ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1997
Seria: BUDOWNICTWO z. 84 Nr kol. 1376

Antoni MOTYCZKA, Wojciech SITKO, Szczepan WYRA

Z DOŚWIADCZEŃ PROSTOWANIA BUDYNKÓW WYCHYLONYCH Z PIONU METODĄ WYCINANIA WARSTW GRUNTU W PODŁOŻU

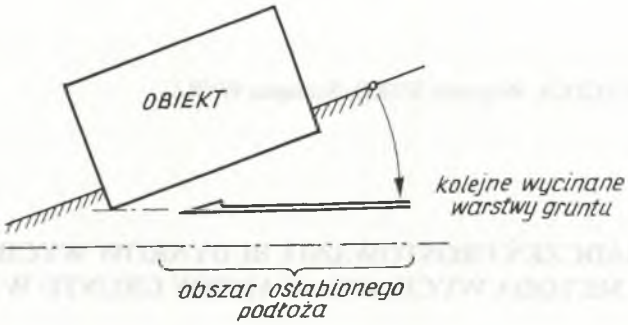
Streszczenie. W artykule przedstawiono przykłady zastosowania metody wycinania warstw gruntu w podłożu do rektyfikacji obiektów wychylonych z pionu. Zebrane doświadczenia pozwoliły na podanie uwarunkowań technicznych, jakie powinny być spełnione, dla uzyskania efektów zabiegu.

ON THE BASIS OF THE EXPERIMENTS DEALING WITH STRAIGHTENING THE DEFLECTED BUILDINGS BY THE METHOD OF CUTTING OUT LAYERS IN THE GROUND FOUNDATION

Summary. The article presents the examples of practical application of the method depending on cutting out layers in the ground foundation for the rectification of deflected object. The experiments allow us define the technical specifications which should be fulfilled to achieve the desirable effects of the operation.

1. Wprowadzenie

Wychylenie się budynków z pionu jest częstym zjawiskiem, jakie wywołuje wpływ eksploatacji górniczej. Literatura dotycząca zagadnień rektyfikacji obiektów nie jest zbyt obszerna. Problem ten pozostawał jak gdyby w cieniu głównego nurtu zainteresowań, którym jest zabezpieczanie budowli przed wpływami spodziewanych deformacji terenu. Jedną z metod rektyfikacji budynków wychylonych z pionu, zaproponowaną przez autorów opracowania, jest wycinanie warstw gruntu w podłożu [1]. Ideą przewodnią metody jest wymuszenie pożądanego obrotu bryły obiektu przez zabieg wycięcia warstw gruntu w podłożu pod fundamentem (rys. 1).



Rys. 1.

Metoda została sprawdzona w praktyce przy rektyfikacji trzech budynków mieszkalnych (jednorodzinnych) zlokalizowanych na obszarze Rybnickiego Okręgu Węglowego. W wyniku zaistniałej deformacji terenu obiekty uległy trwałemu wychyleniu, którego wielkość uniemożliwiała dalsze ich użytkowanie. Zabieg rektyfikacji we wszystkich przypadkach zakończył się pozytywnym skutkiem. W artykule omówiony będzie w ogólnym zarysie przebieg prowadzonych zabiegów rektyfikacyjnych i uzyskane efekty.

2. Konstrukcja i stan techniczny rektyfikowanych budynków

Wszystkie trzy obiekty, które poddano zabiegom rektyfikacji, są jednorodzinnymi budynkami mieszkalnymi, wzniesionymi na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych. W projektach każdego z nich przewidziano stosowne zabezpieczenia przed wpływami szkód górniczych (w zakresie III i IV kategorii).

Pierwszy z obiektów to dwukondygnacyjny budynek, całkowicie podpiwniczony o zwartej, prostopadłościennej bryle i wymiarach w rzucie poziomym 9,44 x 11,43 m. Ławy konstrukcji żelbetowej; mury zewnętrzne, o grubości 38 cm z cegły pełnej, zaś wewnętrzne o grubości jednej cegły. Stropy żelbetowe z wieńcami. Ocieplony stropodach.

Drugi jest dwukondygnacyjnym budynkiem, całkowicie podpiwniczonym, o prostopadłościennej bryle i wymiarach w rzucie poziomym 11,48 x 11,60 m. Przylegają do niego, oddzielone konstrukcyjnie, przybudówka pod taras oraz skład opału. Ławy żelbetowe, mury

konstrukcji mieszanej: cegła pełna i tzw. żużlobloki gr. 38 cm dla ścian zewnętrznych i 25 cm dla wewnętrznych. Stropy żelbetowe z wieńcami. Dach konstrukcji drewnianej.

Trzeci jest dwukondygnacyjnym, całkowicie podpiwniczonym budynkiem o zwartej bryle i wymiarach 8,80 x 8,50 m. Ławy żelbetowe, mury konstrukcji mieszanej: cegła pełna i żużlobloki gr. 38 cm dla ścian zewnętrznych, a 25 cm dla ścian wewnętrznych. Stropy wszystkich kondygnacji żelbetowe, z wieńcami. Ocieplony stropodach.

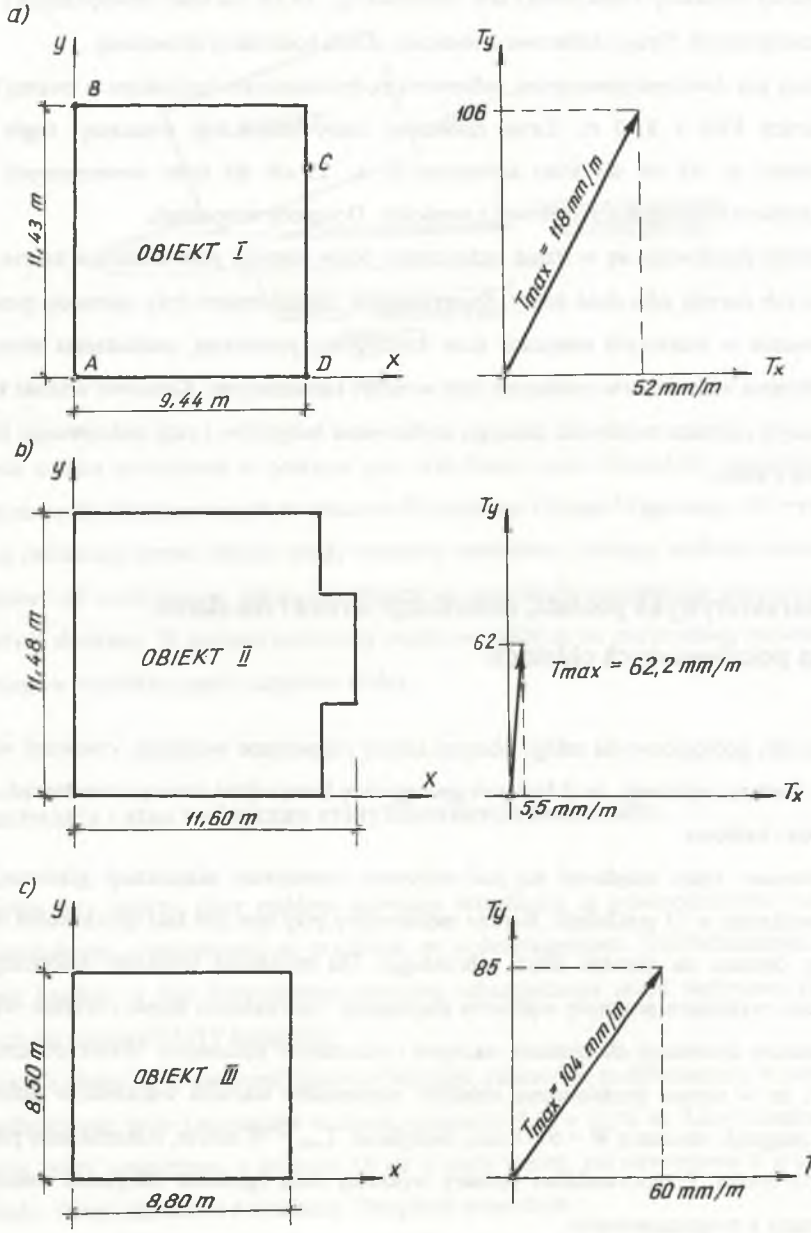
Obiekty znajdowały się w stanie technicznym, które komisje potwierdzające zakres szkód górniczych oceniły jako dość dobry. Stwierdzonymi uszkodzeniami były pęknięcia posadzek, zarysowania w niektórych miejscach ścian kondygnacji piwnicznej, uszkodzenia elementów wykończenia budynku oraz podłączeń sieci wodnej i kanalizacyjnej. Końcowe wnioski komisji wykluczyły jednakże możliwość dalszego użytkowania budynków z racji nadmiernego ich wychylenia z pionu.

3. Charakterystyka podłoża, deformacje terenu i ich skutki dla posadowionych obiektów

Warunki geologiczne dla całego obszaru zostały rozpoznane wcześniej otworami wiertniczymi. Badania wykazały, że w budowie geologicznej biorą udział utwory czwartorzędu, trzeciorzędu i karbonu.

Omawiany rejon znajdował się pod wpływem intensywnej eksploatacji górniczej, którą prowadzono w 11 pokładach. Bardzo niekorzystny przy tym jest fakt usytuowania rozważanego obszaru na obrzeżu filara ochronnego. Dla określenia wielkości deformacji powierzchni wykonano prognozę wpływów eksploatacji. Sporządzono mapki rozkładu wartości wskaźników deformacji dla obniżeń, nachyleń i odkształceń poziomych. Wyniki obliczeń wykazały, że w rejonie posadowienia obiektów ekstremalne wartości wskaźników deformacji mogą osiągnąć: obniżenie W = 6773 mm, nachylenie T_{max} = 76 mm/m, odkształcenie poziome ε = 45 mm/m. Przeprowadzone pomiary wykazały dużą zgodność faktycznie zaistniałych deformacji z prognozowanymi.

Przed przystąpieniem do zabiegu rektyfikacji dokonano także rozpoznania podłoża gruntowego bezpośrednio zalegającego pod obiektami. Układ zalegających warstw scharakteryzować można następująco: 10 - 30 cm gleby lub gleby z piaskiem, 30 - 50 cm gliny zapiaszczonej, a głębiej gliny zapiaszczonej i lekko zapiaszczonej.


a)
y
B
C
11,43 m
OBIEKT I
A
D
x
9,44 m
Ty
106
Tmax = 118 mm/m
Tx
52 mm/m
b)
y
11,48 m
OBIEKT II
x
11,60 m
Ty
62
Tmax = 62,2 mm/m
Tx
5,5 mm/m
c)
y
8,50 m
OBIEKT III
x
8,80 m
Ty
85
Tmax = 104 mm/m
Tx
60 mm/m

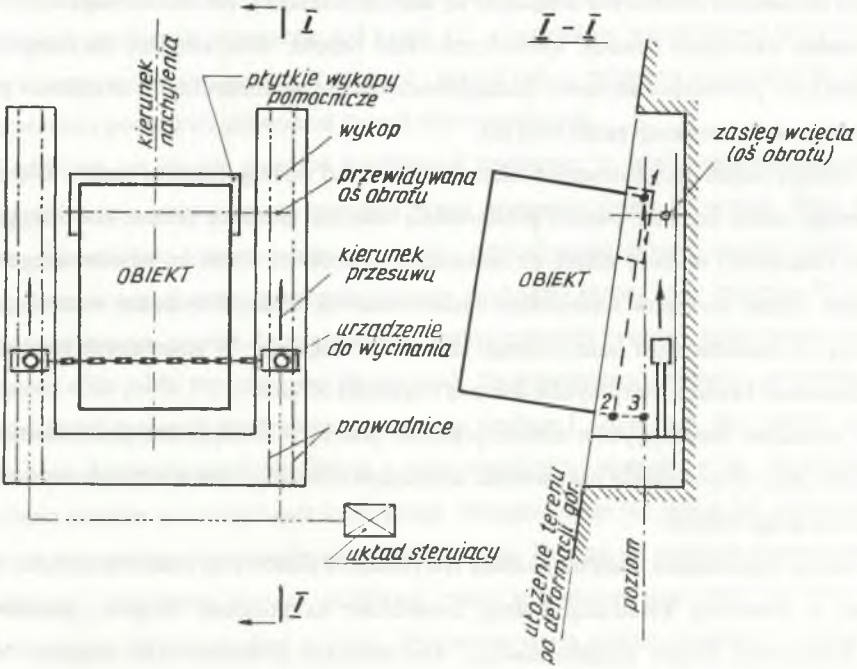
Rys.2.

Każdy z wymienionych obiektów, w wyniku zaistniałej deformacji, doznał trwałego wychylenia z pionu. Dane o wychyleniu budynków przedstawiono na rys. 2.

4. Założenia wyjściowe dla prowadzenia prac rektyfikacyjnych

Pilotującym wdrożeniem metody było prostowanie wychylonego z pionu budynku I. W trakcie zabiegu testowano równocześnie urządzenie do wycinania warstw gruntu. Przedstawiona w niniejszym opracowaniu technologia prac rektyfikacyjnych jest wynikiem zebranych doświadczeń i została sprawdzona przy rektyfikacji dwóch następnych obiektów.

Przeprowadzenie zabiegu rektyfikacji wymaga wcześniejszego wykonania wykopów dla ułożenia torowiska (prowadnic) urządzenia do wycinania warstw gruntu. Usytuowanie dostosowano, w każdym z przypadków, do zaistniałej deformacji terenu. Na rys. 3 podano przykładowy plan dla jednego z obiektów (II). Prócz wykopów dla ułożenia prowadnic na rysunku



Rys.3.

zaznaczono także wykopy pomocnicze, wykonane do głębokości podstawy fundamentów. Ich zadaniem było zapewnienie swobody ruchu budynku przy osiadaniu. Zabieg wycinania warstw gruntu prowadzony był od strony, w której budynek usytuowany jest najwyżej, w odniesieniu do położenia terenu. Objętość klina gruntu pod fundamentami, który należy usunąć (wyciąć), powinna być równa objętości bryły, którą w zaznaczonym przekroju (rys. 3) określają punkty 1, 2, 3.

Głębokość, na której prowadzone jest wycinanie warstw gruntu, winna być przy tym tak dobrana, aby łańcuch urabiający urządzenia mógł swobodnie przemieszczać się pod fundamentem, z zapasem ok. 0,5 m. Grubość wycinanej jednorazowo warstwy jest cechą charakterystyczną urządzenia urabiającego.

5. Realizacja zabiegu i zachowanie się rektyfikowanych obiektów

Koncepcję urządzenia do wycinania warstw gruntu przedstawiono w pracy [1]. Podstawowymi elementami składowymi urządzenia są: łańcuch urabiający, mechanizm napędowy i równocześnie napinający łańcuch, hydrauliczny układ napędu, układ sterujący dla całego urządzenia oraz prowadnice szynowe. Szczegółowe rozwiązanie konstrukcyjne urządzenia przedstawiono w dokumentacji patentowej [2].

Wykopy wokół rektyfikowanych obiektów wykonano według jednolitej zasady. Głębokość określają cztery czynniki: poziom posadowienia budynku, założony poziom podcinania, grubość (miąższość) warstwy gruntu do usunięcia spod budynku i poziom zabudowanego urządzenia. Ściany wykopów wzmocnione zostały obudową. Grubość wycinanej warstwy gruntu zależy od charakterystyki zastosowanego łańcucha urabiającego. W omawianych przypadkach zastosowano łańcuch, który wycina warstwę o grubości 65 mm.

Czynnikami decydującymi o doborze prędkości prac były: rodzaj gruntu pod fundamentem, lokalne jego zróżnicowanie oraz wnioski wynikające z bieżącej obserwacji zachowywania się prostowanego obiektu.

Jak już wspomniano, budynki poddane rektyfikacji są piętrowymi, podpiwniczonymi obiektami, o ścianowej konstrukcji nośnej, zwieńczone na poziomie stropów, posadowione na żelbetowych ławach fundamentowych, wzmocnionych przekątniowymi ściągami. Należą zatem do budynków zwartych, o dość dużej sztywności. Mimo znacznego ich wychylenia z pionu nie stwierdzono znaczących uszkodzeń konstrukcji nośnej. Ich stan techniczny oce-

niono jako dość dobry. Na czas prostowania obiekty zostały dodatkowo wzmocnione specjalnie zaprojektowanym skotwieniem. Składa się ono z kątowników poprowadzonych wzdłuż pionowych krawędzi narożnych budynku, pasów założonych na wysokości wieńców stropowych i krzyżulców wykonanych z prętów zaopatrzonych w śruby rzymskie.

Proces rektyfikacji w sposób istotny wpłynął na pracę budynków. Wybierane spod fundamentów warstwy gruntu zmieniały, w krótkich interwałach czasowych, warunki posadowienia. Zaistniał etap wymuszonego nierównomiernego osiadania, przy czym osłabienie podłoża gruntowego miało miejsce na stosunkowo niewielkiej głębokości. Obiekty były zmuszone do szybkiego dostosowania się do nowych warunków pracy. Zmieniał się zatem rozkład sił wewnętrznych w budynkach; poszczególne elementy konstrukcji nośnej musiały przejmować inne obciążenie, niż przewidziano w projekcie. Kondygnacje piwniczne nie stanowiły sztywnych skrzyń, dlatego też wpływy deformacji podłoża oddziaływały także na wyższe kondygnacje.

W czasie wycinania warstw gruntu i dostosowywania się budynków do nowych warunków posadowienia w elementach konstrukcyjnych obiektów pojawiały się zarysowania i pęknięcia o różnej intensywności. Pęknięcia zarejestrowano w niektórych ławach i ściągach ław, w ścianach kondygnacji piwnicznych, a także w ścianach kondygnacji naziemnych. W obrębie ścian pęknięcia przebiegały przeważnie pod kątem 45^0 w następstwie wspornikowej pracy budynków w czasie wybierania gruntu. W ściągach i ławach były to pęknięcia poprzeczne do osi tych elementów i pochodziły głównie od dużych sił rozciągających.

W II obiekcie, na górnym poziomie kondygnacji piwnicznej, w ścianie przeciwległej do kierunku wybierania warstw gruntu nastąpiło nawet odspojenie ściany od wieńca. Było to skutkiem - jak wynikało z przeprowadzonej analizy - oddziaływania sił tarcia między ścianą a przylegającym do niej gruntem, przeciwdziałającym swobodzie obrotu bryły budynku. Po usunięciu gruntu w tym miejscu do poziomu ław fundamentowych (wykopy pomocnicze) ten niekorzystny efekt udało się częściowo zlikwidować. Najpoważniejszy pęknięcie, po przekątnej nośnej ściany pierwszej kondygnacji, zaistniało w obiekcie I. Obiekt ten, jako jedyny, nie został bowiem skotwiony przed rektyfikacją, a tylko wzmocniony opaskami z lin, założonymi na poziomie stropów poszczególnych kondygnacji. Okazało się, że ten zabieg był niewystarczający dla zapewnienia odpowiedniej sztywności budynku. Dlatego też zaistniała konieczność wcześniejszego zakończenia procesu rektyfikacji, mimo że końcowe jego efekty nie były w pełni zadowalające (porównaj dane w tabeli). Wypoziomowanie podłóg (posadzek) uzyskano przez ułożenie stosownej warstwy wyrównawczej. Należy podkreślić, że zaistniałe w czasie

prowadzonych robót zarysowania i pęknięcia (stale obserwowane) w poszczególnych obiektach nie zagrażały bezpieczeństwu konstrukcji.

Po okresie kilku miesięcy od zakończenia prac przystąpiono do zdjęcia stalowych elementów skratowania, zabezpieczających obiekty w czasie prostowania. Proces demontażu przebiegał stopniowo. W czasie tej operacji nie wystąpiły żadne dodatkowe uszkodzenia w obrębie zrektyfikowanych budynków.

6. Uzyskane efekty rektyfikacji

Proces rektyfikacji był rejestrowany geodezyjnie i fotogrametrycznie [3]. Celem było udokumentowanie pomiarowe stanu wyjściowego budynku, zmian zachodzących podczas rektyfikacji oraz stanu końcowego (po zabiegu).

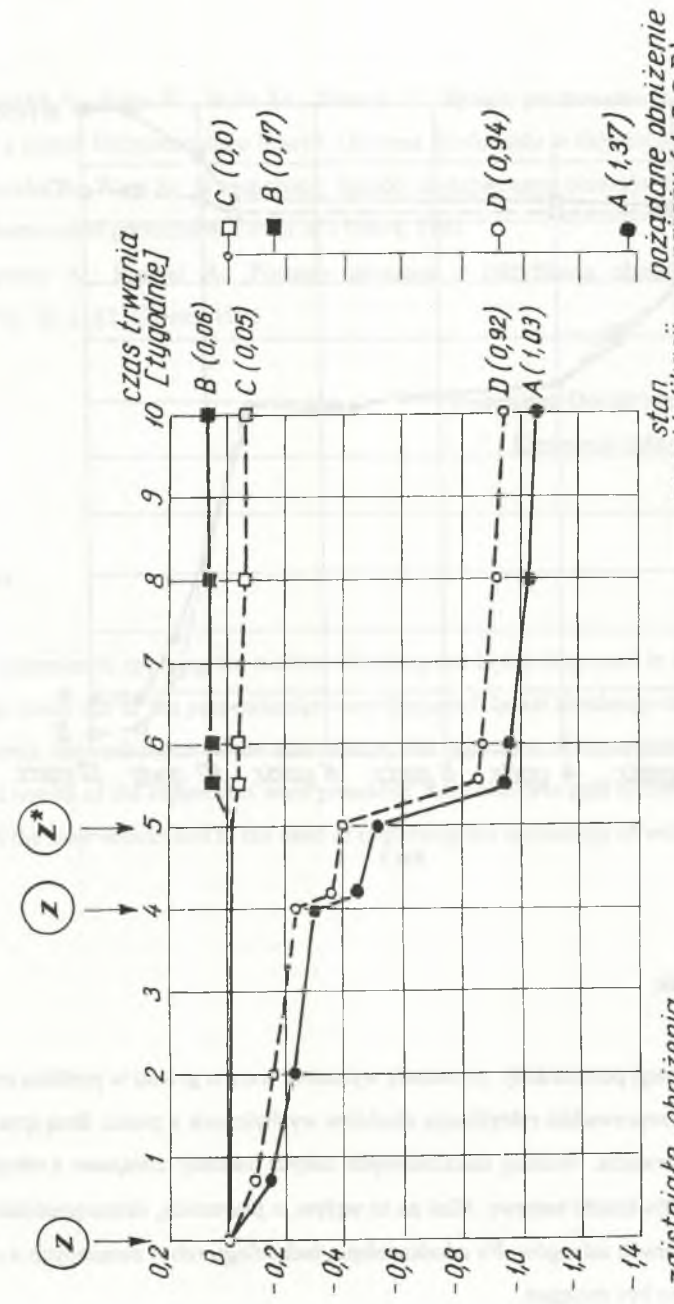
Harmonogram prac związanych z rektyfikacją był korygowany w przypadkach zaistnienia sytuacji losowych (np. załamania się pogody, drobne awarie oprzyrządowania itp.) lub wtedy, gdy obserwacje zachowania się budynku wskazywały na konieczność wprowadzenia zmian w tempie robót. Za każdym razem starano się utrzymać taki cykl dokonywania wycięć warstw gruntu w podłożu, aby kolejny zabieg rozpoczynać po ustabilizowaniu się budynku w nowym położeniu. Rozstrzygającym czynnikiem były w takim przypadku wyniki systematycznie prowadzonych pomiarów.

Na rys. 4 przedstawiono zmiany położenia naroży obiektu (I) podczas zabiegu rektyfikacji. Czynności związane z wycinaniem warstw gruntu zrealizowano w okresie ok. 5 tygodni (rejestrację danych prowadzono znacznie dłużej). Same zabiegi wycinania warstw oznaczono na rysunku symbolem (z). Dla jednego zabiegu (z*) przedstawiono także wykres (rys. 5), który podaje informacje o narastaniu przemieszczeń w czasie, po wycięciu trzech warstw w jednym dniu. Cięcia dokonywano za pomocą łańcucha o grubości 6,5 cm. Obniżenie naroży A, D wyniosło ok. 16 - 17,5 cm, czyli zgodnie z oczekiwaniami.

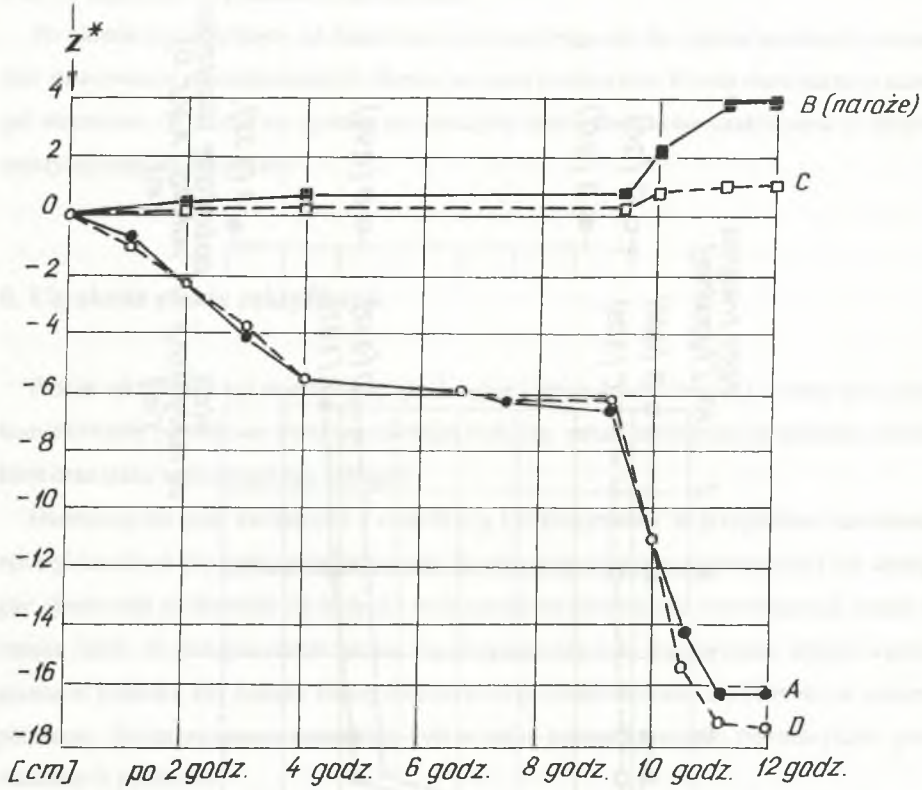
Uzyskane efekty zabiegów rektyfikacyjnych, dla poszczególnych obiektów (I, II, III) przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Nachylenie mm/m	Stan wyjściowy			Stan po rektyfikacji		
	I	II	III	I	II	III
T_{max}	118	62,2	104	43	2,2	13,5
T_y	106	62	85	16	2	- 10
T_x	52	5,5	60	40	0,8	9


czas trwania
10 [tygodnie]
B (0,06)
C (0,05)
D (0,92)
A (1,03)
C (0,0)
B (0,17)
D (0,94)
A (1,37)
pożądane obniżenie naroży (A,B,C,D) [m]
stan po rektyfikacji [m]
zaistniałe obniżenia naroży budynku [m]
Z
Z
Z*
0,2
0
-0,2
-0,4
-0,6
-0,8
-1,0
-1,2
-1,4
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Rys.4.



Rys.5.

7. Podsumowanie

Zrealizowane zabiegi potwierdziły, że metodą wycinania warstw gruntu w podłożu można z dobrym skutkiem przeprowadzić rektyfikację obiektów wychylonych z pionu. Inną sprawą jest tutaj koszt przedsięwzięcia. Według szacunkowych danych nakłady związane z rektyfikacją wyniosły od 50 ÷ 70% kosztu budowy. Miał na to wpływ, z pewnością, eksperymentalny charakter przeprowadzanych zabiegów. Po udoskonaleniu technologii robót związanych z rektyfikacją koszty powinny być mniejsze.

LITERATURA

1. Motyczka A., Sitko W., Wyra Sz., Niemiec T.: Sposób prostowania budynków wychylonych z pionu. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie nr 3, 1992.
2. Motyczka A., Wyra Sz. (z zespołem): Sposób zabezpieczania obiektów budowlanych przed skutkami szkód górniczych. Patent nr 151444, 1991.
3. Motyczka A., Hübner A.: Pomiary związane z rektyfikacją obiektów budowlanych. ZN Pol. Śl. z. 82, Gliwice 1996.

Recenzent: Doc. dr inż. Marian Kawulok,
Kierownik Oddz. ITB w Gliwicach

Abstract

The examples of applying the method of cutting out layers of ground in a subsoil to adjust buildings being out of the perpendicular were discussed. Initial foredesign to carry out adjustment works, the realization of the intervention, the behaviour of the adjusted objects and the obtained results of the adjustment were presented. Attention was paid to the experimental character of the intervention and to the need of improving the technology of work.