



# Gazociągi w obszarach górniczych

## Gas Pipelines in Undermined Areas

Jitka MUČKOVÁ<sup>1)</sup>, Pavel ČERNOTA<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Ing., Ph.D.; Institute of Geodesy and Mine Surveying, Faculty of Mining and Geology, VŠB – Technical University of Ostrava, 17.listopadu 15, 708 33 Ostrava, Czech Republic; e-mail: jitka.muckova@vsb.cz, tel.: (+420) 597 323 303

<sup>2)</sup> Ing., Ph.D.; Institute of Geodesy and Mine Surveying, Faculty of Mining and Geology, VŠB – Technical University of Ostrava, 17.listopadu 15, 708 33 Ostrava, Czech Republic; e-mail: pavel.cernota@vsb.cz, tel.: (+420) 597 321 234

### Streszczenie

W artykule opisano wpływ górnictwa podziemnego na struktury liniowe na powierzchni, mianowicie gazociągi. W tym celu utworzono stację obserwacyjną na odcinkach rurociągów odgazowania i azotu będących własnością firmy Green Gas DPB. Stacja obserwacyjna przecina granicę zagłębia w obszarze wydobywania Łazy. Do pomiarów użyto technologii GNSS-RTK, a zarejestrowane w Datum of Uniform Trigonometric Cadastral Network wartości były, w celu dokładniejszego oszacowania ruchów powierzchniowych mających wpływ na rurociągi odgazowania i azotu, przekształcone w wybrany lokalny system współrzędnych, a zmiany w długości poszczególnych odcinków rurociągów były ograniczone przez punkty stacji obserwacyjnej, jak również opadanie punktów bazowych.

### Summary

In the present article, we address the impact of underground deposit mining on linear structures on the surface, namely gas pipelines. With this purpose in mind, an observation station was created on sections of the common route of the degasation and nitrogen pipeline in the possession of Green Gas DPB, a.s. company. The observation station intersects the border of the subsidence basin in the extraction area of Łazy. For measurements we used the GNSS-RTK technology and the values registered in the Datum of Uniform Trigonometric Cadastral Network were, for purposes of a more appropriate evaluation of surface movements impacts on the degasation and nitrogen pipelines, converted to a selected local coordinate system and changes in lengths of individual pipeline sections delimited by the points of the observation station were evaluated, as well as the subsidence of base points.

Słowa kluczowe: górniczy efekt powierzchniowy, zapadlisko górnicze, dynamiczny efekt górniczy, zagłębie

Keywords: mining surface effect, mining subsidence basin, dynamic mining effect, mining subsidence

### Wprowadzenie

Górnictwo podziemne zasobów mineralnych niesie ze sobą efekt przesunięcia i deformacji masywu, które nie objawia się nie tylko wewnątrz obszarów masywu, ale również na powierzchni, gdzie ma miejsce przekształcenie podłoża na zasadzie poruszania się poszczególnych punktów obszaru w kierunku powierzchni wydobywania i tworzenie się zapadlisk. W odniesieniu do obecnego stanu wiedzy, skierowany w dół ruch punktów ponad obszarami otwartymi jest trójwymiarowy, krzywoliniowy i zmienny z perspektywy czasu. Ten trójwymiarowy ruch rozkłada się na ruch pionowy odnoszący się do zapadliska oraz poziomy odnoszący się do wciósów. [1].

Wszystkie struktury położone w obszarze zapadliska są narażone na deformację powierzchni. Wśród tych struktur znajdują się również gazociągi.

W artykule skupiono się na odcinkach rurociągów odgazowania i azotu będących własnością firmy Green Gas DPB.

Ze względów bezpieczeństwa, rurociąg odgazowania przewodzi gaz kopalniany zawierający metan

### Introduction

The underground mining of mineral resources is accompanied with movements and deformations of the massif which do not manifest only above open, extracted spaces inside the massif, but it can manifest itself on the surface where a reshaping of ground takes place on the basis of the movement of individual points in the concerned area towards the centre of the extracted surface and of the creation of the subsidence basin. According to the present knowledge, the downward movement of points above open spaces is three-dimensional, curvilinear and uneven from the temporal perspective. This three-dimensional movement is decomposed into a vertical movement referred to as subsidence and a horizontal component of the movement, referred to as shear [1].

All structures situated in the area of the subsidence basin are impacted by the deformation of the surface. Among these structures we find also the gas pipelines.

In the present article we focus on sections of the common route of the degasation and nitrogen pipeline in the possession of the Green Gas DPB, a.s. company.

For safety reasons, the degasation pipeline conducts the firedamp containing methane from mine to

z kopalni na powierzchnię. Następnie gaz kopalniany może być użyty w celach energetycznych. Azot używany jest w pracach kopalnianych jako zabezpieczenie przed wyjątkowymi wypadkami i w tym celu jest dostarczany rurociągiem azotowym.

### **Tworzenie się zapadlisk podczas wydobycia węgla metodą wybierania ścianowego**

Ruchy skał mogą być wytłumaczone przez fakt, że po wydobyciu części złoża powstają puste przestrzenie, które natychmiast lub po pewnym okresie czasu w konsekwencji naprężenia otaczających skał mogą wypełnić się ponownie większymi lub mniejszymi fragmentami skał lub może wystąpić zbiegnięcie się złóż leżących pod i nad pustą przestrzenią.

Ruch zaczyna się zwykle po pewnym okresie czasu kiedy skoncentrowane ciśnienie skał przekroczy opór. Ruchy warstwy leżącej powyżej, a tym samym powierzchni, zależy od wielu czynników pierwotnych i wtórnych. Do pierwotnych można zaliczyć:

- właściwości mechaniczne skał leżących ponad obszarem wydobycia i ich otoczenie
- warunki geologiczne złoża
- kąt graniczny nadkładu, zasięg powierzchni nad pracami wydobywczymi
- głębokość złoża pod powierzchnią ziemi
- znaczenie wydobycia złoża
- postęp czasowy i czas trwania ruchów [4].

Zapadlisko powstaje zgodnie z zależnością funkcyjną ruchu pionowego (zapadlisko) punktów powierzchniowych a czynniki pierwotne i parametry od jakich ten ruch zależy to [1]:

gdzie:

- $s$  – oznacza zapadlisko,
- $M$  – to grubość pokładu,
- $a$  – to parametr ekstrakcyjny,
- $e$  – to parametr akcji oraz
- $z$  – to czynnik czasu.

Wszystkie te wartości są zmienne i muszą być wyznaczone oddzielnie dla każdego punktu powierzchni zapadliska.

Jak już zostało wspomniane we wprowadzeniu, ruch punktów skierowany w dół jest trójwymiarowy, zorientowany w kierunku środka powierzchni nad obszarem wydobycia i składa się on ze składnika pionowego  $s$  (zapadlisko) oraz składnika poziomego  $v$  (wcios). Rys. 1. przedstawia schematycznie osiadanie powierzchni zapadliska.

the surface. Subsequently, the firedamp can be used as energetic material. The nitrogen is used in mine workings as prevention of various exceptional incidents or as its recovery and for this purpose it is supplied in the nitrogen pipeline.

### **Creation of the subsidence basin during coal deposits extraction by longwall mining**

Movements of the overlying rock can be explained by the fact that after the extraction of the part of the deposit, an empty space is created which immediately or after a period of time, as a consequence of a concentrated tension in the surrounding rock, will fill again with bigger or smaller fragments of rock or an elastic convergence of the underlying and overlying bed will occur.

The movement usually begins after a certain period of time when the concentrated pressure of the rock exceeds the resistance to the deformation or rupture. The movements of the overlying strata, and thus the surface as well, depend on numerous primary and secondary factors. The primary ones are as follows:

- mechanical properties of the overlying and surrounding rock;
- geological conditions of the bedding;
- angle limit of affected overburden, surface extent of extraction works;
- depth of the deposit under the surface;
- means of extraction of deposits;
- temporal progression and duration of movements [4].

The subsidence basin is created in line with the functional dependency with the vertical movement (subsidence) of surface points on one side and the primary factors and parameters on which this movement depends [1]:

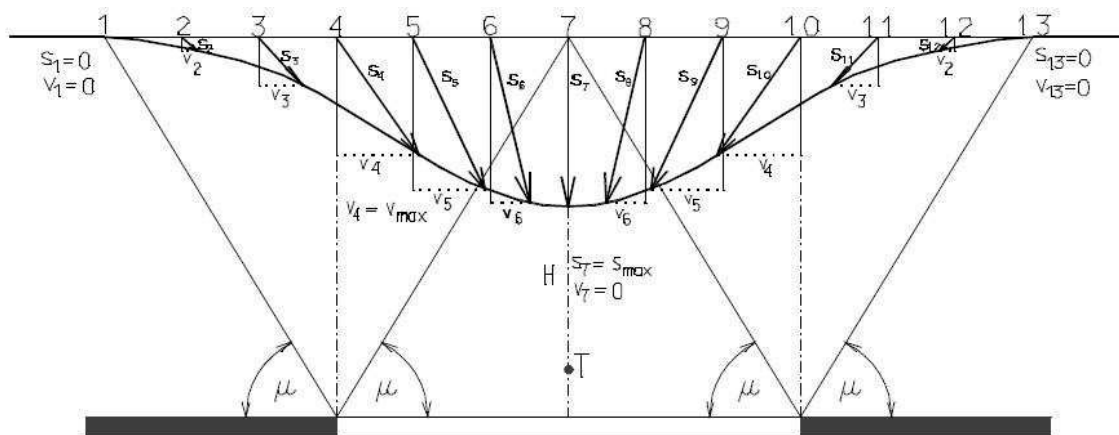
$$s = f(M, a, e, z) \quad (1)$$

where:

- $s$  – stands for subsidence,
- $M$  – for seam thickness,
- $a$  – for extraction parameter,
- $e$  – for action parameter,
- $z$  – for time factor.

All these values are variable and need to be determined separately for each point on the surface, the subsidence of which is calculated.

As we mentioned in the introduction, the downward movement of points is three-dimensional, oriented towards the centre of the extracted surface and it is decomposed into a vertical component  $s$  (subsidence) and a horizontal component  $v$  (shear). Figure 1 depicts schematically the downward movement of the surface in the subsidence basin.



Rys. 1  
Osiadanie powierzchni w różnych miejscach  
zapadliska

Fig. 1  
Downward movement of the surface in various places  
of the subsidence basin

Rozciągłość zapadliska na powierzchni jest czynnikiem nadrzędnym dla zrzutowania powierzchni pokładu i zależy od głębokości złoża  $H$  i kąta granicznego efektu  $\mu$ . Zależność ta jest wyrażona przez promień powierzchni efektywnej  $r_{\text{úč}}$  [1]:

$$r_{\text{úč}} = H \cdot \cot g \mu \quad (2)$$

Kąt graniczny jest kątem utworzonym przez połączenie linii krawędzi powierzchni z punktem powierzchni wykazującym ruchy o pewnej wielkości podczas których struktura powierzchni nie zostaje uszkodzona. Wewnątrz rzutu powierzchni nie występuje „pełne zapadanie się”  $S_{\text{max}}$  na krawędzi powierzchni, lecz w odległości  $r_{\text{úč}}$ .

Można zdefiniować zasadę poruszania się punktu w zapadlisku na podstawie pomiarów ruchów powierzchni przy użyciu metod bezpośrednich lub pośrednich.

Ostateczny kształt zapadliska nie powstaje od razu, lecz jest procesem stopniowym zależącym od zaawansowania praca wydobywczych. (Rys. 2). Każdy punkt zapadliska musi przejść wszystkie stadia przeobrażenia. Jest to ważne w przypadku struktur liniowych, które często przechodzą przez całe zapadlisko; ich poszczególne odcinki penetrują obszar o wyższych wartościach nachylenia i deformacji poziomej [2].

### Struktury liniowe obszarów górniczych

Przez struktury liniowe rozumie się struktury o jednym wymiarze dominującym nad innymi, tj. długość dominująca nad szerokością i wysokością. Jest to kwestia dróg, sieci elektrycznych, gazociągów, tam ochronnych itp.

The extent of the subsidence basin on the surface is superior to the projection of the extracted surface of the seam and depends on the depth of the deposit position  $H$  and on the angle limit of the  $\mu$  effect. This overlap is expressed by the radius of the full effective surface  $r_{\text{úč}}$  [1]:

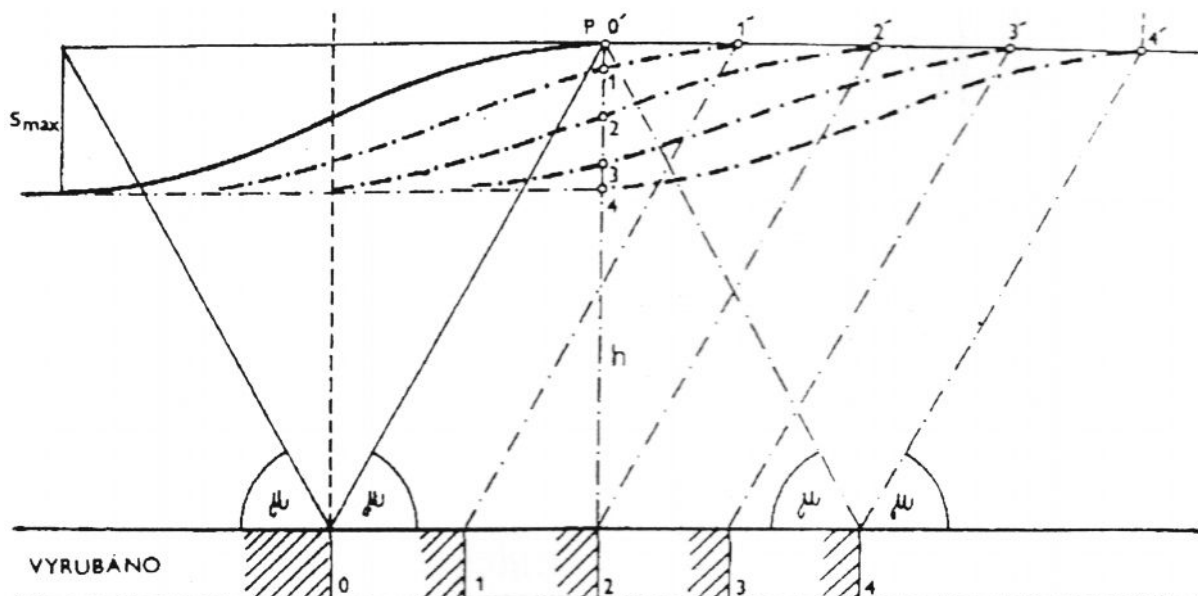
The angle limit  $\mu$  is an angle formed by the connecting line of the edge of the extracted surface with a point on the surface manifesting the movements of the surface of a certain magnitude during which the surface structures of certain type are not damaged. Inside the projection of the extracted surface, the “full subsidence”  $S_{\text{max}}$  does not occur on the edge of the extracted area, but in the distance  $r_{\text{úč}}$ .

We can define the rules of point movements in the subsidence basin on the basis of measurements of the surface movements using the direct or indirect method.

The final shape of the subsidence basin is not created all at once but it is a gradual process depending on the advancement of the working face (Fig. 2). Each point of the subsidence basin has to undergo all stages of the dynamically created subsidence basin. This is important in the case of linear structures which often pass through the entire subsidence basin; its individual sections penetrate transiently into the area with higher values of inclination and horizontal deformations [2].

### Linear structures in the undermined area

By linear structures we understand structures with one dimension predominating the others, i.e. the length predominating the width and the height. It is the case of roads, electrical wiring, sewerage, gas pipelines, protection dams etc.



Rys. 2  
Dynamiczny rozwój zapadliska

Fig. 2  
Dynamic development of the subsidence basin

Znając kształt tych struktur, wpływ górnictwa prezentuje się odmiennie na innych strukturach jako że długość struktury liniowej jest często dominująca w porównaniu do długości zapadliska i jest to sprawa różnych odcinków, które w odniesieniu do różnych efektów wydobywania mogą być przyczyną uszkodzenia. Z tego względu konieczne jest monitorowanie struktur i minimalizacja lub eliminacja konsekwencji płynących z czynności wydobywczych przez użycie korekcji.

W artykule skupiono się na rurociągu odgazowania i azotu będącego własnością firmy Green Gas DPB, który został oddany do użytku w 1994 i przecina obszar wydobywania Lazy. Rurociąg jest usytuowany na granicy zapadliska od 2001–2010 (Rys. 6). W połączeniu z planem wydobywania kopalni Karvina, szacuje się, że zapadlisko rozszerzy się tak jak jest to przedstawione w raporcie EIA na lata 2011–2015 (Rys. 7).

Rurociąg odgazowania o moderowanym ciśnieniu składa się z rury spawanej ze szwem śrubowym DN 500 i jest wspierana przez stalowe ramy (stojaki). Montaż na stojakach jest zaprojektowany jako przesuwany z wyjątkiem punktów przymocowania na początku i na końcu wyżej wspomnianego rurociągu.

Rurociąg azotowy o moderowanym ciśnieniu w kontrolowanym odcinku składa się z rury bez szwu DN 250. Jest wspierany przez te same stojaki jak w przypadku rurociągu odgazowania. Spasowanie jest identyczne jak w przypadku rurociągu odgazowania z wyjątkiem dodatkowego punktu przymocowania na środku monitorowanego odcinka (Rys. 3).

Given the shape of these structures, the impacts of undermining manifest differently than on other structures as the length of a linear structure is often superior to the length of the subsidence basin and it is subject in different sections to different effects of extraction which might result in causation of damage. For this reason, it is imperative to monitor these structures in undermined areas and to minimize or eliminate the consequences of the mining activity by use of rectification.

In the present article, we focus on a section of the common route of the degasation and nitrogen pipeline in the possession of the Green Gas DPB, a.s. company, which was put into operation in 1994 and intersects the extraction area of Lazy. The pipeline is situated on the border of the subsidence basin from 2001–2010 (Fig. 6). In connection with the extraction plan of the Karviná mine, plant of Lazy, it is presumed that the subsidence basin will expand as was shown in the EIA study for 2011–2015 (Fig. 7).

The moderated pressure degasation pipeline comprises of a spiral-welded tube DN 500 and it is supported by steel frames (trestles). The fitting on trestles is designed as sliding with the exception of fixed points in the starting and end points of the abovementioned route.

The moderated pressure nitrogen pipeline on the monitored section comprises of a weldless tube DN 250. It is supported by the same trestles under the degasation pipeline. The fitting is identical as for the degasation pipeline with an extra fixed point in the middle of the monitored section (Fig. 3).



Rys. 3  
Rurociąg odgazowujący i odprowadzający azot

Fig. 3  
Degasation and nitrogen pipeline

### Wybór stacji obserwacyjnej i metod pomiarowych

Stabilizacja stacji obserwacyjnej i wybór metod pomiarowych są, zgodnie z normą CSN 73 0405, ważną częścią pomiarów wciosu i deformacji oraz mają duży wpływ na jakość monitoringu.

W odniesieniu do domniemanych ruchów w badanym obszarze (patrz Rys. 6), stabilizacja stacji obserwacyjnej została przeprowadzona przez użycie punktów zlokalizowanych bezpośrednio na rurociągu odgazowania. Pozycja punktów stacji obserwacyjnej jest ukazana na Rys. 6 i Rys. 7. Monitoring odbywał się pomiędzy punktami 3 i 34. Stacja obserwacyjna zaczyna się w pobliżu zaworu serwowsterowanego w okolicy Dembina, przechodzi pod drogą pomiędzy Karviną i Ostravą, następnie przechodzi po lewej stronie torów kolejowych AWT i kończy bieg w punkcie umocowania w Lazach.

Do pomiarów w stacji obserwacyjnej użyto technologii GNSS-RTK i sieci stacji stałych CZEPOS.

Pomiar odbywał się w trzech stadiach. Stadium zerowe (wyjściowe) miało miejsce w listopadzie 2011, pierwsze stadium w styczniu 2012 natomiast drugie stadium w lutym 2012.

Znając fakt, że wpływ deformacji równoległych do osi rurociągu jest niezwykle istotny, zanotowane wartości zostały przekształcone z Datum of Uniform Trigonometric Cadastral Network na lokalny system

### Choice of the observation station and measuring methods

The stabilisation of the observation station and the choice of measuring methods are, according to the ČSN 73 0405 standard, an important part of the shear and deformation measuring project and it has an important impact on the monitoring quality.

With regard to the presumed movements in the concerned area (see Fig. 6), the stabilization of the observation station was performed by use of points located directly on the degasation pipeline. The position of points of the observation station is depicted on Figures 6 and 7. The monitoring took place between the points no. 3 and 34. The observation station starts in the proximity of the servo valve in the Dembina locality, passes under the road between Karviná and Ostrava, it continues on the left side of the AWT railway siding and ends on a fixed point in the plant of Lazy.

For measurements in the observation station, we used the GNSS-RTK technology and the network of permanent stations CZEPOS.

The measuring took place in three stages. The zero (departure) stage took place in November 2011, the first stage in January 2012 and the second stage in February 2012.

Given the fact that the impact of deformations parallel to the axis of the pipeline is essential, the registered values were transformed from the Datum of Uniform Trigonometric Cadastral Network to the local

współrzędnych przy użyciu transformacji kongruentnej. Punkt startowy został umiejscowiony w punkcie 3 stacji obserwacyjnej, a oś X przecina punkt 34 stacji obserwacyjnej. System jest ortogonalny i prawobieżny. Przekształcenie zostało obliczone przy użyciu następującego wzoru [3]:

$$\begin{aligned}\Delta X'_{i,j} &= \Delta X_{i,j} \cos \omega - \Delta Y_{i,j} \sin \omega \\ \Delta Y'_{i,j} &= \Delta Y_{i,j} \cos \omega + \Delta X_{i,j} \sin \omega\end{aligned}\quad (3)$$

gdzie:

- $\omega$  – oznacza kąt rastra,
- $\Delta X_{AB}$  i  $\Delta Y_{AB}$  – są różnicami współrzędnych w lokalnym systemie współrzędnych,
- $\Delta X'_{AB}$  i  $\Delta Y'_{AB}$  – są różnicami współrzędnych w Datum of Uniform Trigonometric Cadastral Network.

Najbardziej niebezpieczne zjawiska na rurociągu powstają przez deformacje równoległe do osi rurociągi. Z tego powodu obliczono ze współrzędnych otrzymanych podczas poszczególnych stadiów obserwacji linie przestrzenne pomiędzy przylegającymi punktami stacji obserwacyjnej w poszczególnych stadiach na podstawie następującego wzoru:

$$d_{i,j} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2 + (H_i - H_j)^2} \quad (4)$$

gdzie:

- $X$  i  $Y$  – oznaczają współrzędne lokalnego systemu współrzędnych a  $H$  odpowiada wysokośćom.

Tab. 1. zawiera długości przestrzenne odcinków rurociągu, jego zmiany i zmiany w wysokościach punktów (zapadania) stacji obserwacyjnej.

## Wyniki pomiarów

Wyniki obserwacji przedstawionych w artykule, jak ukazano w Tab. 1 i Rys. 4, pokazują, że najważniejsze zmiany w długości gazociągu wystąpiły w odcinku 4 pomiędzy punktami 5 i 6 stacji obserwacyjnej, w odcinku 19 pomiędzy punktami 22 i 23 oraz w odcinku 24 pomiędzy punktami 27 i 28.

Biorąc pod uwagę długość przestrzenną całej obserwowanej drogi zaobserwowano podczas okresu pomiarów skrócenie o 51,7 cm, które reprezentuje 0,04% całkowitej długości wynoszącej 1154 m.

Z powyższych informacji wynika, że dla bezpieczeństwa eksploatacji i funkcjonalności rurociągów wskazane jest monitorowanie zmian w poszczególnych odcinkach rurociągu niż zmian długości na całej długości rurociągu.

coordinate system by use of congruent transformation. The starting point was set in the point 3 of the observation station and the positive X-axis intersects the point 34 of the observation station. The system is orthogonal and right-handed. The transformation was calculated using the following formula [3]:

where:

- $\omega$  – stands for screen angle,
- $\Delta X_{AB}$  and  $\Delta Y_{AB}$  – are the coordinate differences in the local coordinate system,
- $\Delta X'_{AB}$  and  $\Delta Y'_{AB}$  – are the coordinate differences in the Datum of Uniform Trigonometric Cadastral Network.

The most dangerous effects on the pipeline are generated by deformations parallel to the axis of the pipeline. For this reason, we calculated from the coordinates obtained during individual stages of the observation of the station the spatial lengths between adjacent points of the observation station in individual stages on the basis of the following formula:

where:

- $X$  and  $Y$  – stand for coordinates in the local coordinate system and  $H$  for point heights.

Table 1 indicates the spatial lengths of pipeline sections, its changes and changes in point heights (subsidence) of the observation station.

## Measuring results

The results of the observation presented in this article, as summarized in Table 1 and in Figure 4, show that the most important changes in length on the gas pipeline route occurred in the section no. 4 between the points 5 and 6 of the observation station, in the section no. 19 between the points 22 and 23 and in the section no. 24 between the points 27 and 28.

Focusing on the spatial length of the entire observed route, we observed during the monitored period a shortening of 51.7 cm which represents 0.04% of the total length of 1154 meters.

It results from the above mentioned that for the operational safety and functionality of pipelines, it is more appropriate to monitor the changes in individual sections of the pipeline than the changes in the length of the entire route.

Tabela 1  
Wartości zmiany długości i wysokości

Table 1  
Values of changes in length and height

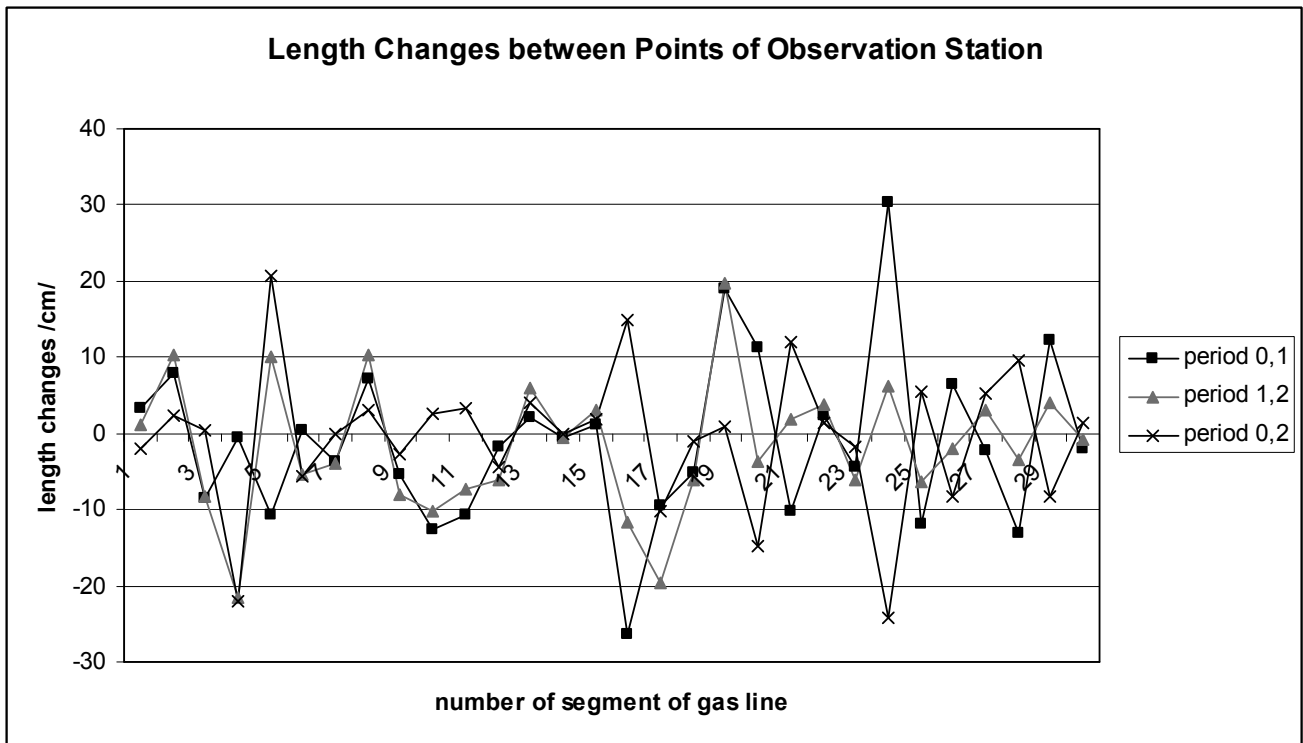
Odcinek (między punktami) Section (between points)	d <sub>0</sub>	d <sub>1</sub>	Δd <sub>0,1</sub>	d <sub>2</sub>	Δd <sub>0,2</sub>	Δd <sub>1,2</sub>	Nr punktu Point No.	ΔH <sub>0,1</sub>	ΔH <sub>1,2</sub>	ΔH <sub>0,2</sub>
	/m/	/m/	/cm/	/m/	/cm/	/cm/		/cm/	/cm/	/cm/
1 (3-4)	26,116	26,148	3,2	26,128	1,2	-2,0	3	-10,0	-6,0	-16,0
2 (4-5)	20,536	20,615	7,9	20,639	10,3	2,4	4	-11,0	-6,0	-17,0
3 (5-6)	28,334	28,248	-8,6	28,251	-8,3	0,3	5	-6,0	-4,0	-10,0
4 (6-7)	34,134	34,129	-0,5	33,914	-21,5	-22,0	6	-14,0	-3,0	-17,0
5 (7-8)	12,039	11,931	-10,8	12,139	10,0	20,8	7	-11,0	-4,0	-15,0
6 (8-9)	33,572	33,575	0,3	33,519	-5,3	-5,6	8	-9,0	-8,0	-17,0
7 (9-10)	56,142	56,104	-3,8	56,103	-3,9	-0,1	9	-8,0	-3,0	-11,0
8 (10-11)	33,657	33,728	7,1	33,759	10,2	3,1	10	-11,0	-5,0	-16,0
9 (11-12)	61,572	61,518	-5,4	61,491	-8,1	-2,7	11	-16,0	-9,0	-25,0
10 (12-13)	25,194	25,067	-12,6	25,093	-10,1	2,5	12	-9,0	-4,0	-13,0
11 (13-15)	61,250	61,145	-10,6	61,177	-7,3	3,2	13	-8,0	-10,0	-18,0
12 (15-16)	32,204	32,187	-1,7	32,143	-6,1	-4,4	15	-21,0	-5,0	-26,0
13 (16-17)	52,480	52,501	2,0	52,541	6,0	4,0	16	-17,0	-9,0	-26,0
14 (17-18)	46,233	46,228	-0,5	46,228	-0,5	0,0	17	-37,0	-9,0	-46,0
15 (18-19)	40,832	40,844	1,2	40,862	3,0	1,8	18	-61,0	-15,0	-76,0
16 (19-20)	90,191	89,925	-26,5	90,074	-11,7	14,8	19	-75,0	-14,0	-89,0
17 (20-21)	64,614	64,519	-9,5	64,417	-19,7	-10,2	20	-66,0	-13,0	-79,0
18 (21-22)	60,264	60,213	-5,1	60,204	-6,1	-1,0	21	-56,0	-7,0	-63,0
19 (22-23)	49,871	50,060	19,0	50,068	19,8	0,8	22	-45,0	-5,0	-50,0
20 (23-24)	38,427	38,540	11,3	38,391	-3,6	-14,9	23	-27,0	-6,0	-33,0
21 (24-25)	29,899	29,796	-10,2	29,917	1,9	12,1	24	-10,0	-17,0	-27,0
22 (25-26)	39,624	39,649	2,4	39,663	3,9	1,4	25	-14,0	-7,0	-21,0
23 (26-27)	36,524	36,481	-4,3	36,463	-6,1	-1,8	26	-15,0	-1,0	-16,0
24 (27-28)	12,625	12,927	30,3	12,685	6,1	-24,2	27	-8,0	-7,0	-15,0
25 (28-29)	35,509	35,389	-12,0	35,445	-6,4	5,6	28	-24,0	10,0	-14,0
26 (29-30)	45,108	45,172	6,5	45,089	-1,9	-8,3	29	-21,0	9,0	-12,0
27 (30-31)	16,076	16,054	-2,3	16,106	3,0	5,3	30	-23,0	9,0	-14,0
28 (31-32)	29,824	29,692	-13,1	29,789	-3,5	9,7	31	-24,0	11,0	-13,0
29 (32-33)	29,365	29,488	12,3	29,405	4,1	-8,2	32	-5,0	-7,0	-12,0
30 (33-34)	12,013	11,992	-2,0	12,005	-0,8	1,3	33	-21,0	12,0	-9,0
3-34	1154,227	1153,867	-36	1153,710	-51,7	-15,8	34	-22,0	11,0	-11,0

Odnosząc się do monitoringu obniżenia w punktach stacji obserwacyjnej najważniejsza zmiana wystąpiła w punkcie 19 i punktach przyległych jak można zobaczyć na Rys. 5 i w Tab. 1. Jeśli porówna się te wartości z obliczeniami co jest pokazane na Rys. 6 i Rys. 7, można zaobserwować, że ruch punktu 19 i jego otoczenia odpowiada oczekiwanemu rozwojowi zapadliska.

Diagram zapadania pokazuje, że obniżenie o więcej niż 80 cm wystąpiło w przypadku punktu 19 podczas okresu pomiarowego, a otoczenie tego punktu odznacza się również wysokimi wartościami. Stopniowe opadanie rurociągu było jednakże zabezpieczone dlatego obecnie nie istnieje potrzeba jego reperacji. Podczas badań terenowych odkryto, że spasowanie przesuwne wspierane przez stojaki było w niektórych przypadkach przesunięte o 40 cm i pewne stojaki były pochylone.

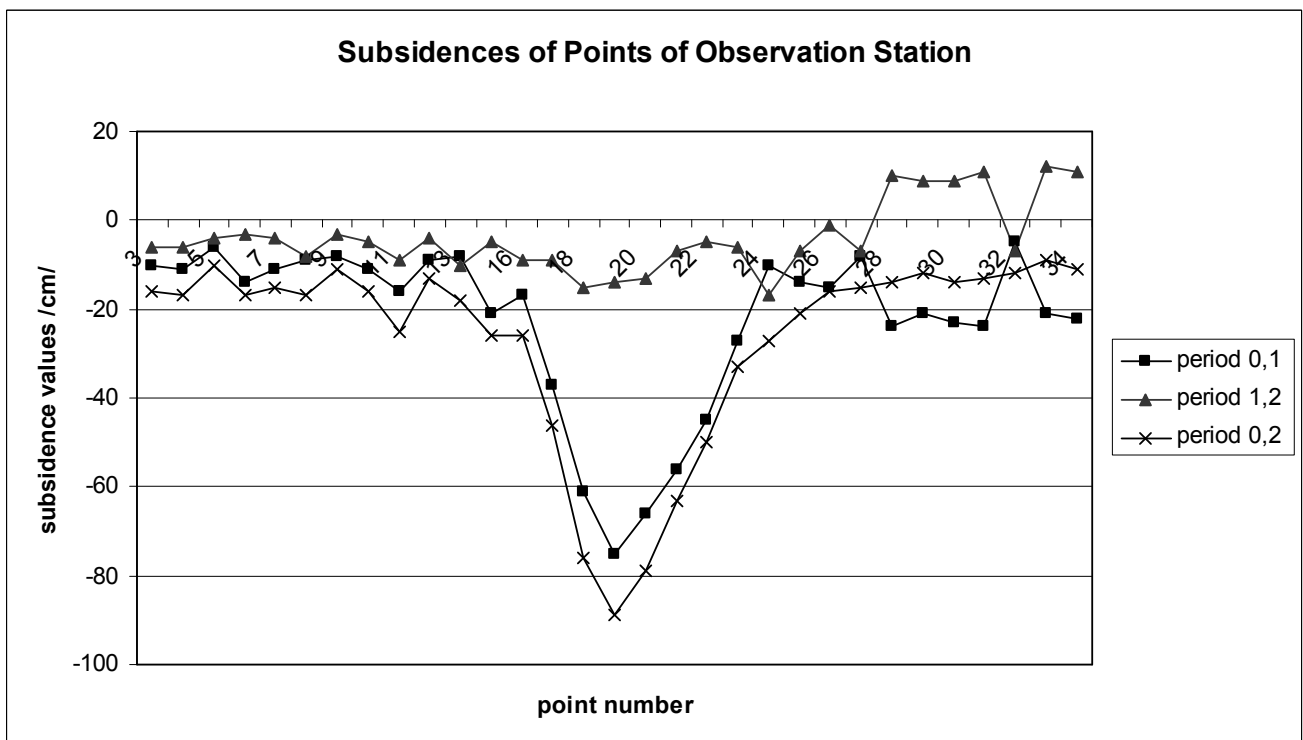
As regards the monitoring of subsidence in the points of the observation station, the most important subsidence occurred in the point 19 and in adjacent points as we can see in Figure 5 and in Table 1. If we compare these values with the presumed calculations which are indicated in Figures 6 and 7, we can observe that the movement of the point 19 and its vicinity corresponds with the expected development of the subsidence basin.

The subsidence diagram shows that a subsidence of more than 80 cm occurred in the point 19 in the course of the monitored period and the vicinity of this point manifests high values as well. The gradient drop of the pipeline was however preserved and there is no need for repairs at present. During the field research, we discovered that the sliding fitting supported by trestles was in some cases shifted even by 40 cm and certain trestles were inclined.



Rys. 4  
Zmiany odległości pomiędzy punktami stacji obserwacyjnej

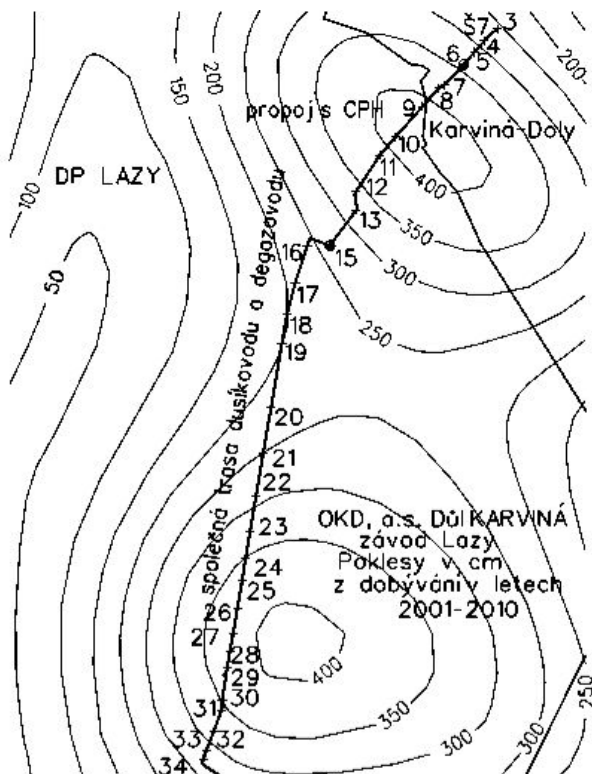
Fig. 4  
Length changes between the points of the observation station



Rys. 5  
Osiedlenie punktów stacji obserwacyjnej

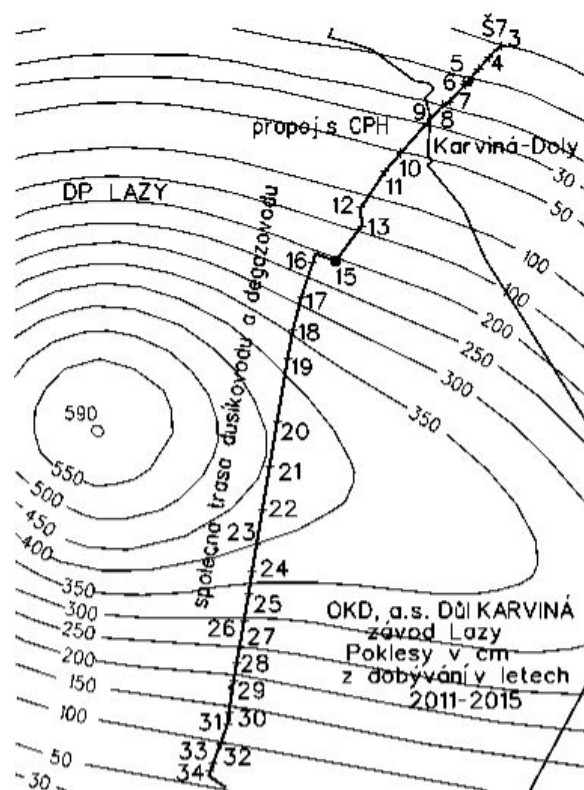
Fig. 5  
Subsidence of points of the observation station





Rys. 6  
Stwierdzone osiadanie eksploatacyjne na obszarze Lazý  
między 2001–2010

Fig. 6  
Presumed subsidence in the extraction area of Lazý  
between 2001–2010



Rys. 7  
Stwierdzone osiadanie eksploatacyjne na obszarze Lazý  
między 2011–2015

Fig. 7  
Presumed subsidence in the extraction area of Lazý  
between 2011–2015

Na podstawie wyników pomiarowych można stwierdzić, że rurociągi w zapadlisku zachowują się w ten sam sposób jak niezależna struktura z nieruchomym połączeniem ze stojakami jedynie na początku i na końcu rurociągu.

### Podsumowanie

Artykuł skupia się na wpływie prac wydobywczych na gazociągi w obrębie Karviny w Zagłębiu Węglowym Ostrava-Karvina. Na podstawie wyników obserwacji przytoczonych w tym artykule i wyników poprzednich badań możliwe jest określenie środków zapobiegawczych aby uchronić gazociąg przez uszkodzeniami:

- wybierać gazociągi naziemne,
- umieszczać urządzenia kompensujące w odpowiednich miejscach gazociągu,
- wybierać trasy o minimalnej liczbie punktów nieruchomych,
- jeśli to możliwe, umieszczać punkty nieruchome na zewnątrz zapadliska,
- wybierać rury o zwiększonej grubości,
- kłaść nacisk na maksymalną korekcję rurociągu oraz zachowanie funkcjonalności spasowania przesuwne.

Środki zapobiegawcze związane z projektowaniem i funkcjonowaniem gazociągu muszą zostać zastosowane na podstawie wyników pomiarów geodezyjnych zapadliska i wciosu.

On the basis of measuring results we can state that pipelines in the subsidence basin perform in the same way as an independent structure with fixed connection with trestles only in the starting and end point of the route.

### Conclusion

The present article focuses on the issue of the impact of extraction works on gas pipelines in the Karviná part of the Ostrava-Karviná Coal District. On the basis of results of the observation quoted in this article and the results of previous research, it is possible to define preventive measures to preserve safe and reliable operation of gas pipelines:

- to opt for elevated gas pipelines preferably;
- to place compensating devices on suitable spots of the gas pipeline route;
- to choose routes with minimum number of fixed points;
- to place the fixed points outside the subsidence basin, if possible;
- to opt for pipes with increased thickness;
- to put maximum emphasis on the route rectification and preserving of the functionality of the sliding fitting.

The preventive measures related to designing and operating of a gas pipeline must be implemented on the basis of results of geodetic measurements of subsidence and shear.

### Literatura – References

1. Neset K.: *Vlivy poddolování, SNTL, Praha 1984*
2. Novák J. a kol. : *Dynamika poklesové kotliny a její dopad na hornickou krajinu, VŠB – TU Ostrava 2002*
3. Skořepa Z.: *Návody ke cvičení z IG 10, Vydavatelství ČVUT, Praha 2002*
4. Jiránková, E. : *Utilisation of surface subsidence measurements in assessing failures of rigid strata overlying extracted coal seams. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Volume 53, July 2012, Pages 111-119, ISSN 1365-1609*