

DIAGNOSTYKA STANU DEFORMACJI I USZKODZEŃ BUDYNKU WIELOSEGMENTOWEGO OBJĘTEGO ODDZIAŁYWANIEM RUCHÓW MASOWYCH

LUCYNA FLORKOWSKA, e-mail: florkowska@img-pan.krakow.pl

IZABELA BRYT-NITARSKA

Instytut Mechaniki Górotworu PAN, Kraków

RYSZARD MURZYN

Przedsiębiorstwo Geologiczno-Inżynierskie GEO-INŻ-BUD

Biuro Usług Projektowych i Doradztwa

Wiśniowa, woj. małopolskie

Streszczenie: Tematykę pracy stanowi diagnostyka stanu budynku poddanego oddziaływaniu ruchów masowych podłoża. Artykuł zawiera studium przypadku obiektu, który posadowiony został w szczególnie niekorzystnych warunkach geologicznych i hydrologicznych. Obciążenie stoku predestynowanego do wystąpienia ruchów o charakterze osuwiskowym oraz wprowadzenie zaburzenia naturalnego spływu wód gruntowych i powierzchniowych przyczyniły się do uruchomienia (w niekorzystnych warunkach atmosferycznych) procesów geodynamicznych, które spowodowały wystąpienie deformacji i uszkodzeń konstrukcji budynku. Podjęte po kilku latach od wystąpienia ekstremalnych zjawisk prace badawcze miały na celu rozpoznanie, czy zapoczątkowane procesy nadal trwają, jaka jest ich dynamika oraz wpływ na stan konstrukcji budynku. Badania zrealizowane zostały przy zastosowaniu sieci obserwacyjnej obejmującej kilkadziesiąt uszkodzeń. Wyniki pomiarów wykazały, że procesy deformacyjne w budynku nadal są aktywne. Analiza charakteru i rozkładu uszkodzeń pozwoliła na: zidentyfikowanie kierunku procesów deformacyjnych, sformułowanie wniosków co do stanu konstrukcji oraz bieżących zaleceń. Zgromadzone dane badawcze pozwalają na ustalenie charakterystyki oddziaływań działających na obiekt zlokalizowany w obrębie powolnych ruchów przypowierzchniowych warstw górotworu i mogą zostać wykorzystane w kontekście opracowywania rozwiązań profilaktycznych i zabezpieczeniowych.

Słowa kluczowe: osuwisko, ruchy masowe, budynek, diagnostyka, uszkodzenia, rysy, monitoring, lej źródłowy, stok

1. Wstęp

Lokalizowanie obiektów budowlanych na obszarach zagrożonych uaktywnieniem się procesów geodynamicznych jest obarczone bardzo wysokim ryzykiem w kontekście zapewnienia bezpieczeństwa budowli. W przypadku niewystarczającego rozpoznania sytuacji geologicznej i braku stosownych zabezpieczeń (geotechnicznych i konstrukcyjnych) na etapie projektowania, konsekwencją może być zarówno wystąpienie stanu awaryjnego jak również katastrofa budowlana. W wielu klasycznych opracowaniach tematycznych nieobciążanie stoków zabudową oraz zabezpieczanie ich przed nadmiernym nawodnieniem wymienia się jako podstawowe warunki profilaktyki osuwiskowej [1, 2, 3, 4]. Niniejsza praca stanowi studium przypadku, w którym oba z wymienionych warunków zostały naruszone. Dodatkowymi, niekorzystnymi czynnikami, powiększającymi zagrożenie były w tym wypadku: wyjątkowo niekorzystna sytuacja hydrologiczna, niejednorodność podłoża oraz niekorzystne ukształtowanie geometryczne bryły i przyjęte rozwiązania konstrukcyjne.

Przedstawione w pracy zagadnienie badawcze stanowiła analiza diagnostyczna stanu obiektu, która wykonana została na podstawie wyników obserwacji i pomiarów uszkodzeń obiektu. Badania naukowe i diagnostyczne realizowane w obiektach budowlanych narażonych na oddziaływanie deformacji podłoża wynikających z ruchów masowych stanowią źródło wiedzy na temat specyfiki tych procesów i ich oddziaływania na obiekty budowlane. Poza doraźnym celem diagnozowania, stanowiącego podstawę działań zabezpieczających, dostarczają cennych informacji praktycznych, wzbogacając zakres danych służących opracowywaniu naukowych i praktycznych rozwiązań w zakresie zapobiegania awariom wynikającym z uruchomienia procesów osuwiskowych.

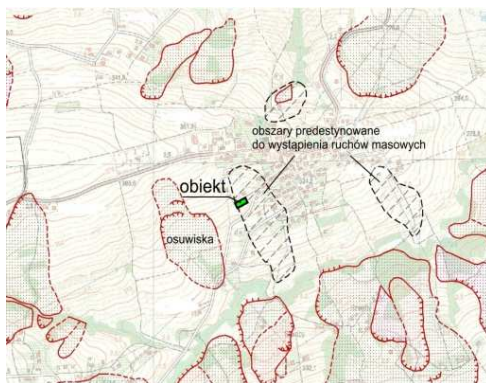
2. Lokalizacja obiektu

Obszar lokalizacji analizowanego obiektu leży na terenie dużej jednostki geologiczno-strukturalnej zwanej Zachodnimi Karpatami fliszowymi, w jej brzeżnej części charakteryzującej się wyjątkowo skomplikowaną i trudną do identyfikacji budową geologiczną. Utwory fliszowe zostały tu nasunięte (ponad 50 km) na swoje przedpole zbudowane z platformowych utworów przeważnie mezozoicznych (głównie jurajskich i kredowych) i leżących dyskontantnie na nich utworów miocenów (w czasie fałdowania i przesuwania się Karpat fliszowych na ich przedpole, utwory miocenu u czoła fliszu uległy również silnemu sfałdowaniu, którego skutki można obserwować w kopalni soli w Wieliczce). Zachodnie Karpaty fliszowe mają budowę płaszczowinową. Najdalej na północ w przedmiotowym rejonie wysunięte są utwory płaszczowiny podśląskiej, złożone z dwu płasko nasuniętych na siebie łusek [5]. Na płaszczowinę podśląską nasunięte są utwory płaszczowiny śląskiej. Przedmiotowy obszar znajduje się w brzeżnej strefie płaszczowiny śląskiej, w rejonie jej nasunięcia na płaszczowinę podśląską.

Geograficznie obiekt zlokalizowany jest na obszarze Pogórza Wielickiego, charakteryzującego się silnym rozczłonkowaniem terenu, skomplikowaną siecią rzeczną oraz znacznymi różnicami wysokości względnej, przekraczającymi często 100 m. Miejsce lokalizacji usytuowane jest na końcu cypla o charakterze rozłogu odchodzącego w kierunku wschodnim od szczytu głównego wzniesienia. Cyfel ten znajduje się w widłach rzeki (opływającej go od północy) oraz jej dopływu po stronie południowo-wschodniej. Z uwagi na uwarunkowania geomorfologiczne miejscowość posiada bardzo zwartą zabudowę a pozyskanie nowych terenów pod zabudowę w centrum jest praktycznie niemożliwe.



Rys. 1 Warunki lokalizacji obiektu



Rys. 2 Teren lokalizacji obiektu na mapach SOPO

Obiekt szkoły został wzniesiony w przywierzchwinowej partii południowego stoku ostrogi, w miejscu występowania źródeł, terenów podmokłych oraz historycznej lokalizacji stawów (rys. 1). Teren ten został sklasyfikowanym w bazie SOPO (System Ochrony Przeciwośuwiskowej) [4] jako predestynowany do wystąpienia ruchów masowych (rys. 2).

3. Warunki geologiczne posadowienia budynku

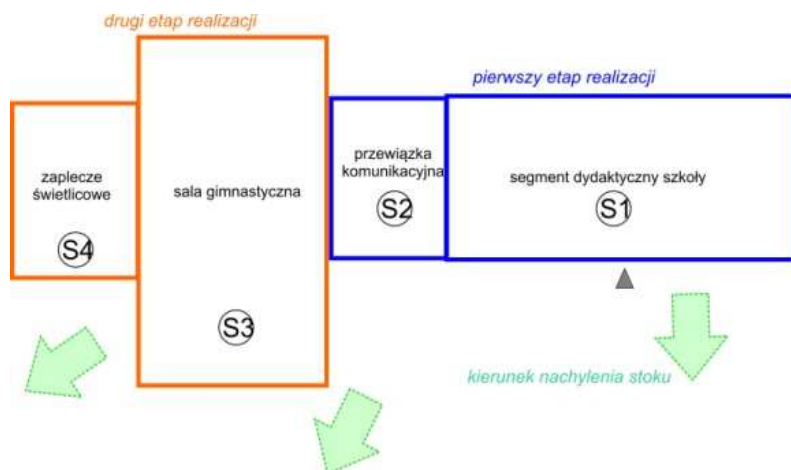
Główną część stoku, na którym zlokalizowany jest kompleks szkolny budują piaskowce grodziskie – i to głównie w ich obrębie rozwinięta jest forma osuwiskowa. Prawdopodobnie ważną rolę dla istniejących warunków hydrogeologicznych pełnią odporne na erozję warstwy geozewo dolne – jako skała zbiornikowa (wodonośna) oraz podścielające je łupki pstre, których strzępy J. Burtan stwierdziła w linii nasunięcia (mogą pełnić rolę nieprzepuszczalnego ekranu) [6, 7]. Szczytówcze utwory warstw geozewych dolnych zapadają w kierunku południowym pod kątem 50 stopni, zalegające na nich piaskowce grodziskie zapadają w podobnym kierunku lecz pod kątem 35 stopni. Występująca niezgodność kąta zapadania warstw wynika z silnego zaangażowania tektonicznego obszaru i może również stanowić ważny element determinujący warunki hydrogeologiczne stoku. W związku z dużym zaangażowaniem tektonicznym brzeżnej części Karpat fliszowych istnieje niebezpieczeństwo występowania w podłożu deformacji nieciągłych. Występujące w podłożu utwory fliszowe mogą mieć charakter druzgotu tektonicznego.

Zbudowany z łupków i piaskowców fliszowych brzeg Karpat jest bardzo podatny na procesy osuwiskowe – pełniły tu one i pełnią nadal główną rolę morfotwórczą. Wklęsły charakter stoku wskazuje na genezę osuwiskową. Dotychczasowy zakres wstępnych badań wskazuje na występowanie płytkiego osuwiska konsekwentnego – zgodnego z kierunkiem zapadania warstw, gdzie główną masę koluwium stanowią utwory zwietrzelinowe podłoża fliszowego oraz utwory czwartorzędowe o charakterze lessów (eoliczne) a także osady organiczne lokalnej sedimentacji bagiennej lub zmywów glebowych. Występujące w poziomie posadowienia obiektu utwory posiadają konsystencję twardoplastyczną, plastyczną i miękkoplastyczną. W części odwiertów badawczych podłożo skaliste zostało stwierdzone na głębokości około 3–5 m. Na podstawie wstępnych badań geotechnicznych na głębokości około 3–5 m wyinterpretowano płytką płaszczyznę poślizgu. Nie wyklucza się występowania głębszych płaszczyzn poślizgu. Na podstawie badań geotechnicznych w związku z występowaniem zjawisk osuwiskowych oraz występowaniem gruntów słabonośnych (miękkoplastycznych) stwierdzono skomplikowane warunki gruntowe a obiekt zaliczono się do trzeciej kategorii geotechnicznej. Procesy osuwiskowe na przedmiotowym stoku wydają się mieć znacznie szerszy zasięg niż określono to w MPZP oraz w bazie SOPO – wskazują na to uszkodzenia licznych budynków na południowym stoku ostrogi. Silna intensyfikacja ruchów osuwiskowych miała miejsce podczas powodzi w 2010 r., jednak procesy te prawdopodobnie również w przeszłości stanowiły problem dla tego obszaru, o czym świadczy funkcjonowanie w przeszłości na stoku systemu rowów stokowych (melioracyjnych) – zlikwidowanych w ostatnim okresie. Procesy osuwiskowe w rejonie szkoły są intensywne i mają charakter rozwoju dwóch stwierdzonych ponad kompleksem szkolnym lejów źródłowych, w których zlokalizowane były historyczne dwa stawy (por. rys. 1). Rozwój lejów źródłowych jest podstawowym elementem kształtowania grzbietów górskich [8] oraz formowania się rzeźby.

4. Opis konstrukcji

Kompleks szkolny zaprojektowano w 1992 r. jako zespół trzech niezależnych segmentów, powiązanych ze sobą funkcjonalnie. Realizację zadania inwestycyjnego zaplanowano

w dwóch etapach. Etap I – wzniesienie budynku dydaktycznego i przewiązki komunikacyjnej, etap II – wzniesienie sali gimnastycznej. Etap I zrealizowano w latach 90-tych. Etap II realizowano w 2011 r., według projektu budowlanego zmienionego w stosunku do założeń pierwotnych, jako obiekt dwusegmentowy z zapleczem świetlicowym. Obecnie zabudowę tworzą cztery segmenty (rys. 3): budynek dydaktyczny (ozn. S1) o wymiarach ok. 33,5×15,5 m z przewiązką komunikacyjną (ozn. S2) o wymiarach ok. 11,0×15,0 m – rys. 4 oraz sala gimnastyczna (ozn. S3) o wymiarach ok. 33,0×18,0 m z segmentem świetlicowym (ozn. S4) o wymiarach ok. 18,0×18,0 m – rys. 5.



Rys. 3 Schemat rzutu poziomego budynku i etapy realizacji



Rys. 4. Widok elewacji południowej, od lewej widoczne: przewiązka komunikacyjna i segment dydaktyczny



Rys. 5. Widok elewacji południowej, od lewej widoczne: segment socjalny i sala gimnastyczna

Wszystkie segmenty kompleksu wzniesiono bez podpiwniczenia, wykonując fundamenty w obrębie poszczególnych brył jako poziome, w wykopie podcinającym skarpę. Poziomy posadowienia segmentów: dydaktycznego z przewiązką (etap I) i sali gimnastycznej z zapleczem (etap II) są różne. Usytuowanie kompleksu segmentów na nachylonym zboczu stoku spowodowało, że od północy kondygnacje przyziemia wszystkich segmentów są zagłębione.

Segment dydaktyczny i przewiązkę wykonano o dwóch pełnych kondygnacjach naziemnych. W części dydaktycznej więźba dachowa jest drewniana kleszczowo – płatwiowa z lukarnami i poddasze jest użytkowane. Nad przewiązką wykonano natomiast stropodach. Oba segmenty posadowiono na układzie monolitycznych, żelbetowych ław fundamentowych.

Ściany przyziemia, w północnej, zagłębionej części segmentów na wysokości zagłębienia projektowano do wykonania jako betonowe monolityczne. Jako monolityczne słupy projektowano również filarki międzyokienne w południowej ścianie segmentu dydaktycznego. Na podstawie lokalnych odkrywek stwierdzono jednak, że filarki te wykonano jako murowane. Ściany zewnętrzne segmentów dydaktycznego i przewiazki są murowane warstwowe z pustaków ściennych, z wewnętrzną warstwą styropianu. Ściana zewnętrzna jest kotwiona do części nośnej. Obecnie, w 2016 r. wykonano termomodernizację ścian tej części kompleksu poprzez klejenie zewnętrznej warstwy styropianu. Stropy międzykondygnacyjne wykonano jako płyty monolityczne, żelbetowe oraz ceramiczne, gęstożebrowe typu „Fert”. W części klatki schodowej konstrukcję tworzą wylewane na mokro słupy, rygle i biegi schodowe.

W części sali gimnastycznej i zaplecza socjalnego posadowienie wykonano w postaci wysokiego rusztu fundamentowego. Ściany nadziemne są murowane z bloczków ceramicznych i usztywnione poprzez układ monolitycznych słupów i rygli wylewnych na mokro.

5. Problemy geotechniczne

Jak wynika z dokumentacji projektowej z września 1992 r., już na etapie projektowym znane były trudne warunki posadowienia obiektu. W rozdziale dotyczącym warunków gruntowo-wodnych zawarte są informacje o występowaniu licznych ścieńców śródglinowych oraz uplastycznieniu spoistych gruntów podłoża. Posadowienie obiektu zaprojektowano jednak na ławach żelbetowych; również niektóre elementy ścian przyziemia zaprojektowane zostały jako żelbetowe. Z uwagi na trudne warunki hydrologiczne w pierwotnym projekcie znalazł się system drenażowy, oparty o drenaż francuski, zlokalizowany w pewnym oddaleniu od budynku (ujmujący podskórne wody obce), studnie betonowe oraz rurociąg odprowadzający. Wskazuje to na świadomość występowania trudnych warunków posadowienia obiektu.

Na etapie wznoszenia obiektu rzeczywiste warunki posadowienia okazały się trudniejsze od przewidywanych. Świadczy o tym znacznie rozbudowany, w stosunku do projektowanego, system drenażowo-odwodnieniowy (dodatkowy drenaż wzdłuż ław fundamentowych) oraz decyzja o rezygnacji z budowy segmentu sali gimnastycznej.

W celu ustabilizowania wzniesionego już łącznika komunikacyjnego (segment S2), konieczne było wówczas w jego obrysie wykonanie dwóch filarów żelbetowych, podbijających fundamenty. Jak wynika z wywiadu, od oddania obiektu do użytku w roku 1997 aż do powodzi w 2010 r. obiekt współpracował z podłożem prawidłowo. Nie stwierdzono występowania zarysowań czy pęknięć konstrukcji. W roku 2009 podjęto decyzję o budowie zaniechanego segmentu sali sportowej z zapleczem.

Podczas powodzi w maju 2010 r. nastąpiła intensyfikacja procesów osuwiskowych, która doprowadziła do uszkodzenia głównego segmentu obiektu (S1). Jak wynika z wywiadu budynek łącznika, nie został w tym czasie naruszony. W 2011 r. podczas prowadzenia prac fundamentowych sali gimnastycznej z zapleczem (wg nowego już projektu) podjęto komisijną decyzję o usunięciu dwóch filarów żelbetowych wzmacniających fundament przewiazki z uwagi na geometryczną kolizję z nowo zaprojektowanymi fundamentami. W efekcie tej decyzji nastąpiło odspojenie się przewiazki komunikacyjnej od segmentu dydaktycznego S1 oraz rozpoczęcie trwających do chwili obecnej procesów deformacji i uszkodzeń całego już obiektu (wszystkich segmentów). Szczególnie duże nasilenie procesów destrukcji zaobserwowano podczas roztopów w 2016 r. w rejonie południowo-wschodniego narożnika obiektu (segment S1), co miało związek z niedrożnością rurociągu odprowadzającego wody drenażowe.

części filaru narożnika N-E obok drzwi wejściowych do pomieszczenia. Ukośne rysy zinwentaryzowano na płytkach ceramicznych w narożu zewnętrznej ściany południowej i ściany wewnętrznej (rys. 10).

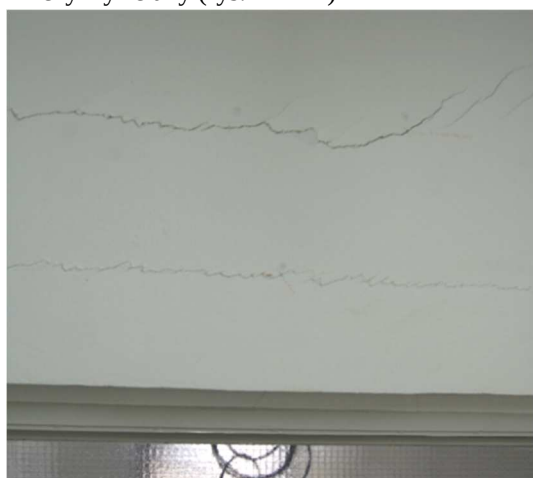


Rys. 9 Pęknięcia filarka międzyokiennego w pomieszczeniu kotłowni (ściana południowa)



Rys. 10 Rysy ukośne przy posadzce w pomieszczeniu kotłowni (ściana południowa)

3. Wiatrołap przy wschodnim wejściu do szkoły – rysy występują tu na wszystkich ścianach; szczególnie uszkodzone jest nadproże wewnętrznych drzwi wiatrołapu, gdzie dominują spękania wskroś o przebiegu poziomym i ukośnym oraz z dyslokacją krawędzi z płaszczyzny ściany (rys. 11 i 12)



Rys. 11 Spękania nadproża ściany wewnętrznej



Rys. 12 Widoczne w rysie przesunięcie z płaszczyzny ściany

4. Pomieszczenia higienistki szkolnej i toalet – jako miejsca wystąpienia odspojenia posadzki od zewnętrznej ściany północnej (na odległość do 25 mm) oraz pęknięć ściany zewnętrznej

(rys. 13). W rejonie tym występują również deformacje okładzin ceramicznych wskazujące kształtem na odsunięcie prostopadłych ścian działowych od ściany zewnętrznej (rys. 14) a także rysy na wszystkich ścianach działowych.



Rys. 13 Odspojenie posadzki od ściany północnej w pomieszczeniu toalet



Rys. 14 Odspojenie i deformacje ściany działowej w pomieszczeniu toalet

5. Północna część sali sportowej – gdzie na ścianie zewnętrznej dominują rozłożone regularnie rysy pionowe (prawdopodobnie o przebiegu powiązanym z geometrią szkieletu żelbetowego) ale występują także spękania poziome i ukośne. Na obu ścianach prostopadłych do północnej występują rysy o przebiegu poziomym i ukośnym, obejmujące ok. 1/3 ich długości.

Ponadto stwierdzono również:

- poziome rysy wskrośne występujące w kondygnacjach przyziemia i parteru od strony wschodniej segmentu dydaktycznego w płaszczyznach nadproży okiennych,
- rozsuniecie na styku przewiązki komunikacyjnej i segmentu szkolnego o rozpiętości ok. 10 mm;
- wypiętrzenia i nierówności posadzki w holu przed szatniami w kondygnacji przyziemia segmentu dydaktycznego;
- zarysowania w dolnych fragmentach zewnętrznej ściany północnej segmentu mieszczącego zaplecze oświatowe.

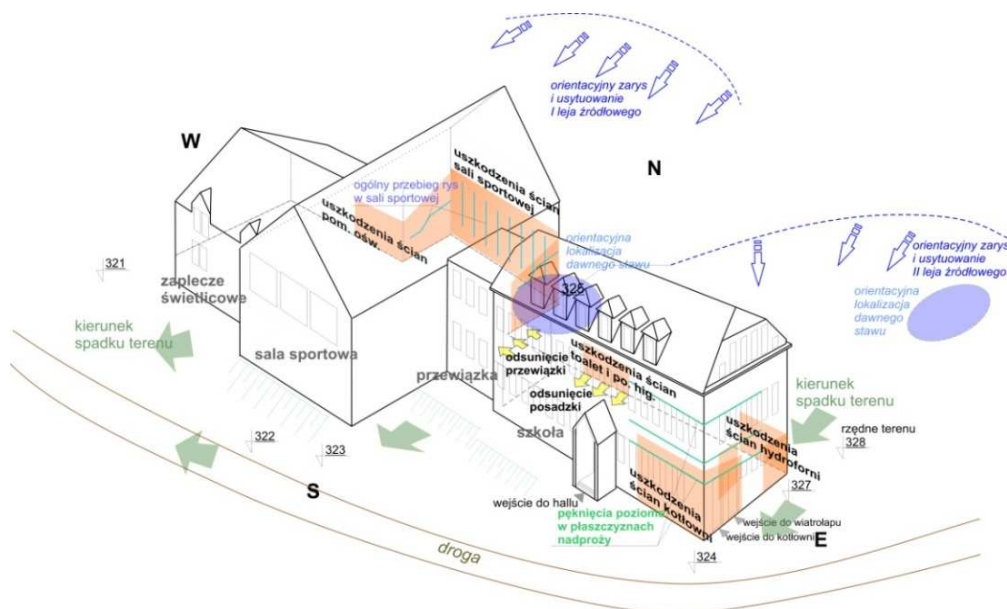
Do celów obserwacyjnych wytypowano 90 punktów pomiarowych na długości rys, dla których monitorowane były: rozwartość (za pomocą szczelinomierza kartowego), rozpiętość, kierunek przebiegu oraz orientacja w stosunku do płaszczyzny ściany [9]. W okresie od sierpnia 2016 r. do stycznia 2017 r. dokonano cztery serie pomiarów. W tym czasie kilka punktów obserwacyjnych uległo zniszczeniu poprzez zamalowanie lub zaszpachlowanie zaprawą gipsową; założono także nowe markery obserwacyjne w miejscach pojawienia się nowych uszkodzeń. Generalnie sieć obserwacyjna obejmowała zbiór w liczbie ok. 80–90 punktów rozproszonych w całym obiekcie, z największym zagęszczeniem w pięciu wymienionych powyżej strefach najintensywniejszych uszkodzeń. Rozwartości rys pomierzone podczas

pierwszego cyklu pomiarowego wynosiły od ok. 0,1–1 mm – dla większości zinwentaryzowanych rys oraz do ok. 4 mm – w przypadku pojedynczych pęknięć w miejscach najintensywniejszych uszkodzeń. Wyniki obserwacji w kilku cyklach pomiarowych wykazały, że:

- odnotowano zmiany, powiększenie się rozwartości rys w ok. 25% miejsc pomiarowych,
- stwierdzono propagację, zwiększenie długości kilku rys w pomieszczeniach hydroforni, wiatrolapu i kotłowni,
- występowanie ponownych zarysowań na powierzchniach nowych łąt gipsowych w zaspa-chlowanych szczelinach w kotłowni,
- powiększenie szczeliny świadczącej o odsunięciu się posadzki od północnej ściany w po-mieszczeniach toalet i higienistki, które to przesunięcie objęło również fragment ściany w korytarzu, przy klatce schodowej.

7. Analiza zachowania się konstrukcji

Obserwacje zachowania się budynku prowadzone na założonej sieci pomiarowej wyka-zały, że procesy deformacyjne obiektu mają powolny, lecz postępujący charakter. Na rysunku 15 przedstawiono schemat rozmieszczenia stref największych uszkodzeń i zaznaczono kierunki zaobserwowanych przemieszczeń. Są one w ogólności zgodne z naturalnym kierun-kiem nachylenia stoku. Niewątpliwie zaburzenia stanu równowagi pogłębione są ponadto niejednorodnością podłoża, w tym szczególnie obszarem dawnego stawu. Dodatkowy, czyn-nik, o bardzo istotnym znaczeniu, stanowią warunki hydrologiczne, związane z bliską lokali-zacją form lejów źródłowych.



Rys. 15 Rozmieszczenie stref największych uszkodzeń i przebieg charakterystycznych układów zarysowań budynku

Uwidocznione na rys. 15 strefy i przebiegi głównych uszkodzeń wskazują na tendencję do zsuwu segmentu dydaktycznego szkoły połączonego z obrotem w kierunku zgodnym z nachyleniem stoku. Taka tendencja przemieszczenia się kondygnacji przyziemia, wzmocniona efektem naporu koluwiów na zagłębione fragmenty segmentu, powoduje wykształcenie

się w najbardziej osłabionych przekrojach ścian poziomych płaszczyzn ścięcia. Płaszczyzny te uwidaczniają się wskrośnymi pęknięciami ścian zewnętrznych – głównie na połączeniach filarków międzykieniowych i nadproży na ścianie południowej. Brzegi tych szczelin cechuje dyslokacja „z płaszczyzny ściany”.

Na tendencję do zsuwania się bryły segmentu dydaktycznego w kierunku południowo-zachodnim wskazuje również odspojenie się posadzki od zewnętrznej ściany północnej w pomieszczeniach toalet i pokoju higienistki. Posadzka odspoiła się od ściany i uległa odsunięciu średnio o 20 mm, pociągając za sobą ściany działowe, których okładziny na styku z ścianą zewnętrzną uległy deformacjom.

Posadowiony niżej i posiadający żelbetową, monolityczną skrzynię fundamentową segment sali sportowej, doznaje od strony wschodniej naporu przewiązki, od strony północnej natomiast naporu koluwiów, spowodowanego znacznym zagłębieniem oraz trwającymi procesami geodynamicznymi. Pionowe spękania odpowiadające przebiegowi słupów żelbetowych wskazują na utratę kontaktu pomiędzy szkieletem nośnym a wypełnieniem (w postaci muru z elementów ceramicznych). Charakterystyczny układ poziomych i ukośnych rys na prostopadłych do ściany północnej zewnętrznych ścianach sali gimnastycznej wskazuje na tendencję do przemieszczania się segmentu w kierunku południowym.

Jak wynika z obserwacji i przedstawionej powyżej analizy – proces destrukcji obiektu jest skomplikowany i wielowątkowy. Nakłada się tutaj oddziaływanie uaktywnionych mas koluwium na poszczególne segmenty obiektu, naruszenie naturalnych warunków wodnych na stoku (wód podskórnych), wpływ niejednorodności podłoża oraz obciążenie stoku ciężarem obiektu i nierównomierność jego osiadania w warunkach katastrofalnych (utrata nośności gruntów podłoża).

Istotnymi czynnikami stanu istniejącego są także błędy projektowe i wykonawcze. Niezrozumiałe jest posadowienie południowo-wschodniego narożnika segmentu S1 powyżej strefy przemarzania (na głębokości 0,75 m) na gruntach organicznych (słabonośnych). Filarki pomiędzy oknami w kotłowni wykonano niezgodnie z projektem (w innej technologii). Zasypkę drenażu francuskiego wykonano ze szlaki hutniczej, która nie spełnia wymogów materiału filtracyjnego (prowadzi do wzrostu kryształów kalcytu i czopowania szczelin w przewodach drenażowych). Rurociąg odprowadzający wody drenażowe (w korpusie drogi gminnej) wykonano z niewibrowanych rur betonowych, które ulegają klawiszowaniu i korozji, co prowadzi do niedrożności odpływu wód drenażowych. Niezrozumiała pozostaje zwłaszcza decyzja o usunięciu filarów żelbetowych stabilizujących fundament przewiązki. Niezrozumiałe jest wreszcie funkcjonowanie nieszczelnego szamba w istniejących trudnych warunkach gruntowo-wodnych (szambo to zostało niezwłocznie w wyniku interwencji wymienione). Wszystkie te czynniki, zarówno naturalne jak i antropogeniczne, mają wpływ na obecny stan obiektu.

8. Podsumowanie i wnioski

Podsumowując przedstawiony materiał badawczy stwierdzić należy, że obecny stan budynku uznać można za przedawaryjny. Główne powody takiego wniosku sformułować można następująco:

1. Mimo, że zrealizowane prace odwodnieniowe doprowadziły do znacznego zahamowania dynamiki procesów geodynamicznych w podłożu, nie zostały one zupełnie zatrzymane. Stare instalacje drenażowo-odwodnieniowe nie dają gwarancji sprawności.
2. Pokażne uszkodzenia elementów konstrukcyjnych (ścian, nadproży, filarków międzykieniowych) nie zostały naprawione – elementom tym nie została przywrócona pierwotna nośność.

3. Deformacje budynku zmieniły schemat statyczny konstrukcji a postępujące deformacje stan ten pogłębiają.

Budynek wymaga obecnie:

- szczegółowej analizy obecnego stanu ustroju nośnego z wyznaczeniem sił wewnętrznych w elementach nośnych,
- oceny wyłączenia poszczególnych elementów konstrukcyjnych,
- natychmiastowych działań interwencyjnych w celu ustabilizowania procesów geodynamicznych w obrębie stoku osuwiska,
- naprawy i przywrócenia nośności konstrukcji,
- zaprojektowania i wykonania odpowiednich zabezpieczeń,
- wymiany starej lub budowy nowej instalacji drenażowo-odwodnieniowej.

Zaprezentowana w pracy analiza potwierdza, że obszary predestynowane do występowania procesów osuwiskowych należy wyłączyć z możliwości zabudowy. Tymczasowo stabilne stoki mogą łatwo ulec destabilizacji i zapoczątkowaniu procesów geodynamicznych pod wpływem obciążenia ciężarem obiektu oraz zaburzenia warunków hydrologicznych i hydrogeologicznych poprzez wprowadzenie nieprzepuszczalnej zapory w postaci fundamentu.

Przedstawiony w artykule przykład jest dobitnym dowodem, że dodatkowe obciążanie stoków oraz zaburzanie naturalnego spływu wód to główne przyczyny aktywacji osuwisk. Jednocześnie przedstawiona analiza wskazuje, na jakiego typu oddziaływania narażone są obiekty posadowione w podłożu objętym powierzchniowymi ruchami masowymi. Rzetelna identyfikacja warunków geotechnicznych posadowienia oraz właściwa prognoza potencjalnych oddziaływań wywołanych uruchomieniem procesów osuwiskowych jest niezbędnym warunkiem podejmowania adekwatnych decyzji projektowych.

Badania i obserwacje prowadzone w obiektach narażonych na oddziaływanie procesów geodynamicznych stanowią istotną bazę informacji na temat specyfiki tych zjawisk. Pozwalają na ustalenie charakterystyki oddziaływań, na jakie narażony jest budynek wskutek ruchów masowych, mogą zatem służyć celom profilaktyki zagrożeń oraz właściwego planowania i projektowania.

Literatura

1. Kleczkowski A.: Osuwiska i zjawiska pokrewne: terminologia, charakterystyka zjawisk, przyczyny powstawania, metody badań, klasyfikacja, literatura. Wyd. Geol., W-wa: 1955.
2. Zabuski L., Thiel K., Bober L.: Osuwiska we fliszu Karpat polskich: geologia, modelowanie, obliczenia stateczności. Gdańsk: Wydaw. IBW PAN, 1999.
3. Grabowski D., Rączkowski W., Geozagrożenia w Polsce – osuwiska, PIG, Kraków, 2007.
4. Mrozek T., Grabowski D.: Projekt SOPO – elementy strategii redukcji ryzyka osuwiskowego w Polsce. Materiały Ogólnopolskiej Konferencji OSUWISKO, 19–22 maja 2015, Wieliczka, s. 53–55.
5. Burtan J.: Tektonika Karpat fliszowych na południe od Wieliczki. Biul. Inst. Geol., 1984.
6. Burtan J.: Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski – Region Karpat i Przedgórze – Wyd. Tymcz. ark. Myślenice (1996). Państw. Inst. Geol., Warszawa 1964.
7. Burtan J.: Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski – Region Karpat i Przedgórze – Wyd. Tymcz. ark. Wieliczka (1997). Państw. Inst. Geol., Warszawa 1964.
8. Baumgart-Kotarba M.: Rozwój grzbietów górskich w Karpatach fliszowych. Pr. Geogr. Inst. Geogr. PAN 106, 1974.
9. Florkowska L., Bryt-Nitarska I.: Przykład oddziaływania procesów geodynamicznych na stan konstrukcji budynku. Cz. 1 Analiza stanu uszkodzeń. Prace IMG PAN, 2017 (w druku).

DIAGNOSTICS OF THE STATE OF DEFORMATION AND DAMAGE TO THE MULTI- SEGMENT BUILDING, WHICH IS SUBJECTED TO INFLUENCE OF MASS MOVEMENTS

Abstract: Diagnostics of the state of the deformation and damage of a multi-segment building, which is subjected to the influence of mass movements. The subject of the work is the diagnostics of the state of the building subjected to the influence of mass movements of its subsoil. The paper includes a case study of the building, which was built on very unfavorable geologically and hydrologically soil. Loading of the slope and disturbance of the natural water runoff contributed in initiation of the geodynamic processes. These processes caused deformations and damage to the structure of the building. Undertaken research aimed to identify whether initiated processes are still ongoing and what is their dynamics and impact on the structure of the building. The research was carried out by using the observation network, which included several dozens of cracks. The measurement results showed that the deformational processes in the building are still active. Analysis of the characteristics and distribution of the damage allowed to: identify the direction of the deformation, formulation of conclusions about the condition of the structure and recommendations for improvements. The obtained experimental data allowed to determine the characteristics of the impacts that affected the building, which is located within the slow movements of landslide. They may be used in the context of the development of solutions for the prevention and protection.

Keywords: landslide, mass movements, building diagnostics, damage, cracks, monitoring, headwater, slope