

Analiza stanu i wychyleń budynków poddanych wpływom intensywnej eksploatacji górniczej

Analysis of the condition and deflections of buildings subject to intense mining exploitation



Mgr inż. Magdalena
Wróblewska*)



Dr hab. inż. Krzysztof Gromysz,
prof. Pol. Śl. *)

Treść: W artykule przedstawiono wyniki obserwacji wychylonych budynków, poddanych intensywnym wpływom podziemnej eksploatacji górniczej. Na podstawie oględzin określono stan techniczny i uszkodzenia obiektów. Ponadto dokonano porównania pomierzonych wychyleń z prognozowanymi nachyleniami terenu górniczego. Stwierdzono, że wychylenie budynku zależy nie tylko od nachylenia terenu górniczego. Wpływ na wartość i kierunek wychylenia mają także pozostałe parametry terenu górniczego, w szczególności odkształcenia. Ponadto istotne znaczenie na zwiększenie wartości wychylenia ma morfologia terenu. Ustalono, że w przeanalizowanych przypadkach położenie budynku na nachylonym terenie zwiększa wartość wychylenia budynku względem prognozowanych nachyleń terenu górniczego. Wynika to z różnej głębokości posadowienia obiektów na nachylonym terenie oraz ze zmiany stosunków wodnych.

Abstract: This paper presents the results of observation of deflected buildings located on the mining area and subject to intensive ground deformations. On the basis of visual inspection, the technical condition and damage of buildings were defined. In addition, the measured deflections of the objects were compared with the calculated slope of the mining area. It was found that the building's deflection depends not only on the slope of the mining area. The other parameters of the mining area, in particular deformations, also influence the value and direction of the building's deflection. In addition, the morphology of the terrain is of great importance for increasing the value of the deflection. In the analyzed cases, it was found that the location of the building on the inclined train increases the value of the building's deflection relative to the calculated slope of the mining area. This is due to the different depth of the foundation of the objects and the change in water conditions.

Słowa kluczowe:

wchylenie budynków, nachylenie terenu górniczego, uszkodzenia budynków, odkształcenia terenu górniczego

Keywords:

deflected buildings, slope of the mining area, damage of buildings, deformation of the mining area

1. Wprowadzenie

Znaczna część węgla kamiennego eksploatowanego w Polsce pochodzi spod zurbanizowanych terenów. Jednocześnie względy ekonomiczne wymuszają dużą koncentrację eksploatacji. Skomplikowana tektonika często narzuca niemal identyczne granice i wymiary parcel eksploatacyjnych we wszystkich pokładach. W konsekwencji występują znaczne odkształcenia terenu górniczego wywołujące między innymi wychylenia budynków. Na przykład w południowej części Rybnika i części gminy Świerklany na powierzchni 9,7 km² na 1270 budynków 291 jest wychylonych powyżej 15 mm/m, w tym 116 budynków cechuje się wychyleniem 16-25 mm/m, 144 budynków wychylonych jest 26-50 mm/m, a 31 obiektów ma wychylenie większe niż 50 mm/m.

Przedmiotem publikacji jest 12 użytkowanych budynków znajdujących się na tym terenie, których wychylenie jest największe i wynosi od 58,2 mm/m do 98,8 mm/m. Zgodnie z systematyką zaproponowaną w (Kawulok 2000a) wychylenie o wartości powyżej 25 mm/m uznaje się za uciążliwe. Ponadto z uwagi na zachowanie bezpieczeństwa konstrukcji wychylone obiekty muszą spełniać warunki stanów granicznych nośności oraz użyteczności (Kawulok 2000b).

Obecnie często stosowaną praktyką jest usuwanie wychyleń budynków przez ich nierównomierne podnoszenie (Gromysz 2006). Konieczne staje się zatem określenie miarodajnego wychylenia, którego usunięcie jest celem prostowania, co przedstawiono w pracy (Wyleźół 2017).

Z reguły przyjęło się, że na etapie prognozowania wychyleń budynków można przyjmować zgodność wychylenia budynku i nachylenia terenu (Kawulok 2000a). Często jednak wyniki obserwacji wykazują rozbieżności pomiędzy

*) Politechnika Śląska, WB, Gliwice

tymi dwoma wielkościami. Zagadnienie to zostało podjęte między innymi w (Słowik 2015). Prowadząc analizy numeryczne, wykazano istotną rolę zmiany sztywności gruntu jako przyczynę dodatkowych przemieszczeń budynków. Z kolei w (Gil-Kleczewska, Zawora 1999) przeanalizowano wpływ poziomych odkształceń na wartość wychyleń budynków. Przeprowadzone badania pozwoliły na określenie zależności dających podstawę do precyzyjniejszego prognozowania wychyleń budynków znajdujących się na terenie górniczym. Z kolei badania w zakresie dokładności sporządzanych prognoz według stosowanej teorii Budryka-Knothego wykazują, że specyfiką obliczeń teoretycznych jest to, że prognozowane nachylenia terenu są mniejsze niż pomierzone w rzeczywistości. Według E. Popiołka błąd systematyczny wynosi -13% (Popiołek 2009), a według A. Kowalskiego -16% (Kowalski 2015).

2. Charakterystyka analizowanych budynków i zabudowy powierzchni terenu

Teren, na którym położone są analizowane budynki znajduje się na granicy obszarów górniczych „Chwałowice” i „Jankowice”. Rzeźba terenu jest urozmaicona o nachyleniu

zboczy do 15° i rzędnych terenu wynoszących od 230 m n.p.m. do 285 m n.p.m. Obecne ukształtowanie powierzchni terenu jest wynikiem sumowania się naturalnych erozyjnych dolin z obniżeniami powierzchni dochodzącymi do 24 m, wywołanymi eksploatacją górniczą. Zabudowę terenu stanowią głównie jednorodzinne budynki wolno stojące z towarzyszącymi im obiektami gospodarczymi. Do analizy wytypowano 10 budynków mieszkalnych i mieszkalno-gospodarczych oraz dwa gospodarcze, dla których po parokrotnych remontach, jako ostateczną formę naprawy przyjęto wypłatę jednorazowego odszkodowania. Obiekty te nie zostały jednak rozebrane i są w dalszym ciągu użytkowane. Co więcej, dwa z nich zostały sprzedane i obecnie zamieszkują je nowi właściciele. Położenie budynków, które oznaczono numerami od 1 do 12 pokazano na mapie sytuacyjno-wysokościowej (rys. 1). Budynki o numerach: 1, 2, 6 i 10 są całkowicie podpiwniczone i wykonane w technologii tradycyjnej ulepszonej oraz przygotowane na etapie budowy do przejmowania odkształceń terenu górniczego. Fundamenty, stropy oraz nadproża tych budynków są żelbetowe. Pozostałe budynki wybudowano w technologii tradycyjnej. Zostały one w czasie użytkowania zabezpieczone na wpływy deformacji terenu górniczego przez kotwienie w poziomie stropów.



Rys. 1. Lokalizacja analizowanych budynków na mapie sytuacyjno-wysokościowej
Fig. 1. Location of the analyzed buildings on the land survey and height map

3. Sytuacja geologiczno-górnicza

Górotwór w analizowanym rejonie tworzą następujące utwory: czwartorzędu o grubości około 30 m, reprezentowane przez gliny pylaste, piaski średnioziarniste oraz piaski pylaste, trzeciorzędu o grubości około 40 m, zalegające bezpośrednio nad karbonem, zbudowane są w całości z ilów oraz karbonu produktywnego zbudowane z mułowców i piaskowców, rzadziej ilowców z licznymi pokładami węgla grupy 300, 400 i 500, określane warstwami: orzeskimi, rudzkimi górnymi (seria mułowcowa - SM) oraz rudzkimi dolnymi i siodłowymi (górnosłaska seria piaskowcowa - GSP). Przez środek obszaru przebiega oś niecki chwałowickiej o kierunku NEN-SWS. Warstwy zapadają do środka niecki pod kątem od 5° do 15°.

Warstwy orzeskie, w których występuje kilkanaście pokładów węgla, zalegają najczęściej wśród ilowców, rzadziej w kontakcie z piaskowcami. Charakteryzują się one zmienną miąższością i jakością. Często zawierają przerosty skał płonnych o grubości od kilku do kilkudziesięciu centymetrów. Pokłady te były eksploatowane w latach 1963-1993.

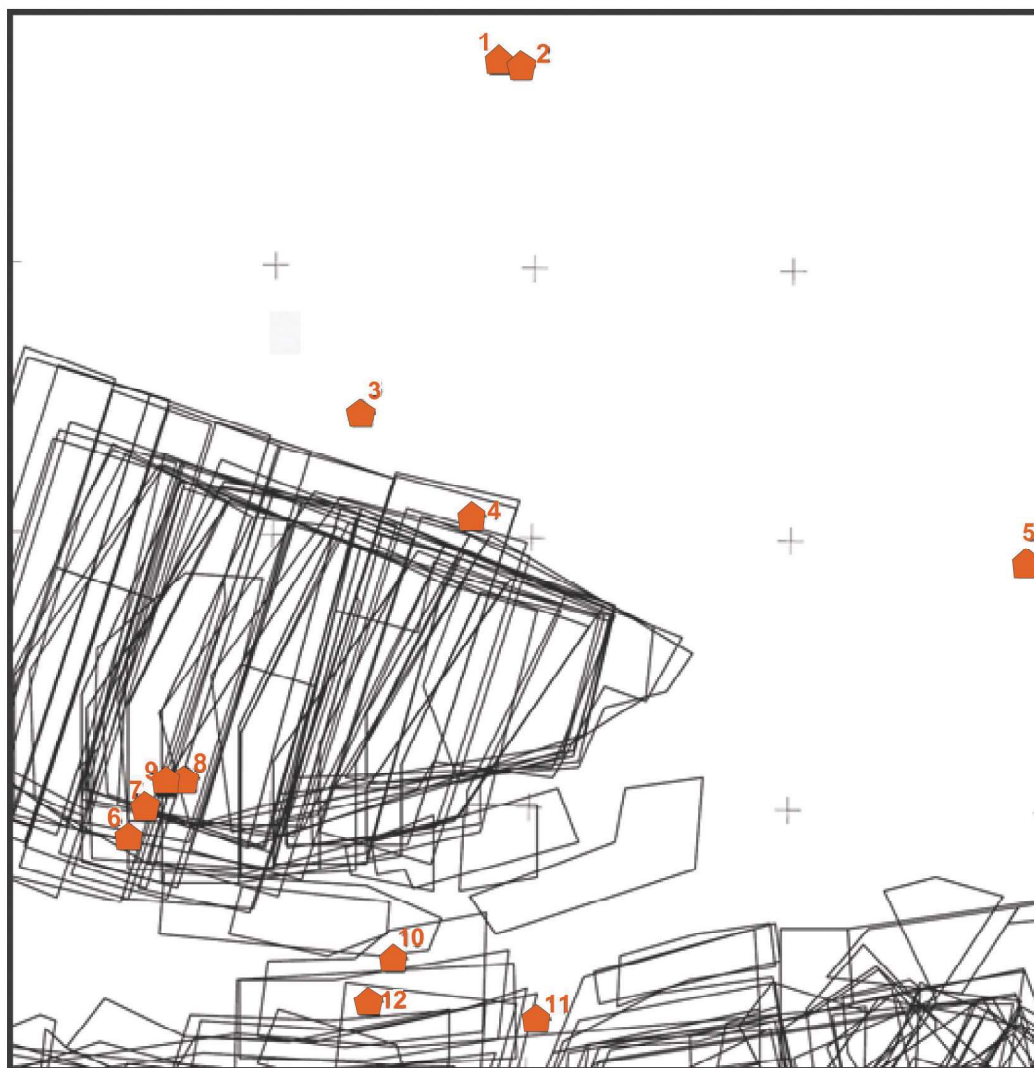
Warstwy rudzkie o grubości około 500 m, w których występują liczne pokłady węgla o miąższości bilansowej, wykształcone są w postaci utworów ilowcowo-mułowcowych z piaskowcami w części górnej i piaskowcowo-mułowcowych w części dolnej. Aktualnie prowadzona jest eksploatacja górnicza pokładów węgla tych warstw.

Warstwy siodłowe zbudowane są z różnoziarnistych piaskowców, lokalnie z ilowców, które zazwyczaj występują w sąsiedztwie pokładów węgla. Pokłady węgla warstw siodłowych oznaczone numerami 501 – 510 charakteryzują się stosunkowo dużymi miąższościami.

Tektonika złoża jest bardzo urozmaicona. Główne uskoki o zrzutach od kilkunastu do 130 m mają kierunek zbliżony do równoleżnikowego. Nieciągłością tym towarzyszą mniejsze uskoki o różnych kierunkach przebiegu. Skomplikowana tektonika oraz filar ochronny dla zabytkowego budynku kościoła (rys. 1) narzucają kopalni ROW Ruch „Chwałowice” i Ruch „Jankowice” sposób rozcinki i ograniczają długość wybiegów ścian.

4. Dokonana eksploatacja górnicza i jej wpływ na powierzchnię w rejonie analizowanych budynków

W analizowanym rejonie jest prowadzona intensywna eksploatacja górnicza od 1963 r. Liczba eksploatowanych pokładów, w zasięgu których znalazły się poszczególne obiekty waha się od 12 w rejonie budynków o numerach 1 – 3, do 22 pokładów w rejonie budynków o numerach 6 – 9. Głębokość dotychczas prowadzonej eksploatacji wynosi od 135 m do 734 m. Wartości końcowych wskaźników deformacji powierzchni terenu w rejonie poszczególnych budynków, jakie wywoła



Rys. 2. Krawędzie parcel dokonanej eksploatacji od 1963 r. do 10.01.2017 r.

Fig. 2. Edges of the plots of exploitation from 1963 to 10 January 2017

eksploatacja górnicza przeprowadzona od czasu wybudowania danego budynku do 10 stycznia 2017 r., obliczone programami prof. J. Białka (2003, 2009), przedstawiono w tabeli 1. Zestawiono w niej obliczone przyrosty obniżen w [m] i nachyleń T [mm/m], jakim podlegały budynki od chwili ich wybudowania oraz ekstremalne w czasie, główne, bezwzględnie największe odkształcenia i krzywizny terenu. Biorąc pod uwagę:

- powolne, wieloletowe narastanie deformacji w długim okresie czasu, który upłynął od wybudowania analizowanych obiektów,
- ich relatywnie małe rozmiary i wynikającą stąd znaczną sztywność i odporność na naciski zewnętrzne,
- korzystne warunki gruntowe.

Przyjęto, że zachodzą warunki sprzyjające relaksacji naprężeń w układzie grunt - fundamenty, co dopuszcza do oceny szkodliwości wieloletnich wpływów eksploatacji stosowanie obliczonych odkształceń efektywnych ε_e i efektywnych krzywizn profilu pionowego niecki obniżeniowej k_e zmniejszanych wraz z upływem czasu (Kwiatek 1969, Białek 2003), według modelu Zenera. Ze względu na różne położenie obiektów względem krawędzi eksploatacji i różny wiek budynków, obliczone wartości wskaźników deformacji w poszczególnych obiektach bardzo znacznie różnią się od siebie. Wartości tych odkształceń i krzywizn dla budynków 1 i 2 mieszczą się w granicach I kategorii deformacji, natomiast dla budynków nr 4, 7, 8 i 11 znacznie przewyższają

górną granicę IV kategorii wpływów. Ponadto obliczone nachylenia terenu dla wszystkich analizowanych budynków znacznie przekraczają górną granicę IV kategorii, osiągając wartości od 22,8 mm/m dla budynku nr 8 do 107 mm/m dla budynku nr 7. W celach poglądowych na rys. 2 przedstawiono krawędzie wszystkich parcel wyeksploatowanych w analizowanym rejonie od początku eksploatacji, tj. od 1963 r.

Wpływy eksploatacji parcel przedstawionych na rysunku 2 objęły większość budynków będących przedmiotem opracowania (wszystkie budynki, poza obiektami o nr 1 i 2 zostały wzniesione przed 1963 r.). Należy podkreślić, że obliczone programami prof. J. Białka wskaźniki deformacji terenu, zamieszczone w kolumnach 5, 6, 7 i 8 tabeli 1, uwzględniają jedynie eksploatacje przeprowadzone od roku budowy obiektu do 10.01.2017.

5. Stan techniczny budynków i ich uszkodzenia w wyniku dokonanej eksploatacji górnicznej

Uszkodzenia poszczególnych budynków znacznie różnią się od siebie. Wynika to głównie z różnego ich położenia względem krawędzi parcel dokonanych eksploatacji górniczych, jak również ze skuteczności wykonanych zabezpieczeń budynków na wpływy eksploatacji górnicznej. Głównym uszkodzeniem wszystkich analizowanych budynków jest ich

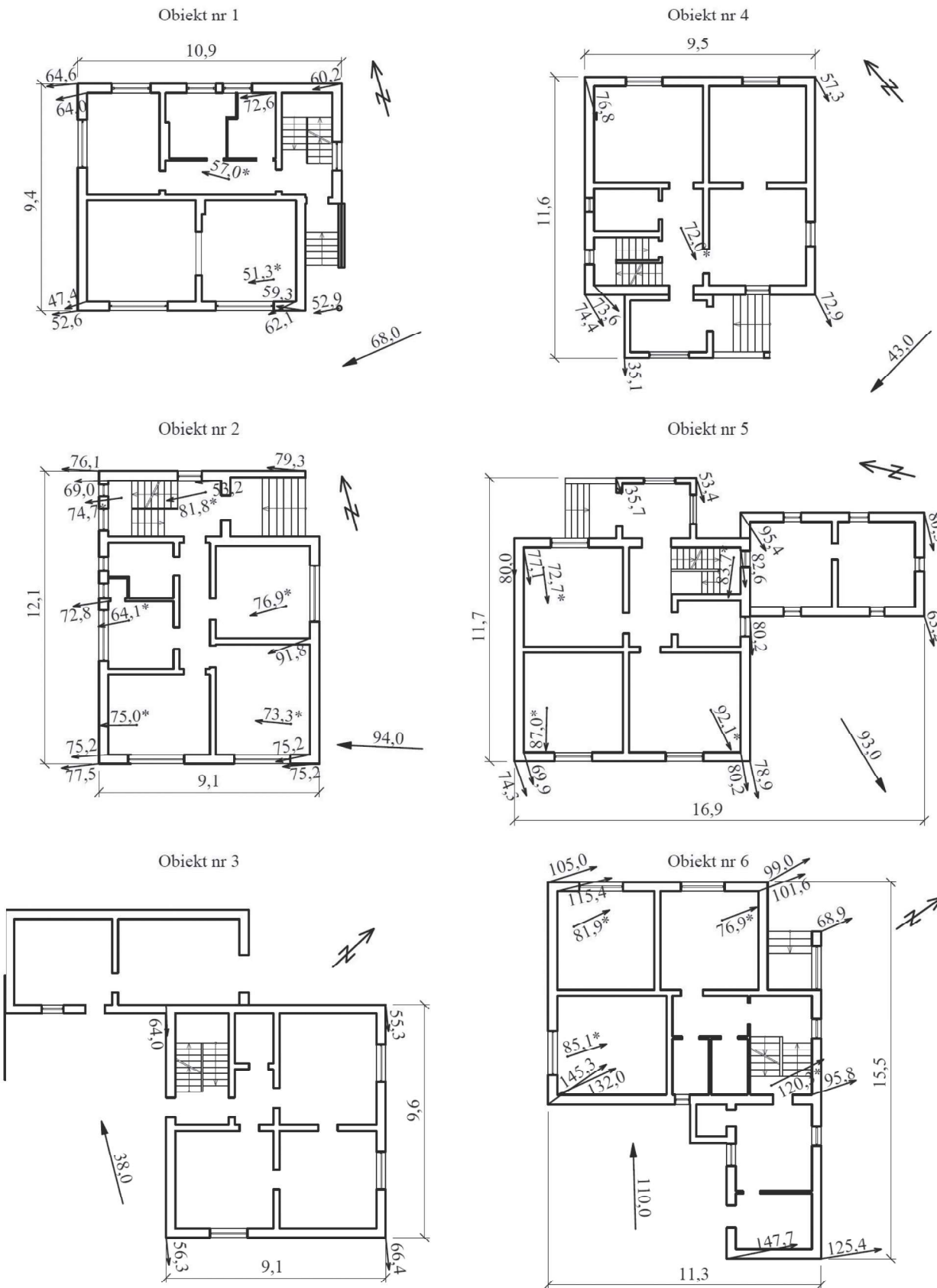
Tabela 1. Wykaz danych o analizowanych budynkach wraz z obliczonymi wskaźnikami deformacji terenu dla prowadzonej eksploatacji

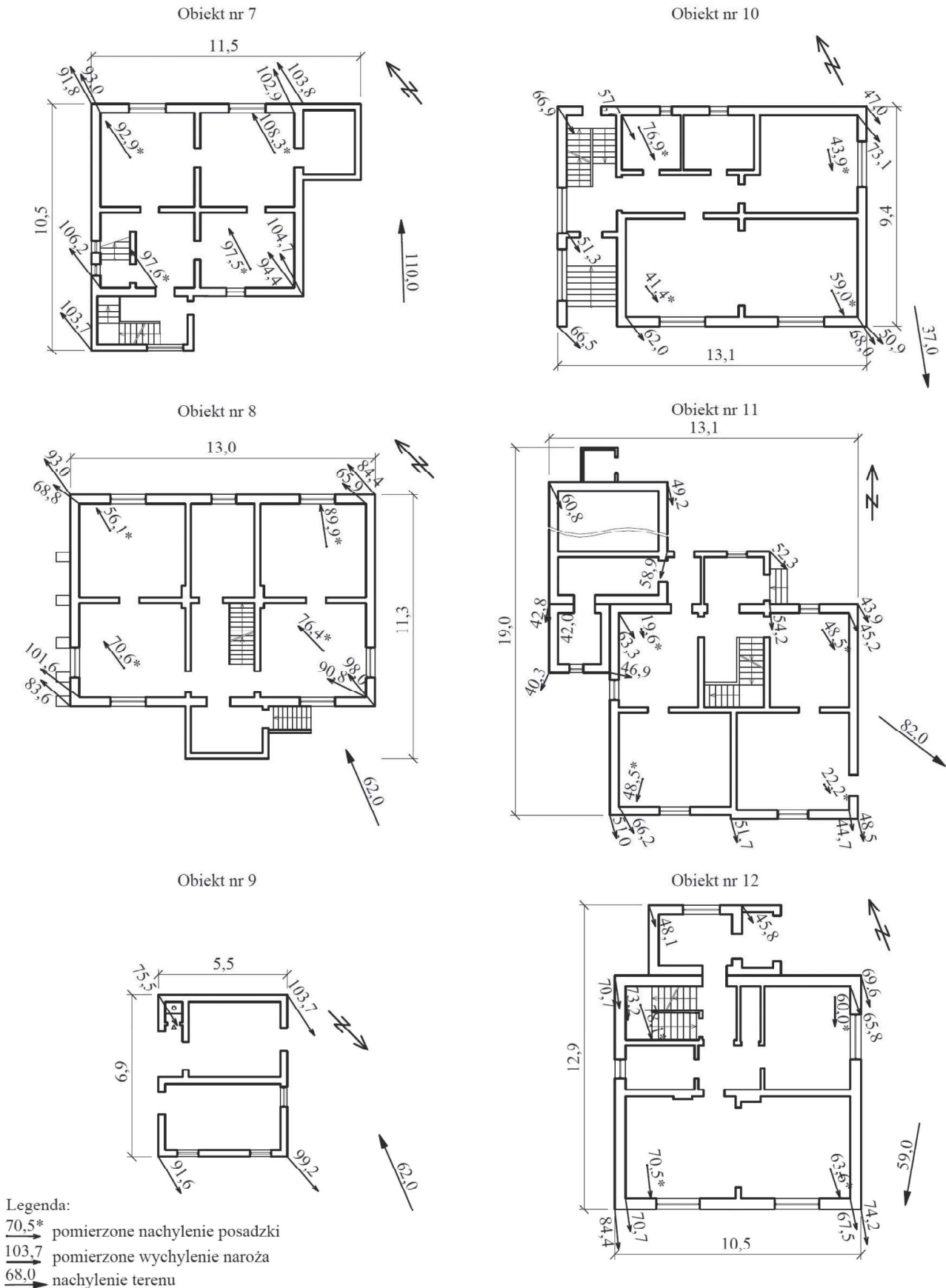
Table 1. List of data on the analyzed buildings with calculated mining area deformation indicators for exploitation

| Numer budynku | Funkcja budynku | Rok budowy obiektu | Pomierzone średnie wychylenie budynku [mm/m] | Wskaźniki deformacji terenu, obliczone programami prof. J. Białka, uwzględniające eksploatacje przeprowadzone od roku budowy obiektu do 10.01.2017 | | | |
|---------------|-----------------|---------------------|--|--|---------------------|---|--|
| | | | | Obniżenie w [m] | Nachylenie T [mm/m] | Odształcenie poziome ε [mm/m] | Krzywizna k [$10^{-6} m^{-1}$] |
| | | | | | | Odształcenia poziome efektywne ε_e [mm/m] | Krzywizna pozioma efektywna k_e [$10^{-6} m^{-1}$] |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | mieszk. | 1975 | 58,2 | 9,949 | 47,6 | -6,3 | +117,6 |
| | | | | | | -2,5 | +47,2 |
| 2 | mieszk. | 1979 | 72,2 | 6,474 | 43,9 | -2,8 | +105,3 |
| | | | | | | -1,2 | +41,3 |
| 3 | mieszk. | 1948 | 60,5 | 3,849 | 29,9 | -20,8 | +909,1 |
| | | | | | | -8,6 | +357,1 |
| 4 | mieszk. | 1960 | 71,2 | 5,458 | 65,6 | +77,4 | -2000,0 |
| | | | | | | +30,6 | -769,2 |
| 5 | mieszk. z gosp. | 1953 | 78,2 | 18,544 | 31,8 | -32,7 | +526,3 |
| | | | | | | -13,2 | +217,4 |
| 6 | mieszk. z gosp. | 1963 | 97,7 | 12,347 | 90,7 | -14,1 | -476,2 |
| | | | | | | -6,0 | -175,4 |
| 7 | mieszk. | 1944 nadbud. 1970 | 98,8 | 18,993 | 107,1 | -37,9 | +769,2 |
| | | | | | | -16,2 | +312,5 |
| 8 | mieszk. | 1932 | 81,6 | 24,803 | 44,1 | -41,4 | +1111,1 |
| | | | | | | -17,1 | +434,8 |
| 9 | gosp. | 1933 rozbudowa 1979 | 92,5 | 18,912 | 27,1 | -31,5 | +588,2 |
| | | | | | | -13,3 | +243,9 |
| 10 | mieszk. | 1970 | 61,8 | 5,399 | 22,8 | +9,8 | -178,6 |
| | | | | | | +5,2 | -82,0 |
| 11 | gosp. z mieszk. | 1948 | 52,2 | 4,623 | 35,7 | +45,3 | -833,3 |
| | | | | | | +18,0 | -322,6 |
| 12 | mieszk. | 1962 | 67,3 | 8,697 | 50,7 | -7,3 | -212,8 |
| | | | | | | -3,1 | -97,1 |

znaczące wychylenie wynoszące od 58,2 mm/m w przypadku budynku nr 1 do 98,8 mm/m w budynku nr 7. Na rysunku 3 przedstawiono pomierzone nachylenie posadzek oraz wychylenia poszczególnych naroży ścian z podaniem kierunków i wartości, ustalonych za pomocą poziomicy elektronicznej z dokładnością do 1mm/m. Wartości wychyleń zamieszczone w tabeli 1 przedstawione są w postaci średnich z wychyleń

naroży ścian zewnętrznych, ścian wewnętrznych oraz nachyleń posadzek. Na uwagę zasługuje fakt, iż z wyjątkiem budynku nr 7 wychylenia wszystkich obiektów (kolumna 4 tab. 1) są znacznie większe od obliczonych zmian nachyleń terenu górniczego w rejonie poszczególnych budynków w wyniku dokonanej eksploatacji górniczej (kolumna 6 tab. 1).





Rys. 3. Rzuty analizowanych budynków z pomierzonymi nachyleniami posadzek i wychyleniami naroży ścian zewnętrznych i wewnętrznych oraz z nachyleniem terenu

Fig. 3. Plan view of the analyzed buildings with measured slopes of the floors and deflection of the corners of the outer and inner walls with slope of the terrain

Na podstawie dokładnych oględzin wszystkich budynków będących przedmiotem analizy można stwierdzić, że przy odkształceniach poziomych terenu o wartości do około 9 mm/m (zarówno odkształcenia o charakterze ściskań jak i rozciągań), obiekty doznały pojedynczych zarysowań i znajdują się w dobrym stanie technicznym. Wchylenie takich budynków jest większe od obliczonych zmian nachyleń terenu do około 60%. W przypadku analizowanych obiektów można do tej grupy zaliczyć budynki o nr: 1, 2, 11, 12. W przypadku dużych odkształceń poziomych o charakterze rozciągań o wartości powyżej 9 mm/m w terenie powstają deformacje nieciągłe i ich usytuowanie względem budynku determinuje wielkość wychylenia i rodzaj uszkodzeń.

W analizowanym rejonie deformacje nieciągłe w postaci uskoków wystąpiły kilka metrów od budynków o nr: 4 i 10. W przypadku budynku nr 10 spowodowały znaczny wzrost wychylenia budynku. W przypadku dużych odkształceń poziomych o charakterze ściskań powyżej 9 mm/m, jak miało to miejsce w przypadku budynków o nr: 5, 6, 8, 9, następują odkształcenia ścian piwnicznych polegające na ich dodatkowych przemieszczeniach (wpychanie ścian znajdujących się w gruncie do wnętrza obiektu). Ponadto następuje znacznie większe wychylenie budynku w stosunku do zmian w nachyleniu terenu górniczego, średnio o 120%. Stwierdzenie tego faktu spowodowało autorów do poszukiwania przyczyn obserwowanego zjawiska.

6. Wchylenie obiektu a nachylenie terenu górniczego

Wchylenie obiektu i nachylenie terenu górniczego są dwiema wielkościami. Z reguły przyjmuje się, że są one równe sobie co do kierunku, zwrotu i wartości. W przypadku analizowanych obiektów wielkości te nie pokrywają się jednak ze sobą. Poniżej skupiono się na jakościowym opisie czynników wpływających na różnice między nachyleniem terenu górniczego a obserwowanym wychyleniem analizowanych budynków.

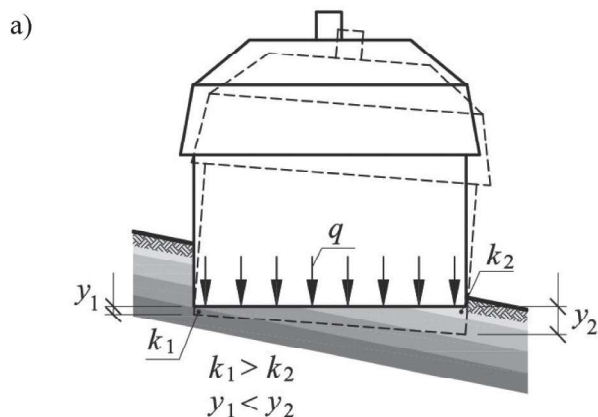
Pierwszą przyczyną jest budowa morfologiczna terenu. W rozpatrywanym obszarze powierzchnia jest mocno połałdowana, a grunty pod budynkami stanowią utwory ilasto-piaszczyste oraz piaszki drobnoziarniste i gliny. Ingerencja

w ukształtowanie terenu polegająca na wykonaniu wykopów pod budynki, podcięciu zboczy rowami odwadniającymi, drogi oraz utwardzeniem dojazdów do posesji oraz placów w rejonie budynków spowodowała zmiany stosunków wodnych i zainicjowała wypłukiwanie drobnych cząstek gruntu, głównie piasków, spod budynków. Powyższe zmiany powodują wychylenia obiektów, które mogą sumować się z nachyleniem terenu górniczego.

Drugą przyczyną, w przypadku budynków położonych na nachylonym terenie jest różnica sztywności posadowienia głębiej (k_1 – rys. 4a) i płycej (k_2 – rys. 4a) posadowionych części obiektu. Sprowadzając problem obrazowo do zagadnienia płaskiego, można wykazać, że przy jednakowym obciążeniu (q – rys. 4a) wszystkich fundamentów, część budynku posadowiona głębiej osiada mniej niż część budynku posadowiona płycej. Powyższe wynika z zależności: $y_1 = q/k_1 < y_2 = q/k_2$ przy $k_1 > k_2$. Różnica w sztywności posadowienia jest zatem przyczyną nierównomiernego osiadania obiektu, obserwowana jako jego wychylenie.

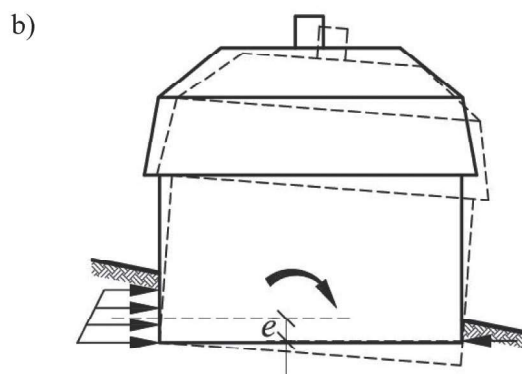
Trzecią przyczyną wpływającą na wartość wychylenia analizowanych budynków jest konieczność równoważenia przez układ budynek-grunt dodatkowego parcia gruntu działającego na podziemne części obiektów. Wypadkowa wartość siły parcia gruntu, przy wstępowaniu odkształceń terenu górniczego o charakterze ściskań jest większa po stronie budynku posadowionej na większej głębokości względem otaczającego terenu. Ponadto siła ta działa na mimośrodzie e (rys. 4b) względem wypadkowej siły o zwrocie przeciwnym, wywołanej po drugiej stronie budynku. W konsekwencji moment zginający dąży do obrotu budynku. Jeżeli działanie tego momentu sumuje się z działaniem nachylającego się terenu górniczego obserwowane jest większe wychylenie obiektu niż wyznaczone nachylenie terenu górniczego.

Należy zauważyć, że wszystkie budynki będące przedmiotem analizy znajdują się na terenie nachylonym. Jednakże budynki, w rejonie których wystąpiły duże odkształcenia o charakterze ściskań wychyliły się znacznie więcej w stosunku do prognozowanego nachylenia terenu górniczego. Wynika to z faktu, że w przypadku tych obiektów trzy opisane powyżej czynniki wystąpiły równocześnie. Nastąpiło zatem sumowanie wpływów wynikających z: wypłukiwania drob-



Rys. 4a. Sztywności k_1 i k_2 posadowienia części budynku głębiej i płycej zagłębionej w gruncie i odpowiadające im różne wartości osiadań y_1 i y_2

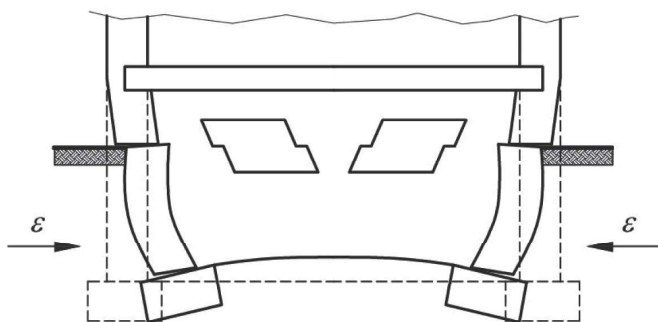
Fig. 4a. Different stiffness k_1 and k_2 of the ground in case of deep and shallow foundation cause displacements of different values y_1 and y_2 .



Rys. 4b. Oddziaływania pary sił pochodzących od parcia terenu górniczego na podziemne części budynku
Fig. 4b. Interaction of forces from mining pressure on the underground parts of the building

nych cząstek gruntu spod budynków, różnicy szywności posadowienia oraz z mimośrodowego oddziaływania pary sił pochodzących od parcia terenu górniczego.

W tym miejscu należy rozważyć uszkodzenia budynku nr 7, którego pomierzone wychylenie wynoszące 98,8 mm/m jest w przybliżeniu równe obliczonemu nachyleniu terenu górniczego równemu 107,1 mm/m, mimo występowania znacznych odkształceń o charakterze ściskań. W przypadku tego obiektu należy zwrócić uwagę na dwa fakty. Pierwszym jest występowanie szczególnie intensywnych odkształceń ścian piwnic polegających na ich przemieszczeniach do wnętrza budynku (rys. 5). Powyższe zniwelowało mechanizm przedstawiony na rysunku 4b. Drugim czynnikiem jest charakter odkształceń terenu górniczego. Prowadzona w rejonie budynku eksploatacja górnicza w latach 1963-2017 wywoływała ciągły wzrost nachylenia terenu górniczego w jednym kierunku. Tak więc w 1948 r. obiekt wznoszono na terenie o znacznie mniejszym nachyleniu niż występuje obecnie. W konsekwencji zajścia powyższych czynników wychylenie budynku jest aktualnie praktycznie równe nachyleniu terenu górniczego.



Rys. 5. Schemat deformacji budynku spowodowany parciem gruntu na ściany zewnętrzne - na podstawie (Kawulok i in. – 2017)

Fig. 5. Diagram of deformation of the building caused by the pressure of the ground on external walls – on the basis of (Kawulok and others – 2017)

7. Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wychylenie budynków znajdujących się na terenie górniczym zależy nie tylko od nachylenia terenu górniczego. Wpływ na wartość i kierunek wychylenia mają także pozostałe parametry terenu górniczego, w szczególności odkształcenia. Ponadto istotne znaczenie na zwiększenie wartości wychylenia ma morfologia terenu. W przeanalizowanych przypadkach stwier-

dzono, że położenie budynku na nachylonym terenie zwiększa wartość wychylenia budynku względem prognozowanych nachyleń terenu górniczego. Wynika to z różnej głębokości posadowienia obiektów na nachylonym terenie oraz ze zmiany stosunków wodnych. Podjęta tematyka związana z czynnikami wpływającymi na wychylenie budynków na terenach górniczych wymaga dalszych obserwacji, zwłaszcza w obszarach, gdzie prowadzona jest intensywna eksploatacja górnicza.

Literatura

- BIAŁEK J. 2003 - Algorytmy i programy komputerowe do prognozowania deformacji terenu górniczego, Monografia nr 42, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
- BIAŁEK J. 2009 - Uwagi na temat metodyki oceny wpływu eksploatacji górniczej na obiekty terenu górniczego. Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej: X Dni Miernictwa Górniczego i Ochrony Terenów Górniczych, Kraków, s. 23-41.
- GIL-KLECZEŃSKA B., ZAWORA J. 1999 - Wychylenia budynków na terenach górniczych. Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej: V Dni Miernictwa Górniczego i Ochrony Terenów Górniczych, Szczyrk, s. 203-208.
- GROMYSZ K. 2006 - O metodach eliminowania wychyleń obiektów budowlanych. „Inżynieria i Budownictwo” nr 6, s. 302-307.
- KAWUŁOK M. 2000a - Ocena właściwości użytkowych budynków z uwagi na oddziaływanie górnicze. Wydawnictwo Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa.
- KAWUŁOK M. -2000b - Wymagania techniczne dla obiektów budowlanych wznoszonych na terenach górniczych. Wydawnictwo Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa.
- KAWUŁOK M., CHOMACKI L., SŁOWIK L. 2017 – Efekt oddziaływań niecki na długie ciągi budynków. Materiały konferencji: Ochrona Środowiska na Terenach Górniczych i Pogórnicznych Kopalń w Subregionie Zachodnim. Rybnik, październik 2017, s. 73 – 80.
- KOWALSKI A. 2015 – Deformacje powierzchni w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. Główny Instytut Górnictwa, Katowice.
- KWIATEK J. 1969 – O działaniu budowli na podłoże górnicze. Praca habilitacyjna, Prace GIG, seria dodatkowa. Katowice.
- POPIOŁEK E. 2009 – Ochrona Terenów Górniczych. Wydawnictwo AGH, Kraków.
- SŁOWIK L. 2015 - Wpływ nachylenia terenu spowodowanego podziemną eksploatacją górniczą na wychylenie obiektów budowlanych. Praca doktorska. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa.
- WYLEŻOŁ M. 2017 - Ustalenie miarodajnego wychylenia budynków w aspekcie projektowania ich prostowania. Wprowadzenie do wybranych zagadnień z inżynierii lądowej, prace naukowe doktorantów. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, s. 191-198.

Artykuł wpłynął do redakcji – styczeń 2018
Artykuł akceptowano do druku 11.04.2018