

BADANIE PRZYCZYN PĘKANIA BUDYNKÓW W BYDGOSZCZY

WSTĘP

Celem artykułu jest zaznajomienie czytelnika z przyczynami powodującymi okresowe ruchy płytko zalegających warstw gruntu.

Typowy przykład wpływu tego zjawiska na zabudowę obserwujemy w dzielnicy Bielawy-Skrzetusko w Bydgoszczy.

Wskutek zachodzących tam procesów powodujących ruchy w podłożu budowlanym, do chwili obecnej uległo spękaniu około 120 budynków, w tym 20 budynków jest poważnie zagrożonych.

Pojedyncze budynki pękają także w innych dzielnicach miasta, wykazując ten sam charakter spękań, co i budynki na Bielawach.

W żadnej literaturze naszej i obcej nie spotykano się z opisem podobnego zjawiska występującego na tak wielką skalę i mającego tak skomplikowany charakter. Ze względu na szczególnie rodzaj zjawiska i rzadkość jego występowania w takiej formie oraz z powodu dużych szkód, jakie wyrządza ono mieszkańcom tego terenu, Zakład Geologii Technicznej IG podjął obserwację celem ustalenia przyczyn pękania budynków zarówno z punktu widzenia naukowego, jak i ze względów praktycznych.

Zebrano dotychczas dużą ilość materiałów, które są w trakcie opracowywania szczegółowego.

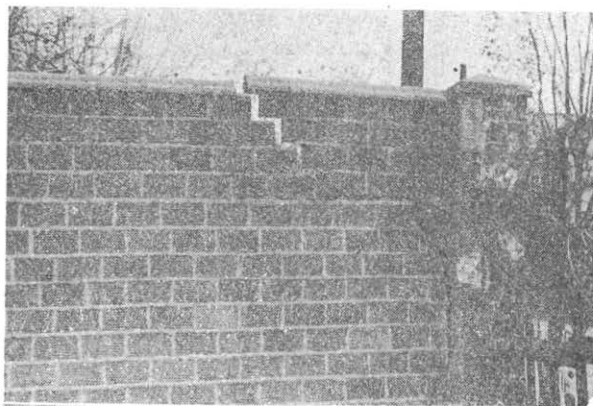
OPIS SKUTKÓW ZJAWISKA

Teren, na którym obserwujemy masowe pęknięcia budynków, zajmuje powierzchnię około 4 km².

Obejmuje on w swym zasięgu willową dzielnicę miasta zabudowaną w 75% i położoną przy samym śródmieściu.

Widzimy tu wyraźnie zwichrzone i spękane płyty, jezdnie i krawężniki oraz szereg budynków popękanych i podpartych drewnianymi belkami (fot. 1, 2).

Wpływom w miejscu występowania ruchów gruntu w podłożu budowlanym ulegają przeważnie budynki niepodpiwniczone lekkiej konstrukcji, zdarzają się jednak wypadki, że budynki podpiwniczone także wykazują silne spęknięcia. Wszystkie pękające budynki wykazują pewien charakterystyczny sposób odkształceń.



Fot. 1

Pękaniu budynków towarzyszy zwykle zapaśnięcie się ściany szczytowej z jednoczesnym odchyleniem się jej w części górnej. Na ścianie frontowej lub tylnej powstaje wówczas charakterystyczne pęknięcie prowadzące w górnej części budynku od ściany odchylającej się skośnie ku dołowi.

Na budynkach słabo spękanych pojawiają się rysy od włoskowatych, aż do około 1 cm szerokich. Powstawaniu tych rys towarzyszy stałe

obsypywanie się drobnych okruchów tynku oraz trzaski pękającego muru. W niektórych wypadkach następuje lekkie pochylenie się podłóg, wówczas drzwi i okna trudno się zamykają. Wzdłuż ścian osiadającego muru w piwnicy można zauważyć wyraźne zapadanie się posadzki oraz podnoszenie się jej w środku piwnicy.

W wypadku występowania najmniejszych ruchów gruntu w podłożu, które już są powodem powstawania pierwszych drobnych pęknięć na ścianach budynku, objawiają one swój wpływ początkowo najwyraźniej w dolnych kondygnacjach budynku. Tu występują pierwsze wyraźne spękania, co dalej powoduje, że powstają rysy w górnej części murów.

Zaobserwowano to na budynkach, które dopiero niedawno zaczęły pękać. Natomiast w budynkach silnie spękanych, nie da się stwierdzić, w której części murów pojawiły się pierwsze spękania. Największe spękania wykazują tu w każdym wypadku górne części murów, natomiast największe odkształcenia drzwi i podłóg przy budynkach jedno lub dwupiętrowych występują przeważnie na parterze. Na budynkach silnie spękanych obserwujemy nieraz szczeliny o rozwarości do ok. 10 cm (fot. 2).



Fot. 2

Powstawaniu szczelin o rozwarości w granicach kilku cm towarzyszy obrywanie się całych płatów tynku oraz wypadanie cegieł z muru (fot. 3).

W wypadkach tak intensywnego pęknięcia ściany budynku muszą być zabezpieczone od wychylenia się na zewnątrz przez podparcie drewnianymi belkami (fot. 2).

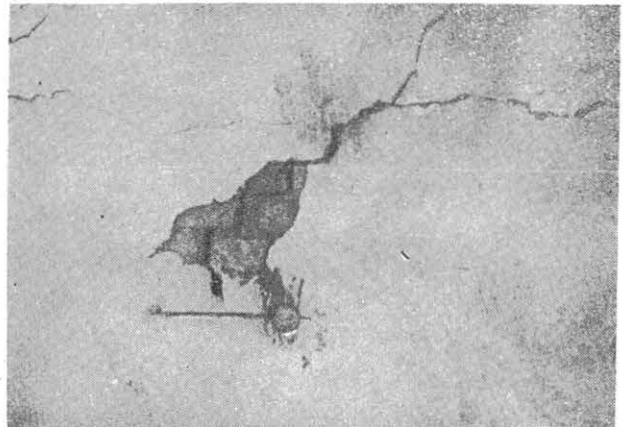
Drzwi i okna ulegają wykrzywieniu, jak w poprzednio opisanym wypadku, z tą jednak różnicą, że nie dadzą się otwierać, a szyby w oknach co jakiś czas pękają. Pochylenie parapetu okiennego wynosi nieraz kilka stopni (często 5°).

Spękania na suficie wewnątrz budynku biegną równoległe do odchylającej się na zewnątrz ściany.

Między listwą podłogową a ścianą powstaje niekiedy szpara kilka cm szerokości, tak że widać przez nią niższe kondygnacje.

Budynki te na Bielawach pękają już bardzo

dawno i trudno ustalić w chwili obecnej datę powstawania pierwszych pęknięć. Na podstawie wywiadów poczynionych u samych mieszkańców oraz wśród długoletnich pracowników Wydziału Budowlanego w Bydgoszczy stwierdzono, że bardzo stare budynki nawet o masywnej konstrukcji wykazywały niekiedy już bardzo dawno drobne pęknięcia. Znany jest wypadek pęknięcia budynku w 1912 r. W 1926 r. jedna ze szkół na Bielawach była częściowo podparta palami, ponieważ mury z jednej strony budynku zaczęły dość intensywnie pękać. Obecnie mury szkoły nie wykazują żadnych ruchów. Często spotyka się na większych budynkach drobne stare rysy, na które sami mieszkańcy nie zwrócili uwagi i nie potrafili określić, kiedy one powstały.



Fot. 3

Czujnik założony na pęknięciu budynku, który należy do bardziej zagrożonych, wykazał w przeciągu 6 miesięcy, od maja do października, poszerzenie się rysy o 5,5 mm.

Na innym budynku stwierdzono poszerzenie się rysy w przeciągu 6 miesięcy o 3,5 mm. W czterech rysa ta uległa zważeniu o 1 mm.

Z powyższych danych wynika, że ruchy podłoża budowlanego są bardzo powolne i długotrwałe. Są to przeważnie ruchy obniżające, spowodowane osiadaniem powierzchni terenu, a tylko w niektórych wypadkach i pewnych okresach następuje podnoszenie spękanej części budowli.

Na podstawie zaobserwowanych faktów można stwierdzić, że ruchy podłoża zachodzą tylko w strefie przypowierzchniowej do głębokości około 3,5 m od powierzchni.

Za powyższym twierdzeniem przemawiają następujące dowody:

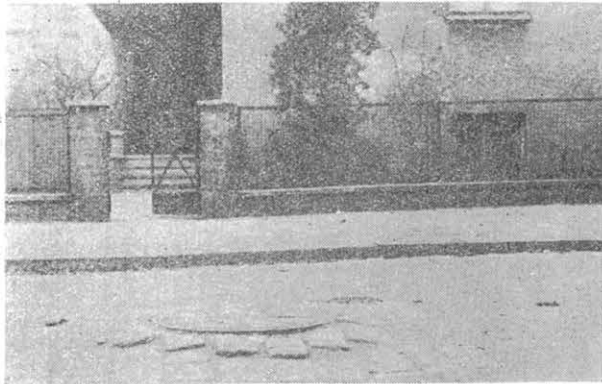
Na powierzchni terenu pojawiają się często drobne nieckowate zagłębienia o promieniu ok. 2 m, a często nawet mniejszym. Tego rodzaju drobne formy świadczą o płytkich lokalnych ruchach gruntu w podłożu.

Na ulicach naruszonych zjawiskami ruchów gruntu w podłożu wystaje w niektórych wypadkach kilka cm nad powierzchnią górna krawędź studzienki kanalizacyjnej, której podstawa opiera się na kolektorze spoczywającym na

głębszym podłożu poniżej 3,5 m od powierzchni ulicy, co wskazuje na osiadanie gruntu nad kolektorem. (Fot. 4).

Założone sieci kanalizacyjne i wodociągowe poniżej 4 m od powierzchni nie wykazują deformacji.

Pale żelbetonowe wiercone od 6 — 8 m, stosowane do podchwytywania fundamentów zagrożonych budynków, nie wykazują zjawiska osiadania warstw głębszych (powyżej 4 m).



Fot. 4

POŁOŻENIE TERENU I JEGO BUDOWA GEOLOGICZNA

Bydgoszcz rozbudowała się na obszarach położonych w obrębie pradoliny toruńsko-eberswaldzkiej po obu brzegach Brdy, niedaleko jej ujścia do Wisły (mapka strona 61).

Na ukształtowanie się struktury geomorfologicznej obszaru miały wpływ liczne cykle erozyjno-akumulacyjne zapoczątkowane już we wczesnym plejstocenie.

Dzisiejsza rzeźba została ostatecznie wypreparowana przede wszystkim w osadach ostatniego glacjału bałtyckiego (Varsovien II). O krajobrazie dzisiejszym zdecydował ostatecznie okres po stadiu frankfurckim (poznafskim).

Początki pierwszego cyklu erozyjnego, któremu ulegały tereny objęte pradoliną toruńsko-eberswaldzką, rozciągającą się od Wisły, doliną Brdy, Noteci i Warty do Odry, a następnie do Łaby, sięgają zapewne starszych glacjałów poprzedzających Varsovien II.

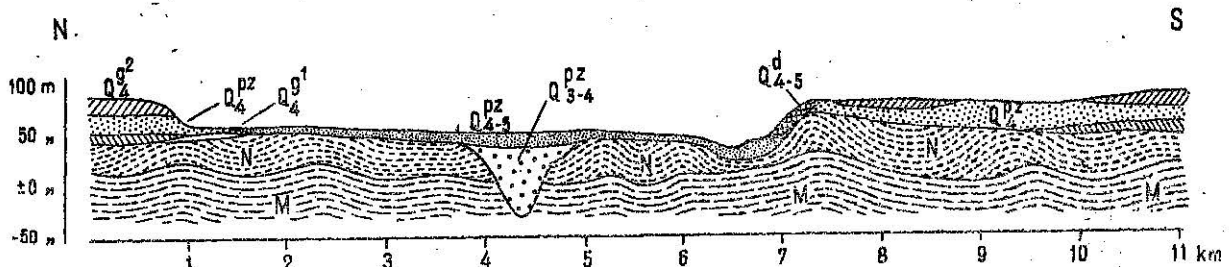
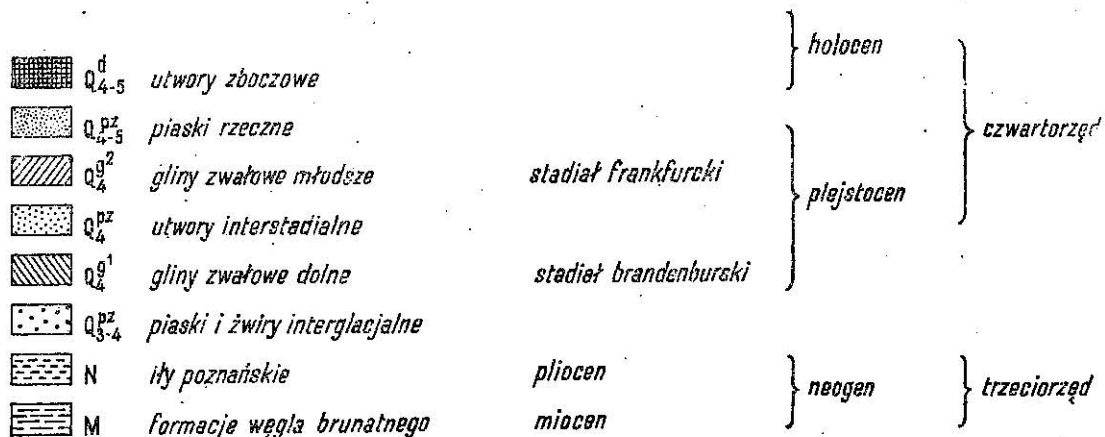
Najmłodsze utwory lodowcowe ostatniego stadiu (frankfurckiego), występującego na tym terenie, zachowały się na wysoczyźnie morenowej (zwanej także równią dyluwialną), położonej na północ od miasta i oddzielonej 40 metrową krawędzią, od odpreparowanej w tym samym czasie doliny pra Wisły (profil I).

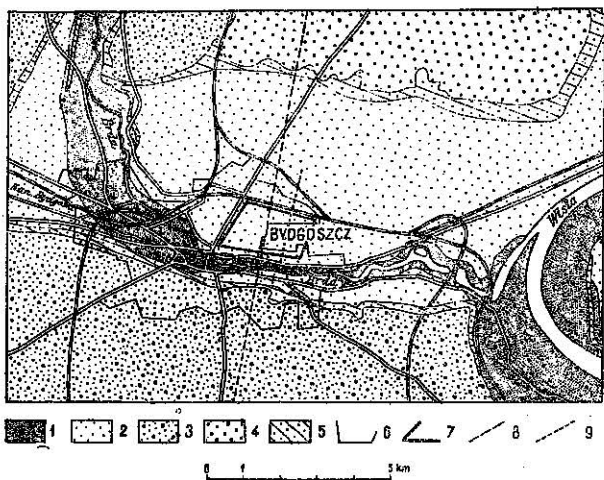
Obszar objęty pękającymi i wałącymi się budynkami leży na tarasie średnim na lewym brzegu Brdy w dzielnicy Bielawy - Skrzetusko. Powierzchnia tego terenu pod względem morfologicznym przedstawia prawie równie tarasu 15 metrowego erozyjno-akumulacyjnego, lekko pochyloną w kierunku północnym. Spadek terenu wynosi około 0,62% w kierunku rzeki (profil II).

Schematyczny profil geologiczny przez Bydgoszcz i okolice

profil 1

Skala: pionowa 0 50 100 150 m
pozioma 0 0,5 1 1,5 km





Mapka. 1) taras zalewowy pokryty mąkami, piaskami rzecznyymi, 2) taras średni akumulacyjny zbudowany z piasków rzecznych z glazami, 3) taras wysoki zbudowany z piasków i żwirów akumulacji lodowcowej 4) płaskowyż morenowy pokryty glinami zwalowymi i piaskami ze żwirem akumulacji lodowcowej, 5) krańędzie i stromizny pokryte utworami zboczowymi 6) granice miasta, 7) obszar objęty masowym pękaniem budynków, 8) linia przekroju geologicznego, 9) linia przekroju hydrogeologicznego

Trzeciorzęd. Najstarszą formacją nawierconą na tym obszarze jest formacja węgla brunatnego wieku miocénskiego. Pod względem litologicznym zbudowana jest ona z piasków kwarcowych, wkładek węgla brunatnego oraz ilów pylastych ciemnoszarych lub ciemnobrązowych.

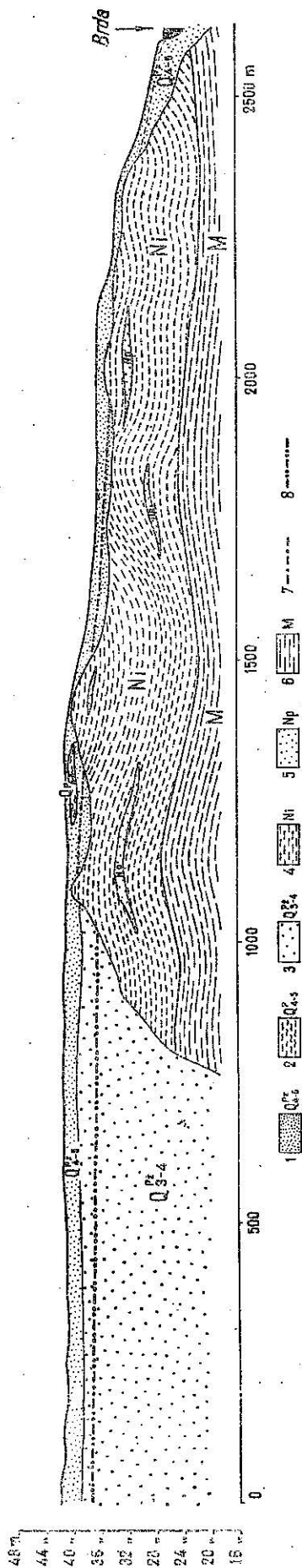
W piaskach miocénskich utrzymuje się poziom wód gruntowych artezyjskich.

Mięszość utworów miocénskich na opisywanym obszarze jest bliżej nieznaną. Wiercenie wykonane tutaj do głębokości około 70 m nie przebiły ich spągu.

Ponad opisaną serią leży warstwa (mięszkości około 15 m) ilów pliocénskich (poznáńskich) zwanych ilami pstryimi ze względu na ich bardzo różnorodną i żywą barwę. W obrębie tych utworów występują nawodnione wkładki piaszczyste. Wkładki te tworzą warstwy lub warstewki o charakterze nieciągłym i występowanie ich jest raczej soczewkowate. Ze względu na zbyt małą ilość zebranych materiałów oraz wątpliwość ich wartość trudno określić charakter ułożenia tych warstw.

Iły pliocénskie są glacictektonicznie silnie sfałdowane. Wykazują liczne powierzchnie zlustrowane o kształcie muszlowym, krzyżujące się w różnych kierunkach. Powierzchnie zlustrowań pokryte są najczęściej cienką nawilgoconą warstewką utworów pylastych lub siecią drobnych korzonków roślinnych. Prowadzą one w małych ilościach wodę, która wpływa ujemnie na własności geotechniczne ilów.

Morfologia stropu ilów pliocénskich jest bardzo urozmaicona. Występuje cały system zagłębień erozyjnych zasypanych w późniejszym okresie utworami czwartorzędowymi.



Profil II. — 1) piaski rzeczne, 2) utwory pylaste zastoiskowe, 3) piaski i żwiry akumulacji rzeczno-lodowcowej, 4) iły poznáńskie, 5) soczewki piaszczysto-pylaste, 6) formacja węgla brunatnego, 7) wody gruntowe abizwalne typu wód zawieszonych, nawodnione w obrębie ilów poznáńskich, 8) wody gruntowe stałe w utworach czwartorzędowych połączone z wodami trzeciorzędowymi

Większe zagłębienia wykazują kierunki W — E, niektóre mniejsze zaś kierunki N — S.

Ze względu na zbyt małą ilość wierceń, trudno jest w chwili obecnej stwierdzić, jaki jest rzeczywisty kierunek zagłębień, podając jednocześnie ich dokładną lokalizację. Dotychczas zlokalizowano głęboką rynnę erozyjną biegnącą przez północną część opisywanego obszaru. Potężna erozja płynących wód roztopowych topniejącego lodowca wycięła głębokie koryto sięgające poniżej 61 m od powierzchni i wcinające się w utwory mioceńskie. Iły pliocieńskie na tym obszarze zostały całkowicie wyerodowane. Zagłębienie powyższe wypełnione jest utworami akumulacji lodowcowowodnej i w morfologii terenu wcale się nie zaznacza (profil I i II).

C z w a r t o r z ę d. Iły pliocieńskie na obszarze Bielaw przykryte są utworami czwartorzędowymi średniej miąższości ok. 2 m. Bardzo często strop ilów podchodzi pod samą powierzchnię terenu. Miejscami formacja pliocieńska została rozmyta procesami erozji płynących tu niegdyś rzek, a wcięcie erozyjne wypełnione utworami plejstoceniowymi.

Drobniejsze nieckowate zagłębienia występujące w stropie ilów pliocieńskich są wypełnione miejscami utworami zastoiskowymi wieku holoceńskiego. Reszta obszaru pokryta jest na powierzchni piaskami rzecznyymi i głazami pochodzenia lodowcowego. Na bardzo starych planach Bydgoszczy widoczne są na obszarze dzisiejszych Bielaw liczne stawy oraz moczary zajmujące dość znaczne przestrzenie. W późniejszych czasach teren został osuszony, a doły po niegdyś występujących tu gliniankach i zagłębienia po osuszonych moczarach zasypano piaskiem i gruzem lub śmieciami. W ten sposób wyrównano powierzchnię terenu, na którym zaprojektowano w późniejszych czasach lekkie domki willowe, gdyż liczone się tu z płytko występującą wodą gruntową i niekorzystnymi właściwościami fizyczno - mechanicznymi gruntów, dopuszczających tylko małe obciążenia.

STOSUNKI WODNE

Zwierciadło wody na omawianym terenie nie utrzymuje się na stałym poziomie, lecz ulega dość znacznym wahaniom. Amplituda tych wahań w okresie kwartalnym może dochodzić do 1,5 m, zależy od ilości opadów atmosferycznych.

Na ogół zwierciadło wody gruntowej utrzymuje się na głębokości około 1—2 m od powierzchni terenu.

Wodonoścem są tu piaski czwartorzędowe leżące na ilach pliocieńskich. W miejscach, gdzie strop ilów podchodzi bardzo płytko pod powierzchnię, tego horyzontu wodnego nie spotykamy. W partiach terenów skanalizowanych, położonych w bezpośrednim sąsiedztwie przewodów kanalizacyjnych, zwierciadło wód przy powierzchniowych uległo znacznemu obniżeniu, do około 5 m od powierzchni terenu.

W ilach pliocieńskich występują wody zamknięte w soczewkach piaszczystych. W miarę skanalizowania terenu oraz wykonywania dołów fundamentowych pod różnego rodzaju budowle, wody utrzymujące się we wkładkach piaszczystych występujących w obrębie ilów zostały miejscami odprowadzone (profil II).

WARUNKI GEOTECHNICZNE

Obszar objęty dzielnicą Bielawy — Skrzetusko stwarza wyjątkowo niekorzystne warunki geotechniczne dla budownictwa. Na niekorzyść przemawiają następujące zasadnicze fakty:

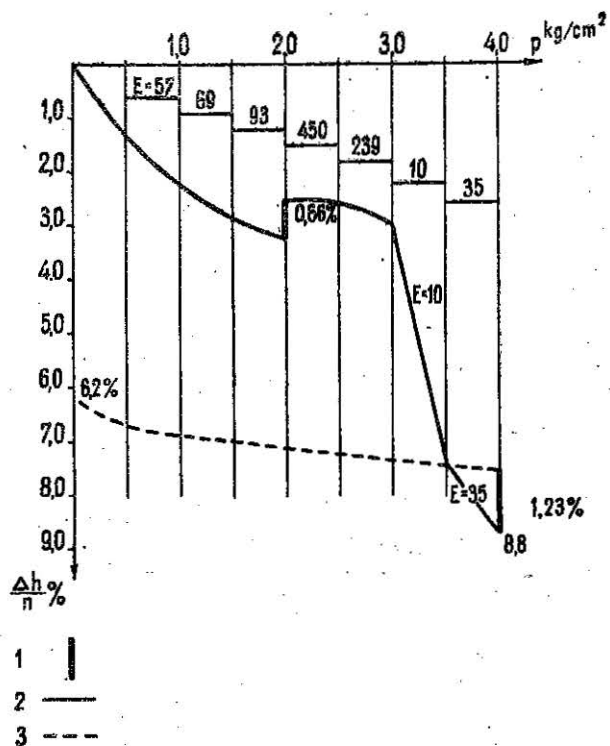
1. Silne zróżnicowanie składu litologicznego podłoża budowlanego tak w pionie, jak i w poziomie na niewielkich przestrzeniach.

2. Płytkie występowanie wód gruntowych na około 0,5 m do 2,0 m od powierzchni terenu oraz znaczne okresowe wahanie zwierciadła wody dochodzące do 1,5 m.

3. Znaczne różnice w wysokości ułożenia stropu ilów pliocieńskich, które dochodzą do kilku metrów. Strop ilów podchodzi tu najczęściej pod powierzchnię terenu.

4. Zmienne własności fizyczno-mechaniczne ilów bardzo wrażliwych na zmiany stopnia zawilgocenia. Przy zmianach stopnia zawilgocenia iły wykazują bardzo duże nasilenie własności kurczenia się lub pęcznienia. Celem wyjaśnienia fizyczno - mechanicznych własności ilów

Krzywa edometryczna



Wykres 1. — 1) pęcznienie pod wpływem wody, 2) krzywa osiadania próbki iltu, 3) krzywa odprężania próbki iltu

plioceńskich poddano je różnorodnym badaniom. Między innymi przeprowadzono specjalne badania na edometrach (wykres 1).

Przykład. Próbkę obciążono stopniowo do $p = 2,0 \text{ kg/cm}^2$, po ukończeniu osiadania próbkę zamoczono, po ukończeniu procesu pęcznienia (pod obciążeniem 2 kg/cm^2) odsączono wodę i obciążono ją stopniowo dalej do $p = 4 \text{ kg/cm}^2$.

Następnie ponownie nawodniono próbkę, a po zakończeniu pęcznienia ściągnięto wodę i odciążono stopniowo do zera.

Pęcznienie przy nacisku $p = 2 \text{ kg/cm}^2$ wyniosło 0,6% wysokości próbki.

Po ściągnięciu wody i dalszym obciążeniu do $p = 2,5 \text{ kg/cm}^2$ współczynnik sprężystości wzrasta gwałtownie z 93 kg/cm^2 na 450 kg/cm^2 (tj. prawie pięciokrotnie).

Przy nacisku $p = 3,0 \text{ kg/cm}^2$ następuje załamanie struktury gruntu, wartość współczynnika sprężystości opada bardzo gwałtownie z 239 na 10 kg/cm^2 .

Przy dalszym obciążeniu do $p = 4 \text{ kg/cm}^2$ próba zagęszcza się nieco; moduł wzrasta z 10 kg/cm^2 do 35 kg/cm^2 . Próbkę o załamanej strukturze, zamoczona pod naciskiem 4 kg/cm^2 , pęcznieje o 1,22%, tj. prawie dwukrotnie więcej niż pod naciskiem 2 kg/cm^2 .

Odkształcenie całkowite wynosi 88%, w tym 62% jest odkształceniem trwałym, a 26% jest odkształceniem sprężystym. Stosunek odkształcenia trwałego do sprężystego wynosi 0,41.

W rezultacie przeprowadzonych badań stwierdzono wybitne siły pęcznienia zbadanych ilów. Np. w naszym wypadku pęcznienie przy obciążeniu 4 kg/cm^2 wynosi 1,28%.

Wielkość pęcznienia zależy od składu mineralnego minerałów ilastych, wchodzących w skład gruntów ilastych.

Siła pęcznienia zależy w dużym stopniu od zawartości wody w ilach. Iły wysuszone mają bardzo wielką siłę pęcznienia, mogącą dochodzić do 100 atm.

Iły o konsystencji plastycznej wykazują mniejsze siły pęcznienia. Zawilgocenie ilów występujących na terenie Bielaw według przeprowadzonych badań jest bardzo zróżnicowane, wskutek czego i siły pęcznienia mogą być różne. Zmiany objętościowe ilów wywołane siłami pęcznienia powodują ruchy gruntu w podłożu, w konsekwencji powstają dodatkowe, niebezpieczne naprężenia w budowlach.

Proces pęcznienia ilów leżących pod budynkami potwierdza także fakt zachowania się niektórych czujników założonych na spękanych ścianach. Wykazują one niekiedy w okresie wzmożonych opadów zacieśnienie się szpar i szczelin. O zważaniu się szpar w okresach deszczowych informowali nas także w kilku wypadkach sami mieszkańcy.

Celem uzupełnienia charakterystyki własności fizyczno - mechanicznych ilów występujących w Bydgoszczy podajemy niżej kilka danych cyfrowych.

1. Iły poznańskie występujące na badanym terenie wykazują dużą zawartość cząstek ilastych o wymiarach mniejszych niż 0,002 mm wynoszącą od 44% do 86%, średnio 54% na 61 zbadanych próbach.

2. Wskaźnik plastyczności waha się od 44 do 84.

3. Średnie wartości współczynnika ściśliwości przy obciążeniu 1,0 — 3,0 kg wynoszą 81 do 100 kg/cm^2 .

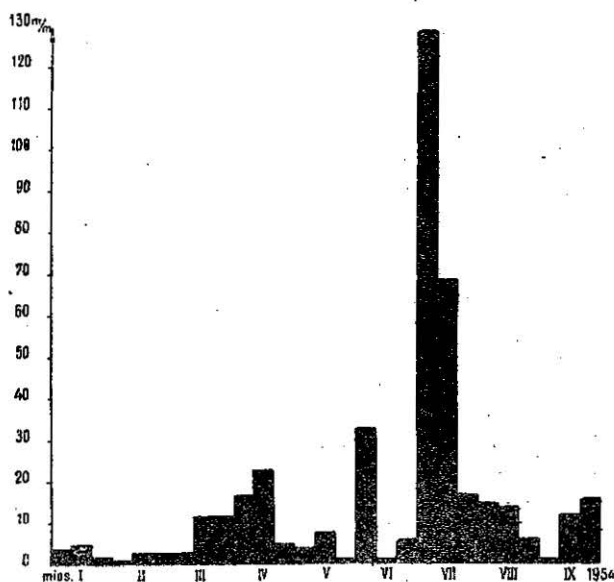
4. Wilgotność jest bardzo zmienna, a zbadane próbki wykazały stan zawilgocenia od 17% do 55%.

PRZYCZYNY PĘKANIA BUDYNKÓW

Badania przyczyn pękania budynków nie zostały jeszcze ostatecznie zakończone. Przeprowadzone dotychczas badania wykazały jednak, że zasadniczo zjawisko to zależy w wielu wypadkach od zachowania się zwierciadła wód gruntowych, którego wahanie jest uwarunkowane ilością opadów atmosferycznych.

Ze względu na szczególny charakter budowy geologicznej oraz szczególne własności fizyczno-mechaniczne gruntów ilastych występujących na większej części opisywanego obszaru prawie na powierzchni, wpływ uzależniony zachowaniem się zwierciadła wody gruntowej na ruchy gruntu w podłożu może być bardzo duży.

Analizę tych zjawisk przeprowadzono w ten sposób, że porównano krzywe opadów atmosferycznych z krzywymi odczytów dokonywanych na czujnikach w spękanych budynkach oraz z krzywymi pomiarów zwierciadła wód w studniach znajdujących się na tym terenie oraz specjalnie w tym celu założonych. Wszystkie po-



Wykres 2. — Zestawienie opadów atmosferycznych za 1954 r. w słupkach sumy opadów dziesięciodniowych.

miary były wykonywane w tym samym czasie. Z porównania tych trzech krzywych wynika, że w wielu wypadkach pęknięcia na budynku poszerzają się w okresie obniżenia się zwierciadła wody podczas małych opadów atmosferycznych. W czasie zwiększonych opadów następuje w niektórych wypadkach zwięźnienie rysy, co się wiąże z pęcznieniem iłów (wykres 2, 3, 4, 5).

W niektórych wypadkach wzmożonych opadów następuje silne poszerzenie się pęknięć, które spowodowane jest uplastycznieniem się iłów oraz prawdopodobnie zjawiskami suffozji lub innymi czynnikami (wykres krzywej).

Ze względu na charakter budowy geologicznej i stosunki wodne oraz własności fizyczno-mechaniczne gruntów budujących podłoże mogą wystąpić jeszcze następujące przyczyny powodujące zjawisko ruchów w gruncie:

a) w obrębie strefy przemarzania gruntów pylastych przemarzanie podłoża ma wpływ na tworzenie się garbów i zagłębień na powierzchni, co wynika z budowy geologicznej terenu;

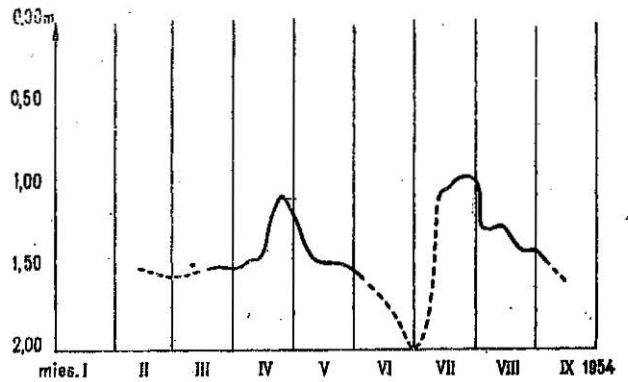
b) nierównomierne osiadanie budowli posadowionej na silnie zróżnicowanym litologicznie i geotechnicznie podłożu charakteryzującym się zmiennymi warunkami wodnymi, o czym wspomniano wyżej;

c) tworzenie się niecek osiadań na powierzchni w miejscach występowania wkładki piaszczystej nawodnionej w obrębie iłów płoceńskich wskutek odsączenia wody z tej wkładki podczas prowadzenia wkopów w jej zasięgu, o czym wspomniano już wyżej.

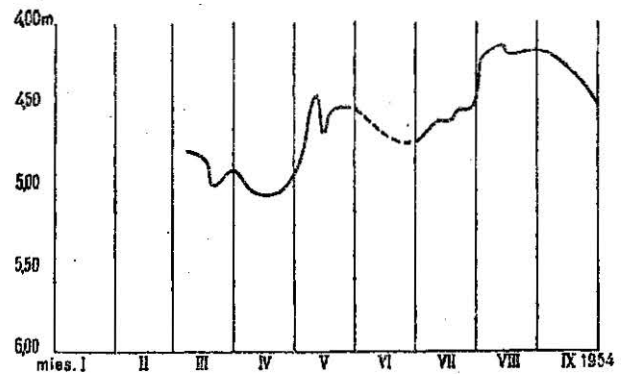
Przyczyny powyższe jako drugorzędne oraz szereg innych znanych w literaturze geologiczno - inżynierskiej mogą wpływać tylko w pewnym stopniu na pęknięcie poszczególnych budynków ze względu na charakterystyczną budowę geologiczną podłoża, która stwarza bardzo dogodne warunki do wystąpienia tego rodzaju zjawisk. Nie mogą być jednak powodem masowego pęknięcia budynków na tak dużej powierzchni.

Do chwili obecnej zwracano raczej uwagę na mechaniczne procesy i wpływ ich na zachowanie się budynków. Na następnym etapie należy przystąpić do badania szczegółowego wpływów uzależnionych stosunkami hydrogeologicznymi i hydrochemicznymi na przemiany własności geotechnicznych gruntów ilastych wywołanych zmianami zachodzącymi w obrębie sieci przestrzennych i struktur krystalograficznych minerałów ilastych. Zmiany, mogące zachodzić pod wpływem wyżej wymienionych procesów, prowadzą do dużych przeobrażeń własności fizyczno - mechanicznych i geotechnicznych w obrębie iłów, wpływając szczególnie na przemiany objętościowe i konsystencję.

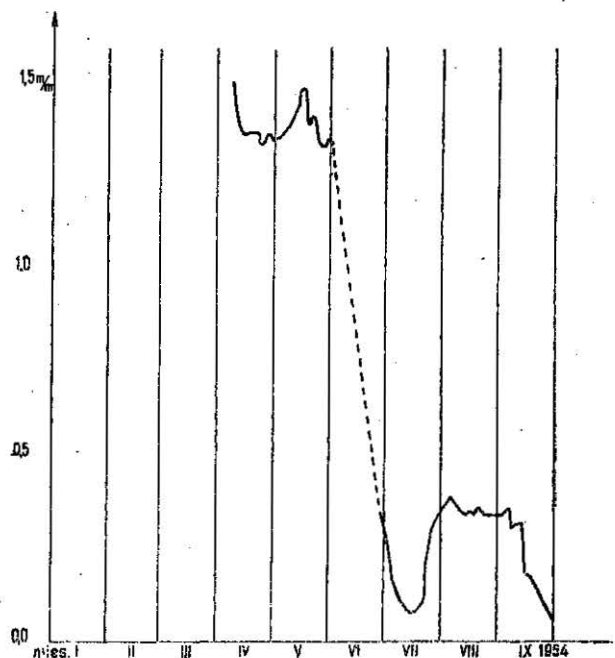
Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że Bydgoszcz leży na północnym skłonie wypiętrzenia kujawsko - pomorskiego. Budowa tektoniczna tego wypiętrzenia jest dość skomplikowana,



Wykres 3. — Wykres wahania zwierciadła wód gruntowych aluwialnych typu zawieszzonego. Na osi rzędnych podano głębokość zwierciadła wody w m od powierzchni terenu



Wykres 4. — Wykres wahania zwierciadła wód gruntowych czwartorzędowych połączonych z wodami trzeciorzędowymi



Wykres 5. — Krzywa odczytu czujnika założonego na pękniętej ścianie budynku. Na osi rzędnych podano wartości dla zwięźnienia lub poszerzenia się pęknięcia w m/m. Gdy krzywa opada w dół, pęknięcie się poszerza

składa się ona z szeregu elewacji i depresji ułożonych wzdłuż osi E — W. Należy dodać, że podłoże trzeciorzędowe w Bydgoszczy jest także silnie zaburzone.

Zmienność chemiczna wód gruntowych na terenie Bielaw może być uwarunkowana wpływem wód gruntowych zmineralizowanych, występujących w pobliżu źródeł solankowych elewacji Ciechocinka oraz innych elementów anty-

klinorium pomorsko-kujawskiego. Wody zmineralizowane o zmiennym składzie chemicznym mają zasadniczy wpływ na zachowanie się gruntu w podłożu a więc na przebieg zjawiska. Z tego względu zapoczątkowano już badania wpływu wody o różnym składzie chemicznym w granicach przybliżonych do rzeczywistych warunków terenowych, na próbki gruntów ilastych pobranych na opisywanym terenie.