

THE HONOURED TITLES

DOCTOR  
HONORIS  
CAUSA  
DOCTOR  
HONORIS  
CAUSA  
DOCTOR  
HONORIS  
CAUSA

PK

CONFERRED IN 1995



POLITECHNIKA KRAKOWSKA  
im. TADEUSZA KOŚCIUSZKI  
TADEUSZ KOŚCIUSZKO  
CRACOW UNIVERSITY  
OF TECHNOLOGY

378  
DOCTOR

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000226140

THE HONOURED TITLES

DOCTOR  
HONORIS  
CAUSA

CONFERRED IN 1995



POLITECHNIKA KRAKOWSKA  
im. TADEUSZA KOŚCIUSZKI  
TADEUSZ KOŚCIUSZKO  
CRACOW UNIVERSITY  
OF TECHNOLOGY

PRZEWODNICZĄCY KOLEGIUM REDAKCYJNEGO  
WYDAWNICTW POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ  
Elżbieta Nachlik

Praca pod redakcją Jacka Skrzypka

*Elżb. Nachlik*



II - 500686

ISBN 83-903878-8-3

---

Opracowanie redakcyjne: Redakcja Wydawnictw Politechniki Krakowskiej  
Przygotowanie materiałów i konsultacje: *Krystyna Hajduk*  
Opracowanie graficzne: *Jadwiga Mączka*  
Skład komputerowy: *Janusz Mączka*  
Foto: *Jan Zych*

*B-268/2008*

THE HONOURED TITLES

DOCTOR  
HONORIS  
CAUSA

CONFERRED IN 1995

**K**iedy słuchamy, w słowach laudacji, omówienia wielorakich zasług czciogodnych Panów Profesorów – zasług i dzieł umysłu, wyobraźni, także serca, służby człowiekowi, służby publicznej – widzimy jak szeroki jest ten wachlarz dokonań, jak trudno jest objąć je wszystkie wspólną kategorią.

Sądzę jednak, że cechą wspólną tych dokonań - która łączy je podobnie jak zwornik spinający wszystkie łuki sklepienia - jest poszukiwanie prawdy i służba człowiekowi. A taka jest rola Uniwersytetu...

*„Zadaniem Uniwersytetu jest także uczyć,  
ale w gruncie rzeczy jest on po to, żeby człowiek,  
który do niego przychodzi,  
który ma swój własny rozum już co nieco rozwinięty  
i pewien zasób doświadczenia życiowego, nauczył się myśleć sam.  
Uniwersytet jest po to, żeby wyzwolił ten potencjał umysłowy  
i potencjał duchowy człowieka, żeby pomógł w jego wyzwoleniu się  
– ale to wyzwolenie jest aktem własnym,  
aktem osobowym tego człowieka...  
...Uniwersytet wtedy spełnia swój własny cel,  
gdy w określonej wspólnotcie ludzi, przy pomocy środków  
o charakterze naukowo-twórczym, naukowo-badawczym,  
prowadzi do tego, że się rozwija człowiek,  
że się wyzwala jego wszechstronny potencjał duchowy.  
Potencjał umysłu, woli i serca – formacja całego człowieka...”*

Słowa te wypowiedział dnia 6 czerwca 1979 roku do grona profesorów i studentów, największy wśród wielkich – Jan Paweł II.

Kontynuując te myśli, pragnę serdecznie pogratulować Czciogodnym Panom Profesorom, którzy decyzją Rektora i Senatu Politechniki Krakowskiej zostali uhonorowani najwyższym tytułem

### **doktoris honoris causa**

Pragnę równocześnie podziękować Panom Profesorom za Ich zasługi, które wpisują się w dziedzictwo naszej Uczelni, a które są również zasługami tej Uczelni, umacniając i uświetniając Jej pozycję wśród innych uniwersytetów.

Jacek Skrzypek  
Prorektor Politechniki Krakowskiej  
Kraków 1995

When we hear, in the laudation speeches, the presentation of the multifarious achievements of the distinguished professors – the achievements and creation of the intellect, imagination and heart, service to mankind, public service – we can see how broad the span of these achievements is, how difficult it is to comprise them all in a single category.

I think however, that all these achievements have a common feature – which unites them like a keystone fastening all the vault arches – it is the search for the truth and the service to man.

And this is the role of a university...

*“The aim of a university is also to teach, but in fact its aim is to teach a man who comes here, whose mind is already somewhat developed and who has got a certain life experience, how to think for himself. The aim of a university is to liberate man's intellectual potential and spiritual potential, to help him be liberated – but this liberation is man's own act, man's personal act...”*

*... A university accomplishes its own aim, when in a given human community, by the means of the scientific the creative and the research character, leads to the development of man, to the liberation of his versatile spiritual potential. The potential of the mind the will and the heart – the formation of the whole man...”*

These words were addressed to scholars and students on June 6. 1979 by the greatest of the great – John Paul II.

As a continuation of these thoughts, let me sincerely congratulate the distinguished professors who, by the decision of the Rector and Senate of the Cracow University of Technology, have been honoured by the highest title of

### **doctoris honoris causa**

Let me also thank the professors for their achievements which have come to constitute a part of the heritage of our School being, at the same time, merits of this School, adding to its splendour and consolidating its position among other universities.

Jacek Skrzypek  
Vice-rector of the Cracow University of Technology  
Cracow 1995





**M**iarą wielkości każdej uczelni są jej profesorowie – wybitni uczeni, twórcy szkół naukowych i organizatorzy życia akademickiego. Na Politechnice Krakowskiej jest ich wielu, są Oni twórcami Uczelni w jej obecnym kształcie.

W roku jubileuszowym Senat Politechniki Krakowskiej uhonorował tytułem doktora honoris causa trzech znakomitych przedstawicieli tej grupy.

Są to Profesorowie:

**Witold CĘCKIEWICZ**

– architekt – twórca, pedagog i naukowiec; wiele jego projektów architektonicznych uzyskało wyróżnienia oraz zostało zrealizowanych.

**Roman CIESIELSKI**

– konstruktor, specjalista w zakresie diagnostyki dynamicznej konstrukcji budowlanych; organizator życia naukowego w Polsce i jego związków z praktyką inżynierską.

**Michał ŻYCZKOWSKI**

– twórca szkoły naukowej w dziedzinie mechaniki ciała stałego ze szczególnym uwzględnieniem teorii plastyczności, reologii, stateczności i optymalnego kształtowania konstrukcji.

Wszyscy Oni swą pracą, także organizacyjną, przyczynili się do rozwoju naszej Uczelni.

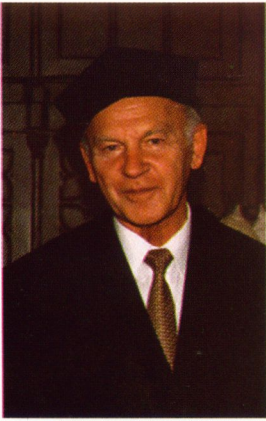
Elżbieta Nachlik  
Prorektor Politechniki Krakowskiej



Profesor

---

Witold Cęckiewicz



*Quod felix faustum fortunatumque sit.*

Nos

Rector et Senatus

POLYTECHNICAЕ THADDAEO-KOSCIUSZKIANAЕ CRACOVIENSIS  
et Ordo Architectorum

in virum doctissimum ac clarissimum

**WITOLDUM CĘCKIEWICZ**

Academiae Scientiarum Polonae socium ordinarium, Consilii Architecturae et Urbanisticae Academiae Scientiarum Polonae praesidem, Academiae Scientiarum et Litterarum Polonae socium activum - Sectionis Artibus Excolendis destinatae in eadem Academia moderatorem, Collegii Architecturae et Urbanisticae Peritorum a Ministro Educationis Nationalis instituti pluribus annis olim moderatorem, Summi Consilii Scholarum Superiorum olim socium qui et opera conscripsit doctissima ad artem architectonicam et urbanisticam pertinentia, et ipse aedificiorum urbiumque speciem nec non compositiones statuarias scitissime ac pulcherrime concepit delineavitque

qui in numero est eorum, qui scholam architectonicam Cracoviensem maxima cum laude instituerunt

qui pro meritis in arte aedes sacras aedificandi provehenda positus praemio nomine Fratris Alberti appellato est decoratus

qui cum artem aedificandi Polonam mirum quantum excoluisset ac promovisset, praemio honorario Societatis Architectorum Polonorum est ornatus

qui cum disciplinae, quam proffitetur, maxime profuisset, et plurimos iuvenes architecturam et urbanisticam optime docuisset, et doctorum gregem educavisset numerosam, pluribus praemiis a ministris est ornatus

qui in certaminibus architectonicis pluribus praemiis est decoratus

qui de scientiis artibusque excolendis optime meritus ab Urbe Cracovia praemio est affectus qui multis summisque insignitus est honoribus, in quibus Poloniae Renatae crucibus duabus

### **doctoris honoris causa**

nomen et dignitatem, iura ac privilegia contulimus atque in eius rei fidem hoc diploma Polytechnicae Cracoviensis sigillis sanciendo curavimus.

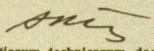
Dabamus Cracoviae, die duodevicesima mensis Octobris anno millesimo nongentesimo nonagesimo quinto

I. Thaddaeus GAWLQWSKI

  
scientiarum technicarum doctor  
architecturae et urbanisticae professor

PROMOTOR

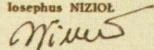
Andreas KADLUCZKA

  
scientiarum technicarum doctor

DECANUS



Iosephus NIZIOL

  
scientiarum technicarum doctor  
mechanicae professor

POLYTECHNICAЕ CRACOVIENSIS RECTOR

Profesor

---

# Witold Cęckiewicz

Profesor Witold Cęckiewicz urodził się w Nowym Brzesku w 1924 roku. Całą swoją dotychczasową działalność i osiągnięcia związał z 50-letnią historią Wydziału Architektury w Krakowie. Od 50 lat – kiedy w roku 1945 przekroczył jako student progi tegoż Wydziału, od 49 lat – kiedy jako asystent stażysta rozpoczął pracę dydaktyczną czy od 45 lat – kiedy jako wyzwolony w dniu 13 marca 1950 roku dyplomem z wyróżnieniem kończył studia architektoniczne, nigdy nie przerwał związków z Wydziałem – wszystkie lata pracy poświęcając jego rozwojowi. Towarzysząca tej pracy pasja pedagogiczna przyniosła nieprzeciętne wyniki, wyrażające się nie tylko imponującą liczbą około 470 dyplomów wykonanych pod Jego kierunkiem, ale również ich wysokim poziomem. Kilkadziesiąt prac wyróżniła Rada Wydziału, za 6 prac otrzymał nagrody i wyróżnienia im. Skrypija i Nowickiego, 4 nagrody (lub wyróżnienia) TUP, 7 prac wyróżniono w konkursach międzynarodowych. Za największe swoje osiągnięcie uważa jednakże Profesor wychowanie licznej i doskonałej kadry naukowej.

Z pokaźnej liczby dyplomantów, 68 zostało pracownikami naukowymi na Wydziale Architektury Politechniki Krakowskiej oraz na innych wydziałach w kraju. Był promotorem 26 prac doktorskich, opiekował się 11 pracami habilitacyjnymi, 6 jego wychowanków zostało profesorami, w tym 2 za granicą. Wielu z jego dyplomantów, to dziś uznani w Europie i w USA architekci z własnymi wybitnymi osiągnięciami.

Poprzez swoje kontakty z uczelniami zagranicznymi doprowadził do wyjazdów na staże lub w ramach wymiany na krótszy pobyt do USA, Niemiec, Austrii, Włoch czy Hiszpanii zarówno pracowników naukowych, jak i studentów, a kierowany przez Niego nieprzerwanie przez dwadzieścia kilka lat Instytut Urbanistyki i Planowania Przestrzennego (obecnie Instytut Projektowania Urbanistycznego) stał się znaną w kraju i za granicą placówką naukową.

Prace studialne i badawczo-naukowe wykonane pod kierunkiem prof. Cęckiewicza otrzymały 3-krotnie Nagrody Ministra Gospodarki Przestrzennej i Ochrony Środowiska oraz zespołową Nagrodę Prezydenta m. Krakowa. On sam był 6-krotnie wyróżniony Nagrodą Ministra Szkolnictwa Wyższego i Nauki, później Ministra Edukacji Narodowej – w tym 4-krotnie Nagrodą I-stopnia. W roku 1993 został laureatem prestiżowej Nagrody miasta Krakowa w dziedzinie nauki i sztuki za całokształt swojej działalności. Istotną częścią tej działalności jest bogaty i wszechstronny dorobek twórczy, który obejmuje ponad 90 projektów urbanistycznych i architektonicznych, z czego około 40 zostało zrealizowanych.

Jest laureatem 41 nagród i wyróżnień w konkursach architektonicznych i urbanistycznych, w tym 2 zagranicznych. Według Jego projektów realizowane są obecnie 3 duże kompleksy wyższych uczelni: Politechniki Krakowskiej, Akademii Rolniczej w Lublinie oraz Politechniki Rzeszowskiej. Jest autorem koncepcji urbanistyczno-architektonicznej Papieskiej Akademii Teologicznej w Krakowie.

Za swe osiągnięcia w dziedzinie architektury i urbanistyki otrzymał szereg liczących się nagród, m.in. Honorową Nagrodę Stowarzyszenia Architektów Polskich w roku 1980, w 1973 roku podobną nagrodę otrzymał od Oddziału Krakowskiego SARP, 2-krotnie Nagrodę Ministra Budownictwa za projekt i realizację hotelu Cracovia (1964) oraz kina Kijów (1967). Jego dokonania w zakresie architektury sakralnej (zaprojektowanie łącznie z wnętrzami 9 kościołów, w tym katedry w Rzeszowie) uhonorowane zostały Nagrodą im. Brata Alberta. Realizacja – w wyniku uzyskania pierwszej nagrody w konkursie ogólnopolskim – zespołu obiektów ambasady polskiej w New Delhi przyniosła, przyznaną w roku 1978, Nagrodę Rządu Indii (Building of the Year) za najlepszy, zrealizowany w tym czasie zespół architektoniczny na obszarze tego wielkiego kraju.

Jako twórca oraz pedagog i naukowiec zdobył prof. Cęckiewicz powszechny i zasłużony autorytet. Potwierdzeniem tego w środowisku zawodowym był wielokrotny wybór na członka Rady Głównej SARP oraz członkostwo w Głównej Komisji Urbanistyczno-Architektonicznej. Z kolei środowisko naukowe architektoniczne dało wyraz swego uznania wybierając Profesora parokrotnie – w wyniku sondażu ogólnopolskiego – na przewodniczącego Zespołu Dydaktyczno-Wychowawczego, przewodniczącego Zespołu Ekspertów ds. Architektury i Urbanistyki przy ministrze Edukacji Narodowej, na członka Rady Głównej Szkolnictwa Wyższego oraz przez kilka kadencji na członka Centralnej Komisji ds. Tytułów i Stopni Naukowych.

Ponaddwudziestoletni okres pracy w Komitecie Architektury i Urbanistyki PAN związany był z kierowaniem przez szereg lat Sekcją Architektury, a od kilku lat, po mianowaniu członkiem rzeczywistym PAN, z objęciem funkcji przewodniczącego tegoż Komitetu.

Od ponad pięciu lat jest członkiem czynnym (rzeczywistym) Polskiej Akademii Umiejętności, w której w ubiegłym roku został wybrany na członka Prezydium oraz dyrektora Wydziału Twórczości Artystycznej, skupiającego najwybitniejszych przedstawicieli siedmiu podstawowych dyscyplin działalności artystycznej, tj. obok architektury również muzyki, literatury, malarstwa, rzeźby, teatru i filmu. Jako wybitny twórca od kilkunastu lat figuruje w kolejnych edycjach *Encyklopedii powszechnej*. Jego zrealizowane dzieła architektoniczne lub założenia pomnikowe takie, jak pomnik na Polach Grunwaldu czy pomnik Straceń w obozie płaszowskim weszły na stałe do naszego dorobku kulturowego.

Wśród wielu odznaczeń, które dotychczas otrzymał figurują takie, jak: Krzyż AK, przyznany przez Światowy Związek Żołnierzy AK, oraz odznaczenia za udział w Akcji „Burza” w roku 1944, Krzyż Komandorski i Krzyż Oficerski Orderu Odrodzenia Polski, przyznane za osiągnięcia twórcze i naukowe, oraz Medal Komisji Edukacji Narodowej, przyznany za działalność pedagogiczną i kształcenie kadry naukowej.

## Professor Witold Cęckiewicz

Prof. Witold Cęckiewicz was born in Nowe Brzesko in 1924. All his activities and achievements have been connected with the 50 year history of the Faculty of Architecture in Cracow. For 50 years, since 1945 when he enrolled as a student of the Faculty, for 49 years - when he started teaching as a junior assistant, for 45 years - since March 30, 1950 when he graduated with distinction in architectonics never has he broken his ties with the Faculty, devoting all these years to its development. The passionate involvement in teaching has resulted in extraordinary effects. These are manifested not only by an impressive number of about 470 diploma works he has supervised but also by their high quality. Several dozen projects were distinguished by the Faculty Council, six received awards of Skripij and Nowicki honours, four were awarded or distinguished by the Association of Polish Urban Designers (TUP), seven were distinguished in international competitions. However, as he himself declares, his greatest achievement has been the education of numerous and perfect research staff.

From among a significant number of graduates, 68 have become research staff at the Faculty of Architecture of the Cracow University of Technology and other faculties in our country. He supervised 25 Ph.D. projects, 11 second degree Ph.D. works, 6 of his students have become professors, including 2 abroad. Many of his graduates and post-graduates are architects recognised for their own outstanding achievements in Europe and USA.

Using his personal contacts with universities abroad he arranged scholarships or short-term exchange programmes for his staff and students in USA, Germany, Austria, Italy and Spain. The Institute of Urban Design he headed for over twenty years has become a research centre recognised both in Poland and abroad.

The study and research works under the supervision of Prof. Cęckiewicz have received three awards of the Ministry for Physical Planning Economy and Environment Protection as well as an award from the President of the City of Cracow. He himself has been awarded six times by the Ministry of Higher Education and Science (later called Ministry for Higher Education) including first awards four times. In 1993 he received a prestigious Award of the City of Cracow for his achievements in arts and science. An essential part of his activities covers rich and versatile creative work which includes over 90 urban planning and architectonic designs, over 40 of which have been realised. He is a prize winner of 41 prizes and honorary distinctions in architectural and urban planning competitions, including two abroad. Following his projects three large complexes of higher schools are being realised: Cracow University of Technology, Academy of Agriculture in Lublin and Technical University of Rzeszów. He is the author of urban-architectonic concept of the Papal Theological Academy in Cracow. For his achievements in architecture and town planning he received a number of reputable awards: a Honorary Award of the Association of Polish Architects in 1980, in 1973 a similar award from the Cracow Division of the Association. He received twice an Award of the Minister of Building for design and realisation of hotel Cracovia and cinema house Kijów (1967). His achievements in sacral architecture (design of 9 churches, with interiors, including the Cathedral in Rzeszów) were honoured by Brother Albert Award.

Realisation – following the first award in Polish national competition – of a complex of buildings for the Polish Embassy in New Delhi gave him an Award from the Government of India (Building of the Year) for the best realised architectonic complex in that vast country.



As an artist, teacher and scientist Prof. Cęckiewicz has become an esteemed authority. In his professional circles this was manifested by electing him a member of the Chief Council of SARP, or his membership in the Chief Commission of Urban-planning and Architectonics. The scientific-architectonic circles elected professor the Chairman of the Education Section several times, Chairman of Section of Experts in Architecture and Urban Planning at the Ministry of Education, member of the Chief Council of Higher Education and member of the Central Commission for Scientific titles and Degrees for several terms of office.

For over twenty years of activities in the Committee for Architecture and Urban Planning of the Polish Academy of Sciences he has chaired the Architecture Section, and since becoming a full member of PAS he has been made head of the Committee.

He has been a full member of the Polish Academy of Sciences and Letters for five years now, a member of the Presidium and head of the Section for Artistic Creation the members of which are representatives of seven basic areas of artistic activity, i.e. besides architecture, music, literature, painting, sculpture, theatre and film. As an outstanding artist his name has been entered in each edition of the *Polish Encyclopaedia*. His architectonic works and monuments, such as Grunwald Fields or the monument commemorating the execution place in Płaszów concentration camp, belong to our cultural heritage.

Prof. Cęckiewicz has been honoured by the Cross of the Home Army conferred by the World Association of Home Army Soldiers, distinction for participation in "Burza" Action in 1944, Commander Cross and Officer Cross of the Order of Polish Revival for his achievements in art and science as well as a Medal of National Education Commission for his activities in teaching and education of research staff.



## Uniwersalność nauki i techniki oraz odrębność kultury na przełomie stuleci

Są dni i fakty głęboko zapadające w naszą pamięć. Dla mnie był to późny, przechodzący w noc, letni wieczór sprzed 26 lat, spędzony z grupą studentów na praktyce w małej bieszczadzkiej wsi.

Stłoczeni w niewielkiej świetlicy, wciśnięci w kilkudziesięcioosobową grupę tamtejszych mieszkańców, zgromadzeni przed jedynym czarno-białym telewizorem, z napięciem czekaliśmy na relację z pierwszego lądowania człowieka na księżycu. I potem ten pamiętny obraz: powolne, ostrożne zejście Armstronga z drabinki i jego słynne słowa, że: „ten niewielki krok to milowy krok ludzkości”. Na oczach setek milionów widzów na całym świecie dokonywało się spełnienie baśni setek pokoleń: początek międzyplanetarnych podróży. Niedawne utopie stały się faktem.

Mnie fascynował ten fakt podwójnie – po pierwsze skalą samego osiągnięcia, po drugie możliwością bezpośredniej obserwacji tego wielkiego dokonania w małej, zapadłej w górach wiosce. I kiedy zza horyzontu wyłaniała się tarcza Ziemi, po raz pierwszy z takiej perspektywy widoczna, uświadomiliśmy sobie wszyscy jej wymierną wielkość, jej udział w niezmiernym kosmosie.

A obok tej fascynacji – pierwsze rozczarowanie. Z pojęciem „księżycowy krajobraz” wyobraźnia podsuwała mi zawsze bogactwo martwych, lecz dziwnych kształtów, ich przestrzenność i zawilość, ich strzelistość. Nic z tego. Aż po odległy horyzont nic tylko wielkie, pokryte pyłem płaskie gruzowisko, a w miękkim, lotnym pyłe odcisnięte pierwsze ślady ludzkiej obecności na zdobytej przed chwilą planecie.

Kolejne dekady lat, dzielące nas od tamtego dnia, coraz bardziej, wraz ze wzrostem ambicji zdobywców kosmosu poszerzały jego wymiary. Dzisiaj programowane loty bezzałogowe obejmują trasy już nie kilkunastu godzin, lecz kilku lat.

Obecnie krążą nad nami tysiące satelitów stworzonych do różnych, przeważnie strategicznych celów, i penetrując powierzchnię globu przekazują nam miliony informacji kodowanych w odpowiednich systemach. W rozwoju coraz doskonalszych środków komunikacji dzisiejsze pociągi osiągają szybkości dostępne niedawno tylko samolotom, te z kolei, przekraczając parokrotnie prędkość dźwięku

zdolne są w ciągu niecałej doby oblecieć kulę ziemską. W ciągu życia zaledwie jednego pokolenia Ziemia nabrała innych wymiarów. Zmalała, stała się łatwo dostępna poprzez stale rozbudowywaną sieć informatyczną. Zgodnie z określeniem Tofflera jest już globalną wioską, w której wszyscy o wszystkich mogą wszystko wiedzieć.

Znalazło to odbicie w wielu dziedzinach naszego życia. Z większą świadomością odbieramy dziś związki zachodzące między poszczególnymi faktami a ich globalnym podłożem. Zależności te widzimy w **ekonomii i gospodarce**, gdzie instytucje ponadnarodowe dyktują dziś swoje prawa i przyczyniają się do rozwoju lub upadku państw – czy w **polityce**, gdzie każdy lokalny konflikt może, zataczając coraz szersze kręgi, wciągać w orbitę swych zainteresowań główne mocarstwa.

Tej globalności zjawisk towarzyszą również międzynarodowe ruchy o charakterze społecznym, jak np. organizacje ekologiczne występujące w obronie bezlitośnie dewastowanej przyrody.

Równocześnie widzimy coraz powszechniej występujące zjawisko uniwersalizacji nauki i techniki. Każde nowe odkrycie staje się dziś własnością i dobrem ogółu, głównie przez natychmiastowe publikowanie lub przekazywanie coraz szybszymi źródłami przekazu. Każde nowe osiągnięcie w nauce możliwe do zastosowania w praktyce uruchamia technikę wytwarzania, której efekty są rozprowadzane po całym świecie. Podstawą każdej nowoczesnej produkcji i związanego z nią wielkiego przemysłu jest już nie kapitał, lecz wiedza.

Siłą napędową większości badań naukowych i osiągnięć technicznych w okresach wojny były środki przeznaczone przez państwo, kosztem wyrzeczeń społecznych, w okresie pokoju jest nią kapitał zainteresowany w przekształcaniu każdego odkrycia w jego zmaterializowany i rozpowszechniony wyrób. Człowiek w trosce o swoje zdrowie pomógł w rozwoju gigantycznego przemysłu farmaceutycznego, w dążeniu do uzyskania jak najszybszej informacji oraz usprawnienia swej codziennej pracy tworzy stale nowe generacje coraz sprawniejszych komputerów.

Tak jak globalność praw rządzących dzisiejszą gospodarką, ekonomią i polityką światową, tak również uniwersalność nauki i techniki ogarniająca w różny sposób kolejne dziedziny naszego życia stała się procesem nieodwracalnym. Stając się podstawą współczesnej cywilizacji, wszędzie tam gdzie dociera przynosi ten sam sposób rozwiązań istniejących problemów. W podobny sposób przekształca świat zastany – w nowy, współczesny. Czy czyni tym samym ten przekształcany świat szczęśliwszym? Z początku pozornie tak. W ostatecznym efekcie przynosi rozczarowanie.

Coraz bardziej dostrzegamy dysproporcję widoczną między naukowo-technicznymi osiągnięciami cywilizacji a stopniem zadowolenia z własnego życia. Im bardziej otoczeni jesteśmy współczesną techniką, tym bardziej zaczynamy tęsknić za prostymi formami życia, za powrotem do natury.

Zafascynowani skalą nie znanych nam przedtem osiągnięć, zniewoleni procesem pogłębiającej się uniwersalizacji nauki i techniki, stajemy wobec problemu: czy musi on objąć również tę dziedzinę, która była i pozostanie odzwierciedleniem osobowości człowieka, tj. kulturę. Nasuwa się jednoznacznie negatywna odpowiedź. O ile bowiem wszystkie strefy naszego życia podlegające procesom uniformizacji związane są z nami poprzez fizyczne uwarunkowania i odpowiadają głównie zaspokojeniu podstawowych biologicznych potrzeb, o tyle kultura, a przede wszystkim jej wytwory w postaci sztuki są odpowiedzią na potrzeby wyższego rzędu – duchowe.

Człowiek od zarania dziejów podejmował różnorodne działania dla zabezpieczenia swej egzystencji. Usiłował zrozumieć otaczający go świat – to były źródła odkryć i podstaw nauki, usiłował się zabezpieczyć lub osiągnąć władzę nad innym – to rodziło wynalazczość, a później technikę. I wreszcie w chwilach wytchnienia usiłował uczynić świat bliższym sobie i piękniejszym – to było tworzenie kultury i początki sztuki.

Te trzy dziedziny ludzkiej działalności nieustannie towarzyszyły wszystkim naszym poczynaniom, ich rozwój biegł często oddzielnymi torami. W pewnych okresach jedna z dziedzin zaczynała dominować nad drugą.

W długim okresie rozwoju ludzkości żadne ze stuleci nie było tak pełne, tak nasycone i wielkimi odkryciami naukowymi, i niezwykleymi osiągnięciami technicznymi, jak dobiegający końca wiek XX.

Czy oznacza to zmierzch kultury? Niewątpliwie jej rola we współczesnym świecie wyraźnie przybladła. Nie posiadając tak silnego motorycznego napędu, jakim dysponuje nauka i technika przez zainteresowany nią kapitał, została zepchnięta na margines naszego życia, co szczególnie widoczne jest w najmłodszych generacjach, całkowicie podległych fetyszowi techniki w różnych jej przejawach. Lecz nic innego jak właśnie nauka i technika, odpowiednio wykorzystane, mogą stać się, i częściowo już stają się największym sprzymierzeńcem. Każde z wielkich osiągnięć technicznych tego stulecia zaczyna znajdować nowe zastosowanie w różnych dziedzinach twórczości artystycznej.

**Promienie laserowe** – to już niekoniecznie promienie śmierci, bo przecież również – obok medycyny, w której zaczynają odgrywać rolę najbardziej precyzyjnego narzędzia – dają nowe, niespotykane możliwości tworzenia wielkich artystycznych scenografii, jak chociażby widowisko „światło i dźwięk” – wspaniała symbioza nowego źródła światła z elektroniczną muzyką – reżyserowane w przestrzeniach najbardziej współczesnej dzielnicy Paryża – La Defanse przez słynnego już J. M. Jarre.

**Komputery** – służyć mogą sterowaniu raketami dalekiego zasięgu, ale również stały się niezbędnym instrumentem w pracy milionów ludzi. Ich najnowsze generacje z zastosowaniem rzeczywistości wirtualnej mogą służyć wojskowym w symulowaniu pola bitwy i sprawdzeniu skutków zamierzonych zniszczeń, lecz urbanistom i architektom pomagają w tworzeniu i wizualnym sprawdzeniu wizji nowych miast czy koncepcji nowych obiektów architektonicznych. Komputerowa rzeczywistość wirtualna staje się najlepszym sprawdzianem w projektowaniu przestrzennych wartości i najlepszym ogniwem porozumienia między twórcą a odbiorcą jego zamierzonego dzieła.

**Satelity** krążące wokół Ziemi mogą penetrować i rejestrować wszystkie działania potencjalnego przeciwnika – lecz sprzężone z telewizją przybliżają nam nie znany dotąd wielki, inspirujący zawsze sztukę, wspaniały świat przyrody naziemnej i podwodnej, odkrywają przed nami niesłychane bogactwo form i barw, których echo pojawiać się zaczyna w deseniach i kolorach współczesnych tkanin dekoracyjnych czy – jak ostatnio – w nowych kolekcjach mody u jej wielkich dyktatorów. I wreszcie dzięki nim, dzięki **sieci satelitarnej** opłatającej coraz silniej naszą Ziemię, dzięki rozwojowi nie znanych przedtem technik przekazywania wizualnej informacji możemy dziś uczestniczyć w odkrywaniu i poznawaniu odrębności dziedzictwa kulturowego krajów czy ludów dotychczas mało znanych. Świat stał się mniejszy, ale o ileż jednocześnie bogatszy, wzbogacany ciągle nowymi wartościami. Eurocentryzm w kulturze słabnie wobec bogactwa kulturowego innych lądów, a poziom sztuki u niektórych nacji uważanych dotychczas za zacofane lub prymitywne zmusza nas do istotnej zmiany poglądów.

Obok śladów zniszczeń dokonanych przez współczesną cywilizację z nieubłaganymi procesami urbanizacyjnymi, najlepiej widocznymi z satelitów, odkrywamy ślady dorobku kulturowego miast przykrytych piaskami pustyni, z pięknem kompozycji planu, czy resztki wspaniałych założeń ogrodowych wymarłych wskutek zmian klimatycznych. Ślady historii kultur, które nie przetrwały. Ślady tego, co jednak zawsze towarzyszyło człowiekowi: poczucia potrzeby

tworzenia i odbioru piękna. Z niego rodził się doskonały, przestrzenny ład miast antycznych, z niego powstawało piękno proporcji budowli, współbrzące z logiką konstrukcji, wyszukana forma kapitelu czy gzymsu, nikomu ze względów użytkowych niepotrzebny dekoracyjny ornament, wyrafinowana w kształcie forma czaszy czy dzbana, barwna polichromia zdobiąca rzeźby czy najbardziej eksponowane fragmenty budowli lub jej wnętrza. Wreszcie rzeźba, nie tylko jako przedmiot kultu, ale również odzwierciedlenie otaczającego nas świata ludzi, zwierząt czy roślin.

Niektóre środowiska kulturowe w różnych rejonach naszej ziemi rozwijały się częstokroć w pełnej izolacji. Te najdłużej zachowały swoją odrębność, stanowiąc dziś najbardziej egzotyczne przykłady. Inne często wzbogacały swą sztukę przez wzajemne kontakty, przez przenikanie wpływów, powodujących czasem dominację jednej kultury nad drugą. Tak było przez tysiąclecia i proces ten trwa do dziś, spotęgowany zwiększeniem międzyludzkich kontaktów. Sami ulegaliśmy temu procesowi w poszczególnych okresach naszego kulturowego rozwoju, ale szcycimy się nie tylko odrębnością naszych zwyczajów i tradycji, lecz również odrębnością cech naszego nadwiślańskiego gotyku, polskimi cechami naszego renesansu czy baroku, rodzimymi proporcjami naszych dworów czy pałaców, odrębnością muzyki Chopina, Moniuszki czy Szymanowskiego na rodzimych motywach opartej. Nie godziliśmy się ani z rusyfikacją naszej kultury w czasie rozbiorów, ani z jej sowietyzacją po ostatniej wojnie.

Obecnie coraz częściej w środowiskach intelektualnych widzimy odruchy sprzeciwu wobec narastającej, ciągle jeszcze na szczęście powierzchownej, amerykańskiej naszego życia, naszej kultury, kulturowego krajobrazu naszych miast i wsi.

Francuzi, zawsze dumni ze swego dorobku w kulturze, po ciosie jaki jej zadano budową Disneylandu pod Paryżem, nie bez przyczyny organizują równolegle do Olimpiady w Atlancie – Olimpiadę Kultury w Tuluzie. Przeciwwstawiając muskułom – intelekt i talent, a kulturze fizycznej – duchową, chcą przywrócić utraconą z czasem piękną ideę dawnych igrzysk, harmonijnie wiążącą sprawność ze sztuką.

Nie tylko w wielu krajach Europy zaczyna się coraz silniej doceniać, a w konsekwencji chronić to, co rodzime. Również w krajach Bliskiego czy Dalekiego Wschodu, w Afryce, w krajach kolonizowanych i europeizowanych od poł. XIX w. obecnie, po odzyskaniu niepodległości coraz wyraźniej widoczna jest ochrona własnego dziedzictwa kulturowego, z lekceważeniem niszczonego poprzednio przez zdobywców.

Jeśli dziś bardzo często z większą aprobatą odbieramy dzieła sztuki – z różnych jej dziedzin – z czasów minionych niż współczesne i jeśli, jednocześnie urzeczeni jesteśmy egzotyką tego co poza Europą powstało – wynika to z prostego faktu, że dzieła te wyrastały w naturalny, zazwyczaj ewolucyjny sposób z podłoża własnej kultury, własnych tradycji, odmiennych upodobań czy określonych warunków życia społeczeństw.

I tak, jak natura ofiarowuje nam wspaniałe bogactwo przyrody, będące wynikiem milionów lat ewolucji występującej w niezwykle zróżnicowanym środowisku przyrodniczym i my dziś bolejemy nad utratą czy wyginięciem każdego kolejnego gatunku roślin, ryb czy ptaków – tak i w kulturze, która ofiarowuje nam dziedzictwo tysięcy lat i setek pokoleń, powinniśmy chronić to wszystko, co na jej bogactwo, z całą odrębnością poszczególnych regionów świata, się złożyło.

Myślę, że ciągle niedostatecznie wydobyte, pozostają w cieniu innych nasze bogactwa kulturowe. Ich odrębność staje się szansą rozwoju – lecz niekoniecznie rozbudowy – wielu naszych miast, tak jak już dziś w wielu krajach odpowiednio zaprezentowane zabytki kultury właśnie poprzez użyte w tym celu najbardziej współczesne środki techniki wizualnego przekazu, stały się stymulatorem światowej turystyki i związanego z nią przemysłu, przynoszącego nie mniejsze korzyści niż przemysł elektroniczny.

A przecież tyle razy moi zagraniczni goście odkrywali nie znane im piękno ulic starego Krakowa, genialną i niepowtarzalną kompozycję urbanistyczną wielkiej przestrzeni Rynku, inny niż wszystkie dziedzińce – wspaniałe dziedzińce królewskiego Zamku i jego niemniej wspaniałe komnaty na Wawelu, pełne niespotykanego już nigdzie uroku rynki Kazimierza nad Wisłą czy Starego Sącza. To wszystko ślady naszej tożsamości, odrębności naszej kultury. A obok tego niezwykła kultura materialna drewnianych zabytków Podhala i niematerialna, bogata kultura tkwiąca w tradycji obrzędów, w muzyce, pieśniach i gwarze.

Rywalizacja naszego kraju z innymi krajami, czy to zachodnioeuropejskimi, czy amerykańskimi w dziedzinie techniki byłaby naiwnością, lecz do rywalizacji w zakresie osiągnięć kulturowych, i to nie tylko zespołów zabytkowych, lecz również niektórych dziedzin twórczości artystycznej, jak chociażby muzyka, film czy teatr – mamy pełne prawa. I to jest obecnie również nasza mocna karta.

Rozwój nauki i techniki swą uniwersalnością stworzył dzisiejszą cywilizację, która coraz rozleglejszym nurtem dociera już do wszystkich obszarów naszego życia. Lecz nurt ten nie zmierza do określonego wspólnego dla ludzkości celu. Dryfujemy w nieokreślonym kierunku.

Kultura, która chce za nim nadążyć, gubi, w tym coraz bardziej przyspieszonym pędzie, swój podstawowy sens schronienia i wythnięcia. Zaczyna być podobna do przystani oderwanej od mocnego brzegu, od podłoża, na którym wyrosła. Mętna staje się wtedy również jej sztuka, gubiąca po drodze przejrzyste kryteria piękna. A w mętnej nurcie lepiej czują się osobniki pozbawione talentu, które ten podstawowy warunek każdej twórczości zastępują sprytem, tupetem lub szalbierstwem.

Kultura będąc w całej swej złożoności obrazem duchowego i materialnego dorobku ludzkości ulega stałej ewolucji. Uzależniona jest od wielu czynników warunkujących jej rozwój, stagnację lub upadek. Stabilizacja warunków społecznych podnosiła jej rolę i znaczenie, rozwój nauki i techniki tworzył jej nowe możliwości. Niebezpiecznym natomiast zjawiskiem dla kultury stała się jej powszechna komercjalizacja, tworząca różne poziomy, naciągane lub dostosowywane do różnych poziomów odbiorców. Towarzysząca temu masowość uczestników, organizacja wielotysięcznych widowisk tworzy specyficzny obraz popkultury, skierowany wyraźnie w stronę młodego pokolenia. Niezwykle rozbudowany przemysł fonograficzny i audiowizualny oferuje nam równolegle filmy i nagrania wielkich klasyków i produkty najniższej subkultury.

W ostatnich dniach tego lata, w małej podgórskiej wiosce, podobnej do tamtej bieszczadzkiej sprzed 26 lat, zobaczyłem na wielu domach anteny satelitarne. Wewnątrz, w izbie przed dużym kolorowym telewizorem siedziała cała rodzina – starsi i dzieci. „Szedł” film, nie z anteny, lecz z kasety video, wypożyczonej w tamtejszym sklepie. „Szły” na przemian porno i gwałt, i mordy. I taką kulturę może dziś przynieść współczesna technika pod strzechy. – A dom był piękny, stary, drewniany, w izbie spod misternie rzeźbionego sosrębu patrzyli na telewizor zafrasowani, na szkle malowani święci.

Na szczęście, z okien sąsiednich domów słychać było góralską muzykę – ciągle mocną i prostą, skoczną i radosną. Nadawano relację z kolejnego festiwalu sztuki ziem górskich. Tu technika wspomagała kulturę. Odetchnąłem. Jeszcze nie jest tak źle, jeszcze ten świat nie zwariował. I pomyślałem, że w tamtych domach święci są uśmiechnięci.



---

## Universality of science and technology and identity of culture at the turn of the centuries

The 20th century is coming to an end. We can see how rich in scientific discoveries it has been and how intensively technology has developed. Universalization of science and technology has become quite a common phenomenon and the discoveries and technical solutions connected with it have come to belong to the property of the whole mankind.

This process is irreversible and constitutes a basis of the contemporary civilisation which reaches, thanks to the new media, such as satellite information net, the most distant places on the earth. It does not mean that mankind is getting happier. Universalization of science and technology has pushed the problems of development in culture and arts into the background. And we need culture and art more and more.

The main problem of the end of the century and the beginning of the new one is a proper use of the contemporary achievements in science and technology. It is necessary to better appreciate the cultural heritage of particular countries and nations, the best means to define their identity, and to create new forms of presentation of modern art.

Laser rays, which were invented mainly for military purposes, have already become a commonly used precise tool in surgery, and recently have been used in great performances and stage decorations. Satellites circling round the earth not only control enemy's power, but they can transmit to us cultural achievements of people living in many unreachable places of the globe. Computers are used not only for calculating rockets trajectories, but they can present to us, by virtual reality, images of our design concepts.

Academics have been exploited so far either by financial power for commercial purposes, or by governments for strategic goals. But if their attention is properly focused towards the progress in the field of culture, it will contribute to getting back the psychical balance, so much needed by mankind at the end of our century. Especially in the last years, when the fundamental criteria of values have been lost and the development of science and technology does not help regain them, culture and arts have become a necessary harbour in the "aimless rush".



*Prof. zw. inż. arch. Witold Cęckiewicz w czasie odczytywania laudacji*



*Wręczenie dyplomu doktora honoris causa prof. zw. inż. arch. Witoldowi Cęckiewiczowi  
przez JM Rektora, prof. zw. dra hab. Józefa Nizioła  
(po lewej – dziekan Wydziału Architektury, prof. dr hab. inż. arch. Andrzej Kadłuczka)*



*Składanie gratulacji prof. zw. inż. arch. Witoldowi Cęckiewiczowi przez promotora,  
prof. zw. dra inż. arch. J. Tadeusza Gawłowskiego*



*Wykład prof. zw. inż. arch. Witolda Cętek w czasie uroczystości  
wręczenia dyplomu doktora honoris causa*



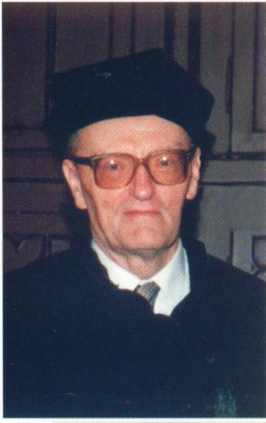
*Odczytywanie adresów*



Profesor

---

Roman Ciesielski



*Quod felix faustum fortunatumque sit*

Nos

Rector et Senatus

POLYTECHNICAE THADDAEO-KOSCIUSZKIANAE CRACOVIENSIS  
et Consilium Facultatis Aedificationis Terrestris

in virum doctissimum ac clarissimum

**ROMANUM CIESIELSKI**

Polytechnicae Cracoviensis professorem publicum ordinarium, Academiae Scientiarum Polonae socium ordinarium, Academiae Scientiarum et Litterarum Polonae socium activum, Summi Consilii Academiae Scientiarum Polonae ter socium, Polytechnicae Cracoviensis olim rectorem magnificum, Cathedrae Dynamices Aedificiorum et Instituti Mechanicae Aedificiorum pluribus annis moderatorem, Summi Consilii Scholarum Superiorum praesidem, Consilii Aedificationis Terrestris et Aquaticae Academiae Scientiarum Polonae pluribus annis olim moderatorem, nunc moderatorem honoris causa assumptum, virum Cruce Comandoria Poloniae Renatae cum Stella insignitum, Rei Publicae Polonorum olim senatorem, Consilii Scientiis Excolendis Societatis Polonae Ingeniorum et Technicorum Aedificationis olim praesidem, Consilii Aedificationis in Sectione Cracoviensi Academiae Scientiarum Polonae praesidem, virum mechanicae constructionum peritissimum, scholae diagnostices dynamicae aedificiorum et effectuum parasismicorum, quibus aedificia afficiuntur, conditorem nobilissimum, virum pro meritis suis maximis praemiis ornatum plurimis

**doctoris honoris causa**

nomen et dignitatem, iura ac privilegia contulimus atque in eius rei fidem hoc diploma  
Polytechnicae Cracoviensis sigillis sancendum curavimus.

Dabamus Cracoviae, die duodevicesima mensis Octobris anno millesimo nongentesimo nonagesimo quinto

Guido SZETER

scientiarum technicarum doctor  
aedificationis professor  
PROMOTOR



Antonius STACHOWICZ

scientiarum technicarum doctor  
DECANUS

Josephus NIZIOŁ

scientiarum technicarum doctor  
mechanicae professor

POLYTECHNICAE CRACOVIENSIS RECTOR



Profesor

---

# Roman Ciesielski

Profesor Roman Ciesielski urodził się w Krakowie 4 listopada 1924 roku. Był uczniem Gimnazjum im. Nowodworskiego, a w czasie okupacji ukończył Szkołę Budowlaną. Pracował jako technik budowlany na terenie Krakowa i przy zaporze wodnej w Czchowie. Po wyzwoleniu związał swoje losy z nowo tworzącą się uczelnią techniczną, Politechniką Krakowską.

W roku 1948 rozpoczął pracę w Katedrze Statyki Budowli i Wytrzymałości Materiałów i przeszedł przez wszystkie szczeble kariery akademickiej – od asystenta do profesora zwyczajnego, zdobył wszystkie stopnie i tytuły naukowe, pełnił najbardziej odpowiedzialne funkcje. W roku 1953 został zastępcą profesora, w roku 1958 obronił pracę doktorską, a w 1961 roku – rozprawę habilitacyjną, profesorem nadzwyczajnym został mianowany w roku 1963, a zwyczajnym w 1974 roku.

W roku 1971 został wybrany na członka korespondenta Polskiej Akademii Nauk, a od roku 1983 jest jej członkiem rzeczywistym. Na Politechnice Krakowskiej pełnił funkcje: kierownika Zakładu a następnie Katedry Dynamiki Budowli, potem Instytutu Mechaniki Budowli, prorektora w kadencji 1972-1975, rektora w roku akademickim 1981/82. Działalność na forum krajowym, to: wybór na przewodniczącego Rady Głównej Nauki i Szkolnictwa Wyższego w okresie 1982-1985, pełnienie funkcji Senatora Rzeczypospolitej Polskiej w Senacie I kadencji w latach 1989-1991, a od roku 1987 trzykrotnie członkostwo Prezydium Polskiej Akademii Nauk.

Zainteresowania naukowe Profesora dotyczą szeroko pojętej konstrukcji. Należy tutaj wymienić prace związane z diagnostyką dynamiczną konstrukcji budowlanych. Budowle wysokie, jak: wieże, maszty, kominy przemysłowe, chłodnie kominowe oraz ustroje ciągnowe, hale przemysłowe, fundamenty pod maszyny, mosty – to obiekty, które analizował, projektował i na których najczęściej przeprowadzał badania doświadczalne. Uzyskane wyniki z badań stanowiły podstawę nie tylko

do ocen diagnostycznych, ale i do wielu uogólnień teoretycznych, umożliwiających lepszy, bardziej odpowiadający rzeczywistości opis pracy różnego typu konstrukcji budowlanych.

Szczególna jest rola Profesora w rozwijaniu problematyki wpływów sejsmicznych na budowie. W Polsce jest głównym konsultantem w sprawie projektowania i wykonawstwa obiektów inżynierskich na terenach sejsmicznych.

Zapoczątkował w Polsce systematyczne prace z zakresu wpływów parasejsmicznych na budowie (określenie „parasejsmiczne” zostało wprowadzone właśnie przez Profesora). Jego dwie fundamentalne prace opublikowane w Zeszytach Naukowych Politechniki Krakowskiej *Ujęcie obliczeniowe oraz ocena wpływu drgań i wstrząsów ze źródeł zewnętrznych na niektóre typy budynków* (nr 1 z 1961 roku) oraz *Próba klasyfikacji szkodliwości wpływów drgań i wstrząsów na ludzi znajdujących się w budynkach* (nr 1 z 1966 roku) rozpoczęły systematyczne badania, tworzące podstawy naukowego ujęcia problematyki działań parasejsmicznych na budowie i ludzi w budynkach.

Oryginalnym osiągnięciem prof. R. Ciesielskiego w tym zakresie jest opracowanie skal wpływu drgań parasejsmicznych na budowie, znanych pod nazwą „skale SWD” i cytowanych w literaturze zagranicznej.

Jako pierwszy w Polsce określił wpływy drgań komunikacyjnych na budowie zabytkowe (pierwsze obszerne badania dotyczyły budowli zabytkowych w Krakowie). Rozwijał z powodzeniem prace badawcze związane z rozpoznaniem także wpływu innych działań parasejsmicznych, takich jak: wybuchy, tąpnięcia, drgania specjalnych typów maszyn. Z inicjatywy Profesora i pod Jego kierunkiem powstały dwie zasadnicze normy państwowe dotyczące wpływu drgań parasejsmicznych na budynki (PN-85/B-02170) oraz wpływu drgań na ludzi (PN-88/B-2171).

Pierwsza z nich wprowadzona była już w 1968 roku jako projekt do doświadczalnego stosowania. W celu rozpowszechnienia jej wykorzystania zorganizował pierwszą ogólnopolską konferencję na temat oceny szkodliwości wpływów dynamicznych na budynki i konstrukcje inżynierskie (Kraków 1971). Zainicjował również konferencje na temat badań doświadczalnych zrealizowanych konstrukcji inżynierskich (pierwsza, Janowice 1977).

Wkrótce potem zainicjował i zorganizował pierwsze z Sympozjów nt. „Wpływy sejsmiczne na budowie” (Kraków 1978) które nadal organizowane są cyklicznie i poszerzone zostały o problematykę wpływów parasejsmicznych na budowie.

Z ważnych, podejmowanych ostatnio, problemów związanych z tym kierunkiem zainteresowań Profesora trzeba wymienić obszerne badania prowadzone nad wpływem wstrząsów górniczych oraz przejazdów metra na budowle położone w pobliżu tych źródeł drgań.

Uczestnicząc w pracach międzynarodowych organizacji normalizacyjnych z tego zakresu (np. ISO) wnosi znaczący i twórczy wkład, np. w ostatnio przygotowaną w ISO w TC98 normę ISO-101137 "Bases for design of structures – Serviceability of buildings against vibration".

Opublikowany dorobek Profesora obejmuje ponad 450 prac naukowych i naukowo-technicznych, w tym około 150 w językach obcych. Oprócz wspomnianych już wyżej zagadnień, prace te dotyczą także obciążeń wiatrem, metod obliczeń i badań doświadczalnych elementów modeli budowli w skali laboratoryjnej. Charakterystyczną cechą wszystkich prac jest wychodzenie poza opisy formalne, dążenie do jasnych, często zaskakująco prostych interpretacji fizykalnych. Duża część tych pozycji opracowana jest ze współautorami.

Profesor R. Ciesielski jest niestrudzonym organizatorem życia naukowego w Polsce, m. in. jako przewodniczący Komitetu Nauki PZITB w latach 1962-1972, przez wieloletnią pracę w Komitecie Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN (przewodniczący w latach 1972-1990, a obecnie przewodniczący honorowy) i w jego sekcjach. Był inicjatorem powołania Komisji Budownictwa Oddziału Krakowskiego PAN i jest nadal jej przewodniczącym. Jako członek czy przewodniczący komitetów organizacyjnych i naukowych wielu konferencji, sympozjów naukowych krajowych i zagranicznych stale wywiera stymulujący wpływ na rozwój nauk technicznych.

Charakterystyczną cechą działalności Profesora jest twórcze łączenie zainteresowań naukowych z praktyką inżynierską.

Ma znaczące osiągnięcia dydaktyczne w kształceniu młodej kadry naukowej, i tak: prowadził blisko 100 prac dyplomowych, promował 14 przewodów doktorskich, opiekował się habilitacjami, recenzował dziesiątki prac doktorskich i habilitacyjnych, ponadto wydał 70 opinii do wniosków nominacyjnych, uczestniczył i przewodniczył Jury konkursów na osiągnięcia naukowe młodej kadry.

Za swą działalność zawodową i społeczną otrzymał odznaczenia państwowe oraz wiele odznaczeń resortowych i regionalnych.

W 1993 roku „za wybitne zasługi w działalności publicznej oraz osiągnięcia w pracy naukowej” Prezydent Rzeczypospolitej nadał Profesorowi Krzyż Komandorski Orderu Odrodzenia Polski z Gwiazdą (cytat za postanowieniem Prezydenta Rzeczypospolitej).

## Professor Roman Ciesielski

Roman Ciesielski was born in Cracow on Nov. 4, 1924. He attended a renowned Cracow secondary school Nowodworski Gymnasium, during the war he graduated from the Building Secondary School. He worked as a building technician in Cracow and at the water dam in Czchów. After the war his close ties with the newly created technical university, the Cracow University of Technology, began.

In 1948 he began work at the Division of Structural Statics and Strength of Materials and progressed through all the stages of the academic career - from junior assistant to full professor, he was granted all the degrees and titles, held the most responsible posts. In 1953 he became a "vice-professor", in 1958 received his Ph.D. degree, in 1961 second Ph.D. degree; in 1963 he was nominated professor to become full professor in 1974.

In 1971 he was elected corresponding member of the Polish Academy of Sciences, and since 1983 he has been its full member. At the Cracow University of Technology he held various posts: head of Division and next Chair of Structural Dynamics, next Institute of Structural Mechanics; vice-rector in the term of office 1972-75, rector of the Cracow University of Technology in the academic year 1981/82; on national scale: elected chairman of the Chief Council of Science and Higher Education in the years 1982-85, member of the Senate of the Polish Republic in the first term of office 1989-91 and three times membership of the Presidium of the Polish Academy of Sciences since 1987.

Prof. Ciesielski's scientific interests are in the field of the theory of structures. Works connected with dynamic diagnostics of building structures should be mentioned here. High structures such as towers, masts, chimneys, cooling towers and tension structures, industrial halls, foundations for machinery, bridges - these are objects he analysed, designed and ran experimental research. On the basis of this research it was possible to make not only diagnostic evaluation but also many theoretical generalisations that improved and made more realistic description of operation of various types of engineering structures.

Prof. Ciesielski's contribution in developing research on seismic effects on buildings is of particular importance. In Poland he is the chief consultant for design and execution of engineering objects on seismic areas.

He initiated in Poland systematic works on paraseismic effects on building structures. The name itself "paraseismic effects"

was introduced by the Professor. His two fundamental works published in Scientific Bulletins of CUT nr 1 from 1961 *Calculation approach and evaluation of the effect of vibrations and shocks from outer sources on some types of buildings* and nr 1 from 1966 *Attempt at classification of harmful effects of vibrations and shocks on people in buildings* started research that gave basis for scientific approach to the problems of paraseismic effects on buildings and people.

His original contribution in this field is the conception of the scale of paraseismic effects on buildings, known and quoted in literature as “SWD scales”.

He was the first scientist in Poland to define the effects of transportation caused vibrations on historical buildings (the first extensive research concerned the historical buildings of Cracow). He successfully developed research works investigating other types of paraseismic effects such as explosions, crumps, vibrations of special machinery. On his initiative and under his direction two basic national standards concerning the effect of paraseismic vibrations on buildings were worked out (PN-85/B-02170) and effect of vibrations on people in buildings (PN-88/B-2171).

The first one was introduced as early as 1968 as a project to be used experimentally. To make it more widely known, Professor Ciesielski organised the first Polish Conference on the evaluation of harmful dynamic effects on buildings and engineering structures (Cracow 1971) and prepared a monograph work *Evaluation of harmful dynamic effects in building (Ocena szkodliwości wpływów dynamicznych w budownictwie*, Arkady 1973).

A few years later Professor initiated and organised the first of a series of Symposia on “Seismic effects on buildings” (Cracow 1978), which are still organised periodically and include the problems of paraseismic effects on buildings.

Recently Professor has extended his interests and started extensive research on the effects of mining shocks and underground trains passage on the buildings close to the vibration sources.

He participates actively in works of international standardisation organisations in this field and has contributed greatly in their achievements, e.g. prepared by ISO in TC98 norm ISO-101137 “Bases for design of structures – Serviceability of buildings against vibration”.

He has published over 450 research and research-technological works, including 150 in foreign languages. Apart from the ones mentioned above, these works concern wind loads, calculation methods and experimental research on buildings models elements on laboratory

scale. In all his works he has gone beyond purely formal description, aiming at clear, often surprisingly simple, physical interpretations. Many of his works have been prepared in cooperation with other authors.

Professor Roman Ciesielski has always committed himself to organising scientific life in Poland, as chairman of Scientific Committee of the Polish Association of Building Engineers (PZITB) in the years 1962-72, working for many years on the Committee of Civil and Water Engineering of the Polish Academy of Sciences (chairman in the years 1972-90, acting as honorary chairman at present) and its sections. He initiated the foundation of and now is chairman of Commission for Building of the Cracow Division of PAS. As a member or chairman of organising and scientific committees of many conferences, symposia both in Poland and abroad, he has always stimulated the development of technical sciences.

In his professional career Prof. Ciesielski has always combined scientific interests with engineering practice; being a scientist, he is also a practising building engineer with considerable design and execution practice.

He has greatly contributed to education of students and young research staff: he supervised over a hundred diploma projects, fourteen Ph.D. works, seven second Ph.D. degrees; he has prepared tens of doctor's and second degree doctors reviews, over seventy opinions for nomination applications; he has participated in and chaired juries during competitions for scientific achievements of young staff.

For his professional and social activities he has been conferred state honours as well as departmental and regional distinctions. In 1993 he was conferred the Knight of Commander Cross of the Polish Revival Order with the Star by the President of the Polish Republic "for outstanding merits in public activities and achievements in science" (quote from the President's decision).

## **Budowle wieżowe – technika**

### **Historia, współczesność, przyszłość**

#### **Konwencja wykładu**

Zaszczyt otrzymania doktoratu honoris causa upoważnia do wygłoszenia publicznie wykładu na temat związany z okolicznościami przyznania tej godności, a więc przedstawienia jakiegoś fragmentu badań, prac i innych osiągnięć osoby uhonorowanej. Wybrałem do tej krótkiej prezentacji temat budowli wieżowych, w którym, a przynajmniej w jego części, wraz z zespołem, którym kierowałem, mamy pewien kompleksowy wkład do teorii, projektowania, realizacji, eksploatacji i utrzymania tego typu obiektów. Wybrałem popularny sposób ujęcia, tak aby treść była dostępna dla osób nie zajmujących się techniką, ale liczę również, że wśród specjalistów nie wywoła to uczucia nadmiernego uproszczenia. Plan wykładu podaję oddzielnie (rys. 1).

Co to są budowle wieżowe, w jakim celu, jak i gdzie się je wznosi?

Są to budowle, w których wysokość jest dominującym wymiarem, zaś stosunek wysokości do jednego z wymiarów podstawy jest (umownie) większy od 5.

#### **Historia budowli wieżowych**

Budowanie „wzwyż” fascynowało budowniczych wszystkich czasów. Wysokie budowle, górujące nad otoczeniem stanowiły symbol ważności i wzniosłości idei lub celu, dla którego zostały wzniesione. Były to przede wszystkim świątynie, pomniki, budowle kultu i pamięci, w wielu przypadkach jakby pozwalające na zbliżenie do Stwórcy, którego umiejscowiliśmy w górze – w niebie.

Kult tego budowania wzwyż znany był i u nas po wojnie choćby z lektur szkolnych. Na przykład Władysław Broniewski pisał: „Więc budujmy wyżej, więcej, będzie pięter sto tysięcy. I rozległ się śmiech murarzy: zobaczymy jak Bóg zdarzy”. I Bóg zdarzał nie jeden raz.

Najbardziej znany na świecie jest ten fakt z budowy biblijnej wieży Babel, której jednak nie dokończono, bowiem Jahwe pomieszał budowniczym języki. Na rysunku (rys. 2) pokazano właśnie budowę wieży w interpretacji artystycznej malarza P. Brueghela, starszego. A przecież ze słynnych siedmiu cudów świata – trzy, to budowle

wieżowe, jeśli przyjąć jedną z wersji domysłu o ogrodach wiszących królowej Semiramidy w Babilonie. Dwa pozostałe – to pomnik na wyspie Rodos, tzw. Kolos Rodyjski, i latarnia morska na wyspie Faros koło Aleksandrii (rys. 3). Niestety, nie dochowała się do dnia dzisiejszego żadna z tych budowli, zniszczone zostały przez trzęsienia ziemi. Jak różne są wyobrażenia o wyglądzie tych obiektów można się przekonać oglądając znaczki serii trzech krajów: Węgier, Mongolii i Buthanu (rys. 4).

Później budowle wieżowe wznoszono przez wszystkie wieki i na całym świecie. Może jako charakterystyczne wymienię jeszcze: czynną pagodę Szwedagon w Birmie w Rangunie o wysokości 116 m, złożoną jakby z pięter – płatów pokrytych połączaną kopułą, uformowaną do dzisiejszego kształtu w r. 1564 (rys. 5), oraz największy meczet Malawijski (spirala) w miejscowości Samarra koło Bagdadu w Iraku o wysokości ok. 60 m (rys. 6). Również na wspomnienie tutaj zasługuje krzywa wieża w Pizie z roku 1174 (rys. 7).

To przeszłość, a współczesność?

### **Współczesność budownictwa wieżowego**

Oprócz trwających nadal celów kultu i pamięci, potrzeba realizacji budowli wieżowych wynika z wymogów technologii przemysłowych, telekomunikacyjnych, radiowo-telewizyjnych, potrzeby obserwacji i oświetlenia, a wreszcie z braku miejsca i ekonomii rozwiązań technicznych dla budowli mieszkalnych i biurowych.

Ostatecznie można wymienić kilka grup budowli, z których większość z najwyższymi obiektami danej grupy pokazano na rys. 8. Budowle z odciągami, maszty – najwyższy maszt w Polsce w Konstantynowie koło Gąbina (1), runął w sierpniu 1991, ale będzie odbudowany w roku 1997 w tej samej wysokości – 646 m (połowa długości fali nadawczej) i zbliżonej geometrii. Wieże telewizyjne – najwyższa CN Tower w Toronto, 553 m (2). Budynek biurowo-handlowy użyteczności publicznej Sears Tower Chicago, 442 m (3). Budynek mieszkalno-administracyjny – najstarszy z grupy słynnych wieżowców – Empire State Building, 381 m (6) (rys. 9). Wieloużytkowa, radiowo-widokowa wieża Eiffla w Paryżu, z anteną 320,8 m (7) (rys. 10), oraz obiekty przemysłowe: komin żelbetowy w Hiszpanii  $h = 380$  (4a) oraz komin wieloprzewodowy w Bełchatowie  $h = 300$  m (4b) i hiperboloidalna chłodnia kominowa w Jaworznie. Dla porównania krzywa wieża w Pizie, 55 m (8) (oddzielnie na rys. 7) (nie najwyższa, gdyż wieża Anizelii w Bolonii ma 98 m), piramida Cheopsa w Egipcie (9), nie istniejąca już latarnia morska w Aleksandrii (cud świata) (10), katedra w Ulm nad Dunajem – najwyższa, wieża kościelna (11) i znów dla porównania



Kościół Mariacki w Krakowie (12). Mogę się pochwalić, że prawie wszystkie te obiekty zwiedziłem osobiście (oczywiście poza latarnią w Aleksandrii).

Do tych grup obiektów dodajmy współcześnie: wieże zamków: obronne, wartownicze, także więzienne (Tower), wieże świątyn – nie tylko kościołów, ale i minaretów, stupów indyjskich, wieże widokowe, oświetleniowe, latarnie morskie, wodociągowe wieże ciśnień, pomniki i statuy, w tym dwie chyba wyróżniające się wymiarami (w porównaniu z innymi): Statua Wolności (rys. 11) w USA i statua „Ojczyzna” (rys. 12) w Rosji oraz najnowsze twory techniki – pylony mostów wiszących i wantowych, wieże raketowe i kosmonautyczne oraz morskie platformy wiertnicze, których części nadwodne dochodzą do 120 m, a podwodne są kilka razy większe (rys. 13).

Podam jeszcze przegląd sylwetek wież telewizyjnych z mojej książki wydanej w roku 1987 w Niemczech. Obecnie lista ta jest jeszcze obszerniejsza, a zarówno kształty, jak i wyposażenie techniczne wież są coraz bardziej „wyrafinowane”. Zamieszczono trzy polskie wieże: na Świętym Krzyżu k. Kielc, na Suchej Górze k. Krosna, i w Krakowie na Krzemionkach (rys. 15). Bardziej szczegółowo omówiono sylwetki wież oznaczone podkreślonymi numerami: 2. Moskwa, Ostankino (Rosja); 4. Wilno (Litwa); 8. Monachium (Niemcy); 19. Canberra (Australia); 23. Drezno (Niemcy); 32. Święty Krzyż k. Kielc (Polska); 29. Sucha Góra k. Krosna (Polska); 40. Krzemionki – Kraków (Polska).

### **Problemy naukowo-techniczne budowli wieżowych**

Problemy naukowo-techniczne związane z budowlami wieżowymi można umieścić w trzech grupach:

- funkcja i technologia,
- część inżyniersko-budowlana (teoria, projektowanie, budowa),
- część eksploatacyjna i utrzymanie obiektu.

Z problemów dotyczących funkcji nowoczesnych obiektów wieżowych najważniejsza jest rola wysokości. Od czego zależy wysokość masztu radiowego, wieży telewizyjnej, komina przemysłowego? Istnieje wiele czynników, których analiza nie jest tu możliwa. Jako przykład wymagań co do wysokości podano zasięg „pokrycia” terenu przez wieżę telewizyjną (rys. 14).

Natomiast nasze prace skupiliśmy na teorii konstrukcji wieżowych. Obejmuje ona wszystkie klasyczne czynniki teorii systemów. W uproszczonym ujęciu są to: analiza, synteza oraz identyfikacja modeli (rys. 16). Elementy wejścia (input) – to obciążenia, materiały i ukształtowanie konstrukcji, która musi spełnić wszystkie zadane warunki;

wytrzymałości, sztywności, stateczności tak statycznej, jak i dynamicznej. Istotną, a niekiedy decydującą rolę odgrywają właściwości dynamiczne. Aby je zbadać potrzebny jest dobór modelu i jego parametrów, ich identyfikacja, której nieodzownym elementem są badania doświadczalne na istniejących obiektach. Wykonaliśmy takie badania dla kominów, masztów z odciągami i budynków wieżowych, identyfikując spektra częstotliwości, rozkłady gęstości spektralnych oraz tłumienie. Fizyczny proces wzbudzania drgań wymaga zastosowania np. zerwania dodatkowych odciągów. Interesujący sposób wykorzystano w przypadku kominów o wys. 150 m w Elektrowni Turów (rys. 17). Wszystkie te badania przeprowadzono wspólnie ze współpracownikami oraz z Laboratorium Badań Dynamicznych IMB Politechniki Krakowskiej.

Osobny i ostatnio aktualny problem – to sprawdzenie na obciążenia wyjątkowe. Są nimi np. trzęsienia ziemi, pożary, wybuchy, uderzenia pocisków, spadających samolotów, np. na obiekty elektrowni atomowej; ale do budowli wieżowych dochodzą specyficzne obciążenia naturalne – huragany, tzw. trąby powietrzne, oblodzenia sadzią, uderzenia (obiektów latających), sabotaże i tzw. wandalizm.

Sprawa ta jest bardzo istotna dla masztów z odciągami, w przypadku których zarejestrowano już blisko 200 katastrof. Przyczynami najczęstszymi jest zerwanie odciążu przez samolot, helikopter i niestety przez tzw. wandalizm (umyślne uszkodzenie i zerwanie jednego odciążu powodowało katastrofę). Obecnie postawiono warunek, żeby awaria jednego dowolnego odciążu takiej katastrofy nie powodowała. Pracujemy aktualnie nad tym problemem teoretycznie dla różnych statycznych i dynamicznych modeli zerwania odciążu – sprawdzając to również jakościowo na modelach (rys. 18).

Największą jednak grupę budowli wieżowych stanowią tzw. wieżowce (tall buildings). Często pojawia się problem ograniczenia ich budowy ze względu na, znane choćby z filmów, wpływy trzęsień ziemi, wiatru, czy pożary.

W latach 70. stawialiśmy pytanie: Co począć z drapaczami chmur? (rys. 19). Mieszkanie w drapaczach chmur to przecież też sprawa zdrowia psychicznego, samopoczucia i komfortu mieszkania; odczuwanie ruchów budynku przez mieszkańców, a w miastach brak światła naturalnego w gęstej zabudowie.

### **Spojrzenie w przyszłość**

Wszystkie instalacje sanitarne, komunikacyjne, a przede wszystkim przeciwpożarowe i przeciwejsmiczne są bardzo kosztowne, mimo to buduje się coraz więcej wieżowców. Bardzo dużo w Stanach

Zjednoczonych, dużych miastach Ameryki Południowej i Środkowej, ale najwięcej w Azji: Japonia (Tokio!), Tajwan, miasta Półwyspu Malezyjskiego, a już szczególnie zagęszczeniem odznacza się Hong-Kong, gdzie podobnie jak na Manhattanie jest bardzo mało miejsca.

Wieżowiec Trans American Building (rys. 20) w kształcie piramidy w najbardziej sejsmicznym mieście Stanów Zjednoczonych, to jest w San Francisco, spełnia te warunki (wytrzymał ostatni silny wstrząs). Wzbogacił "sky line" miasta o silny akcent – ale nie wszystkim to się podoba.

Natomiast dążenia do zwiększania wysokości budynków są aktualne i co pewien czas o nich się słyszy. W roku 1956 słynny architekt Frank Lloyd Wright przedstawił wstępną koncepcję wieżowca o wysokości 1 mili ok. 1600 m (one mile High Tower). A póki co, już jest projektowany do budowy wieżowiec, tzw. raketowiec o wysokości 595 m w Chicago, a japońska wizja miasta w jednym wieżowcu – to tzw. Aeropolis, 2 km wysoki do zamieszkania przez 300 tys. osób (rys. 21). Może się to podobać lub nie – osobiście nie chciałbym tam mieszkać.

Czy istnieje granica wysokości dla budowanych wieżowców, jeśliby rzeczywiście zaszła potrzeba budowy takich wysokich budynków?

Przy obecnym systemie „oparcia na ziemi” granica ta, której nie potrafimy jednak w tej chwili podać, niewątpliwie istnieje i na pewno będzie teoretycznie poszukiwana. Podobnie zresztą rodzi się koncepcja pójścia w głąb ziemi. Tego technicznego problemu nie można jednak rozwiązać w oderwaniu od ludzi, ich wszechstronnych potrzeb, w tym nie tylko fizycznych i technicznych, ale także potrzeb intelektualnych.

Gdzie i jak będą oni żyć w XXII wieku?

Może potrzebne będzie jeszcze dokładniejsze wykorzystanie powierzchni i wnętrza ziemi, może emigracja na inne planety układu słonecznego?

Następne pokolenia będą rozwiązywać ten problem. Naszymi pracami i studiami możemy ich do tego przygotowywać. Bądźmy jednak pokorni w stosunku do natury i, mimo tak wielkiego postępu, skromni w ocenie naszych możliwości. Zaufajmy Temu, który ma nas stale w swej opiece.

#### **Uwaga:**

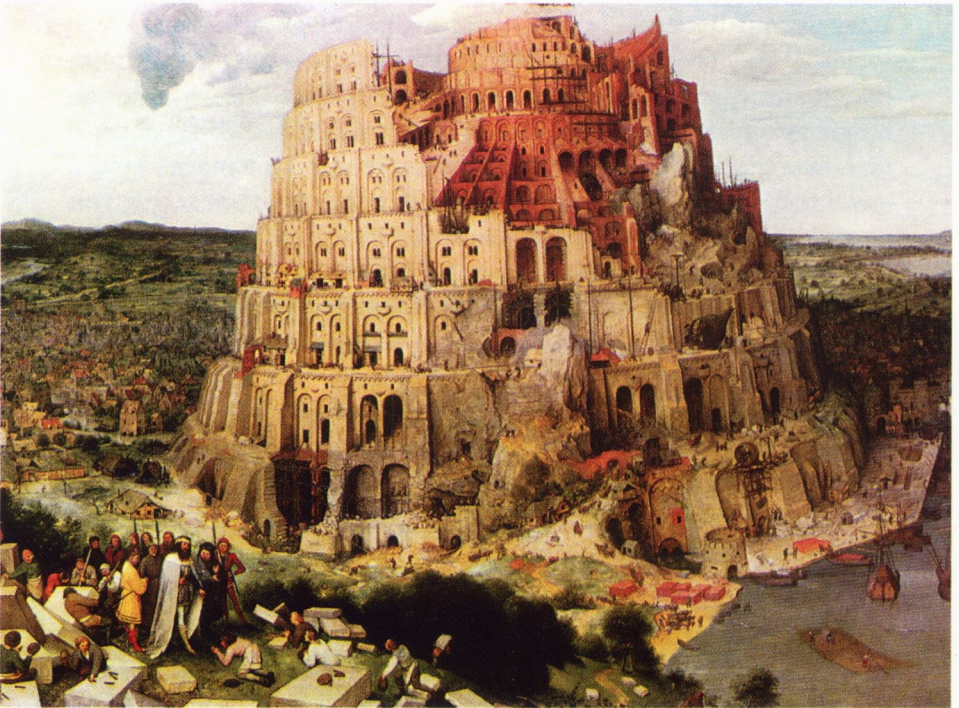
*Podano skrócony tekst wykładu, z pominięciem rysunków prezentowanych jako przezrocza i objaśnień do nich. Część zamieszczonych ilustracji zaczerpnięto z ogólnie dostępnych wydawnictw encyklopedycznych – które, podobnie jak wspomnianą literaturę przedmiotu, zacytowano w oryginalnym tekście referatu.*

## BUDOWLE WIEŻOWE

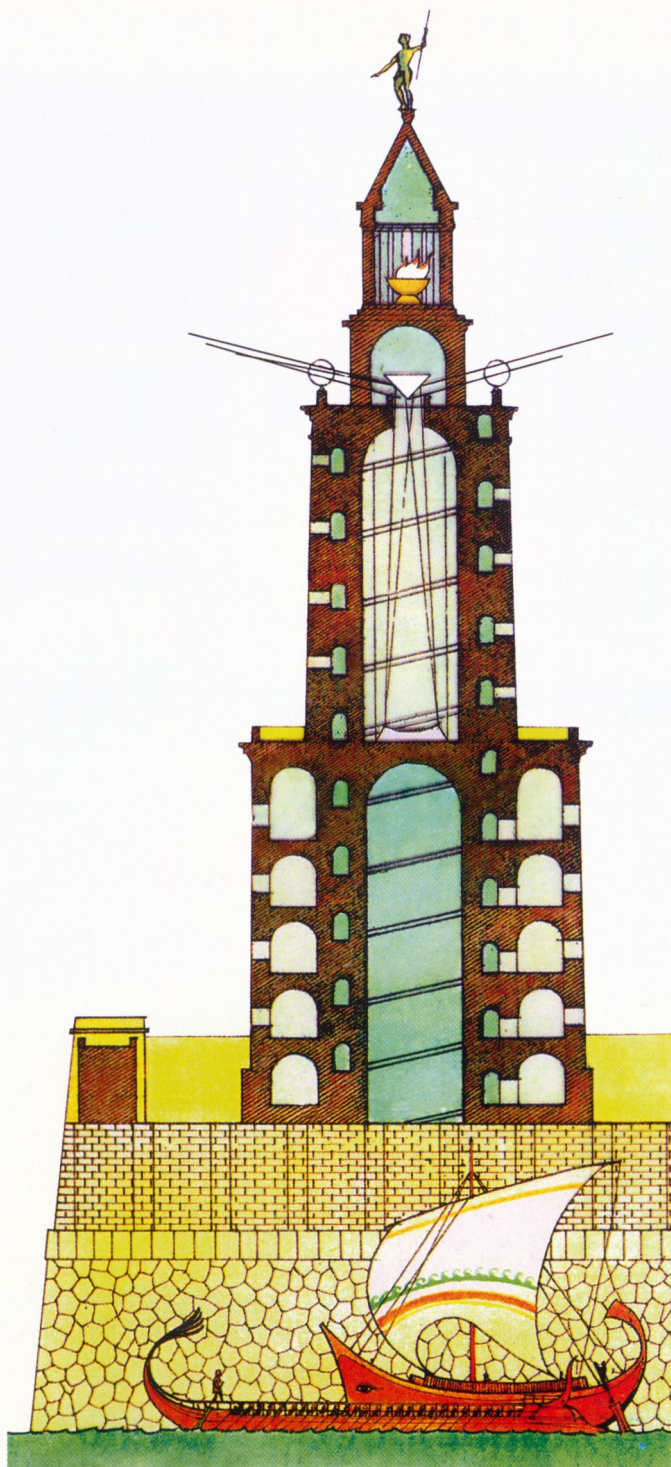
Plan wykładu:

1. Konwencja wykładu
2. Potrzeba budowania wżwyż
3. Starożytne i średniowieczne
4. Typy budowli wieżowych
5. Wieże telewizyjne
6. Problemy naukowe inżynierijno-budowlane
7. Warunki „odpowiedzi” budowli wieżowej
8. Dynamika budowli wieżowych
9. Identyfikacja dynamiczna
10. Obciążenia wyjątkowe
11. Kształtowanie na wpływy sejsmiczne i aerodynamiczne
12. Przyszłość budowli wieżowych - jak wysoko?

*Rys. 1. Plan wykładu*



*Rys. 2. Najstynniejszy obraz przedstawiający budowę wieży Babel.  
Namalował go Pieter Brueghel (starszy) w roku 1563*

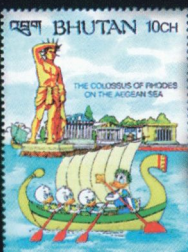


*Rys. 3. Latarnia morska w Aleksandrii*

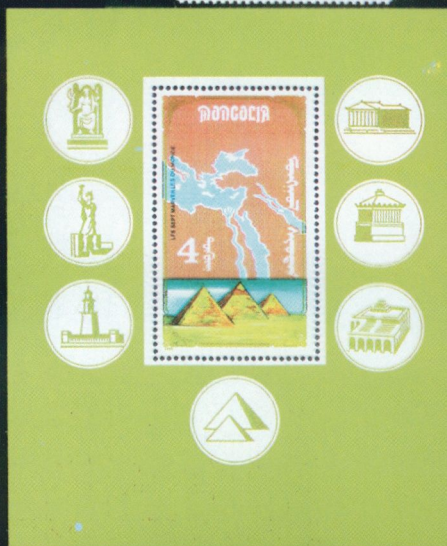
a)



b)

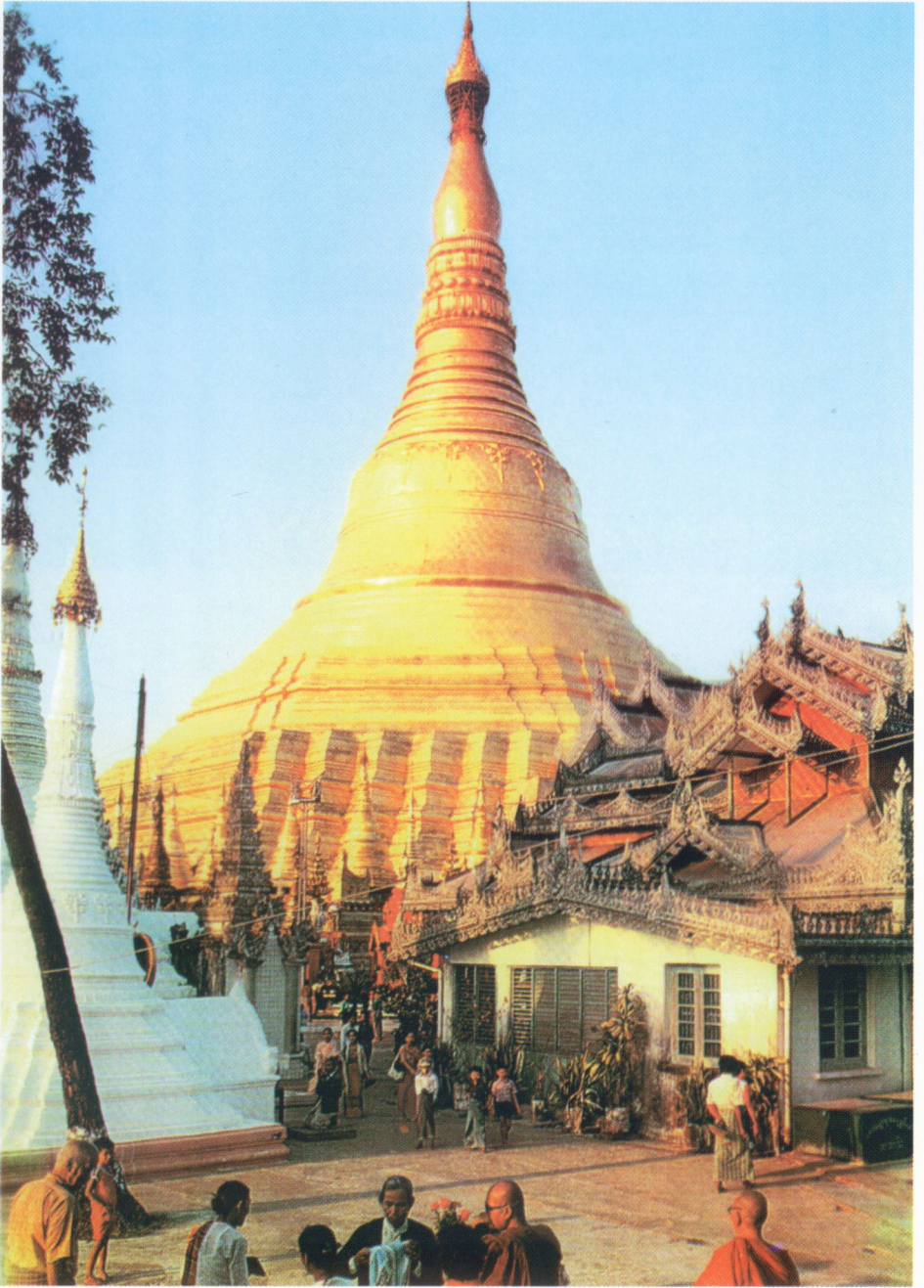


c)



d)

Rys. 4. „Cudy świata” na znaczkach trzech krajów: Mongolii, Buthanu i Węgier  
 a. Latarnia morska w Aleksandrii  
 b. Kolos Rodyjski  
 c. Ogrody wiszące królowej Semiramidy  
 d. Symbole wszystkich siedmiu cudów świata i mapa ich lokalizacji



*Rys. 5. Pagoda Szwe-Dagon w Rangunie*

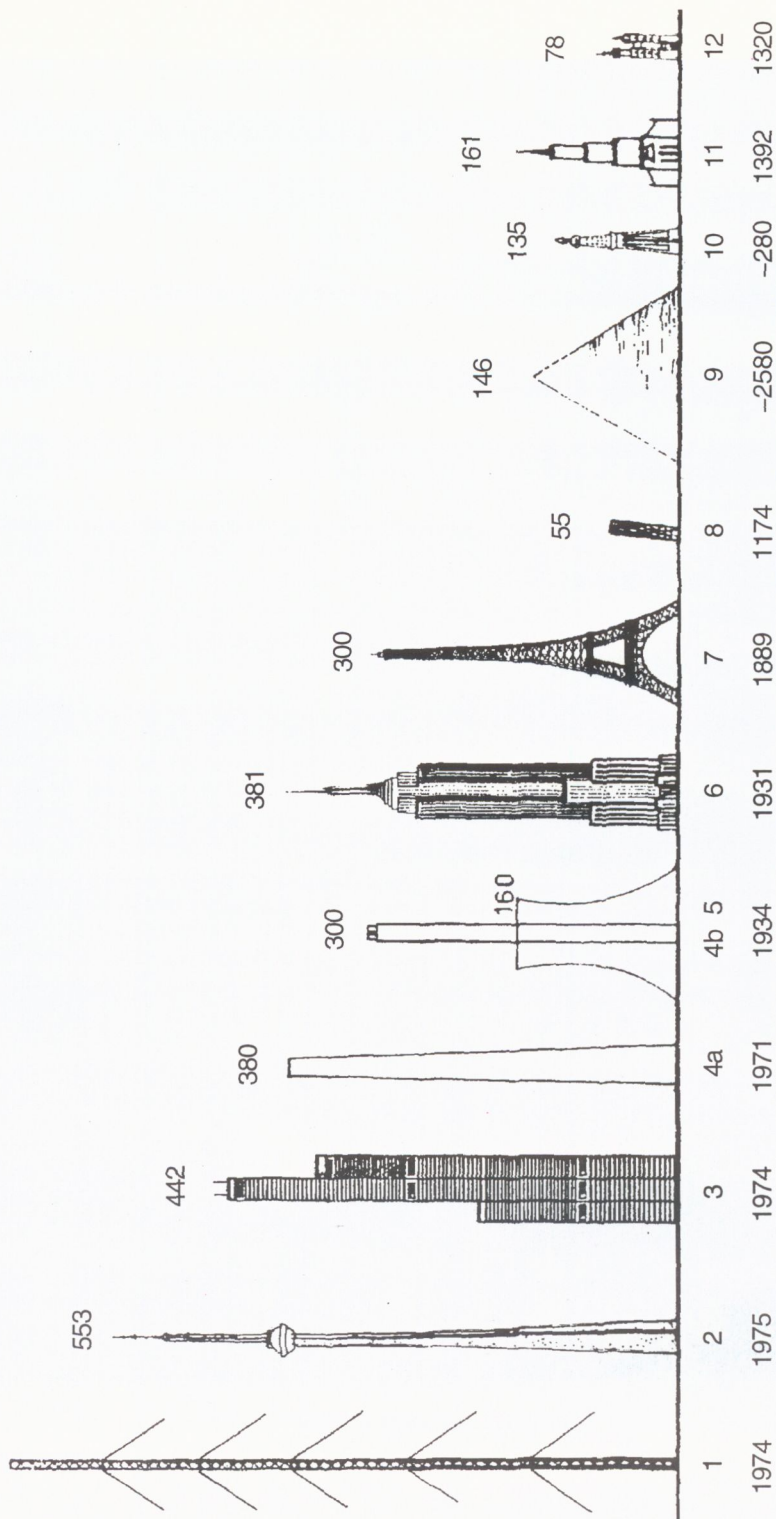


*Rys. 6. Meczet Malawija (Samarra , Irak)*





*Rys. 7. Krzywa wieża w Pizie*



Rys. 8. Sylwetki najwyższych budowli w poszczególnych grupach (podano wysokość w m i rok ukończenia budowy)

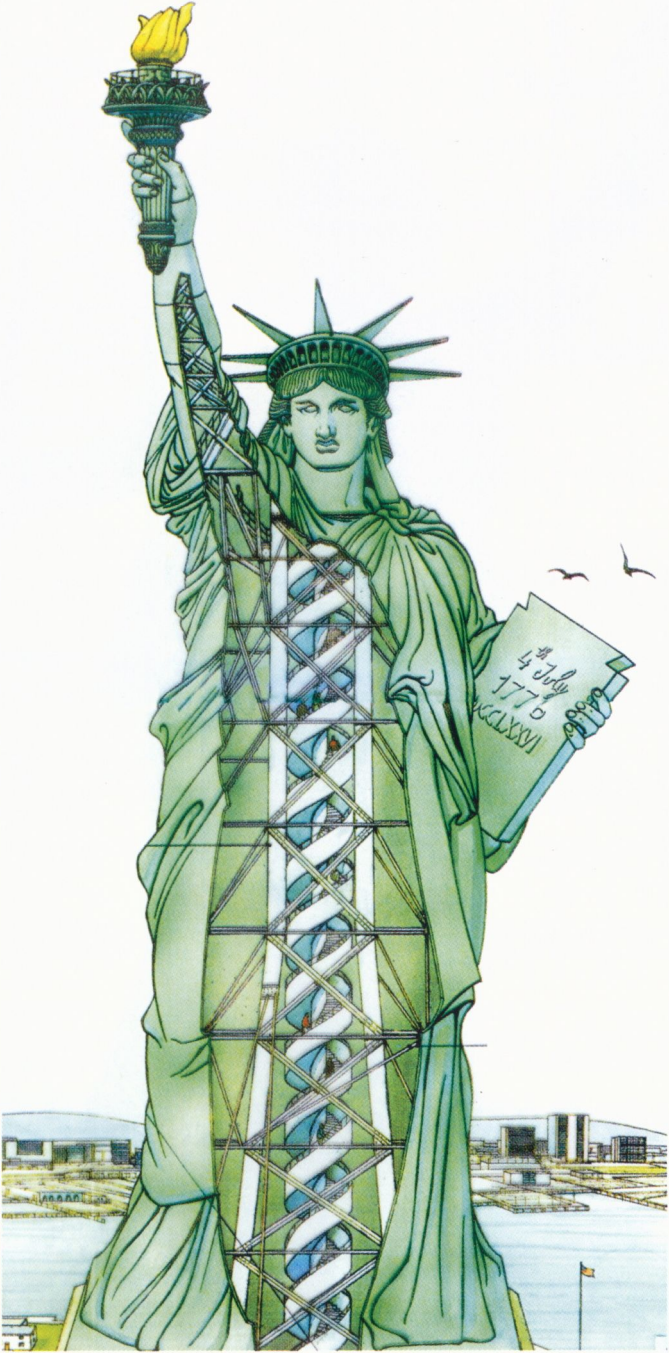
1. Maszt w Konstantynowie koło Gąbina (maszty z odciągami), 2. Wieża C.N. w Toronto (wieże telewizyjne), 3. Sears Tower w Chicago (budynek użyteczności publicznej), 4. Komin przemysłowy (Hiszpania), 5. Chłodnia kominowa (Jaworzno II), 6. Empire State Building, Nowy Jork, 7. Wieża Eiffla w Paryżu. Dla porównania: 8. Krzywa wieża w Pizie, 9. Piramida Cheopsa w Egipcie, 10. Latarnia morska w Aleksandrii, 11. Wieża kościółta w Ulm (Niemcy), 12. Kościół Mariacki w Krakowie



*Rys. 9. Empire State Building w Nowym Jorku, Manhattan;  
w tle dwie wieże World Trade Center*



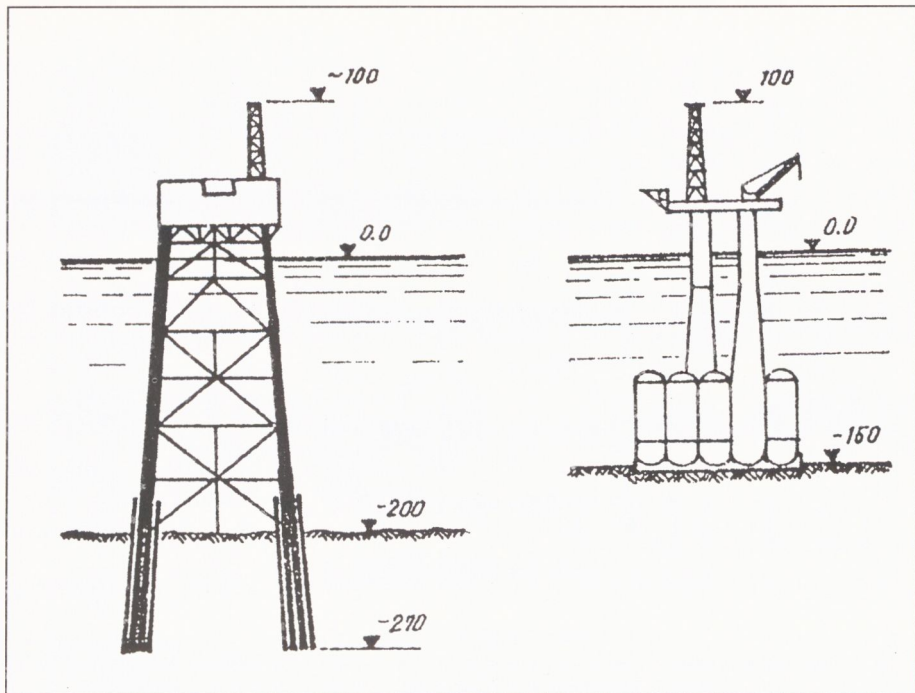
*Rys. 10. Wieża Eiffla w Paryżu*



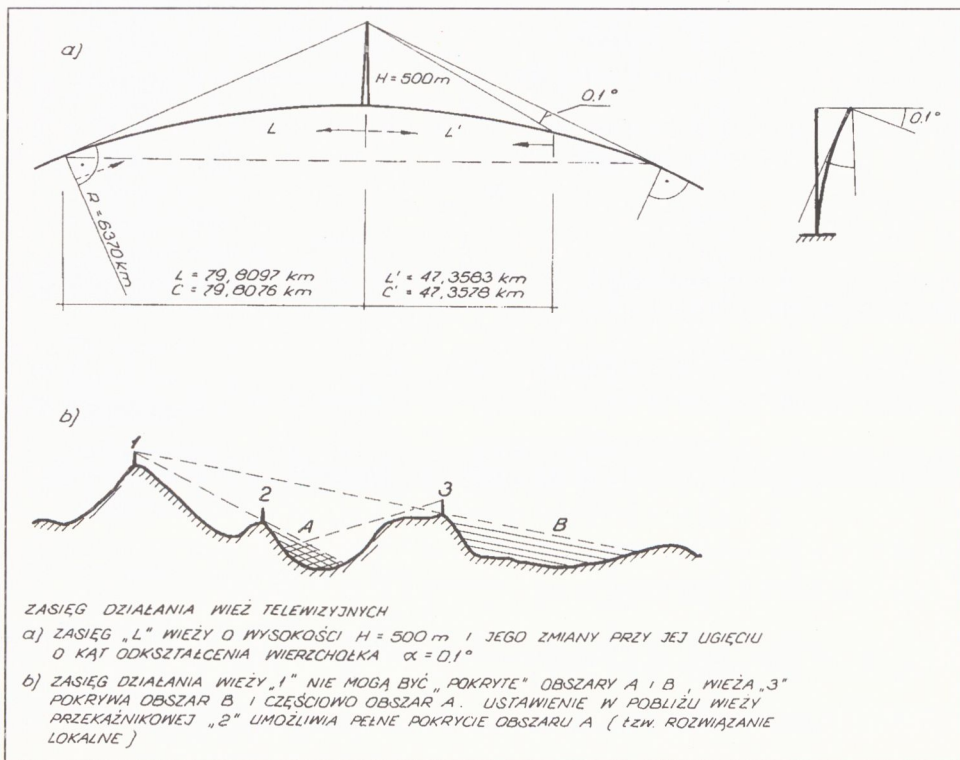
Rys. 11. Statua Wolności, Nowy Jork



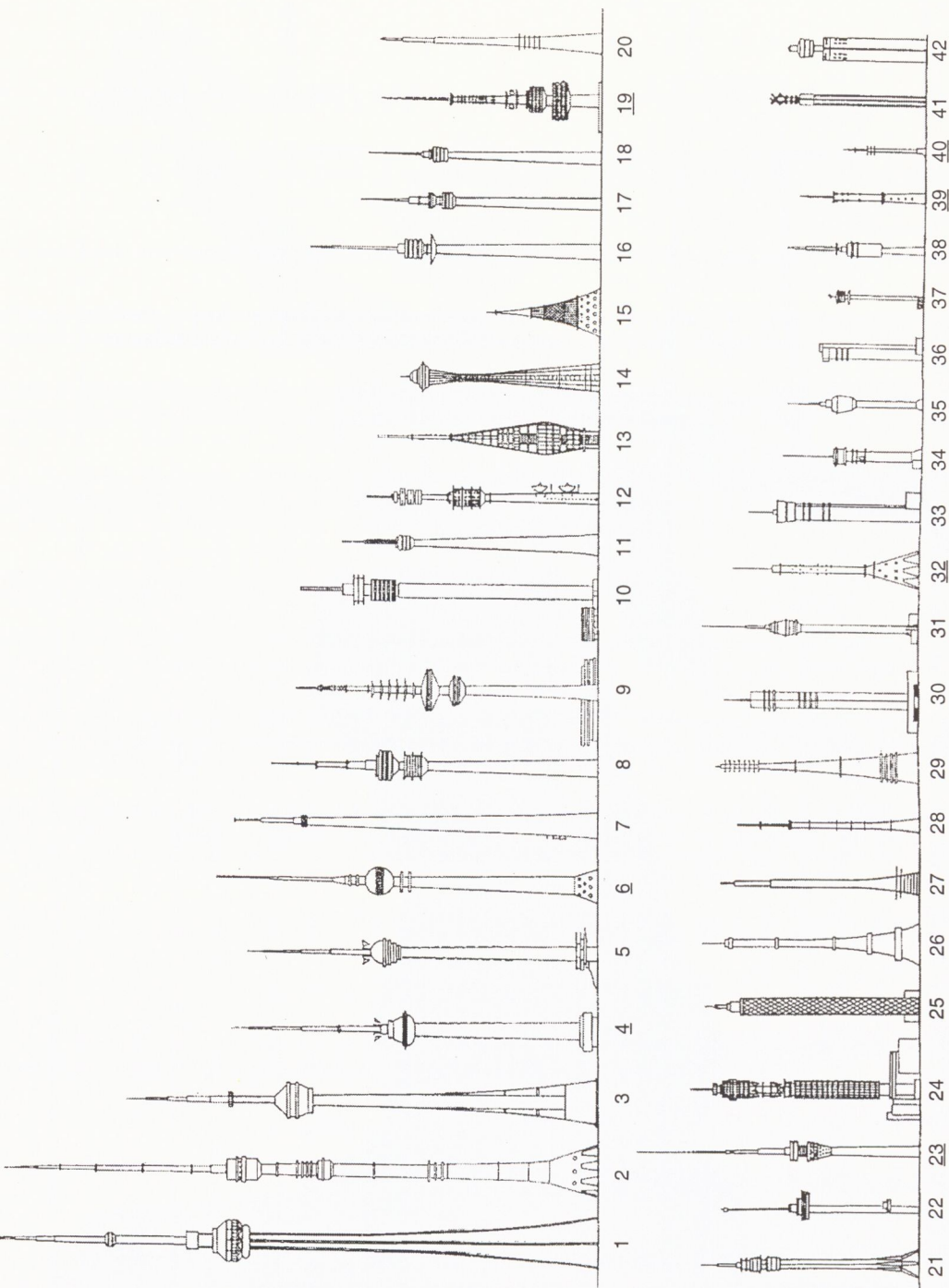
Rys. 12. Statua „Ojczyzna” w Wołgogradzie, Rosja



Rys. 13. Platformy wiertnicze na morzu

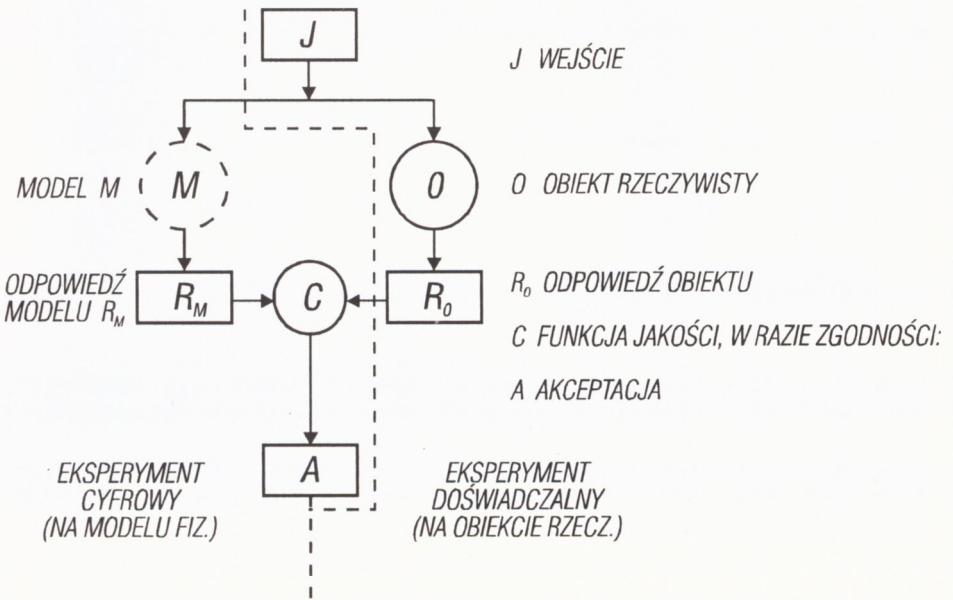
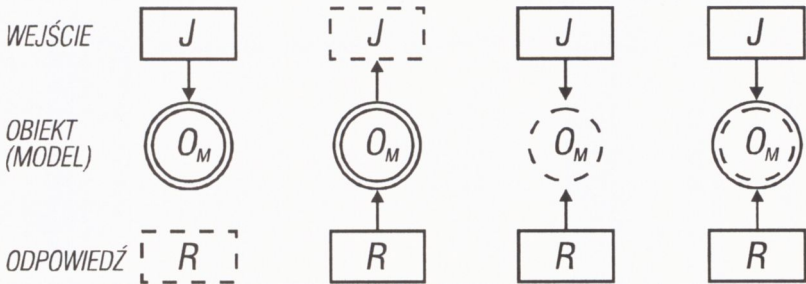


Rys. 14. Schemat zasięgu działania wież telewizyjnych

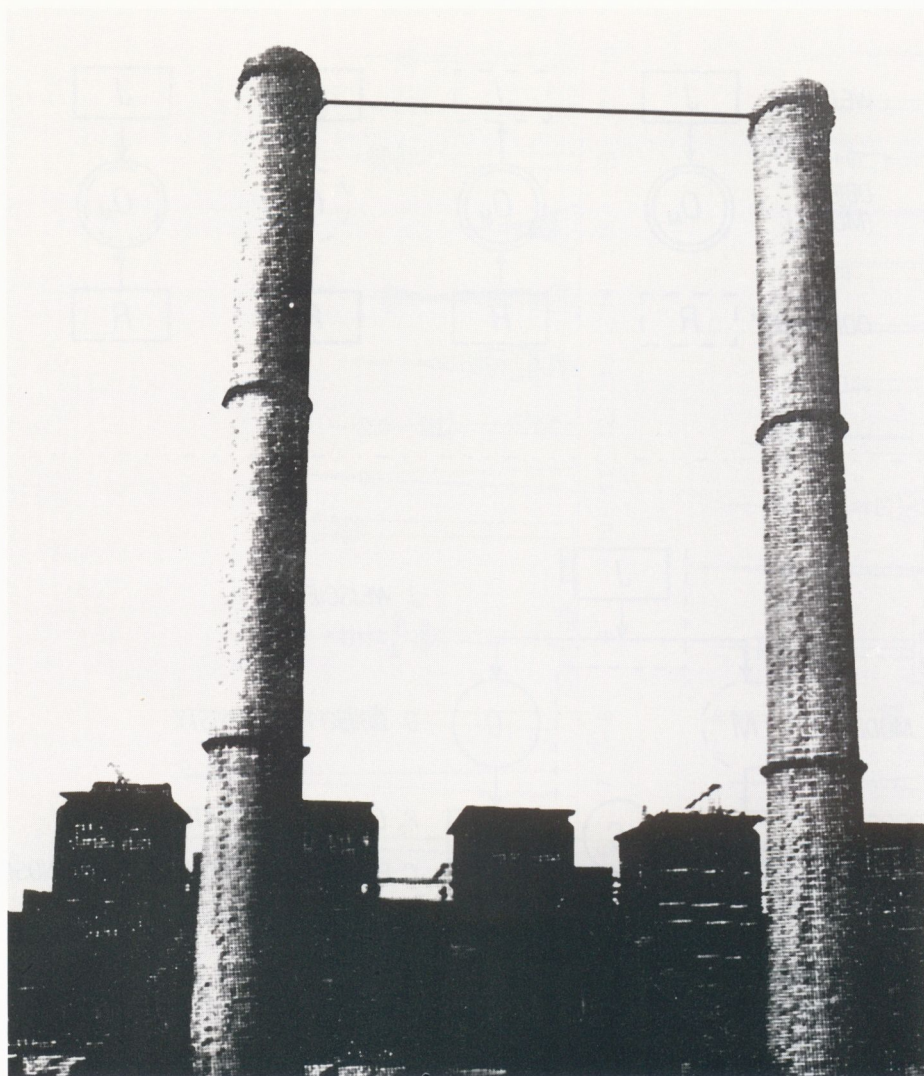


Rys. 15. Przegląd niektórych sylwetek wież telewizyjnych. Nr 40 – wieża na Krzemionkach w Krakowie

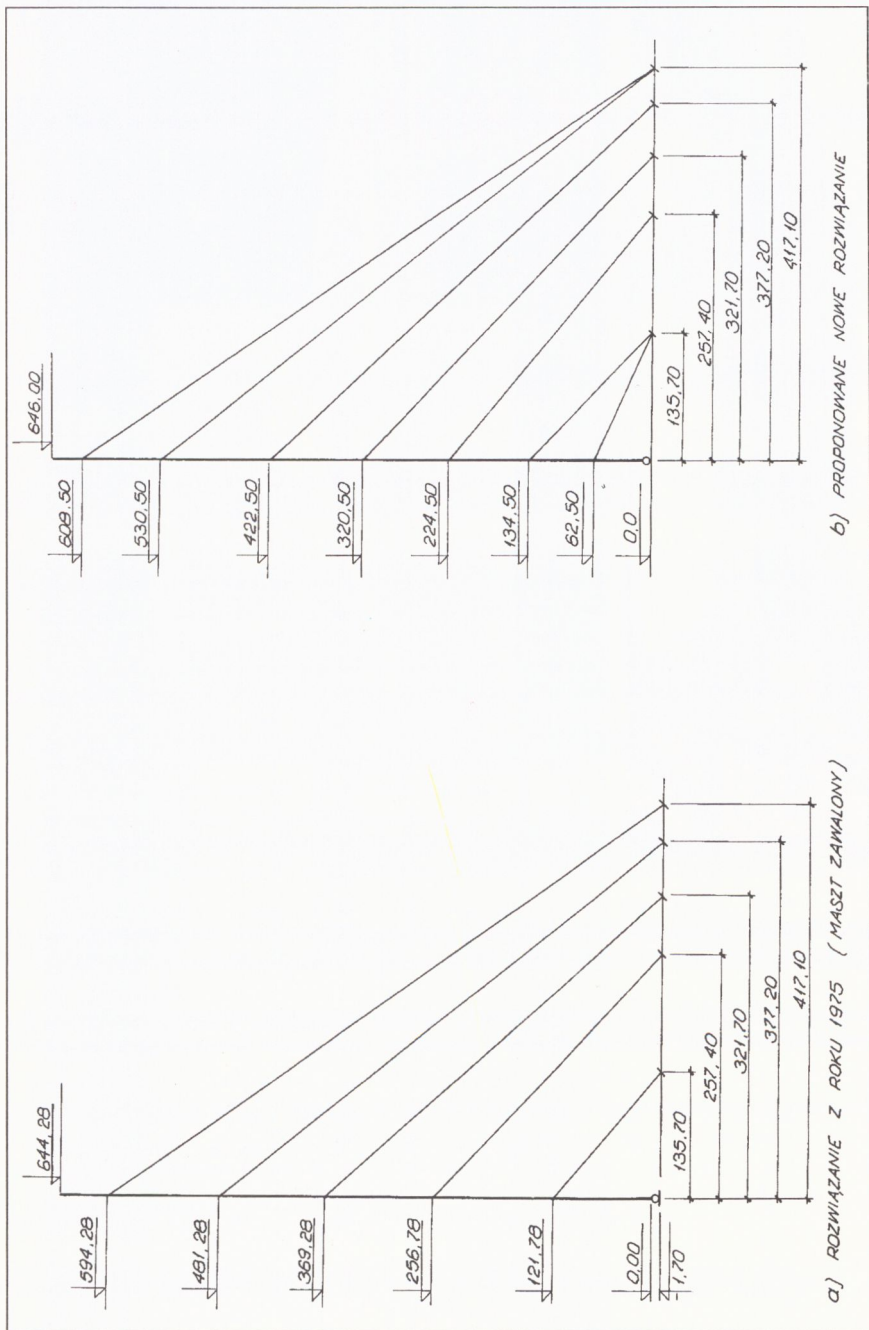




Rys. 16. Uproszczone ujęcie klasycznych czynników teorii systemów



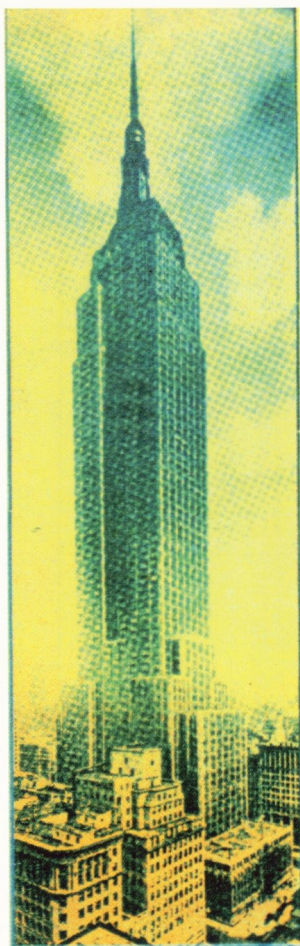
*Rys. 17. Kominy żelbetowe w Elektrowni Turów  
(wierzchołki połączone liną do badań dynamicznych)*



Rys. 18. a. Maszt radiowy z odciegami w Konstancynie k. Gębina (zawalił się w 1991 r.)  
 b. Nowe rozwiązanie (propozycja)

Roman Ciesielski  
pisze z Bethlehem (Pensylwania)

# CO POCZAĆ Z DRAPACZAMI C H M U R



Rys. 19. „Przekrój”,  
grudzień 1972 r.

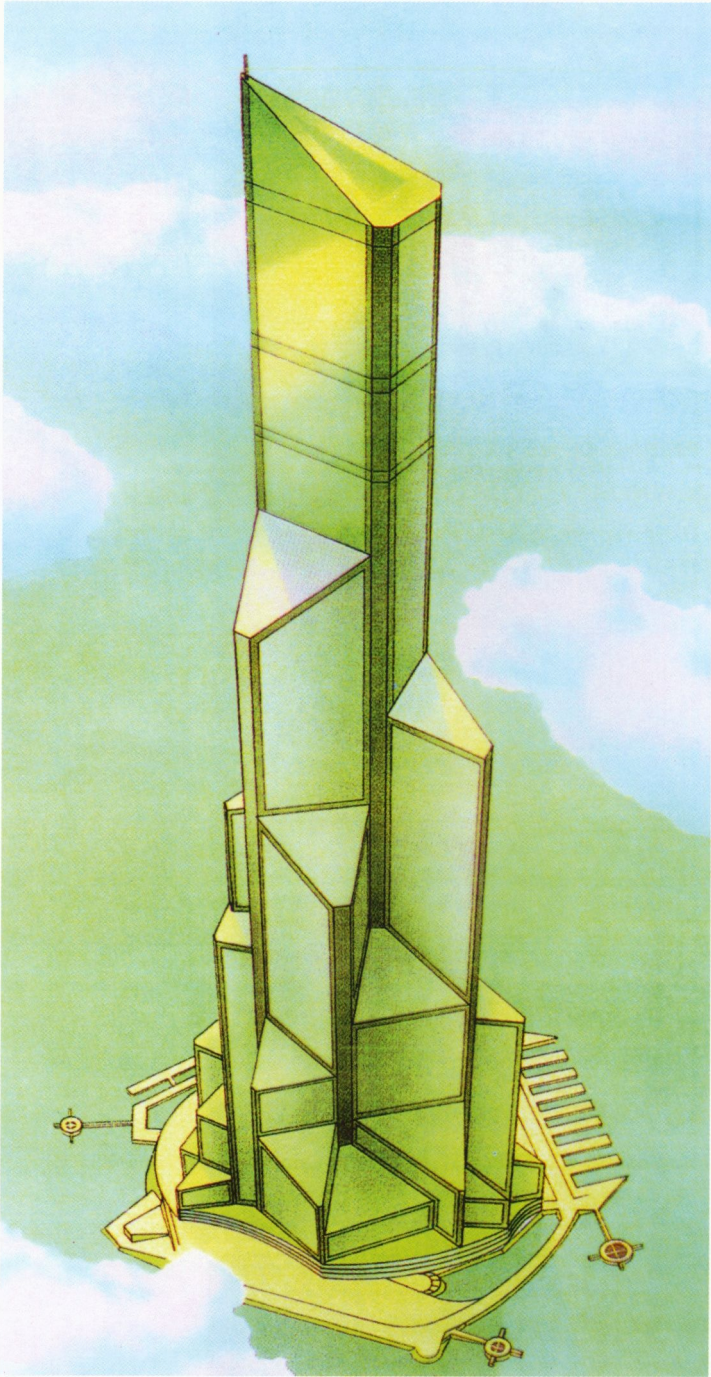
### Z HISTORII WYSOKOŚCIOWCÓW

- 1857 — Pierwsza WINDA pasażerska z automatycznym hamulcem.
- 1871 — Zastosowanie pierwszej POWŁOKI OGNIOODPORNEJ dla stali konstrukcyjnej.
- 1885 — Budowa Home Life Insurance Building, Chicago, 10 kondygnacji. Pierwszy WIEŻOWIEC o konstrukcji szkieletowej z żeliwa i stali, ze ścianami kurtynowymi.
- 1890 — Budowa Manhattan Building, Chicago. Pierwszy budynek w USA o konstrukcji RAMOWEJ ze stężeniami wiatrowymi.
- 1903 — Budowa Ingalls Building, Cincinnati. Pierwszy żelbetowy DRAPACZ CHMUR.
- 1913 — Budynek Woolworth, Nowy Jork. 60 pięter, 242 m wysokości NAJWYŻSZY WIEŻOWIEC o konstrukcji stalowej.
- 1926 — Zastosowanie SPAWANIA do ramowych konstrukcji stalowych Westing House Factory Building, Sharon — Pensylwania.
- 1931 — Budowa Empire State, Nowy Jork, 102 kondygnacje, 381 metrów wysokości. Najwyższy „sztandarowy” drapacz chmur.
- 1961 — Pierwszy WIEŻOWIEC z żelbetowymi ścianami nośnymi (i osłonowymi) — Kips Bay Plaza Apartments, Nowy Jork i University Apartments Chicago.
- 1962 — Budowa Civic Center, Chicago. 31 kondygnacji, 202 m wysokości. Największa SZKIELETOWA konstrukcja stalowa spawana.
- 1963 — Budowa Hikail Apartments, Honolulu, 27 kondygnacji. Największy budynek z zastosowaniem RETONU SPREŻONEGO.
- 1969 — Powołanie Komitetu Wysokich Budynków ASCE-IABSE, obok znaczek tej organizacji.





*Rys. 20. Trans American Building  
w San Francisco*



Rys. 21. Wieżowiec "Aeropolis" o wysokości 2 km, projekt

---

## Tower shaped structures – technics

### History, contemporary, future

In short sentences the history of tower shaped buildings is presented, then contemporary technics and technology. Some groups of tower structures are selected: Guyed masts, T.V. Towers, Radio Towers, Public Use Buildings, Industrial Chimneys and Cooling Towers (fig. 8) Silhouettes of some old buildings are added for comparison. Scientific – technical problems are mentioned too, e.g. dynamics of tower structures.

Future of such structures are subject of interest not only for architects, urban planners, engineers, but large groups of people too. Many investigations and simulations should precede future functional and structural solutions.



*Doktorzy honoris causa – od lewej: prof. zw. dr hab. inż. Michał Życzkowski,  
prof. zw. dr hab. inż. Roman Ciesielski, prof. zw. inż. arch. Witold Cęckiewicz*



*Wręczenie dyplomu prof. zw. drowi hab. inż. Romanowi Ciesielskiemu  
przez JM Rektora, prof. zw. dra hab. Józefa Nizioła*





*Prof. zw. dr hab. inż. Roman Ciesielski w czasie prezentacji  
na uroczystości nadania tytułu doktora honoris causa*



*Wykład prof. zw. dra hab. inż. Romana Ciesielskiego  
w czasie uroczystości nadania tytułu doktora honoris causa*



*Prof. zw. dr hab. inż. Roman Ciesielski wśród Rodziny i zaproszonych Gości*



*Doktorzy honoris causa – prof. zw. dr hab. inż. Roman Ciesielski,  
prof. zw. inż. arch. Witold Cęckiewicz, prof. zw. dr hab. inż. Michał Życzkowski –  
w czasie uroczystego pochodu z okazji 50-lecia Politechniki Krakowskiej*



Profesor

---

Michał Życzkowski



*Quod felix faustum fortunatumque sit*

Nos

Rector et Senatus

POLYTECHNICAE THADDAEO-KOSCIUSZKIANAE CRACOVIENSIS

et Ordo Professorum Facultatis Mechanicae

in virum doctissimum ac clarissimum

**MICHAELEM ŻYCKOWSKI**

Academiae Scientiarum Polonae socium ordinarium, Academiae Scientiarum et Litterarum Polonae socium activum, scientiarum technicarum doctorem, professorem publicum ordinarium in Facultate Mechanica Polytechnicae Cracoviensis, eiusdem Facultatis olim decanum spectabilem

qui de scientiis provehendis optime meritus multis ac summis insignitus est praemiis et a pluribus Poloniae exterarumque gentium societatibus virorum doctorum nec non actorum scientificorum edendorum consiliis socius est assumptus

qui disputationibus operibusque permultis theoriam plasticitatis, reologiam stabilitatis et optimalisationem constructionum magno cum mentis acumine magnaque cum utilitate tractavit, qua re ad artem mechanicam a Polonis excolendam plurimum contulit

qui cum novum studiorum genus, scilicet mechanicam computatoriam, instituisset atque ordinavisset, laudem meruit sane magnam

qui magister praecipuus plurimos educavit discipulos, multos scientiis provehendis deditos doctores

qui ad laborum ac studiorum societatem inter Polytechnicam Cracoviensem et optimas scholas superiores exterarum gentium iungendam confirmandamque multum contulit

**doctoris honoris causa**

nomen et dignitatem, iura ac privilegia contulimus atque in eius rei fidem hoc diploma Polytechnicae Cracoviensis sigillis sancendum curavimus.

Dabamus Cracoviae, die duodevicesima mensis Octobris anno millesimo nongentesimo nonagesimo quinto

Iosephus NIZIOL

scientiarum technicarum doctor  
mechanicae professor

PROMOTOR



Georgius CYKLIS

scientiarum technicarum doctor  
machinarum construarum professor

DECANUS

Iosephus NIZIOL

scientiarum technicarum doctor  
mechanicae professor

POLYTECHNICAE CRACOVIENSIS RECTOR

Profesor

---

# Michał Życzkowski

Profesor Michał Życzkowski urodził się w Krakowie 12 kwietnia 1930 roku. Studia na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej ukończył w roku 1954, a już rok później otrzymał stopień doktora (pierwszy doktorat na Wydziale Mechanicznym). W roku 1958 uzyskał Diploma of Imperial College w Londynie, a w 1960 stopień doktora habilitowanego. Jeszcze w czasie studiów, w roku 1952 rozpoczął pracę na Politechnice Krakowskiej na stanowisku asystenta. Wspiął się po wszystkich szczeblach kariery akademickiej, uzyskując w 1962 roku tytuł profesora nadzwyczajnego, a w roku 1969 – tytuł profesora zwyczajnego, i na tym stanowisku pracuje do chwili obecnej w Instytucie Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn. W latach 1953-1961 pracował dodatkowo w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN w Warszawie.

Potwierdzeniem wysokiej pozycji naukowej prof. M. Życzkowskiego był jego wybór na członka korespondenta Polskiej Akademii Nauk w 1973 roku, a następnie na członka rzeczywistego PAN w roku 1989. Od 1990 roku jest członkiem czynnym PAU.

Działalność naukowa Profesora Życzkowskiego dotyczy mechaniki ciała stałego, a w szczególności teorii plastyczności, reologii, stateczności i optymalnego kształtowania konstrukcji. Jest On autorem przeszło 170 artykułów naukowych, z czego ponad 120 ukazało się w językach obcych w czasopismach PAN i w wielu renomowanych wydawnictwach na całym świecie. Jest również autorem lub współautorem 12 książek i monografii, spośród których wyróżnić należy *Combined Loadings in the Theory of Plasticity*, PWN-Nijhoff, 1981; redakcję i autorstwo cz.III tomu IX encyklopedii *Mechanika techniczna* pt. *Wytrzymałość elementów konstrukcyjnych*, PWN, 1988 (wersja angielska – Elsevier, 1991); *Optimal Structural Design under Stability Constraints*, Kluwer Academic Publishers, 1988 (wspólnie z A. Gajewskim).

Swoje referaty prezentował prof. M. Życzkowski na 50 konferencjach zagranicznych, w tym na sześciu Międzynarodowych Kongresach Mechaniki ICTAM. Jako przewodniczący Komitetu Naukowego i Komitetu Organizacyjnego kierował pracami sympozjum "Mechanics of Inelastic Solids and Structures IV" w Mogilanach w 1987 roku i IUTAM Symposium "Creep in Structures IV" w Krakowie w roku 1990, pełniąc ponadto funkcję członka Komitetu Naukowego pięciu innych zagranicznych konferencji.

Wyrazem uznania dla wysokiej pozycji naukowej Profesora Życzkowskiego na świecie były zaproszenia w charakterze "Visiting Professor" do ośrodków zagranicznych: University of Massachusetts, Amherst; Universität Bochum; University of Liverpool; Joint Research Centre Ispra (Włochy) oraz organizacja konferencji szkoleniowej CISM Udine w 1988 roku. Jest członkiem Rad Redakcyjnych takich czasopism, jak "International Journal of Mechanical Sciences" (Anglia), "International Journal of Plasticity" (USA), "Structural Optimization" (Niemcy), "Acta Mechanica Sinica" (Chiny), "ZAMM" (Niemcy), a także dwóch wydawnictw krajowych.

W pracy naukowej szczególnie wiele czasu poświęca Profesor młodym pracownikom nauki, służąc im swoją wiedzą i doświadczeniem. Jest promotorem 28 ukończonych przewodów doktorskich. Spośród jego doktorantów 11 uzyskało stopień doktora habilitowanego, z czego pięciu tytuł profesora (w tym jeden członek korespondent PAN). Odnotować również należy opracowane przez Profesora 53 recenzje prac doktorskich oraz 31 recenzji rozpraw habilitacyjnych.

Niezależnie od pracy naukowej, Profesor Życzkowski brał zawsze aktywny udział w życiu Politechniki Krakowskiej. W latach 1960-1966 był prodziekanem, a w latach 1981-1982 dziekanem Wydziału Mechanicznego. Od 1973 roku kieruje nieprzerwanie pracą Instytutu Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn jako dyrektor. Przez wiele kadencji piastuje godność członka Senatu Akademickiego, kierując pracami kilku komisji.

Wielkie są także zasługi Profesora Życzkowskiego na polu dydaktyki. Jego wykłady, w których zawsze uwzględnia najaktualniejszy stan wiedzy, są bardzo wysoko cenione przez studentów. O bardzo trudnych sprawach Profesor potrafi mówić jasno i przejrzyście, czyniąc je zrozumiałymi dla słuchacza. Z Jego inicjatywy została na Wydziale Mechanicznym uruchomiona specjalność Mechanika Komputerowa. Obecnie jest to kierunek międzywydziałowy, a jego koordynatorem pozostaje prof. M. Życzkowski. Gwarantowany przez Niego wysoki poziom tych studiów powoduje, że wielu absolwentów tego kierunku



jest obecnie pracownikami naukowymi Politechniki ze stopniami doktorów i doktorów habilitowanych.

Za swoje liczne osiągnięcia Profesor Życzkowski otrzymał wiele nagród, w tym siedmiokrotnie Nagrody Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Nagrodę Wydziału IV PAN, Nagrodę Sekretarza Naukowego PAN i in. Został uhonorowany wieloma odznaczeniami, w tym Krzyżem Oficerskim Orderu Odrodzenia Polski i Medalem Komisji Edukacji Narodowej.

Prof. dr hab. inż. Michał Życzkowski jest w środowisku naukowym niekwestionowanym autorytetem naukowym i moralnym. Swoją osobowością wywiera wielki wpływ na życie Instytutu, Wydziału i Uczelni. Jego niezwykle wysoka naukowa pozycja międzynarodowa podnosi rangę społeczności akademickiej, której jest członkiem.

## Professor Michał Życzkowski

Professor Michał Życzkowski was born in Cracow on April 12, 1930. He graduated from the Faculty of Mechanical Engineering of the Cracow University of Technology in 1954, and a year later he was conferred the degree of Ph.D. (the first Ph.D. degree at the Faculty). In 1958 he obtained the Diploma of Imperial College in London, and in 1960 the degree of D.Sc. While he was still a student, in 1952 he started work at the Cracow University of Technology as an assistant lecturer. He progressed through all the grades of the academic career to be conferred the title of professor in 1962 and the title of full professor in 1969 and since then he has occupied this post at the Institute of Mechanics and Machine Design till now. In years 1953 - 1961 he was also employed at the Institute of Fundamental Technological Research of the Polish Academy of Sciences in Warsaw.

Professor Życzkowski's high scientific position was confirmed by his being elected a corresponding member of the Polish Academy of Sciences in 1973, and full member in 1989.

The field of science Prof. M. Życzkowski has been particularly interested in is mechanics of solids, especially the theory of plasticity, rheology, stability and optimal design of structures. He wrote over 170 scientific articles, 120 of which have been published in foreign languages in the publications of the Polish Academy of Sciences and in numerous renowned journals abroad. He is also an author, or co-author, of twelve books and monograph works, the following of which should be particularly highlighted: *Combined Loadings in the Theory of*

*Plasticity*, PWN-Nijhoff, 1981, authorship and editorial preparation of part III of volume IX of *Technical Mechanics* encyclopaedia called *Strength of structural elements*, PWN, 1988 (English version - Elsevier, 1991), *Optimal Structural Design under Stability Constraints* - Kluwer Academic Publishers, 1988 (co-author A. Gajewski).

Prof. M. Życzkowski presented his papers at fifty conferences abroad, including six International Congresses of Mechanics ICTAM. As chairman of the Scientific and Organising Committees he headed works of "Mechanics of Inelastic Solids and Structures IV" symposium in Mogilany, 1987 and "Creep in Structures IV" IUTAM Symposium in Cracow, 1990. He was also a member of Scientific Committees of five other foreign conferences.

Prof. Życzkowski's high scientific position in the world was expressed by his being invited as a visiting professor by various institutions abroad: University of Massachusetts, Amherst, Universität Bochum, University of Liverpool, Joint Research Centre Ispra (Italy) and organisation of educational conference CISM Udine in 1988. He is a member of Editorial Boards of such journals as "International Journal of Mechanical Sciences" (Great Britain), "International Journal of Plasticity" (USA), "Structural Optimization" (Germany), "Acta Mechanica Sinica" (China), "ZAMM" (Germany) and two national journals.

In his work at the University he devotes particularly much time to young research staff, sharing his knowledge and experience with them. He has supervised twenty eight Ph.D. diplomas, eleven D.Sc., five of whom have become professors (including a corresponding member of the Polish Academy of Sciences). He also reviewed fifty three Ph.D dissertations and thirty one D.Sc. dissertations.

Apart from his research work, he has always been actively involved in the life of the Cracow University of Technology. In the years 1960 - 66 he occupied the post of vice-dean, and the term 1981-1982 the post of dean of the Faculty of Mechanical Engineering. Since 1973 he has headed the Institute of Mechanics and Machine Design. For many terms of office he has been a member of the Academic Senate, heading many commissions.

His achievements in teaching are outstanding. His lectures, in which he always includes the latest developments in science, are highly appreciated by his students. He presents even the most difficult problems in a clear and comprehensible way, making them intelligible to the listener. It was his initiative to start the degree course of Computational Mechanics at the Faculty of Mechanical Engineering. At present it is an interfaculty course and is still coordinated by Prof. Życzkowski.

Owing to the high level he guarantees, many graduates have become research staff members with D.Sc and Ph.D degrees.

Prof. Życzkowski has been distinguished with many awards for his achievements, including the award of the Minister for Science and Higher Education, award of Division IV of the Polish Academy of Sciences, award of the Secretary for Research of the Polish Academy of Sciences. He has been honoured with many distinctions, including Officer Cross of the Polish Revival Order and Medal of National Education Commission.

In the scientific circles, Prof. M. Życzkowski is an unquestionable scientific and moral authority. His personality greatly affects the life of the Institute, Faculty and School. His extremely high scientific position in the international world of science adds to the position of the academic community to which he belongs.

## Próba opisu zawałów serca kontynuualną mechaniką uszkodzeń

### 1. Uwagi wstępne

Biomechanika serca jest działem dość silnie rozwiniętym, szczególnie w zakresie analizy przepływu krwi oraz wytrzymałości i odkształcalności mięśnia sercowego. Obecne ujęcie jest całkowicie odmienne: model matematyczny przyjmuje za podstawę podejście fenomenologiczne, wymagające wprowadzenia stosunkowo niewielkiej liczby parametrów. Nie analizuje on przepływu krwi jako takiego, a jedynie warunki przepływu w tętnicach wieńcowych, mianowicie zmniejszanie się przekroju czynnego tych tętnic. Wykazano i wykorzystano analogię między opisem stanu krytycznego elementu konstrukcyjnego kontynuualną mechaniką uszkodzeń, uogólnioną na przypadek materiałów biologicznych, a opisem zawału serca i zaproponowano stosowne równania ewolucji dla poszczególnych parametrów. Oprócz opisu samego zawału rozważano opis dławicy piersiowej stabilnej i niestabilnej i zilustrowano go za pomocą przykładów liczbowych.

Kontynuualna mechanika uszkodzeń przyjmuje za punkt wyjścia równanie ewolucji uszkodzeń w trakcie procesu pełzania elementu konstrukcyjnego zaproponowane przez L.M.Kaczanowa (1958)<sup>1</sup>:

$$\frac{dD}{dt} = \frac{1}{C_1} \left( \frac{\sigma}{1 - D} \right)^a \quad (1)$$

gdzie lokalny bezwymiarowy parametr uszkodzenia  $D = D(X, t)$  jest definiowany wzorem:

$$D = 1 - \frac{\Delta A}{\Delta A_0} \quad (2)$$

---

<sup>1</sup> Niniejsza publikacja jest potraktowana w konwencji wykładu i nie zawiera formalnego wykazu literatury.

$X$  oznacza współrzędne rozpatrywanego punktu,  $t$  – czas,  $\Delta A_0$  – elementarny przekrój początkowy przenoszący naprężenie  $\sigma = \sigma(X, t)$ ,  $\Delta A$  – elementarny przekrój zmniejszony w wyniku uszkodzeń (przekrój nośny),  $C_1$  i  $q$  są stałymi materiałowymi, zależnymi w istotny sposób od temperatury. Równanie (1) odnosi się do jednoosiowego rozciągania naprężeniem  $\sigma$ , natomiast w przypadku stanów wieloosiowych należy  $\sigma$  zastąpić przez pewne naprężenie zredukowane  $\sigma_{red}$ . W oryginalnym równaniu Kaczanowa stosowano parametr  $\psi = 1 - D$ , a moduł  $C_1$  znajdował się w liczniku, jednak ze względu na dalsze zastosowania został on tu zastąpiony przez odwrotność i umieszczony w mianowniku: wtedy wzrost modułu oznacza wzrost odporności na rozwój uszkodzeń.

Równanie (1) zostało następnie uogólnione przez Rabotnowa do postaci o dwóch różnych wykładnikach:

$$\frac{dD}{dt} = \frac{1}{C_1} \frac{\sigma^q}{(1 - D)^r} \quad (3)$$

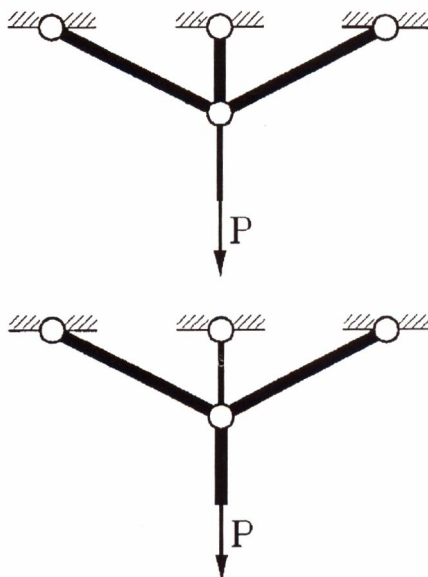
do której będziemy nawiązywali w niniejszej pracy.

Warunek lokalny  $D = 1$  oznacza zmniejszenie nośnego przekroju w rozpatrywanym punkcie do zera,  $\Delta A = 0$ , i powstanie stanu krytycznego powodującego utworzenie się makropęknięcia. W przypadku jednorodnego stanu naprężenia jest to równoznaczne ze zniszczeniem elementu konstrukcyjnego, natomiast przy niejednorodnych stanach naprężenia warunek globalny:

$$\sup_{X \in V} D = 1 \quad (4)$$

bywa również często traktowany jako wyznaczający kres bezpiecznej pracy elementu zajmującego obszar  $V$ . Położenie punktu  $X$ , w którym osiągnęte jest supremum, nie jest przy tym bez znaczenia. Jeżeli jest to punkt o charakterze kluczowym, to konstrukcja ulega natychmiastowemu zniszczeniu, jeżeli natomiast jest to punkt o mniejszym znaczeniu, to warunek (4) oznacza jedynie początek rozprzestrzeniania się makropęknięcia, które dopiero po pewnym czasie prowadzi do globalnego zniszczenia. Rozważmy np. dwa układy kratowe, pokazane na rys.1a i b. Grubość linii odpowiada tu wielkości przekroju poszczególnych prętów. W przypadku (a) zniszczeniu ulegnie najpierw pręt dolny, przenoszący całą siłę  $P$ , co oznacza natychmiastowe zniszczenie całej konstrukcji, w przypadku (b) zniszczeniu ulegnie najpierw pionowy pręt górny, ale pomimo

wyeliminowania tego pręta konstrukcja pozostanie nadal konstrukcją nośną.



Rys. 1. Interpretacja podstawowa: czteropętowy układ kratowy o różnych przekrojach poszczególnych prętów  
Interpretacja wtórna: schemat układu tętnic wieńcowych o różnych czynnych przekrojach poszczególnych tętnic

Zmniejszenie nośnego przekroju elementu konstrukcyjnego może następować również w wyniku działania innych czynników, np. korozji. Korozja rozwija się zazwyczaj w sposób długotrwały i tylko w niewielkim stopniu zależy od obciążenia. Wpływ korozji może być uwzględniony np. w warunku początkowym dla równania (3).

Celem niniejszej pracy jest najpierw uogólnienie równania (3) na przypadek materiałów biologicznych (żywych), a więc zdolnych do samoistnej regeneracji, a następnie wykazanie analogii między rozwojem uszkodzeń przy pełzaniu a rozwojem uszkodzeń tętnic wieńcowych człowieka oraz podanie fenomenologicznego opisu rozwoju chorób wieńcowych i powstawania zawałów serca przy wykorzystaniu tej analogii.

## 2. Uogólnienie równania ewolucji uszkodzeń na przypadek materiałów biologicznych (żywych)

Równanie (3), zaproponowane dla materiałów konstrukcyjnych, a więc martwych, musi w przypadku materiałów biologicznych uwzględnić możliwość regeneracji. Z analizy danych doświadczalnych wynika, iż przy niewielkich uszkodzeniach czas regeneracji jest niemal stały, a więc prędkość regeneracji jest proporcjonalna do przyrostu uszkodzenia w stosunku do stanu wyjściowego  $D - D_0$ . Przez  $D_0$  rozumiemy tu uszkodzenia powstałe w wyniku odpowiednika korozji przed przyłożeniem obciążenia: w przypadku rosnącego drzewa może to być zbutwienie lub osłabienie przez korniki, w przypadku układu kostnego – osteoporoza. Jednakże przy większych uszkodzeniach czas regeneracji wyraźnie wzrasta, zatem pojawiają się odstępstwa od liniowości. Uogólnienie równania (3) w odniesieniu do materiałów biologicznych przyjmujemy więc w postaci:

$$\frac{dD}{dt} = \frac{1}{C_1} \frac{\sigma^a}{(1-D)^r} - C_2 \left[ (D - D_0) - \frac{\varphi}{1 - D_0} (D - D_0)^2 \right] \quad (5)$$

gdzie  $C_2$  oznacza moduł regeneracji (o wymiarze odwrotności czasu), natomiast  $\varphi$  – bezwymiarowy współczynnik nieliniowości regeneracji. Można przyjąć, że  $0 \leq \varphi \leq 1$ ; gdy  $\varphi = 0$ , to regeneracja jest liniowa, natomiast gdy  $\varphi = 1$ , to zmniejsza się ona do zera przy  $D \rightarrow 1$ , a więc w przypadku krytycznym. Warunek początkowy dla równania (5) należy przyjąć w postaci  $D = D_0$  dla  $t = 0$ , gdzie  $t = 0$  jest chwilą przyłożenia obciążenia.

Materiały biologiczne rzadko bywają stosowane jako materiały konstrukcyjne; równanie (5) mogłoby jednak znaleźć zastosowanie np. przy wykorzystaniu rosnącego drzewa jako elementu konstrukcyjnego, albo przy rozpatrywaniu uszkodzonego układu kostnego lub mięśniowego człowieka jako konstrukcji nośnej.

Wartość współczynnika nieliniowości regeneracji  $\varphi$  najlepiej przy tym przedyskutować na przykładzie złamania kości z przemieszczeniem: w tym przypadku oczywiście  $D = 1$  w chwili złamania w całym przekroju. Gdyby przyjąć  $\varphi = 1$  w równaniu (5), to wtedy nawet przy  $\sigma = 0$  mamy  $dD/dt = 0$  dla  $D = 1$  i zrośnięcie nie mogłoby nastąpić. W istocie jednak zrastanie z reguły następuje, zatem  $\varphi < 1$ , a jedynie u pacjentów w bardzo zaawansowanym wieku obserwujemy niekiedy niemożność zrastania, co wtedy uzasadnia przyjęcie wartości  $\varphi$  bliskiej lub równej jedności.

### 3. Analogia z rozwojem choroby wieńcowej i występowaniem zawałów serca

Większe szanse zastosowania równania (5) stwarza analogia pomiędzy kontynuinalną mechaniką uszkodzeń a opisem rozwoju choroby wieńcowej i występowania zawałów serca. Choroba wieńcowa, zwana również chorobą niedokrwienną serca, związana jest ze zmniejszaniem się przekroju czynnego tętnic wieńcowych i przez to z ograniczeniem możliwości dostawy tlenu do mięśnia sercowego. Zmniejszenie się przekroju wynika zarówno z miażdżycy tętnic wieńcowych, charakteryzującej się powoli narastającym zgrubieniem błony wewnętrznej aż do utworzenia się blaszek miażdżycowych, jak i skurczem tętnic wieńcowych, rozwijającym się stosunkowo szybko, a zależnym w sposób istotny od obciążeń organizmu. Elementy te są głównymi przyczynami choroby wieńcowej, która może prowadzić do zawału serca.

Miarę uszkodzenia tętnic wieńcowych  $H$  zdefiniujemy analogicznie do (2), a mianowicie:

$$H = 1 - \frac{A}{A_0} \quad (6)$$

gdzie  $A(s, t)$  jest przekrojem czynnym tętnicy,  $A_0(s)$  – przekrojem porównawczym (bez uszkodzeń); są to funkcje położenia punktu wzdłuż łuku osi tętnicy  $s$ , ponadto  $A$  jest funkcją czasu. Przez przekrój  $A$  rozumiemy przekrój zmniejszony w wyniku wszystkich możliwych efektów, w szczególności miażdżycy i skurczu, ale również w wyniku zakrzepu lub zatoru tętnicy oderwaną blaszką miażdżycową. Funkcję  $A(s, t_1)$  w wybranej chwili  $t_1$  można określić doświadczalnie metodami koronarografii.

Warunek:

$$\sup_{s \in S} H = 1 \quad (7)$$

gdzie  $S$  — zbiór wszystkich tętnic wieńcowych, oznacza całkowite ustanie przepływu w pewnej tętnicy wieńcowej i może być z uzasadnieniem przyjęty jako warunek występowania zawału serca. Punkt osiągnięcia kresu górnego  $s = s^*$  nie jest przy tym bez znaczenia, podobnie jak w przypadku analizy uszkodzeń przy pełzaniu elementu konstrukcyjnego: gdy punkt  $s^*$  maksymalnego przewężenia do zera pojawi się na jednej z głównych tętnic wieńcowych, to zawał jest z reguły śmiertelny, natomiast gdy  $s^*$  występuje



w jednej z mniejszych tętnic po ich rozgałęzieniu, to istnieją większe szanse przeżycia pacjenta. Potraktujmy tym razem rys.1 jako schemat układu tętnic wieńcowych i założmy, że mięsień sercowy znajduje się u góry każdego z rysunków (a) i (b), krew przepływa przeciwnie do zwrotu strzałek na tych rysunkach, a grubość linii odpowiada czynnemu przekrojowi poszczególnych tętnic w pewnej chwili  $t_1$ . Przekroje te ulegają zmniejszaniu. W przypadku (a) możemy oczekiwać przewężenia do zera tętnicy głównej, a więc zawału zapewne śmiertelnego, natomiast w przypadku (b) nastąpi raczej zablokowanie środkowej tętnicy po rozgałęzieniu, zatem zawał znacznie lżejszy.

Ze względu na wykazaną tu analogię miary uszkodzenia materiału  $D$  i miary uszkodzenia tętnic wieńcowych  $H$  oraz analogię stanów krytycznych (4) i (7), postulujemy dla  $H$  równanie ewolucji w postaci analogicznej do (5). Jednakże – z uwagi na analizę w obecnie rozpatrywanym przypadku procesu dynamicznego – należy tu naprężenie  $\sigma$  zastąpić mocą (minutowym obciążeniem) serca  $N = N(t)$ , mianowicie:

$$\frac{dH}{dt} = \frac{1}{G_1} \frac{N^n}{(1-H)^m} - G_2 \left[ (H - H_0) - \frac{\psi}{1-H_0} (H - H_0)^2 \right] \quad (8)$$

gdzie  $H_0$  jest uszkodzeniem tętnicy w chwili przyłożenia pewnego, aktualnie rozpatrywanego obciążenia zewnętrznego; wartość  $H_0$  jest w pierwszym rzędzie wynikiem miażdżycy i zostanie omówiona w p.5. Symbol  $G_1$  oznacza moduł odporności serca na przenoszenie obciążeń,  $G_2$  – moduł regeneracji, związanej tu ze zwiększeniem drożności tętnic wieńcowych (np. w wyniku zmniejszenia skurczu),  $\psi$  – współczynnik nieliniowości regeneracji,  $n$  i  $m$  – wykładniki nieliniowości oddziaływania obciążeń i rozprzestrzeniania się uszkodzeń. Moduły  $G_1$  i  $G_2$  mogą przy tym zależeć od czasu  $t$ ; pewną dyskusję tej zależności przeprowadzimy w p. 6 i 8. Równanie ewolucji (8) jakościowo odpowiada równaniu (5), natomiast można przewidywać występowanie istotnych różnic ilościowych właśnie przy porównywaniu wartości liczbowych wspomnianych wykładników. W przypadku pełzania metali dane doświadczalne leżą zazwyczaj w przedziale  $3 < q < 7$  i podobnie dla  $r$ , natomiast w przypadku uszkodzeń tętnic wieńcowych można przewidywać wartości znacznie mniejsze:  $n$  około 1 (przyrost uszkodzeń proporcjonalny do mocy), a  $m$  nawet mniejsze; pewna dyskusja tej wartości będzie podana w p. 7.

Równanie ewolucji (8) będziemy interpretowali jako wyrażające efekty skurczu tętnic wieńcowych, zależnego w istotny sposób od obciążeń; opis miażdżycy tętnic wieńcowych zostanie potraktowany oddzielnie (p. 5) i umożliwi sformułowanie warunku początkowego dla (8). Oba zaproponowane tu opisy mają charakter deterministyczny, zatem nie mogą ująć np. takich zjawisk, jak powstanie zawałów serca w wyniku oderwania się blaszki miażdżycowej od ścianki tętnicy wieńcowej. Kryterium zawału (7) jest wtedy wprawdzie również spełnione, ale opis matematyczny zjawiska wymagałby równań ewolucji w ujęciu probabilistycznym.

Moc serca  $N$ , jako układu pompującego, zależy od pojemności wyrzutowej  $V_w$ , równej różnicy pojemności późnorozkurczowej lewej komory  $V_r$  i pojemności późnoskurczowej tej komory  $V_s$ , częstości skurczów serca  $n_H$  i zmiany ciśnienia  $\bar{p}$  w trakcie procesu. Można ją opisać wzorem:

$$N = -n_H \oint \bar{p} dV = \eta n_H \bar{p}_w V_w \quad (9)$$

gdzie  $p_w$  oznacza maksymalne ciśnienie wyrzutu, natomiast  $\eta \leq 1$  współczynnik zależny od zmiany ciśnienia w trakcie procesu i definiowany ostatnią częścią równania (9). Pracę ciśnienia napełniania  $p_n$  (ujemną) przy tym z reguły się pomija. Z drugiej strony niezbędna moc serca zależy od obciążeń zewnętrznych organizmu, jednak nie w sposób bezpośredni, lecz ewolucyjny: największa wartość  $N$  występuje z reguły później niż największa wartość mocy obciążeń zewnętrznych, co znajduje odbicie w dość licznych przypadkach występowania zawałów serca już po ustaniu działania obciążeń zewnętrznych, stanowiących przyczynę zawału.

#### 4. Równania ewolucji dla obciążeń serca

Serce ma zapewnić dopływ krwi wystarczający do zaspokojenia aktualnych metabolicznych potrzeb tkanek, zależnych w zasadniczym stopniu od obciążeń zewnętrznych organizmu.

Obciążenia zewnętrzne podzielimy na obciążenia fizyczne i obciążenia psychiczne (stresy). Zdefiniowanie obciążeń fizycznych tylko pozornie nie nastęrcza trudności; odpowiednią moc  $N_p$  można by zdefiniować jako iloczyn skalarny siły i prędkości (np. ciężaru i prędkości z jaką jest on podnoszony). W istocie oprócz tej oczywistej definicji istnieje wiele innych obciążeń fizycznych organizmu, które powinny zostać w pewien sposób przeliczone i włączone do definicji klasycznej, np.

marsz po terenie płaskim, a zwłaszcza marsz z obciążeniem. Przyjmiemy zatem, że  $N_p$  oznacza moc fizycznych obciążeń zewnętrznych organizmu z uwzględnieniem stosownych wielkości przeliczeniowych.

Oddziaływanie  $N_p$  na serce wyraża się w sposób różnorodny; dla uproszczenia rozważymy tylko jeden czynnik, a mianowicie wprowadzenie do naczyń krwionośnych katecholamin. Równania ewolucji dla stężenia poszczególnych rodzajów katecholamin we krwi  $k_i$  mogą być różne:

$$\frac{dk_i}{dt} = f_i(N_p, k_i) \quad i = 1, 2, \dots, n_k \quad (10)$$

gdzie  $n_k$  oznacza liczbę katecholamin o istotnym znaczeniu. I tak np. przyrost adrenaliny może być opisany innym równaniem niż przyrost noradrenaliny, związany z odruchami nerwowymi w układzie współczulnym i przywspółczulnym. Dla dalszego uproszczenia rozważymy jednak tylko jeden rodzaj katecholamin i założymy, że przyrost stężenia tego rodzaju  $k$  jest proporcjonalny do  $N_p$ .

Zdefiniowanie obciążeń psychicznych jest znacznie trudniejsze, a obiektywne ich zdefiniowanie raczej niemożliwe, gdyż ta sama przyczyna może być dla jednego organizmu bardzo dużym obciążeniem psychicznym, a dla drugiego – żadnym. Przyjmiemy więc jedynie subiektywną definicję mocy psychicznych obciążeń zewnętrznych  $N_s$  poprzez jej skutki dla danego organizmu, a mianowicie przez odpowiedni przyrost stężenia katecholamin we krwi. Tak więc, dla obu rodzajów obciążeń, przyrost stężenia katecholamin wyniesie:

$$\frac{dk}{dt} = \frac{N_p}{c_1} + \frac{N_s}{c_2} \quad (11)$$

gdzie  $c_1$  i  $c_2$  są odpowiednimi współczynnikami proporcjonalności. Równanie ewolucji musi jeszcze uwzględnić eliminację (rozpad i wydalanie) katecholamin; ostatecznie stężenie katecholamin w układzie krwionośnym określimy równaniem ewolucji:

$$\frac{dk}{dt} = \bar{N} - c_3(k - k_0) \quad (12)$$

gdzie oznaczono krótko  $\bar{N} = (N_p/c_1) + (N_s/c_2)$ , drugi składnik równania uwzględnia ich eliminację,  $c_3$  jest współczynnikiem prędkości eliminacji katecholamin,  $k_0$  – stężeniem katecholamin odpowiadającym pracy serca przy braku obciążeń zewnętrznych.

Katecholaminy zwiększają zapotrzebowanie serca na tlen bezpośrednio i przez zwiększenie zawartości wolnych kwasów tłuszczowych, a tym samym zwiększają niezbędną moc serca  $N_e$ . Zależność  $N_e = N_e(k)$  można przedstawić np. szeregiem Taylora; pozostawiając w nim, dla uproszczenia, tylko dwa pierwsze wyrazy, możemy napisać:

$$N_e = N_o + \left( \frac{dN_e}{dk} \right)_0 (k - k_o) \quad (13)$$

gdzie  $N_o$  jest niezbędną mocą serca przy spoczynkowym i bezstresowym stężeniu katecholamin  $k_o$ , natomiast pochodna  $(dN_e/dk)_0$  jest pewną stałą, wyrażającą wpływ stężenia katecholamin na niezbędną moc serca: wyraża się on poprzez wszystkie trzy zmienne, występujące we wzorze (9), głównie przez wzrost częstości  $n_H$ , ale również ciśnienia  $p_w$  i pojemności  $V_w$ .

Jeżeli nie występują straty w obwodzie serca, to niezbędna moc  $N_e$  (13) jest równa mocy serca (9) i może zostać podstawiona do równania ewolucji uszkodzeń (8). W przypadku występowania nieszczelności zastawek lub przecieków na poziomie serca należy wprowadzić odpowiedni współczynnik szczelności  $\mu$  ( $\mu \leq 1$ ), i wtedy moc pobieraną serca  $N$ , która zapewni niezbędną (użyteczną) moc  $N_e$  określimy wzorem:

$$N = \frac{N_e}{\mu} \quad (14)$$

Tę powiększoną wartość należy podstawić do równania ewolucji (8).

Równania (12), (13) i (14) uzależniają moc serca  $N$  od mocy obciążeń zewnętrznych  $N_p$  i  $N_s$  poprzez parametr stężenia katecholamin  $k$ . Parametr ten można wyrugować, uzyskując równanie ewolucji bezpośrednio dla  $N = N(t)$ ; równanie takie podamy w p.6 w postaci bezwymiarowej.

## 5. Warunki początkowe, opis miażdżycy

Jak wspominaliśmy, proponowane równanie ewolucji uszkodzeń (8) związane jest przede wszystkim ze skurczem tętnic wieńcowych w wyniku obciążeń. Sformułowanie warunków początkowych dla tego równania przedstawia pewne trudności, gdyż praca serca przebiega w sposób ciągły w trakcie całego życia. Wyodrębnimy jednak pewien rozpatrywany proces ewolucji uszkodzeń w

wyniku obciążeń, rozpoczynający się w chwili  $t = 0$ , a dla takiego procesu sformułujemy warunek początkowy przez analizę rozwoju procesu miażdżycy tętnic wieńcowych.

Uszkodzenia w wyniku miażdżycy należy również opisać pewnym równaniem ewolucji, gdyż badamy ich przebieg w czasie. Jednakże czas ten mierzony jest w latach i miesiącach, podczas gdy czas skurczu – w godzinach i minutach. Ta więc, pozornie paradoksalnie, wynik całkowania jednego równania będzie stanowił warunek początkowy dla drugiego, mianowicie równania (8). Działanie miażdżycy jest przy tym jakościowo podobne do działania korozji w przypadku elementów konstrukcyjnych, jednakże często znacznie bardziej istotne niż efekty korozji.

Miażdżycę określa się jako rozsiane zmiany w ścianie tętnic, charakteryzujące się zgrubieniem błony wewnętrznej wskutek nagromadzenia się w niej substancji tłuszczowych, włókien kolagenowych, mukopolisacharydów i soli wapnia, bądź to jako proces gromadzenia się lipidów pochodzących z osocza i rozrostu tkanki łącznej. Produktem tego procesu jest włóknisto-lipidowa blaszka miażdżycowa. Przyczyny tych procesów są bardzo różnorodne, jak: dopływ estrów cholesterolu, nikotyny, tlenu węgla, nadciśnienie tętnicze itp. Nie wchodząc bliżej w różnorodność tych przyczyn, proponujemy równanie ewolucji uszkodzeń tętnic wieńcowych, odpowiadających miażdżycy, w postaci:

$$\frac{dH}{d\tilde{t}} = \sum_i b_i u_i f(s) - b_0 H \quad (15)$$

gdzie  $\tilde{t}$  oznacza czas rozwoju miażdżycy (przesunięty w stosunku do  $t$ ),  $u_i$  charakteryzują ilościowo poszczególne przyczyny,  $b_i$  są współczynnikami wrażliwości,  $b_0$  – współczynnikiem regeneracji, związanej np. z pochłanianiem lipidów przez makrofagi. Funkcja  $f(s)$  określa przy tym rozkład zmian miażdżycowych wzdłuż poszczególnych tętnic wieńcowych: istnieją np. miejsca szczególnie predysponowane do rozwoju zmian miażdżycowych. Wynik całkowania równia (15) określi funkcję  $H = H_0(\tilde{t}_0, s)$ , czyli warunek początkowy dla równania (8); w dalszym ciągu  $\tilde{t} = \tilde{t}_0$  zostanie zastąpiony  $t = 0$ , gdyż, zgodnie z przytoczonymi powyżej uwagami, czas dla równania (8) będzie liczony oddzielnie:  $t = \tilde{t} - \tilde{t}_0$ . Oczywiście, samo równanie (15) wymaga również warunku początkowego. Zakładając, że w chwili urodzenia naczynia wieńcowe nie są uszkodzone (co oczywiście nie jest ogólnie słuszne), można tu przyjąć warunek  $H = 0$  dla  $\tilde{t} = 0$ .

## 6. Równania ewolucji w postaci bezwymiarowej

Zanim przejdziemy do bardziej szczegółowej analizy równania ewolucji (8), sprowadzimy je do postaci bezwymiarowej, redukując w ten sposób liczbę parametrów. Dzieląc to równanie stronami przez  $G_2$  otrzymujemy:

$$\frac{1}{G_2} \frac{dH}{dt} = \frac{1}{G_1 G_2} \frac{N^n}{(1-H)^m} - \left[ (H - H_0) - \frac{\psi}{1-H_0} (H - H_0)^2 \right] \quad (16)$$

Moduły  $G_1$  i  $G_2$  mogą być funkcjami czasu w dwojaki sposób. Po pierwsze, mogą ulegać dość szybkiej zmianie, np. w wyniku zastosowania leków; po drugie, ulegają powolnej zmianie (z reguły zmniejszają się) wraz z wiekiem pacjenta. Przy rozpatrywaniu równania (16), gdzie czas mierzy się w godzinach i minutach, ta druga zmiana nie jest szczególnie istotna, natomiast pierwszą należy uwzględnić. Wprowadzimy więc najpierw bezmiarowy czas  $\tau$  wzorem różniczkowym:

$$d\tau = G_2(t) dt \quad (17)$$

Dalej oznaczymy iloczyn modułów  $G_1 G_2$  przez  $G$  i uwzględnimy jego zależność od czasu wzorem:

$$G = G_0 g(\tau) \quad (18)$$

gdzie  $G_0$  jest wartością odniesienia, np. bez zastosowania leków; funkcję  $g(\tau)$  omówimy bardziej szczegółowo w p.8. Wprowadzając jeszcze bezwymiarową moc serca  $p$  wzorem:

$$p = \frac{N}{\sqrt[n]{G_0}}, \quad (19)$$

możemy wyrugować wszystkie wielkości wymiarowe i zamiast (8) napisać:

$$\frac{dH}{d\tau} = \frac{p^n}{(1-H)^m g(\tau)} - \left[ (H - H_0) - \frac{\psi}{1-H_0} (H - H_0)^2 \right] \quad (20)$$

Ponieważ  $n$ ,  $m$  i  $\psi$  mogą być traktowane jako stałe dla danego organizmu (zmieniają się nieznacznie w dłuższym okresie), więc proces narastania uszkodzeń  $H$  jest tu przedstawiony jako zależny od jednego tylko parametru bezwymiarowego  $p$ .

Aby ocenić liczbowe wartości bezwymiarowego czasu  $\tau$ , wprowadzonego równaniem (17), scałkujemy równanie (20) w najprostszym, trochę abstrakcyjnym przypadku braku obciążenia serca i liniowej regeneracji  $p = \psi = 0$ . Wtedy całka ma postać:

$$H - H_0 = [H(0) - H_0] e^{-\tau} \quad (21)$$

gdzie  $H(0)$  oznacza wartość uszkodzeń na początku rozpatrywanego procesu regeneracji. Po upływie czasu  $\tau = 1$  nadwyżka uszkodzeń ponad  $H_0$  zmalałaby do  $1/e$ , czyli 0.367 wartości pierwotnej dla  $\tau = 0$ . Jest to raczej duża redukcja, wymagająca dość znacznej wartości czasu fizycznego  $t$ : można przyjąć, że dla poszczególnych organizmów  $\tau = 1$  odpowiada  $t$  równemu kilku lub kilkunastu godzinom. Natomiast w rozpatrywanym w p.2 przypadku złamania kości, podobnie wprowadzony czas bezwymiarowy odpowiadałby jeszcze dłuższym czasem fizycznym:  $\tau = 1$  odpowiadałby kilkunastu lub kilkudziesięciu dniom.

Podobnie sprowadzimy do postaci bezwymiarowej równania (12), (13) i (14). Różniczkując (13) względem czasu otrzymujemy najpierw, przy uwzględnieniu (14):

$$\frac{dk}{dt} = \frac{\mu}{\left(\frac{dN_e}{dk}\right)_0} \frac{dN}{dt} \quad (22)$$

Porównanie (22) i (12) przy wykorzystaniu (14) prowadzi do równania:

$$\mu \frac{dN}{dt} = \left(\frac{dN_e}{dk}\right)_0 \bar{N} - c_3(\mu N - N_0) \quad (23)$$

Wprowadzając teraz bezwymiarowy czas  $\tau$  równaniem (17), bezwymiarowe moce serca  $p$  i  $p_0$  wzorem (19) i analogicznym dla  $p_0$ , wreszcie definiując bezwymiarową moc obciążeń zewnętrznych  $z$  i bezwymiarowy stosunek modułów regeneracji  $\lambda$  wzorami:

$$z = \frac{1}{G_2 \sqrt[n]{G_0}} = \left(\frac{dN_e}{dk}\right)_0 \bar{N}, \quad \lambda = \frac{c_3}{G_2} \quad (24)$$

zapiszemy (23) w formie bezwymiarowej następująco:

$$\frac{dp}{d\tau} = \frac{z}{\mu} - \lambda \left( p - \frac{p_0}{\mu} \right) \quad (25)$$

Warunek początkowy dla tego równania można przyjąć w postaci:

$$p = \frac{p_0}{\mu} \quad \text{dla} \quad \tau = 0 \quad (26)$$

co odpowiada stanowi równowagi przed przyłożeniem obciążenia  $z$ .

## 7. Opis dławicy piersiowej stabilnej i niestabilnej

W przeciwieństwie do klasycznego równania kontynualnej mechaniki uszkodzeń (3), które dopuszcza stan ustalony  $dD/dt = 0$  jedynie przy braku obciążeń  $\sigma = 0$ , proponowane równanie ewolucji uszkodzeń tętnic wieńcowych (20) i równanie ewolucji obciążeń serca (25) opisują stany ustalone również przy obciążeniu różnym od zera. Przyjmując  $dH/d\tau = 0$  i  $dp/d\tau = 0$  otrzymujemy z (20) i (25) równania:

$$p^n = (1 - H)^m \left[ (H - H_0) - \frac{\psi}{1 - H_0} (H - H_0)^2 \right] g(\tau) \quad (27)$$

$$\frac{z}{\mu} = \lambda \left( p - \frac{p_0}{\mu} \right) \quad (28)$$

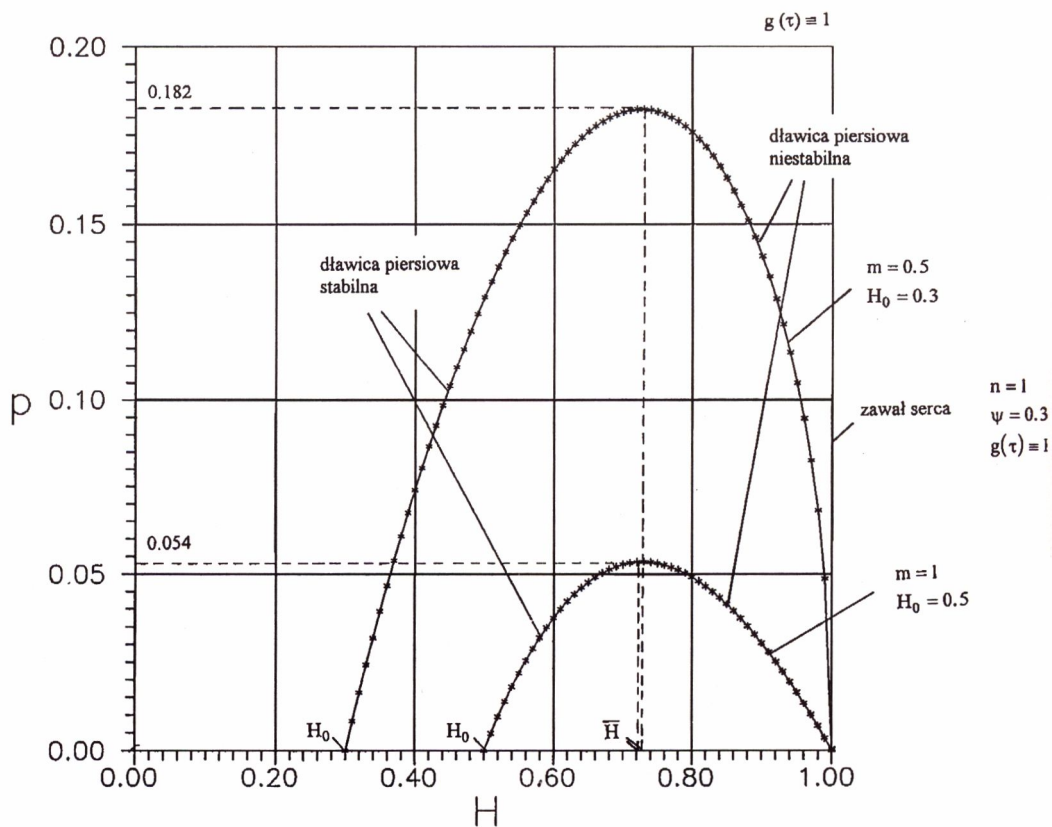
Drugie z tych równań określa moc serca  $p$  w stanie ustalonym, przy mocy obciążeń zewnętrznych  $z = \text{const}$ , lub w stanie quasi-ustalonym, przy wolno zmiennej funkcji  $z = z(\tau)$ . Ma ono zawsze jeden pierwiastek  $p$ :

$$p = \frac{z + \lambda p_0}{\lambda \mu} \quad (29)$$

Natomiast równanie (27), przy znanej mocy serca  $p$ , może być traktowane jako nieliniowe równanie algebraiczne o niewiadomej  $H$  – poziomie uszkodzeń w stanie ustalonym lub quasi-ustalonym. Zależnie od wartości  $p$  i  $g(\tau)$  równanie to może mieć w przedziale  $0 \leq H \leq 1$  dwa pierwiastki lub jeden pierwiastek podwójny, lub może nie mieć żadnego pierwiastka rzeczywistego. Gdy  $p = 0$ , to z (27) wynikają dwa pierwiastki  $H = H_1^* = H_0$  oraz  $H = H_2^* = 1$ ; pierwszy odpowiada tętnicom wieńcowym uszkodzonym jedynie w wyniku miażdżycy, natomiast drugi – uszkodzeniu całkowitemu (zawałowi). Ze wzrostem mocy serca  $p$  otrzymujemy początkowo



( $m = 0.5$ ), natomiast drugi – serca mniej zdrowego, o większej miażdżycy ( $H_0 = 0.5$ ) i mniejszej odporności na działanie uszkodzeń ( $m = 1$ ). W pierwszym przypadku  $p_{\max}$  jest więc znacznie większe niż w drugim, natomiast w obu przypadkach graniczne wartości  $\bar{H}$  są niemal równe i zbliżone do wartości, powyżej której przyjmuje się, że komórki mięśnia sercowego ulegają uszkodzeniu. Wykresy funkcji  $p = p(H)$  w obu omawianych przypadkach zestawu danych liczbowych pokazano na rys.2.



Rys. 2. Związek między mocą serca  $p$  a parametrem uszkodzeń  $H$  w stanach ustalonych.  
Opis dławicy piersiowej stabilnej i niestabilnej

dwa pierwiastki, z których pierwszy leży na gałęzi wychodzącej z  $H = H_0$ , a drugi na gałęzi wychodzącej z  $H = 1$ . Pierwszy z tych pierwiastków odpowiada procesowi stabilnemu, mianowicie ze wzrostem  $p$  rośnie  $H = H_1^*$ , natomiast drugi odpowiada procesowi niestabilnemu, bowiem dalszy wzrost  $H = H_2^*$  odpowiada już zmniejszaniu  $p$ . Graniczna wartość (pierwiastek podwójny)  $H_1^* = H_2^* = \bar{H}$  odpowiada maksimum funkcji  $p = p(H)$  określonej wzorem (27). Przystawiając pochodną  $dp/dH$  do zera otrzymujemy równanie kwadratowe:

$$aH^2 + bH + c = 0 \quad (30)$$

gdzie

$$a = (2 + m)\psi$$

$$b = -(1 + m + 2\psi) + (1 + m)(1 - 2\psi)H_0 \quad (31)$$

$$c = 1 - (1 - m - 2\psi)H_0 - m(1 - \psi)H_0^2$$

Ponieważ  $b < 0$ , więc pierwiastek równania (30) leżący w przedziale  $0 \leq H \leq 1$  można zapisać w postaci:

$$H = \bar{H} = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{2c}{-b + \sqrt{\Delta}} \quad (32)$$

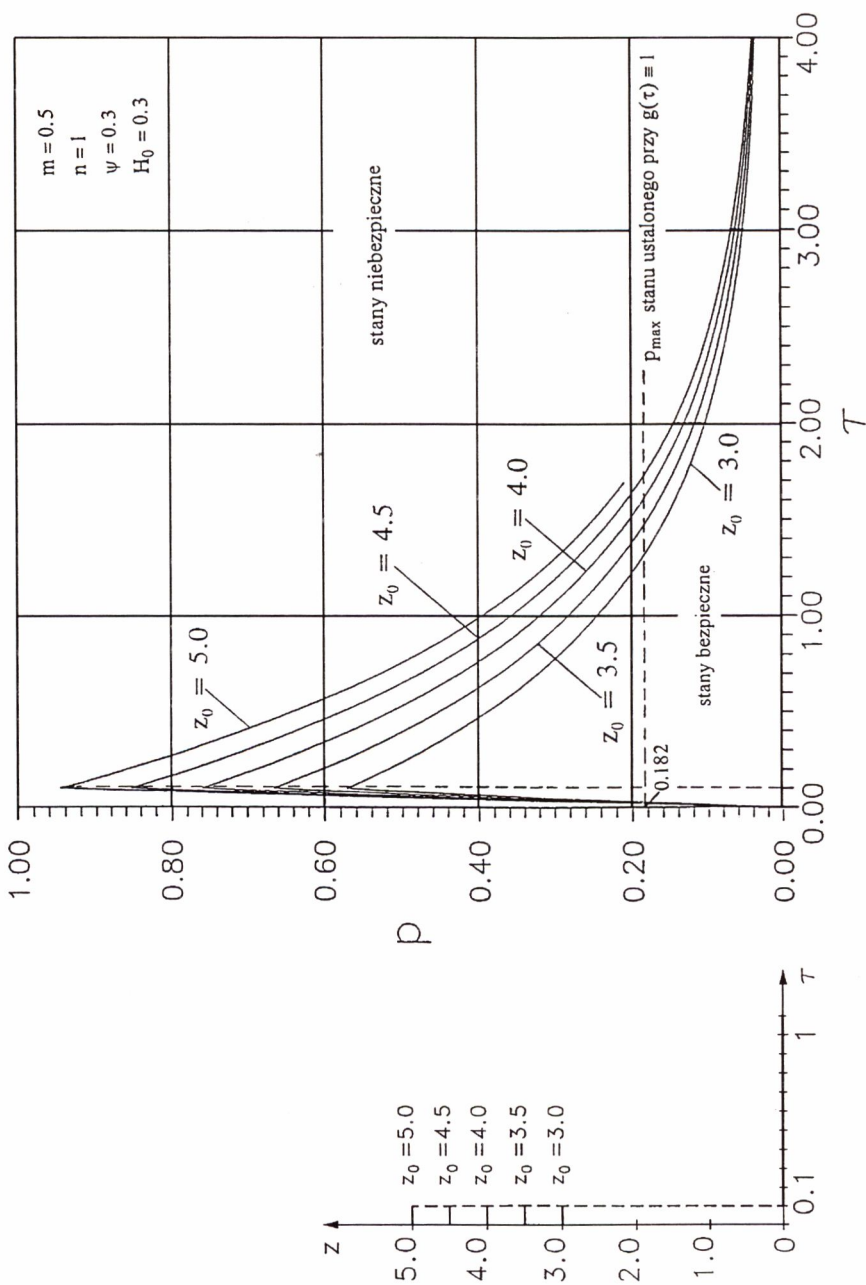
gdzie  $\Delta = b^2 - 4ac$  jest wyróżnikiem równania kwadratowego. Obie formy wzoru (32) są równorzędne, jednak druga z nich jest dogodniejsza: gdy np.  $\psi \rightarrow 0$ , to również  $a \rightarrow 0$  i pierwsza forma wzoru (32) wymaga przejścia granicznego, podczas gdy druga określa poprawną wartość pierwiastka bez żadnych działań dodatkowych. Odpowiednia maksymalna wartość mocy serca  $p$  dla stanu ustalonego  $p = p_{\max}$  wynosi:

$$p_{\max} = \sqrt[n]{(1 - \bar{H})^m \left[ (\bar{H} - H_0) - \frac{\psi}{1 - H_0} (\bar{H} - H_0)^2 \right] g(\tau)} \quad (33)$$

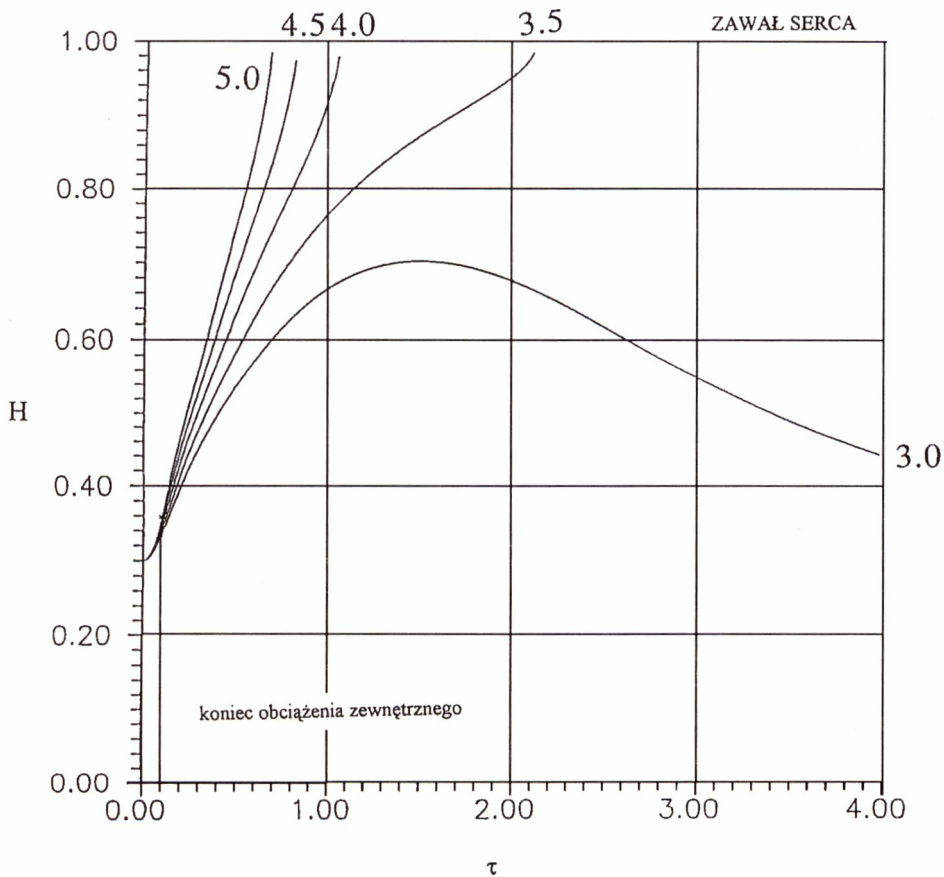
Przykładowo, gdy  $m = 0.5$ ,  $\psi = 0.3$ ,  $H_0 = 0.3$ ,  $n = 1$ ,  $g(\tau) \equiv 1$ , to  $\bar{H} = 0.726$ ,  $p_{\max} = 0.182$ ; gdy  $m = 1$ ,  $\psi = 0.3$ ,  $H_0 = 0.5$ ,  $n = 1$ ,  $g(\tau) \equiv 1$ , to  $\bar{H} = 0.728$ ,  $p_{\max} = 0.054$ . Pierwszy przykład dotyczy serca bardziej zdrowego, przy mniejszej miażdżycy tętnicy wieńcowej ( $H_0 = 0.3$ ) i większej odporności na działanie uszkodzeń

Uzasadniona może więc być interpretacja, iż w omawianym modelu pierwsza gałąź pierwiastka  $H = H_1^*$  może opisywać dławicę piersiową stabilną (gdy  $H < \bar{H}$  dla każdego  $s$ ), natomiast druga gałąź  $H = H_2^*$  bądź też wartość obciążenia serca  $p$  większa niż  $p_{\max}$  (33) odpowiada dławicy piersiowej niestabilnej. W tym ostatnim przypadku stan ustalony nie jest w ogóle możliwy, natomiast możemy do niego doprowadzić przez zmniejszenie obciążenia serca  $p$  lub przez powiększenie funkcji  $g(\tau)$ , np. w wyniku zastosowania odpowiednich leków. Bez zmniejszenia  $p$  lub powiększenia  $g(\tau)$  mamy co najmniej dla niektórych wartości współrzędnej  $s$  pochodną  $dH/d\tau$ , (20), zawsze dodatnią, co prowadzi do przypadku krytycznego  $\sup H = 1$ , odpowiadającego zawałowi serca.

Dla przykładu scałkowano równanie ewolucji (25) przy pierwszym podanym powyżej zestawie parametrów  $m$ ,  $\psi$ ,  $H_0$  oraz przy następującym programie obciążenia zewnętrznego:  $z = z_0$  dla  $0 < \tau < 0.1$  i  $z = 0$  dla  $\tau > 0.1$  (stałe obciążenie działa tylko w przedziale czasowym o długości 0.1). Przyjęto pięć różnych wartości stałej bezwymiarowej mocy obciążeń zewnętrznych:  $z_0 = 3, 3.5, 4, 4.5$  oraz 5. Wyniki całkowania przy warunku początkowym  $p_0 = 0.01$  dla  $\tau = 0$  pokazano na rys. 3: podczas działania obciążenia niezbędna bezwymiarowa moc serca  $p$  gwałtownie rośnie, przekraczając dopuszczalną wartość procesu ustalonego, wynoszącą tu  $p_{\max} = 0.182$ , następnie monotonicznie maleje. Wobec przekroczenia  $p_{\max}$  możliwe jest powstanie zawału. Istotnie, odpowiednie całki równania (20), określające parametr uszkodzenia tętnic wieńcowych  $H = H(\tau)$  bez zastosowania leków,  $g(\tau) \equiv 1$ , pokazano na rys. 4. Tylko w przypadku  $z_0 = 3$  udaje się uniknąć zawału, natomiast przy większych wartościach  $z_0$  dochodzimy do wartości uszkodzenia  $H = 1$ , charakteryzującej zawał serca.



Rys. 3. Zależność niezbednej mocy serca  $p$  od czasu  $\tau$  przy różnych programach obciążenia zewnątrznych



Rys. 4. Zależność parametru uszkodzeń  $H$  od czasu  $\tau$  bez podania leków

## 8. Ocena wpływu leków i innych form terapii

Zgodnie z opisem podanym w p.7 przejście dławicy piersiowej stabilnej w niestabilną i zbliżenie się do zawału zależy w istotny sposób od modułu  $G$ , czyli od funkcji  $g(\tau)$ , (18). Jej wartość może być podniesiona przez zastosowanie leków lub innych terapii (np. diety lub ćwiczeń gimnastycznych). Zaproponujemy tu opis wpływu zastosowania leków na wartość tej funkcji.

Niewielka dawka stosownie dobranego leku podnosi wartość modułu, natomiast przedawkowanie jest z reguły szkodliwe. Najprostszy opis takiego oddziaływania można otrzymać przez zastosowanie funkcji kwadratowej mas poszczególnych leków:

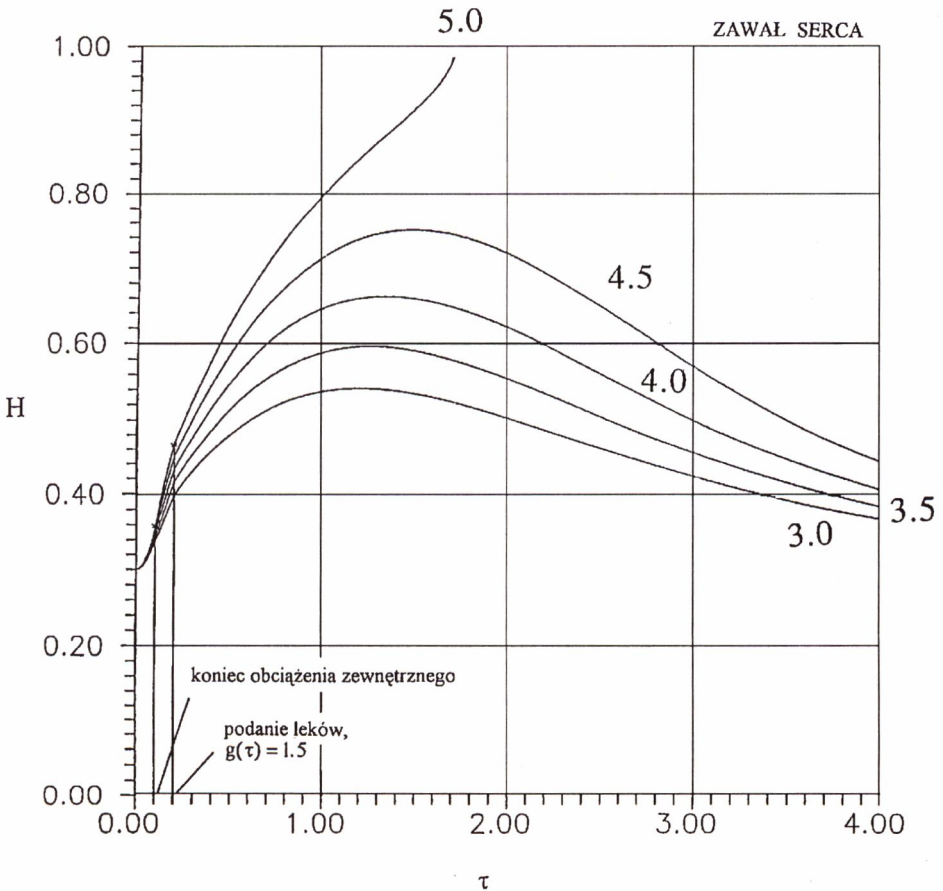
$$g(\tau) = 1 + \sum_{j=1}^M b_j m_j f_j(\tau - \tau_0) + \sum_{j=1}^M \sum_{l=1}^M b_{jl} m_j m_l f_j(\tau - \tau_0) f_l(\tau - \tau_0) \quad (34)$$

gdzie  $M$  oznacza liczbę jednocześnie podanych leków w chwili  $\tau = \tau_0$ ,  $m_j$  – ich masę,  $b_j$  – dodatnie współczynniki liniowego oddziaływania jednostkowej masy poszczególnych leków,  $b_{jl}$  – współczynniki „nadużycia” leków i ich interakcji. Forma kwadratowa, stanowiąca trzeci wyraz wzoru (34) musi być ujemnie określona, gdyż praktycznie zawsze występuje efekt przedawkowania leków. Wynika stąd, że wszystkie współczynniki diagonalne (jednoimienne)  $b_{jj}$  są ujemne, natomiast wyrażające interakcję leków pozadiagonalne współczynniki  $b_{jl}$ ,  $j \neq l$ , są dodatnie w przypadku leków wzajemnie agonistycznych, a ujemne w przypadku leków wzajemnie antagonistycznych. Nieujemne funkcje  $f_j(\tau - \tau_0)$  charakteryzują oddziaływanie w czasie poszczególnych leków podanych w chwili  $\tau = \tau_0$ ; z reguły funkcja taka osiąga maksimum po upływie kilkunastu minut od doustnego podania leku, a po upływie kilku minut od podania dożylnego, natomiast jej wartość spada praktycznie do zera po kilku godzinach lub kilku dniach, co oznacza konieczność podania następnej dawki, jeżeli obciążenie serca  $p$  w tym czasie odpowiednio nie spadnie.

Do wzoru (34) można by również włączyć czynniki negatywne, jak np. nikotynę, wtedy odpowiednie współczynniki  $b_j$  są ujemne.

Zwiększenie modułu  $G$  zgodnie ze wzorem (34) podwyższa wartość  $p_{\max}$  (33) i może spowodować powrót od stanu niestabilnego do ustalonego. Dla przykładu scałkowano jeszcze raz równanie ewolucji (20) przy tym samym zestawie parametrów i programie obciążenia zewnętrznego, ale przy założeniu, że w chwili

$\tau = 0.2$ , a więc po czasie dwukrotnie dłuższym od okresu działania obciążenia zewnętrznego, podano leki zwiększające skokowo wartość  $g(\tau)$  z  $g = 1$  na  $g = 1.5$ . Wyniki pokazano na rys. 5; oczywiście dla  $\tau > 0.2$  wzrost uszkodzeń  $H$  jest wolniejszy niż na rys. 4 i do zawalu dochodzi tylko przy największym obciążeniu zewnętrznym  $z_o = 5$ .



Rys. 5. Zależność parametru uszkodzeń  $H$  od czasu  $\tau$  przy podaniu leków w chwili  $\tau = 0.2$

Istnieją również inne, bardziej radykalne metody zmniejszenia parametru uszkodzenia tętnic wieńcowych  $H$ . Należy tu np. angioplastyka wieńcowa (balonikowanie), polegająca na poszerzeniu tętnic przez zastosowanie podwyższonego ciśnienia wewnętrznego i wykorzystanie właściwości plastycznych tętnicy. W istocie materiał ścianki tętnicy może być scharakteryzowany jako lepkoplastyczny; w wyniku własności lepkich przekrój ulega stopniowemu zmniejszaniu w czasie. Jeszcze bardziej radykalną metodą jest wszczepienie pomostów wieńcowych (bypass); wtedy wartość  $H_c$  dla tętnicy wieńcowej zostaje w sposób skokowy zastąpiona wartością  $H_v$  zastosowanej własnej żyły odpiszczelowej pacjenta, zazwyczaj znacznie mniejszą od  $H_c$ .

## 9. Uwagi końcowe

Zaproponowany w obecnej pracy opis ma charakter fenomenologiczny i ujęcie deterministyczne, zatem – jak już wspomnieliśmy – nie może ująć np. takich zjawisk, jak powstawanie zawałów serca w wyniku oderwania się blaszki miażdżycowej od ścianki tętnicy wieńcowej. Może natomiast stanowić punkt wyjścia do ujęcia probabilistycznego, opisującego zjawiska tego typu. Tym niemniej, zaproponowane podejście wydaje się dość adekwatnie opisywać podstawowe cechy rozwoju choroby wieńcowej, a mianowicie miażdżycy, dławicy piersiowej stabilnej i niestabilnej oraz zawałów serca, wywołanych skurczem nałożonym na miażdżycę, a także ujmuje wpływ leków na przeciwdziałanie tym formom choroby.

*Na zakończenie autor pragnie wyrazić serdeczne podziękowania za liczne konsultacje z zakresu kardiologii, jakich udzieliła mu Jolanta Kulczycka-Życzkowska, a także za krytyczne i w znacznym stopniu uwzględnione w obecnej wersji uwagi, które przekazali Jacek Bednarek i Marek Biesiada.*



---

## An attempt to describe heart attacks via continuum damage mechanics

Continuum damage mechanics, in its simplest form, introduces a scalar measure of local damage,  $D = D(X)$ . If  $D = 1$  at a certain point  $X$  then a macrocrack starts: depending on the position of  $X$  it either results in total failure of the structure, or just it means a serious warning to the structure.

Evolution equations for  $D$  proposed till now refer to structural materials, it means to dead materials. In such materials  $D$  may just increase in time. First, a generalization of these evolution equations for biological, living materials is proposed. It allows for recovery and decrease of damage in time. Then, an analogy with evolution of coronary arteries disease is established. If we denote by  $H = H(s)$  the ratio of actual narrowing of coronary artery to the initial lumen (heart damage), then the condition  $H = 1$  at a certain point  $s$  means complete blocking of the artery at this point resulting in a heart attack. Depending on the position of this point  $s$  it may lead to death of the patient or just to serious warning.

Making use of this analogy, an evolution equation for the heart damage is proposed with the stress replaced by the the heart power. Further, another evolution equation describes the necessary heart power in terms of external loadings of the organism as a whole. Dependence of parameters of these equation on the medicine taken is studied. Numerical integration of the evolution equations proposed makes it possible to distinguish loadings leading to a heart attack from those subject to recovery.



*Prof. zw. dr hab. inż. Michał Życzkowski w asyście JM Rektora, prof. zw. dra hab. Józefa Nizioła i dziekana Wydziału Mechanicznego, prof. zw. dra hab. inż. Jerzego Cyklisa (rozpoczęcie uroczystości)*



*Prof. zw. dr hab. inż. Michał Życzkowski  
w czasie laudacji*



*Wręczenie dyplomu prof. zw. drowi hab. inż. Michałowi Życzkowskiemu  
przez JM Rektora, prof. zw. dra hab. Józefa Nizioła*



*Wykład prof. zw. dra hab. inż. Michała Życzkowskiego podczas uroczystości nadania tytułu doktora honoris causa*



**W** roku Jubileuszu 50-lecia Politechniki Krakowskiej Senat Uczelni uhonorował tytułem doktora honoris causa dwóch wybitnych przedstawicieli nauki europejskiej. Są to Profesorowie: Gerard D. GALLETLY z University of Liverpool oraz Henk C. van der PLAS z Wageningen Agricultural University.

Reprezentują Oni odmiennie uwarunkowane na naszej Uczelni dziedziny:

**MECHANIKĘ**, kierunek leżący u podstaw powstania Politechniki Krakowskiej – okrzepły, rozwinięty i umocniony rangą znakomitych Profesorów naszej Uczelni,

**CHEMIĘ ORGANICZNĄ** – dziedzinę, która w ramach odrębnego Wydziału została podjęta na Uczelni dwadzieścia lat później; jest ona ciągle rozwijana i niezmiennie umacnia swą pozycję.

Te dwa wyróżnienia symbolizują dynamikę rozwoju Politechniki Krakowskiej – ośrodka twórczego w poszukiwaniach naukowych.

Elżbieta Nachlik  
Prorektor Politechniki Krakowskiej

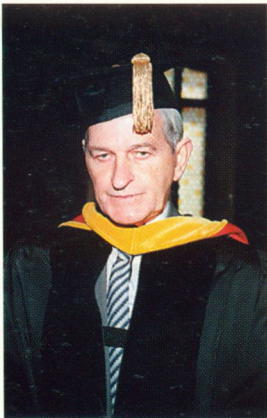




Profesor

---

Gerard Duncan Galletly



*Quod felix faustum fortunatumque sit*

Nos

Rector et Senatus

POLYTECHNICAE THADDAEO-KOSCIUSZKIANAE  
CRACOVIENSIS

ex auctoritate Facultatis Mechanicae

in virum doctissimum ac clarissimum

**GERARDUM DUNCANUM GALLETLY**

doctorem scientiarum technicarum, Academiae Scientiarum Technicarum Regiae Londoniensis socium, professorem honoris causa nominis Alexandri Elder in arte mechanica adhibenda in Universitate Liverpoolensi, olim Decanum Spectabilem Facultatis Mechanicae et olim Rectorem Magnificum partis technicae eiusdem Universitatis, plurimis nummis honorariis et praemiis ornatum

qui multa ac nobilissima conscripsit opera ad staticam, dynamicam et stabilitatem tegimentorum pertinentia, qua re de mechanica constructionum excolenda ac provehenda optime est meritus

qui ad laborum studiorumque societatem fructuosissimam inter Britannos et Polonos iungendam confirmandamque plurimum contulit

**doctoris honoris causa**

nomen et dignitatem, iura ac privilegia contulimus atque in eius rei fidem hoc diploma Polytechnicae Cracoviensis sigillis sancendum curavimus.

Dabamus Cracoviae, die vicesima quarta mensis Mai anno millesimo nongentesimo nonagesimo quinto

Michael ŻYCZKOWSKI

scientiarum technicarum doctor  
mechanicae professor

PROMOTOR



Georgius CYKLIS

scientiarum technicarum doctor  
machinarum construendarum professor

DECANUS

Josephus NIZIOL

scientiarum technicarum doctor  
mechanicae professor

POLYTECHNICAE CRACOVIENSIS RECTOR

Profesor

---

# Gerard Duncan Galletly

Profesor G. D. Galletly urodził się w Anglii 17 marca 1928 roku. Ukończył z wyróżnieniem studia pierwszego stopnia (B. Eng.) w Liverpoolu w roku 1947, a drugiego stopnia w M. I. T. (Cambridge, Mass., USA) i w Liverpoolu w roku 1950. Doktorat pierwszego stopnia uzyskał w M. I. T. w roku 1952 (Sc.D.), a drugiego stopnia – w Liverpoolu w 1977 roku (D.Eng.).

W latach: 1947-1949 pracował jako urzędnik cywilny w Royal Air Force, 1950-1952 – jako asystent w M.I.T., 1952-1955 – jako kierownik działu płyt i powłok instytutu badawczego David Taylor Model Basin, US Navy, Washington, 1955-1961 – jako specjalista w Shell Development Co., Emeryville, California, 1961-1964 – jako zastępca dyrektora instytutu badawczego Pratt and Whitney Aircraft, North Haven, Connecticut. Ten okres 12 lat pracy w bardzo nowoczesnych i wysoko rozwiniętych ośrodkach badawczo-rozwojowych amerykańskiego przemysłu okrętowego i lotniczego wyrobił w prof. Galletlym duże wyczucie inżynierskie, umiejętność łączenia badań teoretycznych z doświadczalnymi, a także zwrócił uwagę na znaczenie wprowadzania najnowszych wyników badań naukowych do norm przemysłowych.

Od roku 1964 do chwili obecnej prof. G. D. Galletly jest zatrudniony na University of Liverpool na stanowisku profesora i kierownika Katedry Mechaniki Stosowanej Wydziału Mechanicznego (Applied Mechanics Division). Od roku 1987 uzyskał specjalny tytuł honorowy Alexander Elder Professor of Applied Mechanics. W latach 1967-1968, 1970-1972 i 1977-1980 pełnił funkcję kierownika (dziekana) Wydziału Mechanicznego, a w latach 1980-1983 dziekana (rektora) części technicznej uniwersytetu.

Wykaz publikacji Profesora obejmuje 107 pozycji, zamieszczonych w większości w znanych czasopismach o szerokim zasięgu, jak "Journal of Applied Mechanics" ASME, "Journal of the Society of Industrial and Applied Mathematics" (SIAM), "Pressure Vessels and

Piping”, “Nuclear Engineering and Design”, “International Journal of Solids and Structures”, “Ingenieur-Archiv”, “AIAA Journal”, “Journal of Pressure Vessel Technology”, “Journal of Strain Analysis”. Dotyczą one w pierwszym rzędzie statyki, dynamiki i stateczności powłok, w szczególności sprężysto-plastycznej stateczności powłok, a od roku 1989 również stateczności powłok kompozytowych.

Publikacje prof. Galletly'ego już od lat pięćdziesiątych zyskują wysoką ocenę środowiska naukowego i inżynierskiego. W roku 1960 ukazało się nakładem ASME wydawnictwo zbiorowe *Pressure Vessel and Piping Design*; obejmuje ono reprodukcje 65 klasycznych prac z tej dziedziny, opublikowanych w latach 1927-1959, m. in. prace Karmana i Tsien, Orowana, Wahla i Bijlaarda. Zamieszczenie w tej książce reprodukcji aż dwóch prac prof. Galletly'ego, mianowicie *Influence Coefficients for Open-Crown Hemispheres* oraz *Torispherical Shells-A Caution to Designers*, stanowi dowód bardzo wysokiego uznania, jakim już wtedy darzono autora.

Za swe późniejsze prace prof. Galletly otrzymał liczne nagrody i wyróżnienia. Praca *Elastic-plastic Buckling of Internally-Pressurized Thin Torispherical Shells* została w roku 1979 wyróżniona przez American Society of Mechanical Engineering jako najlepsza praca roku, praca *Torispherical Shells Under Internal Pressure* uzyskała w roku 1986 nagrodę im. Thomasa Bernarda Halla angielskiego Institution of Mechanical Engineers, praca *Design Equations for Preventing Buckling in Fabricated Torispherical Shells Subjected to Internal Pressure* otrzymała w roku 1987 nagrodę im. Ernesta Williama Mossa tej samej instytucji, natomiast praca *Internally-Pressurized Machined Dome Ends* uzyskała w roku 1990 nagrodę im. Donalda Juliusa Groena tej samej instytucji. Najcenniejszymi wyróżnieniami były jednak: wybór na członka Royal Academy of Engineering w roku 1989 oraz przyznanie międzynarodowego medalu uznania za prace z dziedziny wybożenia powłok podczas konferencji powłokowej w Lyonie w 1991 roku.

Bogata jest działalność organizacyjna prof. Galletly'ego. Od roku 1974 jest członkiem Brytyjskiego Komitetu Normalizacyjnego i Podkomitetu Naczyní Ciśnieniowych, a od roku 1975 delegatem brytyjskim do Europejskiego Komitetu Konstrukcji Stalowych, ECCS, gdzie współpracuje przy tworzeniu europejskich norm w zakresie wybożenia powłok. Od roku 1970 jest członkiem Rady Redakcyjnej miesięcznika “International Journal Mechanical Sciences”, a od roku 1984 – kwartalnika ASME “Journal of Pressure Vessel Technology”. Uczestniczył w wielu kongresach i sympozjach międzynarodowych, a w roku 1994 był głównym organizatorem Sympozjum „Euromech 317”,

Buckling Strength of Imperfection-Sensitive Shells, 21-23 marca 1994. Uzyskał ogółem 6 grantów komitetu brytyjskiego S. E. R. C. na łączną sumę ponad 800 tysięcy funtów brytyjskich. Jest promotorem 8 ukończonych prac doktorskich.

Współpraca międzynarodowa prof. Galletly'ego jest bardzo rozległa. W wykazie jego dorobku naukowego znajdują się prace opublikowane wspólnie z Amerykanami, Niemcami, Arabami, Hindusami, ale zupełnie wyjątkową pozycję zajmuje współpraca z Polakami: spośród wspomnianych 107 ogółem opublikowanych prac aż 35 pozycji ma współautorów polskich. Liczba ta obejmuje 8 prac ze współautorami z Instytutu Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn PK (4 prace z doktorem J. Krużeleckim i 4 prace z doktorem A. Mucem). Obaj wymienieni tu współautorzy przebywali po kilkanaście miesięcy w Liverpoolu, a następnie habilitowali się na Wydziale Mechanicznym PK, przy czym w obu przypadkach habilitacje zostały znacznie przyspieszone dzięki współpracy z prof. Galletlym. Ponadto współpraca dra A. Muca z Profesorem zaowocowała rozwojem teorii kompozytów na Wydziale Mechanicznym PK – przez cały okres swego pobytu w Liverpoolu dr A. Muc pracował teoretycznie i doświadczalnie nad statecznością powłok kompozytowych.

Należy także wymienić inne liczne formy współpracy naukowej z Polską, w tym z Politechniką Krakowską. W roku 1978 prof. Galletly zaprosił na cykl wykładów prof. A. Sawczuka z IPPT PAN Warszawa; w roku 1980 – prof. R. Bogacza z IPPT (obecnie również profesora Politechniki Krakowskiej); w roku 1988 prof. Z. Waszczyszyna z Politechniki Krakowskiej. Dłuższe pobyty w Liverpoolu, oprócz wspomnianych już staży dra J. Krużeleckiego i dra A. Muca, obejmują dwa staże w ramach British Council, mianowicie dra J. Filipowskiego z Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Koszalinie i dra J. Błachuta z Instytutu Fizyki Politechniki Krakowskiej oraz dwumiesięczny pobyt prof. M. Życzkowskiego z Politechniki Krakowskiej w ramach współpracy Polskiej Akademii Nauk i Royal Society w charakterze "Visiting Professor" (1983). Podczas organizowanego przez prof. Galletly'ego w marcu 1994 roku Sympozjum „Euromech 317” Politechnika Krakowska była reprezentowana przez prof. Z. Waszczyszyna, dra J. Bielskiego i dr M. Radwańską, przy czym prof. Galletly zapewnił im bardzo życzliwe przyjęcie.

Profesor Galletly odwiedził Polskę w roku 1978 biorąc udział w Polskiej Konferencji „Mechaniki Ciała Stałego” w Kozubniku. Natomiast w roku 1990 zamieścił jedną ze swoich prac w specjalnym wydawnictwie poświęconym pamięci prof. A Sawczuka.

## Professor Gerard Duncan Galletly

Professor Gerard Duncan Galletly was born in England on March 17, 1928. He graduated with distinction (B.Eng) in Liverpool in 1947. He was conferred M.Sc at M. I. T. (Cambridge, Mass., USA) and Liverpool in 1950. He was conferred the degree of Sc.D. at M.I.T. in 1952 and the degree of D.Eng in Liverpool in 1977. In the years 1947-49 he was employed as a civil servant for the Royal Air Force, in the years 1950-52 as an assistant lecturer at M.I.T., in the years 1952-55 as head of the division of plates and shells of the David Taylor Model Basin research institute, US Navy, Washington, in the years 1955-61 as specialist for Shell Development Co., Emeryville, California, 1961-64 as vice director of Pratt and Whitney Aircraft research institute, North Haven, Connecticut. The period of twelve years of work for modern and highly developed American ship and aircraft industries helped Prof. Galletly gain good engineering experience, ability to combine theoretical research with practical applications. It also taught him how important it is to introduce the latest research results in industrial standards.

Since 1964 till the present day G. D. Galletly has been on the staff of the University of Liverpool as head of Applied Mechanics Division. In 1987 he was conferred a honorary title of Alexander Elder Professor in Applied Mechanics. In the years 1967-68, 1970-72 and 1977-80 he was head of the Department of Mechanical Engineering, and in 1980-83 he took the post of dean of the Faculty of Engineering of the University.

The list of publications includes 107 items published generally in renowned journals such as "Journal of Applied Mechanics" ASME, "Journal of the Society of Industrial and Applied Mathematics" (SIAM), "Pressure Vessels and Piping", "Nuclear Engineering and Design", "International Journal of Solids and Structures", "Ingenieur-Archiv", "AIAA Journal", "Journal of Pressure Vessel Technology", "Journal of Strain Analysis". They basically deal with statics, dynamics and stability of shells, in particular elasto-plastic stability of shells, and since 1989 also stability of composite shells.

Prof. Galletly's publications were highly appreciated by the scientific and engineering circles as early as the 50's. In 1960 ASME published a collective edition called *Pressure Vessel and Piping Design* including reproductions of sixty five classic works in the field that had been published in the years 1927-59, works by Karman and Tsien, Orowan, Wahl and Bijlaard, among others. Including two of Galletly's

works in the book, i.e. *Influence Coefficients for Open-Crown Hemispheres* and *Torispherical Shells - a Caution to Designers* confirms the appreciation he was shown as early as that.

For his later works Prof. Galletly received many awards and distinctions. *Elastic-Plastic Buckling of Internally Pressurised Thin Torispherical Shells* was distinguished by American Society of Mechanical Engineering as best work of the year in 1979, *Torispherical Shells under Internal Pressure* was given the Thomas Bernard Hall award by the English Institution of Mechanical Engineers in 1986, *Design Equations for Preventing Buckling in Fabricated Torispherical Shells Subjected to Internal Pressure* received the Ernest William Moss award of the same institution in 1987 and in 1990 *Internally Pressurised Machined Dome Ends* got the Donald Julius Groen award of the same institution. However, his achievements were most highly appreciated when was elected a member of the Royal Academy of Engineering in 1989 and when he was given the international medal for achievements in shell buckling, during the shell conference in Lyon in 1991.

Prof. Galletly's contribution in organisational activities is remarkable. Since 1974 he has been a member of the British Standardisation Committee and subcommittee for pressurised vessels, since 1975 a British delegate for the European Committee for Steel Structures, ECCS, in which has participated in creating European Standards for shell buckling. Since 1970 he has been on the Editorial Board of "International Journal of Mechanical Sciences" monthly and since 1984 – ASME "Journal of Pressure Vessel Technology" quarterly. He has participated in many international congresses and symposia. In 1994 he was the chief organiser of Symposium "Euromech 317", Buckling Strength of Imperfection-Sensitive Shells, March 21-23, 1994. He has received the total of six grants from the British Committee S.E.R.C. of over 800 thousand pounds worth. He has supervised eight Ph.D projects.

Prof. Galletly's international cooperation has a wide range. He published works in cooperation with Americans, Germans, Arabs, Indians, but his cooperation with Polish scientists is really remarkable: out of the 107 works mentioned above as many as thirty five have been written in cooperation with the Polish. This number includes eight works with co-authors from the Institute of Mechanics and Machine Design of the Cracow University of Technology (four with J. Kruzelecki and four with A. Muc). Both these co-authors spent several months in Liverpool and next were conferred the second degree of Ph.D at the Faculty of Mechanical Engineering, CUT. The procedures in both cases were quickened due to cooperation with Prof. Galletly. Besides, dr Muc's co-

operation with Prof. Galletly resulted in the development of the theory of composites at the Mechanical Faculty of CUT. During his stay in Liverpool dr Muc worked on the theory of composite shells stability and ran experiments in this field.

Other numerous forms of scientific cooperation with Poland should be mentioned. In 1978 Prof. Galletly invited Prof. A. Sawczuk from IPPT PAS Warsaw to deliver a series of lectures; in 1980 he invited Prof. R. Bogacz from IPPT, now also a professor at CUT; in 1988 Prof. Z. Waszczyszyn from CUT was invited. Two longer stays in Liverpool include scholarships granted by the British Council: dr J. Filipkowski (Higher School of Engineering in Koszalin) and dr J. Błachut (Institute of Physics of CUT) and a two month stay of Prof. Życzkowski from CUT within the cooperation programme between the Polish Academy of Sciences and the Royal Society (1983). At the "Euromech 317" conference CUT was represented by Prof. Z. Waszczyszyn, dr J. Bielski and dr M. Radwańska, who were warmly welcome by Prof. Galletly.

Prof. Galletly visited Poland in 1978 when he participated in the Polish Conference on Mechanics of Solids, Kozubnik. In 1990 he published one of his works in a special edition devoted to the memory of Prof. A. Sawczuk.



## The failure of two large shell structures

First of all, I should like to thank the Cracow University of Technology for honouring me with the award of a 'doctorate honoris causa'. I should also like to thank the Rector, Professor Nizioł, for arranging the degree ceremony to be held in the splendid and historic Aula of the Collegium Maius.

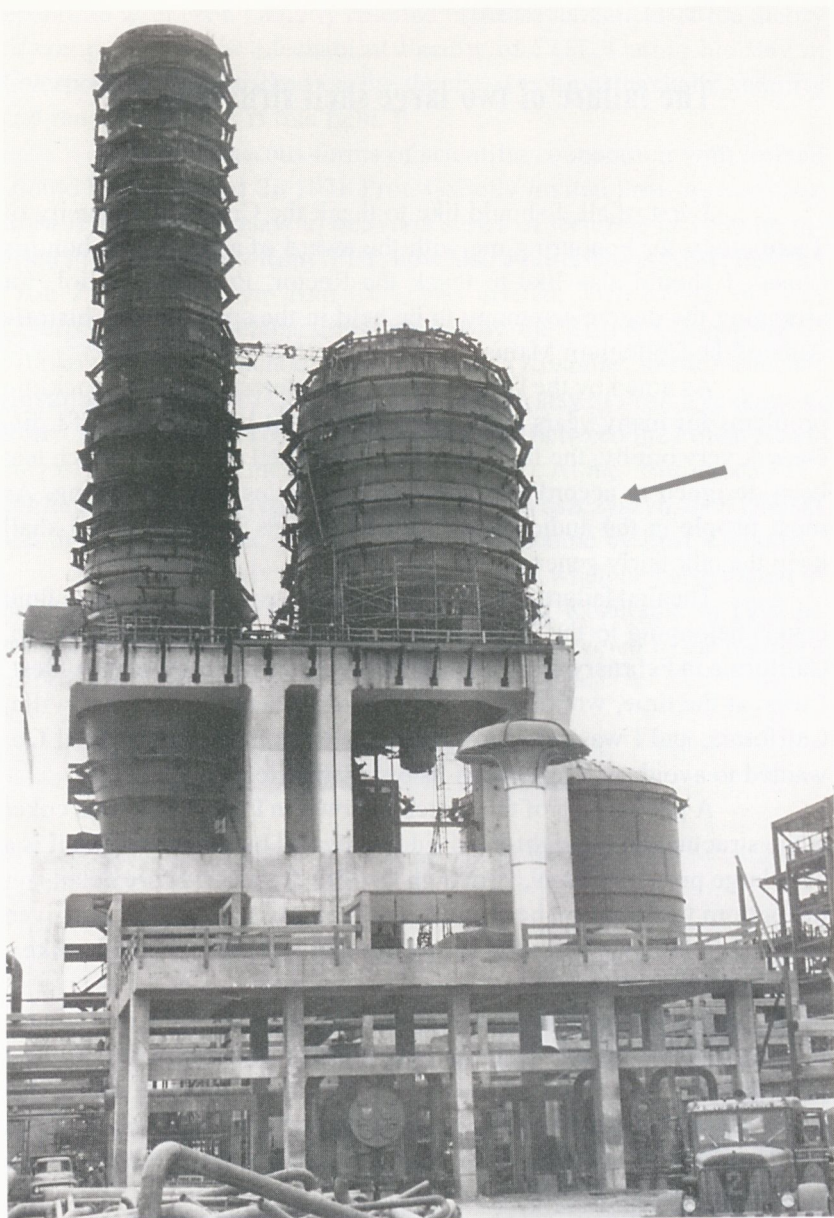
As noted by the Dean, I have been interested in shell buckling problems for many years and I thought it might be of interest if I discussed, very briefly, the failures of two large shell structures which had been designed in accordance with the Code rules then prevailing. As most people in the audience will not be experts in structures, I shall keep the talk fairly general.

The first failure concerns a cylinder-torisphere structure (a fluid coker) belonging to the Tidewater Oil Co. and which failed in Avon, California in February 1956 while undergoing its hydrostatic proof test. I was, at the time, working for Shell Development Co. in Emeryville, California, and I was asked to investigate the failure, as Shell Oil Co. wanted to avoid such failures in its own refineries.

A photograph of the vessel is shown in Fig. 1. The fluid coker is the structure on the right-hand side (indicated by an arrow) and it is a very large pressure vessel, 21m high by 14m diameter. More details on the bottom torispherical head and the vertical cylindrical skirt are given in Fig. 2 (a torispherical shell is part toroidal and part spherical – like a squashed hemisphere).

In a hydrostatic proof test, the test pressure is the design pressure multiplied by 1.5. With the Avon vessel this meant that the test pressure was 0.21 MPa. However, the weight of the test water also exerts a pressure and it is a maximum at the bottom of the vessel. When the 21m head of water is taken into account, the test pressure at the bottom becomes 0.42 MPa.

During the actual hydrostatic proof test of the Avon vessel, the 0.42 MPa pressure on the bottom head was maintained for about ½ hour and then failure occurred suddenly, with no warning. A crack propagated around the entire circumference of the bottom head and the head tore loose from the cylindrical shell, close to the attachment of the skirt. The sudden release of a large volume of water (2.5 million litres) from



*Fig. 1. The completed vessel before failure*

Fig. 2. Sketch of torispherical bottom head in fluid coking unit (Avon, California)

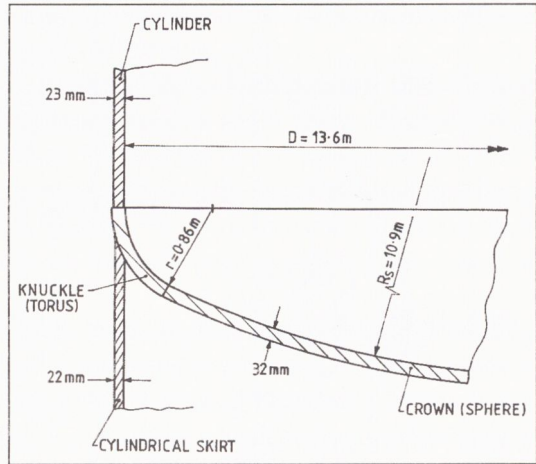
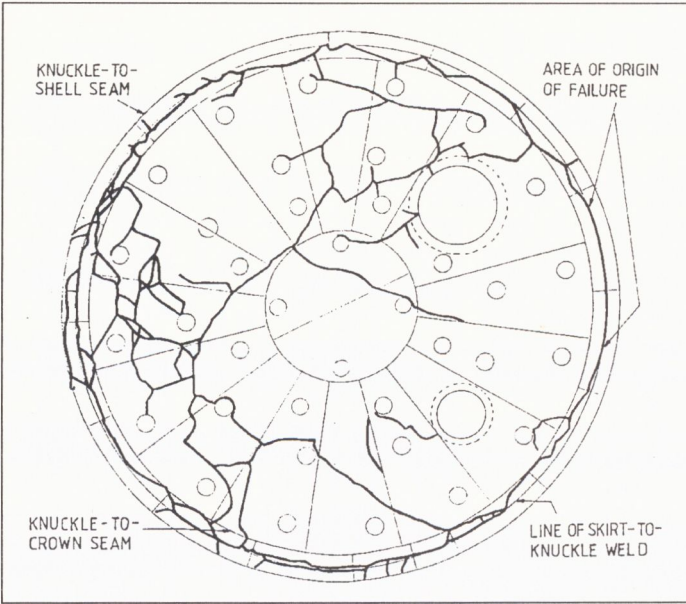


Fig. 3. The failed vessel





*Fig. 4. The failed bottom head showing brittle fracture lines*



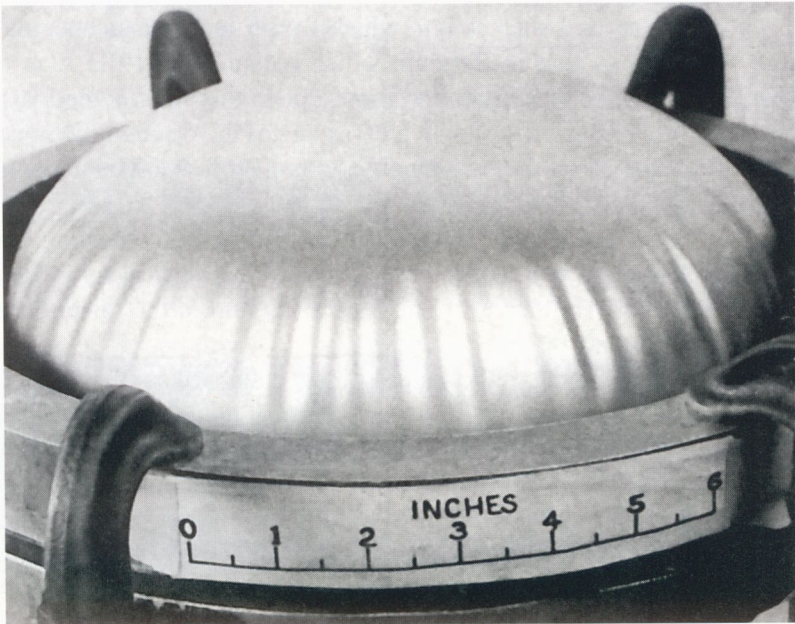
*Fig. 5. Some fragments of the failed torispherical head*

the ruptured vessel created a partial vacuum on the cylindrical shell and caused it to buckle - see Figs. 3, 4 and 5 [1, 2, 3].

The vessel had been designed according to the then-current ASME Code for Unfired Pressure Vessels and a quick check showed that the calculated direct stresses were within the allowable limits. However, a later and more accurate analysis by the writer showed that there were very high elastic stresses in the structure. In particular, there were substantial direct compressive stresses in the circumferential direction around the torus [4].

The high elastic stress levels in the vessel were confirmed by Professor W. Flügge of Stanford University. As the elastic stresses were considerably above the yield point, we asked Professors Drucker and Shield, of Brown University, to undertake a limit analysis of the vessel. They confirmed the inadequacy of the original design. This work also sparked off their studies into limit loads for torispherical shells [5]; the results of this work were later incorporated into the ASME code.

Another result of the elastic stress analysis was the prediction of possible elastic buckling under internal pressure [4]. This prediction was soon shown to be correct by personnel at the Watertown Arsenal, Massachusetts, who were, at the time, working on the Jupiter missile for the U.S. Army. Fig. 6 shows the many buckles which occurred during



*Fig. 6. Buckling due to internal pressure of an aluminium domed end*

the test of one of their aluminium torispherical bulkheads which was subjected to internal pressure [6].

Since the Watertown Arsenal experiments, several investigators have studied internally-pressurised torispherical shells. One result of this activity has been the development of a formula for preventing internal pressure buckling in the real-life torispheres used in practice. This formula was developed at Liverpool [7] and it has recently been incorporated into the ECCS (European Convention for Constructional Steelwork) shell buckling regulations [8].

One additional point which I might mention about the Avon pressure vessel is that I wrote a report about its failure in March 1957. It was an internal company report [1] and was not published in the open literature. The reason for not giving the report a wider circulation was because an engineer had been killed when the vessel failed and legal proceedings were underway. In order to alert the profession to a possible deficiency in the ASME Code, I wrote a paper in 1958 [4] in which I analyzed a 'hypothetical' torispherical shell. This 'hypothetical' vessel was actually a half-scale version of the Avon vessel which had failed but I could not say this in the paper. Nevertheless, several conclusions in the internal Shell Development Co. report were incorporated in the paper which was published in the transactions of the ASME in February 1959 [4].

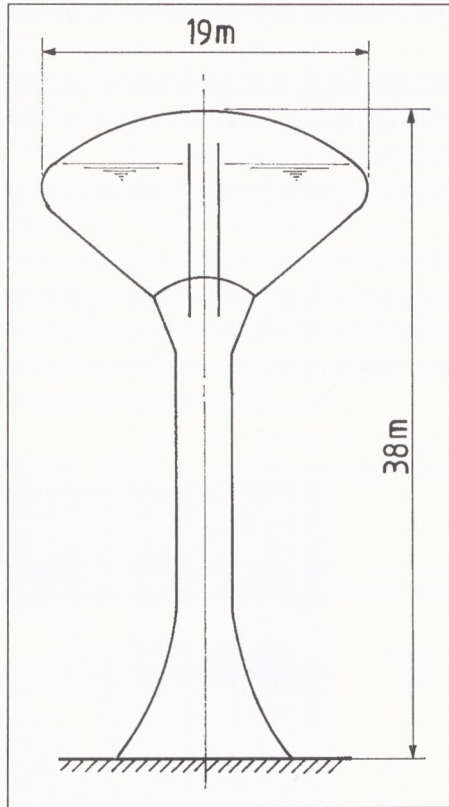
The second shell failure which I wish to discuss concerns a large steel water tower in Belgium which collapsed in 1972, also on being filled with water for the first time. Due to this failure, the ECCS shell buckling task group, of which I was one of the original members, was set up in 1975 on the recommendation of Professor Massonnet of Liège.

The original shape of the steel water tower before testing is as shown in Fig. 7. It was about 38m high and the vertical cylindrical portion was 3.3m in diameter. The cone at the top of the tower had a diameter of 19m at its widest point [9].

During filling of the water tower it collapsed suddenly, when it was only three-quarters full. A photograph of the failed water tower is shown in Fig. 8 and, as can be seen, the tower was a complete write-off. What happened was that the lower portion of the cone buckled first and the cone tilted over. This exerted a considerable bending moment on the tall vertical cylinder which then collapsed.

Calculations of the stress levels showed that the hoop membrane stresses were tensile over a large part of the cone. However, the meridional membrane stresses in the cone, near where the failure started,

*Fig. 7. Large steel water tower in Belgium - original design*



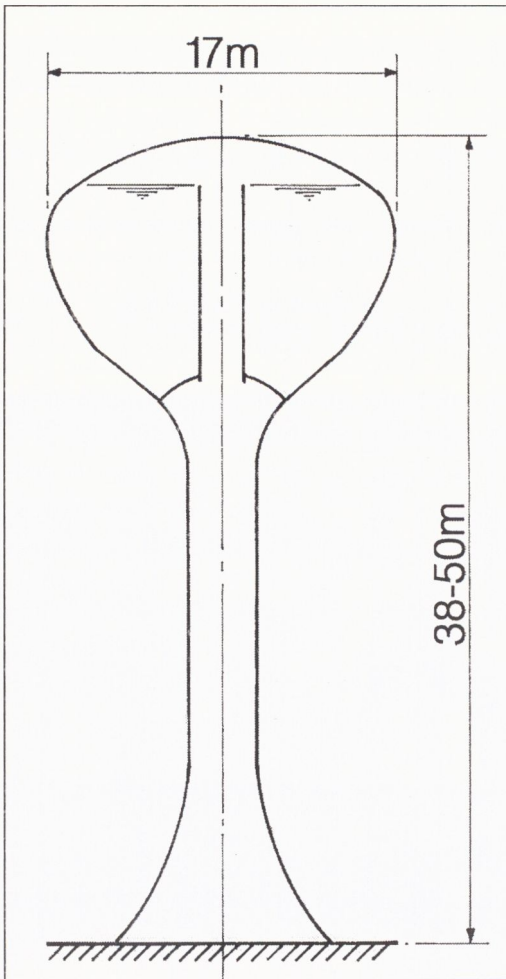
*Fig. 8. The failed water tower (which collapsed after being filled with water for the first time)*



were compressive and were about 0.4 times the yield point of the mild steel. Unfortunately, the designers of the water tower did not realise that buckling was a possible failure mode for this shell structure (due to the compressive stresses in the meridional direction) and no buckling analyses were undertaken.

An accurate buckling analysis of a liquid-filled cone would not have been easy in 1972 and experimental data on the problem was also lacking at that time. However, since then, many experiments on liquid-filled cones have been carried out at Ghent University [10]. As a result of this work, a design equation for this problem is now available and has been incorporated into the ECCS shell buckling manual [8].

The steel water tower was rebuilt with a new shape for the top



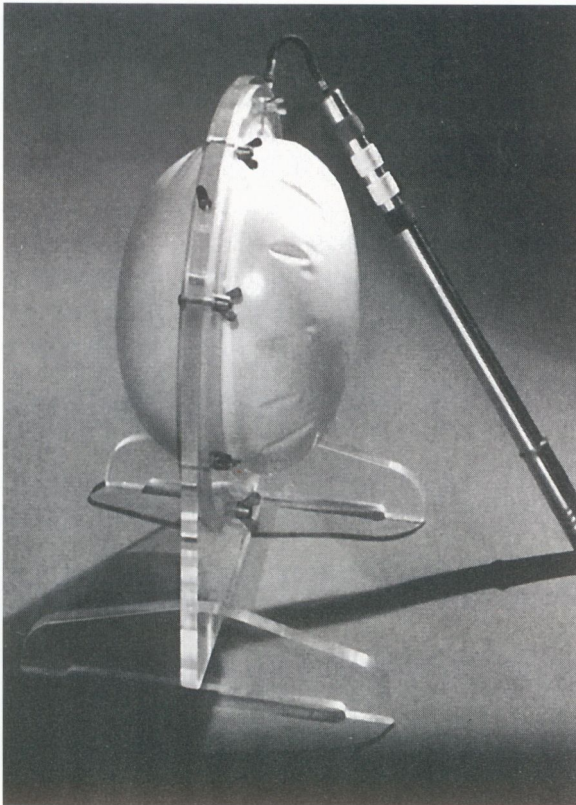
*Fig. 9. Revised design of the steel water tower*



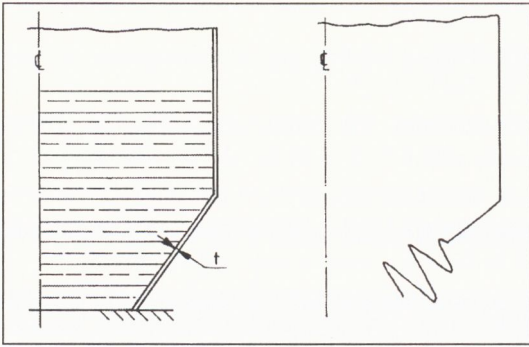
tank and much larger plate thicknesses - see Fig. 9 [11]. It passed its proof test satisfactorily and is still in service.

In order to see what happens during buckling, it is very instructive to carry out tests on models. This cannot be done here today but a video tape has been made which I shall show shortly. Two model tests are shown on the tape, one of an internally-pressurised torisphere and the other of a liquid-filled cone.

Some people find it hard to believe that torispherical shells can buckle when subjected to internal pressure. In order to convince them that the phenomenon does actually occur, I had a small plastic torisphere made which could be pressurised using a bicycle pump (see



*Fig.10. Simple rig to demonstrate internal pressure buckling*



*Fig.11. Simplified version of the water tower problem (predicted buckling mode shown on right-hand side)*

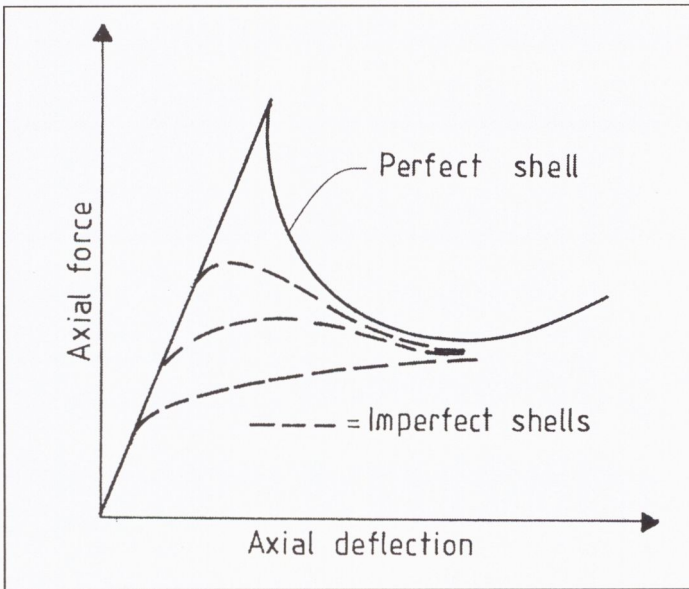
Fig. 10). As you will see, buckles do indeed form around the circumference of the shell.

To illustrate the buckling of liquid-filled cones, the simplified experimental set-up used by the Ghent researchers was used. It is shown in Fig. 11 and the model is made from Melinex (Mylar). Also shown on the slide is the elastic buckling mode predicted by a BOSOR analysis (BOSOR is the name of a well-known shell buckling computer program developed by Dr D. Bushnell in the USA: it is an acronym for 'Buckling of Shells of Revolution').

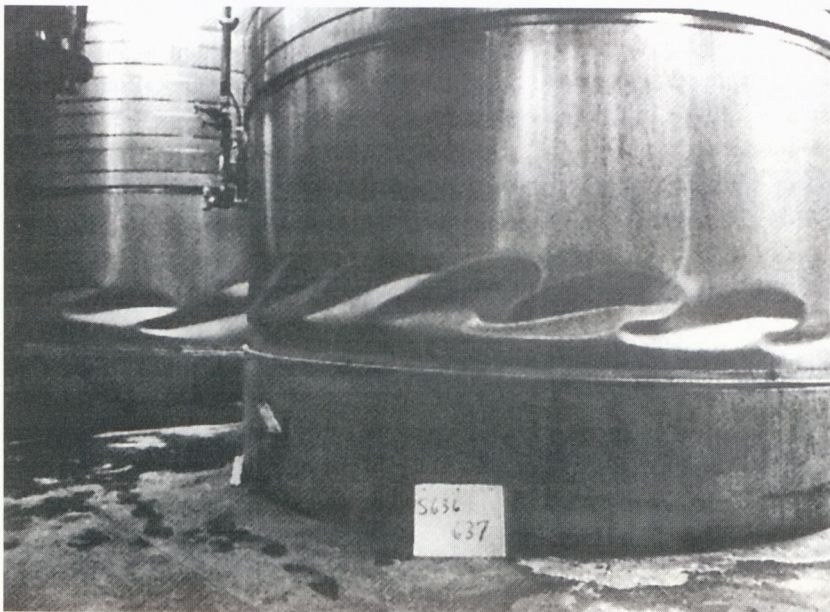
The sequence of events which occur as the cone is gradually filled with water is shown on the tape and the failure, when it occurs, is very dramatic. Buckling initially occurs at the lower edge of the cone and then the whole shell structure collapses.

In this short talk, I do not have time to discuss shell buckling in detail. However, it is a potential problem in many industries – for example, the civil, chemical, nuclear, offshore, submarine, aeronautical and aerospace industries. The loadings can be external pressure (on submarines), earthquakes (nuclear reactors or wine tanks), wind (storage tanks), internal pressure (food processing, brewing or pipelines) or axial load (aerospace or silos). Buckling can also occur due to local loads, temperature, creep, differential settlement, or dynamic effects and it can happen in various types of shell – in spheres, cones, cylinders, toroids and combinations of these.

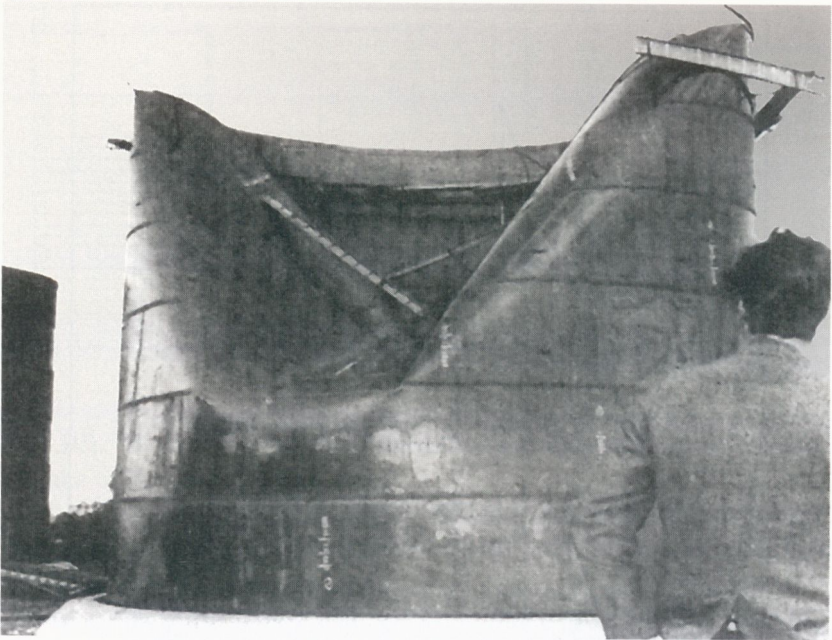
Initial geometric imperfections are often very important in shell buckling problems and it is vital that designers consider their effects. Some force versus deflection curves for axially-compressed cylindrical shells are shown in Fig. 12. The actual collapse load under axial compression can be as low as one-tenth of the theoretical load for a perfect shell.



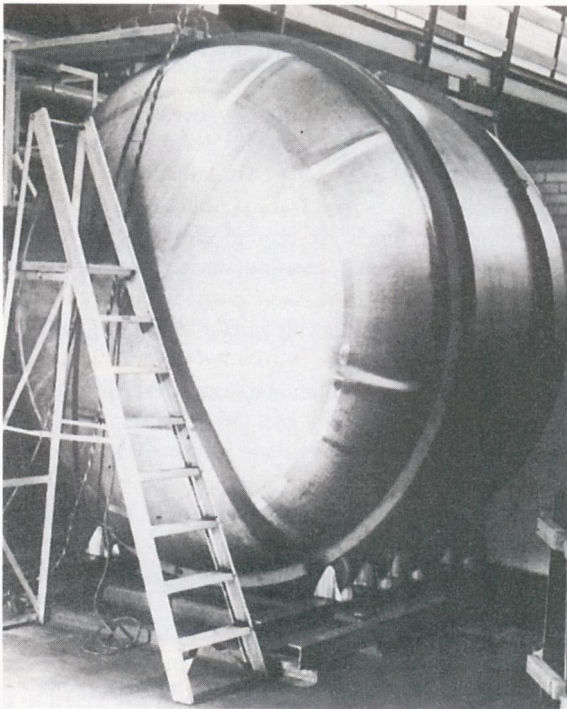
*Fig.12. Load-deflection curves for perfect and imperfect axially-compressed cylinders*



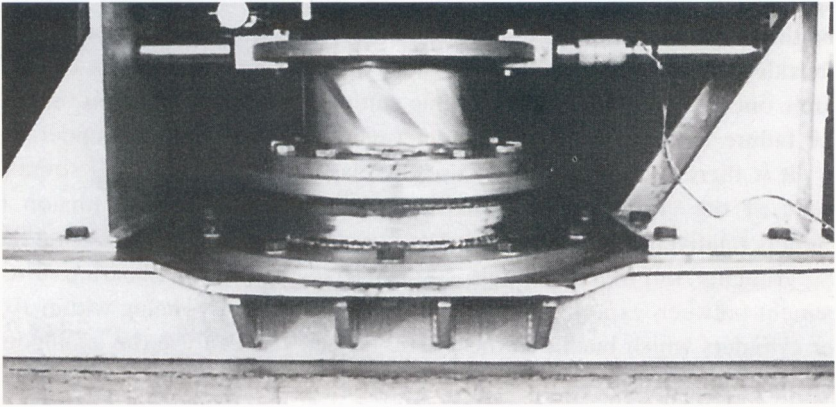
*Fig.13. Non-axisymmetric buckles in large wine tanks (caused by earthquakes)*



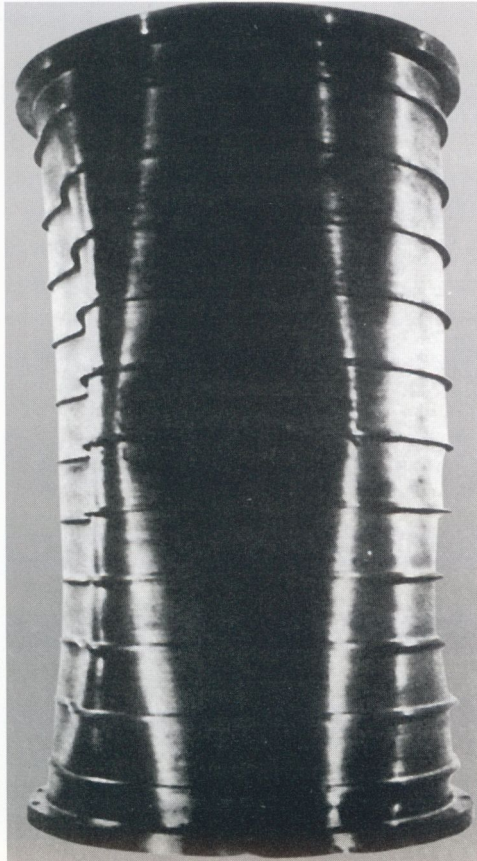
*Fig.14. Collapse of open-top tank due to wind*



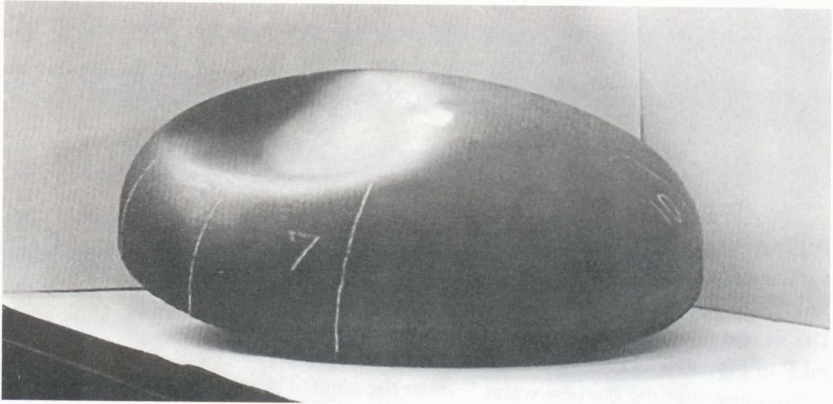
*Fig.15. Circumferential buckling, due to internal pressure, in a 3 m diameter stainless steel torispherical shell*



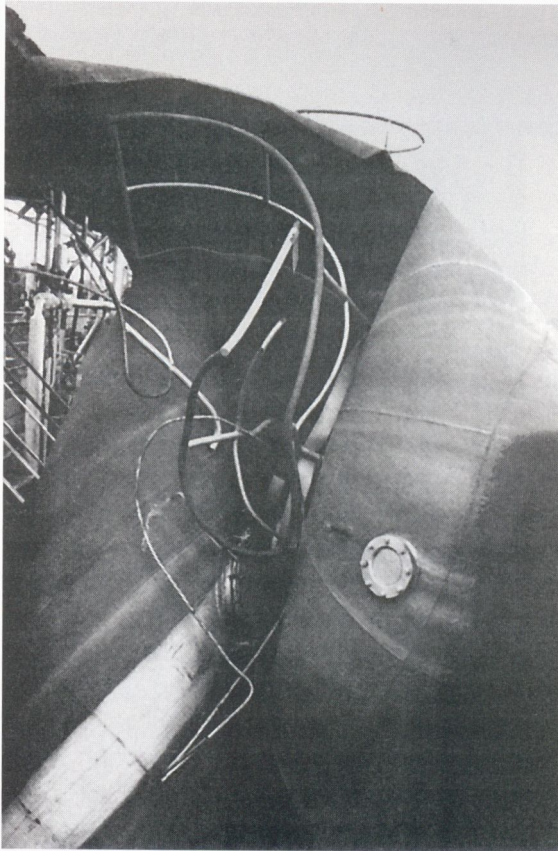
*Fig.16. Buckling of a cylindrical shell due to a transverse shear force at the top edge*



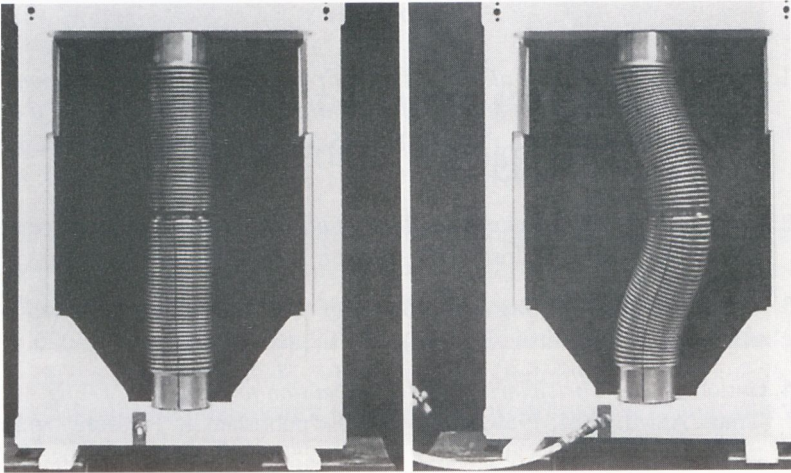
*Fig.17. Overall collapse of a ring-stiffened cylinder subjected to external pressure*



*Fig.18. Collapse of an externally-pressurized torispherical shell*



*Fig.19. Collapse (during a rain shower) of a 7m dia. cylindrical fermentation vat*



*Fig.20. Demonstration model for buckling of internally-pressurized bellows*

Figs. 13 to 20 show some shell buckling failures caused by various loadings [12].

As mentioned earlier, when shell buckling occurs there is often very little warning and, as with the two failures of the large shell structures discussed earlier, the results can be catastrophic. It is, therefore, very important that rules to prevent shell buckling should be formulated and made part of the design process. Over the past twenty years, the ECCS have had a task group working on the problem and their recommendations have been published from time to time (e.g. [8]). It is an on-going process. Rules for the simpler cases have been written and now attention is turning to more difficult buckling cases, such as shells with openings in them, shells on discrete supports, seismic effects, etc. Analysis and experiments together should enable rules for these more complicated problems to be developed in due course.

In conclusion, I should like to express my appreciation to the various members of the Cracow University of Technology who have visited the University of Liverpool over the years and who have given lectures or carried out research there. I believe the collaboration has been a fruitful one for both Cracow and Liverpool and I very much hope that it will continue in the future.

I also wish to reiterate my thanks to the Rector and the University for having invited me to Royal Cracow to participate in these academic proceedings. In addition, I hope that your 50th anniversary celebrations later this year are a resounding success.

## References

1. Galletly G.D., *Stress Failure of Large Pressure Vessels - Recommendations Resulting from Studies of the Collapse of a 68 ft high x 45 ft dia. Pressure Vessel*, Tech. Report No. 45-57, Shell Development Corp., Emeryville, Calif. March 1957.
2. Harding A.G. and Ehmke E.F., *Brittle failure of a large pressure vessel*, Proc.Am.Soc. Petrol. Inst., v.42, Section 3, pp. 107-117.
3. Galletly, G.D., *Buckling and collapse of thin internally-pressurised dished ends*, Proc. Inst. Civil Eng., Part 2, v.67, 1979, pp. 607-626.
4. Galletly G.D., *Torispherical shells - a caution to designers*, J. Eng. Ind., Trans. ASME, v.81, 1959, pp. 51-66. Also published in "Pressure Vessel and Piping Design - Collected Papers 1927-1959". ASME, New York, 1960.
5. Shield R.T. and Drucker D.C., *Design of thin-walled torispherical and toriconical pressure vessel heads*, J. Appl. Mech., Trans. ASME, v.83, 1961, pp. 292-297.
6. Mescall M.J., *Stability of thin torispherical shells under uniform internal pressure*, NASA TNC-1510 (Collected papers on Instability of Shell Structures), 1962, pp. 671-692.
7. Galletly G.D., *Design equations for preventing buckling in fabricated torispherical shells subjected to internal pressure*, Proc. I.Mech.E., v.200 (A2), 1986, pp. 127-139.
8. ECCS (European Convention for Constructional Steelwork): *Buckling of Steel Shells, European Recommendations*, Publ. No. 56, 1988 (Av. des Ombrages 32-36, bte 20, B-1200 Brussels, Belgium).
9. Baltus R. and Massonnet Ch., *Use of the computer programs BOSOR 4 and BOSOR 5 in the stability analysis of two civil engineering steel shell structures*, Prelim. Rpts., 2nd International Colloquium on Stability of Steel Structures, Liège, 1977, pp. 609-618.
10. Paridaens R. et al., *Design equations accounting for elastic buckling of liquid-filled conical shells*, Proc. Inter. Coll. on Stability of Plate and Shell Structures, Ghent, 1989, pp. 425-430.
11. Jetteur Ph. and Frey Fr., *Parametric study of a collapsed water tank*, Proc. Inter. Coll. on Stability of Plate and Shell Structures, Ghent, 1989, pp. 437-442.
12. Galletly G.D., *Buckling of Pressure Vessels*, Science Progress, Oxford, U.K., v.72, 1988, pp. 371-405.



---

## Dwa przykłady całkowitego zniszczenia stalowych konstrukcji powłokowych

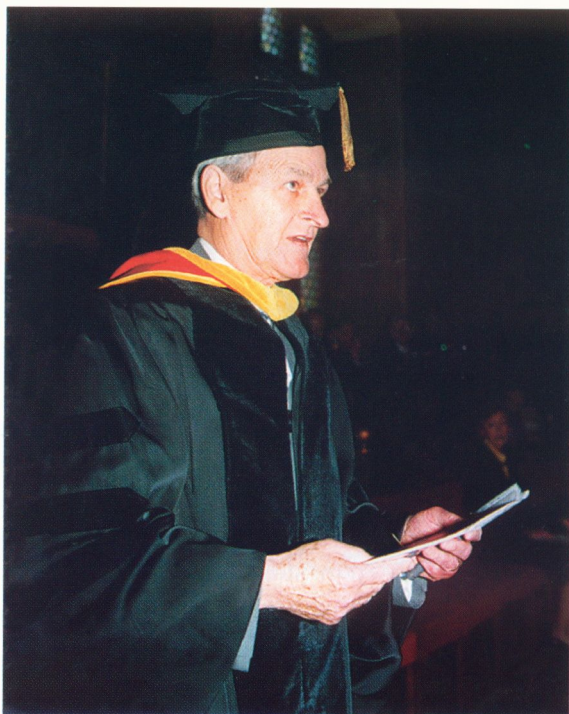
Praca dotyczy konstrukcji stalowych, które pomimo tego, że zostały zaprojektowane zgodnie z obowiązującymi normami uległy niespodziewanie całkowitemu zniszczeniu poprzez wyboczenie.

Pierwsza konstrukcja – to stalowy reaktor chemiczny, składający się z pionowej powłoki cylindrycznej o średnicy 14 m i wysokości 21 m, zakończonej dennicami i zbudowany według obowiązujących w latach 50. norm ASME. Po zmontowaniu reaktora, przeprowadzono test na wytrzymałość napełniając go wodą. Po upływie około 1/2 godziny od napełnienia wodą nastąpiło rozerwanie dolnej dennicy, a wylewające się 2,5 miliona litrów wody spowodowało podciśnienie w części cylindrycznej, która uległa również zniszczeniu wskutek wyboczenia. Wypadek ten zapoczątkował intensywne prace nad sprężystym, a później sprężysto-plastycznym wyboczeniem dennic obciążonych ciśnieniem wewnętrznym.

Inny przykład, gdzie pominięto zagadnienie wyboczenia przy projektowaniu, stanowi stalowy zbiornik wodny w kształcie powłoki stożkowej. Górna i dolna średnica stożka wynosiły odpowiednio 19 m i 3,3 m, a wysokość samej konstrukcji wynosiła 38 m. W czasie pierwszego napełnienia wodą, w 1972 roku, zbiornik ten uległ całkowitemu zniszczeniu wskutek niespodziewanego wyboczenia u podstawy stożka. Przeprowadzone obliczenia potwierdziły możliwość wyboczenia, a zaprojektowany na nowo zbiornik pracuje do dziś w Belgii.

Przedstawione przykłady były początkiem podjęcia prac nad wprowadzeniem do norm międzynarodowych przepisów dotyczących projektowania w warunkach utraty stateczności. Elementy takiego projektowania można znaleźć w normach ASME i ECCS.

Do tych typowych konfiguracji, w których może wystąpić wyboczenie, należy zaliczyć cylindry, dennice, stożki, sfery oraz kombinacje tych geometrii. Na typowe obciążenia składają się: ciśnienie wewnętrzne lub zewnętrzne, obciążenia lokalne, różnice temperatury oraz obciążenie wywołane trzęsieniem ziemi.



*Wykład Profesora Gerarda Duncana Galletly'ego w czasie uroczystości nadania tytułu doktora honoris causa*



*Wręczenie dyplomu Profesorowi Gerardowi Duncanowi Galletly'emu przez JM Rektora, prof. zw. dra hab. Józefa Nizioła*



*Dziedziniec Collegium Maius UJ – od lewej:  
prof. J. Nizioł, prof. G. D. Galletly, żona prof. Galletly'ego,  
prof. M. Życzkowski, prof. J. Skrzypek, prof. J. Cyklis*



*Dziedziniec Collegium Maius UJ – prof. J. Skrzypek,  
prof. G. D. Galletly, prof. J. Nizioł*



Profesor

---

Henk C. van der Plas



*Quod felix faustum fortunatumque sit*

Nos

Rector et Senatus

POLYTECHNICAE THADDAEO-KOSCIUSZKIANAE  
CRACOVIENSIS

et Ordo Professorum Facultatis Oecologicae

in virum doctissimum ac clarissimum

**HENK C. VAN DER PLAS**

Societatis Chemicae Regiae Batavorum et Foederationis Societatum Chemicarum Europaeorum et Societatis Internationalis Chemiae Substantiarum Heterocyclicarum praesidem nobilissimum, Foundationis Universitatum Bataviae Cooperationi Internationali Promovendae et Consilii Europaei Quaestionibus Biomolecularibus Investigandis moderatorem strenuissimum, chemiae organicae in Academia Agronomica Wageningiana professorem illustrissimum, eiusdem Academiae olim bis Rectorem Magnificum, virum plurimis nummis honorariis et praemiis, sed etiam dignitate doctoris honoris causa a scholis superioribus Polonis aliisque quinquies ornatum

qui cum chemiae substantiarum heterocyclicarum, mechanismis reactionum chemicarum et ensymis in synthesi substantiarum organicarum adhibendis impigro labore prosperoque successu operam dedisset, ad chemiam organicam promovendam plurimum contulit

qui laborum ac studiorum societatem inter Polonos et Batavos iungendam confirmandamque animo curavit fovitque benevolentissimo

### **doctoris honoris causa**

nomen et dignitatem, iura ac privilegia contulimus atque in eius rei fidem hoc diploma Polytechnicae Cracoviensis sigillis sancendum curavimus.

Dabamus Cracoviae, die vicesima septima mensis Iunii anno millesimo nongentesimo nonagesimo quinto

Elisabetha BULEWICZ

scientiarum chemicarum doctor  
scientiarum chemicarum professor

PROMOTOR



Arthurus WIECZYSTY

scientiarum technicarum doctor  
oecologiae professor

DECANUS

Iosephus NIZIOL

scientiarum technicarum doctor  
mechanicae professor

POLYTECHNICAE CRACOVIENSIS RECTOR

Profesor

# Henk C. van der Plas

Prof. Dr. Henk C. van der Plas urodził się w Voorhout (w Holandii) w 1929 roku.

Należy do grona najwybitniejszych chemików – organiczków na świecie. Jego odkrycia w dziedzinie transformacji pierścieni oraz nukleofilowego podstawienia związków heterocyklicznych stanowią trwałą wkład w rozwój chemii organicznej. Jest również pionierem zastosowania enzymów w syntezie związków organicznych.

W latach 1969-1994 – kierownik Katedry Chemii Organicznej Akademii Rolniczej w Wageningen, jedynej w Holandii uczelni kształcącej specjalistów w zakresie nauk rolniczych. W kadencjach 1977-1981 i 1988-1993 Wielki Rektor tej Uczelni. Prezes Królewskiego Holenderskiego Towarzystwa Chemicznego, Federacji Europejskich Towarzystw Chemicznych oraz Międzynarodowego Towarzystwa Chemii Związków Heterocyklicznych, przewodniczący Fundacji Uniwersytetów Holandii do Współpracy Międzynarodowej, Europejskiej Rady Inżynierii Biomolekularnej i przewodniczący Rady Narodowej Holandii ds. Agrobiotechnologii. Członek ponad 100 krajowych i międzynarodowych komitetów naukowych, w tym Polskiego Towarzystwa Chemicznego.

Był wielokrotnie wyróżniony, m. in.: międzynarodową nagrodą za osiągnięcia w chemii związków heterocyklicznych w 1981 roku, Nagrodą Europejskiej Federacji Towarzystw Chemicznych w roku 1986, Japońskiego Towarzystwa Promocji Nauki w roku 1987 oraz Nagrodą Hillera w 1990 roku.

Godność doktora honoris causa nadało Profesorowi pięć uczelni, w tym Uniwersytet Wrocławski.

Autor około 400 oryginalnych prac badawczych (w tym około 40 z polskimi współautorami), 20 artykułów przeglądowych i 2 książek: *Ringtransformations of Heterocycles* (1972) oraz *Nucleophilic Aromatic Substitution of Hydrogen* (1994). Promotor 30 prac doktorskich.

Prof. van der Plas od wielu lat współpracuje z chemikami

polskimi, w tym również z Politechniki Krakowskiej. Od około 20 lat istnieje ożywiona współpraca naukowa Zakładu Chemii Organicznej Politechniki Krakowskiej z Katedrą Chemii Organicznej Akademii Rolniczej w Wageningen. Jej efektem są liczne publikacje, staże naukowe oraz gościnne wykłady.

## Professor Henk C. van der Plas

Born in Voorhout (Holland) in 1929. After finishing his chemistry study (with organic chemistry and crystallography as major subjects) at the University of Amsterdam, he was accepted as research fellow in the Department of Organic Chemistry at the Wageningen Agricultural University (WAU) to work as a PhD student under supervision of Prof. dr. H.J. den Hertog. In 1960 he obtained his PhD degree and worked then as a post-doctoral Fellow at the University of Louisville (Ky., U.S.A.) from 1960 to 1961. In 1966 he was appointed a Reader and in 1970 a full Professor at the WAU, as successor of Prof. H.J. den Hertog. In years 1977-1981 he served the WAU as Rector Magnificus (RM) and was renominated as RM for the period of 1988 to 1993.

His research concerned heteroaryne chemistry, tele- and cine-substitutions, hetero ringtransformations, use of (immobilised) enzymes in synthetic organic chemistry. He discovered a new mechanism for nucleophilic substitution, the so-called  $S_N$  (ANRORC) mechanism.

He is the author of about 400 research papers, 20 review articles, a two-volume monograph on *Ringtransformations of Heterocycles* (1972) and a very recently published book on *Nucleophilic Aromatic Substitution of Hydrogen* (1994).

He served on more than 100 national and international Committees. He was, among other things, President of the Royal Netherlands Chemical Society, President of the International Society of Heterocyclic Chemistry, President of Netherlands University Foundation for International Cooperation, Chairman of the Council for Biomolecular Engineering of the European Community.

Prof. van der Plas was first to receive International Award in Heterocyclic Chemistry, was honored with five Honorary Doctor degree. He is a Foreign Member of the Russian Academy of Sciences.

Since many years Prof. van der Plas coworked closely with Polish chemists, as well with the chemists from Cracow University of Technology. Since about 20 years a broad cooperation exists between



Department of Organic Chemistry of Cracow University of Technology and Department of Organic Chemistry of Agricultural University of Wageningen. As the result of that there are numerous publications, scientific stages and guest lectures.

Henk C. van der Plas

---

## Dear Rector Prof. dr. Józef Nizioł

Dean and members of the Departments of the Cracow University of Technology, dear friends and colleagues, ladies and gentlemen

First of all I want to thank the Academic Senate of the Cracow University of Technology for conferring on me the dignity of Doctor Honoris Causa, and especially Prof. Bulewicz for her willingness to be my promotor. I feel really very honoured to receive this Honorary Degree in the city of Cracow, the previous capital, which has played such an important role in the history of Poland and in the development of cultural, religious and spiritual life. I am grateful that this celebration takes place in the beautiful and famous Collegium Maius of the Jagiellonian University and links the scientific achievements of the Cracow University of Technology with the historical and scientific role of its sister University. Since the foundation of the Jagiellonian University in Cracow in the middle of the 14th century, the fame of this University was spread in all corners of Europe, its influence was highly recognised and many famous scholars (the name of Copernicus is known to all of us) have worked and studied here and brought their intellectual capacities to full service to the Society of those days.

I feel very honoured to receive this dignity, not only because of the recognition of the Cracow University of Technology for the quality of the chemistry which I have developed during my career as Professor of Organic Chemistry in the Wageningen Agricultural University, the Netherlands, but I consider it certainly too as an expression of gratitude for my personal endeavour and efforts for many years to develop strong links and interaction in the chemistry field between this University and my own University, the Wageningen Agricultural University.

My first scientific contacts with Polish chemists already dated back from 1956, when Prof. Bojarska-Dahlig and the late Prof. Płażek visited the laboratory of Organic Chemistry at Wageningen. I remember that I was very honoured to be invited as PhD-student, working under the supervision of Prof. Den Hertog, to join the tea-party, which he and his wife organised in their home at Wageningen for these guests. After my post-doctoral stay in the USA when I was appointed as Reader and later on as full Professor in the Wageningen Agricultural University. I decided to develop new scientific contacts and links with heterocyclic chemists in Poland, since heterocyclic chemistry was developed strongly as an important branch of organic chemistry and several groups in Poland were very active in this field. Contacts with Prof. Bobrański, Prof. Urbański, Prof. Nantka-Namirski and later Prof. Mąkosza and Prof. Michalski, to name a few, were established. In these growing contacts I became aware that most of the young chemists were looking for scientific contacts with colleagues in the Western World. I was successful in convincing my Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries that it was useful to maintain scientific contacts with East-European Universities, despite political differences. Funding was established and in all those years more than 30 Post-doc's, mainly from Poland were able to work for half a year or a full year in my laboratory at Wageningen to learn new heterocyclic chemistry, to learn new techniques, to learn to practise their English and to get a taste of western life. I am happy to see that several of them are present here today. I use this occasion to express my sincere thanks to my Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries and for their financial support during all those past years.

My relation with chemists from Cracow is long standing. This was already from the beginning of my contacts with Poland. Several chemists from Cracow stayed at Wageningen; especially Prof. Woźniak was a frequent visitor. New and interesting ring transformations and  $S_NH$ -substitutions were discovered by him and his results were published in international journals.

As I told before, mainly Polish chemists came for a post-doc position to Wageningen. To bring over chemists from surrounding states such as previous Tsjecho-Slovakia or from the previous Sovjet-Union was hardly possible. The explanation is probably that even in the socialistic period, the Polish administration wanted to maintain their links with the Western World. It is interesting to mention that in the ESOC-meeting, which was held in Warschau last week, an evening lecture was presented by the former president of the Polish Academy of Sci-

ences, the historian Prof. Alexander Gieysztor, titled *The West and the East in Poland's historical heritage*, in which one of his conclusions was that the Polish history has clearly shown that Poland always has had an open mind to Western influence and it is, maybe, that open mind that induced Polish scientists, more than those from the surrounding countries, to seek contacts in the Western World.

I wish to reflect in this short address in what I consider as important for the development and future of organic chemistry, with a special attention to heterocyclic chemistry. From the beginning of this century, when heterocyclic chemistry started to be developed, strong emphasis was laid on structure identification of natural products, developments of new methodologies for the syntheses of all kind of new heterocyclic systems. In a later stage detailed studies were carried out on basic and fundamental understanding of the properties of heterocyclic compounds. Since the breathtaking discoveries about the role of heterocycles in biological systems (enzymes, vitamins, photosynthesis, natural pigments, natural products) we can say, without exaggeration that there is hardly one branch of organic chemistry, which has so out-reached in medicine, biology, pharmacy, new material science as heterocyclic chemistry. We can really say heterocyclic chemistry has grown to maturity!

I think that the new frontiers of chemistry in general, and heterocyclic chemistry in particular, lies in its integrated positions in biologically oriented research.

Political leaders ask nowadays the scientific community to bring forward solutions in creating a sustainable ecology, an environment which is providing us with clean water, soil and water, and especially for Third World Communities, sufficient food supply for their population. Burning and at the same time challenging questions for all branches of the scientific world community. Can chemists contribute to solution to this kind of problems?

I will give you one example, taken from the agricultural sector, showing how chemists can indeed contribute substantially to the creation of a cleaner environment with less polluted soil.

In the field of crop protection, products with unfavourable environmental characteristics like some persistent chlorinated hydrocarbons are out-dated, and needs constant replacement by well-degradable products. In this substitution process heterocyclic products are found to become the dominant group of development candidates for protection crops against pathogens, insects, mites and weed in the 1990's and are at the same time easily biodegradable. Because of these shifts in

research the share of heterocyclic products in the plant protection world market of 25 billion US \$ increased considerably. From the plant protection products up to 1990 about 35% were heterocyclic compounds, at the moment more than 60% of the new development products in agronomy contain heterocyclic structures or substructures. Many of these new structures are chiral systems, being obtained by stereoselective processes. It is evident that these new developments provide new challenges to heterocyclic chemists because they have the tools to target the molecular structures.

These examples show that chemists nowadays can certainly give a substantial contribution in solving problems which the world faces today. Chemists can not stay away from these challenges. The future of coming generations lie also in our hands.

Before finishing I want to thank everyone who has contributed to the realisation of this Doctor Honoris Causa Degree. It is evident that the success of my work could only be obtained by the efforts of many, undergraduate students, doctoral studentens, post doc's. In the last group I want especially to acknowledge my Polish co-workers. It always enjoyed me to have them in our laboratory. I know that most of them think back with gratitude and good memories to their stay in Holland. During all those years their contribution is well recognised.

A last word of thanks I wish to give to my wife. Despite her attention she had to give to the education of our five children and later to her theological study which she started after the children had left home, despite her intensive activities in the church community in our town, she always stayed next to me during all those years, with great support, devotion, but also with sometimes strong, but deserved, criticisms. Mien, in public I want thank you most heartily for your continuing support.

## Uroczystość nadania tytułu doktora honoris causa PK

---

Szanowny Rektorze, Dziekani i Członkowie Wydziałów Politechniki Krakowskiej, Drodzy Przyjaciele i Koledzy, Panie i Panowie!

Na początku pragnę podziękować Senatowi Politechniki Krakowskiej za przyznanie mi zaszczytnego tytułu doctora honoris causa a Pani prof. E. Bulewicz za promotorstwo. Czuję się szczególnie uhonorowany otrzymaniem tego tytułu w Krakowie, który odegrał tak wielką rolę w historii Polski i jej życiu kulturalnym. Szczęśliwy jestem również, że ceremonia odbywa się w Collegium Maius Uniwersytetu Jagiellońskiego, znanego w Europie już od XIV wieku.

Sądzę, że tytułu tego nie zawdzięczam jedynie temu, że Politechnika Krakowska docenia moją rolę jako profesora chemii organicznej na Uniwersytecie Rolniczym w Wageningen w Holandii, ale również moim wysiłkom zmierzającym do zbudowania silnych więzów pomiędzy moją uczelnią a Politechniką Krakowską.

Moje kontakty z Polakami rozpoczęły się w 1956 roku, gdy Prof. Den Hertog, którego byłem doktorantem, wyróżnił mnie zapraszając na spotkanie z polskimi naukowcami (prof. Bojarska-Dahlig, prof. Płażek), którzy odwiedzali jego laboratorium. Gdy uzyskałem naukową samodzielność, postanowiłem nawiązać współpracę naukową z Polakami, którzy zajmowali się związkami heterocyklicznymi. Grupa takich było w Polsce kilka, można tu wymienić nazwiska takich Profesorów, jak: Bobrański, Urbański, Nantka-Namirski, Mąkosza, Michalski. Zdawałem sobie sprawę, że wielu młodych polskich chemików potrzebuje kontaktów z Zachodem.

Udało mi się również przekonać holenderskie Ministerstwo Rolnictwa, Zasobów Przyrody i Rybołówstwa, że mimo różnic politycznych kontakty naukowe z Europą Wschodnią warto podtrzymywać. Uzyskałem potrzebne fundusze, i skłamał dziś ministerstwu za to podziękowanie. Ponad 30. stażystów "post-doc", w większości z Polski, przewinęło się przez moje laboratorium w Wageningen, spędzając w nim od 6 do 12 miesięcy. Poszerzali swą wiedzę, uczyli się nowych technik, pogłębiali znajomość języka angielskiego i poznawali Zachód. Niektórzy z nich są tu dziś z nami.

Moje kontakty z Krakowem były bliskie. Kilku krakowskich chemików pracowało w Wageningen, a prof. Woźniak był u nas częstym gościem. Odkrył on ciekawe transformacje pierścieni i substytucje  $S_NH$ ; wyniki opublikowano w międzynarodowych czasopismach.

Należy podkreślić, że podczas gdy Polacy licznie odwiedzali Wageningen, ściągnięcie naukowców z Czechosłowacji lub ZSRR było prawie niemożliwe. Może już nawet wtedy Polska, tak jak zawsze, była bardziej otwarta na Zachód.

Jakie będą główne kierunki rozwoju chemii organicznej, a szczególnie chemii związków heterocyklicznych? Od początku kładziono nacisk na struktury produktów naturalnych i syntezę nowych połączeń. Znaczenie chemii heterocykli potwierdzają najnowsze odkrycia dotyczące ich roli w układach biologicznych. Przyszłość leży w integracji badań chemicznych i biologicznych.

Politycy żądają od naukowców rozwiązań problemów ekologii, wyżywienia rosnącej liczby ludności, zapewnienia czystej wody etc., szczególnie dla krajów Trzeciego Świata. Są to wyzwania dla całej nauki, ale co może uczynić CHEMIA?

Posłużę się jednym przykładem – środków ochrony roślin. Chloropochodne są już przestarzałe i w latach 90. powinny je zastępować podatne na biodegradację heterocykle. Mogą one służyć zwalczaniu patogenów, roztoczy, owadów i chwastów. Do lat 90. udział heterocykli na tym rynku osiągnął 35%, a obecnie ponad 60% opracowywanych środków to heterocykle. Rodzą się więc nowe wyzwania dla chemików.

Kończąc, pragnę podziękować wszystkim, którzy pomogli mi uzyskać stopień doktora honoris causa. Mój sukces był dziełem wielu: studentów, doktorantów, stażystów, a wśród nich również Polaków, których pobyt u mnie zawsze miło wspominam. Wiem też, że większość z nich dobrze i z wdzięcznością wspomina pobyt w Holandii.

Jestem również winien wdzięczność mojej żonie. Mimo, iż wiele uwagi musiała ona poświęcić naszej piątce dzieci, a później swoim studiom teologicznym i działalności w środowisku kościelnym w naszym mieście, była mi zawsze ogromną podporą. Czasem była też moim najsurowszym krytykiem – zasłużenie. Mien, dziękuję Ci teraz za to publicznie.



*Profesor Henk C. van der Plas w asyście JM Rektora,  
prof. zw. dra hab. Józefa Nizioła*



*Wręczenie dyplomu Profesorowi Henkowi C. van der Plasowi przez JM Rektora,  
prof. zw. dra hab. Józefa Nizioła (po prawej: dziekan Wydziału Inżynierii  
i Technologii Chemicznej, prof. dr hab. Regina Kijkowska oraz dziekan  
Wydziału Inżynierii Środowiska, prof. zw. dr hab. inż. Artur Wieczysty)*



*Collegium Maius – wykład Profesora Henka C. van der Plasa  
w czasie uroczystości nadania tytułu doktora honoris causa*



*Collegium Maius – czytanie adresów przez prof. zw. dra hab. inż. Jacka Skrzypka  
po wręczeniu dyplomu Profesorowi Henkowi C. van der Plasowi*





*Obchody 50-lecia Politechniki Krakowskiej. Orszak doktorów honoris causa Politechniki Krakowskiej w czasie pochodu ul. Floriańska*



## SPIS TREŚCI

<i>Wstęp prof. zw. dra hab. inż. Jacka Skrzypka w języku polskim</i>	6
<i>Wstęp prof. zw. dra hab. inż. Jacka Skrzypka w języku angielskim</i>	7
<i>Przedmowa dr hab. inż. Elżbiety Nachlik, prof. PK, Prorektora Politechniki Krakowskiej, do części obejmującej Profesorów Politechniki Krakowskiej:</i>	9
<i>Prof. zw. inż. arch. Witold Cęckiewicz</i>	11
<i>Prof. zw. dr hab. inż. Roman Ciesielski</i>	31
<i>Prof. zw. dr hab. inż. Michał Życzkowski</i>	69
<i>Przedmowa dr hab. inż. Elżbiety Nachlik, prof. PK, Prorektora Politechniki Krakowskiej, do części obejmującej Profesorów z uczelni zagranicznych:</i>	103
<i>Profesor Gerard Duncan Galletly</i>	105
<i>Profesor Henk C. van der Plas</i>	133



S. 09

S. 20

Zarejestrowano  
w OIN Biblioteki PK  
BIBLIOGRAFIA

19.06.2008

Biblioteka Politechniki Krakowskiej

**II-330686**



**Inf. Nauk.**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000226140