ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1991
Seria: BUDOWNICTWO z. 70 Nr kol. 1071

Jerzy SĘKOWSKI

USZKODZENIA WYBRANYCH OBIEKTÓW BUDOWLANYCH SPOWODOWANE SUMUJĄCYMI SIĘ BŁĘDAMI W ZAKRESIE ICH POSADOWIENIA I EKSPLOATACJI

Streszczenie. Przedstawiono uszkodzenia trzech różnych obiektów budowlanych, spowodowane sumującymi się błędami w zakresie posadowienia i eksploatacji tych obiektów.

1. WSTĘP

Pomimo postępu wiedzy w zakresie teorii konstrukcji oraz rozwoju nowych technologii wznoszenia obiektów budowlanych nadal jeszcze rejestrowane są przypadki awarii i katastrof budowlanych. Powodem ich są w kolejności występowania: błędy w zakresie wykonawstwa i projektowania oraz zła jakość materiałów budowlanych i nieprawidłowa eksploatacja obiektów [2]. Częściej, głównie ze względu na zmniejszoną uwagę wykonawcy awarie dotyczą tzw. elementów drugorzędnych (przybudówki, posadzki itp.) [4]. Wśród przyczyn wielu awarii i katastrof istotne miejsce zajmuje ogólnie pojęta działalność geotechniczna. Przykładowo dla budownictwa objętego badaniami francuskimi jej udział wynosi 26,5% [1], przy czym najwięcej problemów projektantom i wykonawcom stwarza woda gruntowa - przyczyna 20% wspomnianych awarii. Szereg przykładów potwierdzających powyższe spostrzeżenia dla warunków krajowych znaleźć można w pracy [3] oraz w specjalistycznej literaturze technicznej. Najczęściej jednak awaria lub katastrofa budowlana wywołana jest przez kilka sumujących się czynników, występujących w różnym czasie i w różnym zakresie. Następstwem tych błędów są uszkodzenia całej konstrukcji lub jej fragmentów.

W prezentowanym artykule przedstawiono trzy różne obiekty budowlane, które w wyniku sumujących się błędów w zakresie ich posadowienia i eksploatacji uległy poważnym uszkodzeniom.

2. PRZYKŁADY USZKODZONYCH OBIEKTÓW BUDOWLANYCH

Przykład 1

Trójkondygnacyjny, całkowicie podpiwniczony budynek mieszkalny, zlokalizowany w Gliwicach, wybudowany został w roku 1909 technologią tradycyjną. Stanowi on powtarzalny fragment (nr 9) zwartej zabudowy miejskiej (rys. 1). Powierzchnia zabudowy tego fragmentu wynosi 374,8 m^2, a kubatura 4359,3 m^3 [5].

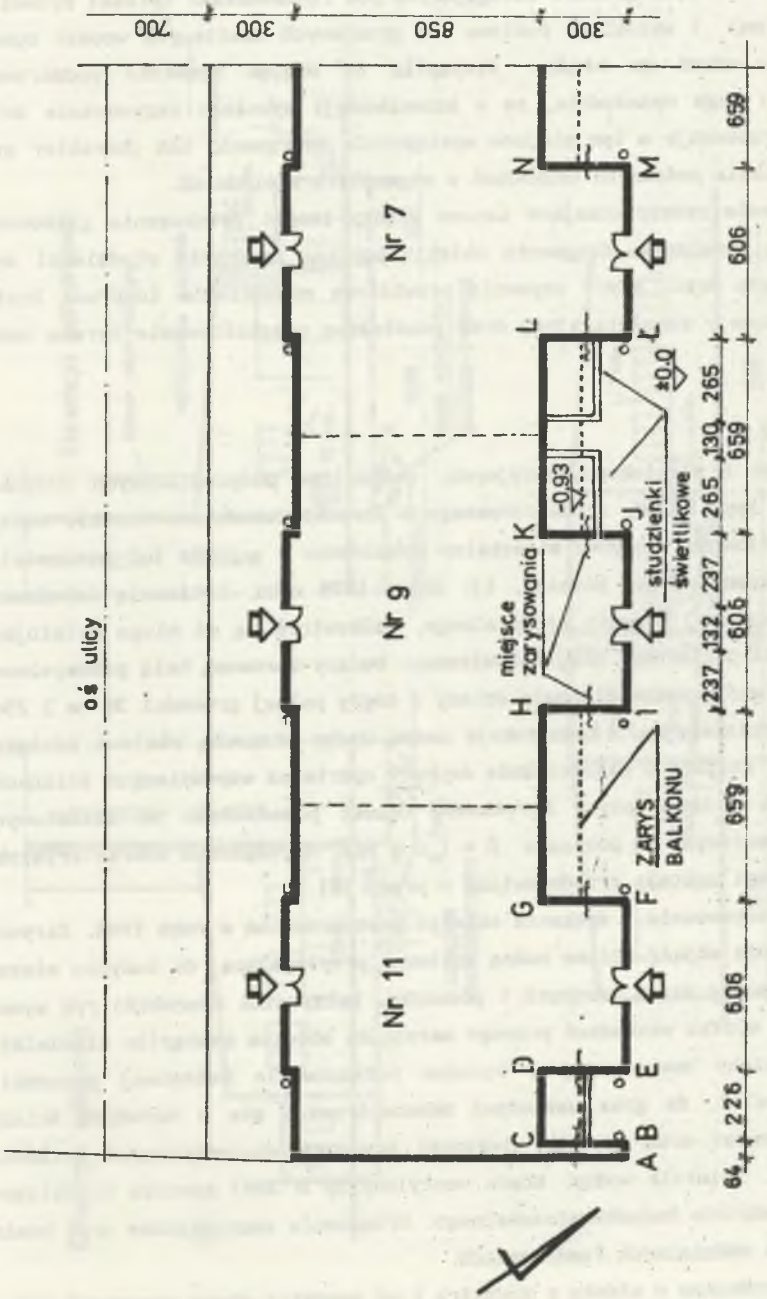
Obiekt posadowiony został na betonowych ławach fundamentowych o szerokości B = 68 cm lub B = 81 cm w gruntach rodzimych na poziomie D = 1,45 m ppt. - z wyjątkiem fragmentu obejmującego rejon studzienki świetlikowej (rys. 1), gdzie poziom ten wynosi jedynie D = 0,52 m ppt.

Wykonana inwentaryzcja istniejących uszkodzeń budynku mieszkalnego wykazała między innymi wyraźne pionowe zarysowania ścian H-I, J-K, brak pionowej izolacji przeciwwilgotnościowej, uszkodzoną instalację deszczową oraz liczne zacieki i ubytki ścian w partiach przyziemnych. Uszkodzenia te koncentrowały się w rejonie klatki schodowej. Niekorzystn· dla powierzchniowego odwodnienia obiektu ukształtowanie terenu od strony północnej, przy niedrożnej instalacji deszczowej sprzyja napływowi wody opadowej do studzienki świetlikowej. Istniejące rysy, których wielkość jest stosunkowo nieduża (2 ÷ 4 mm), pojawiły się dawno, lecz ich ciągłe odnawianie się świadczy o ciągłości procesu niszczenia tego fragmentu obiektu. Należy nadmienić, że stan techniczny obiektu jest dobry, a jego ściany i stropy nie wykazują widocznych spękań i zarysowań.

Podłoże gruntowe w obrębie obiektu budują pleistoceńskie utwory morenowe w postaci glin z wkładkami piasków gliniastych i pyłów. W stropie tych utworów zalegają piaski lodowcowe reprezentowane przez piaski średnie, drobne i pylaste o łącznej miąższości do 3.0 m. Całość terenu przykrywa warstwa nasypów żużlowo-kamiennych. Poziom wód gruntowych występujący w piaskach ulega okresowym wahaniom w zależności od intensywności opadów atmosferycznych.

Przeprowadzone badania polowe wykazały, że w obrębie klatki schodowej pod warstwą nasypów miąższości 1,0 m zalegają piaski drobne i pylaste w stanie średnio zagęszczonym, a poniżej fundamentów zagęszczonym. Płytko, bo 0,3 m ppf. nawiercono wodę gruntową o zwierciadle swobodnym, przy czym piasek powyżej zwierciadła był wilgotny, a miejscami mokry.

Przeprowadzone obliczenia i analiza wykazały, że fundamenty obiektu spełniają wymagania I i II stanu granicznego według PN-81/B-03020. Wykonanie studzieniek doświetlających niektóre pomieszczenia piwniczne spowodowało



Rys. 1. Plan sytuacyjny

Fig. 1. General plan

jednak, że na krótkim odcinku poziom posadowienia rysalitu jest inny od pozostałej części obiektu. Poziom ten (D = 0.52 m ppt.) wobec wysadzinowego charakteru niektórych gruntów zalegających pod fundamentami (piaski pylaste o d_{10} < 0,02 mm) i wysokiego poziomu wód gruntowych zasilanych wodami opadowymi należy uznać za błędny. Wystąpiło tu bowiem zjawisko podmarzania fundamentu i jego wysadzania, co w konsekwencji wywołało zarysowanie ścian rysalitu. Przekonuje o tym miejsce wystąpienia zarysowań, ich charakter oraz fakt wystąpienia podobnych uszkodzeń w segmentach sąsiednich.

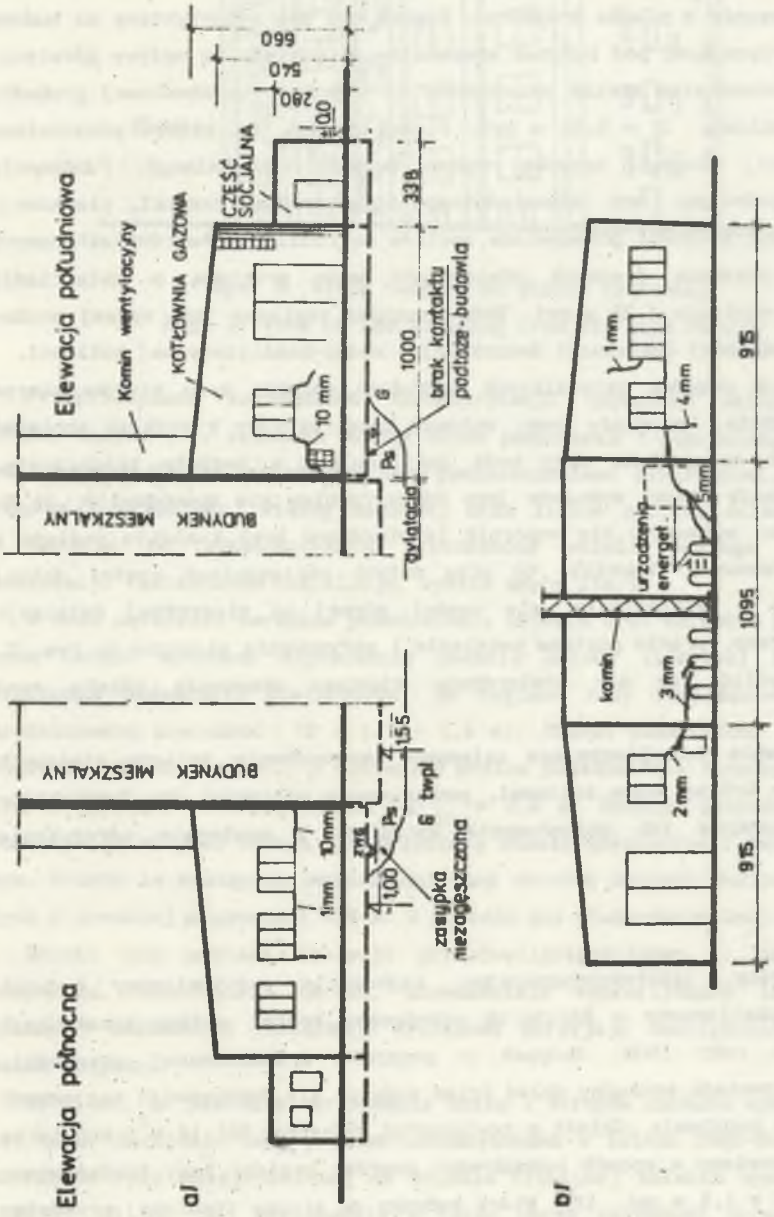
Za działania zabezpieczające uznano między innymi zwiększenie głębokości posadowienia omawianego fragmentu obiektu poprzez zasypanie studzienki oraz wykonanie tych prac, które zapewnią prawidłowe odwodnienie (naprawa instalacji deszczowej, kanalizacyjnej oraz prawidłowe ukształtowanie terenu wokół obiektu) [5].

Przykład 2

Do jednego z pięciokondygnacyjnych, całkowicie podpiwniczonych budynków mieszkalnych typu FADOM, zlokalizowanego w Żorach, dobudowano obiekt, będący osiedlową kotłownią. Budynek mieszkalny wybudowano w połowie lat siedemdziesiątych, kotłownię nieco później, tj. około 1978 roku. Kotłownię dobudowano do ściany szczytowej budynku mieszkalnego, całkowicie ją od niego dylatując. Jest to obiekt parterowy, niepodpiwniczony, będący murowaną halą przemysłową, której konstrukcję nośną stanowią ściany z cegły pełnej grubości 38 cm i 25cm (ściana przydylatacyjna). Konstrukcję nośną dachu stanowią stalowe dźwigary kratownicowe, stężone w płaszczyźnie dachu i oparte na wspomnianych ścianach. Na dźwigarach ułożono płyty korytkowe. Obiekt posadowiono na żelbetowych ławach fundamentowych na poziomie D = 1,0 m ppt. Szczegółowa charakterystyka budynku kotłowni została przedstawiona w pracy [6].

Pierwsze zarysowania i spękania obiektu zaobserwowano w roku 1984. Zarysowania i spękania objęły ścianę nośną kotłowni przylegającą do budynku mieszkalnego, fragmenty ścian bocznych i posadzkę. Maksymalna szerokość rys wynosiła 10 mm. W wyniku uszkodzeń prawego narożnika obiektu nastąpiło niewielkie wychylenie ściany zewnętrznej i wyraźne pofałdowanie betonowej posadzki. Należy podkreślić, że gros uszkodzeń skoncentrowało się w narożach ściany nośnej z bocznymi oraz to, że większość urządzeń energetycznych kotłowni (piece gazowe, zbiornik wodny, komin wentylacyjny ø 300) zostało zlokalizowanych w sąsiedztwie budynku mieszkalnego. Urządzenia energetyczne oraz komin posadowiono na oddzielnych fundamentach.

Na rys. 2 pokazano w widoku z zewnątrz i od wewnątrz obraz zarysowań ścian budynku kotłowni.



Rys. 2. Graficzny obraz zarysowań ścian obiektu
a) widok z zewnątrz, b) widok od wewnątrz

Fig. 2. Cracks in walls
a) as seen from outside, b) as seen from inside

Wykonane odkrywki fundamentowe oraz wiercenia badawcze wykazały zróżnicowanie warunki gruntowo-wodne o obrębie istniejącego budynku kotłowni. Stwierdzono, że część kotłowni przylegająca do budynku mieszkalnego została posadowiona na nasypie z piasku średniego. Piasek ten był wykorzystany do budowy poduszki amortyzującej pod budynek mieszkalny ze względu na wpływy górnicze. Sam budynek mieszkalny został posadowiony na płycie fundamentowej grubości 40 cm, na poziomie D = 1,55 m ppt. Piasek średni, na którym posadowiono część kotłowni, stanowił zasypkę rozkopu budynku mieszkalnego. Fundamenty kotłowni posadowiono bez odpowiedniego dogęszczenia zasypki piaskowej. Pozostała część kotłowni posadowiona została na rodzimych twardoplastycznych glinach. W piaskach średnich stwierdzono wodę gruntową o zwierciadle swobodnym na poziomie 1,25 m ppt. Woda gruntowa zasilana jest wodami pochodzącymi z niedrożnej instalacji deszczowej i wodno-kanalizacyjnej kotłowni.

Bezpośrednim powodem zaistniałych uszkodzeń obiektu były nierównomierne osiadania podłoża. Sprzyjały temu: schemat konstrukcyjny i rozkład obciążeń przekazywanych na podłoże oraz woda infiltrująca w podłoże piaszczyste. Znaczne osiadania piasku wywołane jego dogęszczeniem się spowodowały, że na pewnej długości wytworzył się wspornik (stwierdzono brak kontaktu podłoża z fundamentem ławowym). Wywołało to przy dużych obciążeniach części dolnej ściany nośnej i "zawieszeniu" się części górnej na niedrożnej dylatacji charakterystyczne, prawie poziome pęknięcia i zarysowania widoczne na rys. 2. Należy podkreślić, że nie stwierdzono zjawiska wymywania piasku spod fundamenttów.

Jako działania zabezpieczające zalecono: wprowadzenie ściągów stalowych wzmacniających ścianę nośną kotłowni, podmurowanie odcinkami ław fundamentowych, zespoinowanie lub sklamrowanie szczelin, a następnie udrożnienie dylatacji [6].

Przykład 3

Wolno stojący, czterokondygnacyjny, całkowicie podpiwniczony budynek mieszkalny zlokalizowany w Raciborzu wybudowany został według konstrukcji tradycyjnej w roku 1908. Budynek o pozornie zróżnicowanej wysokości, trzytrakcyjny posiada podłużny układ ścian nośnych dla kondygnacji naziemnych i mieszany dla podziemia. Obiekt o powierzchni zabudowy 561,12 m^2 i kubaturze 10633 m^3 posadowiono w sposób bezpośredni poprzez ceglane ławy fundamentowe na poziomie D = 1,5 m ppt. [7]. Widok budynku od strony frontowej przedstawiono na rys. 3.

Według uzyskanych informacji w budynku tym w przeszłości mieściły się koszary wojskowe. Po II wojnie światowej obiekt przeznaczono na cele mieszkalne. Od roku 1985 pozostaje on niezamieszkały.

Rys. 3. Widok budynku od strony frontowej

Fig. 3. View of the building from its main facade

Przeprowadzona szczegółowa inwentaryzacja uszkodzeń obiektu wykazała między innymi [7]: spękania ukośne ścian podłużnych i poprzecznych, spękania po obwodzie stropu odcinkowego nad pomieszczeniami piwnicznymi, uszkodzenia elementów drewnianej więźby dachowej oraz liczne zacieki ścian i stropów. W okresie po wykwaterowaniu mieszkańców obiekt podlega postępującej dewastacji (zniszczona instalacja, wybite szyby itp.).

W celu ustalenia warunków posadowienia obiektu oraz warunków gruntowo-wodnych terenu wykonano odpowiednie badania polowe (odkrywki fundamentowe, wiercenia badawcze). Stwierdzono, że ceglane ławy fundamentowe posiadają zróżnicowaną szerokość (B = 1,1 ÷ 1,6 m). Obiekt posadowiono w całości na poziomie D = 1,5 m ppt., a minimalny poziom posadowienia liczony w odniesieniu do poziomu posadzek wynosi D_{min} = 0,6 m. Podłoże gruntowe w rejonie lokalizacji obiektu budują iły pylaste w stanie półzwartym i twardoplastycznym. Grunty te występują bezpośrednio pod warstwą nasypów żużlowo-piaszczystych o średniej miąższości 0,8 m. W podłożu nie stwierdzono wody gruntowej.

Obiekt nie posiada izolacji przeciwwilgotnościowej, a brak chodnika okapowego, nierówności terenu, niewłaściwie wyprofilowany lokalnie jego spadek i uszkodzena instalacja deszczowa sprzyjają nawilgacaniu podłoża i ścian budynku.

Ustalono, że pierwsze zarysowania ścian i stropów obiektu wystąpiły wiele lat temu. Nasilenie tego procesu zaobserwowano w latach 1985-86. Maksymalna szerokość rysy umiejscowionej na ścianie frontowej obiektu wynosiła wiosną 1986 r. 25 mm. Jej usytuowanie a także obraz zarysowań ściany frontowej obiektu pokazano na rys. 3.

Przeprowadzone obliczenia i analiza wykazały, że istniejące posadowienie spełnia wymagania w zakresie I i II stanu granicznego wg normy PN-81/B-03020. Oszacowane różnice osiadań przeciwległych części obiektu, wynikające ze zróżnicowanych obciążeń i wymiarów ław fundamentowych oraz lokalnie zmiennych stanów fizycznych gruntów ($I_L \leq 0,2$) wyniosły $\Delta s = 3,0$ cm. Mogły one stać się przyczyną niewielkich zarysowań ścian obiektu, rozwijających się w miarę pogarszania się stanu technicznego budynku. Proces ten, jak już wspomniano, uległ znacznemu przyspieszeniu w okresie, gdy obiekt pozostawał niezamieszkały. Wówczas to bowiem w następstwie zsumowania się kilku czynników niektóre fragmenty obiektu podlegały procesowi wysadzinowości. W kilku pomieszczeniach piwnicznych, pozbawionych okien, nastąpił okresowy dopływ wody z uszkodzonej instalacji wodociągowej. Wobec wysadzinowego charakteru gruntów zalegających w podłożu i płytkiego poziomu posadowienia obiektu ($D_{min} = 0,6$ m ppp). wywołało to dalsze wyraźne zarysowanie ścian i stropu budynku.

W opracowaniu [7] uznano za możliwą dalszą eksploatację obiektu pod warunkiem przerowadzenia poważnych prac remontowych i zabezpieczających (między innymi wymiana stropów, fragmentu dachu, skotwienie obiektu, udrożnienie i naprawa instalacji).

3. WNIOSKI I SPOSTRZEŻENIA

Przyczyną uszkodzeń, awarii lub katastrof wielu obiektów budowlanych są między innymi błędy w zakresie posadowienia tych obiektów. Dotyczyć one mogą obiektu w całości względnie jego fragmentów. Często stanowią jedną z wielu przyczyn, dając znać o sobie w momencie zaistnienia innych niekorzystnych zjawisk. Zjawiskami tymi mogą być nieprawidłowości lub zaniedbania w zakresie eksploatacji obiektu. Opisane w pracy przykłady ilustrują ten wniosek. Z przytoczonych przykładów wynika, że negatywne oddziaływanie skutków zaniedbań w zakresie prawidłowej eksploatacji obiektów wystąpiło w różnym czasie. Stąd tak ważna ciągła troska właściciela oraz użytkownika o prawidłową eksploatację obiektu, a także projektanta i wykonawcy obiektu o prawidłowe rozwiązanie i zrealizowanie tych wszystkich elementów obiektu, które związane są z jego posadowieniem.

Omówione w pracy przykłady uszkodzonych obiektów budowlanych dowodzą, że zaniedbanie łatwych często do wyeliminowania błędów może w następstwie spowodować poważne i kosztowne skutki.

LITERATURA

[1] Kłos J.: Statystyka błędów posadowienia. Inżynieria i Budownictwo, 4, 1981, ss. 139-140.

[2] Runkiewicz L.: Analiza przyczyn awarii i katastrof budowlanych. VIII Sympozjum nt. Badanie i zapobieganie awariom konstrukcji budowlanych. Szczecin, 1986, ss. 27-35.

[3] Rosiński B.: Błędy w rozwiązaniach geotechnicznych. Wyd. Geologiczne, Warszawa 1978.

[4] Szkwarek J., Priebe H.: Wybrane przykłady awarii w następstwie niewłaściwie wykonanego posadowienia obiektów budowlanych. VIII Sympozjum nt. Badanie i zapobieganie awariom konstrukcji budowlanych. Szczecin, 1986, ss. 115-123.

[5] Ekspertyza techniczna budynku mieszkalnego w Gliwicach dot. określenia przyczyn pęknięć ścian w klatkach schodowych - wykonana w Zespole Rzeczoznawców PZITB w Gliwicach, 1985 (Zimny M., Sękowski J.).

[6] Ekspertyza techniczna dot. ustalenia przyczyn pękania ścian budynku kotłowni w Żorach oraz podanie środków zaradczych - wykonana w Zespole Rzeczoznawców PZITB w Gliwicach, 1986 (Dobkiewicz St., Sękowski J.).

[7] Ekspertyza techniczna dot. oceny możliwości adaptacji budynku w Raciborzu na hotel pracowniczy - wykonana w Zespole Rzeczoznawców PZITB w Gliwicach, 1986 (Czajkowski L., Sękowski J.).

Recenzent: Doc.dr inż. Stanisław P. Glinicki

Wpłynęło do Redakcji 26.05.1987 r.

НЕПРАВИЛЬНЫЕ РАСПАЛОЖЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ КАК ПРИЧИНА ПОВРЕЖДЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЬЕКТОВ

Р е з ю м е

Представлено повреждения трех разных зданий, вызванные сумирующимися ошибками их расположения и эксплуатации.

DAMAGES OF SELECTED BUILDINGS CAUSED BY FAULTS IN THEIR FUNDATIONS AND UTILIZATION

S u m m a r y

Presented are 3 various buildings having damages caused by combined faults in the fundations and the utilization.