

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

## TREŚĆ:

Katastrofy budowlane, nap. Stefan Bryła.  
 Tunel samochodowy pod rzeką Hudson w New Yorku, nap. M. T.  
 Wyższe szkolnictwo techniczne w Stanach Zjednoczonych Am. Półn., nap. Inż. Mieczysław Złowodzki.  
 Przegląd pism technicznych.  
 Listy do Redakcji.  
 Sprawozdania i prace Polskiego Komitetu Energetycznego.  
 Wiadomości Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

## SOMMAIRE:

Sur les causes des catastrophes des bâtiments (à suivre), par M. St. Bryła, Dr., Professeur à l'École Polytechnique de Lwów.  
 Le tunnel sous l'Hudson à New York, par M. M. T.  
 L'enseignement technique supérieure aux Etats Unis de l'Amerique du Nord, par M. M. Złowodzki, Ingénieur.  
 Revue documentaire.  
 Correspondance.  
 Bulletin du Comité Polonais de l'Energie.  
 Bulletin du Comité Polonais de Standardisation.

## Katastrofy budowlane.

*Napisał Stefan Bryła.*

Zdarzające się we wszystkich państwach świata wypadki i katastrofy budowlane zajmują coraz bardziej inżynierów, i to nie tylko ze względu na skutki techniczne i prawne. Stanowią one bowiem niezmiernie cenny materiał do pogłębienia naszej wiedzy technicznej i do należytego traktowania spraw budowlanych. To też, gdy dawniej osłaniano je niejednokrotnie pewną wstydliwą zasłoną, dzisiaj każdy ważniejszy wypadek omawiany i dyskutowany jest w pismach fachowych. Niema jednak dotąd w literaturze technicznej ogólnego ujęcia tych spraw. Na gruncie żelbetu uczynił to, w pewnym stopniu, Möller w „Beton u. Eisen”, zapowiadając dalszy ciąg swej pracy, który jednak się nie pojawił. Rozprawka jego obejmuje zresztą wyłącznie wady projektów i wykonania konstrukcyj żelbetowych.

W niniejszej rozprawie pragnę podać ogólne ujęcie katastrof budowlanych i ich przyczyn, opierając się przytem na przykładach, wziętych z bezpośredniej obserwacji. Nie chodzi mi w niej o wszystkie możliwe przyczyny, ale tylko o najważniejsze, t. j. o te, z którymi najczęściej można się spotkać. Ze zrozumiałych powodów nie podaję miejsc, w których z nimi się spotkałem. Przykłady te uzupełniam zresztą innymi, wziętymi z literatury technicznej. Uwzględnić pragnę przytem nie tylko duże katastrofy, pociągające za sobą zniszczenie całych budowli, a nieraz i liczne ofiary w ludziach, ale także i mniejsze wypadki i uszkodzenia, które nie grożą całości budowli i nieraz łatwo dadzą się naprawić. Te ostatnie są to najczęściej defekty w poszczególnych elementach lub częściach konstrukcji. Jednakowoż — zaniedbane — mogą i one wielokrotnie pociągnąć za sobą w następstwach katastrofę, czy też przynajmniej częściową ruinę i zniszczenie budowli.

Przyczyny wypadków i katastrof budowlanych można zestawić w pięć grup. Mogą nimi być:

- 1) wady projektu;
- 2) grunt budowlany;
- 3) złe materiały;
- 4) wadliwe wykonanie;
- 5) przyczyny zewnętrzne.

Niejednokrotnie — głównie ze względów prawnych — należy rozróżnić katastrofy, które można było przewidzieć i nawet im zapobiec (zawinionie), od katastrof, spowodowanych nieświadomością ludzką lub t. zw. siłą wyższą (vis major), za które zatem nikt nie jest odpowiedzialny (niezawinionie). Granica między jednymi a drugimi przesuwa się stale, w miarę pogłębienia wiedzy i umiejętności ludzkiej. Należy tu zresztą zaznaczyć, że do wypadków, spowodowanych siłą wyższą, zalicza się zazwyczaj także te, które można było przewidzieć, które jednak spowodowane zostały wpływami przyrody znacznie potężniejszymi niż przyjmowane w obliczeniach, np. huraganem o sile, przewyższającej znacznie siłę wiatru, na jaką się oblicza budynki. Natomiast, jeżeli wypadek został spowodowany np. przez nieostrożność ludzką (wybuch, obciążenie fabryki maszynami cięższymi niż przyjęto w obliczeniu, obciążenie belek ciężarami, na które liczone nie były), albo jeżeli katastrofa spowodowana została wskutek zniszczenia materiałów budowlanych przez brak odpowiedniej konserwacji, — nie może już być mowy o vis major, ale o winie, nieumiejętności, nieświadomości lub zaniedbania odpowiednich czynników ludzkich.

Oczywiście podany wyżej podział możnaby też przeprowadzić inaczej. Sprawa gruntu budowlanego jest najczęściej sprawą należytego zba-

dania go lub i należytego zaprojektowania i założenia fundamentów — wkracza więc częściowo w projekt, częściowo w wykonanie. Złe materiały i wadliwe wykonanie możnaby podciągnąć wogóle pod jedną kategorię przyczyn. Z uwzględnieniem wszystkich powyższych danych, podział — i to bardziej racjonalny — wyglądałby w sposób następujący:

- A. Przyczyny zawinione.
1. Wady projektu,
  2. Wady wykonania:
    - a) złe materiały,
    - b) złe wykonanie.
  3. Przyczyny zewnętrzne:
    - a) nieostrożność ludzka,
    - b) zaniedbanie ludzkie (np. niszczenie złe konserwowanych materiałów).
- B. Przyczyny niezawinione.
1. Siły wyższe (vis major).
  2. Nieświadomość ludzka.

Niejednokrotnie zdarza się, że jeden z powodów powyższych jest przyczyną katastrofy, główną czy nawet jedyną. Dotyczy to zwłaszcza katastrof, spowodowanych siłą wyższą, ale może zachodzić także i w innych wypadkach. Jednakowoż zazwyczaj sumuje się wpływ paru przyczyn. Katastrofa jest funkcją szeregu przyczyn, której poszczególne czynniki mają różne znaczenie i nieraz wywołują tylko predyspozycję do katastrofy.

Przed przystąpieniem do omawiania poszczególnych punktów, pragnę poruszyć sprawę, która dotyczy tak projektu, jak też wykonania i która przewijać się musi przez cały czas wykonywania robót, — od chwili przystąpienia do projektu do chwili oddania budowy, a nawet niejednokrotnie i później, przy ewentualnej konserwacji lub też przy przeróbkach i rekonstrukcjach. Chodzi mi o sprawę intelektualnej pracy przy budowie. Nienależyte postawienie tej sprawy prowadzi często w konsekwencji tak do wadliwego projektu, jak też do wadliwego wykonania budowy.

Grzeszą pod tym względem przede wszystkim ci, którzy, mając w wykonaniu, względnie w kierownictwie, większe roboty o charakterze, częściowo przynajmniej, konstrukcyjno - inżynierskim, przystępują do nich bez odpowiedniego przygotowania i doświadczenia, względnie bez odpowiedniej fachowej pomocy. Przeważna część naszych przedsiębiorców nie posiada należytego, a nawet nieraz żadnego przygotowania i doświadczenia inżynierskiego. Niejednokrotnie są to praktycy, którzy dobrze wykonają przeciętną budowlę, ale nie orjentują się zupełnie w działaniu sił i we właściwościach materiałów. Dla oszczędności zaś do koniecznej pomocy inżynierskiej biorą ludzi młodych, którzy albo zaledwie ukończyli studia techniczne, albo nawet jeszcze ich nie ukończyli, którzy zatem posiadają możliwości obliczania konstrukcji, ale często jeszcze nie potrafią ująć jej ze stanowiska inżynierskiego. Ten niejednokrotnie świetny materiał potrzebuje przecież także przejść jeszcze przez doświadczenie, aby wyrobili się zeń dobrzy inżynierowie w pełnym tego słowa znaczeniu. To samo dotyczy w znacznym stopniu wielu architektów i budowniczych (nie zawsze!), którzy również zbyt rzadko korzystają z koopé-

racji i kolaboracji dobrego inżyniera konstruktora, z powodów najczęściej ekonomicznych, a tylko do obliczeń statycznych zaprzęgają młodych adeptów inżynierji. Konsekwencją tego jest z jednej strony często nieracjonalne i nieekonomiczne projektowanie konstrukcji; z drugiej zaś brak w wykonaniu należytego inżynierskiego doświadczenia i przechodzenie do porządku nad kwestjami, które w specjalnie kształconym i doświadczonego umyśle mogą nasunąć wątpliwości; — w rezultacie zaś doprowadzić mogą do katastrofy.

Pod tym względem dzieje się u nas wiele nieopatrznego i wiele złego, i na to zwrócić uwagę powinni z jednej strony wykonawcy, w swoim własnym interesie, z drugiej strony — władze, w interesie publicznym.

Tu leży też źródło pierwszej kategorii wypadków budowlanych, wypadków, spowodowanych wadliwym projektem.

### 1. Wady projektu.

Szkieletem każdej budowli jest konstrukcja. Konstrukcja taka w niektórych budowlach jest wszystkim, jest całą budowlą — dotyczy to przede wszystkim t. zw. konstrukcyj inżynierskich, budowli par excellence użytkowych: przeważnej części mostów, fabryk, magazynów, hal kolejowych, wystawowych i t. p. Najczęściej jednakowoż istota konstrukcji — jak szkielet — okryta jest szatą architektoniczną. Przeważna część błędów projektu, które mogą następnie powodować wypadek, leży w lekceważeniu tego właśnie szkieletu konstrukcyjnego i powierzaniu go, w myśl poprzednio podanych uwag, w ręce niedostatecznie przygotowanych i niedostatecznie wykwalifikowanych sił pomocniczych. Jednakowoż i w budowlach inżynierskich trafiają się błędy projektów, powodujące katastrofy; powód jest jednak ten sam: wykonanie projektu przez niedoświadczonego, nieostrożnego lub lekkomyślnego człowieka.

Do takich, stosunkowo często spotykanych braków w projekcie, należy niewłaściwe przyjęcie założeń co do obciążeń, lub przeoczenie jakiegoś obciążenia, lub jakiegoś wpływu. Częściej zdarza się nieracjonalne obliczenie prętów narażonych na wyobczenie; błąd ten spowodował niejedną wielką katastrofę, jak np. zbiornika gazowego w Hamburgu lub mostu w Quebec. Również nieraz spotkać można nieracjonalne obliczenie konstrukcyj utwierdzonych, nieuwzględnienie utwierdzenia tam, gdzie ono jest — i naodwrot. Jest to niebezpieczne, zwłaszcza w konstrukcjach żelbetowych. Wmurowanie belki, skonstruowanej jako wolno podparta, bez odciążenia prętów na podporze, spowodowało w jednym znanym mi budynku pęknięcie stropu tuż przy podporze jeszcze przed obciążeniem go, natychmiast po zdjęciu deskowań. W jednym budynku, wzniesionym w r. 1924 w Małopolsce, zawalił się strop zaraz po rozszalowaniu, wskutek tego, że pręty żelazne nie były dociągnięte do podpory — było to przeoczenie rysownika, nieskontrolowane przez kierownika robót.

W szeregu wypadków skonstatowałem taki sam błąd w ramach i łukach. W jednym wypadku projektant, młody technik, obliczył bardzo „poprawnie” konstrukcję ramową według „wzorów na ramy”; popełnił tylko oczywisty błąd rachunkowy,

który w bardzo ważnym miejscu zredukował momenty nieomal do zera, a w innych pozmieniał znaki, wskutek czego uzbrojenie rozmieszczone zostało najzupełniej opacznie. W innym wypadku projektant pomylił się co do znaków momentów w ramie; inny jeszcze młody technik zrobił analogiczny błąd w belce ciągłej (!). Jeszcze w innym wypadku projekt przesłany do oceny, przez dobrego zresztą konstruktora, zawierał sklepienie koszarowe, liczone jako paraboliczne — przez to, wedle przybliżonego przeliczenia, moment zginający w sklepieniu zwiększał się pięciokrotnie. Przykładów mógłbym wyszczególnić cały legjon, a większa część z nich prowadziła lub prowadziłaby do nieuchronnej katastrofy.

Jednakowoż, nawet w konstrukcjach z zasady nieobliczanych, projekt może być błędny pod względem statycznym i torować drogę katastrofie.

Jednym z często spotykanych braków jest tu brak odpowiednich stężeń i kotew, których nie należy oszczędzać. Stężenia i kotwy wprowadziło długoletnie doświadczenie. Jak są one ważne, nawet poprostu dla stałości budynku, wynika choćby z nast. przykładu. Weźmy pod uwagę ścianę zewnętrzzną domu trzypiętrowego, o wysokości  $h = 16\text{ m}$  ponad zbudowanym już stropem piwnicznym, a grubości (dla uproszczenia równej na całej wysokości) np.  $60\text{ cm}$ . Wtedy przy parciu wiatru  $w$  na  $1\text{ m}^2$  otrzymamy moment wywrotu na  $1\text{ m}$  h. muru równy  $0,5 w h^2 = 0,5 w 16^2 = 128 w\text{ kgm}$ . Moment stałości będzie zaś:  $0,5 \cdot 0,6^2 \cdot 16 \cdot 1800 = 5184\text{ kgm}$ . Nie biorąc nawet pod uwagę wytrzymałości muru, otrzymamy współczynnik pewności równy  $1$  dla  $w = \frac{5184}{128} = \text{ok. } 40\text{ kg/m}^2$ . Jeżeli zaś do

tego uwzględnimy, że na filary ścienne przenosi się ciśnienie wiatru i z murów nadokiennych, zobaczymy, że dla zupełnie możliwego wiatru  $30\text{ kg/m}^2$  konstrukcja niestężona mogłaby się zawalić. Dlatego też, budując długie sale, należy od razu zakładać stropy, dobrze je w dodatku zakotwiając.

Obok nieświadomości, drugim powodem złych projektów jest lekkomyślność. Zdarza się ona nawet u dobrych inżynierów i architektów. Udało się raz i drugi przekroczyć zasady budownictwa — uda się jeszcze raz. A tymczasem może się nie udać. Lekkomysłność nie jest bynajmniej identyczna ze śmiałością. Śmiałość musi być oparta na realnych podstawach wiedzy i doświadczenia. Lekkomysłności podstaw tych brakuje.

Gorsza od lekkomyślności jest jeszcze nieuwaga. Była ona powodem nawet dużych katastrof. Jeden z dużych łukowych mostów żelbetowych w Ameryce Północnej runął w ostatnich latach wskutek tego, że nieskontrolowany rysownik podał przez pomyłkę w rysunku czterokrotnie mniejszą ilość wkładek, niż było w projekcie. Porównaj też przykłady podane wyżej.

Do szczegółów konstrukcyjnych, na które wogóle zwraca się mało uwagi, należy konieczność uwzględnienia zmian temperatury i skurczu betonu, naprz. przez umieszczenie w budowli odpowiednich łożysk ruchomych i t. p. (Dylatacja ma zresztą i inne znaczenie, mianowicie uniezależnienie budowli od nierównomiernego poddawania się gruntu tam, gdzie zachodzi tego obawa). Pro-

jektując budynek, trzeba też zdać sobie sprawę z tego, że może on być po wykonaniu w innych warunkach termicznych, niż w trakcie wykonania. Np. konstrukcja żelbetowa, czy żelazna, mieszcząca się wewnątrz murów, będzie pod tym względem w sytuacji gorszej w trakcie budowy, niż po całkowitem jej wykonaniu, jeżeli choćby przez jedną zimę będzie narażona na bezpośrednie zmiany temperatury, i to nieraz o znacznym rozpięciu. Chodzi więc o znalezienie lub wycucie granicy, od której i jaka dylatacja ma być zastosowana. Niewykonanie lub złe wykonanie dylatacji, tak samo jak niewykonanie lub złe wykonanie łożysk ruchomych, może spowodować nadmierne naprężenie w konstrukcji żelbetowej, pęknięcia (małe rysy nie odgrywają zazwyczaj poważniejszej roli); brak łożysk ruchomych może spowodować ścięcie muru, na którym konstrukcja żelazna leży, w razie większego podniesienia temperatury wygięcie i uszkodzenie, lub nawet zniszczenie samej konstrukcji.

Wogóle pamiętać należy, że budowla, aby wejść w fazę właściwego pełnienia swej służby, t. j. dźwignia, przejść musi przez fazę budowy, że w tej fazie budowy podlegać może siłom najzupełniej różnym od tych, jakie przenosić będzie potem, przy dźwigniu, i że na te odmienne siły i naprężenia musi być przygotowana. Jeżeli nawet niema tego w przeważnej części prostszych budowli, to zato mamy z tem często do czynienia przy większych i monumentalniejszych konstrukcjach, jak mostach, halach i t. p. Przy konstrukcjach żelaznych, odgrywa fakt ten rolę mniejszą, niż przy żelbetowych, w których beton nie może przejąć w większym stopniu naprężeń rozciągających. Nieuwzględnienie tego było powodem niejednej większej katastrofy, np. zawalenia się mostu we Flensburgu, o czem niżej.

Jeżeli już przy większej budowie wskazana jest współpraca dobrego inżyniera, to tem ważniejsza jest ona w razie zmiany projektu w trakcie budowy. Przerzucanie ścian z miejsca na miejsce, zmiany w rozplanowaniu i rodzaju budowli, są często łatwe do uchwycenia pod względem konstrukcyjnym - statycznym. Niejednokrotnie przecież zmiany te, pojawiające się po częściowym wykonaniu budowli, wprowadzają chaos, z którego wyjdzie tylko rozumiejący konstrukcję, a więc szybko orientujący się i doświadczony inżynier.

Z takim wypadkiem spotkałem się podczas pobytu w Rosji. Dom, zaprojektowany zrazu zupełnie poprawnie, został następnie zmieniony, zdawało się nawet, że nieznacznie. Podciąg żelazny, dźwigający ścianę, przesunął się jednak przytem o kilkadziesiąt  $\text{cm}$ , skąd wynikło bardzo mimoosiowe obciążenie filara. Do tego doszło, jako powód drugi, uboczny, — przypadkowe przeciążenie stropu materiałami budowlanymi (workami z gipsem). W konsekwencji filar runął, pociągając za sobą znaczną część ściany.

Z drugiej strony jednak należy pamiętać, przy zmianach konstrukcji wprowadzanych w trakcie budowy, że niejednokrotnie lepiej jest przeciążyć pewien element konstrukcyjny nad normę dopuszczalną, aniżeli, wzmacniając go nawet wedle litery przepisów, wprowadzić niejasność i niepewność co do sił działających, zwłaszcza co do współ-

działania wzmocnienia. Dotyczy to zwłaszcza betonu i żelbetu. W razie np. zwiększenia wysokości budynku, uważam wogóle za bardziej wskazane dopuścić na słup żelbetowy naprężenie np. 60 czy 70  $\text{kg/cm}^2$  — zwłaszcza przy wykonanym dawniej betonie, aniżeli zwiększać jego wymiary i zakładać nowe wkładki żelazne, bez żadnej gwarancji, jak będą one współdziałać. Oczywiście należy przedtem dobrze zbadać jakość betonu, aby, idąc śmiało, nie pójść lekkomyślnie.

## 2. Grunt budowlany.

Grunt jest powodem ogromnej części, i to największych katastrof budowlanych. Może on być ich powodem w rozmaity sposób. Wspomnę tylko o najczęściej spotykanych w budownictwie przyczynach. Nieraz zdarza się, że, przy nienależycie zbadanym gruncie, znajduje się warstwa bardzo niewytrzymała pod powłoką warstwy lepszej, która daje pozory gruntu wytrzymałego. Fundament, wcięty w warstwę górną, może osłabić ją tembardziej i poddać się ostatecznie przez zgniecie li-chej warstwy dolnej.

Można też natrafić w pewnym miejscu na lokalne osłabienie gruntu, spowodowane albo w sposób przyrodzony, albo ręką ludzką. Wypadek drugi zdarza się najczęściej w miastach i wogóle osiedlach. Przy budowie w wielu miastach napotyka się na stare gliniarki. Wskutek tego w poszczególnych miejscach warstwa gruntu wytrzymałego, znajdująca się bardzo płytko pod ziemią, obniża się spadkiem bardzo stromym do 4 i 5 metrów. Przy nadbudowie jednego z domów w Warszawie, przy badaniu gruntu okazało się, że jeden filar muru stał na starej zasypanej studni. Dom był parterowy i dlatego filar na tem miejscu trzymał się. Gdyby jednak nadbudowano projektowane piętro, nastąpiłoby bezwątpienia usunięcie.

Często spotykamy się też w miastach ze zmianą gruntu, spowodowaną przez roboty kanalizacyjne i t. p. Wogóle obniżają one poziom wód podziemnych, co może oddziaływać na istniejące fundamenty, zwłaszcza na palach drewnianych. Z drugiej strony wszelkie roboty, prowadzone pod ziemią, czy to dla kanalizacji, czy dla kolei podziemnej, czy fundamentowe dla nowego budynku (podkopanie gruntu!), czy dla innych celów, naruszają ustaloną wiekami równowagę gruntu i mogą okazać się w skutkach zębne dla istniejących budowli, zwłaszcza wyżej założonych, czego przykładów jest dużo, zwłaszcza przy budowie podziemnych tuneli.

Pomijając w tym szkicu szereg znanych czynników, wpływających na obniżenie udźwigu gruntu, zwrócę uwagę na bodaj czy nie najniebezpieczniejszy, t. j. na usuwiska. Z niedawnego doświadczenia przytoczę żelbetowy most, dobrze zaprojektowany i dobrze wykonany. Przylegający nasyp sypany był jednak bez zachowania reguł budowy ziemnych, więc np. bez stopni, wcinających się w teren. Po obciążeniu nasypem, most zaczął szybko osiadać; jeden przyczółek sunął ku przeciwnemu, aż wreszcie most uległ zniszczeniu. Po zbadaniu gruntu okazało się, że w głębi mieści się plastyczna warstwa usypiskowa, która spowodowała zupełną ruinę mostu.

Najpewniejszym środkiem zapobiegawczym jest tu należyte zbadanie gruntu, na tem większą głębokość, im większa i ważniejsza jest budowla. Np. przy mostach, zakładanych na gruncie zupełnie pewnym, należy przewiercić otwory do głębokości kilkunastu metrów i głębiej, a do współpracy przyciągnąć fachowca — inżyniera-geologa.

Nadmienię tu, że Warszawa, w przeciwieństwie do opinii wielu inżynierów i architektów, ma grunt budowlany bardzo rozmaity i że w wielu miejscach — zdaje się — zupełnie niespodziewanie występują warstwy usuwiskowe, kurzawka i wogóle grunty zupełnie niepewne. Warunki geologiczne i hydrologiczne, zbadane dzięki pracy prof. Rychłowskiego, dyktują tu wielką ostrożność przy wznoszeniu budowli, zwłaszcza większych. Powody tego leżą w tektonice uwarstwienia, poczynając od trzeciorzędu do układów najświeższych. Teren Warszawy w swej części wyniosłej, poczynając od skarpy, oddzielającej miasto od Powiśla, stanowił podówczas wysepkę, otoczoną wodami. Dział wód przechodził tu mniej więcej od Politechniki, obok ulicy Emilji Plater, przez Ciepłą do Dzikiej. Gliny trzeciorzędowe zapadają od zachodu pod pokrywę lodowcową ku t. zw. Puszczy Kampinoskiej. Wysepka ta została bardzo zerodowana przez różne wody, których ślady pozostały do czasów zupełnie niedawnych. Ślady np. rzeki Drny, która swego czasu płynęła od ulicy Wolskiej, przez Okopową, wpadając do Wisły w okolicy Cytadeli, są bardzo wyraźne. Takich rowów, spływających niegdys od wyższej wymiennego grzbietu, jest bardzo wiele. W wielu z nich mieszczą się dziś zupełnie młode pokłady. Do tego przyczynili się też ludzie, częściowo wydobywając gliny miocenijskie, czy też piaski kwarcowe, częściowo zaś zasypując wyrwy brzeżne, najczęściej śmieciami. W niejednym miejscu resztki dawnych wód i jeziorzysk pozostawały do niedawna jako mokradła. To też, wedle prof. Rychłowskiego, znaczna część terytorjum Warszawy posiada budowę zamaskowaną i zupełnie niepewną. Bardzo słabym miejscem jest warstwa osuwiskowa, leżąca przeważnie wśród iłoglin miocenijskich, a złożona z pyłu kwarcowego, która spowodowała szereg mniejszych lub większych katastrof i spowoduje jeszcze niejedną. Dlatego też wskazana jest wielka ostrożność w budowie i fundowaniu budynków w Warszawie wogóle, a na skarpie od Mokotowa przez Myśliwiecką, Karową, aż do Burakowa, oraz wzdłuż dawnej Drny w szczególności. Zazwyczaj przyjmuje się w Warszawie jako naprężenie dopuszczalne na grunt 2,5  $\text{kg/mm}^2$ . Naprężenie to można tu przyjmować wogóle śmiało, a nawet przekraczać je na większej części powierzchni Warszawy. W niektórych jednak miejscach cyfra ta zawodzi — i, zwłaszcza jeżeli chodzi o budynki większe i ważniejsze, oraz na gruntach z jakiegokolwiek powodu podejrzanych, należy przeprowadzić sumienne zbadanie gruntów przy współpracy hydrogeologa.

Plan regulacyjny miasta powinien też uwzględnić tereny słabe pod względem wytrzymałości, umieszczając tam (w miarę możliwości) mniejsze budowle, parki, zieleńce i t. d., nie dopuszczając zaś np. fabryk o ciężkim ruchu. W znacznym stopniu

widzimy to we Lwowie, gdzie Wały Hetmańskie i inne ulice ciągną się wzdłuż Pełtwi. Lwów ma wogóle dobry grunt budowlany (trzeciorzęd), ale tereny wzdłuż Pełtwi, która dawniej była również znacznie lepsza, mają grunt słaby.

Może też zająć podmycie fundamentu. Wypadek ten rzadziej zdarza się przy przeciętnych budowlach łądowych, natomiast stosunkowo często przy budowlach mostowych i podobnych — i to tak przy dużych mostach, jako też przy małych przepustach. Przy tych ostatnich zwłaszcza liczy się zazwyczaj otworzystość przy pomocy wzorów empirycznych, dających wyniki nieraz o kilkaset procent różne od rzeczywistości, a nadto zwraca się nieraz na nie zbyt małą uwagę. Katastrofy mostowe przez podmycie są stosunkowo częste, np. katastrofa pod Stefanówką na małym przepuscie. Z katastrof większych mostów przytoczyć można wypadek pod Friedrichsfeldem, w r. 1926, gdzie jeden przyczółek zupełnie osiadł wskutek podmycia.

Częstym błędem w budownictwie łądowym jest też niezadanie sobie sprawy z tego, że ciśnienie w murze, więc i w fundamencie, rozkłada się pod linią dość stromą. Przepisy polskie, przyjmujące tu nachylenie 4 : 1 dla zaprawy wapiennej, nie są bynajmniej zbyt ostrożne. Nieuwzględnienie tego

w obliczeniu powoduje przeciążenie gruntu pod filarem, przy zbyt małym obciążeniu części dalszej pod fundamentem, czego znakiem jest pęknięcie fundamentu. Dalsze następstwa mogą doprowadzić również do wypadku. W podobnych razach wskazany jest zawsze fundament na półcementcie, czy nawet na cementcie, ewentualnie betonowy, dla zwiększenia szerokości podstawy.

Ustępu przepisów M. R. P., nakazującego redukcję obciążeń ruchomych przy większej ilości pięt, nie trzeba przy obliczeniu fundamentów uważać wyłącznie za przepis oszczędnościowy, ale za wskazówkę racjonalniejszego zakładania fundamentów, celem uzyskania bardziej jednostajnego ciśnienia na grunt, i dlatego należy się doń zawsze stosować.

Wogóle, przy każdej budowie poważniejszej i przy każdej budowie na niezupełnie pewnym gruncie, należy rozpocząć od przestudowania racjonalnego założenia fundamentu. Za zasadę należy postawić, że w najgorszej budowie, założonej na dobrym fundamencie, przynajmniej fundament jest dobry, ale najlepsza budowa na złym fundamencie wogóle nic nie jest warta.

Tak samo i przy badaniu powodów katastrofy należy zawsze zwrócić uwagę na grunt i na fundament. (d. n.)

## Tunel samochodowy pod rzeką Hudson w New Yorku.

New York, liczący w r. 1920 ok. 8-u milionów mieszkańców, położony jest u zbiegu rzek Hudson i East River, przyczem pierwsza z nich jest naturalną granicą polityczną stanów New York i New Jersey. Miasto zajmuje całą powierzchnię półwyspu Manhattan, którego długość wynosi 20 km, maksymalna zaś szerokość — 4 km, oraz tereny położone po drugiej stronie East River; z powodu niewielkiej stosunkowo szerokości tej rzeki (500—600 m), zbudowano nad nią 4 wielkie mosty, poza tem obie części miasta łączy tunel kolejowy i tunel miejskiej kolei podziemnej. Po drugiej zaś stronie półwyspu, za rzeką Hudson, znajduje się szereg dużych miast, między innymi Hoboken i Jersey City — stolica stanu. Budowa jednak mostu na tej rzece natrafia na wielkie trudności z powodu jej znacznej szerokości (1500 m), niepomyślnego ukształtowania dna i ożywionej żeglugi\*). Komunikacja kolejowa odbywa się więc bądź przez tunele, bądź zapomocą promów, podczas gdy przewóz samochodów uskuteczniany był dotychczas wyłącznie zapomocą promów. Rozwiązanie to opóźnia znacznie komunikację, a poza tem nie jest w stanie jej opanować, tak że nieraz w dniu świąteczne samochody wyczekują po kilka godzin na miejsce na promie. Powyższe trudności komunikacyjne skłoniły komisję techniczną, wyłonioną przez oba stany, do budowy 2-ch tuneli, z których każdy służyłby do ruchu samochodów tylko w jednym

kierunku. Amortyzacja i koszty utrzymania tunelu mają być pokryte z opłat przejazdowych.

Prace rozpoczęto pod kierownictwem C. Holland'a (od którego nazwiska pochodzi nazwa nadana tunelowi: Holland Tunnel) 12 października 1920 r. i ukończono 7 grudnia 1924 r., otwarcie tunelu nastąpiło jednak dopiero 11 listopada 1927 r. Oba tunele są przeprowadzone równolegle i bardzo blisko siebie pod łóżyskiem rzeki, natomiast w częściach końcowych rozchodzą się, w celu ułatwienia ruchu samochodów w ulicach, wiodących do, względnie od tunelu. Całkowita długość tunelu, wynosząca 2581 m, jest podzielona na nierówne części przez szyby kesonowe, od których rozpoczęto roboty tunelowe, a które obecnie służą do wentylacji.

Budowa opisywanych tuneli stanowiła, ze względu już na ich rozmiary, niezwykle trudną pracę techniczną. Nadto warunki geologiczne, w jakich budowę wykonywano, ogromnie ją utrudniały, gdyż ze względu na nadzwyczaj niepomyślny układ geologiczny podłoża pod rzeką musiano budować tunel zagłębiony bardzo znacznie, jak o tem świadczą cyfry podane niżej. Okoliczność ta uczyniła z opisywanej budowli dzieło inżynierskie o zupełnie wyjątkowej skali, zasługujące na uwagę całego świata technicznego.

Poniżej podamy przebieg budowy i opis tunelu, na podstawie odnośnych materiałów, zamieszczonych w Engineering News-Record, Electrical World, Engineering i Génie Civil (z dn. 11.XI.1927, 25.XI.1927, 25.XI.1927 i 10.III.1928 r.).

Łóżysko rzeki Hudson pokryte jest warstwą

\*) Obecnie rozpoczęto budowę olbrzymiego mostu wiszącego na tej rzece. Patrz „Nowiny Techniczne Nr. 20 r. b.