

**RECENZJA ROZPRAWY HABILITACYJNEJ I OCENA DOROBKU NAUKOWEGO**  
**dr -a inż. Adama Nabałka**

**Recenzja rozprawy habilitacyjnej**

Rozprawę habilitacyjną stanowi jedno-tematyczny cykl 13-tu publikacji z lat 2003-2012, zatytułowany „*Lawiny termomagnetyczne oraz zjawiska im towarzyszące w nadprzewodnikach drugiego rodzaju*”. Prace opublikowano w następujących czasopismach: *Acta Phys. Polon.* -5 prac, *J. Low Temp. Phys. (J.L.T.P.)* - 4 prace oraz w *Phys. Rev. B, Physica C, J. Appl. Phys. i Supercond. Sci. Technol. (SUST)*. 5 prac to prace oryginalne a 8 to tzw. „prace pokonferencyjne” (5 z *Acta* + 3 z *J.Low.Tem.Phys.*). 19-to stronicowy *Autoreferat* zawiera *Omówienie celu naukowego w/w prac i osiągniętych wyników* oraz krótkie 2-u stronicowe *Omówienie pozostałych osiągnięć* ....

**Prace te liczą w sumie około 120 stron.** Do tej pory były cytowane niezbyt licznie: H1 – 19 razy, H2- 7 razy, H3 – 20 razy, H4- 6 razy, H6- 3 razy a pozostałe poniżej 3 razy lub wcale (szczególnie te z *Acta Physica Polonica*). W 12-tu pracach dr Nabałek jest pierwszym autorem. **W 11-tu pracach Ukraińscy Współautorzy (Chabanenko i Wasiliew w 11 pracach, Rusakov w 6-ciu i inni) odegrali dużą i pozytywną rolę w uzyskaniu wyników recenzowanej habilitacji a także pozostałego dorobku dr Nabałka.** Trzy prace habilitacyjne H1,H2 i H6 dotyczące nadprzewodnika  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  powstały w wyniku rocznego pobytu dr-a Nabałka na stypendium w Uniwersytecie Mac Master w Kanadzie w grupie prof. M. Niewczasa. Do materiałów załączono specjalny *Załącznik 5*, który zawiera oświadczenia Habilitanta o Jego wkładzie do wszystkich 13-tu prac cyklu. Drugi *Załącznik 5- Oświadczenia Współautorów* zawiera z kolei informacje wszystkich Współautorów w liczbie 25 -ciu o ich wkładzie w poszczególne publikacje. Nie wszystkie podoktorskie prace dr-a Nabałka poświęcone przedmiotowej tematyce, włączono do tego cyklu. W dorobku podoktorskim Habilitanta liczącym 47 publikacji znalazłem jeszcze 12 prac na podobny lub taki sam temat. Habilitant wybrał nie zawsze najważniejsze lecz te, w których jest pierwszym autorem.

Tematyka prac stanowiących cykl habilitacyjny dotyczy doświadczalnego zbadania niestabilnych zachowań stanu krytycznego wybranych nadprzewodników konwencjonalnych i wysokotemperaturowych spowodowanych fluktuacjami pola magnetycznego lub/ i temperatury, które mogą przejawiać się w formie skoków strumienia pola magnetycznego czy termomagnetycznych lawin wirów (worteksów). Zjawiska te w nadprzewodnikach są stanami nieliniowymi i nieustalonymi. Zależą one od wielkości charakteryzujących dany nadprzewodnik takich jak:  $B_{c2}$ , gęstość prądu krytycznego, warunków zewnętrznych ( $T$ ,  $p$ ,  $B_{zew}$ ) oraz od czynników ekstensywnych tj. rozmiary i kształt próbki, stąd trudnych do badań a jeszcze trudniejszych do ilościowego opisu. Skoki strumienia magnetycznego powodują także gwałtowne zmiany rozmiarów próbki, które można zaobserwować poprzez pomiary magnetostrykcji. Dlatego z jednej strony podjęcie tej tematyki stanowi nie lada wyzwanie a z drugiej jest ważne ze względu na zastosowania nadprzewodników gdyż duża moc cieplna uwolniona podczas lawin może prowadzić do zniszczenia urządzenia nadprzewodzącego.

Właściwościom lawin termomagnetycznych w wysokotemperaturowych nadprzewodnikach (WTN):  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  (BiSCO),  $\text{La}_{1.85}\text{Sr}_{0.15}\text{CuO}_4$  (LSCO) i  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  (YBCO), poświęcono 6 prac: H1,H2,H6, H7, H12, i H13, w dwu-borku magnezu  $\text{MgB}_2$  jedną pracę H3 a w konwencjonalnych nadprzewodnikach: NbTi 4-y prace H.5, H.8, H.9, H.11, Nb<sub>3</sub>Al 1-na praca H.4. i V<sub>3</sub>Si też 1-na praca H.10. Tak szerokie spektrum nadprzewodników różniących się temperaturami przejścia, polami i

prądami krytycznymi i ich anizotropią czy strukturą worteksową stanu mieszanego, pozwoliło na określenie najważniejszych przyczyn powstawania i dynamiki lawin. Celem badań było porównanie stabilności stanu krytycznego nadprzewodników konwencjonalnych i WTN.

Skok indukcji pola magnetycznego w stanie mieszanym nadprzewodnika może zostać opisany jako dyfuzja ciepła i strumienia magnetycznego do jego wnętrza. Dynamikę skoków strumienia przedstawiono w pracach H2, H3, H7, H8, H11, H12 i H13. Towarzyszące lawinom gigantyczne skoki magnetostrykcji opisano w pracach H4, H5 i H10. Wyniki uzyskane w pracach cyklu habilitacyjnego uzupełniają wyniki kilkunastu podoktorskich prac dotyczących tej samej tematyki [46,47,50,51,54,57,62,74,81,82,90 i 100,102,104,107- numery wg *Spisu Publikacji*].

Trzy prace, [H1,H2] z roku 2003 uzupełnione pracą [H6] z roku 2006, poświęcone są badaniom przedmiotowych zjawisk w teksturowanych nadprzewodnikach bizmutowych BiSCO 2212. Pierwsza, 9-cio stronicowa praca H1 cytowana 19 razy z *Phys.Rev.B*, i trzecia 8-mio stronicowa H6, z *Physica C*, dotyczą pomiarów skoków strumienia pola magnetycznego metodą pomiaru namagnesowania dla próbek o różnej grubości. Druga pokonferencyjna 9-ciostronicowa cytowana 7 razy z *J.L.T.P.*, dotyczy badania dynamiki skoków strumienia metodą pomiarów indukcji magnetycznej pola rozproszonego na powierzchni próbki przy skokach strumienia metodą sondy holowskiej. Próbki wytworzył Habilitant podczas stażu w Kanadzie.

W pracy H1 badano skoki strumienia w  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  od 2 K do temperatury przejścia 92 K, (w *Autoreferacie* 85K?), w polu magnetycznym do 9T. **Pierwsze prace na ten temat zostały opublikowane 10 lat wcześniej m.in. w pracach z udziałem mojego współpracownika dr hab. inż. Z.Tarnawskiego** [Gerber A, Tarnawski Z, Franse J J, *PRB* 47 (1993) 6047, *PRB* 49 (1994) 3492, *Physica C* 209 (1993) 147] dla nadprzewodników  $\text{La}_{1,86}\text{Sr}_{0,14}\text{CuO}_4$  i  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ .

W pracy H1 zmierzono sekwencję skoków diamagnetycznego momentu magnetycznego w funkcji zewnętrznego pola magnetycznego wzdłuż osi c, przemiatanego z różną szybkością (od 0.06T/min do 1.2 T/min), w zakresie całej pętli histerezy (ZFC, od 0T do +9T do -9T i do 0T) i w funkcji temperatury od 1.95 K do 6.5K, powyżej której już nie zaobserwowano skoków strumienia. **Podobne skoki w cienkich monokryształach tego nadprzewodnika zaobserwowano dziesięć lat wcześniej w temperaturze ciekłego helu w w/w pracy z udziałem Tarnawskiego.** Pomiaru w tej pracy wykonano przy około 200 razy większej prędkości przemiatania pola. Wartość podstawowej mierzonej wielkości tzw. **pola niestabilności (pierwszego skoku) strumienia  $B_{f1}$**  wynosiła około 2 T przy przemiataniu 1T/sec a w recenzowanej pracy jest większa przy dużo wolniejszym przemiataniu 0.3T/min. **Pytanie dlaczego tak jest zadałem dr Nabałkowi i uzyskałem następującą odpowiedź cyt.:** *Jedną z podstawowych przyczyn mniejszej stabilności stanu krytycznego w przypadku moich badań są odmienne warunki chłodzenia próbki. W układzie PPMS, w którym prowadziłem swoje badania nadprzewodnika BSCCO, próbka otoczona jest helem gazowym o obniżonym ciśnieniu. W pracy Prof. Tarnawskiego (Ref. [14] w pracy H.1) próbka była zanurzona w ciekłym helu. Mniejsza stabilność stanu krytycznego oznacza mniejsze wartości pola  $B_{f1}$ . Wyniki moich badań pokazują, że wraz ze wzrostem prędkości przemiatania pola pole  $B_{f1}$  maleje, w związku z czym przy dużych prędkościach przemiatania należy oczekiwać wartości pola  $B_{f1}$  mniejszych, od tych które obserwował Prof. Tarnawski. Zgadzam się z tym wyjaśnieniem.*

W pracy H1, podobnie jak dla tej samej próbki w pracy H6, zaobserwowano między innymi, że: 1) skoki strumienia występują tylko dla pola wzdłuż osi c w temperaturach poniżej 6 K, 2) wzrost liczby skoków i nieliniowe malenie pola  $B_{f1}$ , gdy szybkość przemiatania rośnie (rys.6 w pracy H1), 3) wzrost temperatury powoduje nieliniowy wzrost  $B_{f1}$ , 4) wzrost odległości w jednostkach pola pomiędzy skokami, 5) powyżej około 3K namagnesowanie podczas skoku spada do zera, 6) w zakresie badanych pól  $\pm$  9T w najwyższych temperaturach występuje jeden skok w pierwszej ćwiartce, brak skoku w drugiej i dwa skoki w trzeciej ćwiartce na nadprzewodzącej pętli histerezy (wpływ historii magnetycznej na skoki strumienia pola). **Przeprowadzono wnikliwą analizę według podejścia z pracy [R.G. Mints, Phys. Rev. B 53 (1996) 12311].** W tym celu wyznaczono zależność gęstości prądu krytycznego od temperatury od 6K do 38K (*dłaczego tylko do 38K?*) z pomiarów szerokości pętli histerezy w zerowym polu i stwierdzono, że zależność ta jest eksponencjalna. W tym samym celu

zmierzono także 1-no godziną zmianę czasową momentu magnetycznego (relaksację) w polu przy przemiataniu 0.3T/min do 2T i stwierdzono w przybliżeniu zależność logarytmiczną. Uzasadniono, że prądy te można uznać za wewnątrz-ziarnowe prądy krytyczne ze względu na ziarnistą strukturę typu „muru ceglanego”. **To stwierdzenie jest dyskusyjne.** Ich wartości oraz oszacowane ciepło właściwe wykorzystano do obliczenia wartości  $B_{f1}$  według teorii z cytowanej pracy Wipfa innych w przybliżeniu adiabatycznym. Stwierdzono, że wartość obliczona jest około rząd wielkości niższa niż obserwowana co oznacza bardziej stabilny stan krytyczny próbki niż należałoby się spodziewać z teorii adiabatycznej. Na tej podstawie wyciągnięto wniosek, że przyczyną tej rozbieżności może być niespełnienie warunku adiabatyczności w procesie skoku strumienia, który występuje gdy współczynnik dyfuzji termicznej materiału jest dużo mniejszy od współczynnika dyfuzji magnetycznej  $D_t \ll D_m$ . Taki stan może być spowodowany utrudnionym przepływem temperatury od próbki do otoczenia gazowego helu. Jednakże, przeprowadzone w pracy racjonalne oszacowania obu współczynników pokazały, że ich wartości są porównywalne. Dlatego tę rozbieżność przypisano zjawisku pełzania strumienia, gdyż jak pokazano w cytowanej pracy Mintsy wtedy mogą powstać warunki mocno nieadiabatyczne tzn.  $D_m \ll D_t$ . Z tego faktu wyciągnięto **wartościowy wniosek**, iż pełzanie strumienia może zwiększać stabilność stanu krytycznego, czyli wartość pola  $B_{f1}$ , co byłoby zgodne z wynikami pomiarów. Ten wniosek potwierdzono dopasowując formułę z w/w pracy Mintsy  $B_{f1} \sim (dH_{zew}/dt)^{-1/2}$  do wyników pomiarów  $B_{f1}$  (T/min) z rys.6. **To ilościowe porównanie, moim zdaniem, jest zadawalające jeśli wziąć pod uwagę, że badamy trudne do opisu dynamicznie zmienne stany nierównowagowe.** W tej pracy analizowano także wpływ odmagnesowania na skoki strumienia. Stwierdzono, że w przypadku cienkich próbek przy polu prostopadłym do ich powierzchni rolę rozmiaru krytycznego pełni jej grubość a nie średnica.

W drugiej pracy H2, dotyczącej teksturowanej próbki  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ , (7 stron, 9 cytowań), z J.L.T.P. z 2003 roku, badano dynamikę skoków strumienia, czyli czasową zależność indukcji powierzchniowej  $B_{surf}(t)$  podczas danego skoku, dla grubej próbki o wymiarach 3,3x3x0,2 mm, przy pomocy miniaturowej sondy Haila umieszczonej na płaskiej powierzchni próbki. Dynamika skoków strumienia miała charakter złożony z dwóch procesów o różnych skalach czasowych: pierwszego, lokalnie adiabatycznego i porównywalnego z charakterystycznym dla materiału czasem dyfuzji magnetycznej rzędu mikrosekund oraz drugiego z czasem dyfuzji termicznej. Skoki strumienia były rejestrowane w formie skoków indukcji powierzchniowej  $B_{surf}(H_z)$ , która po skoku zawsze osiągała wartość na krzywej magnesowania  $B(H) = \mu_0 H$ , czyli prąd ekranujący spadał do zera. Położenie skoków w dolnej gałęzi pętli histerezy wpływało na położenie ich w górnej i na odwrót. Jak pokazano również w dalszych pracach, np. H3 dla  $\text{MgB}_2$ , H5 dla  $\text{NbTi}$ , te obserwacje są typowe dla twardych nadprzewodników II rodzaju. **Pokazano także, podobnie jak w cytowanej pracy Mc Henry et al., że pełzanie strumienia stabilizuje skoki strumienia w stanie krytycznym nadprzewodnika oraz, podobnie jak w cytowanej pracy Mintsy, że obecność pełzania powoduje, iż lokalne warunki wymiany ciepła są mocno nieadiabatyczne.**

W pracy H6, (8 stron), 3 lata później, badano tę samą próbkę  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  co w pracy H1 a także 4-y próbki o różnych grubościach: rozwarstwionych na dwie cieńsze i powtórnie sklejonych Apiezonem oraz przylepioną do miedzianego cylindra. Stwierdzono, że 1) stabilność stanu krytycznego rośnie wraz ze zmniejszaniem grubości i 2) zwiększa się gdy próbka jest w dobrym kontakcie termicznym z miedzią, (poprawa warunków chłodzenia), 3) pole pierwszego skoku  $B_{f1}$  maleje z szybkością przemiatań, podobnie jak w pracy H1, i istnieje krytyczna szybkość w danej temperaturze, poniżej której skoki strumienia znikają. Te wyniki porównano z modelem dla próbek o zerowym polu odmagnesowania [R.G. Mints, Phys. Rev. B 53 (1996) 12311] i stwierdzono, że **zmiany pola  $B_{f1}$  są spowodowane przez pole odmagnesowania cienkich próbek.**

Historycznie pierwszym nadprzewodnikiem, w którym z udziałem Habilitanta, badano skoki magnetostrykcji był monokryształ nadprzewodnika lantanowego  $\text{La}_{1.85}\text{Sr}_{0.15}\text{CuO}_4$ . Pierwsze prace na temat skoków magnetostrykcji lub/i strumienia pochodzą z roku 1997 [26] (Nabiałek i inni SUST, 25 cytowań), także z roku 1998 [33,34] (Chabanenko i in. SUST,) i później z roku 2005 [65] (Nabiałek i in.

*J.L.T.P.*, 20 stron, dotycząca LSCO, YBCO, NbTi i NbAl<sub>3</sub>, konferencyjna, Yalta, 2005). Wszystkie wykonane na monokryształach La<sub>1.85</sub>Sr<sub>0.15</sub>CuO<sub>4</sub> wytworzonych, (chyba w Rutgers University przez prof. Martę Cieplak z IF PAN?), topieniem strefowym. Skoki magnetostrykcji w WTN zaobserwowano po raz pierwszy w pracy V.V. Chabanenko, I.B. Krynetskii, S. Piechota, H. Szymczak, *Physica B* 216, 289 (1996) oraz w pracy [26] (A. Nabiałek, P. Komorowski, M.U. Gutowska, M.A. Balbashov, J.N. Górecka, H. Szymczak, O.A. Mironov, *Supercond. Sci. Technol.* 10, (1997) 7860. Tak więc obszerną, **pierwszą w 25-ym zeszycie czasopisma SUST z 2012 roku** pracę [H12], (9 stron), pt *The influence of crystal anisotropy on the critical state stability and flux jump dynamics of a single crystal of La<sub>1.85</sub>Sr<sub>0.15</sub>CuO<sub>4</sub>* rozumiem jako **podsumowanie długoletnich (15-toletnich) badań Habilitanta i Współpracowników** (głównie dr dr Chabanenki i Wasiliewa) dotyczących tego nadprzewodnika. **Podobne skoki strumienia uzyskano w w/w pracach z udziałem prof. Tarnawskiego z mojego zespołu prawie 20 lat wcześniej. W tych pracach wyciągnięto zasadniczy wniosek, że wyniki doświadczalne pokazują, iż zwykle WTN są bardziej stabilne niż konwencjonalne, i że to jest spowodowane mocniejszym pełzaniem strumienia w WTN. Zatem tego faktu nie należy uznać jako oryginalne osiągnięcie prac dr-a Nabiałka. Jednakże, dogłębne przeanalizowane wyników w ramach dostępnych modeli teoretycznych, o czym piszę poniżej oraz wyprowadzenie wzoru określającego stabilność stanu w przybliżeniu izotermicznym, to jest już osiągnięciem prac z udziałem Habilitanta.** Natomiast, jeśli chodzi o badanie gigantycznych skoków magnetostrykcji to zostały one zaobserwowane **po raz pierwszy przez Habilitanta właśnie dla La<sub>1.85</sub>Sr<sub>0.15</sub>CuO<sub>4</sub> już przed doktoratem w pracy [26] z 1997 roku w zasadzie z udziałem tylko polskich Współautorów.**

Praca H12 dotyczy stabilności stanu krytycznego oraz dynamiki skoków strumienia dużej próbki o wymiarach 3x3x3 mm<sup>3</sup> przy różnej orientacji zewnętrznego pola magnetycznego. Zbadano szczegółowo wpływ anizotropii krystalicznej oraz warunków chłodzenia na stabilność stanu krytycznego. Zmierzone skoki momentu magnetycznego próbki w polu równoległym i prostopadłym do osi c przy różnych temperaturach poniżej 9.5K oraz dynamikę skoków strumienia w formie mierząc zależność czasową napięcia indukowanego w cewce nawiniętej na próbkę w trakcie skoku strumienia (rys.3a i 3b). Dla pola H || (a,b) nie zaobserwowano skoków powyżej 4.2K. Zmierzone także jednogodzinną relaksację momentu magnetycznego w celu określenia charakterystyki I-V. Stabilność stanu krytycznego zależała bardzo mocno od orientacji  $B_{zew}$  przy czym zakres temperatur występowania lawiny był znacznie szerszy w kierunku osi c co powoduje fakt, iż prąd krytyczny wzdłuż c jest o około dwa rzędy wielkości mniejszy niż w płaszczyźnie (a,b). Stabilność stanu krytycznego jest dużo większa przy małych prędkościach przemiatania. Zaobserwowano także, że stabilność stanu krytycznego silnie zależy od warunków chłodzenia próbki. Z tego wyciągnięto wniosek, że lawiny są inicjowane w tzw. warunkach dynamicznych tzn. dla  $D_m \ll D_l$ . Przeprowadzono porównanie modeli teoretycznych z wynikami doświadczalnymi w oparciu o w/w model Mintsy zakładający słabe chłodzenie próbki i pracę [E.H.Brandt et al., *Europhys.Lett.* 22(1993) 735] oraz **własny model tzw. izotermiczny**. Wykazano, że oba dają małe pole skoku  $B_{f1}$  gdy szybkości przemiatania rośnie lecz pierwszy model stosuje się lepiej dla magnetometru PPMS a drugi dla przypadku próbki zanurzonej w ciekłym helu .

Badania lawin termomagnetycznych nadprzewodnika YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub> dr Nabiałek podjął dość późno. W pracy [H7] z 2007 r badano duże próbki teksturowane w formie pierścienia i płytki a w pracy [H13] monokrystały o wymiarach 3x3x1 mm<sup>3</sup> wytworzone przez chińskich współautorów tej pracy. Lawin nie obserwowano dla ceramicznych próbek polikrystalicznych ze względu na mały prąd krytyczny spowodowany obecnością słabych złącz między-ziarnowych.

W pracy H7 obserwowano gigantyczne oscylacje lokalnej indukcji  $B_{surf}$  przy użyciu sondy Hall'a umieszczonej w środku pierścienia lub w środku większej powierzchni próbki. W pojedynczym skoku przy  $B_{f1}=0.0T$ , obserwowano wiele oscylacji  $B_{surf}(t)$  w funkcji czasu, których amplituda była większa niż różnica indukcji przed i po zakończeniu skoku. **Ten wynik był już opublikowany i analizowany 4 lata wcześniej w pracy [57- Chabanenko i inni w *J.L.T.P.* (2003)], więc ta obserwacja nie jest nowa.** Oscylacje te porównano do podobnych ale o mniejszej amplitudzie

obserwowanych w nadprzewodniku konwencjonalnym NbTi 6 lat wcześniej w pracy [54-Chabankenko i inni *J.L.T.P.* (2002)] oraz do pojedynczej oscylacji zaobserwowanej w monokryształach  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  [H2]. Tak więc praca H7 z *Acta Phys.Polon*, nie prezentuje nowych wyników doświadczalnych lecz są one powtórzeniem wcześniejszych wyników odpowiednio z prac [57] i [54], w których deklarowany udział dr-a Nabalka jest po 20%. **Dlatego uznaję, że praca H7 sumuje wyniki doświadczalne prac [57] i [54] i zawiera faktycznie mniejszy udział Habilitanta niż deklarowany 70%**. Oscylacje te przedyskutowano w ramach rozwijanego w tych wcześniejszych pracach oraz w pracy [R.G. Mints i in. *Rev. Mod. Phys.* 53, 551 (1981)] modelu lawin termomagnetycznych.

**Bardziej nowatorska**, z punktu widzenia udziału Habilitanta i osiągniętych wyników, jest druga 5 lat późniejsza 5-cio stronicowa praca pokonferencyjna (Kazimierz Dolny 2011) H13, dotycząca nadprzewodnika  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ , opublikowana też w *Acta* w 2012 r. **Może należało spróbować te wyniki opublikować w jakimś czasopiśmie o większym „czynniku oddziaływania IF”**. Przedstawiono w niej badania stabilności stanu krytycznego w monokryształe wytworzonym przez Chińskich Współautorów. Skoki strumienia były obserwowane przy najniższych temperaturach ok. 2.2 K dla  $B_{zew}$  II osi c i zasięg temperaturowy skoków zwiększał się gdy termiczna izolacja próbki była większa. Przyczyna takiego zachowania została wyświetlona po wnikliwej analizie struktury czasowej skoku zmierzonej przy użyciu cewki nawiniętej na próbkę w ramach modelu dominującej dyfuzji magnetycznej w tzw. warunkach dynamicznych tzn. dla  $D_m \ll D_t$  i przy lokalnie adiabatycznych warunkach. Duży rozrzut wyników doświadczalnych powtarzanych kilkakrotnie pomiarów wytłumaczono zmianą dyfuzyjności magnetycznej  $D_m$  podczas trwania lawiny.

O ile badania lawin w BiSCO, LSCO i YBCO powyżej opisane nie były pierwszymi, gdyż pierwsze prace na ten temat były na początku lat 90-tych, **to praca H3 (17 stron, 20 cytowań) dotycząca lawin w  $\text{MgB}_2$  jest pierwszą w badanej tematyce**. W pracy [H3] wykazano, że obserwowane lawiny wykazują szereg specyficznych właściwości. Pierwszy duży skok zaobserwowano przy 0.75T w polikrystalicznej próbce, który niezależnie od temperatury był poprzedzony mniejszymi skokami przy prędkości przemieszczania pola 0.3T/min. Przy wyższych przemieszczaniach i temperaturach nie zaobserwowano zmian choć  $B_{H1}$  powinno rosnąć z temperaturą i ewentualnie maleć ze wzrostem przemieszczania. Mierząc histerezę  $B_{surf}(H)$  metodą sondy Halla zaobserwowano, podobnie jak dla BiSCO w pracy [H2], że  $B_{surf}$  maleje eksponentalnie w czasie i czas relaksacji  $\tau$  jest mniejszy w niższych temperaturach. Wnikliwa analiza dyfuzyjności termicznej i magnetycznej pokazała, że założenie lokalnych warunków adiabatycznych jest spełnione, tak jak dla innych nadprzewodników twardych II-iego rodzaju czyli magnetyczna dyfuzja strumienia do próbki jest najważniejsza. Specyficzna jest także dynamika lawin w  $\text{MgB}_2$ . Stwierdzono, że czas narastania skoku oraz całkowity czas trwania skoku rosną liniowo z temperaturą podobnie jak w innych nadprzewodnikach II rodzaju. Wykazano także, że wyliczona wartość pola pierwszego skoku  $B_{H1}$  znacząco zależy od zależności polowej ciepła właściwego zgodnie z zależnością  $\gamma = 1.4 \cdot B^{0.23}$  z cytowanej pracy [20] i jest około 10-cio krotnie niższa niż wartość pola, przy której jest obserwowany pierwszy pełny skok pola. Tę niezgodność starano się wyjaśnić poprzez oszacowanie temperatury uzyskiwanej przez próbkę podczas obserwowanych skoków przy różnych polach magnetycznych (rys.8 w pracy), kosztem zgromadzonej w niej energii magnesowania. Pozwoliło to wyjaśnić dlaczego obserwujemy serię mniejszych skoków poprzedzających duży skok, przy którym moment spada do zera. Z tej wnikliwej analizy półilościowej **uzyskano ważny wniosek, że otrzymane wartości  $D_m$  odpowiadają płynięciu strumienia a nie pełzaniu. W tym aspekcie lawiny w  $\text{MgB}_2$  są podobne do tych w nadprzewodnikach konwencjonalnych niż wysokotemperaturowych**.

W cyklu publikacji habilitacyjnych dr-a Nabalka jest 6 prac dotyczących badania właściwości lawin termomagnetycznych w nadprzewodnikach konwencjonalnych [H4]- ( $\text{Nb}_3\text{Al}$  w *J.L.T.P.*), [H5,H8,H9,H11]- ( $\text{NbTi}$ , 3 w *Acta* i 1 w *J.L.T.P.*), i [H.10]- ( $\text{V}_3\text{Si}$  w *J.L.T.P.*).

Celem tych badań było porównanie warunków stabilności stanu krytycznego WTN i nadprzewodników konwencjonalnych. Szczególnie NbTi jest pod kątem niestabilności stanu

krytycznego badany prawie od czasu odkrycia z powodu zastosowań na druty nadprzewodzące; np. NbTi (Westinghouse Niemcy, I. Pfeiffer, H. Hillmann, *Acta Met.* **16**, 1429 (1968)). Pierwsza ważna praca teoretyczna o skokach strumienia w tych materiałach to [R.G. Mints, A.L. Rakhmanov, *Rev. Mod. Phys.* **53**, 551 (1981), 40 stron]. W pracy J.Sutton, *J. Appl. Phys.* **44**, (1973) 465 znajdujemy zdanie cyt.: *Flux jumping in irreversible type-II superconductors NbTi is now **fairly well understood** and several stabilization techniques have been developed for magnet applications: [F. Chester, *Rep. Prog. Phys.* **30**, 561 (1967). M. N. Wilson, C. R. Walters, J. D. Lewin, and P. F. Smith, *J. Phys. D* **3**, 1517 (1970).*

**Natomiast, skoki magnetostrykcji były obserwowane po raz pierwszy w pracy H4 dla nadprzewodnika Nb<sub>3</sub>Al.** W pracach H4 i H5 obserwowano skoki magnetostrykcji, które jak pokazano są ściśle powiązane z lawinami termomagnetycznymi bo zakresy pól i temperatur występowania obu zjawisk dokładnie się pokrywają. Obserwowano skoki magnetostrykcji poprzecznej (H4, H5, H10) jak i podłużnej (H4). Zjawisko to wytłumaczono w oparciu o model magnetostrykcji indukowanej siłą kotwiczenia wirów [H.Ikuta i in., *Phys. Rev. Lett.* **70**, 2166 (1993).] Stwierdzono, że indukowana kotwiczeniem magnetostrykcja jest tym większa im większe są gęstości prądu krytycznego i rozmiary próbki. W trakcie lawiny następuje dość mocne obniżenie prądu ekranującego co powoduje gwałtowne wnikanie (skoki) strumienia oraz gwałtowne zmiany rozmiarów próbki (skoki magnetostrykcji). W w/w pracach modelowano to zjawisko na podstawie w/w teorii H. Ikuta i inni. W pracach H4 i H10 dodatkowo uwzględniono występowanie efektu „fish tail” w magnetyzacji i związanego z tym efektu drugiego maksimum prądu krytycznego. **Oryginalnym wkładem prac z udziałem Habilitanta było opracowanie modelu, który oprócz mechanizmu związanego z kotwiczeniem uwzględnił również zmianę entalpii swobodnej próbki w polu magnetycznym [praca H10 dla V<sub>3</sub>Si].**

W pracy H8 (*Acta* 2008, 7 stron) analizowano wpływ kształtu próbki na zakres, wielkość oraz dynamikę lawin w nadprzewodniku NbTi. Badania przeprowadzono na próbkach w kształcie walca, dysku oraz pierścienia. Uzyskano bardzo ciekawe wyniki dla próbek o różnych grubościach choć ogólnie było wiadomo od dawna, że im grubsza próbka tym mniej stabilny stan krytyczny. Zakres pól, w którym obserwowano lawiny przy 4.2K był dwa razy większy dla grubości 2cm niż 04 cm dla cylindrycznej próbki NbTi; **(stabilność maleje ze wzrostem grubości podobnie jak w BiSCO 2212).** Badano też dynamikę skokowych zmian namagnesowania powierzchniowego oraz zmiany strumienia pola rozproszonego. Zaobserwowano kilka charakterystycznych etapów procesu lawiny, które analizowano w funkcji temperatury oraz zewnętrznego pola magnetycznego.

W pracy H10, (*J.Appl.Phys* 2009), dla V<sub>3</sub>Si **opracowano model służący do wyznaczania  $j_c$  z pomiarów pola własnego na powierzchni próbki** mierzonego sondami Halla co w połączeniu z pomiarami namagnesowania zaowocowało ciekawymi wnioskami dotyczącymi struktury lawin termomagnetycznych. **W tej pracy dr Nabiałek zaproponował model symulujący numerycznie magnetostrykcyjną pętlę histerezy** oraz pozwalający wyznaczyć prąd krytyczny z pomiarów pola na powierzchni dysku nadprzewodzącego V<sub>3</sub>Si.

Wpływ czynnika odmagnesowania na stabilność stanu krytycznego badano w pracy H8 dla NbTi a wpływ grubości próbek na lawiny termomagnetyczne w pracach H4, H8 i H10. Zaobserwowano, że stabilność stanu krytycznego maleje wraz ze wzrostem średnicy próbki. Ze wzrostem wysokości (grubości) próbki 1) zakres występowania skoków strumienia staje się szerszy, 2) wartość strumienia wchodzącego do próbki po kolejnych skokach rośnie, 3) czas trwania kolejnych skoków rośnie i 4) proces redystrybucji strumienia staje się dłuższy. Te fakty doświadczalne można jakościowo zrozumieć biorąc pod uwagę zmiany pola pełnego wnikania oraz opracowany z udziałem Habilitanta **model wiążący dynamikę skoków strumienia z grubością próbki.**

W pracy H11 (*Acta* 2010, 3 strony) pokazano, że silne pole magnetyczne może zmienić rozkład pola magnetycznego w próbce NbTi po wystąpieniu lawiny i w konsekwencji zmienić warunki powstawania kolejnych lawin i ich dynamikę.

Bardzo ciekawe zjawisko odwrócenia profilu pola magnetycznego na powierzchni próbki zaobserwowano w pracy [H9] pt *The Reversal of the Local Magnetic Field Profile at the Surface of Superconducting Sample Caused by the Thermomagnetic Avalanche* (*J.L.T.Phys.* 2009, 13 stron).

Powiązano go ze złamaniem symetrii prądów ekranujących wskutek powstawania lawiny i zależnością od kształtu próbki. **Dr Nabałek opracował tutaj model tego odwrócenia profilu opisujący wyniki w sposób zadawalający.**

Na podstawie tego cyklu prac oraz prac wcześniejszych wyciągnięto **szereg bardzo ważnych i pożytecznych wniosków ogólnych niezależnie od w/w wniosków szczegółowych:**

- 1) Warunki stabilności stanu krytycznego w WTN **nie dają się opisać** w ramach przybliżenia lokalnie adiabatyicznego tak jak w nadprzewodnikach konwencjonalnych bo specyficzne ich właściwości mają istotny wpływ na warunki powstawania lawin termomagnetycznych.
- 2) Stabilność stanu krytycznego w WTN **zależy od nieliniowości ich charakterystyk prądowo-napięciowych** co skutkuje silną zależnością od prędkości przemiatania pola zewnętrznego.
- 3) Warunki stabilności stanu krytycznego w WTN **zależą również od kontaktu termicznego pomiędzy próbką i otoczeniem**; poprawiając przekaz ciepła z próbki do otoczenia w trakcie lawiny można ograniczyć zakres pól i temperatur skoków strumienia (występowania lawin).
- 4) Dość oczywistym wnioskiem było stwierdzenie, że warunki stabilności stanu krytycznego w WTN silnie **zależą od anizotropii krystalicznej i anizotropii prądu krytycznego.**
- 5) Dla WTN i nadprzewodników konwencjonalnych stabilność stanu krytycznego **zależy silnie od kształtu próbek**; zakres pól i temperatur występowania lawin zmniejsza się wraz ze zmniejszeniem grubości próbek – to wiemy od dawna.
- 6) Warunki stabilności stanu krytycznego w  $MgB_2$  **są podobne do występujących w nadprzewodnikach klasycznych** pomimo jego specyficznych właściwości termicznych oraz magnetycznych.
- 7) Oryginalne jest stwierdzenie, że **pole odmagnesowujące może zmienić rozkład prądów ekranujących** co zmienia dynamikę kolejnych lawin, tak że wystąpienie lawiny może zmienić na tyle prądy ekranujące, że profil pola magnetycznego na powierzchni próbki może ulec odwróceniu.
- 8) Szczegółowo zbadano dynamikę lawin termomagnetycznych tak w WTN jak i w nadprzewodnikach klasycznych stwierdzając **większy wpływ dyfuzji magnetycznej niż termicznej w warunkach pełzania** strumienia dla WTN i **w warunkach płynięcia** strumienia dla konwencjonalnych nadprzewodników.
- 9) Wykazano, że **lawiny termomagnetyczne są przyczyną gigantycznych skoków magnetostrykcji w obu rodzajach nadprzewodników.** Skoki magnetostrykcji wyjaśniono przekonywująco przy pomocy sił kotwiczenia wirów i zmian entalpii swobodnej w polu magnetycznym.

**Podsumowując stwierdzam, że cykl prac habilitacyjnych zawiera szereg oryginalnych wyników doświadczalnych i modeli je opisujących wnoszących znaczny wkład w naszą wiedzę o lawinach termomagnetycznych w nadprzewodnikach wysokotemperaturowych i klasycznych.**

### Ocena pozostałego dorobku naukowego

Do materiałów załączono **Wykaz publikacji** zawierający 92 pozycje z listy filadelfijskiej wraz z krótkimi opisami wkładu Habilitanta i czynnikami oddziaływania IF, listę 16-tu innych prac opublikowanych w czasopismach nie filadelfijskich, (w tym 7 po doktoracie np. *Mol. Phys.Rep.*-5. i czasopismach ukraińskich). **Wykaz prezentacji konferencyjnych zawiera 73 pozycje w tym jeden referat zaproszony (Jałta 2004).** Habilitant posiada jedną pracę samodzielną „mini-przełogową” w *Nowej Elektrotechnice* 10 (2010) 5-9; (nieдоступną w Internecie). W *Autoreferacie* umieszczono krótkie 2-u stronicowe *Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych* przed i po doktoracie.

**Trzeba w tym miejscu zauważyć, iż podobnie jak w cyklu habilitacyjnym tak i w około 85 % prac spoza habilitacji występuje kilkunastu współautorów ukraińskich i białoruskich pod wodzą dr hab. Chabanenko (34 wspólne prace przez cały okres kariery dr Nabałka, często jako**

pierwszy autor) i innych np. prof. Troyanchuka (21 prac o perowskitach, zawsze jako pierwszy autor do 2000 roku), prof. Eremienki („Magnetostrykcja WTN-review” [43] z 1999), czy prof. Dykonova (7 prac), którzy jak należy sądzić z tych prac odegrali dużą pozytywną rolę w uzyskaniu wyników recenzowanej habilitacji i dorobku dr Nabałka.

Z załączonego Wykazu publikacji oraz 2-stronicowego Omówienia pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych przed i po doktoracie dr-a Nabałka, załączonych do Autoreferatu, wynika, że był on zaangażowany naukowo w kilka problemów. **Dwa są wiodące:** 1) różnorodne właściwości wysokotemperaturowych nadprzewodników, około 70% wszystkich prac i 2) właściwości **perowskitów manganowych (molibdenianowych)** typu  $\text{Ln}_x\text{Ca}_{1-x}\text{MnO}_3$  ( $\text{Ln} = \text{La, Eu, Lu, Gd, Tb, Dy, Ho i Y}$ ) [10-12, 14-22, 27-31, 38, 39, 44, 48] i **wolframianów** typu  $(\text{K, Rb})\text{RE}(\text{WO}_4)_2$  gdzie  $\text{RE} = \text{Dy, Ho, Nd, Yb}$  [23, 24, 37, 41, 70, 78, 79, 94, 101]- około 25% prac. Prace te do doktoratu dotyczą:

- 1) Absorpcji mikrofal w złączach między-ziarnowych ceramicznych WTN po napromieniowaniu neutronami, wpływowi defektów i domieszkowania jonami ziem rzadkich na właściwości magnetyczne i prądy krytyczne WTN, absorpcji pola EM o częstotliwości radiowej, właściwościom nadprzewodników rębciowych WTN [1-4, 7, 40, 42, 45].
- 2) Magnetostrykcji WTN [26-cyt 25 razy], [32-cyt 27razy], [35], [36-cyt 13 razy], [40-cyt 13 razy], [43- cyt 11 razy]; w pracy [26- Nabałek i inni] z 1997 roku **po raz pierwszy zaobserwowano gigantyczne skoki magnetostrykcji** dla nadprzewodnika  $\text{La}_{1.85}\text{Sr}_{0.15}\text{CuO}_4$  i prawdopodobnie od tej pracy rozpoczęła się przygoda naukowa dr Nabałka z lawinami w nadprzewodnikach; z tej tematyki dr Nabałek **obronił pracę doktorską w 1999 roku pt. „Magnetostrykcja WTN w stanie mieszanym” pod promotorstwem prof. H. Szymczaka.**
- 3) Badania przejść fazowych, kolosalnego magnetooporu, **(nie gigantycznego- jak pisze Habilitant!)**, wpływu domieszek i innych właściwości magnetycznych, transportowych i magnetostrykcji manganitów [10-12, 14-22, 27-31, 44, 48] i molibdenianów [38, 39]; we współpracy (prof. I.O.Troyanczuk z Białorusi i inni) i wolframianów typu  $(\text{K, Rb})\text{RE}(\text{WO}_4)_2$  [23, 24, 37, 41, 70, 78, 79] we współpracy z grupą prof. V. Dykonova z Doniecka.

**Ad.2.** Po zaobserwowaniu **po raz pierwszy skoków magnetostrykcji** związanych z lawinami termomagnetycznymi w pracy [26 - Nabałek i inni *SUST* 1997] prace z udziałem dr Nabałka: np. [26, 33, 34, 96 –szkoła WTN w Międzyzdrojach] są zdominowane przez tą tematykę. Pierwsze prace pochodzą jeszcze sprzed 15-u lat i dotyczą odkrycia skoków magnetostrykcji na próbkach LSCO w IF PAN [26] oraz ich teoretycznego opisu [33, 34, 96]. Dalszy ciąg tej tematyki to cykl habilitacyjny [H1-H13]. Do tego cyklu można by jeszcze włączyć wcześniejsze prace [46, 47, 50, 51, 54- oraz prace po doktoracie (równoległe z habilitacją): [57, 62, 74, 81, 82, 90 a także 100, 102, 104, 107].

**Z ciekawszych wcześniejszych prac z tematyki powiązanej z habilitacją** warto zauważyć prace [33, 34] z 1998 r. gdzie przedstawiono numeryczne modelowanie pętli histerezy i określono zakres temperatur i pól magnetycznych, w których występują skoki strumienia oraz prace [46, 47] z 2000 r, w których wykazano, że tzw wyspowe skoki strumienia są związane z efektem „fish tail”. W obszernej pracy [47] (Chabanenko i in. *J.Appl.Phys*, 2000, 15 cyt), zaprezentowano model teoretyczny, który porównano z własnymi pomiarami dla próbek Nb.

**Bardzo ciekawe są prace [57, 62, 74].** W pracy [57] badano strukturę lawin magnetycznych oraz przedstawiono model wnikania lawin wortexów do próbek YBCO i NbTi. 9 stronicowa praca [62 Vasiliev i in.] (*Acta* (2005) ze Szkoły WTN w W-wie w 2004), w której badano wpływ ekranu z normalnego metalu na dynamikę lawin w NbTi. W tej pracy oraz w [74] analizowano strukturę lawin termomagnetycznych w NbTi. Problem dynamiki pojedynczego wiru związany z lawinami analizowano w pracach [75-Rusakov i in., 83-Vasiliev i in]. W pracy [90-Vasiliev i in] badano wpływ pola magnetycznego na skoki strumienia w ramach modelu płynięcia strumienia.

W/w prace powstawały równoległe z pracami cyklu habilitacyjnego gdzie zawsze pierwszymi autorami są Współpracownicy z Ukrainy (głównie Chabanenko i Vasiliev) i są to prace ważne z punktu widzenia opisu teoretycznego struktury lawin termomagnetycznych. **Uznaję zatem duży wkład**



**Współpracowników z Ukrainy tak w wyniki doświadczalne, szczególnie dla nadprzewodników konwencjonalnych, jak i w opracowania modelowe i teoretyczne;** (S. Wasiliew w 2005 roku obronił doktorat pt "Lawiny termomagnetyczne w nadprzewodnikach drugiego rodzaju", pod kierunkiem prof. dr. hab. Henryka Szymczaka).

**Ad 3.** Z tematyki perowskitowej pochodzi bardzo wartościowa praca [18\_Troyanczuk i inni], najczęściej cytowana (50 razy), z *J.Solid State Chem.* (1997), (dr Nabałek 4-ty autor), dotycząca struktury i właściwości magnetycznych ortomanganitów  $A_{1-x}MnO_{3+y}$  ( $A=La, Eu; x \leq 0.2; y \leq 0.13$ ), w której zaobserwowano i przeanalizowano przejście fazowe słaby ferromagnetyzm- ferromagnetyzm ze wzrostem zawartości tlenu  $y$ .

Badania manganitów i wolframianów były kontynuowane przez dr-a Nabałka po doktoracie głównie we współpracy z grupą prof. Dyakonova. I tak w pracach [52,71-Dyakonov+22 współautorów, *Phys.Rev.B* (2006),10 cytowań] zbadano diagramy fazowe występowania niekolineranych struktur magnetycznych manganitów typu  $(La,Pr,Ca)MnO_{3-\delta}$  a w pracach [70,78,79] zbadano anomalie magnetostrykcji spowodowane strukturalnymi przejściami fazowymi a także Elektronowy Rezonans Paramagnetyczny EPR) jonów  $Yb^{3+}$  w wolframianach  $(K,Rb)RE(WO_4)_2$  gdzie  $RE= Dy, Ho, Nd, Yb$ .

Ponadto, dr Nabałek **brał udział** w badaniach magnetostrykcji wielowarstw Fe/Gd [6], magnetyzmu wielowarstw Co/Cu [25] oraz EPR-u nanorurek węglowych [9], w badaniach magnetostrykcji metaboru miedzi  $CuB_2O_4$  [67,76,77] i kompozytu  $Tb_{0.3}Dy_{0.7}Fe_{1.9}$ /poliuretan [106,108]. Są to tzw. **badania „naukowo-usługowe”** i dr Nabałek jest na liście autorów tych prac blisko końca.

Od 2007 roku do 2012 dr Nabałek opublikował niewiele bo tylko 8 prac, z których sześć włączono do cyklu habilitacyjnego; a więc przez ostatnie 5 lat skupił się na habilitacji !?

**Badania lawin termomagnetycznych są kontynuowane** przez grupę z IF PAN z dr Nabałkiem i Jego P.T. Ukraińskich Współpracowników o czym świadczy 5 komunikatów [K69-K73] zaprezentowanych na ostatniej konferencji ICSM 2012 w Stambule latem tego roku w tym komunikat o skokach magnetostrykcji i strumienia pola w nadprzewodzących pniknitkach żelaza  $FeTe_{0.65}Se_{0.35}$ .

Do materiałów załączono krótką **Informację dodatkową**..., z której wynika, iż 1) dr Nabałek koordynował współpracę IF PAN z Donieckim Fizyko-Technicznym Instytutem Ukrainy (2009-2011) i z Brockhouse Institute na Uniwersytecie Mac Master w Toronto (2002-2011), 2) w ostatnich 5-ciu latach **kierował dwoma grantami KBN a od 1996 roku był wykonawcą w 6-ciu grantach** w większości dotyczących tematyki habilitacji i doktoratu, 3) 8 razy uczestniczył w organizacji corocznego Turnieju Młodych Fizyków w IF PAN i **brał udział w 73 konferencjach**, których listę załączono do materiałów.

Podsumowując, **dorobek naukowy dr-a Nabałka stwierdzam, że jest liczny i wartościowy.** Zawiera wg *Listy* łącznie 92 publikacje filadelfijskie oraz 16 niefiladelfijskich, w tym po doktoracie 47. Te prace cytowano łącznie 541 razy (bez autocytoowań 464) razy tak, że indeks Hirsha wynosi 13, co jest dobrym wynikiem. Niektóre prace opublikowane zostały w czasopismach o wysokim i bardzo wysokim „czynnikiem oddziaływania” IF m.in.: 3 prace w *Phys.Rev.B*. **Wkład dr-a Nabałka w powstanie 34-ech podoktorskich prac spoza habilitacji, jest określony w wykazie przy każdej publikacji (godne polecenia) i jest dość znaczący.** Wprawdzie **brakuje w dorobku dr-a Nabałka samodzielnej pracy, zagranicznych referatów zaproszonych i lepszej działalności dydaktycznej ale inny około - naukowy dorobek, szczególnie udziały w konferencjach i działalność popularyzatorska, jest dość duży.** **Dr Nabałek jawi się jako chyba jedyny w Polsce wybitny specjalista w dziedzinie badania lawin termomagnetycznych w nadprzewodnikach.**

Biorąc pod uwagę dobrą ocenę rozprawy habilitacyjnej oraz pozostałego dorobku naukowego, z uwzględnieniem wkładu Habilitanta, stwierdzam, iż wypełniają one wymogi *Ustawy* z dnia 18.03. 2011 roku w brzmieniu obowiązującym od dnia 1 października 2011 r i *Rozporządzenia Ministra N i SZW nr 1165* w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego z dnia 1 września 2011 r. **Wnioskuje o dopuszczenie dr-a inż. A. Nabałka do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego na stopień dr-a habilitowanego nauk fizycznych.**

*Prof. Andrzej Kołodziejczyk*

