

# Medycyny FIZYK



inżynieria | fizyka medyczna | technika | elektroradiologia | radiologia

Kontrola jakości w ultrasonografii  
PET/CT w diagnostyce guzów mózgu  
Rezonans magnetyczny w diagnostyce patologii stawu kolanowego  
Rimage Professional™ 2410  
Biostop Ti6Al4V w implantacji  
Procedury ortopedyczne z użyciem ramienia C  
System SPECT do badań całego ciała  
Obraz metaboliczny guzów mózgu w protonowej spektroskopii MR (1HMRS)  
Obraz metaboliczny otępienia w chorobie Alzheimera w protonowej spektroskopii MR  
Zastosowanie obrazowania termicznego w diagnostyce nowotworów piersi  
Znaczniki tkankowe w pęcherzu moczowym  
Procedury fizyczne przed wykonaniem terapii Gamma Knife  
Badanie elektrofizjologiczne gałki ocznej – elektrookulografia



**SIEMENS**  
Healthineers

s. 310

**ACUSON  
Juniper**  
Wszystko,  
czego potrzebujesz



# Precise, innovative tumor treatments™



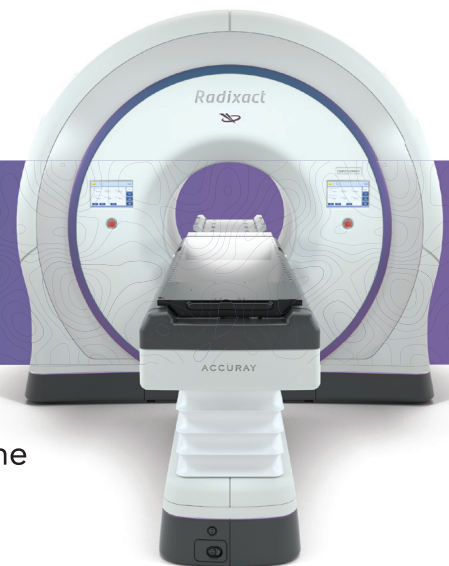
**CyberKnife® – System radiochirurgii robotycznej.**

**CyberKnife®**

Automatycznie śledzi i z submilimetrową precyzją dopasowuje napromienianie do ruchu guza.

**Nowy system tomoterapii Radixact™.**

**Radixact™**



Duży krok w ewolucji TomoTherapy®. Szybki i intuicyjny. Wyjątkowa konstrukcja łączy w sobie spiralne obrazowanie i napromienianie, aby zwiększyć precyzję ułożenia i zaawansowaną modulację rozkładów dawki.

**Autoryzowany przedstawiciel firmy Accuray w Polsce**

**TMS Sp. z o.o., ul. Wiertnicza 84, 02-952 Warszawa, tel. +48 (22) 858-28-19/20  
fax +48 (22) 858-28-12, e-mail: [tms@tms.com.pl](mailto:tms@tms.com.pl), website: [www.tms.com.pl](http://www.tms.com.pl)**



© 2017 Accuray Incorporated. All Rights Reserved.

Important Safety Information

Most side effects of radiotherapy, including radiotherapy delivered with Accuray systems, are mild and temporary, often involving fatigue, nausea, and skin irritation. Side effects can be severe, however, leading to pain, alterations in normal body functions (for example, urinary or salivary function), deterioration of quality of life, permanent injury, and even death. Side effects can occur during or shortly after radiation treatment or in the months and years following radiation. The nature and severity of side effects depend on many factors, including the size and location of the treated tumor, the treatment technique (for example, the radiation dose), and the patient's general medical condition, to name a few. For more details about the side effects of your radiation therapy, and to see if treatment with an Accuray product is right for you, ask your doctor. MKT-ARA-0716-0106(1)

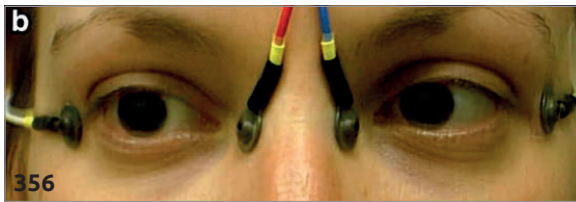


# W numerze 5/2018...

## MedycyNINŻYNIER FIZYK














331



356



Znajdź nas:  
Inżynier i Fizyk Medyczny  
[www.inzynier-medyczny.pl](http://www.inzynier-medyczny.pl)

- 294 Od Redakcji
- 299 Kontrola jakości w ultrasonografii
-  305 PET/CT w diagnostyce guzów mózgu
-  311 Diagnostyka patologii uszkodzeń stawu kolanowego w badaniu rezonansu magnetycznego przy wykorzystaniu różnych sekwencji
-  316 Rimage Professional™ 2410 – duplikator do dystrybucji płyt z wynikami badań pacjentów
-  317 Utlenianie anodowe biostopu Ti6Al4V w aspekcie jego zastosowań w implantacji
-  323 Wyznaczenie lokalnych poziomów referencyjnych dla kończyny górnej i dolnej na podstawie operacji ortopedycznych u dzieci z użyciem ramienia C
-  331 System SPECT nowej generacji do badań całego ciała
-  333 Obraz metaboliczny guzów mózgu w protonowej spektroskopii MR (1HMRs)
-  339 Obraz metaboliczny otępienia w chorobie Alzheimera w protonowej spektroskopii rezonansu magnetycznego
-  345 Zastosowanie obrazowania termicznego w diagnostyce nowotworów piersi
-  350 Znaczniki tkankowe w pęcherzu moczowym
-  351 Procedury fizyczne przed wykonaniem terapii Gamma Knife
- 356 Badanie elektrofizjologiczne gałki ocznej – elektrookulografia

 – artykuł naukowy

 – artykuł firmowy

stopka redakcyjna

### KOMITET NAUKOWY / SCIENTIFIC COMMITTEE

prof. dr hab. inż. lek. med. Grzegorz Pawlicki  
dr hab. inż. Ewa Zalewska  
dr hab. n. med. Paweł Kukotowicz  
dr inż. Dominika Oborska-Kumaszyńska

### RADA NAUKOWA / SCIENTIFIC COUNCIL

mgr Bartosz Bąk, PTE, WCO, Poznań  
dr hab. inż. Maciej Budzanowski, IFJ PAN, Kraków  
dr hab. Wojciech Bulski, Centrum Onkologii, Warszawa  
dr n. fiz. Hab. n. med. Armand Cholewka, Uniwersytet Śląski, Chorzów  
dr hab. Arkadiusz Derkacz, UM, Wrocław  
dr n. med. Maciej Dobrzyński, UM Wrocław  
dr n. med. Wojciech Glinkowski, PTT, Warszawa  
prof. Natalia Golnik, PW, Warszawa  
dr n. med. Marzena Janiszewska, Dolnośląskie Centrum Onkologii we Wrocławiu  
mgr Monika Jędrzejewska, PTIK Poznań  
mgr Aleksandra Kaczmarek, PTE, WCO, Poznań  
dr inż. Jolanta Karpowicz, CIOP-PIB, Warszawa  
dr inż. Renata Kopec, IFJ PAN, Kraków  
prof. Danuta Koradecka, CIOP-PIB, Warszawa  
mgr inż. Ryszard Kowski, PTIK, Łódź  
prof. Leszek Królicki, UM, Warszawa

dr hab. n. med. Paweł Kukotowicz, PTFM Warszawa  
prof. Roman Maniewski, IBIB PAN, Warszawa  
prof. dr hab. Rafał Matkowski, UM, Wrocław  
dr n. fiz. Łukasz Matulewicz, Poznań  
dr hab. n. med. Robert Krzysztof Młosek, WUM w Warszawie  
prof. dr hab. Andrzej Nowicki, IPPT, PAN  
dr inż. Dominika Oborska-Kumaszyńska, NCHospital, Wolverhampton Royal Hospitals, UK  
prof. Tadeusz Pałko, PW, Warszawa  
mgr Maria Paroń, NWSM Wrocław  
prof. Grzegorz Pawlicki, PW, Warszawa  
mgr Elżbieta Pater, Wrocław  
dr n. med. Tomasz Piotrowski, WCO, Poznań  
Czesław Pływacz, PSTE, Piekary Śląskie  
prof. Halina Podbielska, PWR Wrocław  
prof. Marek Sasiadek, UM, Wrocław  
mgr Grzegorz Sieradzki – TMS Polska  
dr. inż. Jakub Słowiński – Politechnika Wrocławska  
prof. dr hab. n. fiz. Krzysztof Śłosarek, Centrum Onkologii, Gliwice  
prof. zw. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz, AGH Kraków  
prof. Andrzej Urbanik, CM UJ, Kraków  
prof. dr hab. med. Jerzy Walecki, CMKP Warszawa  
prof. dr hab. inż. Ewa Zalewska, IBIB PAN, Warszawa

### REDAKCJA / EDITORIAL BOARD

Redaktor Naczelny / Editor-in-Chief  
prof. dr hab. inż. lek. med. Grzegorz Pawlicki  
Z-ca Redaktora Naczelnego / Editor  
prof. dr hab. inż. Ewa Zalewska  
Z-ca Redaktora Naczelnego / Editor  
mgr inż. Jacek Lewandowski  
[j.lewandowski@zahir.pl](mailto:j.lewandowski@zahir.pl)  
Redaktor techniczny / Technical Editor  
mgr inż. Katarzyna Wilczyńska  
[katarzynaw@zahir.pl](mailto:katarzynaw@zahir.pl)

### ADRES REDAKCJI INDYGO Media

ul. Mariana Haisiga 2/2, 54-705 Wrocław  
tel./fax + 48 71 796 41 59, mob. + 48 604 586 979  
e-mail: [j.lewandowski@zahir.pl](mailto:j.lewandowski@zahir.pl)

### PRENUMERATA / SUBSCRIPTION

Cena egzemplarza – 15,50 zł  
Prenumerata roczna – 90 zł  
[www.inzynier-medyczny.pl](http://www.inzynier-medyczny.pl)  
[j.lewandowski@zahir.pl](mailto:j.lewandowski@zahir.pl)

### WYDAWNICTWO / PUBLISHING HOUSE INDYGO Media

Dyrektor Wydawnictwa  
Jacek Lewandowski  
DTP  
Tomasz Brończyk

Dwumiesięcznik Inżynier i Fizyk Medyczny jest czasopismem recenzowanym, indeksowanym w MNIŚW (4), Index Copernicus (50,50), BazTech.

Publikowane są prace w następujących kategoriach: prace naukowe, badawcze, studia przypadków, artykuły poglądowe, doniesienia, wywiady, polemiki, artykuły o tematyce społeczno-zawodowej i dotyczące specjalizacji

zawodowych, raporty techniczne i sprawozdania. Zamieszcza również przeglądy literatury przedmiotu, recenzje książek oraz aktualności branżowe. Nadesłane do redakcji artykuły są recenzowane.

Instrukcje dla autorów dostępne na [www.inzynier-medyczny.pl](http://www.inzynier-medyczny.pl)



## Profesor Grzegorz Pawlicki uhonorowany Medalem Politechniki Warszawskiej

Prof. Grzegorz Pawlicki, dr hab. inż. w zakresie inżynierii biomedycznej, lekarz medycyny – od ponad sześćdziesięciu lat związany z Politechniką Warszawską, a w szczególności z Wydziałem Mechatroniki, którego był dziekanem, został uhonorowany **45. Medalem Politechniki Warszawskiej *Alma Mater Bene Merentibus***.

To najwyższe odznaczenie uczelni zostało przyznane „w uznaniu zasług dla rozwoju inżynierii medycznej oraz działań na rzecz społeczności akademickiej”. Uroczystą laudację wygłosił prof. dr hab. inż. Krzysztof Lewenstein, Prorektor ds. Studiów Politechniki Warszawskiej, wieńcząc ją słowami: „O Profesorze Pawlickim i jego działalności w podobnym duchu można pisać bez końca, Nie sposób przypomnieć wszystkich jego zasług i osiągnięć”.

Profesor Pawlicki jest autorem lub współautorem ponad 150 publikacji, w tym 5 książek. Otrzymał liczne odznaczenia i medale, m.in. Medal Komisji Edukacji Narodowej, Złoty Krzyż Zasługi, Kawalerski Krzyż Odrodzenia Polski oraz Medale Politechniki Warszawskiej. Wypromował 8 doktorów. W ramach działalności organizacyjnej Profesor pełnił wiele funkcji, m.in.:

- współzałożyciela Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej (1965 r.) i czasopisma naukowego „Postępy Fizyki Medycznej”, wydawanego od 1973 roku w języku angielskim jako „Polish Journal of Medical Physics”,
- przewodniczącego Komitetu Fizyki Medycznej, Radiobiologii i Diagnostyki Obrazowej PAN (Wydział Nauk Medycznych) w latach 2001-2009, członka od 1993 roku, a obecnie przewodniczącego honorowego,
- członka Komitetu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN,
- współzałożyciela i pierwszego prezesa Stowarzyszenia Absolwentów i Przyjaciół Politechniki Warszawskiej (2010-2016), obecnie Prezesa Honorowego,
- członka Konwentu Politechniki Warszawskiej,
- konsultanta krajowego ministra zdrowia w dziedzinie inżynierii medycznej (2004-2016),
- członka (wcześniej przewodniczącego) zespołu ekspertów do opracowania i aktualizacji programów specjalizacji w dziedzinie inżynierii medycznej (a także w zespole fizyki medycznej) i wiele innych.



Jesteśmy zaszczytzeni, że Profesor Grzegorz Pawlicki współtworzył tytuł Inżynier i Fizyk Medyczny, obejmując funkcję Redaktora Naczelnego czasopisma. Zrealizował tym samym kolejne wyzwania bliskie swojej życiowej idei ***Frustra vivit, qui neminem prodest*** (na próżno żyje, kto nikomu nie przynosi pożytku). Czasopismo stało się pożytecznym forum wymiany wiedzy, narzędziem spajającym szerokie środowisko inżynierów medycznych, fizyków medycznych, techników, lekarzy oraz osób naukowo i zawodowo związanych z zagadnieniami stosowania techniki w praktyce medycznej.

*„W swojej działalności nigdy nie ubiegałem się o pochwały, nagrody, a nawet wynagrodzenia. Satysfakcję dawało mi zadowolenie z dobrze wykonanej, zleconej pracy lub własnego pomysłu badań, jaki przyszedł mi do głowy. Staratem się być użytecznym!”*

*Profesor Grzegorz Pawlicki*

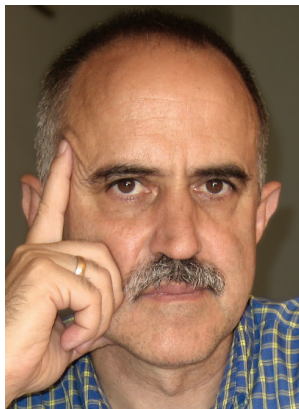
*- fragment przemówienia po dekoracji Alma Mater Bene Merentibus*

Serdecznie gratulujemy znalezienia się w gronie 45 osób Politechniki Warszawskiej uhonorowanych najwyższym odznaczeniem uczelni nadawanym osobom lub instytucjom za istotne zasługi!

*Redakcja Inżyniera i Fizyka Medycznego*



## Radość czytania



Redaktor gościnny

**Paweł Kukołowicz**  
Dr hab. n. med. Paweł Kukołowicz,  
profesor nadzwyczajny w COI

Z radością i szczerym uznaniem obserwuję rozwój Inżyniera i Fizyka Medycznego. Widać, że pomysł, który zrodził się głównie w środowisku wrocławskim, był trafiony. Profil czasopisma, określony z jednej strony zagadnieniami ocierającymi się o badania naukowe, a z drugiej o codzienne zastosowania, wypełnia lukę w dostępnej przestrzeni. Spełnianie oczekiwań zarówno czytelników, jak i autorów. To oczywiste, że każde czasopismo powinno spełniać oczekiwania czytelników, inaczej będzie tylko i wyłącznie makulaturą. Spełnianie oczekiwań autorów jest dodatkową zaletą, gdyż nie trzeba drzeć o zawartość kolejnego numeru. Inżynier i Fizyk Medyczny jest otwarty na autorów piszących regularnie i takich, którzy piszą rzadko, a także dla tych, którzy z dużą nieśmiałością piszą po raz pierwszy. Elektroradiolodzy, którzy w krajach zachodnich aktywnie uczestniczą w wymianie myśli, również w Polsce powoli zajmują właściwe im miejsce. Należy się z tego cieszyć i to doceniać. W latach po II wojnie światowej ta grupa zawodowa określana była jako technicy. Pamiętam wypowiedzi śp. Profesor Barbary Gwiazdowskiej, która z wielkim uznaniem mówiła o technikach pracujących w Zakładzie Fizyki Medycznej. Zasada pomocniczości nie powinna być tylko odświętnym sztandarem, używanym do opakowania wypowiedzi w mądre sformułowania, świadczącym o elokwencji mówcy, powinna być stosowana zgodnie z jej przeznaczeniem. Rolą osób, których

doświadczenie w pisaniu – a sztuka pisania to coś znacznie więcej niż sztuka mówienia – jest dużo większe, powinno być również animowanie podejmowania trudu pisania artykułu przez osoby mniej doświadczone.

W mojej osobistej ocenie poziom publikowanych artykułów jest coraz wyższy. W każdym numerze można znaleźć coś ciekawego dla siebie, ułatwiającego nasze zmagania z codziennymi problemami. Otwartość Redakcji na wydarzenia związane ze środowiskiem fizyków medycznych jest bardzo duża i za to dziękujemy. Przed nami kolejne wydarzenia. Szkoła Fizyki Medycznej, która odbędzie się w Bydgoszczy w dniach 18, 19 i 20 października. W Poznaniu w listopadzie będziemy uczestniczyli w kilku początkowych wydarzeniach, w uroczystościach 65-lecia Wielkopolskiego Centrum Onkologii, w Forum Młodych Naukowców i Walnym Zgromadzeniu Polskiego Towarzystwa Fizyki Medycznej, na którym wybierzemy nowe władze Towarzystwa.

Cieszy bardzo schludna szata graficzna. Ja ciągle wolę mieć w ręku wersję drukowaną czasopisma niż wersję elektroniczną. W tym przypadku szata graficzna odgrywa ważną rolę. Dziękując Redakcji za podejmowane wysiłki, życząc dalszego rozwoju czasopisma.

Mój tekst nosi znamiona pożegnania. Nie żegnaj się, nadal będę wspierał rozwój czasopisma i tak bliskiej mi fizyki medycznej. Być może to upał skłonił mnie do takich osobistych wynurzeń.

Paweł Kukołowicz

### Instrukcja dla Autorów

**Dwumiesięcznik Inżynier i Fizyk Medyczny jest czasopismem recenzowanym, indeksowanym w MNISW (4), Index Copernicus (48,64), BazTech.**

Publikowane są prace w następujących kategoriach: prace naukowe, badawcze, studia przypadków, artykuły poglądowe, doniesienia, wywiady, polemiki, artykuły o tematyce społeczno-zawodowej i dotyczące specjalizacji zawodowych, raporty techniczne i sprawozdania. Zamieszcza również przeglądy literatury przedmiotu, recenzje książek oraz aktualności branżowe.

Czasopismo jest redagowane przez Redakcję w wersji papierowej oraz w wersji elektronicznej. Publikowane są prace z następujących dziedzin: diagnostyka obrazowa, interwencyjna (zabiegowa), elektrodiagnostyka, informatyka medyczna (telemedycyna; e-zdrowie), wyposażenie i techniczne środki terapeutyczne (radio-, elektro-, światło-, mechanoterapia itd.), implanty, sztuczne narządy, transport medyczny, bezpieczeństwo, aspekty prawne, finansowanie, organizacja i zarządzanie w jednostkach ochrony zdrowia, prawo i edukacja. Istnieje możliwość opublikowania artykułów z innych dziedzin, łączących tematykę zgodną z profilem pisma.

**Nadsyłane prace nie mogą być publikowane w innych czasopiśmiech.**

Każda praca naukowa powinna zawierać tytuł, streszczenie (do 500 znaków ze spacjami) i słowa kluczowe w języku polskim i angielskim, a także dokładną afiliację wszystkich współautorów (adres, kontakt e-mail i telefoniczny). Układ prac powinien uwzględniać: streszczenie, wstęp, rozdziały, zakończenie.

Literaturę, na którą powołuje się Autor, należy numerować w kolejności występowania w tekście (nie w porządku alfabetycznym) w nawiasach kwadratowych, a w spisie literatury w sposób podany poniżej.

• **Artykuły w czasopiśmie naukowych** (prosimy podawać pełne tytuły oraz oficjalne skróty nazw czasopism):

1. B. Szafrjański, G. Pawlicki, T. Pałko, J. Kosicki: *Impedance plethysmography in the evaluation of peripheral blood flow in children*, *Pediatr Pol*, 56(10), 1981, 1131-1140.

**czyli:** inicjał(y) imienia i nazwisko autora(rów), tytuł artykułu (italik), tytuł czasopisma (preferowany międzynarodowy skrót), nr tomu (nr wydania), rok wydania, numery stron.

• **Książki**

2. G. Pawlicki (ed.): *Podstawy inżynierii medycznej*, Wyd. OWPW, Warszawa 1997.  
**czyli:** inicjał(y) imienia i nazwisko autora(rów), tytuł książki (italik), wydawca, miejsce i rok wydania, ewentualnie numery stron.

Rysunki i fotografie (na osobnych stronach, załączone jako oddzielne pliki, oznaczone symbolem rys. oraz fot.) należy numerować kolejno, z zaznaczeniem miejsca w tekście, w którym powinny się znaleźć.

Grafikę (wykresy, fotografie) należy dostarczyć jako pliki: \*.eps, \*.tif lub \*.jpg o rozdzielczości 300 dpi.

Autorom nie przysługuje honorarium za nadesłane prace. W przypadku pozytywnej recenzji Autor otrzyma bezpłatny egzemplarz wydania kwartalnika, w którym zamieszczono jego pracę. Redakcja zastrzega sobie prawo do wprowadzenia zmian redakcyjnych w publikowanych artykułach. Wszelkie prawa w stosunku do tekstów drukowanych w czasopiśmie są zastrzeżone.

Przesłanie pracy do publikacji jest tożsame z przekazaniem praw autorskich. Opublikowane prace stają się własnością redakcji. Przedruk w całości lub we fragmentach czy też tłumaczenie na inny język mogą być dokonane wyłącznie po uzyskaniu pisemnej zgody redakcji.

Redakcja nie bierze odpowiedzialności za stwierdzenia, opinie oraz dane zawarte w nadesłanych pracach lub materiałach reklamowych. Redakcja zastrzega sobie prawo do poprawienia stylu i nazewnictwa.

Prace można przysyłać wyłącznie w formie elektronicznej, w formacie \*.doc, na adres e-mail: [j.lewandowski@zahir.pl](mailto:j.lewandowski@zahir.pl).

*Instructions for Authors in English version can be obtained from the office of Editor: [j.lewandowski@zahir.pl](mailto:j.lewandowski@zahir.pl)*

*Instrukcje dla autorów dostępne na [www.inzynier-medyczny.pl](http://www.inzynier-medyczny.pl)*



*Szanowny Internauto*

*To, że znalazłeś się na tej stronie oznacza,  
że zainteresowały Cię tematy z okładki!*

*Jeśli już dziś chciałbyś zapoznać się z czasopismem  
wystarczy zadzwonić tel. **604 586 979**  
i zamówić wydanie bieżące lub prenumeratę.*

*Czasopismo dotrze do Ciebie w ciągu 3 dni  
roboczych od dokonania wpłaty na konto.*

64 1020 5226 0000 6202 0459 0420

*Jeśli chcesz mieć je już dziś  
– odwiedź najbliższy salon sieci*

**EMPIK.**

**empik**

*Jeśli masz czas i lubisz naszą stronę,*

**facebook**

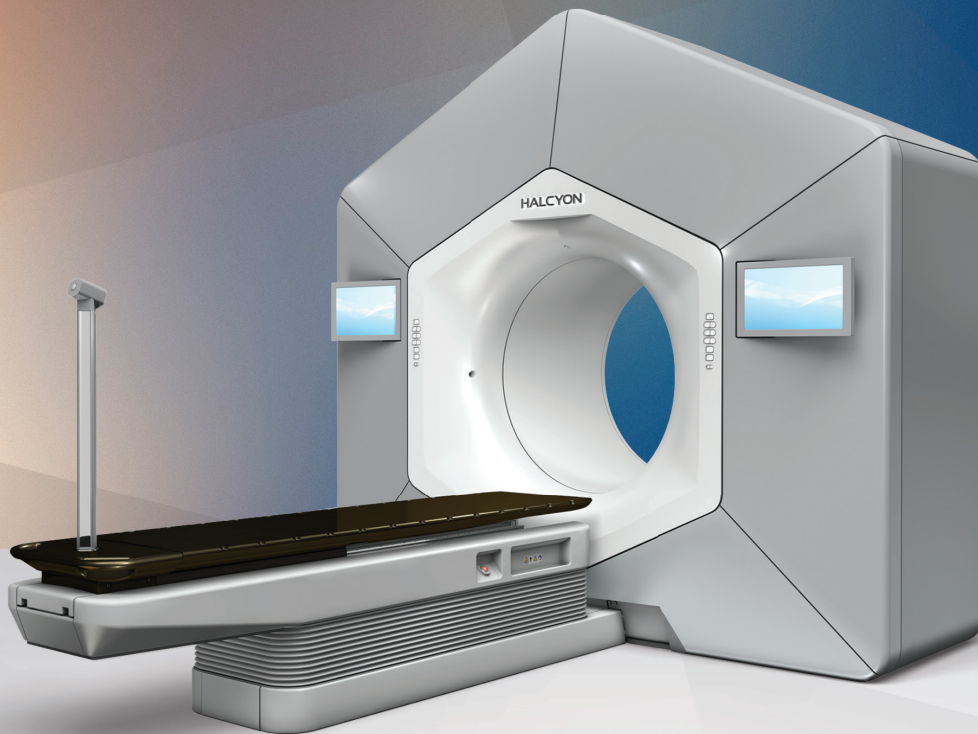
<http://www.facebook.com/pages/Inzynier-i-Fizyk-Medyczny/333684476715616>

*regularnie ją odwiedzaj  
– wersja elektroniczna zostanie udostępniona wkrótce.*

*Redakcja dwumiesięcznika  
**Inżynier i Fizyk Medyczny***

**Medyc** INŻYNIER  
FIZYK 

# THIS CHANGES EVERYTHING



Varian is transforming radiotherapy from every perspective. With the Halcyon™ system, we designed a radiotherapy treatment platform that combines high quality of care, operational excellence, and human-centered design into one compact yet powerful device. That means it's envisioned to be comfortable for patients, intuitive for caregivers, and transformative for clinics.

Learn more at [Varian.com/Halcyon](http://Varian.com/Halcyon)

Varian Medical Systems Poland  
[info.poland@varian.com](mailto:info.poland@varian.com)

Safety information: Radiation may cause side effects and may not be appropriate for all cancers.

© 2017 Varian Medical Systems, Inc. Varian and Varian Medical Systems are registered trademarks, and Halcyon is a trademark of Varian Medical Systems, Inc.

**varian**



# MONACO<sup>®</sup>

## Accuracy without compromise

**Monaco delivers the exquisite quality you expect at the speed you need.**

The complete solution you know for planning accuracy now provides **faster, more efficient planning** from simple 3D to the most complex high definition stereotactic plans. Plus, Monaco is the only treatment planning solution with the gold standard Monte Carlo algorithm and multicriteria optimization, so you can be confident that the dose planned is the dose delivered.

VISIT [ELEKTA.COM/MONACO](http://ELEKTA.COM/MONACO)

 **Elekta**

