

Prof. dr hab. Grzegorz Derfel  
Instytut Informatyki  
Politechnika Łódzka  
ul. Wólczańska 215  
90-924 Łódź  
e-mail: gderfel@p.lodz.pl

Łódź, 30 października 2015.

## RECENZJA

osiągnięć naukowych oraz aktywności naukowej i dydaktycznej

dra Stanisława Andrzeja Różańskiego

w związku z wnioskiem o wszczęcie postępowania habilitacyjnego

na podstawie monotematycznego cyklu publikacji pt.

**„Dynamika procesów molekularnych i kolektywnych w ciekłych kryształach poddanych  
ograniczeniom geometrycznym”**

Pan dr Stanisław Różański jest fizykiem. W roku 1980 ukończył Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu i otrzymał stopień magistra na podstawie pracy dyplomowej pt. „Jonizacja wielofotonowa atomu potasu” napisanej pod kierunkiem prof. dr hab. Franciszka Kaczmarka. W latach 1980-1984 odbywał studia doktoranckie w Instytucie Fizyki Molekularnej Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu. W 1985 r. uchwałą Rady Naukowej Instytutu Fizyki Molekularnej PAN, otrzymał stopień doktora nauk fizycznych za pracę pod tytułem „Własności optyczne ferroelektrycznych ciekłych kryształów”. Promotorem rozprawy doktorskiej był prof. dr hab. Jerzy Małecki. Po ukończeniu studiów doktoranckich pan dr Różański przez trzy miesiące (od 1 października do 31 grudnia 1985 r.) był starszym asystentem w Akademii medycznej w Bydgoszczy. W latach 1986-1990 był zatrudniony na stanowisku adiunkta w Instytucie Fizyki Molekularnej Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu. Przez następne ponad 10 lat (od 1990 r. do 2001 r.) pracował jako nauczyciel fizyki i informatyki w I Liceum Ogólnokształcącym im. Marii Skłodowskiej-Curie w Pile. Od marca 2001 r. został zatrudniony w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej im. Stanisława Staszica w Pile, gdzie pracuje do dziś na stanowisku profesora nadzwyczajnego. Mimo tych zmian miejsc pracy i dziesięcioletniego zatrudnienia poza ośrodkiem naukowym, pan dr Różański konsekwentnie i z powodzeniem prowadził aktywną działalność naukową w dziedzinie fizyki ciekłych kryształów.

W dniu 20 lutego 2015 r. pan dr Stanisław Różański przedstawił, szczegółowo udokumentowany, wniosek do Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów

o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk fizycznych w dyscyplinie fizyka na podstawie osiągnięcia naukowego opisanego w monotematycznym cyklu publikacji pt. „Dynamika procesów molekularnych i kolektywnych w ciekłych kryształach poddanych ograniczeniom geometrycznym”.

### **Ocena osiągnięcia naukowego**

Główny obszar badań prowadzonych przez pana dra Różańskiego i opisany w autoreferacie dotyczył ciekłych kryształów w ograniczonej geometrii. Celem badań było wyjaśnienie, jak materiały ciekłokrystaliczne zmieniają swoje właściwości, jeśli pozostają w kontakcie z ośrodkiem, w którym dominujący jest wpływ powierzchni oddziałującej na ograniczoną geometrycznie objętość ciekłego kryształu.

Badania tego rodzaju układów mają długą tradycję. Szczególnego znaczenia tematyka ta nabrała po wytworzeniu w roku 1980 filmów zawierających zawiesinę ciekłego kryształu w matrycy polimerowej (PDLC). W układach takich, dzięki wysokiemu stosunkowi powierzchni do objętości, silnie przejawia się wpływ powierzchni stałych na orientację i stopień uporządkowania molekuł mezogennych a także na przejścia fazowe i dynamikę procesów molekularnych. Badania właściwości ciekłych kryształów w ograniczonej geometrii prowadzone są w różnych aspektach, dotyczących np. parametru uporządkowania, przejść fazowych, ciepła właściwego, przenikalności elektrycznej zarówno z użyciem materiałów porowatych jak i cienkich warstw. Jednym z celów takich badań jest dążenie do modyfikacji własności ciekłych kryształów.

Układy badane przez pana dra Różańskiego utworzone były z ciekłych kryształów występujących w fazie nematycznej oraz w fazach smektycznych - ferroelektrycznej i antyferroelektrycznej. Materiały te zamknięte były w porowatych membranach typu Anopore, w membranach typu Synpor a także zawierały nanocząstki aerosilu, tworząc ich zawiesinę. Układy takie stanowią modele umożliwiające doświadczalne badanie wpływu uporządkowania powierzchniowego oraz zamrożonego przypadkowego nieporządku na dynamikę procesów molekularnych i kolektywnych w ciekłych kryształach.

Zastosowaną metodą badawczą była szerokopasmowa spektroskopia dielektryczna. Najszerszy zakres częstości rozciągał się od  $10^{-2}$  Hz do  $10^9$  Hz, największy - od  $10^6$  Hz do  $10^9$  Hz. Metoda szerokopasmowej spektroskopii dielektrycznej jest powszechnie stosowana właśnie w celu poznania dynamiki i zjawisk kolektywnych zachodzący w układach o ograniczonej geometrii.



Przedstawionemu wyżej głównemu tematowi swojej działalności naukowej pan dr Róžański poświęcił 21 artykułów i dwa rozdziały w monografiach oraz liczne komunikaty i referaty konferencyjne. Spośród 14 artykułów z tej tematyki opublikowanych w czasopiśmie z listy filadelfijskiej 10 prac zakwalifikował do monotematycznego cyklu, stanowiącego osiągnięcie naukowe przedstawione jako podstawa postępowania habilitacyjnego. Siedem z nich ukazało się w „Liquid Crystals”, a po jednej w „Zeitschrift für Physikalische Chemie”, „Journal of Non-Crystalline Solids” i „IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation”.

W autoreferacie habilitant w kompletny sposób opisał przeprowadzone badania. Opis poprzedził obszernym przeglądem literatury przedmiotu ze szczególnym uwzględnieniem prac opisujących zjawiska przez siebie obserwowane. Przeprowadził analizę możliwości metody spektroskopii dielektrycznej zwracając uwagę na niepożądane efekty mogące prowadzić do fałszywych wniosków. Opisał właściwości używanych przez siebie membran porowatych oraz aerosilu. Przedstawił procedurę przygotowywania próbek. Podał opis aparatury użytej do badań dielektrycznych, które wykonywał w funkcji częstości i temperatury.

Badania przeprowadzone przez pana dra Róžańskiego dotyczyły kilku rodzajów układów: ciekłego kryształu nematycznego w membranach porowatych Anopore i Synpor, nematyka w układzie dyspersyjnym z aerosilem, smektyków ferroelektrycznych w membranach porowatych Anopore i Synpor, smektyka ferroelektrycznego w układzie dyspersyjnym z aerosilem i smektyka antyferroelektrycznego w membranie Anopore. Autor wykonywał też pomiary porównawcze z użyciem ciekłych kryształów zawartych w standardowych komórkach pomiarowych nienarzucających ograniczeń geometrycznych a także zbadał odpowiedź dielektryczną samych membran. Wszystkie te badania ujawniły znaczący wpływ ograniczeń geometrycznych na termodynamiczne, optyczne i dielektryczne właściwości badanych materiałów ciekłokrystalicznych. Na ich podstawie autor wyciągnął wnioski dotyczące uporządkowania molekuł w porach i swobody lub ograniczeń ruchów molekularnych i kolektywnych.

Pierwsze osiągnięcia w omawianej dziedzinie opisane są w artykule [H1], który był 88 razy cytowany w literaturze przedmiotu. Przedmiotem badań był ciekły kryształ p-pentylo-p'-cyjanodwufenyl (5CB) umieszczony w porowatych membranach Anopore. Pan dr Róžański wyodrębnił procesy relaksacji i wyznaczył dla nich czasy relaksacji oraz inkrementy dielektryczne. Proces relaksacji związany z rotacją wokół krótkich osi molekuł (nazwany procesem  $\delta$ ) świadczył o uporządkowaniu direktora wzdłuż osi porów i zachodził przy

częstości nieco wyższej niż relaksacja w fazie swobodnej. W membranach zmodyfikowanych za pomocą surfaktantów wyniki wykazały radialną orientację direktora w porach a proces relaksacyjny został przypisany libracyjnym ruchom molekuł. Użycie obu rodzajów membran umożliwiło stwierdzenie, że anizotropia dielektryczna 5CB dwukrotnie zmienia znak ze wzrostem częstości. W fazie nematycznej częstotliwość relaksacji procesu  $\delta$  przesunięta była w stronę wyższych częstotliwości, a procesu libracyjnego w kierunku niższych. Temperaturowa zależność czasu relaksacji tylko w pierwszym przypadku spełniała prawo Arrheniusa.

Podobne wyniki otrzymane dla tego samego nematyka zawartego w porowatych membranach Synpor o silnie nieregularnej strukturze zostały opisane w artykule [H2]. Częstości relaksacji charakteryzujące dynamikę obu procesów relaksacyjnych były zbliżone od częstości w fazie swobodnej 5CB, natomiast wartości strat dielektrycznych różniły się. W tej samej pracy autor wyznaczył optyczne transmisje warstw w funkcji długości koherencji pola elektrycznego. Wyniki pokazały, że z powodu silnego oddziaływania włókien tworzących membranę, uporządkowanie direktora polem jest możliwe pod warunkiem, że długość koherencji jest znacznie mniejsza od średnicy porów.

Artykuł [H9] uzupełnił badania wykonane z użyciem związku 5CB. Tym razem nematyk tworzył kompozyty z hydrofilowym i hydrofobowym aerosilem 300. Stwierdzono dwa typy temperaturowej zależności czasów relaksacji: zgodny z prawem Arrheniusa i podlegający prawu Vogela–Fulchera–Tammanna opisującemu procesy kooperatywne w układach nieuporządkowanych. Zwiększenie gęstości aerosilu wywoływało spadek uporządkowania i powodowało wzrost częstości relaksacji procesu  $\delta$  i spadek częstości libracji. Zaobserwowano przedprzejściowy wzrost energii aktywacji w fazie izotropowej z wykładnikiem krytycznym zależnym od gęstości aerosilu.

Kolejne prace dotyczyły kilku substancji smektycznych o właściwościach ferroelektrycznych różniących się okresem struktury helikoidalnej i wartością spontanicznej polaryzacji. Materiały te były umieszczane w obu rodzajach membran porowatych. Wyniki pracy [H3] pokazały, że dynamika procesów molekularnych w ograniczeniach geometrycznych nie ulega praktycznej zmianie, natomiast występują względne zmiany w wartościach inkrementów dielektrycznych poszczególnych procesów relaksacji. Drastyczna różnica w porównaniu ze swobodnym ciekłym kryształem dotyczyła procesów kolektywnych. W membranach Anopore nie występowały mod Goldstone'a i mod miękki. Autor wiąże ten wynik z uporządkowaniem warstw smektycznych wewnątrz cylindrycznych porów, idealnie prostopadle do kierunku pola mierzącego i osi porów. Natomiast brak modu Goldstone'a



w membranie Synpor tłumaczy słumieniem tego procesu w rezultacie wysoce niejednorodnej struktury porów.

W pracy [H8] również badana była dynamika procesów relaksacji molekularnej i kolektywnej w ferroelektrycznym ciekłym kryształcie umieszczonym w membranie porowatej Anopore. Zaobserwowano proces relaksacji związany z obrotami molekuł wokół krótkiej osi, który zależał od temperatury zgodnie z prawem Arrheniusa. Autor wyznaczył także zależność kąta pochylenia molekuł od temperatury w fazie  $SmC^*$  w membranie Anopore potwierdzając tym samym istnienie fazy pochyłonej w porach. Wykrył nowy kolektywny proces relaksacji, który przypisał relaksacji polaryzacji flekoselektrycznej wynikłej z deformacji typu *splay* występującej przy ścianach porów.

Podobne wyniki przedstawione są w pracy [H4], w której smektyki ferroelektryczne tworzyły kompozyty z membraną Synpor. Mod Goldstone'a nie występował w materiałach o długim skoku helikoidy ale został wykryty w smektyku o krótkim skoku i znacznej polaryzacji spontanicznej. Ten ostatni wynik autor wiąże z silną deformacją struktury helikoidalnej. Z obecności modu miękkiego i modu Goldstone'a wynika utrzymywanie się struktury warstwowej mimo ograniczeń narzucanych membraną Synpor. W tej samej pracy badania metodą DSC i badania rentgenowskie potwierdziły zgodność sekwencji faz w swobodnym smektyku i w kompozycie z membraną Synpor.

W pracach [H5] - [H7] ciekły kryształ ferroelektryczny tworzył kompozyt z nanocząstkami aerosilu. Badania przeprowadzone metodą spektroskopii dielektrycznej ujawniły istnienie modu Goldstone'a i modu miękkiego o częstościach relaksacji i inkremencie malejącym ze wzrostem gęstości aerosilu, co autor przypisuje zmniejszaniu się domen o uporządkowaniu smektycznym, ich dezorientacją i deformacją struktury helikoidalnej co prowadzi do powstania licznych defektów. W smektyku, którego spontaniczna polaryzacja zmieniała znak w pewnej temperaturze, częstotliwość relaksacji modu Goldstone'a jak i inkrement dielektryczny gwałtownie zmniejszały się w pobliskim przedziale temperatur. Zaobserwowano także proces  $\delta$  w fazie ferroelektrycznej z arrheniusowską zależnością częstości relaksacji od temperatury

W artykule [H10] badany kompozyt składał się ze smektyka antyferroelektrycznego w membranach Anopore. Dynamika procesów kolektywnych w porach różniła się znacznie od dynamiki w układach niepoddanych ograniczeniom geometrycznym, co zostało zinterpretowane jako wynik deformacji i kompresji warstewek smektycznych, wskutek czego warstwy smektyczne nie były ułożone idealnie prostopadle do osi porów, lecz różnie zorientowane względem osi. Mody kolektywne  $P_H$  i  $P_L$  występujące w fazie

antyferroelektrycznej i związane z fluktuacjami kąta azymutalnego określającego orientację molekuł nie pojawiały się w cylindrycznych porach membrany Anopore.

Wszystkie pomiary wykonane przez habilitanta dostarczyły wielu szczegółowych danych odzwierciedlając ogromną różnorodność zjawisk fizycznych obserwowanych w badanych układach. Pan dr Różański wykazał wielką biegłość w ich interpretacji. Dokonał wnikliwej analizy możliwych zmian strukturalnych wywołanych ograniczeniem geometrii. Przedyskutował możliwe przyczyny odstępstw dynamiki procesów relaksacji występujących w strukturach ograniczonych geometrycznie od dynamiki znanej z układów nieograniczonych. Pewnym niedostatkiem jest brak w autoreferacie zwięzłego uogólnienia wyników otrzymanych dla różnych układów.

Wszystkie artykuły habilitanta są dobrze napisane, zawierają wyjaśniający wstęp, szczegółowo opisują i wyczerpująco omawiają wyniki i poparte są obfitą literaturą.

Za najważniejsze wyniki spośród prezentowanych w cyklu publikacji uważam:

1. Stwierdzenie idealnego uporządkowania warstewek smektycznych wewnątrz cylindrycznych porów prostopadle do ich osi.
2. Stwierdzenie utrzymywania się struktury warstwowej smektyków mimo ograniczeń narzucanych membraną Synpor.
3. Potwierdzenie istnienia fazy pochylonej w porach Anopore.
4. Wykrycie kolektywnego modu związanego z polaryzacją flekoselektryczną wywołaną z deformacją typu *splay* występującą przy ścianach porów.
5. Wykazanie, że anizotropia dielektryczna 5CB dwukrotnie zmienia znak przy wzroście częstotliwości.
6. Wykazanie, że pole elektryczne zmienia orientację direktora w porach pod warunkiem, że jego natężenie zapewnia długość koherencji znacznie mniejszą od średnicy porów.
7. Wykrycie przedprzeźściowego wzrostu energii aktywacji w fazie izotropowej z wykładnikiem krytycznym zależnym od stężenia aerosilu.

### **Ocena aktywności naukowej**

Pan dr Różański wykazał wybitną skuteczność w zakresie organizacji działalności naukowej dzięki czemu był w stanie zrealizować swój program badawczy. Podczas pracy w liceum (w latach 1990-2001) a także w latach następnych prowadził badania we współpracy z naukowcami z wielu ośrodków europejskich, w których przebywał na stażach. W ośrodkach tych wykonał wszystkie prace dotyczące układów ciekłokrystalicznych



w ograniczonej geometrii. W latach 1994, 1997 i 1998 uczestniczył w badaniach właściwości dielektrycznych materiałów ciekłokrystalicznych umieszczonych w materiałach porowatych przebywając w Universität Leipzig. Badania prowadził w ramach kierowanego przeze niego projektu badawczego finansowanego przez Komitet Badań Naukowych pt. „Wpływ ograniczeń geometrycznych na orientację i własności fizyczne ciekłych kryształów”. W latach 2000-2001 realizował kolejny projekt badawczy finansowany przez Komitet Badań Naukowych pt. „Własności dielektryczne ciekłokrystalicznych kompozytów i układów dyspersyjnych”. Od lipca 2003 roku do grudnia 2005 roku trzykrotnie przebywał na stażach w Katholieke Universiteit Leuven w Belgii, gdzie prowadził dalsze badania ciekłych kryształów w ograniczonej geometrii z wykorzystaniem szerokopasmowej spektroskopii dielektrycznej.

Działalność naukowa pana dra Różańskiego nie ograniczała się do przedstawionej wyżej tematyki. Habilitant ma w dorobku 10 artykułów (w tym 7 w czasopismach z bazy JCR) i rozdział w monografii, które dotyczą innych zagadnień. Jako adiunkt w IFM PAN zajmował się badaniem właściwości magnetycznych soli jonorodnikowych oraz organicznych nadprzewodników oraz spektrofotometrią kryształów molekularnych w podczerwieni. W r. 1992, będąc stypendystą w Max Planck Institute for Polymer Research w Niemczech, uczestniczył w badaniach dielektrycznych polimerów przewodzących domieszkowanych jodkiem sodu. W ramach projektu badawczego finansowanego przez Komitet Badań Naukowych w latach 1994-1995 badał wpływ zmiennego pola elektrycznego na własności optyczne i strukturę ferroelektrycznych ciekłych kryształów. Przebywając na stypendium naukowym w University of Ghent od marca 1999 r. do lutego 2001 r. badał właściwości elektrooptyczne antyferroelektrycznych ciekłych kryształów. W 2002 roku będąc na stażu w Research Institute for Solid State Physics and Optics of the Hungarian Academy of Sciences zajmował się badaniami zjawisk elektrohydrodynamicznych w nematycznych ciekłych kryształach i dynamiką formowania się struktur periodycznych w cieczach anizotropowych. Tematykę tę kontynuował podczas pobytu na Uniwersytecie w Magdeburgu w r. 2005. W latach 2006-2007 w ramach stypendium w Katholieke Universiteit Leuven badał dynamikę kooperatywną w cieczach złożonych poddanych ograniczeniom geometrycznym przy współpracy z University of Berne w Szwajcarii.

Powyższe zestawienie pokazuje prężną działalność naukową habilitanta realizowaną z powodzeniem zarówno w głównej dziedzinie badań jak i związaną z innymi interesującymi tematami.

W całym dorobku naukowym pan dr Róžański ma 33 publikacje naukowe oraz 3 rozdziały w monografiach, których jest autorem lub współautorem. 31 z nich powstało po uzyskaniu stopnia doktora. Z 33 publikacji, 24 ukazało się w czasopismach z bazy Journal Citation Reports. Wkład habilitanta w większości artykułów jest dominujący. W 26 publikacjach jest on pierwszym autorem. Ma też 3 prace monoautorskie, które ukazały się w czasopismach z listy. Wszystkie artykuły zaliczone do przedstawionego monotematycznego cyklu ukazały się w czasopismach z bazy JCR. Średni udział habilitanta w tych pracach sięga 70%. Pan dr Róžański aktywnie uczestniczył w wielu konferencjach zagranicznych i krajowych, na których wygłosił 9 referatów i zaprezentował 43 komunikaty.

Sumaryczny *impact factor* publikacji habilitanta wynosi 28,249, w tym 24,435 po uzyskaniu doktoratu. Łączna liczba cytowań bez autocytowań wynosi 248 świadcząc o uznaniu dla jego prac w środowisku naukowym. Wiąże się z tym znaczny indeks Hirscha wynoszący 11.

Okres najintensywniejszej działalności naukowej pana dra Róžańskiego przypada na lata 1995-2011 kiedy to opracował 26 publikacji poświęconych ciekłym kryształom w ograniczonej geometrii i występował na wielu międzynarodowych konferencjach z referatami i komunikatami. Po tym okresie aktywność naukowa habilitanta uległa obniżeniu. Najnowsza praca wydrukowana w czasopiśmie z listy filadelfijskiej wymieniona w spisie publikacji pochodzi z roku 2011, a najnowsza praca z monotematycznego cyklu ukazała się w roku 2008.

W r. 2015 ukazał się monoautorski artykuł pana dra Róžańskiego dotyczący układu ciekły kryształ - aerosil świadcząc o kontynuacji badań prowadzonych przez niego wcześniej. Pan dr Róžański przygotowuje także kolejne trzy publikacje poświęconych ciekłym kryształom w ograniczonej geometrii. Można to przyjąć jako zapowiedź powrotu habilitanta do aktywności naukowej.

### **Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego**

Na wielkie uznanie zasługuje dorobek dydaktyczny i popularyzatorski habilitanta. Wymienię tylko najważniejsze osiągnięcia. Pan dr Róžański prowadzi ćwiczenia rachunkowe z fizyki na wszystkich kierunkach politechnicznych PWSZ im. Stanisława Staszica w Pile. Pełni funkcję kierownika pracowni fizycznej. Jest autorem podręcznika oraz czterech skryptów z fizyki dla studentów studiów inżynierskich. Opracował autorskie programy nauczania fizyki oraz instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych. Jako osiągnięcie nie tylko



dydaktyczne ale i organizacyjne należy wymienić zbudowanie pracowni ciekłych kryształów, którą wykorzystuje do prowadzenia zajęć dodatkowych ze studentami a także do realizacji niektórych badań własnych.

Pan dr Różański był promotorem 28 prac dyplomowych na Studiach Podyplomowych „Informatyka z elementami edukacji medialnej”. Jest opiekunem Studenckiego Koła Naukowego Fizyki „Kwant”.

Pan Różański ma także znaczące osiągnięcia w zakresie popularyzacji fizyki. Opublikował 11 artykułów popularyzujących różne zagadnienia fizyczne i informatyczne, w tym dwa dotyczące fizyki ciekłych kryształów. Wielokrotnie uczestniczył w Festiwalach Nauki, Piknikach Technicznych i innych imprezach popularyzujących naukę prowadząc wykłady, prezentacje multimedialne i pokazy z fizyki. Wygłosił liczne wykłady dla uczniów.

Działalność organizacyjna habilitanta związana jest z procesem dydaktycznym realizowanym w PWSZ w Pile. Pan dr Różański jest kierownikiem Pracowni Matematyki, Fizyki i Chemii. Przyczynił się do jej wyposażenia w wiele przyrządów do ćwiczeń laboratoryjnych i demonstracji zjawisk fizycznych. Jest także członkiem Senatu PWSZ.

## **Podsumowanie**

Podsumowując stwierdzam, że wyniki zawarte w przedstawionym przez habilitanta cyklu dziesięciu publikacji oraz pozostały dorobek naukowy uzyskany po otrzymaniu stopnia doktora stanowią znaczący wkład w rozwój fizyki ciekłych kryształów. Pan dr Różański wykazał samodzielność w planowaniu, organizacji i realizacji badań, aktywność w zakresie dydaktyki i pasję popularyzatora nauki. Stwierdzam, że osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne dra Różańskiego spełniają wymagania Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku, art. 16, ze zmianami z dn. 18 marca 2011 roku o tytule naukowym i stopniach naukowych oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. W związku z tym zgłaszam wniosek do Rady Naukowej Instytutu Fizyki Molekularnej Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu o dopuszczenie pana dra Stanisława Różańskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Grzegorz Derfel