



## Utilisation de l'énergie thermique dans la région de Podhale *Przesiębiorstwo Energetyki Ciepłej* *GEOTERMIA Podhalańska Spółka Akcyjna, Pologne*

### Résumé

Les principaux composants de ce projet énergétique sont les suivants:

#### A. Production et transmission de chaleur, notamment:

- sept puits géothermiques – trois pour la production et quatre pour la réinjection. Les puits de production extraient des eaux géothermiques de basse enthalpie (température entre 85 et 87,5 °C) du bassin de Podhale pour couvrir la demande de base en chaleur pour l'ensemble de la zone du projet;
- une centrale régionale de chauffage géothermique de base avec une capacité d'environ 38 à 43 MWt, fournissant 1 015 tJ de chaleur géothermique par an;
- deux chaudières à eau chaude alimentées au gaz et une station de réduction de la pression sur le réseau de gaz; avec une capacité totale de 33 MW, la centrale fournira 355 tJ de chaleur par an. Sur ce chiffre, 60 % seront produits par le chauffage au gaz et 40 % par l'extraction de chaleur supplémentaire des eaux géothermiques;
- une centrale au gaz naturel d'appoint d'une capacité de 48 MWt à Zakopane (22 MWt actuellement) et une centrale similaire à Nowy Targ (14 MWt prévus) pour une production combinée d'environ 73 tJ de chaleur par an;
- acquisition de terrains à petite échelle pour l'installation de nouveaux sites de forage, la construction de nouveaux bâtiments et l'agrandissement des bâtiments existants sur les sites de production.



Emplacement des puits géothermiques dans la vallée de Podhale: Puits rouges = puits existants et puits jaunes = puits prévus

#### B. Développement du réseau de distribution de chaleur

- construction d'un nouveau réseau de distribution de chaleur (environ 80 km) pour la région de Podhale et raccordement des consommateurs à ce réseau.
- infrastructure régionale de chauffage dans la région de Podhale – 20 km de nouvelles conduites pour le transport de l'eau chaude, deux gazoducs, connexions électriques et stations de pompage;

**C. Installation d'échangeurs et de mesureurs de chaleur** dans des logements individuels et d'autres bâtiments; ce composant inclut également la fourniture de divers outils et véhicules à la société chargée de la mise en œuvre.



Étude de cas 300: Przesiębiorstwo Energetyki Ciepłej  
GEOTERMIA Podhalańska Spółka Akcyjna, Pologne

### Domaine de l'utilisateur final

Nouveaux bâtiments  
Rénovation de bâtiments  
Transport et mobilité  
Instruments financiers  
Industrie  
Initiatives législatives (règlements, directives, etc.)  
Aménagement des espaces  
Communautés durables  
Comportement des utilisateurs  
Éducation  
Autre

### Public cible

Citoyens  
Ménages  
Propriétaires fonciers  
Écoles et universités  
Décideurs  
Pouvoirs locaux et régionaux  
Sociétés de transport  
Services publics  
Sociétés de services énergétiques  
Architectes et ingénieurs  
Institutions financières  
Autre

### Domaine technique

Efficacité énergétique  
Chauffage  
Climatisation  
Appareils  
Éclairage  
PCCE  
Chauffage urbain  
Énergie solaire  
Biomasse  
Énergie éolienne  
Géothermique  
Hydroélectrique  
Autre

## Contexte

Le principal objectif de développement du projet était de réduire la pollution atmosphérique issue des chaudières locales au charbon grâce à l'utilisation accrue de ressources énergétiques propres, telles que la chaleur géothermique et le gaz naturel dans la région de Podhale. Cet objectif devait être atteint via le développement d'un système géothermique de chauffage urbain doté d'une capacité d'appoint alimentée au gaz pour offrir du chauffage à sept municipalités de la région de Podhale. Pour ce faire, les systèmes de chauffage individuels ont été raccordés à un système efficace de chauffage urbain alimenté par des carburants propres et renouvelables. Le remplacement des carburants polluants a été effectué pour offrir un air plus propre et un plus grand confort aux habitants de la région. Des réductions significatives étaient attendues au niveau du nombre de maladies respiratoires, en raison de la diminution des émissions de particules liées à la combustion du charbon et du coke. Les améliorations proposées visaient également à réduire les dégâts environnementaux infligés à la faune et la flore dans les zones protégées et les parcs nationaux avoisinants. L'amélioration de la qualité environnementale de la région de Podhale devait également contribuer à renforcer son attrait pour les touristes.



## Objectifs

Les objectifs du projet sont résumés dans le tableau 1 ci-après.

**Tableau 1: Récapitulatif des objectifs du projet**

Benefits	Measured in Terms of:	Target Population
Cost savings; cleaner and more comfortable heat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Improved efficiency</li> <li>Reduced labor, fuel costs and other operating costs</li> <li>Deferred capital investments</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4,243 households in Zakopane and the villages</li> <li>172 large customers in Zakopane and the villages</li> <li>Customers of former DH company in Zakopane (Tatry)</li> <li>Customers of DH company in Nowy Targ</li> </ul>
Improved air quality and improved health as a result	Reduced local concentrations of air pollutants, mainly TSP/PM10	<ul style="list-style-type: none"> <li>All residents living in seven municipalities, but especially in Zakopane and Nowy Targ</li> <li>Tourists in the Podhale region</li> </ul>
Global benefits	Reduced CO2 emissions	Global community
Demonstration of geothermal energy	Commercially and economically viable geothermal project	Poland and elsewhere in Central and Eastern Europe

## Processus

### Phase 1 (1993-1995):

- 1.1. Développement et exploitation d'une centrale pilote reposant sur le premier doublet géothermique (deux puits, un pour la production et l'autre pour la réinjection - Doublet #1) de Banska Nizna et Bialy Dunajec.
- 1.2. Raccordement de plus de 200 ménages à la centrale pilote située à proximité via un petit réseau de distribution de chauffage urbain.

Vente de 0,1 million de GJ de chaleur par an à la fin de la phase 1.

### Phase 2 (1996-2000):

- 2.1. Forage d'un deuxième doublet géothermique (Banska PGP 1 et Bialy Dunajec PGP 2, à savoir le doublet #2 a) (terminé).
- 2.2. Construction d'une centrale géothermique de base à Banska Nizna (terminée).
- 2.3. Construction d'une ligne de transmission du chauffage urbain de 3,5 km vers Zakopane (terminée).
- 2.4. Expansion du réseau de distribution du chauffage urbain de Bialy Dunajec (terminée).
- 2.5. Conversion aux échangeurs de chaleur pour 27 ménages de Bialy Dunajec (terminée).
- 2.6. Construction d'une centrale d'appoint au gaz d'une capacité de 22 MWt à Zakopane (terminée).
- 2.7. Expansion du réseau de distribution du chauffage urbain de Zakopane (en cours).
- 2.8. Conversion de neuf chaudières au charbon en échangeurs de chaleur et raccordement au réseau de chauffage urbain (terminée).
- 2.9. Conversion de grands comptes et raccordement au réseau de chauffage urbain (en cours).



Étude de cas 300: Przesiębiorstwo Energetyki Ciepłej  
GEOTERMIA Podhalańska Spółka Akcyjna, Pologne

- 2.10. Tests hydrogéologiques des puits géothermiques (à Poronin, Bialy Dunajec, Furmanowa, Chochołow et Baska) en vue d'une estimation des ressources (terminés).
- 2.11. Achèvement du réseau de transmission du chauffage urbain de Zakopane (environ neuf km).
- 2.12. Expansion de la capacité de la centrale d'appoint de Zakopane à 32 MWt.
- 2.13. Conversion de 18 chaudières en échangeurs de chaleur et raccordement au réseau de chauffage urbain de Zakopane, ainsi qu'à 75 grands comptes.
- 2.14. Forage du puits d'injection PGP 3 (Doublet #2 b).
- 2.15. Agrandissement du réseau de distribution du chauffage urbain de Zakopane (environ 2 100 clients individuels).
- 2.16. Construction d'un nouveau bâtiment administratif.

Vente de 0,7 million de GJ de chaleur par an à la fin de la phase 2.

#### Phase 3A (2000-2001):

- 3.1. Mise en service d'un nouveau doublet géothermique (puits PGP 4 et PGP 5 - Doublet #3).
- 3.2. Expansion des réseaux de distribution du chauffage urbain de Koscielisko, de Bialy Dunajec et de Poronin (3 grands comptes et environ 130 clients individuels).
- 3.3. Construction d'une pompe à chaleur par absorption, d'une station de réduction de la pression et de deux gazoducs.

Vente de 0,8 million de GJ de chaleur par an à la fin de la phase 3A.

#### Phase 3B (2001-2004):

- 3.4. Expansion de la capacité de la centrale d'appoint de Zakopane à 48 MWt.
- 3.5. Agrandissement des réseaux de distribution du chauffage urbain de Poronin et de Bialy Dunajec (principalement des clients individuels, 1 200).

Vente de 0,9 million de GJ de chaleur par an à la fin de la phase 3B.

#### Phase 4 (2001-2004):

- 4.1. Construction de la principale ligne de transmission du chauffage urbain vers Nowy Targ (7 km) – 2001.
- 4.2. Construction d'un réseau de distribution du chauffage urbain à Szaflary (environ 600 clients individuels).
- 4.3. Construction d'une centrale géothermique de base à Nowy Targ.
- 4.4. Construction d'une centrale d'appoint au gaz à Nowy Targ (14 MWth).
- 4.5. Extension du réseau existant de distribution du chauffage urbain de Nowy Targ (environ 3 km).

Vente de 1,2 million de GJ de chaleur par an à la fin de la phase 4.

La réalisation de la phase 4 est suspendue pour le moment, le réseau n'est donc guère susceptible d'être étendu dans la direction de Nowy Targ. Ce sont plutôt de nouvelles idées en vue de l'utilisation des besoins en chaleur qui ont été mises au point, avec notamment l'utilisation des eaux géothermiques des sources minérales de Zakopane et de Bańska Nizna. Les ventes de chaleur ont fait l'objet d'une mise à jour et sont désormais nettement inférieures à celles d'origine.

### Ressources financières et partenaires

1995 a marqué l'engagement de la Banque mondiale dans le projet environnemental et de chauffage urbain de Podhale. Cet engagement a entraîné l'octroi d'un prêt de 38,2 millions d'USD. À l'instar de la Banque mondiale et d'autres institutions financières nationales et internationales, le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) a participé au projet à hauteur de 5,5 millions d'USD. L'attention du FEM a été attirée par l'importante diminution des émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) entraînées par le passage des combustibles fossiles à l'énergie géothermique. Cette réduction a été estimée à 110 000 tonnes de CO<sub>2</sub> par an et à plus de 2,6 millions de tonnes au cours de la durée du projet.

La subvention du FEM a été approuvée en 2000 et basée sur la réduction attendue de 2,6 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> pendant toute la durée du projet, soit un coût incrémentiel d'environ 3 USD par tonne. Afin de justifier la



Étude de cas 300: Przesiębiorstwo Energetyki Ciepłej  
GEOTERMIA Podhalańska Spółka Akcyjna, Pologne

quantité réelle de soutien apporté, la génération de rapports de surveillance et d'évaluation a été réclamée entre 2001 et 2004.

PEC Geotermia Podhalanska: Financing Plan for the YEARS 2000 to 2004

Applications	PLN Million			US\$ Million	Percent
	Local	Foreign	Total		
Project Investment	153.3	94.6	247.9	56.7	80.9%
Financing Costs	3.2	24.8	28.0	6.2	9.2%
Changes in Cash/Working Capital	27.1	-	27.1	5.9	8.8%
Miscellaneous	1.2	0.5	1.7	0.5	0.5%
M&E of GHG Abatement	0.8	0.8	1.6	0.4	0.5%
<b>Total</b>	<b>185.5</b>	<b>120.7</b>	<b>306.2</b>	<b>69.6</b>	<b>100.0%</b>
<b>Sources</b>					
Internally Generated Funds	50.1	-	50.1	10.7	15.4%
Equity	7.3	-	7.3	1.7	2.4%
Grants	-	80.8	80.8	19.0	27.3%
Phare II	-	45.0	45.0	10.5	15.1%
GEF	-	22.6	22.6	5.4	7.8%
USAID	-	10.5	10.5	2.5	3.6%
DEPA Grant	-	2.6	2.6	0.6	0.9%
IBRD Loan	-	168.0	168.0	38.2	54.9%
<b>Total</b>	<b>57.4</b>	<b>248.7</b>	<b>306.2</b>	<b>69.6</b>	<b>100.0%</b>

## Résultats

En 2003, le système géothermique de chauffage urbain était constitué des éléments suivants:

### Réseau de chauffage urbain:

La longueur totale du réseau de chauffage urbain était d'environ 60 km.

### Chaudières:

Centrale géothermique de base: située à Banska Nizna, installation de 3 échangeurs de chaleur, présentant chacun une capacité de 7,5 MWth. Cette centrale est située à proximité des puits de production et de réinjection et inclut un système technologique constitué d'un système de traitement des eaux à recirculation, d'un système d'expansion et de pompes de circulation présentant une capacité de 3x470 m<sup>3</sup>/h.

### Centrale d'appoint au gaz:



Figure 3: Chaudières d'appoint

Située à Zakopane, elle dispose de deux chaudières alimentées au gaz avec une capacité de 10 MWth, couplées à des économiseurs (1 MWth chacun) pour la récupération de la chaleur de condensation provenant des gaz de combustion. Elle compte aussi 3 échangeurs de chaleur, dotés chacun d'une capacité de 17 MWth, pour séparer le système principal du système de distribution. Sont également inclus trois moteurs à gaz présentant une capacité thermique de 3x700 kW et une capacité électrique de 3x550 kW, ainsi qu'une autre chaudière dotée d'une capacité de 14,7 MWth, à alimenter au gaz ou au mazout.



Étude de cas 300: Przesiębiorstwo Energetyki Ciepłej  
GEOTERMIA Podhalańska Spółka Akcyjna, Pologne

Anciennes chaudières Tatry

28 chaufferies reprises par Geotermia au début du projet ont essentiellement été détournées des combustibles fossiles (charbon/coke, mazout, gaz) pour recevoir la chaleur du système géothermique. À la fin 2003, seule une chaufferie (Pardalowka) n'était pas encore raccordée (utilisant le gaz naturel).

Le tableau 2 ci-après présente la répartition des différentes sources d'énergie sur les anciennes chaudières Tatry. Il explique l'évolution réelle des combustibles utilisés par ces chaufferies qui n'étaient pas encore raccordées au système géothermique de chauffage urbain.

Tableau 2: sources d'énergie des anciennes chaufferies Tatry (évolution réelle)

Energy source former tatry boiler		1999	2000	2001	2002	2003
coal/coke	Number	12	5	3	0	0
gas	Number	5	5	4	2	1
oil	Number	2	2	2	1	0
geothermal sys	Number	9	16	19	25	27
<b>Total</b>	<b>Number</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>

Tableau 3: Utilisation réelle de combustibles 1999-2002

Heat Production Actual	Unit	1999	2000	2001	2002	2003
Geothermal Plant	GJ	22,450	22,600	41,428	160,927	205,400
Peak load plant total	GJ	70,158	97,594	132,958	76,342	49,945
Gas boilers	GJ	70,158	97,594	112,000	42,703	48,775
Oil	GJ					1,170
CHP	GJ	0	0	20,958	33,639	0
Tatry Boilers	GJ	60,699	41,165	31,532	20,918	13,943
<b>Heat Production total</b>	<b>GJ</b>	<b>153,307</b>	<b>161,359</b>	<b>205,918</b>	<b>258,187</b>	<b>269,288</b>

Les contributions réelles au fonctionnement pour les années 1999 à 2003 sont décrites comme suit:

Operating Inputs Actual	Unit	1999	2000	2001	2002	2003
Electricity	MWh	1,082	1,002	-2,903	-2,191	6,354
Natural Gas	TCM	2,768	3,529	5,205	3,521	1,969
	MWh	29,334	37,399	55,149	37,312	19,307
Coal, Culm	Tons	1,721	515	86		0
	MWh	13,292	3,980	663		0
Oil	Tons	62	103	67	24	33.4
	MWh	759	1,256	823	293	409
<b>Total</b>	<b>MWh</b>	<b>44,467</b>	<b>43,637</b>	<b>53,732</b>	<b>35,414</b>	<b>26,070</b>

**Contribution au développement durable:**

Le principal objectif de développement du projet était de réduire la pollution atmosphérique issue des chaudières locales au charbon grâce à une utilisation accrue de ressources énergétiques propres, telles que la chaleur géothermique et le gaz naturel dans la région de Podhale, dans le sud de la Pologne. Cet objectif devait être atteint *via* le développement d'un système géothermique de chauffage urbain doté d'une capacité d'appoint alimentée au gaz pour offrir du chauffage à sept municipalités de la région de Podhale. Ce résultat a été obtenu en déplaçant les systèmes de chauffage individuels et en raccordant leurs utilisateurs à un système efficace de chauffage urbain alimenté par des combustibles propres et renouvelables. Le remplacement des combustibles polluants devait offrir un air plus propre et un plus grand confort aux habitants de la région. Des réductions significatives étaient attendues au niveau du nombre de maladies respiratoires, en raison de la



Étude de cas 300: Przesiębiorstwo Energetyki Ciepłej  
GEOTERMIA Podhalańska Spółka Akcyjna, Pologne

diminution des émissions de particules liées à la combustion du charbon et du coke. Les améliorations proposées visaient également à réduire les dégâts environnementaux infligés à la faune et la flore dans les zones protégées et les parcs nationaux avoisinants. L'amélioration de la qualité environnementale de la région de Podhale devait également contribuer à renforcer son attrait pour les touristes.

**Données environnementales:**

Même si elle n'était généralement pas mauvaise comparée à certaines zones industrialisées du centre ou de l'est de l'Europe, la qualité de l'air à Zakopane, et particulièrement à Nowy Targ, était caractérisée par des niveaux élevés de particules en suspension liés à la combustion du charbon pendant les mois les plus froids.

L'impact du projet sur d'autres milieux environnementaux devait aussi être pris en considération. Mal conçus ou utilisés, les systèmes géothermiques peuvent poser certains risques de contamination de l'eau potable. Ce projet utilise toutefois une conception en circuit fermé, qui minimise les risques encourus. L'eau est transmise aux échangeurs de chaleur, puis réinjectée dans le réservoir sans entrer en contact direct avec le consommateur ou l'environnement. La minéralisation des eaux géothermiques utilisées pour le projet réside essentiellement dans la fourchette 0,2 – 0,4 g/l, mais dans certaines strates du réservoir géothermique, elle peut atteindre environ 3,0 g/l. Ce niveau de salinité n'en est pas moins remarquablement bas, en comparaison avec d'autres réservoirs géothermiques actuellement en cours de développement en Pologne et ailleurs en Europe. Le déversement de l'eau géothermique dans les torrents de montagne situés à proximité d'un parc national est néanmoins considéré comme indésirable. C'est pourquoi le système a été conçu en circuit fermé.

**Émissions de gaz à effet de serre du projet:**

L'objectif environnemental global associé était de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> afin d'aider la Pologne à remplir ses obligations internationales au niveau de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC). La réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) tels que le CO<sub>2</sub> devait constituer un motif supplémentaire incitant le gouvernement polonais à poursuivre le projet. Pour l'ensemble de la zone couverte par le projet, on attendait une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de 2,7 millions de tonnes entre 1995 et 2024.

**Enseignements tirés et reproductibilité**

Les bénéfices indirects de cette démonstration d'une utilisation économiquement viable à l'échelle industrielle de l'énergie géothermique reviennent à l'ensemble du pays et de la région. L'expérience positive au niveau de la réalisation du projet devait contribuer à la reproduction de projets géothermiques de chauffage urbain à grande échelle, non seulement en Pologne, mais aussi dans l'ensemble de la région d'Europe centrale et de l'Est.

Les projets géothermiques sont gourmands en capitaux, avec d'importants coûts d'investissement d'entrée de jeu qu'il était difficile d'évaluer avec précision en raison des incertitudes liées aux coûts de forages et au rendement des réservoirs. Les coûts de forage et le rendement des puits ayant été, à ce jour, meilleurs que prévus, le plan d'achèvement du projet a donc revu à la baisse les ressources géothermiques en intégrant dans la conception du projet une centrale d'appoint au gaz. En raison des importants besoins en matière d'investissement, le niveau tarifaire et le taux de pénétration du marché sont d'une importance capitale pour la viabilité financière. La fusion avec la société Tatry DH a garanti la conversion des 28 chaufferies desservant le système de chauffage urbain de Zakopane. Des analyses poussées du marché ont été utilisées pour personnaliser les propositions pour 172 grands comptes et pour mettre au point des estimations réalistes quant au nombre de ménages dont on peut raisonnablement s'attendre à ce qu'ils passent à l'énergie géothermique. Des études de rentabilité incrémentielle ont été utilisées pour sélectionner l'ordre des zones sélectionnées pour le service géothermique, ainsi que les limites qui leurs sont imposées. Ces procédures de planification méritent d'être reproduites dans d'autres projets comparables.



Étude de cas 300: Przesiębiorstwo Energetyki Ciepnej  
GEOTERMIA Podhalańska Spółka Akcyjna, Pologne

**Contact pour plus d'informations:**

Site web du projet: <http://www.geotermia.pl/>

Organisation / Agence: Przesiębiorstwo Energetyki Ciepnej, GEOTERMIA Podhalańska Spółka Akcyjna

Principal contact:

Adresse: Biuro: 34-500 Zakopane ul. Nowotarska 35a

Tél.: (018) 201 50 41, 201 50 42, 201 50 43

Fax: (018) 201 50 44

E-mail: [geoterm@geotermia.pl](mailto:geoterm@geotermia.pl)

Site web: <http://www.geotermia.pl/>

Rapports imprimés ou autres documents disponibles:

Titre:

Coût:

Autres contacts: