

**ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PLAN (EMP)
Geothermal and Environment Project: Podhale**

**Zakopane, November 1999
Updated in February 2000**



Table of Content

A. Mitigation Plan	4
B. Monitoring Plan	12
C. Institutional Strengthening	16
D. Schedule	18
E. Institutional Arrangements	18
F. Consultation with Local NGOs and Project-Affected Groups	20

List of Annexes

Annex 1	Comparison between WB-standards and Polish standards for discharge of process water to surface waters
Annex 2	Schedule for mitigation, monitoring and training activities
Annex 3	Polish and World Bank standards for ambient air quality and emission limits for heating plants
Annex 4	List of public meetings
Annex 5	Terms of Reference for EMP
Annex 6	Formats for Monitoring CO2 and Local Environmental Impacts – from file Monit_Formats.xls
Annex 7	Terms of reference for three dimensional seismic survey
Annex 8	Table of water quality indicators to be measured

List of Abbreviations

°C	Degree Celsius
3-D	Three dimensional
CO	Carbon Monoxide
CO ₂	Carbon Dioxide
EMP	Environmental Management Plan
GJ	Gigajoule (10 ⁹ Joule)
km	Kilometer (10 ³ Meter)
kW	Kilowatt (10 ³ Watt)
m ²	Square Meter
mbar	Millibar (10 ⁻³ bar) 1 bar = 10 ⁵ Pascal = 10 ⁵ Newton per Square Meter
mg	Milligrams (10 ⁻³ Gram)
µg	Micrograms (10 ⁻⁶ Gram)
n.a.	not applicable
Nm ³	Standard cubic meter of gas (0 °C, 1013.25 mbar)
NO	Nitrogen Monoxide
NO ₂	Nitrogen Dioxide
NO _x	Nitrogen Oxides
ON	Austrian Standards
PEC/GP	PEC Geotermia Podhalanska S.A.
PLN	Polish Zloty
PM	Particulate Matter
PM10	Particulate matter, maximum aerodynamic diameter of 10 Micrometer
SO ₂	Sulfur Dioxide
TSP	Total Suspended Particulates
USD	US Dollar
VDI	Association of German engineers
WB	The World Bank

A. MITIGATION PLAN

Phase	Issue	Mitigating Measure	Cost		Institutional Responsibility		Comments (e.g. secondary impacts)
			Investment	Operation	Install	Operate	
Construction	<ul style="list-style-type: none"> • Solid wastes generated during well drilling - about 250 m³ of drilling wastes per kilometer of well depth wastes are expected (approx. 35% mud and 65% cuttings). • The impact on the surface of the liquid waste generated by the process of washing out the cuttings during drilling. 	<ul style="list-style-type: none"> • The bidding documents will include the requirement for the drilling contractor to dispose of drilling waste in an environmentally safe manner (after taking care of detoxing the waste). The nearest place to store and dispose of drilling waste is a quarry near Nowy Targ. • In order to minimize the impact of wash down water an impermeable liner will be placed beneath the rig. A 3- mm thick PVC liner is recommended for the drill site. Although this does not guarantee that wash down water will not reach the surface, it minimizes the impact on the soils. 	Will be agreed during tendering phase for the turnkey drilling contractor	Will be agreed during tendering phase for the turnkey drilling contractor	Contractor for well drilling works on account of state and local regulations (Dz.U.Nr 27,poz.96 – (Geological and Mining Law), Dz. U. 74.38.230 z dnia 30 października 1974 r., Dz. U. z dnia 17 sierpnia 1998 r. (Water Law))	Contractor for well drilling works on account of state and local regulations (Dz.U.Nr 27,poz.96 – (Geological and Mining Law), Dz. U. 74.38.230 z dnia 30 października 1974 r., Dz. U. z dnia 17 sierpnia 1998 r. (Water Law))	
	<ul style="list-style-type: none"> • Risk of contamination of ground water during well drilling (the groundwater suitable for drinking is located in the upper subsurface horizons – mostly, not more than 50 meters deep). 	<ul style="list-style-type: none"> • Steel casings (pipes) grouted into the rock separate the drilling tool and drilling fluids from the subsurface environment; the steel casings of smaller diameter are inserted into casings of large diameter – starting with a 40-inch casing for the first 20 m under ground and ending with a 9-inch pipe inserted directly into the geothermal reservoir at a depth of about 2 km. Each new casing is firmly grouted into the previous one, excluding direct contact of the drilling tool or chemicals with the groundwater. 	Will be agreed during tendering phase for the turnkey drilling contractor	Will be agreed during tendering phase for the turnkey drilling contractor	Contractor for well drilling	Contractor for well drilling	

Phase	Issue	Mitigating Measure	Cost		Institutional Responsibility		Comments (e.g. secondary impacts)
			Investment	Operation	Install	Operate	
Construction (cont.)	<ul style="list-style-type: none"> Risk of intrusion of geothermal water onto the surface during drilling. 	<ul style="list-style-type: none"> Placing a layer of cementitious mud into the well during drilling suppresses the intrusion of water and gases onto the surface. 	Will be agreed during tendering phase for the turnkey drilling contractor	Will be agreed during tendering phase for the turnkey drilling contractor	Contractor for well drilling	Contractor for well drilling	
	<ul style="list-style-type: none"> Interruption of traffic during pipeline construction 	Between one and two weeks before start of construction works PEC/GP will prepare a plan for the municipalities for traffic redirection for all project induced traffic interferences. Before the construction starts, the Operating and Investment Department of Geothermia Podhalanska will inform in writing the Police Office, Fire Brigade and the Emergency Service that traffic interferences will arise. This will be made public by means of radio and local press.	Included in costs for permission procedures	Included in costs for construction works	PEC/GP Operation and Investment Department	Contractors for pipeline construction works	
	<ul style="list-style-type: none"> Damaging of soil and road surfaces during construction works for pipelines and heating plants Permanent mechanical soil degradation will affect an approximately 3-meter wide strip of land corresponding to the area excavated for laying the pipelines. 	This segment, together with the broader area used for construction activities will undergo reclamation (soil rehabilitation) to as close to the former conditions of use as possible. Track design will also consider to minimize social/agricultural and cultural land use. The track will mainly follow existing streets which reduces the risk of land-use changes.	n.a.	Included in turnkey pipeline construction cost, will be negotiated during tendering phase	Turnkey contractor for pipeline construction on behalf of PEC/GP	Turnkey contractor for pipeline construction on behalf of PEC/GP	

Phase	Issue	Mitigating Measure	Cost		Institutional Responsibility		Comments (e.g. secondary impacts)
			Investment	Operation	Install	Operate	
Construction (cont.)	<ul style="list-style-type: none"> Damaging or removal of trees caused by pipe laying and construction of buildings 	<p>Before start of all construction works a visual survey of the affected area has to be done together with local authorities. The track will be situated where only minor areas of natural habitats are affected. In case plants have to be removed the affected area is <i>photographed and replanted</i> accordingly. In case trees of protected species are affected this trees have to be relocated. In case relocation is not possible, PEC/GP has to pay a special fine according to Polish law based on type and size of the affected trees when applying for a cutting permit. The same happens if a tree dies because of construction works of PEC/GP. This money is paid to a special account of the municipality which covers the local expenditures for environmental management and rehabilitation.</p>	Included in turnkey contracts or according to size and type of the affected trees (in case trees have to be cut down)	n.a.	Turnkey contractor	n.a.	
	<ul style="list-style-type: none"> Risk of de-stabilization of geological formations caused by well drilling Risk of causing damage to environmentally sensitive areas on the ground 	<p>For further exploitation of the geothermal resources PEC/GP will arrange a 3-D seismic reflection survey in the Podhale basin. The purpose of the survey is to provide data on subsurface geological formations and structures. The data are planned currently for acquisition in 2000, and the coverage of the area stands now at about 43 km² (5.7 km by 7.5 km). The survey will form the basis for optimal siting of the wells and will support geologically stable well design and construction. The optimal siting will also exclude damage to environmentally sensitive areas on the ground.</p>	Approx. USD 800,000	Included in exploitation cost for the new wells	PEC/GP	PEC/GP	

Phase	Issue	Mitigating Measure	Cost		Institutional Responsibility		Comments (e.g. secondary impacts)
			Investment	Operation	Install	Operate	
Construction (cont.)	<ul style="list-style-type: none"> Damaging or removal of trees caused by pipe laying and construction of buildings 	<p>Before start of all construction works a visual survey of the affected area has to be done together with local authorities. The track will be situated where only minor areas of natural habitats are affected. In case plants have to be removed the affected area is photographed and replanted accordingly. In case trees of protected species are affected this trees have to be relocated. In case relocation is not possible, PEC/GP has to pay a special fine according to Polish law based on type and size of the affected trees when applying for a cutting permit. The same happens if a tree dies because of construction works of PEC/GP. This money is paid to a special account of the municipality which covers the local expenditures for environmental management and rehabilitation.</p>	Included in turnkey contracts or according to size and type of the affected trees (in case trees have to be cut down)	n.a.	Turnkey contractor	n.a.	
	<ul style="list-style-type: none"> Risk of de-stabilization of geological formations caused by well drilling Risk of causing damage to environmentally sensitive areas on the ground 	<p>For further exploitation of the geothermal resources PEC/GP will arrange a 3-D seismic reflection survey in the Podhale basin. The purpose of the survey is to provide data on subsurface geological formations and structures. The data are planned currently for acquisition in 2000, and the coverage of the area stands now at about 43 km² (5.7 km by 7.5 km). The survey will form the basis for optimal siting of the wells and will support geologically stable well design and construction. The optimal siting will also exclude damage to environmentally sensitive areas on the ground.</p>	Approx. USD 800,000	Included in exploitation cost for the new wells	PEC/GP	PEC/GP	

Phase	Issue	Mitigating Measure	Cost		Institutional Responsibility		Comments (e.g. secondary impacts)
			Investment	Operation	Install	Operate	
Construction (cont.)	<ul style="list-style-type: none"> Solid waste accumulation (waste not directly related to the drilling process). 	<p>The tender documents will require the bidder to</p> <ul style="list-style-type: none"> store contaminants in tanks and dispose them of in a specially prepared dump under proper permitting procedures. Dispose of solid waste (trash, debris, organic refuse, scrap construction material, etc.) according to municipal requirements 	Will be agreed during tendering for construction works	Will be agreed during tendering for construction works	Turnkey contractors	Turnkey contractors	
	<ul style="list-style-type: none"> Risk of accidental discharge of waters during production tests of wells. 	PEC/GP has a contract with a public Special Emergency Unit in Krakow which is specialized on these emergencies. PEC/GP pays a standby-fee to this unit.	n.a.	PLN 15,000 per month	n.a.	Poszukiwania Nafty i Gazu Kraków Ratomiecka Stacja Gornictwa Otworowego (PGNG)	
	<ul style="list-style-type: none"> Risk of discharge of geothermal waters to the rivers arising from testing of new wells (geothermal waters have a mineralization of 200 mg/l to 400 mg/l and, in certain parts, Chloride contents are relatively high compared to other Aquifers (but not compared to drinking water requirements) 	<ul style="list-style-type: none"> A temporary water storage pond (about 2000 m3) lined with impermeable materials is installed at the discharge points for retaining the produced hot water. The cooled waters will subsequently be discharged to the rivers. PEC/GP will apply for a permit from the local environmental authorities for temporarily discharge of cooled geothermal waters during well testing. 	2 x PLN 125,000	Included in exploitation cost	PEC/GP	PEC/GP	
	<ul style="list-style-type: none"> Noise and dust from the construction sites 	Noise and dust issues for the construction phase will be handled according to polish law (Dz. U. 94.49.196, Dz. U. z dnia 17 sierpnia 1998 r. (Environmental Law)	Will be agreed during tendering for construction works	Will be agreed during tendering for construction works	Turnkey contractors	Turnkey contractors	

Phase	Issue	Mitigating Measure	Cost		Institutional Responsibility		Comments (e.g. secondary impacts)
			Investment	Operation	Install	Operate	
Operation	<ul style="list-style-type: none"> Risk of intrusion of geothermal water onto the surface during operation as a result of a rupture at the well-head or in the geothermal circuit piping. 	<ul style="list-style-type: none"> The well-head design to withstand a pressure of up to 100 Bar (while the actual pressure at well-head is 10-20 Bar for production wells and about 60 Bar for reinjection wells). The district heating network is divided into four pressure zones because of different elevation levels in the network, ranging from 600 m a.s.l. (Nowy Targ) to 930 m a.s.l. (Zakopane) so that pressure levels will not exceed the design pressure of 16 bar. Continuous measurement of operating pressure. 	To be negotiated during tendering phase for turnkey contractors of pipeline construction and well construction	To be negotiated during tendering phase for turnkey contractors of pipeline construction and well construction	Turnkey contractors of pipeline construction and well construction	PEC/GP	
	<ul style="list-style-type: none"> Impacts on soil and groundwater aquifers from possible pipeline leakages 	<ul style="list-style-type: none"> A Reichen-type leakage control system will be installed for the whole network and the transmission pipeline between the Base Load Plant and Zakopane will be split into 3 sections with automatically operating shut-off valves to minimize the amount of treated district heating water, which might penetrate the soil adjacent to pipeline leakage. Above all piping a layer of colored plastic strips will be located in order to minimize the risk of human induced ruptures. 	To be negotiated during tendering phase for turnkey contractors of pipeline construction	To be negotiated during tendering phase for turnkey contractors of pipeline construction	Turnkey contractors of pipeline construction	PEC/GP	

Phase	Issue	Mitigating Measure	Cost		Institutional Responsibility		Comments (e.g. secondary impacts)
			Investment	Operation	Install	Operate	
Operation (cont.)	<ul style="list-style-type: none"> Emissions of NO_x during operation of gas boilers of peaking plants and the heat pumps 	<p>PEC/GP uses low-NO_x burners for the reduction of NO_x-formation and economisers for improvement of boiler efficiency at the Peaking Plant Zakopane and the requirement to install similar equipment in the Peaking Plant Nowy Targ and the Base Load Plant (hot water supply for the heat pumps) will be specified in the bid documents.</p>	<p>PLN 300,000 per Economiser</p> <p>PLN 180,000 investment for one 10 MW low-NO_x burner</p>	<p>Reduction in fuel cost (fuel cost for boilers will decrease by approx. 5%)</p>	PEC/GP	PEC/GP	
	<ul style="list-style-type: none"> Risk of failure of re-injection equipment 	<ul style="list-style-type: none"> Water storage ponds with a capacity of approx. 2000 m³ (enough for approx. 8 h of full operation of one well without discharge) and lined with impermeable materials and equipped with cooling devices (air cooling) will be installed at the discharge points for retaining the extracted hot water. The cooled waters will subsequently be gradually discharged to the rivers. Re-injection of these waters after resolving of the failure is not possible, because thermal stress and the high oxygen content would damage the well. PEC/GP will apply for a permanent permit from the local environmental authorities for temporary discharge of cooled geothermal waters in case of failures of re-injection equipment. 	<p>2 x PLN 10,000 for transport of the cooling equipment to the re-injection sites</p>	<p>Included in O&M cost of the Base Load Plant</p>	PEC/GP	PEC/GP	

Phase	Issue	Mitigating Measure	Cost		Institutional Responsibility		Comments (e.g. secondary impacts)
			Investment	Operation	Install	Operate	
Operation (cont.)	<ul style="list-style-type: none"> Exceeding of admissible levels of noise emission during the night-time caused by long-term operation of the power generator at the pilot plant during break-downs 	Encapsulation of the existing power generation unit if the annual operation time exceeds 100 h	Currently not needed	n.a.	PEC/GP	PEC/GP	

B. MONITORING PLAN

Phase	What parameter is to be monitored?	Unit of the parameter	Averaging period where applicable	Where is the parameter to be monitored?	How is the parameter to be monitored/ type of monitoring equipment?	When is the parameter to be monitored- frequency of measurement or continuous?	Why is the parameter to be monitored (optional)?	Cost		Responsibility	
								Investment	Operation	Install	Operate
Baseline	Heat delivered by PEC/GP's district-heating network to consumers with identification of baseline fuel and a break-down by consumer category: <ul style="list-style-type: none"> - residential consumers - large loads - district heating boiler houses 	TJ/year	Continuous measurements	At all substations supplying heat to loads formerly using fossil fuels	Standard heat metering equipment will be used to measure the delivered heat. The assumptions about fuel that would have been used by the respective sources in the baseline (See Annex 6) will be supported by customer surveys as necessary.	Continuous measurement, quarterly reports throughout project implementation.	Needed for the calculation of emission reductions (CO ₂ , PM, SO ₂)	Lump sum of USD 400,000	Included in the lump sum	PEC/GP	PEC/GP
Construction	- Temperature - Composition of geothermal water discharged to rivers For a list of indicators to be measured and limit values please refer to Annexes 1 (WB-standards and Polish Standards) and 8	- °C - mg/l	n.a. Sampling time	At the discharge point to the river	- Thermometer - Water indicators are to be measured with polish standard methodology (equipment is already owned by the Polish Academy of Science)	Continuous Before a discharge occurs	To get the discharge permit from the affected municipality	Temperature measurement Included in investment for water storage pond	USD 500 per water sample	PEC/GP PEC/GP	PEC/GP Polish Academy of Science
	Quality, quantity and handling of disposed solid and liquid wastes (including wastes arising from well drilling).	tons/year	n.a.	Entire project area	Qualification and quantification according to Polish waste management standards on the disposal receipts	On disposal of wastes	n.a.	Included in turnkey construction cost	Included in turnkey construction cost	Turnkey contractors	Turnkey contractors
	Monitoring of the composition of water sources which are utilized for the production of drinking water				At the premises of all affected water supply companies				Will be monitored by water supply companies		SEWIK (Zakopene), NPK (Nowy Targ)

Phase	What parameter is to be monitored?	Unit of the parameter	Averaging period where applicable	Where is the parameter to be monitored?	How is the parameter to be monitored/ type of monitoring equipment?	When is the parameter to be monitored- frequency of measurement or continuous?	Why Is the parameter to be monitored (optional)?	Cost		Responsibility	
								Investment	Operation	Install	Operate
Construction (cont.)	Number of geothermal wells drilled	well	n.a.	Entire project area	n.a.	Annually (with quarterly updates as necessary) over project implementation period.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	PEC/GP
	Total depth of geothermal wells drilled	km	n.a.	Entire project area	Total length of boring shaft	Quarterly over project implementation period.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	PEC/GP
	Amount of drilling cuttings generated	Metric tons	n.a.	Entire project area	Calculated from length and diameter of well and geological information about density of affected formations	Quarterly over project implementation period.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	PEC/GP
	Amount of drilling cuttings disposed of	Metric tons	n.a.	Entire project area	platform weighing machine	Quarterly over project implementation period.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	PEC/GP
	Area of land affected by drilling/construction works	m ²	n.a.	Entire project area	Visual examination	Quarterly over project implementation period.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	PEC/GP
	Area of land reclaimed	m ²	n.a.	Entire project area	Visual examination	Quarterly over project implementation period.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	PEC/GP

Phase	What parameter is to be monitored?	Unit of the parameter	Averaging period where applicable	Where is the parameter to be monitored?	How is the parameter to be monitored/ type of monitoring equipment?	When is the parameter to be monitored- frequency of measurement or continuous?	Why Is the parameter to be monitored (optional)?	Cost		Responsibility	
								Investment	Operation		
	Length of pipeline network laid			Entire project area	odometer odometer odometer	Quarterly over project implementation period.	n.a. n.a. n.a.	n.a. n.a. n.a.	n.a. n.a. n.a.	n.a. n.a. n.a.	PEC/GP PEC/GP PEC/GP
	Over road	km	n.a.								
	Over rural area/wilderness	km	n.a.								
	Total	km	n.a.								
	Area of land affected by laying pipelines			Entire project area	Visual examination Visual examination Visual examination	Quarterly over project implementation period.	n.a. n.a. n.a.	n.a. n.a. n.a.	n.a. n.a. n.a.	n.a. n.a. n.a.	PEC/GP PEC/GP PEC/GP
	Road	m ²	n.a.								
	Rural area/wilderness	m ²	n.a.								
	Total	m ²	n.a.								
	Area of land reclaimed which has been affected by laying pipelines			Entire project area	Visual examination Visual examination Visual examination	Quarterly over project implementation period.	n.a. n.a. n.a.	n.a. n.a. n.a.	n.a. n.a. n.a.	n.a. n.a. n.a.	PEC/GP PEC/GP PEC/GP
	Road	m ²	n.a.								
	Rural area/wilderness	m ²	n.a.								
	Total	m ²	n.a.								
Operation	<ul style="list-style-type: none"> Natural gas consumption by all PEC/GP facilities. Consumption of electricity by all PEC/GP facilities. 	<ul style="list-style-type: none"> Nm³/year kWh/year 	One calendar year	<ul style="list-style-type: none"> Peaking plants and boilers of absorption heat-pumps. 	<ul style="list-style-type: none"> Standard metering equipment and data acquisition by SCADA 	Continuous measurement, quarterly reports throughout project implementation.	Comparison of the emissions with the baseline is needed for the calculation of emission reductions (CO ₂).	Included in turnkey contracts SCADA: USD 365,000	n.a.	Turnkey contractor	PEC/GP
	Operation of emergency power generation unit at the pilot plant	Operating hours per year	One calendar year	Operation time counter at emergency power generation unit	Operation time counter	After each operation of the unit with a reference to start-up date and time	To show the minor noise impact caused by an annual operation of not more than 100 hours	n.a.	n.a.	n.a.	PEC/GP

Phase	What parameter is to be monitored?	Unit of the parameter	Averaging period where applicable	Where is the parameter to be monitored?	How is the parameter to be monitored/ type of monitoring equipment?	When is the parameter to be monitored- frequency of measurement or continuous?	Why Is the parameter to be monitored (optional)?	Cost		Responsibility	
								Investment	Operation	Install	Operate
Operation(cont.)	Concentrations of local pollutants in Zakopane and Nowy Targ over the period from 1998 until 2005:			At the existing locations of the state air quality monitoring stations in Zakopane and Nowy Targ	ON M 5858 or equivalent ON M 5854 or equivalent ON M 5855, VDI 2453-1, VDI 2453-5 or equivalent	Quarterly reports throughout project implementation.	To demonstrate the impact of the project on the local ambient air quality		USD 1,000 per year for buying data from public monitoring network		Panstwowy Wojewodski Inspektor Sanitarni
	PM (TSP, PM10 if available)	µg/m ³	24-hour and annual								
	SO ₂	µg/m ³	24-hour and annual								
	NO _x	µg/m ³	24-hour and annual								
	Emissions of air pollutants at the stacks of the peaking plants and heat pumps NO _x calculated as NO ₂	mg/Nm ³ **	Sampling time Sampling time	After economisers of the boilers of Peaking Plants Zakopane and Nowy Targ	VDI 2456-6, VDI 2456-7 or equivalent VDI 2459-6 or equivalent	Once a year at the end of the heating season	Emissions have to be measured according to the internal procedures of PEC/GP	PLN 15,000	n.a.	PEC/GP	PEC/GP
	CO	mg/Nm ³ **									
	World Bank limits for gas-fired thermal power plants: NO _x as NO ₂ : 320 mg/Nm ³ See Annex 3	**dry flue gases, 3% O ₂ , 1013,25 mbar, 0°C									

C. INSTITUTIONAL STRENGTHENING

1. Equipment Purchases List:

Type of equipment	Number of Units	Unit cost	Total Cost	Local or International Purchase	Comments
Storage devices for geothermal water with cooling equipment for well testing and as emergency equipment at the re-injection sites	2	PLN 125,000	PLN 250,000	Local	Financed by PEC/GP
Total			PLN 250,000		

2. Training/Study Tours

a) Environmental Management Training for Management Personnel

Duration: 5 days

Day 1: Resource Management (Water Management, Waste Management, Ecological Purchase)

Day 2: Energy Efficiency, Occupational Health and Safety

Day 3: Environmental Management Systems and Standards (ISO 14.001, EMAS)

Day 4: Legal Compliance, Implications of legal regulations for Environmental Management Systems

Day 5: Organizational aspects of Environmental Management, Environmental Training of employees, internal and external communication

Number of Students: 2 (students shall subsequently transfer their knowledge to other PEC/GP staff)

Department: General Management, Investment and Operation

Timing: 1st Quarter 2000

Location: to be decided

Training Organisation: to be decided

Cost: approx. USD 16,000 (incl. Travel and accomodation)

b) Environmental Training of PEC/GP staff

Duration: 1 Day

Content: Environmental aspects of the Geothermal and Environment Project Podhale
 Environmental Management of PEC/GP
 Global Aspects of CO₂-reduction
 Local impacts of projects and services of the company
 Internal monitoring and mitigation procedures of PEC/GP

Number of Students: all PEC/GP staff

Department: n.a.

Timing: to be decided

Location: to be decided

Trainer: staff of PEC/GP who have taken part in the Environmental Management Training

Cost: approx. USD 3,000

c) Consultant Services

1. Environmental Impact Assessment of geophysical exploration, drilling activities, and exploitation (production and re-injection) of geothermal waters, and in regard to the operations of wells, the interconnecting pipelines (the extraction - re-injection loop) and the base-load and pilot plants of the Geothermal and Environment Project: Podhale
Terms of reference: according to World Bank operational policies (OP/BP/GP 4.01) and with reference to the TOR for Kyjov project as well as the TOR of the Zakopane project of Aug. 13, 1999.
Justification: input to the Environmental Management Plan.
Status: completed.
2. Environmental Assessments for Transmission Pipeline from Base-Load Plant to Zakopane and for the distribution pipelines in Zakopane
Terms of reference: according to the requirements of Polish building law
Justification: required for application for the building permit
Cost: USD 50,000
3. Dispersion study for the Peaking Plant Zakopane
Terms of reference: according to the requirements of Polish building law
Justification: required for application for the building permit
Cost: USD 5,000
4. Environmental Management Plan
Terms of Reference: please refer to Annex 5
Justification: Required under World Bank operational policies (OP/BP/GP 4.01)
Cost: USD 26,000

d) Special Studies

1. 3-dimensional seismic survey of Podhale basin

The results of this study are critical for further exploitation of the geothermal potential of the Podhale basin and will have a major impact on project cost (number of new wells, drilling depth) as well as on project design (drilling location, drilling technology, geological stability of the affected structures)
Terms of reference: please refer to Annex 7
Cost: USD 800,000.

2. Numerical reservoir behavior simulation

Justification: PEC/GP will need to forecast future behavior of the reservoir under exploitation conditions. This will allow to locate the production and re-injection wells in a way that no

over-exploitation will occur (i.e. break-through of cold re-injected water to the production wells).

Terms of reference: to be developed.

Cost: USD 40,000

D. SCHEDULE

Please refer to Annex 2

E. INSTITUTIONAL ARRANGEMENTS

PEC/GP has a staff of about 70-80 persons, including geological, engineering and environmental specialists who worked on the drilling of the first two doublets, the construction of the geothermal base load plants, the gas-fired peak shaving plant at Zakopane, as well as the construction of the transmission pipelines and the first distribution networks. A number of specialists have also operated the emerging geothermal district heating system near the base load plant, and the existing district heating system of Zakopane, formerly owned by Tatry Municipal Utility prior to the merger with Geotermia Podhalanska S.A. These staff have in the process gathered valuable experience and expertise on all aspects of project implementation, including environmental aspects. They have also worked closely with local and central Government institutions and agencies concerned with environmental monitoring and protection.

The scope of the remaining project investments is vast, however, and it is therefore planned to set up a **special work team in charge of environmental monitoring** during construction as well as operation. The group will consist of 3 employees and be **responsible for assuring that the mitigation plan is implemented** in line with Project implementation and that monitoring of agreed indicators takes place on a regular basis. Thus, they will **supervise contractors** to assure that they live up to contractual obligations relating to the environment in the context of drilling wells, laying pipes and constructing the heating plants.

In particular, this group will be **trained in dealing with potential hazards**, such as sudden leakage of hot water resulting from accidents or disturbances of the ground, in which pipelines are buried. They will also assure that proper well-, pipe-, and pump -maintenance, takes place regularly, including regular pressure checks at well heads and substations, carrying out of corrosion checks, maintenance of pumps, motors, heat exchangers, etc. **Heat customers will also be informed** from time to time about the **optimal utilization** of their internal heating system to maintain a high level of efficiency in the overall system, while assuring a sound level of comfort inside their premises. They will also be reminded from time to time about the location of their access piping to **avoid accidental damage to pipes** within the perimeter of their property.

Quarterly reports containing the data (plan, actual) according to agreed performance indicators will be submitted by PEC/GP to the World Bank/GEF and Government Authorities, and notably to the X-Institution in charge of the GEF funded Monitoring and Evaluation (M&E) Component.

Environmental reporting procedures

<i>Who reports</i>	<i>What is reported</i>	<i>Recipient of report</i>	<i>Who decides upon findings of the reports</i>	<i>Frequency and Next deadline for submission</i>
PEC/GP	<ul style="list-style-type: none"> - Implementation and Update of the EMP - Results from Monitoring 	World Bank GEF X-Institution		Quarterly 15.4.2000
X-Institution	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoring of CO₂-reduction and reduction cost (Please refer to Annex 6). 	GEF World Bank PEC/GP		Quarterly 30.4.2000
Special work team	<ul style="list-style-type: none"> - Problems which arise during implementation of the EMP 	PEC/GP management	Dr. Piotr Dlugosz/ Managing Director	If necessary

**F. CONSULTATION WITH LOCAL NGOs AND PROJECT-AFFECTED
GROUPS**

Please refer to Annex 4

Annex 1

Comparison between WB-standards and Polish standards for discharge of process water to surface waters

Limits for Wastewater discharged to Surface Waters

	WB standard	Polish standard**
pH	6,0-9,0	6,5-9,0
	mg/l*	mg/l*
BOD	50,00	30,00
COD	250,00	150,00
Oil and grease	10,00	15,00
TSS	50,00	50,00
<i>Metals</i>		
Heavy metals, total	10,00	-
Arsenic	0,10	0,20
Cadmium	0,10	0,10
Chromium		
Hexavalent	0,10	0,20
Total	0,50	-
Cr ⁺³		0,50
Copper	0,50	0,50
Iron	3,50	10,00
Lead	0,10	0,50
Mercury	0,01	0,02
Nickel	0,50	2,00
Selenium	0,10	-
Silver	0,50	0,20
Zinc	2,00	2,00
Cyanide		
Free	0,10	0,10
Total	1,00	-
Fixed	-	5,00
Ammonia	10,00	-
Fluoride	20,00	15,00
Chlorine, total residual	0,20	-
CL ₂	-	1,00
Phenols	0,50	0,50
Phosphorus	2,00	5,00
Sulfide	1,00	-
Sulphur	-	0,20
Coliform Bacteria	<400 MPN/100 ml	-
Temperature	-	35 °C
Temperature increase	Maximum 3°C above ambient temperature of receiving waters 100 m from the point of discharge	-
* if not stated otherwise		
** list of limit values taken from Dziennik Ustaw No. 116/1991, decree 503/5.11.1991, list of values is limited to comparable values of the WB standard for Process Wastewater, Domestic Sewage, and Contaminated Stormwater discharged to Surface Waters, for general applications		

Schedule for environment related activities																									
	Year Quarter	2000				2001				2002				2003				2004				2005			
		1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	
Mitigation Activities																									
3-D seismic survey of the Podhale basin																									
Preparation of drilling sites (impermeable liner etc.)																									
De-toxication and disposal of solid and liquid wastes arising from well drilling																									
Informations to concerned authorities because of traffic influences of pipeline construction																									
Disposal of soil and water contaminated by solid waste materials																									
Cooling of geothermal water during well testing																									
Installation of a Reicheim-type losses control system for the hot-water network																									
Permanent installation of cooling devices for emergencies at the re-injection sites																									
Monitoring Activities																									
Purchase of equipment for the monitoring of ambient NO ₂ -levels in Zakopane																									
Measuring of geothermal water composition																									
Monitoring of ambient air quality in Zakopane and Nowy Targ																									
Monitoring of emissions of the gas boilers at the Peaking Plants																									
Training Activities																									
Environmental Management Training for Management Personnel of PEC GP																									
Environmental Training of PEC GP staff																									

Annex 3

**Polish and World Bank standards for ambient air
quality and emission limits for gas fired heating
plants**

Emission limits for Heating Plants

Flue gas condition: dry flue gas at 3%O₂, 0 °C, 1013.25 mbar

Pollutant	Polish standards**		Comparable WB-standard*	
	Fuel	Other conditions		
SO ₂ :	Oil	< 300 MW	850 mg/m ³	2000 mg/m ³
	Gas		35 mg/m ³	2000 mg/m ³
NO _x calculated as NO ₂ :	Oil	<= 5 MW	400 mg/m ³	460 mg/m ³
	Gas		150 mg/m ³	320 mg/m ³
	Oil	> 5 MW and < 50 MW	400 mg/m ³	460 mg/m ³
	Gas		300 mg/m ³	320 mg/m ³
PM	Oil	> 0,06 % ash < 0,06 % ash	100 mg/m ³	***100 mg/m ³
	Oil		50 mg/m ³	***100 mg/m ³
	Gas		5 mg/m ³	***100 mg/m ³
CO:	Oil		150 mg/m ³	
	Gas		100 mg/m ³	

* Source: Pollution Prevention and Abatement Handbook, The World Bank Group, 1998 edition, page 437

** Source: Decree 793 / 8.9.1998

*** For units with less than 50 MWe output (approx. 150 MWth output of the boiler)

Ambient Air Quality

Pollutant	Polish standards**		Comparable WB-standard*
SO ₂ :	Annual arithmetic mean	40 µg/m ³	80 µg/m ³
	Maximum 24 h average	150 µg/m ³	150 µg/m ³
	Maximum 30 min average	500 µg/m ³	n.a.
NO ₂	Annual arithmetic mean	40 µg/m ³	100 µg/m ³
	Maximum 24 h average	150 µg/m ³	150 µg/m ³
	Maximum 30 min average	500 µg/m ³	n.a.
TSP	Annual arithmetic mean	75 µg/m ³	80 µg/m ³
	Maximum 24 h average	150 µg/m ³	230 µg/m ³
	Maximum 30 min average	350 µg/m ³	n.a.
PM ₁₀	Annual arithmetic mean	50 µg/m ³	50 µg/m ³
	Maximum 24 h average	125 µg/m ³	150 µg/m ³
	Maximum 30 min average	280 µg/m ³	n.a.
CO	Annual arithmetic mean	2 g/m ³	n.a.
	Maximum 24 h average	5 g/m ³	n.a.
	Maximum 30 min average	20 g/m ³	n.a.

* Source: Pollution Prevention and Abatement Handbook, The World Bank Group, 1998 edition, page 424

** Source: Dziennik Ustaw 55/98, decrees No. 354 and 355, 28-Apr-98

Zakopane:

Id.	Date	Attended persons	Invited persons	Subject	Location of meeting
1.	23.04.98	Representatives of the GP Board,	Zakopane Housing Associating - Representatives (ZSM)	Tariffs calculating, new accounting system, measurement of heat exchangers	Zakopane
2.	28.07.98	Marketing Department Manager Designer	BPH Bank representatives	Terms of connection	Zakopane
3.	18.03.99 18.11.99	Representatives of the GP Board, Marketing Department Manager	WDW Przyjaźń - Military Boarding House	Terms of agreement, Technical aspect (pumps, heat exchanger...) Tender documents (for work realisation)	Kościelisko
4.	9.III.99	Representatives of the GP Board, Marketing Department Manager	Potential consumers in Zakopane from streets: Chałubińskiego, Zamoyskiego, Makuszyńskiego, Grunwaldzka, Jagiellońska, Tetmayera, Piłsudskiego, Wilcznik, Staszica,	Plans of investment realisation (possibilities of connection in mentioned areas)	Zakopane (church)
5.	30.III.99	Marketing Department Manager Salesman	Grzegorz Arendt - owner of object at Gimnazjalna St, "Apartments for sale"	Terms of agreement, technical aspects of connection	Zakopane
6.	13.10.99	Marketing Department Manager	Stanisław Palider - owner of object at Zamoyskiego St, "Apartments for sale"	Terms of agreement, technical aspects of connection, tariffs system, measurement system	Zakopane
7.	07.10.99	Marketing Department Manager	Cech Rzemiosł Różnych - Association of craftsmen	Terms of agreement, technical aspects of connection, tariffs system, measurement system, economical aspect (system of payments, subsidies)	Zakopane
8.	05.11.99	Marketing Department Manager	Police Headquarters representative	Terms of agreement, technical aspects of	Zakopane

				connection ,	
9.	23.11.99	Marketing Department Manager	Housing Association "NOWA"	Terms of work (beginning and finishing)	Zakopane

Biały Dunajec

Id.	Date	Attended persons	Invited persons	Subject	Location of meeting
1.	18.03.98	Operating director, salesman (GP)	consumers that signed up the agreements (5ND11)	Terms of investment realisation, Heat exchanger installation Financial aspects (instalments plan)	Biały Dunajec
2.	14.09.98	Representatives of the GP Board, Marketing Department manager	consumers that signed up the agreements, potential consumers	Terms of investment realisation Terms of agreement Annexes to agreements (changing of investment closing time)	Biały Dunajec
3.	3.09.98	Representatives of the GP Board, Marketing Department manager	Inco Veritas Company representatives	Terms of investment realisation Terms of agreement	Biały Dunajec
4.	27.10.98	Salesmen	consumers that signed up the agreements,	Terms of agreements	Biały Dunajec
5.	21.04.99	Representatives of the GP Board, Marketing Department manager	Inco Veritas Company representatives	Terms of investment realisation Terms of agreement Boiler house maintenance	Biały Dunajec

Bańska Nizna

Id.	Date	Attended persons	Invited persons	Subject	Location of meeting
1.	1.07.98	Representatives of the Board of GP	Geothermal Association (citizens of Bańska Nizna)	Energy price, tariffs system	Bańska Nizna

		(Operating Director)			
2.	4.12.98	Representatives of the Board of GP	Geothermal Association (citizens of Bańska Niżna)	Disruptions in energy delivery	Bańska Niżna
3.	1.03.99	Representatives of the Board of GP (operating director)	Geothermal Association (citizens of Bańska Niżna)	Breakdown of geothermal pumps (low parameters of heat)	Bańska Niżna

Mentioned above points are only the example cases. Similar meetings are organised almost with each of large consumers where participants are representatives of the Board or Marketing Department.

Each case is considered in an individual way. Very often with the same consumer have to be arranged more than one meeting.

OFFICE MEMORANDUM

DATE: November 27, 1999
Updated January 5, 2000
TO: Karl Gruber, Consultant, St. Poelten, Austria
FROM: Henk Busz, Sector Leader, ECSEG, ext. 32686

SUBJECT: **Environmental Management Plan for the Poland Geothermal Project (Podhale): P037339**

Terms of Reference

Background

1. According to the Bank's Operational Policy and related documents on Environmental Assessment – OP/BP/GP 4.01 – the subject project has been assigned Category B of Environmental Assessment (EA). This allows limiting the Environmental Assessment to developing an Environmental Management Plan (EMP) and integrating it with the main project documents. No separate EA report is required.
2. The environmental benefits from the project such as the health benefits from air pollution reduction in Zakopane were quantified by Bank staff during the missions in 1998. More information relevant to the environmental aspects of the project is available from the Polish project entity PEC Geotermia Podhalanska, s.a. (PEC/GP), and from the Danish technical specialists. Finally, the report recently obtained from consultant Paul Teleki can be utilized to develop appropriate environmental safeguards.

Tasks

3. Assist PEC/GP staff in systematizing the reports and official documents on the environmental impacts and permits for the project.
4. Use the report provided by Paul Teleki and other relevant documents to develop time-bound actions for an Environmental Management Plan (EMP). To the extent possible, follow the format provided in Annex 1 to these TOR.
5. Make sure that the EMP is included as part of the overall project, coordinating the development of timetables and resource allocations for EMP with the staff preparing the Project Implementation Plan (Christian Duvigneau providing guidance on the Bank's side).
6. The following specific areas need to be given special attention in the EMP:
 - a) Transmission and distribution network development. Some 100 km of district heating pipeline network will be laid under the project. It is important to have a plan/map showing where the district heating pipelines will lie, what measures will need to be taken to restore the original surface conditions after

laying the pipes, and that no damage to environmentally sensitive areas will occur.

- b) The drilling of geothermal wells. Similarly to the above, it needs to be established that no damage to environmentally sensitive areas will occur. In addition, disposal of the drilling wastes (drilling cuttings and mud) needs to be addressed. It needs to be established (i) who is responsible for disposal of this waste (ii) where will these wastes be disposed of (iii) how much will the disposal cost, and who will bear this cost.
- c) Environmental impact assessment documents relating to the gas-fired peaking plant(s). At a minimum, it needs to be established that NOx emissions are within acceptable limits according to the Bank's and Polish standards.
- d) Salinity/mineralization levels allowable for water discharged into natural water streams. It needs to be established what the Polish environmental standards are for disposal into surface streams. This information can strengthen the rationale for the closed-loop geothermal circuit proposed under the project.

7. In the process of implementing this TOR, you are expected to have two missions to the project area for about 10 days each.

8. You will report to Mr. Helmut Schreiber, Task Team Leader, ECSEG. You will also coordinate your activities with Mr. Victor Loksha, ECSSD.

9. For your work under this TOR, you will receive a lump-sum contract for a total amount of US\$ 26,000. This will include an allowance for travel, subsistence and miscellaneous expenses while on mission. Twenty percent of the total contract budget will be paid to you upon signing the contract, then, forty percent on delivery of the draft EMP and briefing on items reflected in main project documents (PIP, PAD and legal documents), the next forty percent on delivery of the final EMP and final briefing to the project team.

Encl.: Annexes 1-2.

PropoProposed CO2 Emission Abatement Monitoring Framework for the Geothermal and Environment District Heating Project (Podhale)

Value in column 21 is calculated on the assumption that no new loads are converted.

Value in column 22 is calculated on the assumption that no new loads are converted.

Value in column 23 is calculated on the assumption that new loads are converted according to plan.

Value in column 24 is calculated on the assumption that new loads are converted according to plan.

Year	CO2 emissions from PEC/GP facilities, thousand tons	CO2 emissions from baseline sources, thousand tons	CO2 emissions avoided, thousand tons	Minimum assured CO2 emissions avoided for the 25-year horizon	Unit abatement cost for the minimum assured CO2 emissions for the 25-year horizon	Expected CO2 emissions for the 25-year horizon	Unit abatement cost for the expected CO2 emissions avoided for the 25-year horizon
	18	19	20	21	22	23	24
1998							
1999							
2000							
2001							
2002							
2003							
2004							
2005							

Annex 6
Local pollutants

PM10: If available

ZAKOPANE

	Concentration, annual average, micrograms/m3			
	Particulates (TSP)	Particulates (PM10)	SO2	NOx
1998				
1999				
2000				
2001				
2002				
2003				
2004				
2005				

In addition to annual, monthly average concentrations need to be recorded on this sheet.

PM10: If available

NOWY TARG

	Concentration, annual average, micrograms/m3			
	Particulates (TSP)	Particulates (PM10)	SO2	NOx
1998				
1999				
2000				
2001				
2002				
2003				
2004				
2005				

In addition to annual, monthly average concentrations need to be recorded on this sheet.

Annex 6
Pipeline network

	Length of pipeline network laid, km			Area of land affected by laying pipelines, m2			Area of land reclaimed, m2			Comments
	Over road	Over rural area/wilderness	Total	Road	Rural area/wilderness	Total	Road	Rural area/wilderness	Total	
1998										
1999										
2000										
2001										
2002										
2003										
2004										
2005										

Annex 6
Drilling

	Number of geothermal wells drilled	Total depth of geothermal wells drilled, km	Estimated amount of drilling cuttings generated, tons	Amount of drilling cuttings disposed of, tons	Area of land affected by drilling/construction works, m2	Area of land reclaimed, m2	Comments
1998							
1999							
2000							
2001							
2002							
2003							
2004							
2005							



GEOFIZYKA KRAKÓW Sp. z o.o.

**ZAŁOŻENIA METODYCZNE
DO PROJEKTU
BADAŃ SEJSMICZNYCH**

TEMAT:

NIECKA PODHALAŃSKA - 3D

Rok 2000

OPRACOWAŁ:
dr inż. Zygmunt Trzeźniowski
(nr upr.: LX-323)

Kraków, listopad 1999

Spis treści

A. MITIGATION PLAN.....	4
B. MONITORING PLAN	12
COST.....	12
COST.....	13
COST.....	14
COST.....	15
F. CONSULTATION WITH LOCAL NGOs AND PROJECT-AFFECTED GROUPS.....	20



GEOFIZYKA KRAKÓW Sp. z o.o.

**ZAŁOŻENIA METODYCZNE
DO PROJEKTU
BADAŃ SEJSMICZNYCH**

TEMAT:

NIECKA PODHALAŃSKA - 3D

Rok 2000

OPRACOWAŁ:
dr inż. Zygmunt Trzeźniowski
(nr upr.: IX-323)

Kraków, listopad 1999

.....	36
SPIS TREŚCI	37
1. WSTĘP	40

2. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ.....	42
3. PRACE GEODEZYJNE	44
4. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNA NIECKI PODHALAŃSKIEJ	46
5. CEL I UZASADNIENIE PROJEKTOWANYCH BADAŃ SEJSMICZNYCH	48
6. METODYKA BADAŃ TERENOWYCH.....	50
7. TECHNICZNY SPOSÓB WYKONANIA BADAŃ	54
8. PRZEWIDYWANY CYKL PRZETWARZANIA DANYCH.....	57
9. INTERPRETACJA I DOKUMENTOWANIE WYNIKÓW BADAŃ	59
10. ZAGADNIENIA OCHRONY ŚRODOWISKA.....	61

1. Wstęp

"Założenia metodyczne do Projektu Badań Sejsmicznych: Niecka Podhalańska - 3D" sporządzono głównie w oparciu o opracowanie pt. "Założenia geologiczne dla wykonywania zdjęcia sejsmicznego 3D w rejonie głównego kolektora wód termalnych Podhala", wykonane przez dra Józefa Wieczorka z firmy GEOCONSULTING.

W ujęciu ogólnym, zadaniem tych badań będzie:

- ❑ precyzyjne określenie spagu fliszu podhalańskiego, stanowiącego kompleks uszczelniający od góry zbiornik podhalańskich wód termalnych oraz miąższości i zmian facjalnych eocenu numulitowego stanowiącego drugorzędny, ale ważny zbiornik wód termalnych;
- ❑ wydzielenie w podłożu niecki jednostek tektonicznych i powierzchni nasunięć;
- ❑ określenie parametrów geologicznych jednostki Białego Dunajca, która stanowi obecnie eksploatowany główny zbiornik wód termalnych;
- ❑ sprecyzowanie charakteru kontaktu pienińskiego pasa skałkowego z niecką podhalańską;
- ❑ określenie stref uskokowych w kompleksie fliszowym i podłożu mezozoicznym niecki, które mogą stanowić bariery bądź dobre strefy migracji dla wód termalnych.

Dla zrealizowania postawionego zadania geologicznego projektuje się wykonanie badań sejsmicznych 3D w dwóch etapach. Pierwszy etap badań znajdowałby się w północnej części niecki podhalańskiej i obejmowałby powierzchnię:

- zadania geologicznego około 43 km² , • binów - 58.50 km² ,
- odbioru - 78,76 km² ,
- wzbudzenia 40,50 km² .

Etap II zostałby wykonany po uzyskaniu wyników z etapu pierwszego. W całości obszar zadania geologicznego wynosiłby około 90 - 100 km² .

Rejestracja fal będzie wykonywana aparaturą Input/Output System 2000 lub System Two w konfiguracji 840 kanałów aktywnych. Fale sejsmiczne będą wzbudzone z użyciem wibratorów Birdwagen MARK III. W pierwszym etapie planuje się zarejestrowanie 1768 rekordów polowych. Badania terenowe w I etapie zostaną wykonane w ciągu około jednego miesiąca.

Obszar projektowanych prac znajduje się w obrębie koncesji

Przewidywany całkowity koszt inwestycji (prace geodezyjne, badania terenowe, przetwarzanie danych, interpretacja i opracowanie dokumentacji) nie przekroczy 3 mln zł.

Wykonawca zobowiązuje się do nie udostępniania informacji z zakresu prowadzonych prac, określonych w niniejszym Projekcie, stronie trzeciej.

Niniejsze Założenia Metodyczne do Projektu Badań Sejsmicznych wykonano w Dziale Głównego Geofizyka Spółki GEOFIZYKA - Kraków Sp. z o. o. w 3

egzemplarzach z następującym ich przeznaczeniem:

-1- GEOTERMIA PODHALAŃSKA -1 egz.,

-2- GEOFIZYKA - KRAKÓW -1 egz.,

-3- Dział Głównego Geofizyka (a/a) -1 egz.,

2. Charakterystyka terenu badań

(Oprac.: dr Józef Wieczorek)

Polożenie geograficzne

Paleogeńska niecka podhalańska rozciąga się między Tatrami a strefą pienińskiego pasa skałkowego o szerokości ok. 11-16 km. W kierunku wschodnim przedłuża się na terytorium Słowacji (Magum Spiska) aż do linii Ruźbachów (Družbaków), wzdłuż której oddzielona jest od Kotliny Popradzkiej. W kierunku zachodnim ciągnie się do uskoku Krowiarek, oddzielającego ją od niecki skoruszyńskiej. Długość całego pasa niecki wynosi ok. 60 km, w tym na terytorium Polski - ok. 38 km. Cały obszar niecki zawarty jest między 49°12' a 49°24' szerokości geograficznej północnej oraz między 19°46' a 20°35' długości geograficznej wschodniej i ma ok. 750 km², w tym na terenie Polski - ok. 450 km². Na północnowschodnią część niecki podhalańskiej (rejon Czarnego Dunajca} nałożona jest neogeńska niecka orawsko - nowotarska.

Planowany obszar badań sejsmicznych 3D o powierzchni celu geologicznego ok. 100 km² znajduje się głównie na obszarze gmin Szaflary, Biały Dunajec, Poronin wchodząc na wschodzie na obszar gminy Bukowina Tatrzańska, a na północnym zachodzie na obszar gminy Czarny Dunajec. Obszar obejmuje głównie centralną i północną część niecki podhalańskiej (rejon Poronina, Białego Dunajca, Bańskiej, Leńnicy i Skrzypnego) i fragment pienińskiego pasa skałkowego (rejon Maruszyny, Zaskala, Szaflar i Gronkowa).

Morfologia i hydrografia

Pod względem morfologicznym w strefie niecki podhalańskiej wyróżnia się:

Rów Podtatrzański, Pogórze Gubałowskie i Pogórze Bukowińskie, na peryferiach południowo-zachodnich - Magurę Witowską, a północno-zachodnich Kotlinę Orawsko - Nowotarską. Rów Podtatrzański o wysokościach 800-950 m n.p.m. ciągnie się u brzegu Tatr ma generalnie charakter równinny urozmaiconej garbami Nędzówek i Skibówek oraz Wysoczyzną Murzasichla o deniwelacjach do 100 m.

Największy obszar niecki zajmuje Pogórze Gubałowskie, wznoszące się na wysokość ok. 1100 m n.p.m. wzdłuż progu oddzielającego je od Kotliny Zakopiańskiej, ale opadające ku północy do wysokości ok. 700 m n.p.m. Pogórze rozcięte jest dolinami Czarnego Dunajca, Białego Dunajca i Białki wcinającymi się do 250 m w powierzchnię Pogórza.

W strefie planowanych badań geofizycznych wokół Doliny Białego Dunajca strefa Pogórza Gubałowskiego pocięta jest licznymi drobnymi, ale głęboko wcinającymi się potokami, na ogół o przebiegu zbliżonym do równoleżnikowego. Jedynie doliny potoku Skrzypnego na wschód od Białego Dunajca oraz potoku Leśnica na zachód od Białego Dunajca mają przebieg na ogół południkowy. Teren pienińskiego pasa skałkowego między Szaflarami a Maruszną ma urozmaiconą morfologię o wznieszeniach przekraczających 700 m. n.p.m. (Żar - 771 m. n.p.m., Raniszberg - 746 m. n.p.m.) a na wschód od Szaflar jest to obszar lekko falisty o wysokościach ok. 650 m. n.p.m.

3. Prace geodezyjne

(Oprac.: mgr inż. Adam Wojtusik)

Prace geodezyjne będą realizowane w nawiązaniu do państwowej sieci geodezyjnej metodą biegunową, tj. poprzez wyznaczanie kątowno - liniowe od własnej osnowy pomiarowej, zakładanej w oparciu o sieć państwową. Zaprojektowano 8100 punktów wzbudzeń (PW) i 1768 punktów odbioru (PO). Dla ich usytuowania w terenie zostaną wyznaczone punkty sytuacyjne (punkty poligonowe III klasy) własnej osnowy pomiarowej, założonej wzdłuż LO (linii odbioru). W celu aktualizacji uzbrojenia oraz wejścia w teren z bezpiecznym sytuowaniem punktów wzbudzania zostaną zakupione mapy ewidencyjne w skali 1:2000 i 1:10.000 w układzie "1965" lub inne przydatne w zrealizowaniu tego zdjęcia.

Założone dokładności określenia współrzędnych dla poszczególnych PW i PO ($m_0 < 0,3$ m) będą osiągnięte przez zastosowanie do prac geodezyjnych tzw. TOTAL STATION.

Dokładność prac geodezyjnych, według norm światowych 1:10.000, zostanie osiągnięta poprzez zastosowanie instrumentów GPS TRIMBLE 4000 Ssi oraz tzw. TOTAL STATION tj. zestawów teodolitów LEICA wzg. TOPCON, sprzężonych z dalmierzami oraz rejestratorami elektronicznymi (automatyczny zapis danych). PW i PO będą realizowane w terenie wg programów automatycznie uwidacznianych na wyświetlaczu rejestratora. Dane z rejestratora zostaną przesłane bezpośrednio do komputera PC, po kontroli, do Ośrodka ETO za pośrednictwem dyskietek. Przewiduje się średni błąd położenia punktu:

$$M_p < \pm 0,3 \text{ m,}$$

gdzie:

$$M_p = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + M_z^2}$$

przy czym na wartość błędu w SO% rzutuje dokładność punktów nawiązania w państwowej sieci geodezyjnej.

Wszystkie wyznaczone punkty pomiarowe będą zamarkowane w terenie palikami 40 cm (zagłębionymi w ziemię 38 cm) i zaznaczone "świadkami" do 1 m wysokości (wyższe niż uprawy), o kolorach: dla PO czerwonych, dla PW żółtych. Osnowa pomiarowa zostanie założona wg zasad przyjętych dla poligonizacji państwowej, tj. m.in. pomiar kątów w 2 położeniach lunety, dwukrotny pomiar odległości, wszystkie PO i PW wyznaczone bezpośrednio z osnowy, ciągi wiszące (ponad 1 stanowisko) są niedopuszczalne. Dowiązanie do sieci państwowej zostanie wykonane co 2-3 km. Zostanie wykonana również niwelacja geometryczna lub trygonometryczna wszystkich PO i PW i nawiązana do sieci państwowej. Osnowa zostanie założona wzdłuż projektowanych LO. PO będą tyczone wzdłuż linii prostych.

Numeracja punktów wzbudzenia i punktów odbioru oraz linii punktów wzbudzenia i linii punktów odbioru zostanie ustalona przed rozpoczęciem badań sejsmicznych w terenie.

Zostanie wykonana osnowa stabilizowana o trwałości co najmniej 6 miesięcy, narożniki pola stabilizowane będą w sposób trwały, a wszystkie punkty stabilizowane będą posiadały opis topograficzny. Dzienniki pomiarowe z zapisem automatycznym, prowadzone będą w centymetrach.

Lokalizacja punktów wzbudzeń zostanie wykonana z uwzględnieniem tabeli bezpiecznych odległości, wszystkie zmiany PW w uzgodnieniu z geofizykiem, z pomiarem kontrolnym w czasie wzbudzenia lub bezpośrednio po wykonaniu.

4. Ogólna charakterystyka geologiczna niecki podhalańskiej

(Oprac. : dr Józef Wieczorek)

Niecka podhalańska stanowi fragment centralno - karpackiego basenu paleogeńskiego, rozwiniętego na podłożu późno kredowych płaszczowin wewnętrznokarpackich. Niecka od północy wyraźnie jest ograniczona strukturą pienińskiego pasa skałkowego, z którą kontaktuje tektonicznie. Od południa granicę niecki stanowi masyw tatrzański. Granicę południową stanowi pasmo wychodni eocenu numulitowego spoczywającego sedymentacyjnie na płaszczowinach zbudowanych ze skał mezozoicznych. Granicę wschodnią niecki stanowi uskoku Ruźbachów (Druzbaków) interpretowany jako przedłużenie uskoku podtatrzańskiego i oddzielający nieckę podhalańską od Kotliny Popradzkiej. Granicę zachodnią niecki podhalańskiej stanowi uskoku Krowiarek (przedłużenie uskoku choczańskiego) oddzielający ją od niecki skoruszyńskiej. Nieckę wypełniają utwory paleogeńskie głównie eoceńskie i oligoceńskie o miąższościach przekraczających 2500 m. Geologia niecki poznana jest w wyniku badań powierzchniowych, wiertniczych i geofizycznych.

Ewolucja geodynamiczna niecki podhalańskiej

Niecka podhalańska jest strukturą powstałą w wyniku kilku faz tektonicznych. Generalnie rzecz biorąc jest to niecka śródgórska powstała po późno kredowych ruchach nasuwczych w Tatrach. Stanowi ona jedną z niecek otaczających masyw tatrzański wypełnionych w głównej mierze morskimi utworami paleogeńskimi.

W ewolucji geodynamicznej niecki podhalańskiej można wyróżnić kilka faz:

1. faza późno kredowych ruchów nasuwczych płaszczowin mezozoicznych budujących podłoże niecki;
2. faza krasowienia podłoża mezozoicznego niecki (późna kreda- wczesny paleogen);
3. wczesno eoceńska faza ekstensji prowadząca do założenia centralno karpackiego basenu paleogeńskiego, którego fragment stanowił basen Podhala;

4. główna faza dezintegracji platformy węglanowej (eocen numulitowy) i założenia basenu fliszowego (późny eocen)
5. kompresyjna faza sawska - wynurzenie obszaru niecki, powstanie równoleżnikowych stref tektonicznych, wyodrębnienie się pienińskiego pasa skałkowego;
6. kompresyjna faza styryjska prowadząca do przecięcia niecki (także Tatr i pienińskiego pasa skałkowego) uskokami południkowymi, wyodrębnienie się południkowej antykliny Białego Dunajca
7. późno micońskie ruchy przesuwcze wzdłuż dyslokacji myjawskiej (uskok Krowiarek między niecką podhalańską a skoruszyńską) i związane z nimi wyodrębnienie się niecki orawskiej
8. głównie po-micońskie wyniesienie masywu Tatr, ukształtowanie się współczesnych granic niecki podhalańskiej młode, późnoplioceniowe ? ruchy wzdłuż uskoku choczańskiego - lokalne nasunięcia płaszczowiny choczańskiej i krizniańskiej na krystalinik tatrzański na zachodnim brzegu Tatr
9. ruchy neotektoniczne, podnoszenie Tatr, obniżanie niecki orawskiej

5. Cel i uzasadnienie projektowanych badań sejsmicznych

(Oprac. : dr Józef Wieczorek)

Dla zmniejszenia ryzyka wykonania nietrafionych otworów wiertniczych niezbędne jest bardziej precyzyjne poznanie budowy geologicznej niecki, a w szczególności:

- jak najbardziej precyzyjne określenie spągu kompleksu fliszu podhalańskiego stanowiącego kompleks uszczelniający od góry zbiornik podhalańskich wód termalnych;
- określenie miąższości i zmian facjalnych eocenu numulitowego stanowiącego drugorzędny, ale ważny zbiornik wód termalnych;
- wydzielenie w podłożu niecki jednostek tektonicznych (określenie powierzchni nasunięć) w nawiązaniu do wyników dotychczasowych wierceń;
- określenie parametrów jednostki Białego Dunajca - jednostki regłowej stwierdzonej w podłożu niecki, bezpośrednio pod paleogenem, zbudowanej z utworów triasowych (dolomity i wapień), która stanowi główny zbiornik wód termalnych, obecnie już eksploatowany, a w szczególności:
 - sprecyzowanie rozciągłości jednostki Białego Dunajca w kierunku E-W,
 - sprecyzowanie rozciągłości tej jednostki w kierunku północnym, w kierunku pienińskiego pasa skałkowego, który stanowi raczej barierę dla zbiornika wód termalnych;
 - sprecyzowanie czy jednostka ta rzeczywiście wyklinowuje się w kierunku południowym (na północ od Poronina) i nie łączy się z jednostką triasową wyróżnioną w otworze Poronin PAN-1,
 - sprecyzowanie miąższości i wewnętrznej tektoniki jednostki Białego Dunajca
- Sprecyzowanie charakteru kontaktu pienińskiego pasa skałkowego stanowiącego barierę dla wód termalnych i niecki podhalańskiej (w tym jej podłoża) i rzeczywistego jego ułożenia w podłożu fliszu (tzn. kontaktu między jednostkami pienińskimi a jednostkami tatrzańskimi (zbiornikowymi));

- określenie rozciągłości jednostki Bańskiej, zbudowanej głównie z utworów kredowych (margle, kilkaset metrów miąższości) stwierdzonej w otworach Bańska IG 1 i Poronin PAN 1), która stanowi uszczelnienie (przynajmniej częściowe) zbiornika podhalańskich wód termalnych w strefie Poronin- Bańska. Jest prawdopodobne, że jednostka ta na północ od Poronina znajduje się bezpośrednio pod kompleksem fliszowym stanowiąc zarazem rodzaj bariery utrudniającej migrację wód termalnych między Poroninem a Białym Dunajcem.
- określenie stref uskokowych tnących kompleks fliszowy i podłoże mezozoiczne niecki, które mogą stanowić bądź bariery bądź dobre strefy migracji dla wód termalnych. W szczególności konieczne jest sprecyzowanie przebiegu i określenie parametrów uskoku Białego Dunajca przebiegającego w pobliżu pracujących dubletów geotermalnych i tnącego główny kolektor podhalańskich wód termalnych

W tym celu należałoby wykonać zdjęcie sejsmiczne 3D, którego cel geologiczny obejmowałby swym zasięgiem obszar od Furmanowej - Poronina po pieniński pas skałkowy czyli ok. 100 km².

Dla właściwego zinterpretowania sejsmiki powierzchniowej badania te winny być dowiązane do geofizyki otworowej .

6. Metodyka badań terenowych

(Oprac.: dr inż. Zygmunt Trzeźniowski)

Do ustalenia obszaru badań uwzględniono informacje:

- zawarte w opracowaniu pt. "Założenia geologiczne dla wykonywania zdjęcia sejsmicznego 3D w rejonie głównego kolektora wód termalnych Podhala", wykonanym przez dra Józefa Wieczorka z firmy GEOCONSULTING;
- przekazane przez dra J. Wieczorka w trakcie dyskusji w Dziale Głównego Geofizyka w dniu 3.11.99.

W projektowaniu parametrów metodycznych uwzględniono następujące dane:

- informacje dotyczące zadania geologicznego, które wymieniłem wyżej;
- dotychczas uzyskane dane sejsmiczne w rejonie projektowanych badań, a w szczególności informacje pochodzące z sekcji sejsmicznych 2D przed migracją i po migracji oraz odtworzenia rekordów połowych dla profili: 8-3-75K, 24A 587K, 24-5-87K, 25-7-87K, 26-5-87K, 28-5-87K,
- wyniki pomiarów prędkości średnich w otworach: Bańska IG-I, Maruszyna IG-I,
- zawarte w opracowaniu badań sejsmicznych dla tematu: Skoczów - Wadowice Sucha, rejon: Sucha - Tokarnia (flisz podhalański) - 1987, wykonanym przez mgr inż. K. Cianciare (GEOFIZYKA - Kraków);
- uwarunkowania ekonomiczno - finansowe, ustalone przez prezesów: Geotermii Podhalańskiej S.A. i Geofizyki - Kraków Sp. z o. o.;
- oraz własne doświadczenia zdobyte w projektowaniu dotychczas wykonanych przez GEOFIZYKĘ - Kraków badań sejsmicznych 3D w Polsce, na Słowacji i Ukrainie.

Aparatura i parametry rejestracji:

- aparatura I/O System 2000 lub II0 System Two w konfiguracji 840 kanałów aktywnych,
- krok próbkowania - 2 ms,
- długość rejestracji - 5.0 s,

- filtr 50 Hz - wyłączony,
- geofony SM - 24 o częstotliwości rezonansowej 10 Hz

Parametry rozstawu:

- ilość rozstawów elementarnych: 14,
- ilość kanałów w rozstawie elementarnym: 60, • ilość kanałów w patch'u nominalnym: 840,
- rozstawy środkowe bez okna,
- odległości między punktami odbioru: 50 m,
- odległości między liniami punktów odbioru: 200 m, • długość rozstawu elementarnego: 2950 m,
- szerokość rozstawu aktywnego: 2600 m, • "aspekt" patcha: 0.88,
- grupowanie 16 geofonów na kanał,
- sposób grupowania: cztery linie po cztery geofony w linii, a w miejscach dużych nachyleń terenu - grupowanie punktowe,
- odległości między geofonami i liniami geofonów: 3 m, • kierunek linii punktów odbioru: N-S,
- kierunek linii punktów wzbudzenia: W-E,
- początek układu współrzędnych: w narożniku SW, • ilość linii odbioru na obszarze zdjęcia: 45,

Parametry wzbudzenia:

- wzbudzenie w środkowym clusterze,
- ilość punktów wzbudzenia w clusterze: 4,
- odległości między punktami wzbudzenia: 50 m,
- odległości między liniami punktów wzbudzenia: 500 m, • ilość linii wzbudzenia na obszarze zdjęcia: 13,
- wzbudzenie fal: z zastosowaniem wibratorów Birdwagen MARK III,

- baza grupowania wibratorów: 30 m,
- sweep nieliniowy 3 dB/oct, *(będzie testowany)*
- zakres częstotliwościowy sweepu: 10 - 90 Hz, *(będzie testowany)*
- ilość sweepów na PW: 24 (bez przejazdu), *(będzie testowana)*
- długość sweepu: 14 s, *(będzie testowana)*
- czas nasłuchu: 5 s.

Parametry sejsmiczne:

krotność nominalna: 21,

krotność profilowania w kierunku zgodnym z liniami punktów odbioru: 3,

krotność profilowania w kierunku zgodnym liniami punktów wzbudzeń: 7,

maksymalny offset minimalny: 506,21 m,

offset maksymalny: 2016,49 m,

rozmiar bims: 25 [m] x 25 [m]

Badanie rozkładu prędkości w strefie przypowierzchniowej:

- mikroprofilowanie prędkości za pomocą sondy hydroforowej,
- głębokość pomiaru: 30 m,
- ilość hydrofonów w sondzie: 24;
- ilość mikroprofilowań dla badania SMP: 10, (zostanie ustalona w porozumieniu ze Zleceniodawcą);
- poziom odniesienia do liczenia poprawek statycznych: 600 m npm..

Podstawowe dane ilościowe prac polowych:

- powierzchnia punktów odbioru w [km²]: 78,76,
- powierzchnia zadania geologicznego (powyżej 50% krotności): ok. 43 km,
- powierzchnia punktów wzbudzania w [km²]: 40,50,
- powierzchnia binów w [km²]: 58,50,
- powierzchnia "celu geologicznego" w [km²]: ok. 43,00,
- ilość punktów odbioru: 8100,

- ilość punktów wzbudzenia: 1768,
- ilość punktów wzbudzenia na km²: 43,65,
- sumaryczna długość linii punktów odbioru: 402,75 km,
- sumaryczna długość linii punktów wzbudzenia: 87,75 km,
- ilość tras polowych: 1'478'880,
- ilość binów: 93'600.

Warunki terenowe:

- Karpaty,
- kategoria terenu: 25% - III, 75% - IV.

W celu zilustrowania projektowanej metodyki badań wykonano następujące rysunki:

Rys.1 . Schemat linii punktów odbioru (kropki niebieskie) i linii punktów wzbudzenia (kropki różowe).

Rys.2. Rozstaw aktywny (kropki żółte) na tle siatki linii punktów odbioru (kropki niebieskie) i linii punktów wzbudzenia (kwadraciki różowe). Sektor wzbudzenia na rozstawie aktywnym zaznaczono kwadracikami jasnoniebieskimi.

Rys.3. Rozkład krotności profilowania.

Rys.4. Rozkład krotności profilowania w narożniku zdjęcia.

Rys. 5. Rozkład offsetów minimalnych w centralnej części zdjęcia.

Rys. 6. Rozkład offsetów maksymalnych w centralnej części zdjęcia.

Prace doświadczalne

Prace doświadczalne, trwające jeden dzień, będą polegały na testowaniu parametrów wzbudzenia. Na rozstawie produkcyjnym zostaną wykonane testy:

- długości sweeput: 12s, 14s, 16s,
- rodzaju sweeput: liniowy, nieliniowy 3dB/oct, nieliniowy 6 dB/oct,
- zakresu częstotliwościowego: 8 - 96 Hz, 10 - 70 Hz, 10 - 90 Hz, 10 - 100 Hz.

Na podstawie wyników prac doświadczalnych zostaną ustalone ostatecznie testowane parametry badań.

7. Techniczny sposób wykonania badań

(Oprac.: mgr inż. Rudolf Pacek)

Badania terenowe będą prowadzone zgodnie z:

- Prawem Geologicznym i Górniczym oraz towarzyszącymi mu aktami prawnymi,
- postanowieniami zawartymi w koncesjach,
- zatwierdzonym Projektem Badań Sejsmicznych dla niniejszego tematu,
- Planem Ruchu zatwierdzonym przez OUG w Krakowie,
- Technicznym Projektem Badań Sejsmicznych.

Jako odbiorniki zostaną użyte geofony typu SM-24 o częstotliwości rezonansowej 10 Hz. Geofony będą połączone w wiązki po 8 sztuk i grupowane po 16 geofonów na kanał. Stan techniczny geofonów i kabli będzie kontrolowany zgodnie z instrukcją. Testowanie parametrów technicznych wibratorów (tzw. similarity) będzie wykonywane nie rzadziej niż raz dziennie przed rozpoczęciem prac produkcyjnych, a wyniki tych testów będą przechowywane przez Wykonawcę w ustalony sposób.

Do rejestracji fal zostanie zastosowana aparatura sejsmiczna Input i Output System Two lub System 2000. Będą wykonywane wszystkie testy sprawności aparatury przewidziane przez Producenta i stosowane przez Wykonawcę. Ponadto dzienne testy szumów rozstawu będą drukowane na papierze i dodatkowo zapisywane na taśmie, jako rekordy testowe.

Zasady postępowania w przypadku przesuwania PW

Przesuwanie punktów wzbudzenia na pozycje zastępcze będzie wykonywane przez specjalistę geofizyka w grupie sejsmicznej. Lokalizowanie miejsc na zastępcze punkty wzbudzenia będzie prowadzone przy współpracy z geodetą odpowiedzialnym za tyczenie pozycji punktów wzbudzenia. Pozycje zastępczych punktów wzbudzenia będą w pierwszej kolejności lokalizowane w tym samym clusterze i przesuwane o wielokrotność wymiarów bims. Jeżeli w

tym samym clusterze nie zostaną znalezione odpowiednie miejsca, to punkty zastępcze będą przesuwane do clusterów

sąsiednich. Przy przesuwaniu punktów wzbudzenia trzeba mieć na uwadze rozkład offsetów maksymalnych. Dopuszcza się takie przesuwanie punktów wzbudzenia, aby offsety maksymalne dla punktów przesuniętych nie przekroczyły 20% wartości teoretycznych offsetów maksymalnych.

8. Przewidywany cykl przetwarzania danych

(Oprac: mgr inż. Edward Gruszczyk)

I. Materiały źródłowe do przetwarzania

- Taśmy polowe z zarejestrowanymi danymi sejsmicznymi w formacie SEG-D.
- Dzienniki operatora.
- Dyskietki z danymi geodezyjnymi i geofizycznymi.

II. Projekt sekwencji przetwarzania

1. Zmiana formatu danych polowych z SEG-D na SFAM.
2. Wprowadzenie w nagłówki tras geometrii rozstawu i poprawek statycznych wyliczonych w terenie i kontrola danych geodezyjnych.
 3. Wyprowadzenie map kontrolnych dla: a) schematu PW i PO, b) elewacji, c) krotności profilowania dla różnych wartości maksymalnego offsetu, d) poprawek statycznych.
4. Edycja tras.
5. Kompensacja skutków dywergencji sferycznej.
6. Eliminacja anomalnych wartości amplitud (ZAP).
7. Sortowanie tras według CDP.
8. Wykonanie sumy wstępnej .
9. Wykonanie testów dla określenia optymalnych parametrów procedur przetwarzania oraz wykonanie, na podstawie uzyskanych wyników kolejnych etapów przetwarzania przed sumowaniem: filtracji wstępnej i wycinającej zakłócenia pochodzące od sieci energetycznych, dekonwolucji, wybielania widma sygnałów.
10. Wykonanie sumy z dekonwolucją.
11. Normalizacja amplitud z zachowaniem ich rzeczywistej relacji (SCAC).
12. Określenie poprawek statycznych w oparciu o pierwsze impulsy fali refrakcyjnej.
13. Wykonanie sumy z obliczonymi poprawkami statycznymi w punkcie 12.

14. Określenie ostatecznej wersji pola poprawek statycznych pierwszego rzędu i wpisanie go w nagłówki tras składowych do dalszego przetwarzania.
15. Wykonanie analiz prędkości 3D (średnio jedna analiza na 2 km²).
16. Obliczenie resztkowych poprawek statycznych powierzchniowo spójnych.
17. Wykonanie sumy z resztkowymi poprawkami statycznymi.
18. Powtórzenie przetwarzania zgodnie z punktami 15, 16, 17.
19. DM0 (DMO MONITOR, analizy prędkości jak w pkt. 15, DMO PROGRESIV STACK).
20. Uśrednienie (wygładzenie) pola prędkości dla celów migracji.
21. Testy migracji odnośnie rodzaju procedury migracji, jej optymalnych parametrów oraz odpowiedniego pola prędkości.
22. Wykonanie migracji - odtworzenia kontrolne analogiczne jak dla sum.

Przetwarzanie mające na celu określenie optymalnych wartości parametrów dla wykonania sumowania według WPG wykonane zostanie na trasach z wyrównaniem wartości amplitud w zadanych brankach czasowych. Suma końcowa i migracja zrealizowana będzie z zachowaniem rzeczywistych relacji amplitud i dodatkowo, jeśli będzie taka potrzeba, z wyrównaniem w zadanych brankach czasowych.

Przetwarzanie odbywać się będzie w kroku próbkowania 4 msec z czasowym zasięgiem przetwarzania 4 sek.

UWAGA: Zaleca się wykorzystanie uzyskanych wyników przetwarzania i interpretacji danych sejsmicznych do zbudowania modelu prędkościowego i głębokościowego, który posłużyłby do migracji głębokościowej przed składaniem. Procedura ta może w znaczący sposób poprawić prawidłowość odwzorowania budowy sejsmogeologicznej badanego obszaru.

9. Interpretacja i dokumentowanie wyników badań

(Oprac. mgr inż. M. Filo)

Przetworzone w systemie OMEGA dane z przeprowadzonych badań sejsmicznych w postaci danych po migracji 3D zostaną załadowane na stacje robocze i poddane procesowi interaktywnej interpretacji w systemie OASIIS lub LANDMARK.

Dotychczasowe nieliczne prace sejsmiczne 2D w rejonie niecki podhalańskiej nie pozwoliły na w miarę wiarygodne odtworzenie budowy geologicznej tego skomplikowanego pod względem geologiczno - strukturalnym rejonu (szczególnie dotyczyło to utworów mezozoicznego podłoża fliszu). W rejonie tym migracja 2D była nieskuteczna w eliminowaniu nałożenia sygnałów pochodzących od granic położonych po obu stronach płaszczyzny pionowej przechodzącej przez linię migrowanego profilu.

Wykonanie zdjęcia 3D i procedura migracji 3D powinna umożliwić poprawne zmigrowanie obrazu sejsmicznego, poprawić stosunek sygnału do zakłóceń, zwiększając również rozdzielczość poziomą obrazu sejsmicznego. Należy się spodziewać, że prace zrealizowane metodą 3D umożliwią na dokładniejsze rozpoznanie budowy geologicznej badanego rejonu.

Po analizie zarejestrowanego sygnału sejsmicznego, wyrównaniu fazy i wykonaniu dowiązań stratygraficznych. przewiduje się wykonanie korelacji odbić od następujących granic sejsmicznych:

- 2-3 granic w obrębie fliszu podhalańskiego;
- Flsp - spąg powierzchni nasunięcia fliszu podhalańskiego;
- K, J lub T - (1-2) granice sejsmiczne związane z refleksami od mezozoicznego stropu podłoża fliszu (utwory kredy, jury i triasu - lokalnie).

W oparciu o przeprowadzoną korelację granic sejsmicznych dla wlv granic opracuje się mapy (lub szkice) czasowe i strukturalne.

Mapy strukturalne będą wykonane po wnikliwej analizie i rozwiązaniu problemu rozkładu prędkości w oparciu o dane z wykonanych pomiarów geofizyki

wiertniczej w głębokich odwiertach, znajdujących się w obrębie projektowanego zdjęcia. Możliwe będą wariantowe sposoby odtworzenia budowy strukturalnej dla poszczególnych granic sejsmicznych jak też opracowanych map.

Po szczegółowej analizie warunków krawędziowych ewentualnych uskoków, podejmie się próby określenia głównych stref uskokowych tnących kompleks fliszowy i podłoże mezozoiczne w granicach obszaru zdjęcia. Dodatkowo dla wybranych granic wykona się mapy upadów i azymutów tych upadów. Dla zobrazowania przestrzennego rozkładu zmian tych atrybutów, mapy te zostaną odtworzone na tle map strukturalnych tych granic.

W zestawie materiałów graficznych, dokumentujących wyniki wykonanych badań sejsmicznych, przewiduje się dołączenie wybranych profili inline i crossline oraz czasowych przekrojów poziomych time slices (ilość i zakres czasowy do bieżącego uzgodnienia z Użytkownikami w trakcie opracowywania wyników). Wybrane przekroje zostaną poddane transformacji głębokościowej w ilości ok. 3-4 km na lkm2 zdjęcia.

Proponowane skale odtworzeń załączników graficznych:

- map czasowych, głębokościowych, rozkładu prędkości, atrybutów 1: 25 000
- czasowych przekrojów sejsmicznych /IL, XL, trawers/ - skala pozioma 1: 20 000
- skala pionowa 1 cm = 100 ms
- głębokościowe przekroje sejsmiczne - skala pozioma 1: 20 000
- skala pionowa 1 cm = 100 m

Poziom odniesienia załączników w domenie czasu (minimalizujący wprowadzane redukcje) będzie ustalony po zakończeniu prac geodezyjnych. Poziom odniesienia załączników w skali głębokościowej będzie wynosił: PO = poziom morza. Dopuszcza się zmianę przyjętych skal map i przekrojów sejsmicznych w trakcie spotkań roboczych z przedstawicielami Użytkownika.

Dokumentacja będzie wykonana w 5 egzemplarzach z następującym przeznaczeniem:

1. Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Geotermia Podhalańska - 4 egz.
2. Geofizyka - Kraków Sp. z o.o. - Wykonawca - 1 egz.

10. Zagadnienia ochrony środowiska

Badania sejsmiczne będą wykonywane zgodnie ze sztuką oraz z wszystkimi uwarunkowaniami zawartymi w Ocenie Oddziaływania na Środowisko dla koncesji.

This table shows the components that have to be measured in the river water, below point of dumping.

Component	Unit	Measured in the geothermal water in mg/dm ³	Limit in the river's water in mg/dm ³
SO ₄ ²⁻	mg/dm ³	1149,0	500
Cl ⁻	mg/dm ³	765,0	1000
B	mg/dm ³	8,11	1
F ⁻	mg/dm ³	0,91	15
Na ⁺	mg/dm ³	534,0	800
K ⁺	mg/dm ³	120,0	80
Fe ²⁺	mg/dm ³	7,41	10
Pb ²⁺	mg/dm ³	<0,05	0,5
As ²⁺	mg/dm ³	<0,05	0,2
Ba ²⁺	mg/dm ³	0,131	10
Zn ²⁺	mg/dm ³	0,076	2
Ni ²⁺	mg/dm ³	<0,010	2
V ²⁺	mg/dm ³	<0,005	2
Cd ²⁺	mg/dm ³	<0,003	0,1
Cu ²⁺	mg/dm ³	<0,005	0,5
pH		7,08	6,5 - 9
TDS	mg CaCO ₃ /dm ³	300	3500