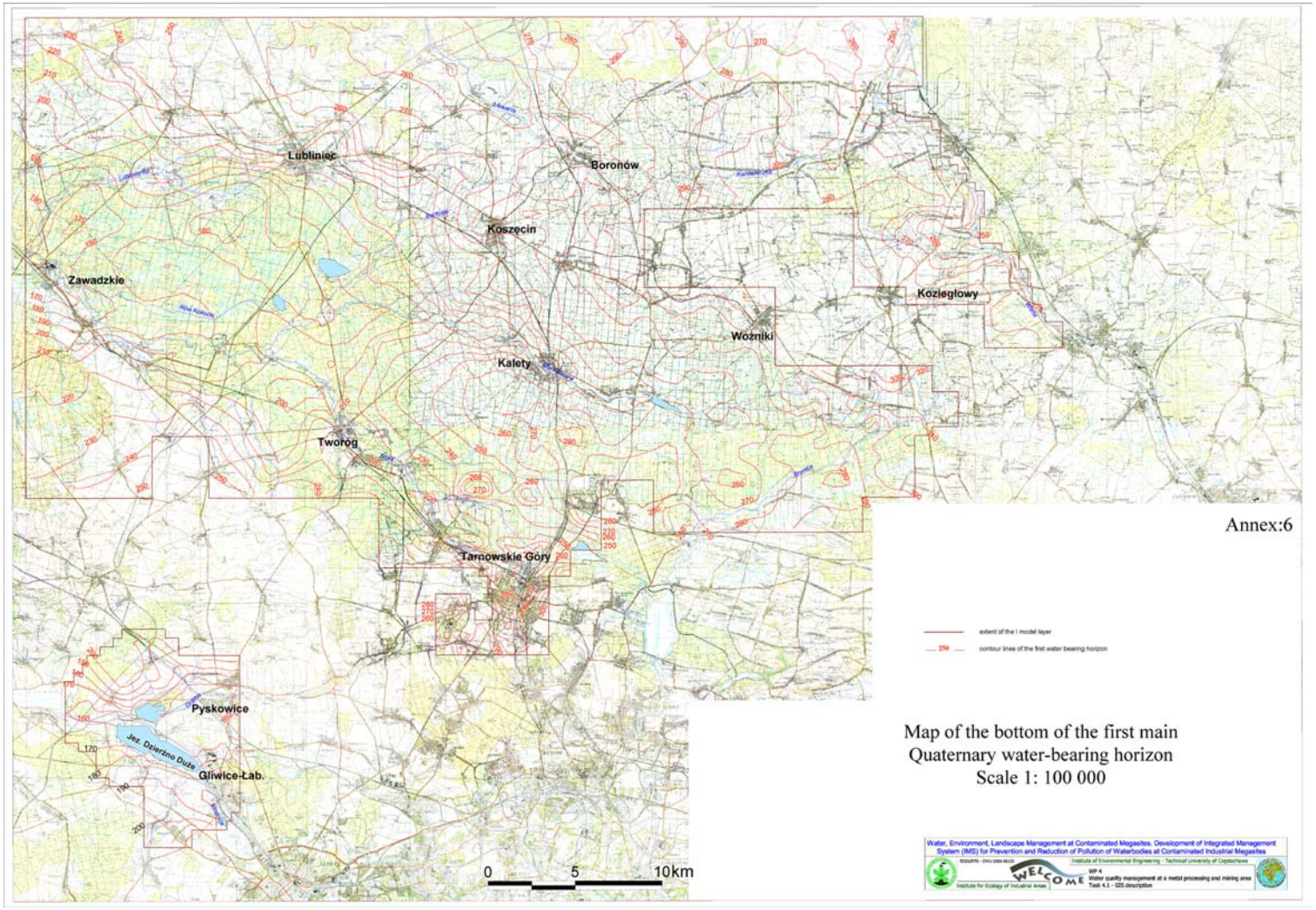
Annex 3. Map of hydroizohypses of the Triassic carbonate water-bearing horizon. Layer II. State 1998 year. Scale 1:100 000



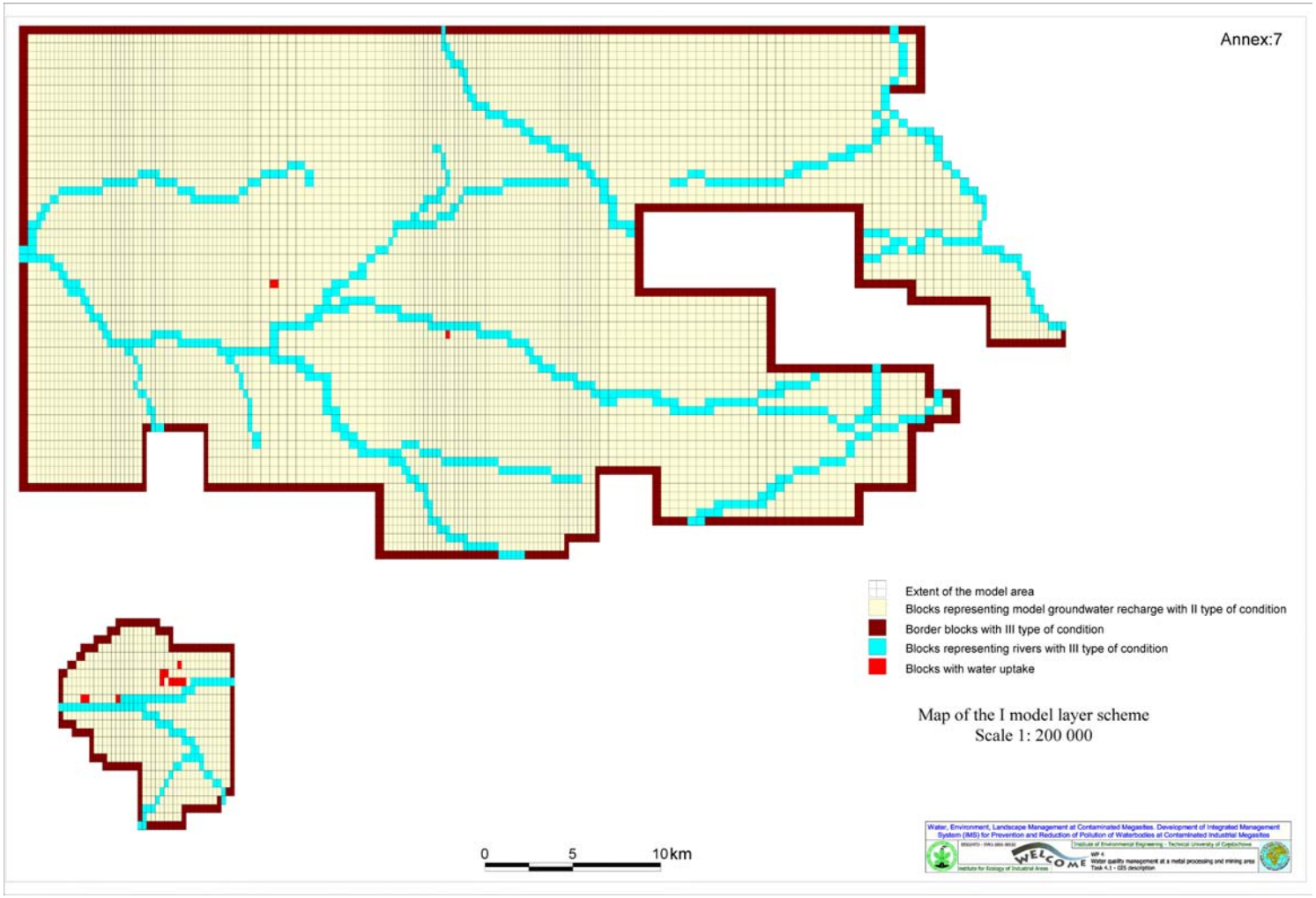
Annex 4 Structural geologic map of the top of carbonate Triassic formation. Scale 1:100 000



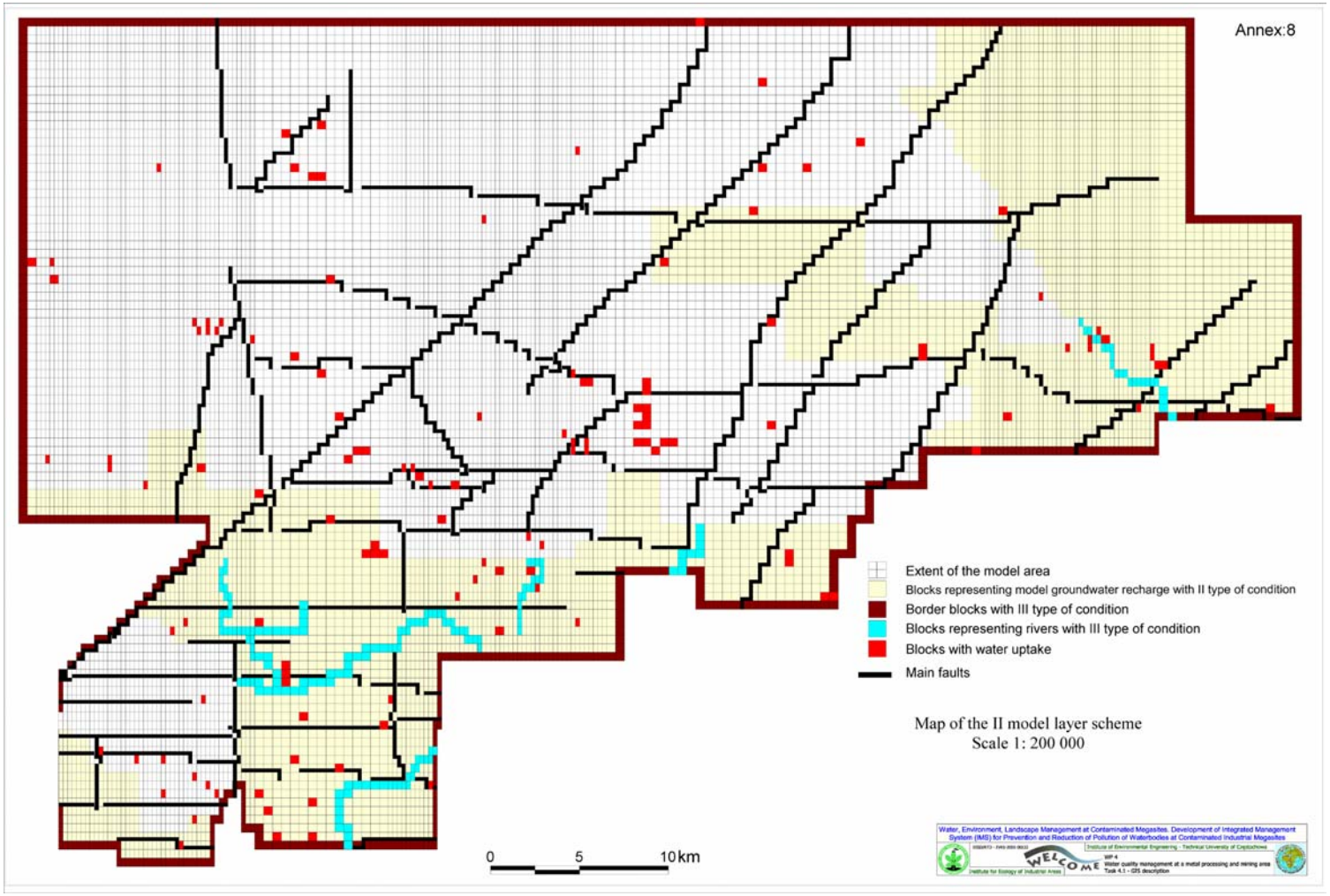
Annex 5 Structural geologic map of the bottom of carbonate Triassic formation. Scale 1:100 000



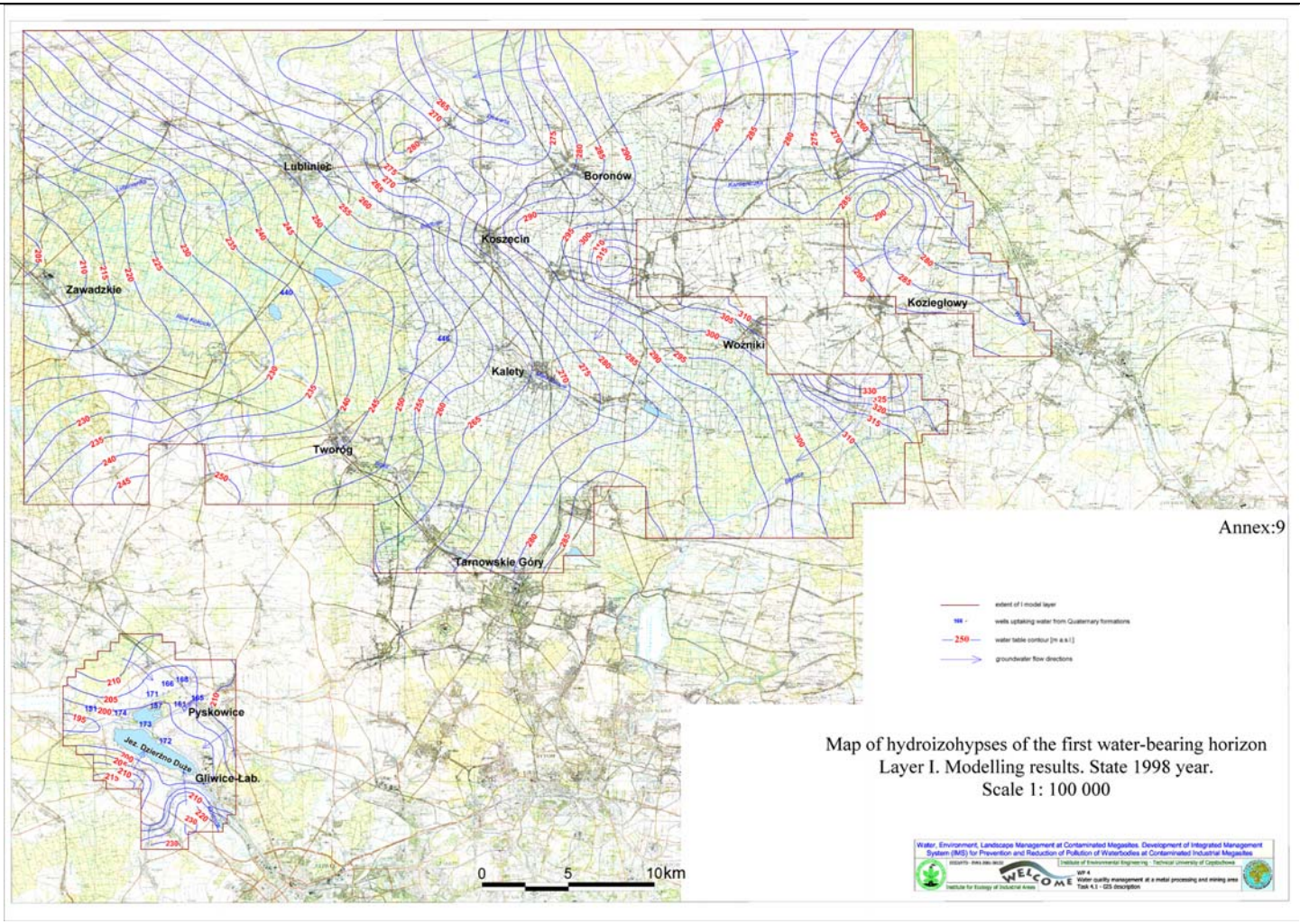
Annex 6 Map of the bottom of the first main Quaternary water-bearing horizon. Scale 1:100 000



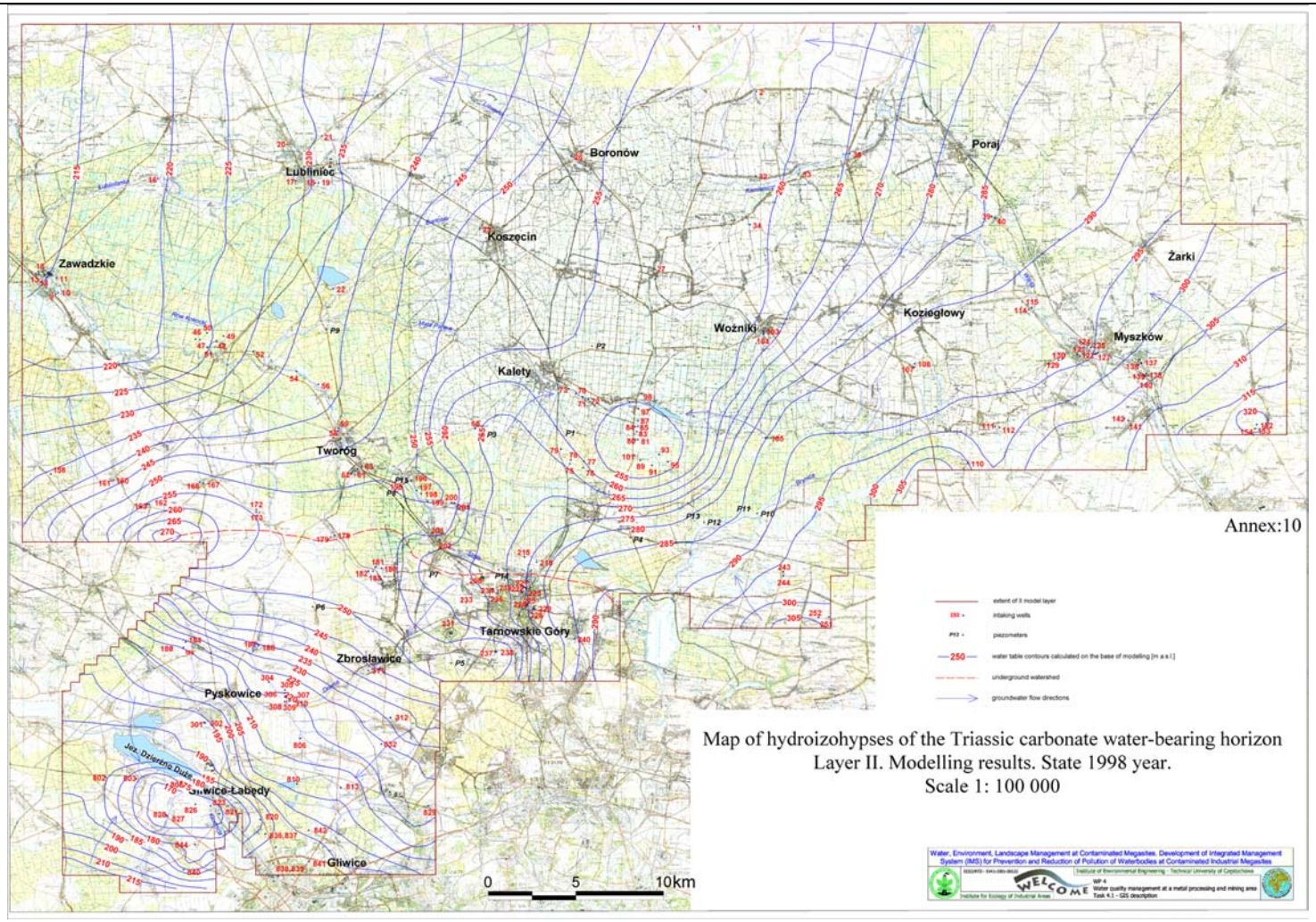
Annex 7 Map of I model layer scheme. Scale 1:200 000



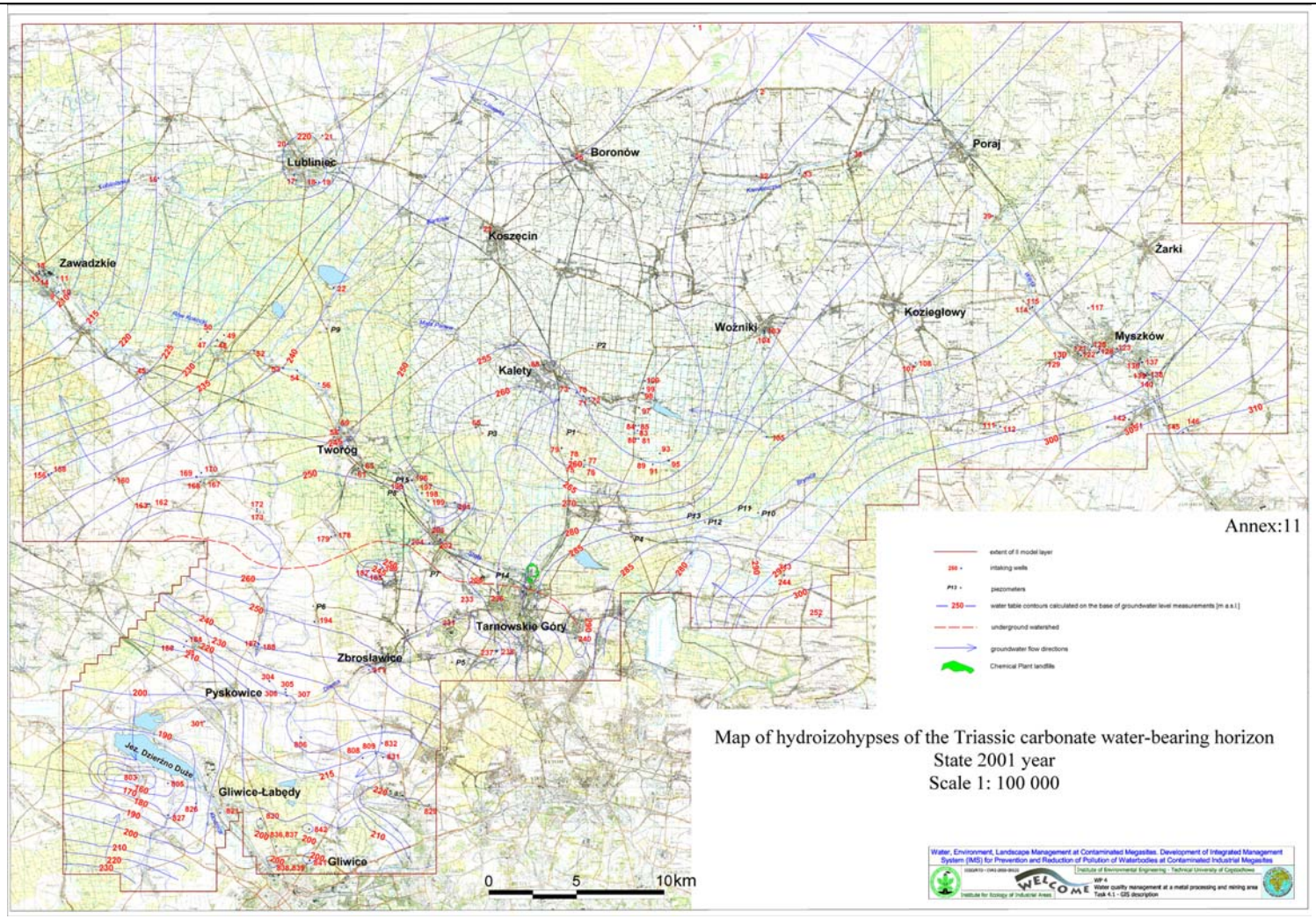
Annex 8 Map of the II model layer scheme. Scale 1:200 000



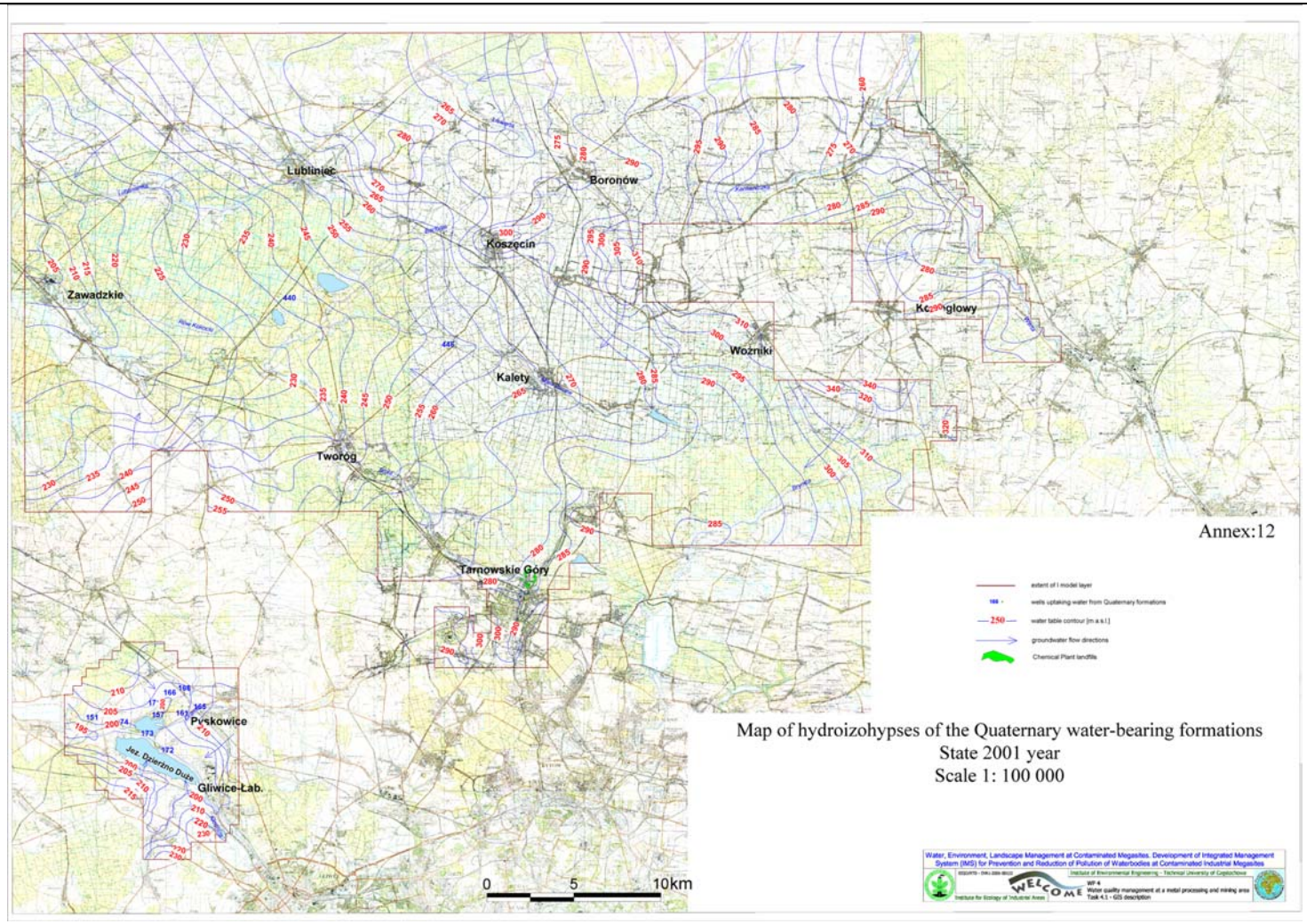
Annex 9 Map of hydroizohypses of the water-bearing horizon. Layer I. Modelling results. State 1998 year. Scale 1:100 000



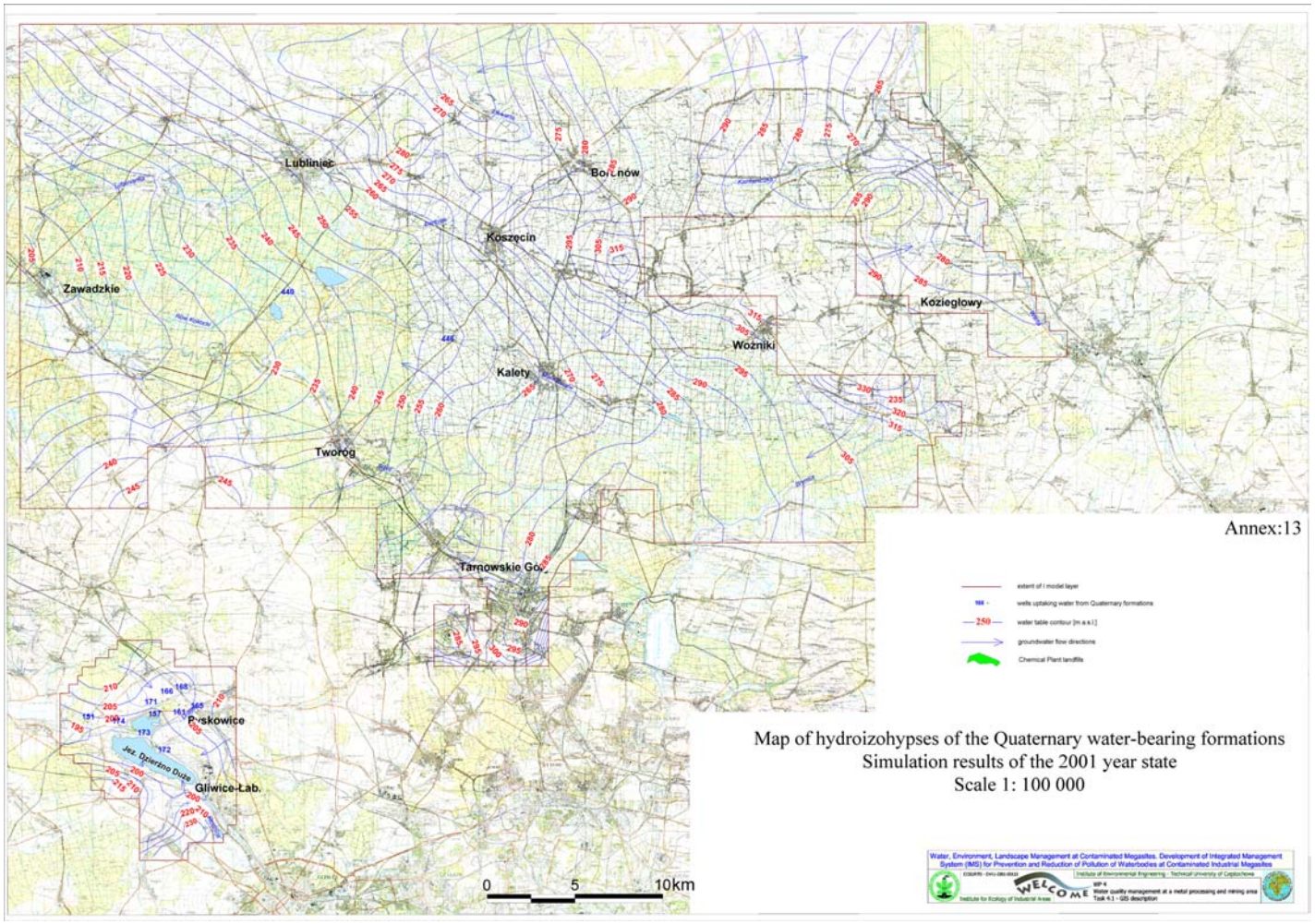
Annex 10 Map of hydroizohypses of the Triassic carbonate water-bearing horizon Layer II. Modelling results. State 1998 year. Scale 1:100 000



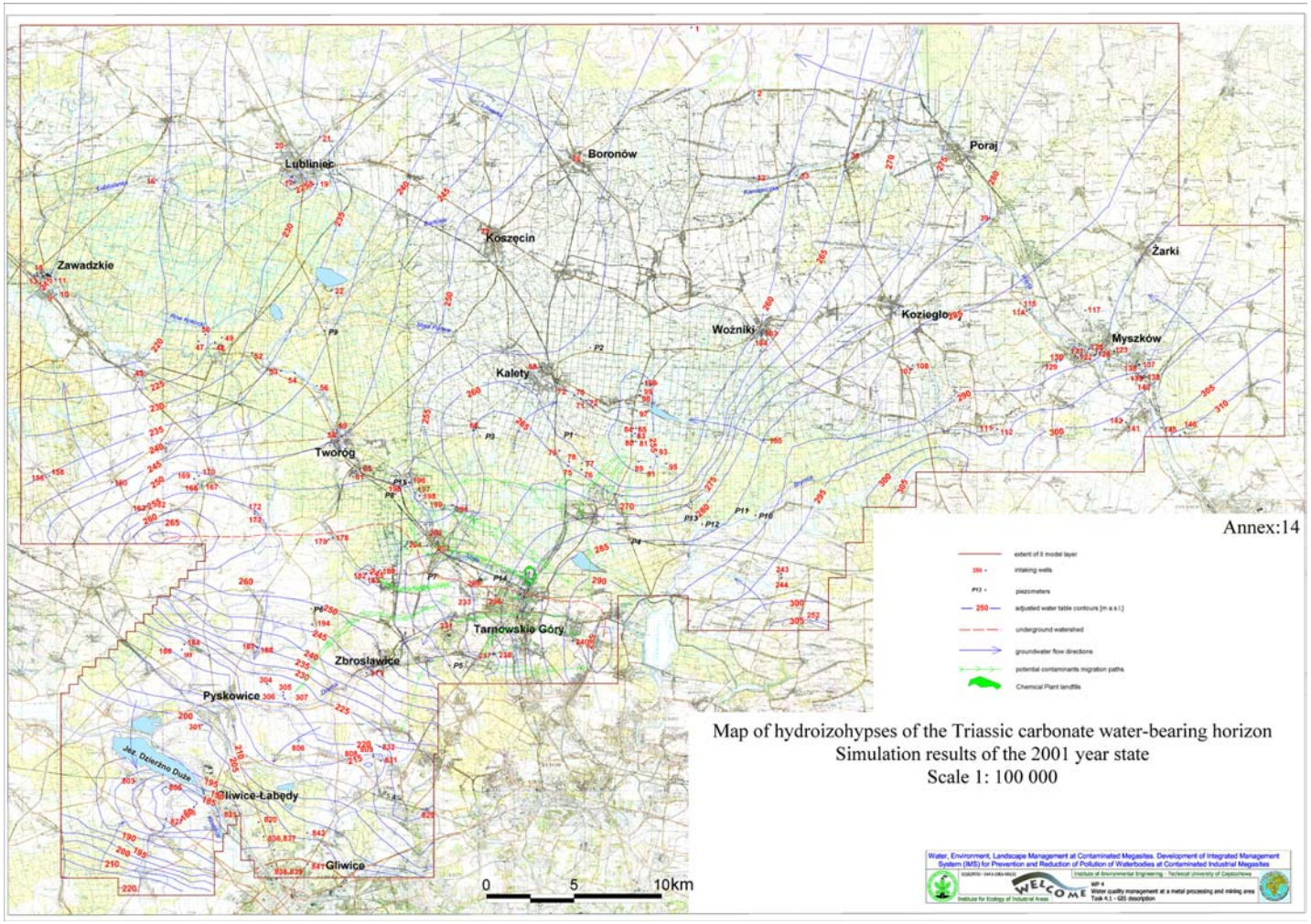
Annex 11 Map of hydroizohypses of the Triassic carbonate water-bearing horizon State 2001 year. Scale 1:100 000



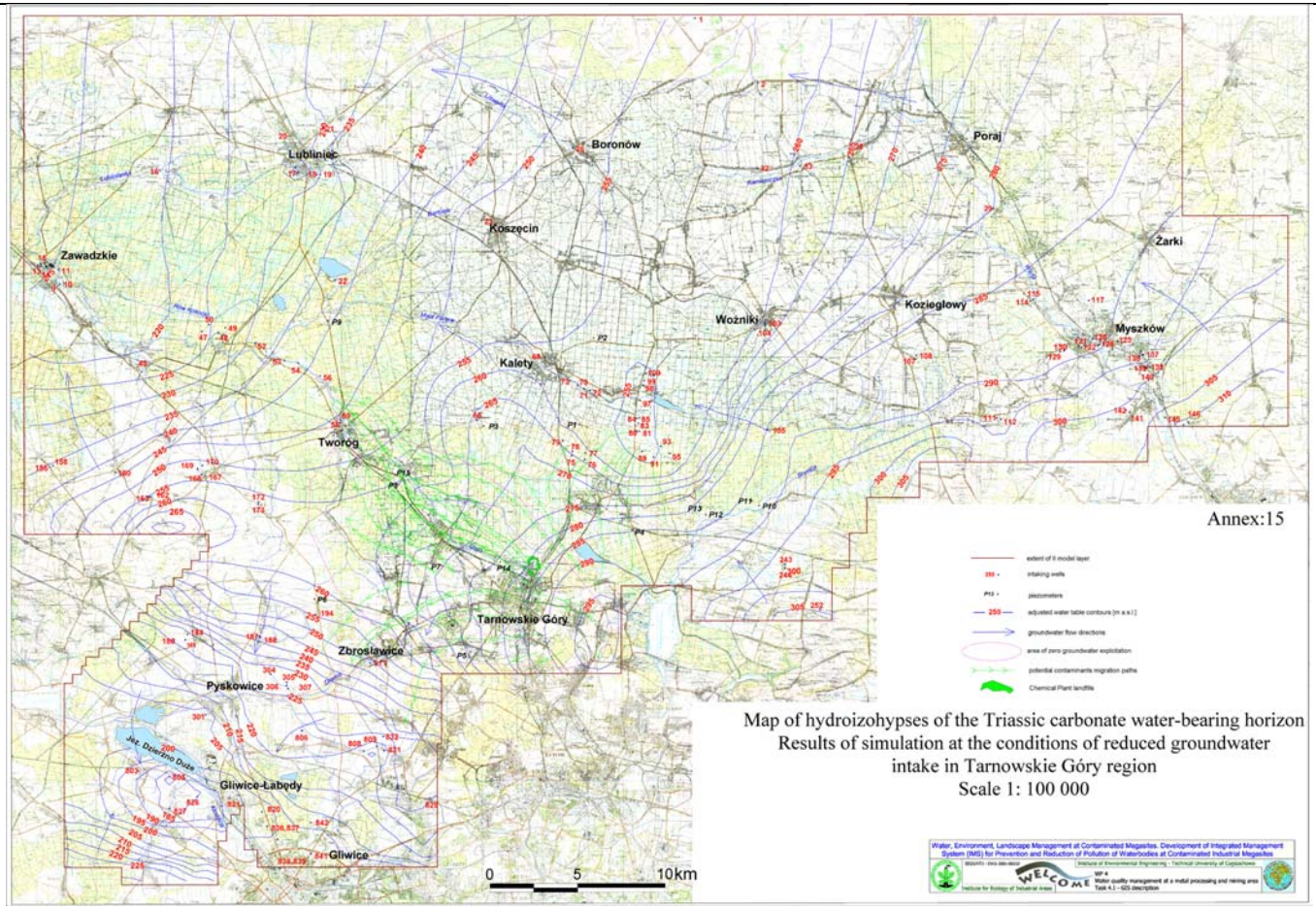
Annex 12 Map of hydroizohypses of the Quaternary water-bearing formations. State 2001 year. Scale 1:100 000



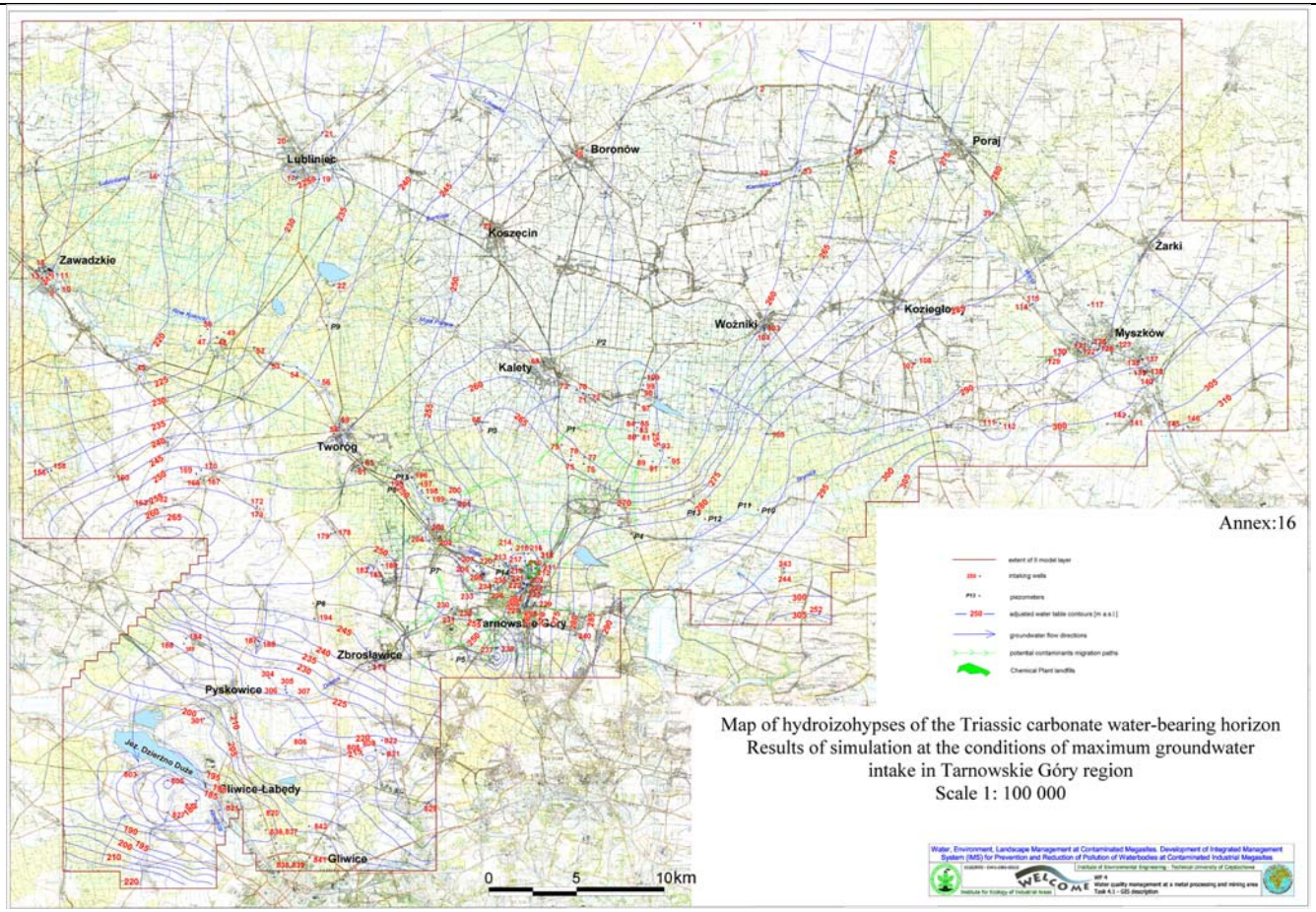
Annex 13 Map of hydroizohypses of the Quaternary water-bearing formations. Simulation results of the 2001 year state Scale 1:100 000



Annex 14 Map of hydroizohypses of the Triassic carbonate water-bearing horizon Simulation results of the 2001 year state Scale 1:100 000



Annex 15 Map of hydroizohypses of the Triassic carbonate water-bearing horizon Results of simulation at the conditions of reduced groundwater intake in Tarnowskie Góry region Scale 1:100 000



Annex 16 Map of hydroizohypses of the Triassic carbonate water-bearing horizon Results of simulation at the conditions of maximum groundwater intake in Tarnowskie Góry region Scale 1:100 000