

Pomiary pochyleń budynków na terenach górniczych i pogórniczych

Measurements of building inclinations in mining and post-mining areas



Andrzej Kowalski^{*)}



Tomasz Niemiec^{**)}

Treść: W artykule przedstawiono zasady pomiaru pochyleń budynków spowodowanych podziemną eksploatacją górniczą. Wartość pochylenia może być miarą utraty wartości technicznej i ekonomicznej obiektu. Natomiast składowe pochylenia wzdłuż osi budowli wykorzystuje się w projektach technicznych rektyfikacji (prostowania) oraz analizach wytyczenia istniejących konstrukcji. Pomiary pochyleń budynków są wykonywane na zewnątrz budynku i w pomieszczeniach wewnętrznych. Pochylenia są określane klasycznymi metodami geodezyjnymi przy zastosowaniu niwelatora lub teodolitu, a także z użyciem poziomiccy elektronicznej z cyfrowym odczytem wyniku - pomiaru. W drugiej części artykułu zamieszczono dwa przykłady pomiaru pochyleń podłóg i wychyleń ścian od pionu, wyniki pomiarów i ich interpretację.

Abstract: The article presents the principles of measuring building inclinations caused by underground mining. The value of the inclination can be a measure of the loss of technical and economic value of an object. The components of the inclination along the axis of the building are used in technical rectification (straightening) projects. Building inclinations are measuring outside and inside building. The inclinations are determined by classical geodetic methods with use of a leveler or theodolite, as well as electronic spirit level with digital readout of the measurement result. The second part of the article presents two examples of measuring floor and wall inclinations from vertical level, as well as measurement results and their interpretation.

Słowa kluczowe:

deformacje górnicze, pochylenia budynków, pomiar

Keywords:

Mining deformation, building inclinations, measurements

1. Wprowadzenie

W Górnśląskim Zagłębiu Węglowym (GZW), gdzie złożę węgla kamiennego jest wielopokładowe, na skutek wielokrotnej eksploatacji górniczej występuje sumowanie wpływów. Szczególnie jest to widoczne w postaci zmian pierwotnej rzeźby terenu, a w szczególności nachyleń. Pochylenia budynków, które są efektem tych zmian, powodują uciążliwości użytkowania, a także obniżają ich wartość. Mogą również spowodować dodatkowe wytyczenie istniejących konstrukcji (Kawulok 2015, Słowik 2015).

O skali problemu pochyleń budynków na terenach górniczych w GZW świadczą następujące dane (Seminarium 2019):

- Dotychczas wykonano rektyfikacje (prostowanie) ponad 600 obiektów.
- Około 1500 budynków mieszkalnych jest pochylonych ponad 20 mm/m.

- Pomiary pochyleń budynków wykonuje się w celu:
- monitorowania narastania ich pochyleń,
 - oceny wytyczenia i stateczności pochylonych budynków,
 - sporządzania projektów rektyfikacji, oraz
 - ustalania odszkodowań dla poszkodowanych z tytułu utraty wartości budynków.

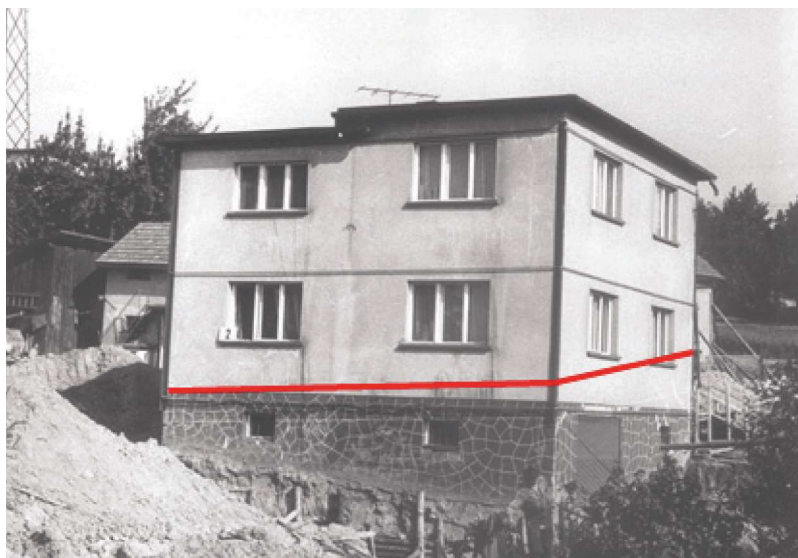
Dotychczas nie ma jednolitych, przyjętych zasad wykonywania pomiarów wychyleń budynków od pionu, choć takie pomiary są wykonywane dla wymienionych wyżej celów.

W 2022 r. w Głównym Instytucie Górniczym wykonano pracę, której końcowym efektem będzie wydanie w serii Instrukcje GIG „Zasady określania odszkodowania pieniężnego z tytułu utraty wartości budynków pochylonych na skutek działalności górniczej” (Kowalski i in. 2022). Jednym z dwóch głównych problemów, które opracowano w „Zasadach...” jest odpowiedź na pytanie, jak mierzyć pochylenia budynków, aby wynik był wiarygodny?

Stosowane dotychczas metody wykonywania pomiarów wychyleń budynków od pionu dają asumpt do wypracowania jednolitej metodyki i zasad postępowania, które zostałyby zaakceptowane i przyjęte w praktyce.

^{*)} Główny Instytut Górniczy, Katowice

^{**)} Przedsiębiorstwo Usług Geodezyjnych „Kwant”, Jastrzębie-Zdrój



Rys. 1. Budynek pochylony, linią czerwoną zaznaczono poziom (foto T. Niemiec 1984)
Fig. 1. The inclined building, red line is a horizontal level

Celem artykułu jest przedstawienie:

- dotychczasowych sposobów pomiarów pochyłości budynków na zewnątrz, głównie metodami geodezyjnymi, oraz
- procedury pomiaru pochyłości w pomieszczeniach budynku i na zewnątrz przy zastosowaniu poziomicy elektronicznej. „Zasady...” zostały opracowane dla budownictwa mieszkaniowego w zabudowie tradycyjnej i tradycyjnej ulepszonej do trzech kondygnacji mieszkalnych, a także dla budynków pochylonych do 25 mm/m, przy czym sposób pomiaru pochylenia budynków nie ma ograniczenia w liczbie kondygnacji i wartości występującego pochylenia budynków.

2. Metody pomiaru wychyleń od pionu bryły budynku

2.1. Metody pomiaru

Na rys. 1 i 2 przedstawiono budynek poddany wpływom eksploatacji górniczej. Nierównomierne obniżenie rzędu kilku metrów spowodowało także jego obrót w przestrzeni i w konsekwencji znaczne pochylenie. Kolorem czerwonym zaznaczono ślad płaszczyzny poziomej na ścianach budynku.

Istnieje kilka metod pomiaru wychyleń budynków od pionu:

- Niwelacja geometryczna (niwelacja techniczna) wybranych punktów budynku, która polega na wyznaczaniu zmian ich wysokości w czasie.
- Odrzutowanie (za pomocą teodolitu) punktów krawędzi ścian na płaszczyznę poziomą. Pomiar wykonuje się za pomocą teodolitu w kierunkach osi podłużnej i poprzecznej obiektu.
- Tachimetria (wcięcie przestrzenne wybranych punktów budynku); pomiar, w którym za pomocą tachimetru określa się odległości i kąty pionowe oraz poziome, a na ich podstawie oblicza się przestrzenne położenie punktów.
- Fotogrametria, w której wykorzystuje się zdjęcia naziemne bliskiego zasięgu (do 300 m).
- Pomiar wybranych elementów budynku poziomicy elektroniczną z odczytem cyfrowym. Metoda ta preferowana jest do stosowania wewnątrz pomieszczeń. Na rynku znajduje się kilka różnych długości poziomicy; od 0,6 m

do 2,0 m, o dokładności pomiaru 0,5 - 1,0 mm/m. Z uwagi na cyfrowy odczyt wartości pochylenia oraz jej rozmiary, jest to przyrząd praktyczny i zalecany do stosowania w pomieszczeniach (Zaborek 2018), (Seminarium 2019). Za pomocą poziomicy można określać pochylenia podłóg, a także wychYLENIA od pionu ścian wewnątrz i na zewnątrz budynku

- Skaniny laserowe - metoda obrazowania punktów powierzchni obiektu, polegająca na pomiarze odległości między obiektem a urządzeniem skanującym, emitującym i odbierającym impulsy laserowe odbite od obiektu. Rezultatem pomiaru są współrzędne przestrzenne mierzonych punktów.

Metoda fotogrametryczna nie jest aktualnie stosowana, natomiast skaniny laserowe nie jest używany dla małych obiektów jak domy jedno- lub wielorodzinne, jest używany do dużych obiektów budowlanych, na przykład kościoły.

- Metody geodezyjne są stosowane przez mierniczych górniczych oraz geodetów.
- Pomiar poziomicy elektroniczną z cyfrowym odczytem wyniku pomiaru stwarza duże możliwości określania wychyleń budynków od pionu, zwłaszcza wewnątrz pomieszczeń i dotychczas jest stosowany głównie przez ekspertów budowlanych i biegłych sądowych.

2.2. Pomiar za pomocą poziomicy elektronicznej

Z uwagi na użytkowanie budynków pochylonych, istotne są także pochylenia w poszczególnych jego pomieszczeniach. Pomiar taki wykonuje się głównie za pomocą poziomicy elektronicznej. Umożliwia on określenie pochylenia podłóg (posadzek) oraz wychYLENIA od pionu ścian. Dotychczas pomiary za pomocą poziomicy były wykonywane głównie przez firmę MPL Technology sp. z o.o. (Seminarium... 2019), w celu opracowania projektu rektyfikacji (prostowania) budynków (*W projekcie rektyfikacji podaje się pochylenie podłóg, oraz wychYLENIE od pionu ścian wewnętrznych i dostępnych krawędzi zewnętrznych budynku. Pomierzone uśrednione wartości tych trzech elementów porównuje się ze sobą, gdy mieszczą się one w przedziale wartości zgodnych z Eurokodem 6, można je uśrednić i przyjąć rezultat, jako parametr do rektyfikacji. W przeciwnym wypadku poszukuje się przyczyny. Przebudowa*

podłóg do „poziomu”, ocieplenie budynku do „pionu”. Najkorzystniej jest przyjąć pochylenie podłóg – jeśli nie są przebudowane – „gdyż chodzi się po podłogach”) oraz przez specjalistów budowlanych i niektórych biegłych.

Pomiary geodezyjne pochyłeń brył budynków na zewnątrz są wykonywane zgodnie z zasadami wynikającymi z instrukcji pomiarowych i mają atest uprawnionego mierniczego górniczego lub geodety, natomiast pomiary pochyłeń wykonywane poziomicą nie są skodyfikowane, nie ma dotychczas opracowanej metody (procedury) pomiaru.

Wykonywane pomiary na zewnątrz i wewnątrz budynków mogą wykazywać różnice wyników, które mają przyczynę zarówno w deformacjach bryły obiektu, jak i wykonanych pracach naprawczych i modernizacyjnych budynków. Dlatego przed ich wykonaniem należy przeprowadzić wywiad o dokonanych remontach lub wcześniejszych naprawach budynków.

Rezultat pomiaru poziomicą elektroniczną powinien być niezależny od wykonawcy, pod warunkiem zachowania jednolitej procedury pomiaru, która powinna uwzględniać:

- liczbę kondygnacji objętych pomiarem,
- pomieszczenia objęte pomiarem,
- miejsca przyłożeń poziomicy w pomieszczeniach,
- sposób obliczania wartości wypadkowej pochylenia budynku,
- dokumentowanie wyników pomiaru (sprawozdanie z pomiaru).

3. Procedury pomiaru wychyleń budynków od pionu

Na podstawie doświadczeń z wykonywanych pomiarów dla celów rektyfikacji budynków wychylonych od pionu, a także wykonanych pomiarów testowych ([Opracowanie... 2021](#)) proponuje się do określania wypadkowych pochyłeń budynków, w celu oszacowania utraty ich wartości, wykonywać pomiary według poniższych procedur.

3.1. Procedury ogólne

1. Pomiar należy poprzedzić wywiadem oraz analizą dostępnej dokumentacji dotyczących przeprowadzonych w budynku remontów – mierzy się te elementy budynku, które nie zostały zmienione w wyniku robót remontowych lub modernizacyjnych. W sprawozdaniu należy zamieścić informacje istotne dla późniejszej interpretacji wyników. Na przykład dotyczące sposobu wykonania fundamentów lub pomieszczeń, w których podłogi były układane bezpośrednio na gruncie. W uzasadnionych przypadkach należy pozyskać informacje o dokonanej eksploatacji górniczej i deformacjach powierzchni terenu.
2. Pomiary powinny być wykonane zarówno na zewnątrz, jak i wewnątrz budynku przez mierniczego górniczego lub uprawnionego geodetę, czyli osoby ponoszące odpowiedzialność zawodową.
3. Pomiary powinny być realizowane za pomocą instrumentów/przyrządów posiadających ważne świadectwo legalizacji, które może wydawać: Urząd Miar, jednostka naukowa, branżowe przedsiębiorstwa będące dystrybutorami (serwisantami sprzętu geodezyjnego) pomiarowego.
4. Lokalny, ortogonalny matematyczny układ współrzędnych Oxy należy skorelować z budynkiem; początek układu w najwyższym punkcie, osie Ox i Oy zgodnie z osiami obiektu.
5. Pomiar pochylenia na zewnątrz bryły budynku należy wykonać metodami geodezyjnymi, a także można wykonać pomiar wychyleń ścian poziomicą o długości 2 m.

Zaleca się stosowanie niwelacji geometrycznej technicznej (niwelację techniczną) lub odrzutowanie punktów krawędzi ścian, pomiar za pomocą teodolitu (góra/dół) w dwóch wzajemnie prostopadłych płaszczyznach (ścianach).

6. Pomiary geodezyjne należy wykonywać zgodnie z branżowymi instrukcjami pomiarowymi i wiedzą techniczną.
7. Pomiar pochyłeń/wychyleń pomieszczeń wewnątrz budynku należy wykonać przy użyciu poziomicy elektronicznej zgodnie z zamieszczonymi poniżej procedurami.
8. Pomiar pochylenia bryły budynku na zewnątrz jak i wewnątrz należy wykonać w dwóch głównych osiach budynku, uzyskując składowe T_x , T_y pochylenia wypadkowego T_b .
9. Pochylenie składowe T_x , T_y jest wartością średnią z licznych rezultatów pomiarów, z których można określić także odchylenie standardowe.
10. W przypadku budynków, które zostały ocieplone po wystąpieniu ich pochyłeń, wartość pochylenia powinna być określona na podstawie pomiarów wewnątrz budynków.

3.2. Procedury pomiaru przy stosowaniu poziomicy elektronicznej:

1. Należy stosować poziomicę elektroniczną o długości nie mniejszej niż 0,6 m i dokładności odczytu nie większej niż 1,0 mm/m, przy czym zaleca się poziomicę o długości 0,8 m wewnątrz i 2,0 m na zewnątrz budynku.
2. Pomiary poziomicą obejmują:
 - pomiary pochylenia podłóg w kierunkach głównych osi budynków,
 - pomiary wychyleń ścian od pionu.
 W uzasadnionych przypadkach mogą być wykonane pomiary sufitów, w sposób analogiczny jak podłóg.
3. Pomiar pochylenia podłóg należy wykonywać przy ścianach pomieszczenia, w rejonie jego naroży i ewentualnie w połowie długości ścian, w dwóch kierunkach – zgodnych z osiami budynku. Pomiary ścian należy wykonywać w połowie ich wysokości, w miejscach pomiarów podłóg.
4. Pomiary prowadzić należy na każdej kondygnacji mieszkalnej budynku, w tym także na poddaszu mieszkalnym:
 - w co najmniej w dwóch pomieszczeniach, usytuowanych w przeciwległych częściach budynku lub wskazanych przez właściciela albo użytkownika,
 - w każdym z mierzonych pomieszczeń, w co najmniej w czterech punktach.
5. Należy sporządzić szkic pomiaru, na którym zaznacza się lokalny układ współrzędnych (osie budynków) i punkty pomiarowe.
6. Wartość wypadkową pochylenia należy obliczyć na podstawie pomiarów podłóg (posadzek), a w przypadku ich naprawy (poziomowania) z pomiarów ścian.
7. Średnia wypadkowa wartość T_b pochylenia posadzek, lub (wychyleń od pionu ścian budynku) jest sumą wektorową, czyli pierwiastkiem z sumy kwadratów uśrednionych nachyleń T_x i T_y pomierzonych w kierunkach głównych osi budynku x i y .
8. W celu określenia wiarygodności wartości średniej z pomiarów pochyłeń podłóg lub wychyleń ścian budynku T_b , należy obliczyć jej odchylenie standardowe, które służy do wykreślenia elipsy błędów. Wartości odchylenia standardowych świadczyć mogą o jakości i dokładności wykonania budynku.
9. Pomiar należy udokumentować sprawozdaniem, w którym zamieszczone będą wyniki pomiarów i ich opracowanie. Sprawozdanie powinno obejmować:
 - 0 górniczego lub uprawnionego geodety.

4. Pomiar pochylení podłóg i wychyleń ścian od pionu

4.1. Przykład 1

Przykład ilustruje wyniki pomiaru pochylenia/wychylenia budynku wykonanego zarówno na zewnątrz i wewnątrz. Sprawozdanie z pomiaru zamieszczono w tabeli 1, a szkice pomiarowe na rys. 2 i 3. Na rys. 2a zamieszczono szkic i wyniki pomiaru różnic wysokości naroży budynku, na podstawie których wyznaczono izolinie obniżeń oraz wartość i kierunek wychylecia wypadkowego. Obniżenia określono na drodze niwelacji technicznej. Natomiast na rys. 2b zamieszczono wyniki pomiaru wychyleń od pionu naroży budynku

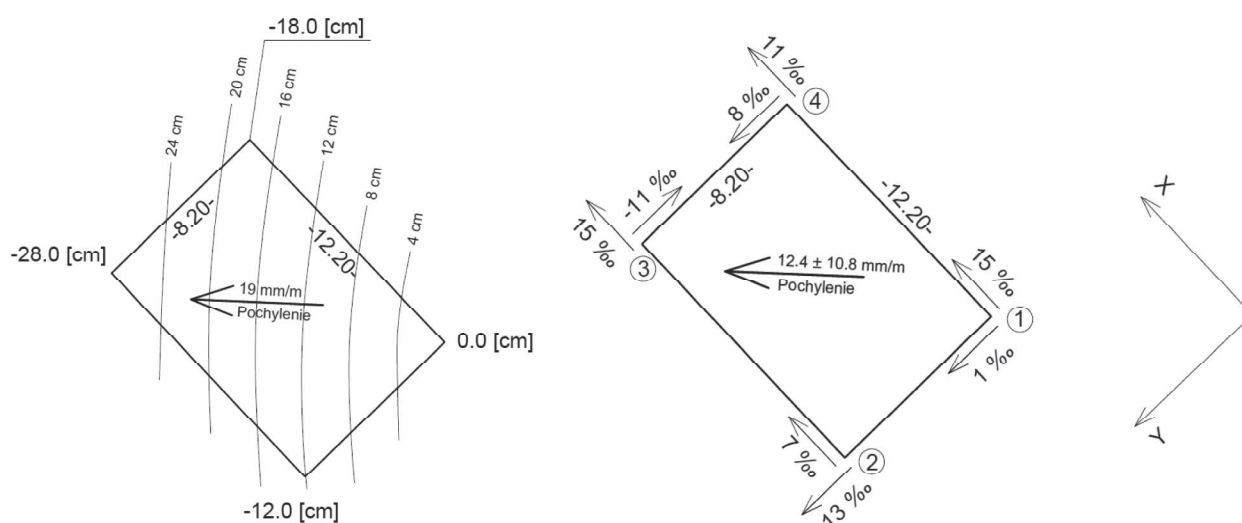
wykonane na zewnątrz za pomocą poziomicy elektronicznej z cyfrowym odczytem.

Z rys. 2a i b, na którym zaznaczono podstawowe wymiary bryły budynku oraz określone niwelacyjnie obniżenia jego naroży wynika, że wypadkowe wychylenie bryły budynku wynosi $19,0\text{mm/m}$, natomiast pomierzone poziomicą elektroniczną wynosi $12,4\pm 10,8\text{ mm/m}$ (tabela 2).

Z tabeli 2 oraz rys. 3 wynika, że pomierzone za pomocą poziomicy pochylenia wewnątrz budynku wynoszą; średnia wartość pochylenia posadzki w kierunku osi $x=15\pm 6\text{mm/m}$, a w kierunku osi $y=15\pm 8\text{mm/m}$, natomiast wychylecia ścian w kierunku osi $x=12\pm 9\text{mm/m}$, a w kierunku osi $y=13\pm 6\text{mm/m}$. Wypadkowe pochylenia dla posadzki wynoszą $21\pm 11\text{mm/m}$, a ścian $18\pm 11\text{mm/m}$.

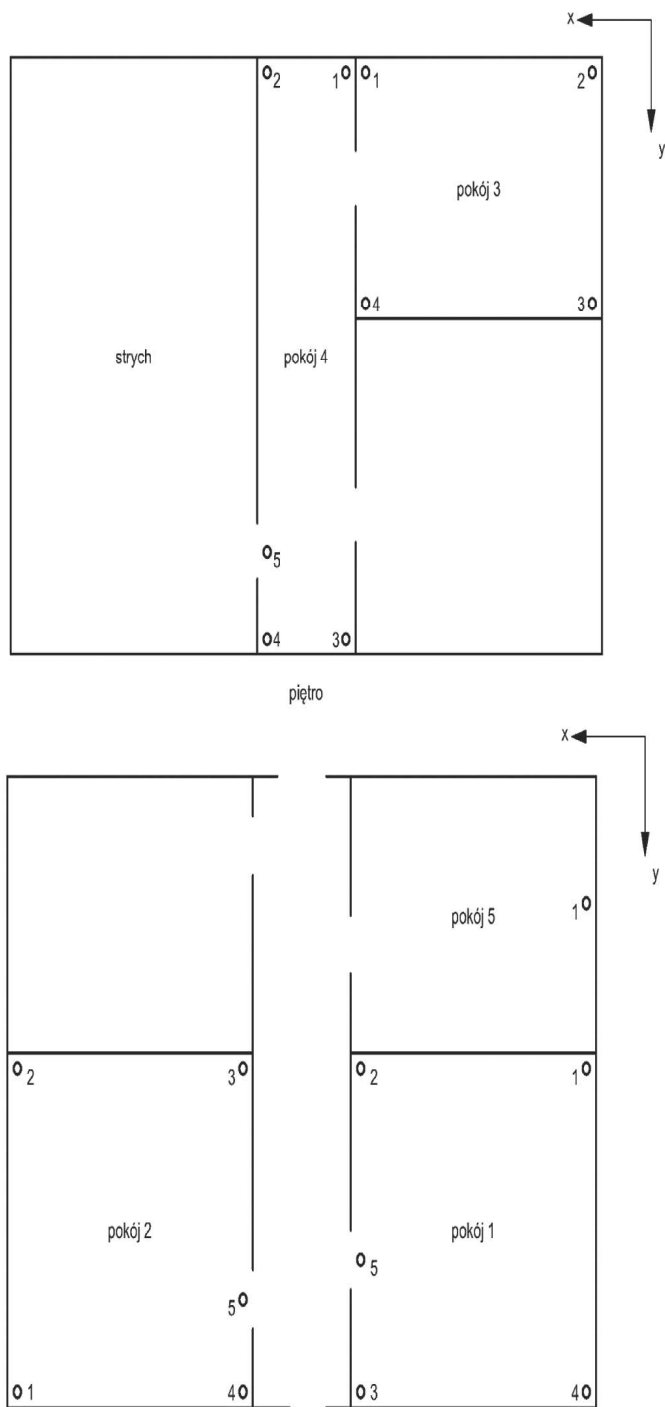
Tabela 1. Sprawozdanie z wykonanego pomiaru
Table 1. Report from the performed measurement

Nazwisko właściciela i adres	NN	Uwagi
Data pomiaru	20.10.2021r.	
Nazwiska Zespołu pomiarowego, poziomica	dr hab. inż. Andrzej Kowalski, prof. GIG mgr inż. Bartosz Apanowicz mgr inż. Mariusz Stawinoga	
Użyte przyrządy	Poziomica o długości 80 cm, firmy Nedo Niwelator Leica NA 724, niwelacja geometryczna - techniczna	Dokładność 0,3-0,75 mm/m $\pm 2\text{mm}$
Charakterystyka obiektu	Budynek mieszkalny jednokondygnacyjny z zamieszkałym poddaszem, podpiwniczony	Wymiary budynku 12,2 – 8,2m
Wykonane remonty	Remont w 2001r.	
Rok budowy	1921	
Kubatura	650 m ³	
Załączniki do sprawozdanie	Szkice pomiarowe Wyniki pomiarów, tabele Wyniki pomiarów w wersji graficznej	Rys. 2 i 3 Tabela 2 Rys. 3
Wynik pomiaru	Określone na zewnątrz pochylenie budynku z różnicy obniżeń jego naroży, rys. 2a	19 mm/m
	Wypadkowe pochylenie podłogi pomierzone wewnątrz budynku, rys. 4	21 mm/m
Kierownik Zespołu	uprawniony mierniczy górniczy lub geodeta	



Rys. 2. Szkic pomiarów zewnątrz budynku; a - obniżenia naroży budynku określone za pomocą niwelacji geometrycznej/technicznej, izolinie obniżeń oraz wektor wychylecia wypadkowego; b - nachylenia wzdłuż osi budynku pomierzone poziomicą oraz wektor wychylecia wypadkowego (tabela 2)

Fig. 2. Sketch of the outside building measurements; a – subsidence of the building corners determined by geometric/technical leveling, isolines of subsidence and the resultant inclination vector; b – inclination along the building axis measured with a spirit level and resultant inclination vector (table 2)

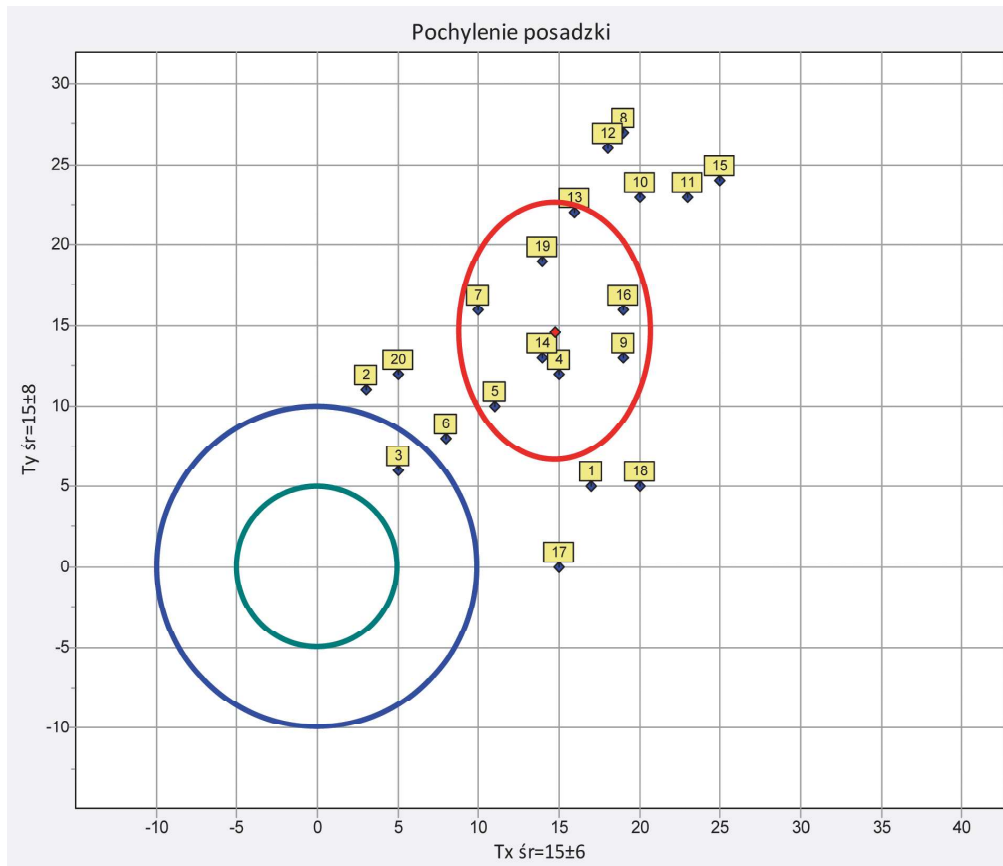


Rys. 3. Szkice pomiarowe – pomieszczeń wewnątrz budynku
Fig. 3. Measurement sketches – rooms inside the building

Tabela 2. Wyniki pomiarów wychyleń od pionu wewnątrz i zewnątrz budynku wykonane poziomicą
Table 2. Results of measurements of inclinations from vertical level inside and outside the building with a spirit level

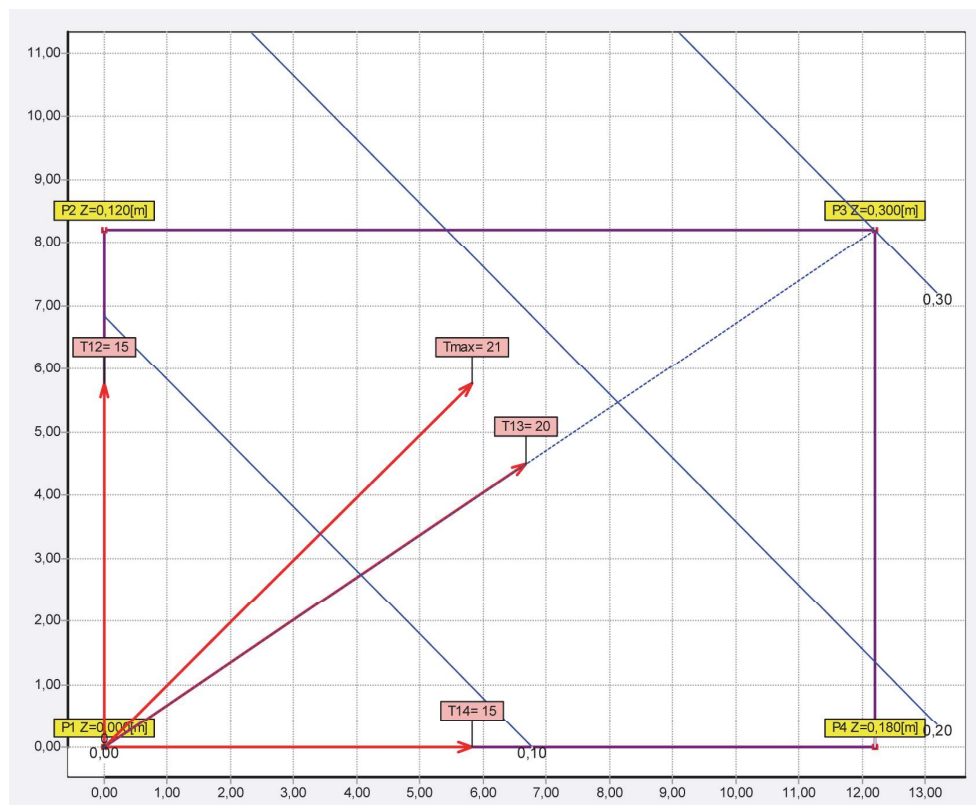
WYCHYLENIA W POMIESZCZENIACH, mm/m				
Pokój 1				
pkt	Posadzki		Ściany	
	x	y	x	y
1	17	5	2	24
2	3	11	18	6
3	5	6	21	14
4		12	10	13
5	11	10	25	9
Pokój 2				
pkt	Posadzki		Ściany	
	x	y	x	y
1	8	8	14	6
2	10	16	19	21
3	19	27	16	21
4	19	13	32	8
5	20	23	14	11
Pokój 3				
pkt	Posadzki		Ściany	
	x	y	x	y
1	23	23	1	19
2	18	26	0	19
3	16	22	8	11
4	14	13	6	8
Pokój 4				
pkt	Posadzki		Ściany	
	x	y	x	y
1	25	24	4	16
2	19	16	-4	13
3	15	0	15	5
4	20	5	20	2
5	14	19	15	17
Pokój 5				
pkt	Posadzki		Ściany	
	x	y	x	y
	5	12	2	13
Średnia zbiorcza	15	15	12	13
Odchylenie standardowe	6	8	9	6
WYCHYLENIE NA ZEWNĄTRZ, mm/m				
		pkt	x	y
		1	15	1
		2	7	13
		3	15	-11
		4	11	8
Średnia			12	3
Odchylenie standardowe			4	10

Na rys. 4 przedstawione wartości pomierzonych pochyłeń posadzki w kierunkach osi budynku oraz elipsy odchyłeń standardowych wskazują na znaczne rozproszenie ich wartości.



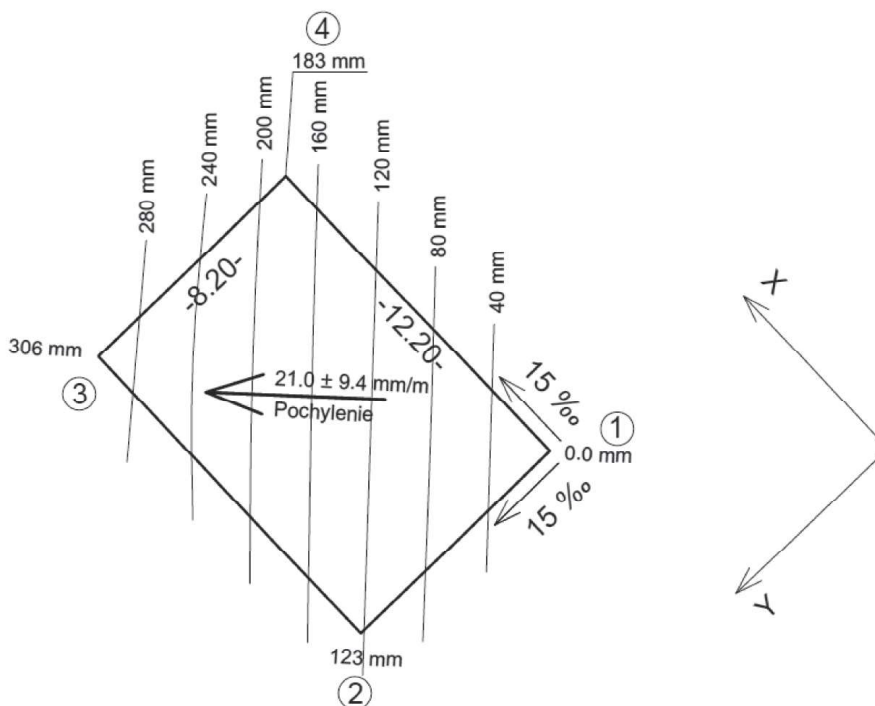
Rys. 4. Rezultaty pomiarów [mm/m] (kolor żółty). Elipsa odchylenia standardowego (kolor czerwony), normatywna odchyłka [Eurokod 6] (kolor zielony), pochylenie posadzek - nieodczuwalne (kolor niebieski)

Fig. 4. Measurement results [mm/m] (yellow). Standard deviation ellipse (red), normative deviation [Eurokod 6] (green), Floor inclination - imperceptible (blue)



Rys. 5. Ilustracja wyznaczonych wychyleń od pionu wewnątrz budynku, kolor niebieski - izoliny obniżen

Fig. 5. Illustration of determined inclinations from vertical level inside the building, blue leveling, isolines of subsidence



Rys. 6. Obliczone obniżenia naroży budynku na podstawie pomiarów pochyłeń poziomą wewnątrz budynku oraz wyznaczone pochylenie wypadkowe

Fig. 6. Calculated subsidence of the building corners on the basis of measurements of the inclinations with spirit level inside the building and the determined resultant inclination

Na rys. 5 przedstawiono interpretację graficzną pomierzonych wewnątrz budynku średnich wartości pochyłeń wzdłuż osi $0x$ (T14), wzdłuż osi $0y$ (T12), a także obliczone (na ich podstawie oraz wymiarów budynku) wartości pochylenia; maksymalne (T_{max}) oraz przekątniowe (T13) (czerwony), tabela 5. Obniżenia (żółte) - czyli obliczone odległości pionowe naroży budynku (P1,P2,P3,P4) od płaszczyzny poziomej oraz warstwie obniżen (niebieskie). Na uwagę zasługuje fakt, że wektor pochylenia przekątniowego w budynku (T13) nie jest tożsamy z wartością największego pochylenia podłóg (T_{max}) (prostokątnego do warstw obniżen).

Wypadkowe pochylenia posadzki wewnątrz budynku (21mm/m) są nieznacznie większe niż wyznaczone z pomierzonych niwelacyjnie pochyłeń na zewnątrz budynku (19mm/m).

Wyznaczone pochylenia bryły budynku poziomą na zewnątrz wynoszące 12,4mm/m są znacznie mniejsze niż określone niwelacyjnie, które wynoszą 19 mm/m. Odchylenie

standardowe wyników pomiaru pochylenia budynku na zewnątrz przy użyciu poziomicy (± 10 mm/m) są analogiczne do określonych wewnątrz posadzki i ścian, które odpowiednio wynoszą ± 9 i ± 11 mm/m.

Reasumując, wartość pochylenia budynku do obliczenia utraty jej wartości, powinna wynosić 20 mm/m, jest to średnia wartość pochylenia posadzki wyznaczona na podstawie pomiarów niwelacyjnych na zewnątrz budynku (19 mm/m), rys. 2a oraz poziomą wewnątrz budynku (21mm/m), rys. 6.

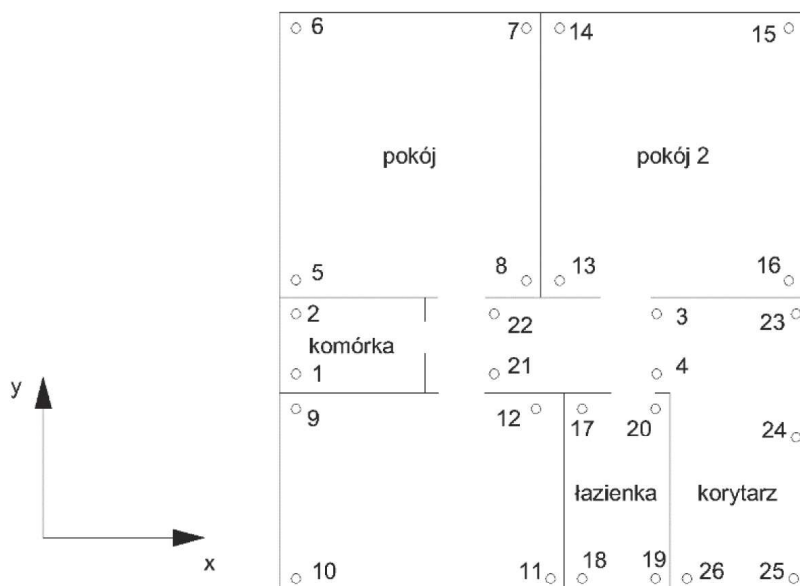
4.2. Przykład 2 pomiaru pochylenia posadzki wewnątrz budynku

Jest to przykład pomiaru pochylenia posadzki wewnątrz budynku wykonany przy wykorzystaniu poziomicy elektronicznej, do projektu rektyfikacji budynku. Na rys. 7 przedstawiono szkic pomiarowy, a na rys. 8 wyniki w postaci graficznej.

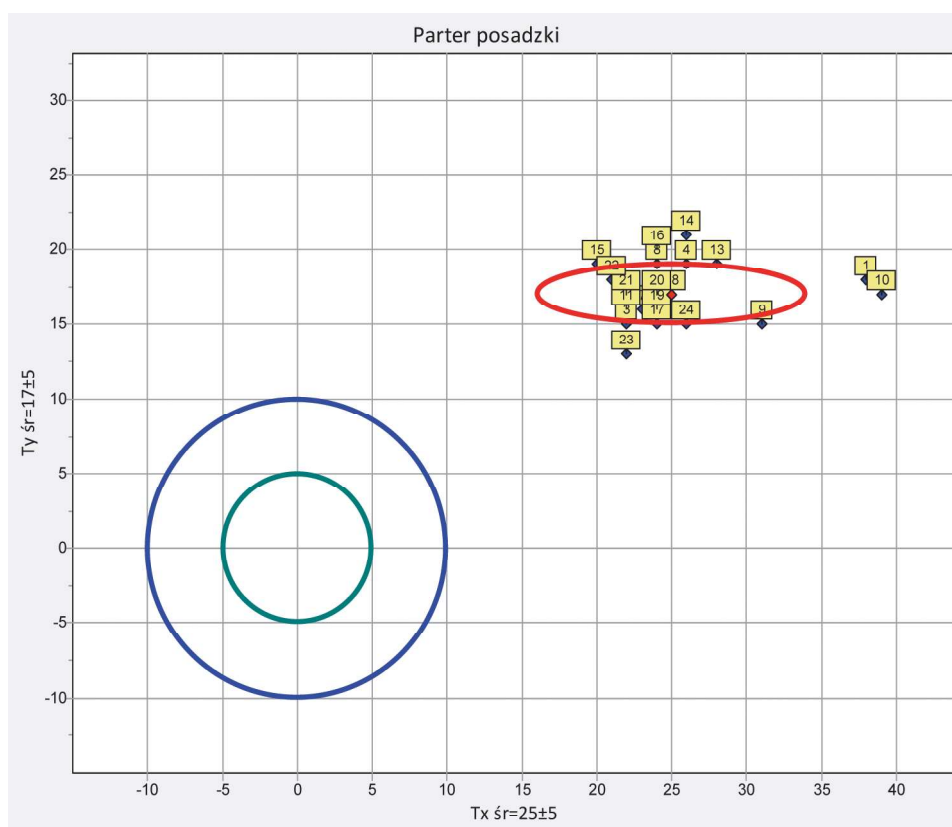
Tabela 3. Obliczone obniżenia naroży budynku oraz pochylenie wypadkowe określone z pochyłeń pomierzonych wewnątrz budynku

Table 3. Calculated subsidence of the building corners and the determined resultant inclination from measured inside the building

Punkty	Kierunek	Współrzędne			Pochylenie mm/m
		x [m]	y [m]	z [mm]	
P1		0	0	0	
P2		0	8,2	123	
P3		12,2	8,2	306	
P4		12,2	0	183	
	P1-P2				15,0
	P1-P4				15,0
	P1-P3				21,0



Rys. 7. Szkic pomiarowy parteru
Fig. 7. Measurement sketch of the ground floor



Rys. 8. Rezultaty pomiarów [mm/m] (żółty). Elipsa odchylenia standardowego (czerwony), normatywna odchyłka [Eurokod 6] (zielony), pochylenie posadzek - nieodczuwalne (niebieski)

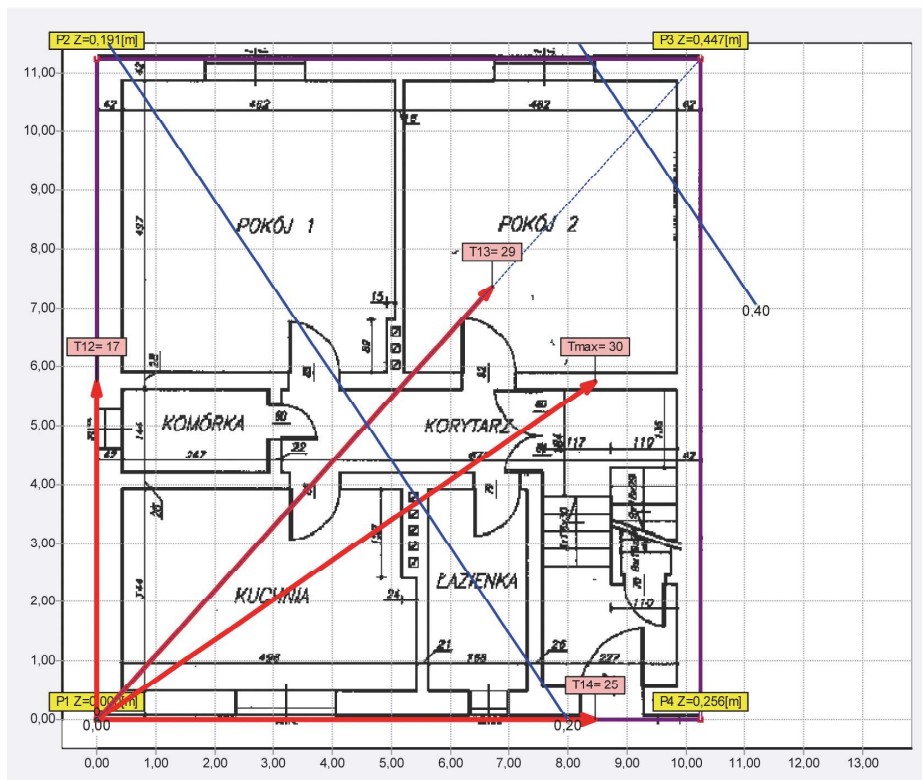
Fig. 8. Measurement results [mm/m] (yellow). Standard deviation ellipse (red), normative deviation [Eurokod 6] (green), Floor inclination - imperceptible (blue)

Na rys. 9 przedstawiono wyniki obliczenia wartości wypadkowej wektora pochylenia oraz pochylenia przekątniowego. Z rys. 9 wynika, że wektor pochylenia przekątniowego

w budynku (T13) nie jest tożsamy z wartością największego pochylenia podłóg (T_{max}), prostopadłego do warstw obniż.

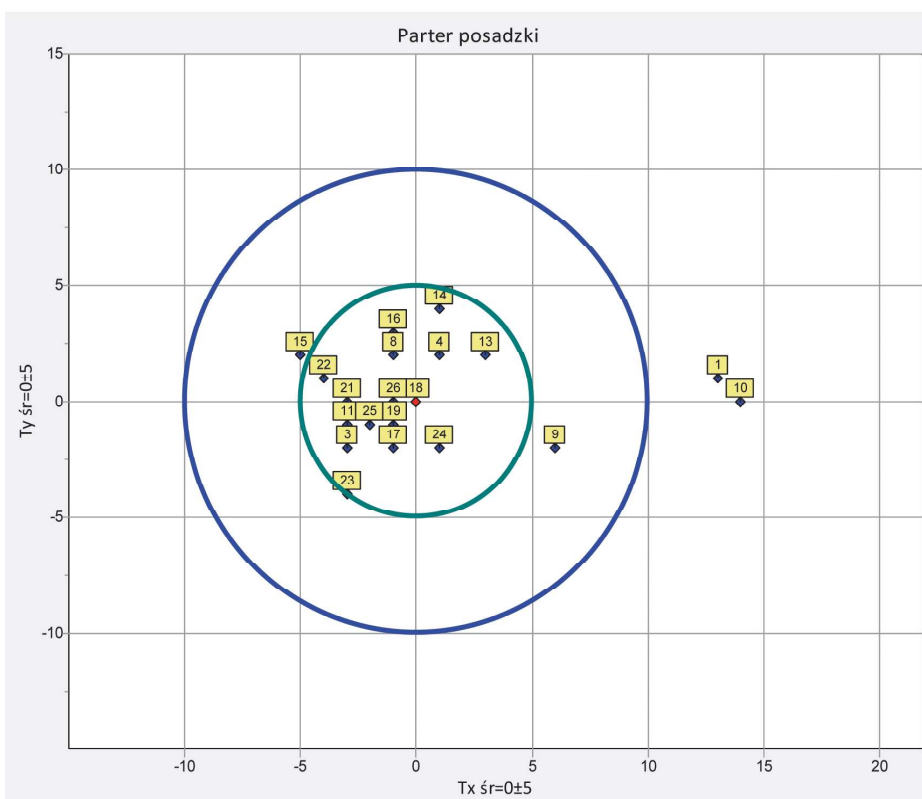
Rys. 9. Rzut parteru. Średnie pomierzone wartości pochylenia budynku wzdłuż osi x ; ($T_{14}=25$), wzdłuż osi y ; ($T_{12}=17$). Obliczone wartości pochylenia; maksymalne ($T_{max}=30$) oraz przekątne ($T_{13}=29$) (czerwony). Obniżenie naroży budynku względem punktu najwyższego (żółty). Izolinie względnych obniżeń (niebieski)

Fig. 9. Ground floor plan. Average measured values of the building inclination along the x axis; ($T_{14}=25$), along y axis; ($T_{12}=17$). Calculated inclination values; maximum ($T_{max}=30$) and diagonal ($T_{13}=29$) (red). Subsidence of the building corners relative to the highest point (yellow). Isoline of relative depressions (blue)



Rys. 10. Prognozowany rozkład pochyłeń (żółte) po likwidacji wektora pochylenia jako skutek rektyfikacji budynku na tle normatywnej odchyłki [Eurokod 6] (zielony) oraz nieodczuwalnego pochylenia posadzek (niebieski)

Fig. 10. Prediction distribution of inclinations (yellow) after liquidation of the inclination vector as a results of building rectification against the background of normative deviation [Eurokod 6] (green) and imperceptible floor inclination (blue).



Na rys. 10 przedstawiono prognozowany rozkład pochyłeń podłóg po likwidacji wektora pochylenia jako skutek rektyfikacji budynku. Z rys. 10 wynika, że rektyfikacja (prostowanie)

budynku nie likwiduje w pełni pochyłeń elementów budynku, które mogą być skutkiem wad budowlanych lub deformacji budynku.

5. Wnioski

1. Przytoczone przykłady pomiaru wychyleń od pionu budynku są zgodne z zaproponowaną metodyką pomiaru; pochylenie bryły budynku (na zewnątrz) należy określać metodami geodezyjnymi (najlepiej niwelacją techniczną), natomiast wewnątrz - przy zastosowaniu poziomicę elektronicznej według zaproponowanej procedury.
2. Pomiar zewnątrz i wewnątrz budynku powinien wykonywać mierniczy górniczy, lub uprawniony geodeta.
3. Do obliczenia parametrów rektyfikacji bądź utraty wartości budynku należy przyjąć wartość średnią z pomiarów podłóg i ścian. Pomierzone wartości tych trzech elementów porównuje się z sobą; dopiero gdy mieszczą się one w przedziale wartości zgodnym z Eurokodem 6, można je uśrednić. W przeciwnym wypadku poszukuje się przyczyny; przebudowa podłóg „do poziomu”, ocieplenie budynku „do pionu”. Najkorzystniej jest przyjąć pochylenie podłóg (jeśli nie są przebudowane) gdyż „chodzi się po podłogach”.

Literatura

- KAWULOK M. 2015 - Szkody górnicze w budownictwie. Instytut Techniki Budowlanej. Warszawa.
- KOWALSKI A., NIEMIEC T., MIKA W. 2022 - Zasady określania odszkodowania pieniężnego z tytułu utraty wartości budynków pochylonych na skutek działalności górniczej. Projekt. Dokumentacja Głównego Instytutu Górnictwa, Symbol pracy 58415962-125 (praca niepublikowana – archiwum GIG-BH).
- KUZIĄK A. 2022 - Uwagi do „Zasad określania odszkodowania pieniężnego z tytułu utraty wartości budynków pochylonych na skutek działalności górniczej”. E-mail z 12.05.2022 r. (archiwum autora).
- Opracowanie GIG 2021 - na temat Analizy obejmującej zasady odszkodowania pieniężnego uzależnionego od rodzaju obiektu i wielkości

wychylenia obiektów wychylonych poniżej 25%. Symbol pracy 58325841-131. Katowice. (praca niepublikowana – archiwum GIG-BH).

PN-EN 1996-2/A1:2013 EUROKOD 6. - Projektowanie konstrukcji murenych. Część 2: Wymagania projektowe, dobór materiałów i wykonywanie konstrukcji.

Seminarium Naukowo-Techniczne 2019 - na temat Rektyfikacja obiektów budowlanych i analiza kosztów rektyfikacji, zorganizowane przez Główny Instytut Górnictwa i MPL Technology Katowice, Katowice 09.04.2019.

SŁOWIK L. 2015 - Wpływ nachylenia terenu spowodowanego podziemną eksploatacją górniczą na wychylenie obiektów budowlanych. Instytut Techniki Budowlanej. Warszawa (praca doktorska).

ZABOREK R. 2018 - Określenie położenia w przestrzeni elementów konstrukcji w procesie rektyfikacji obiektów budowlanych. Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie (praca doktorska)

Andrzej Kowalski dr hab. inż., prof. GIG. Uprawniony mierniczy górniczy. Autor i współautor 6 monografii oraz 180 publikacji oraz kilkuset ekspertyz z zakresu ochrony terenów górniczych. Przewodniczący Komisji Ochrony Terenów Górniczych Polskiej Akademii Nauk Oddział w Katowicach oraz wiceprzewodniczący Komisji do spraw Ochrony Powierzchni Wyższego Urzędu Górniczego.

Tomasz Niemiec dr hab. inż. Uprawniony mierniczy górniczy. Absolwent AGH na wydziale Geodezji Górniczej, gdzie później uzyskał stopień naukowy doktora i doktora habilitowanego. Jest autorem lub współautorem około 70 publikacji, w tym samodzielnej monografii oraz 24 patentów i wzorów użytkowych. Wykonał ponad 100 opinii sądowych i technicznych jako rzeczoznawca SITG. Od 2001 roku współpracuje z firmą MPL Katowice, która świadczy kompleksowe usługi związane z rektyfikacją budynków i mostów.

Artykuł wpłynął do redakcji w sierpniu 2022 r.
Artykuł zatwierdzony do druku 20.08.2022 r.