

# Wpływ sztywności budynku na jego wychylenie w warunkach eksploatacji górniczej

## The influence of building structure rigidity on its deflection in the conditions of mining exploitation



Dr inż. Leszek Słowik<sup>\*)</sup>



Mgr inż. Michał Pitas<sup>\*\*)</sup>

**Treść:** Podziemna eksploatacja górnicza powoduje powstanie na powierzchni terenu niecki obniżenia, którą opisują wskaźniki deformacji terenu górniczego. Jednym ze wskaźników jest nachylenie profilu niecki górniczej T, które powoduje wychylenie obiektów budowlanych z pionu. Związane jest ono z uwarunkowaniami górniczo-geologicznymi, zmianami sztywności podłoża górniczego w warstwie przypowierzchniowej współpracującej z fundamentem budynku oraz czynnikami konstrukcyjnymi. W artykule omówiony został wpływ sztywności budynku o konstrukcji ścianowej na wychylenie jego ścian przy ukośnym usytuowaniu frontu robót górniczych względem osi podłużnej rzutu poziomego. Na bazie przeprowadzonych badań numerycznych modelu przestrzennego budynku poddanego obciążeniom programowym oraz wpływom wybranych wskaźników deformacji górniczych podane zostały wyniki, ich interpretacja oraz wnioski, które skorelowane zostały z obserwacjami zawartymi w innych, archiwalnych pracach Instytutu Techniki Budowlanej.

**Abstract:** Underground mining exploitation causes depression on the surface of the basin, which is described by the deformation indices of the mining area. One of the indicators is the inclination of the mining trough profile T, which causes the construction objects to be tilted from the vertical. It is connected with the mining and geological conditions, changes in the rigidity of the mining substrate in the surface layer co-operating with the foundation of the building and structural factors. This paper discusses the influence of stiffness of a building with a longwall structure on the deflection of its walls at the diagonal location of the mining works front in relation to the longitudinal axis of the horizontal projection. The results, their interpretation and conclusions were presented on the basis of numerical studies of the spatial model of a building subject to program loads and the impact of the selected mining deformation indices. The results obtained were compared with the observations contained in other archival works of the Building Research Institute.

### Słowa kluczowe:

eksploatacja górnicza, zabezpieczenia budynków, uszkodzenia budynków, budownictwo na terenach górniczych, analiza numeryczna, wychylenie budynku

### Keywords:

mining exploitation, building protection, building damages, buildings on mining areas, numerical analysis, tilt of building

## 1. Wstęp

Dotychczasowe badania (Kawulok 2015) wskazują, że ściany tego samego budynku mogą ulegać różnym wychyleniom  $T_b$ , w stosunku do nachyleń terenu  $T$ , z uwagi na uwarunkowania górnicze (Kwiątek i in. 1997), gruntowe (Gil-Kleczeńska 1978, Kwiątek 1968, Słowik 2015, Fedorowicz, Słowik 2013, Słowik 2016) i konstrukcyjne.

Zjawisko różnego wychylenia ścian tego samego budynku (Kawulok 2015) zdeterminowane jest położeniem parcel eksploatacyjnych względem rozpatrywanej zabudowy oraz

świadczy o istotnej roli sztywności i przestrzennej pracy budynku. Ściany budynków dążą do różnego wychylenia, odpowiadającego nachyleniu terenu w miejscu ich lokalizacji. Sztywność konstrukcji powoduje mniejsze wychylenie ścian położonych bliżej eksploatowanego pola. Z kolei ściany położone dalej od eksploatacji, wykazują wychylenie większe od nachylenia terenu.

Prowadzone badania (Kawulok, Słowik 2007, Słowik 2017) dowodzą, że kluczowa w zakresie pracy przestrzennej konstrukcji jest rola stropów. Tarcze stropowe w zależności od typu konstrukcji przenoszą, względnie nie przenoszą dodatkowe obciążenia poziome od ciężaru budynku, jakie indukowane są w wyniku wychylenia segmentu od pionu.

\* Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa

\*\* Politechnika Śląska, WB, Gliwice

W artykule omówione zostały badania numeryczne modelu przestrzennego budynku (3D), poddanego obciążeniom programowym oraz wybranym wskaźnikom deformacji terenu ( $R$ ,  $T$ ) wynikającym z prowadzonej eksploatacji górniczej. Zasadniczym celem przedstawionych badań była próba wykazania w sposób obliczeniowy zmiennego wychylenia naroża ścian modelu budynku o różnej konstrukcji stropów, przy ukośnym położeniu frontu robót górniczych względem rzutu poziomego segmentu ( $\Psi = 45^\circ$ ).

Przykładowe wyniki badań podane zostały dla wybranego naroża budynku. Ponadto przedstawione zostały mapy naprężeń normalnych w ścianie podłużnej modelu, których wielkości zmieniają się w zależności od konstrukcji stropów i obciążenia górniczego zdefiniowanego w modelu.

W podsumowaniu na podstawie przeprowadzonej analizy wyników badań numerycznych podane zostały uwagi i wnioski.

## 2. Badania numeryczne

### 2.1. Uwagi ogólne

W artykule omówione zostały badania numeryczne przeprowadzone w ramach (Słowik 2017), dotyczące przestrzen-

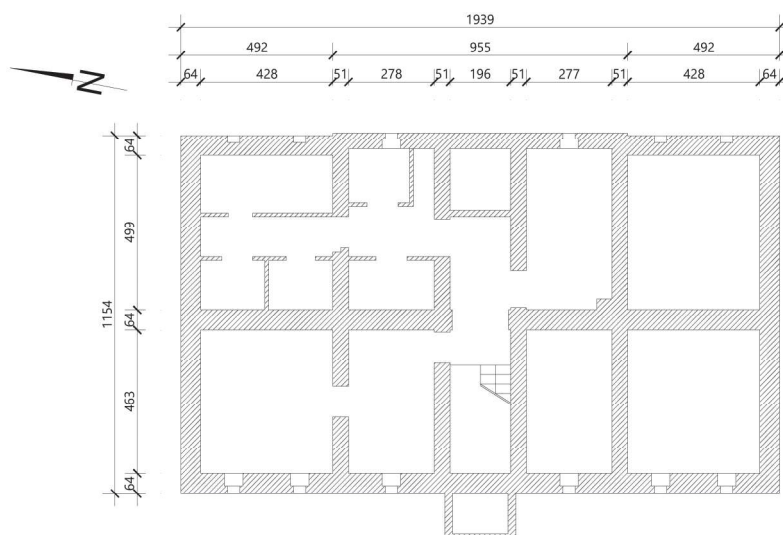
nego modelu numerycznego budynku na podłożu sprężystym. Segment budynku współpracujący z podłożem został poddany wymuszeniu kinematycznemu wynikającemu z przyjętego na potrzeby badań oddziaływania profilu niecki górniczej. Zasadniczym celem prowadzonych badań było ustalenie wpływu sztywności tarcz stropowych na wychylenie konstrukcji ścian modelu budynku, przy ukośnym usytuowaniu frontu robót górniczych względem osi podłużnej rzutu poziomego segmentu. W rozpatrywanym przypadku badawczym, sztywność przestrzenną budynku zdefiniowano dwoma typami tarcz stropowych, tj. o konstrukcji drewnianej (wariant I) i betonowej (wariant II).

### 2.2. Geometria modelu, warunki brzegowe i obciążenia

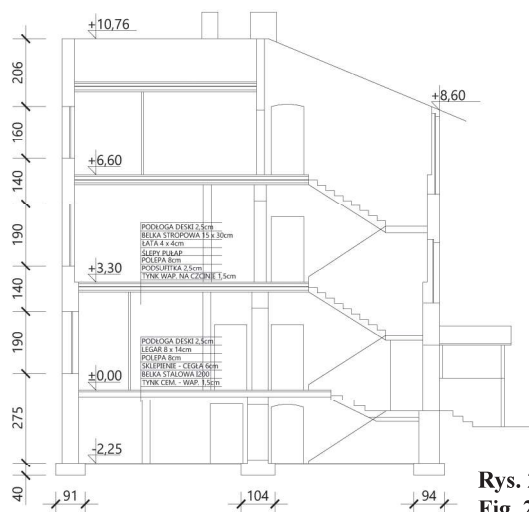
#### Geometria modelu budynku

Przestrzennej analizie numerycznej poddany został model obliczeniowy budynku zbudowany na podstawie danych ujętych w dokumentacji projektowej (Madański i in. 1924) oraz dokumentacji z przeprowadzonej inwentaryzacji (Wojewódzkie ... 1964).

Na rys. 1÷2 przedstawiono rzut poziomy kondygnacji piwnicznej i przekrój poprzeczny modelowanego budynku.

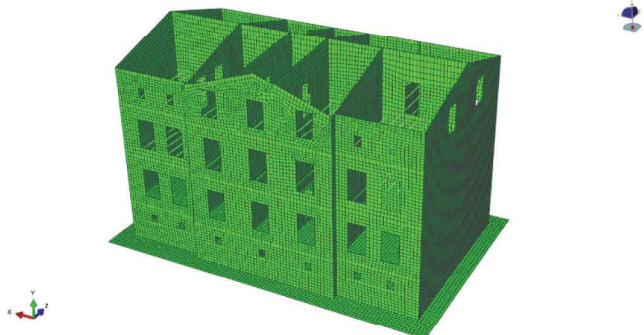


Rys. 1. Rzut kondygnacji piwnicznej budynku  
Fig. 1. A plan view of the basement storey of the building



Rys. 2. Przekrój poprzeczny budynku  
Fig. 2. Cross-section of the building

Geometrię przestrzennego modelu konstrukcji budynku pokazano na rys. 3. Parametry materiałowe elementów konstrukcyjnych w modelu budynku przyjęto na podstawie dokumentacji projektowej (Madański i in. 1924) i inwentaryzacji (Wojewódzkie ... 1964).



Rys. 3. Przestrzenny model MES analizowanego budynku  
Fig. 3. Spatial FEM model of the analyzed building

### Geometria modelu podłoża

W modelu obliczeniowym podłoże gruntowe reprezentuje sztywna płyta o zewnętrznych wymiarach 13,54 x 21,39 m, które przyjęto na bazie doświadczeń własnych. Pomiędzy płytą a ławami fundamentowymi zdefiniowane zostały warunki kontaktowe właściwe dla adekwatnego podparcia sprężystego i odpowiadającej warunkom rzeczywistym podatności podłoża, co szerzej omówiono w dalszej części artykułu. Geometria płyty pokazana została na rys. 3.

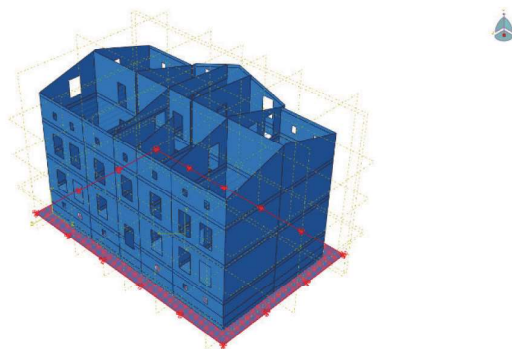
### Charakterystyka modeli materiałowych stosowanych w badaniach

Model numeryczny układu budynek – podłoże gruntowe, wykorzystany w badaniach, zdefiniowano przyjmując, że materiał konstrukcji budynku i podłoża (sztywnej płyty) jest sprężysty. Właściwości sprężyste materiału budynku oszacowano na podstawie opisu projektu (Madański i in. 1924) oraz parametrów podanych w monografii (Tatara 2012) i pracy (Słowik 2015). Przyjęte parametry wytrzymałościowo-odkształceniowe podane zostały w tabeli 1.

W modelu obliczeniowym ze stropami betonowymi (wariant II), przyjęto grubość stropu równą 0,08 m, dzięki czemu obciążenie na m<sup>2</sup> stropu wynosi jak w modelu ze stropami drewnianymi (wariant I) 200 kg/m<sup>2</sup>.

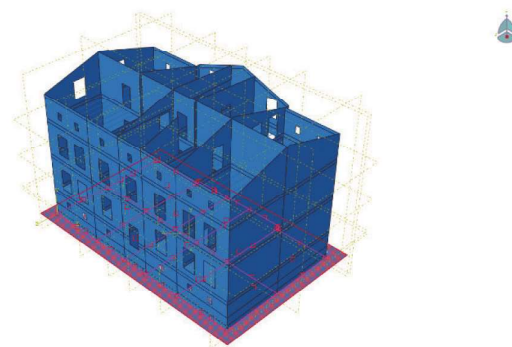
### Warunki brzegowe i kontaktowe

Warunki brzegowe zdefiniowane zostały w modelu dla sztywnej płyty (podłoża gruntowego) i sprowadzają się od ograniczenia przemieszczeń w kierunku osi OX, OY i OZ (rys. 4). Blokada przemieszczeń w kierunku osi głównych zadana została w kroku inicjującym analizy.



Rys. 4. Warunki brzegowe zdefiniowane w modelu  
Fig. 4. The boundary conditions defined in the model

W przypadku analizy układu budynek-podłoże konieczne jest jeszcze sformułowanie warunków kontaktu pomiędzy elementami fundamentów i podłoża (sztywnej płyty). Dla potrzeb przeprowadzonej analizy zdefiniowany został jeden warunek kontaktowy, tj. dla płaszczyzny poziomej w linii ław fundamentowych oraz płaszczyzny poziomej sztywnej płyty opisanej w zadaniu jako grunt (rys. 5). Dla kierunku pionowego (normalnego) w parametrach kontaktu określona została podatność podłoża 50 MPa/mb. Jest to wartość średnia podatności podłoża przyjęta na podstawie (Fedorowicz i in. 2014). Założono kontakt typu „powierzchnia do powierzchni” przy założeniu, że na powierzchniach kontaktu możliwe jest przenoszenie tylko normalnych naprężeń ścisających (jednostronny kontakt sprężysty).



Rys. 5. Warunek kontaktowy zdefiniowany w modelu  
Fig. 5. The contact condition defined in the model

### Obciążenia zdefiniowane w modelach numerycznych

W przeprowadzonych analizach, dla każdego z modeli (wariant I i II), przyjęto następujące obciążenia:

- ciężar własny konstrukcji,
- normowe obciążenie użytkowe,
- wpływy eksploatacji górniczej dla wybranych parametrów (wskaźników opisujących profil niecki górniczej), tj.  $R_{max}$

Tabela 1. Parametry wytrzymałościowo-odkształceniowe zdefiniowane w badaniach

Table 1. Strength and strain parameters defined in the research

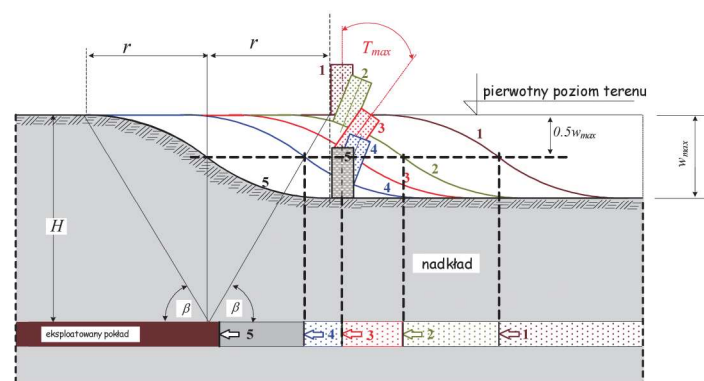
Lp.	Materiał	Moduł Younga $E$ [Pa]	Moduł Poissona $\nu$ [-]	Gęstość $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]
1.	Mur z cegły na zaprawie cem.-wap.	3,12 x 10 <sup>9</sup>	0,25	1800
2.	Drewno (strop wariant I)	9,0 x 10 <sup>9</sup>	0,30	600
3.	Beton (strop wariant II)	30,0 x 10 <sup>9</sup>	0,20	2500
4.	Grunt	1,0 x 10 <sup>24</sup> *	0,10	1

\* wartość fikcyjna, zdefiniowana na potrzeby rozwiązywanego zadania (dla gruntu taka wartość  $E$  nie istnieje).

**Tabela 2. Zdefiniowane w modelach obciążenie wynikające z wpływu wybranych wskaźników deformacji górniczej**  
**Table 2. Load defined in models, resulting from the influence of the selected mining deformation indicators**

Lp.	Wariant obciążenia	Promień wygięcia profilu niecki górniczej $R_{max}$ [km]	Nachylenie terenu $T$ [mm/m]	Pozycja wg oznaczenia na rys. 5
1.	A	4	8	2
2.	B	—	15	3
3.	C*	4	—	—

\* - Wariant C przyjęto dla określenia wpływu wygięcia wypukłego profilu niecki górniczej na budynek (w warunkach in situ przypadek taki (wpływ samego  $R$ ) nie występuje samodzielnie).



**Rys. 6. Wybrane sytuacje obliczeniowe analizowane w badaniach (Słowik 2015)**  
**Fig. 6. Selected computational situations analyzed in research (Słowik 2015)**

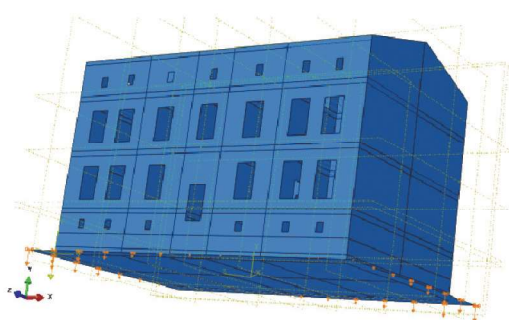
i  $T$ , które zadane zostały w modelach wg trzech wariantów podanych w tabeli 2 i wybranych dwóch faz położenia eksploatowanej ściany w stosunku do analizowanego budynku, pokazanych na rys. 6.

W obliczeniach uwzględniono następujące fazy oznaczone na rys. 5:

- pozycja ściany 2 – w połowie długości budynku występuje ekstremalne wygięcie profilu niecki i odpowiadające mu nachylenie terenu  $T$ . W badaniach pominięto ekstremalne odkształcenia poziome rozluźniające  $\epsilon_{max}$  podłoże (tabela 2 – wariant A),
- pozycja ściany 3 – w połowie długości budynku występuje ekstremalne nachylenie profilu niecki (tabela 2 – wariant B).

W badaniach numerycznych przyjęto ukośny przebieg eksploatacji górniczej względem osi podłużnej rzutu poziomego budynku pod kątem  $\psi = 45^\circ$ . Oś układu lokalnego (xyz) zostały obrócone względem układu globalnego (XYZ) o  $45^\circ$ .

Warunki górnicze określone dla wariantów A ÷ C (tabela 2) zdefiniowane zostały w modelu w postaci funkcji przemieszczeń dla płaszczyzny sztywnej płyty OZX zmieniających się po OY (rys. 7).

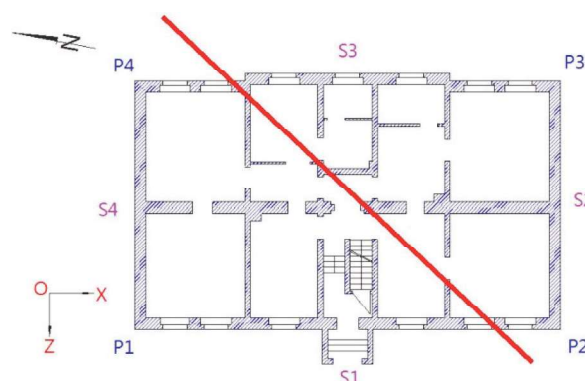


**Rys. 7. Przykład definicji obciążeń wynikających z warunków górniczych dla wariantu C (tabela 2)**  
**Fig. 7. Example of the definition of loads resulting from mining conditions for variant C (table 2)**

W badaniach numerycznych zastosowany został program *Abaqus*, a zadania rozwiązywane były przy zastosowaniu metody elementów skończonych *MES* w wersji przemieszczeniowej. Do budowy modelu *MES* budynku wykorzystano czworokątne elementy powłokowe o sześciu niewiadomych przemieszczeniach w węźle.

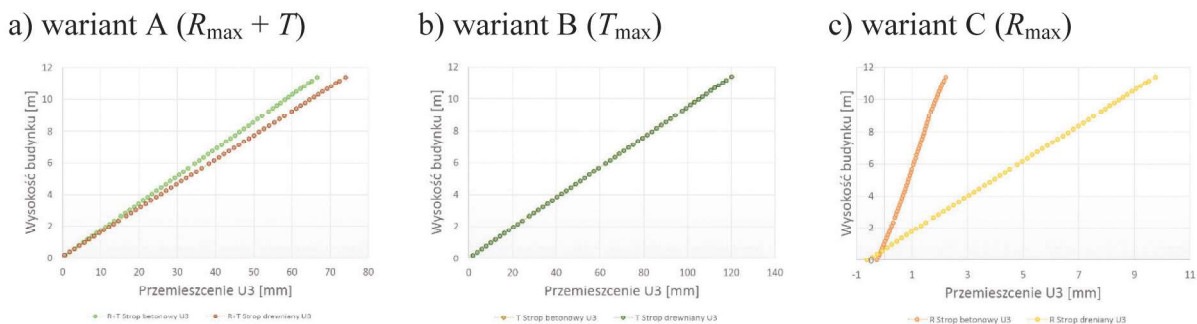
### 2.3. Wybrane wyniki obliczeń

Przykładowe wyniki symulacji numerycznych w postaci przemieszczeń w kierunku osi OZ ( $U_3$ ) i OX ( $U_1$ ) dla wariantów obciążeń górniczych podanych w tabeli 2, przedstawione zostały dla naroża  $P1$  rzutu budynku pokazanego na rys. 8. Linia czerwona na rys. 8 oznaczona została oś krzywizny profilu niecki górniczej zdefiniowana w modelu.



**Rys. 8. Oznaczenie naroża budynku, dla którego przedstawione zostały przykładowe wyniki przemieszczeń w kierunku OZ ( $U_3$ ) i OX ( $U_1$ )**

**Fig. 8. Corner designation of the building for which exemplary results of displacement towards OZ ( $U_3$ ) and OX ( $U_1$ ) have been presented**



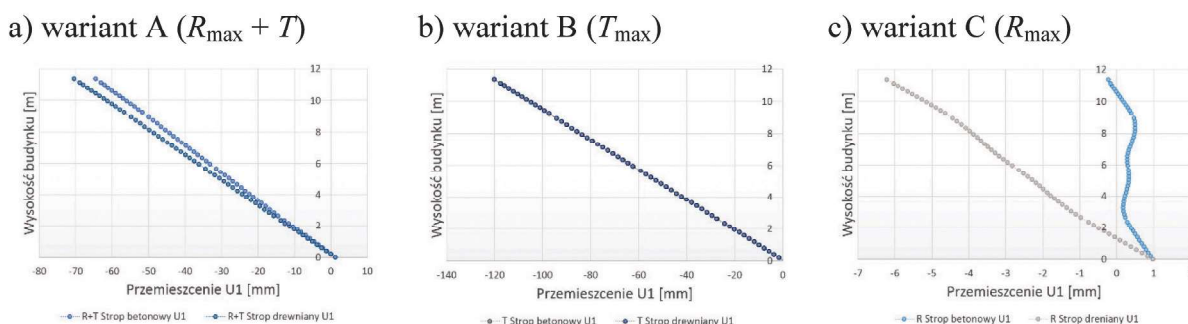
Rys. 9. Wychylenie naroża P1 dla modeli ze stropem drewnianym i betonowym w kierunku OZ (U3) i obciążeń górniczych określonych w tabeli 2

Fig. 9. Tilt of the P1 corner for models with wooden and concrete ceiling towards OZ (U3) and mining loads specified in table 2

Wykresy przedstawiające wychylenie ścian modeli ze stropami drewnianym (wariant I) i betonowym (wariant II) w kierunku OZ (U3) dla obciążeń górniczych określonych w tabeli 2 pokazano na rys. 9a–9c.

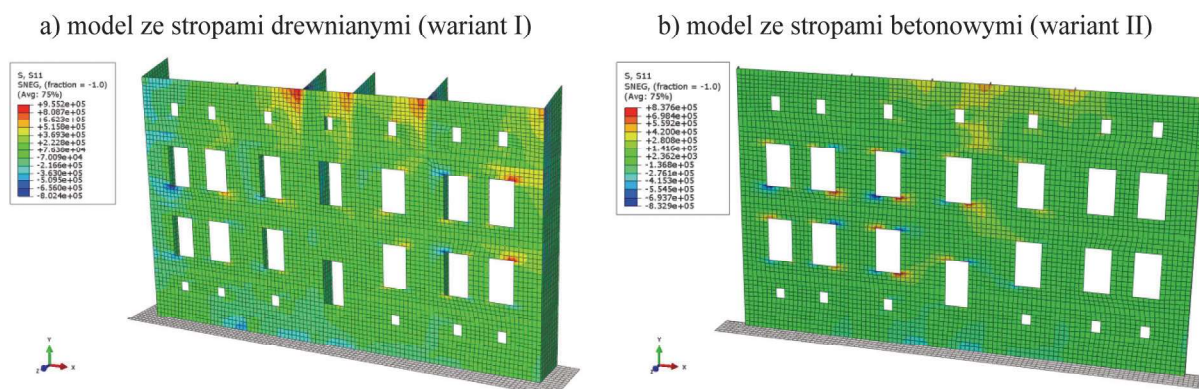
Na kolejnych rysunkach przedstawiono wybrane fragmenty rozwiązania ilustrujące zmianę wyężenia konstrukcji ściany zachodniej budynku poddanej trzem wariantom obciążenia górniczego określonym w tabeli 2. Rysunki 11 – 13 ilustrują mapy naprężeń normalnych  $s_{11}$  dla obciążeń górniczych wg wariantów A ÷ C.

Poniżej na rys. 10a–10c przedstawiono wychylenie ścian modeli ze stropami drewnianym (wariant I) i betonowym (wariant II) w kierunku OX (U1) dla obciążeń górniczych określonych w tabeli 2.



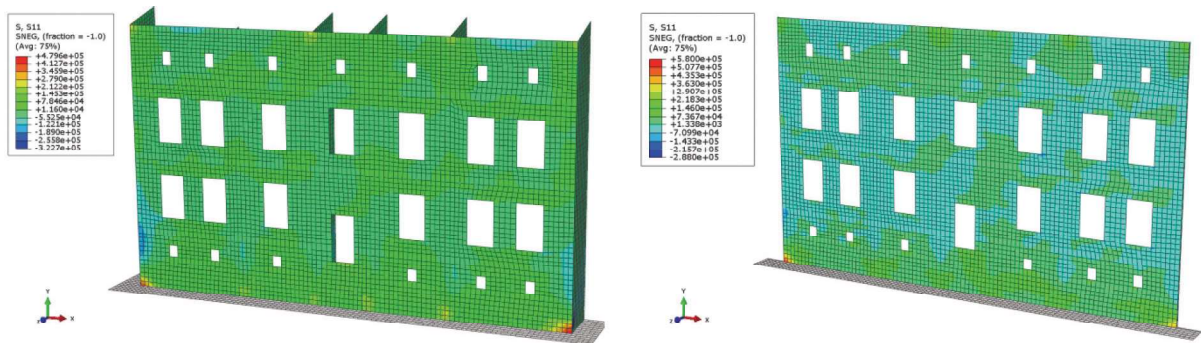
Rys. 10. Wychylenie naroża P1 dla modeli ze stropem drewnianym i betonowym w kierunku OX (U1) i obciążeń górniczych określonych w tabeli 2

Fig. 10. Tilt of the P1 corner for models with wooden and concrete ceiling in the OX (U1) direction and mining loads specified in table 2



Rys. 11. Mapa poziomych naprężeń  $s_{11}$  w zewnętrznej ścianie zachodniej dla obciążeń górniczych zdefiniowanych wg wariantu A ( $R_{max} = 4 \text{ km}$  i  $T=8 \text{ mm/m}$ ): a) model ze stropami drewnianymi, b) model ze stropami betonowymi [Pa]

Fig. 11. Map of horizontal stresses  $s_{11}$  in the outer western wall for mining loads defined according to variant A ( $R_{max} = 4 \text{ km}$  and  $T=8 \text{ mm/m}$ ): a) model with wooden ceilings, b) model with concrete ceilings [Pa]

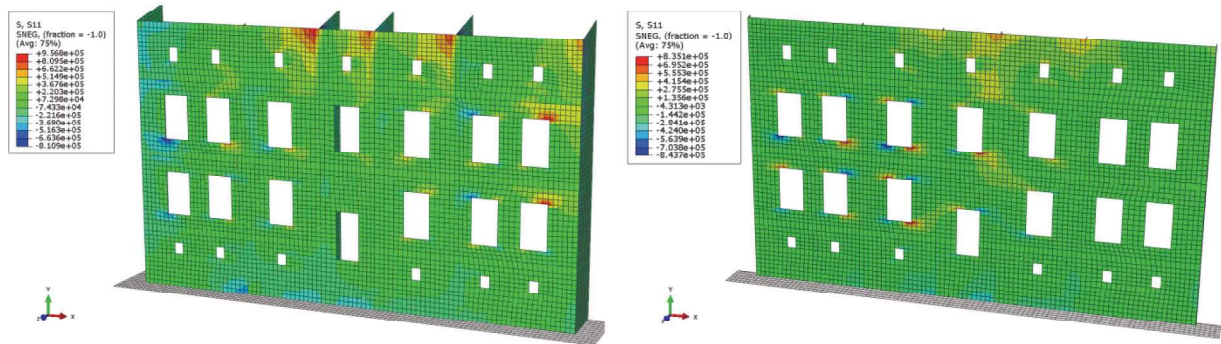


Rys. 12. Mapa poziomych naprężeń  $s_{11}$  w zewnętrznej ścianie zachodniej dla obciążeń górniczych zdefiniowanych wg wariantu B ( $T_{\max} = 15$  mm/m): a) model ze stropami drewnianymi, b) model ze stropami betonowymi [Pa]

Fig. 12. The map of horizontal stresses  $s_{11}$  in the outer western wall for mining loads defined according to variant B ( $T_{\max} = 15$  mm/m): a) model with wooden ceilings, b) model with concrete ceilings [Pa]

a) model ze stropami drewnianymi (wariant I)

b) model ze stropami betonowymi (wariant II)



Rys. 13. Mapa poziomych naprężeń  $s_{11}$  w zewnętrznej ścianie zachodniej dla obciążeń górniczych zdefiniowanych wg wariantu C ( $R_{\max} = 4$  km): a) model ze stropami drewnianymi, b) model ze stropami betonowymi [Pa]

Fig. 13. The map of horizontal stresses  $s_{11}$  in the outer western wall for mining loads defined according to variant C ( $R_{\max} = 4$  km): a) model with wooden ceilings, b) model with concrete ceilings [Pa]

#### 2.4. Analiza przedstawionych wyników obliczeń

Na rysunkach 8a-8c przedstawiono wykresy wychylenia naroża budynku  $PI$  (rys. 7) w kierunku  $OZ$  ( $U3$ ) dla trzech schematów obciążeń górniczych podanych w tabeli 2. Wynika z nich, że dla wariantu  $A$  ( $R_{\max} = 4$  km i  $T = 8$  mm/m), wychylenie naroża modelu budynku ze stropem drewnianym jest większe od wychylenia tego samego naroża w budynku ze stropami betonowymi. Z kolei dla schematu obciążenia  $B$  ( $T_{\max} = 15$  mm/m), odpowiadającego maksymalnemu nachyleniu profilu niecki górniczej, wychylenie naroża  $PI$  zarówno dla modelu ze stropami drewnianymi, jak i betonowymi, jest takie same. Przy wariacie  $C$  obciążenia górniczego, wychylenie powodowane maksymalną krzywizną profilu niecki górniczej (przypadek taki nie występuje w warunkach in situ) jest około pięciokrotnie większe dla modelu budynku ze stropami drewnianymi w stosunku do segmentu ze stropami betonowymi. Podkreślenia wymaga również fakt, że wychylenie naroża  $PI$  powodowane samą krzywizną  $R_{\max}$  jest znikome i nie przekracza 1 mm/m. Zarówno dla wariantu  $A$ , jak i  $B$  obciążenia górniczego, uzyskane maksymalne wychylenie naroża  $PI$  jest mniejsze od nachylenia terenu i wynosi odpowiednio:

– dla wariantu  $A$  obciążenia górniczego:

$$T_{b,\max}^{P1} = 6,4 \frac{mm}{m} < T_{odp} = 8,0 \frac{mm}{m},$$

– dla wariantu  $B$  obciążenia górniczego:

$$T_{b,\max}^{P1} = 10,2 \frac{mm}{m} < T_{\max} = 15,0 \frac{mm}{m}.$$

Adekwatne spostrzeżenia do wskazanych powyżej dotyczą wyników wychyleń naroża modelu budynku  $PI$  dla kierunku  $OX$  ( $U1$ ).

Analiza otrzymanych wyników, w zakresie naprężeń normalnych  $s_{11}$  (rys. 10 - 12), pozwala stwierdzić, że:

- dla wariantu  $A$  obciążenia górniczego w rozpatrywanej ścianie zachodniej, w modelu ze stropami drewnianymi (wariant I) występują naprężenia normalne, których wielkość może stanowić zagrożenie, szczególnie dla górnych partii ściany, stref nadprożowych i podokiennych. Dodac należy, że w modelu ze stropami betonowymi, wielkość naprężeń normalnych  $s_{11}$  nie przekracza wielkości uznawanych za dopuszczalne i nie powinna stanowić zagrożenia dla rozpatrywanej ściany;
- dla wariantu  $B$  obciążenia górniczego przedstawione na mapach naprężenia nie powinny stanowić zagrożenia dla konstrukcji murowej, przyjmując kryteria wytrzymałościowe podane przykładowo w monografii (Kawulok 2015), tj. w istniejących konstrukcjach murowych, charakterystyczne wielkości naprężeń rozciągających wynoszą w granicach  $0,10 \div 0,15$  MPa,

- dla wariantu C obciążenia górniczego w konstrukcji murowej modelu budynku ze stropami drewnianymi, również występują wielkości naprężeń normalnych rozciągających, których wartość może stanowić o uszkodzeniach rozpatrywanej ściany. Przypadek ten został jednak zadany w modelach tylko dla celów porównawczych i nie występuje on w warunkach in situ. Zagrożenia takiego nie ma z kolei w modelu ze stropami betonowymi.

### 3. Podsumowanie

Badania przytoczone w artykule dotyczyły symulacji numerycznych budynku typu kamienica, o konstrukcji tradycyjnej murowanej z dwoma wariantami stropów kondygnacji nadziemnych, tj. ze stropami drewnianymi (wariant I) i betonowymi (wariant II). Modele budynku poddane zostały obciążeniom programowym oraz górnicyzmem w wariantach A ÷ C wg tabeli 2. W modelach założono ukośny przebieg frontu robót górnicyzmem względem osi podłużnej rzutu poziomego budynku. Przedstawione w artykule przykładowe wyniki obliczeń pozwalają stwierdzić, że wychylenie konstrukcji budynku w warunkach górnicyzmem zdefiniowanych w przedmiotowych badaniach, w znacznej mierze zależy od konstrukcji stropów budynku. Istotę stanowi tu sztywność tarcz stropowych odpowiadających za współpracę z przegrodami zewnętrznymi i wewnętrznymi. Sztywność budynku zależna jest od konstrukcji stropów, co potwierdziły przedstawione w referacie badania. Ponadto dla rozpatrywanych przypadków obliczeniowych, wychylenie naroża budynku było mniejsze od nachylenia terenu. Całość badań przedstawionych w (Słowik 2017) potwierdza również uwagi zawarte w monografii (Kawulok 2015), dotyczące możliwości różnego wychylenia ścian budynków w zależności od usytuowania parceli eksploatacyjnej względem rozpatrywanej zabudowy.

Przedstawione wyniki w formie map naprężeń normalnych pokazują, że naprężenia rozciągające, szczególnie dla wariantu A obciążenia górnicyzmem, mogą stanowić zagrożenie górnych partii ścian podłużnych oraz stref nadprożowych i podokiennych w budynku ze stropami drewnianymi. Trzeba jednak pamiętać, że warunki określone w modelu nie uwzględniają wpływu odkształceń poziomych  $\epsilon$ , których udział w pewnych określonych sytuacjach obliczeniowych, może powodować redukcję naprężeń w przegrodach (jednoczesne oddziaływanie  $R$  i  $\epsilon$ ).

### Literatura:

- GIL-KLECZEŃSKA B. 1978 - Dodatkowe osiadania i pochylenia budowli na terenach górnicyzmem. V Krajowa Konferencja Mechaniki Gruntów i Fundamentowania. Katowice, s. 252-259.
- FEDOROWICZ J., SŁOWIK L. 2013 - Interpretation of the behaviour of a system building object - difficult subsoil in modern numerical modeling. Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Conference on New Trends in Statics and Dynamics of Buildings October 3-4, 2013 Bratislava, Slovakia.
- FEDOROWICZ L., FEDOROWICZ J., MROZEK D. 2014 - Wpływ całkowitych deformacji podłoża górnicyzmem na obiekt budowlany z wydzieleniem wpływu krzywizny terenu. Wytyczne do obliczeń. I Konferencja Obiekty Budowlane na Terenach Górnicyzmem. PZITB Oddział Katowice. Katowice.
- KAWULOK M., SŁOWIK L. 2007 - Obliczeniowa analiza wyiężenia ścian budynków jednorodzinnych o dużych wychyleniach. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Górnicyzmem z. 278. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice.
- KAWULOK M. 2015 - Szkody górnicyzmem w budownictwie. Wydawnictwo ITB. Warszawa.
- KWIATEK J. 1968 - Badania laboratoryjne wpływu rozpelzania podłoża na siły rozciągające w fundamentach budowli. Prace GIG, Komunikat 440. Katowice.
- KWIATEK J. i in. 1997 - Ochrona obiektów budowlanych na terenach górnicyzmem. Wydawnictwo GIG. Katowice.
- MADAISKI I. 1924 - Rechnung für die Gemeindeverwaltung – Betr. Miechowice.
- SŁOWIK L. 2015 - Wpływ nachylenia terenu spowodowanego podziemną eksploatacją górnicyzmem na wychylenie obiektów budowlanych. ITB. Rozprawa doktorska, mps. Warszawa.
- SŁOWIK L. 2016 - Prognozowanie wychylenia budynków w warunkach eksploatacji górnicyzmem. II Konferencja Obiekty Budowlane na Terenach Górnicyzmem. Diagnostowanie, Sposoby Wzmocnień i Napraw Istniejących Konstrukcji. PZITB Oddział Katowice. Katowice.
- TATARATA. 2012 - Odporność dynamiczna obiektów budowlanych w warunkach wstrząsów górnicyzmem. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej. Kraków.
- Wojewódzkie Biuro Projektów Zabrze 1964 - Dokumentacja szkicowa budynku przy ul. Wolnego 1 w Bytomiu Miechowicach. Zabrze.

Artykuł wpłynął do redakcji – październik 2018  
Artykuł akceptowano do druku 17.01.2019

Sprostowanie do numeru 1/2019 strony 27 - 32  
W artykule mgr inż. A. Kopeć, dr hab. inż. A Kwinta

Osiadanie powierzchni terenu z tytułu szczyrywania wody - wyznaczanie technikami InSAR

błędnie podano afiliację Autorów  
jest  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie  
ma być  
Wydział Geoinżynierii, Górnicyzmem i Geologii  
Politechniki Wrocławskiej