

## Autoreferat

- Imię i nazwisko.

Ireneusz Włodarczyk

- Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.
  - Tytuł magistra, Uniwersytet Wrocławski, 1974, praca magisterska *Obszary aktywne na powierzchni Słońca*, promotor: prof. dr hab. Bogdan Rompolt.
  - Stopień doktora nauk fizycznych w zakresie astronomii, Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN w Warszawie, 2000, praca doktorska *Wpływ dokładności wyznaczania orbit planetoid i komet na przewidywanie ich ruchów w długich okresach czasu*, promotor: prof. dr hab. Grzegorz Sitarski.
- Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.
  - 1.10.1974 - 31.12.2009 - pracownik naukowo-dydaktyczny Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika w Chorzowie
- Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Omówienie to winno dotyczyć merytorycznego ujęcia przedmiotowych osiągnięć, jak i w sposób precyzyjny określać indywidualny wkład w ich powstanie, w przypadku, gdy dane osiągnięcie jest dziełem współautorskim, z uwzględnieniem możliwości wskazywania dorobku z okresu całej kariery zawodowej.

Osiągnięciem naukowym jest monotematyczny cykl publikacji zatytułowany:

„Wybrane metody obliczeń orbitalnych w przewidywaniu ruchu planetoid i komet”

- **Wykaz artykułów naukowych stanowiących podstawę postępowania habilitacyjnego**

*Grupy tematyczne*

**cz1. Ogólne przewidywanie ruchów planetoid i komet, H1x**

**cz2. Ruch planetoid na orbitach wstecznych, H2x**

**cz3. Groźne planetoidy, H3x**

**cz4. Zachowanie się planetoid w rodzinach asteroid, H4x**

**cz5. Współpraca międzynarodowa, H5x**

**cz1. Ogólne przewidywanie ruchów planetoid i komet, H1x**

Poniżej przedstawiam pierwszy, cz1., z pięciu cykli moich prac związanych z ruchem planetoid i komet. Cykl dotyczy ogólnego przewidywania ruchów planetoid i komet.

Referencje omawianych głównych prac są zatytułowane z oznaczeniem **H1, H2, H3, H4, H5** na początku oraz dodatkowo x oznacza kolejną pracę z tego cyklu.

H1A(X28). **Włodarczyk, I.** 2001. Prediction of the Motion of Asteroids and Comets Over Long Intervals of Time.

*Acta Astronomica* 51, 357–376.

Jest to pierwsza moja praca opisująca znaczenie obliczonych niepewności elementów orbitalnych w ruchu planetoid i komet w długich okresach czasu. Stanowi przedłużenie obliczeń wykonanych w mojej pracy doktorskiej.

Wraz ze wzrostem techniki obliczeniowej, algorytmów matematycznych i wydajnych komputerów pojawił się problem wiarygodności uzyskiwanych wyników. Na przykład na jak długi okres czasu można obliczać efemerydy ciał niebieskich oraz jakimi są obciążone niepewnościami. W szczególności dotyczy to obiektów przybliżających się do Ziemi, ang. Near Earth Objects (NEOs), w tym potencjalnie niebezpiecznych planetoid, ang. Potentially Hazardous Asteroids (PHAs). Zwrócił na to uwagę prof. dr hab. Grzegorz Sitarski analizując ruch planetoidy Toutatis (Sitarski, 1998), a przed nim m. in. Whipple and Shellus (1993) i inni.

W pracy **H1A** pokazałem, że przewidywać ruch planetoidy czy komety wg obliczonej orbity można do pewnego okresu czasu. Poza tym okresem czasu różnice w elementach orbitalnych między sąsiednimi orbitami gwałtownie rosną. Ten czas nazwałem *czasem stabilności*. Jest on różny od *czasu Lapunowa*, który pokazuje czas po którym różnice elementy orbitalnych sąsiednich orbit rosną e-krotnie. Orbity sąsiednie to orbity różniące się od siebie o niewielką wartość elementu orbitalnego, np. orbita nominalna i ta różniąca się o niepewność obliczenia danego elementu orbitalnego. W szczególności istotne są tu orbity nominalne i zaburzone o niepewność obliczenia różnice w anomalii średniej, czyli w położeniu obiektu na orbicie.

Obliczone czasy stabilności zależą m. in. od położenia obiektu w Układzie Słonecznym i wynoszą od 100 lat do ponad 10 tys. lat. Pokazuje to Table 2 i 3 w pracy **H1A**. Przyczyną różnych *czasów stabilności* są głównie zbliżenia z planetami.

Poniżej, przez **Q** z kolejnymi numerami, oznaczyłem problemy, które można rozwiązać z dzisiejszej perspektywy, a nie zostały rozwiązane w trakcie pisania poniższych prac.

**Q1.** Jak matematycznie określić *czas stabilności*.

**Q2.** Obliczyć związek między *czasem stabilności* a *czasem Lapunowa*.

Kontynuując wątek z pracy **H1A** w kolejnej pracy **H1E** szczegółowo opisałem propagację błędów obliczanych elementów orbitalnych wybranych planetoid przybliżających się do Ziemi (Near Earth Asteroids, NEAs). Okazało się, że propagacja błędów zależy od dokładności obliczenia elementów orbitalnych, i jak pokazano w pracy **H1A**, zależy od rodzaju orbity. Im dokładniej obliczymy orbitę, tym dokładniej obliczymy efemerydę danego obiektu. Ale są granice dokładności związane nie tylko z precyzją komputera, ale i zależne od przyjętego modelu perturbujących ciał Układu Słonecznego. W pracy **H1E** pokazałem też zależność propagacji położenia Erosa i Anterosa od m. in. liczby i jakości obserwacji, a też miejsca na orbicie, z którego zostały wzięte do obliczenia orbity. Rozwiązałem też problem Erosa i Anterosa. Mimo, że obie planetoidy mają podobne orbity, to ich zachowanie jest kompletnie inne. Główną przyczyną są zbliżenia z planetami. W tym miejscu należą się podziękowania prof. Grzegorzowi Sitarskiemu, a także

całemu zespołowi Mechanika Nieba z CBK PAN w Warszawie za wnikliwe uwagi podczas prezentacji kolejnych wyników obliczeń na seminariach mechaniki nieba w CBK.

**Q3.** Ile wynosi *czas stabilności*, a ile *czas Lapunowa* dla Erosa i Anterosa.

W pracy **H1F** okazało się, że duży wpływ na propagację elementów orbitalnych mają rezonanse w ruchu średnim, w szczególności planetoid poruszających się w obszarze wielkich planet.

Ciekawostką jest to, że obliczając wraz z dr. Ryszardem Gabryszewskim, współautorem pracy ruchy planetoid otrzymaliśmy w wielu wypadkach niemal identyczne wyniki przebiegu rezonansów w ruchu średnim wybranych planetoid. Posługiwaliśmy się różnymi programami całkującymi ich równania ruchu, a obliczenia wykonywaliśmy niezależnie na dwóch klastrach komputerowych w Poznaniu i Warszawie. Stąd wynika, że rezonanse w ruchu średnim planetoid poruszających się wśród wielkich planet są zjawiskiem raczej powszechnym.

Co więcej, około 30 - 40 % obiektów testowych migruje do Pasa Głównego planetoid. Stąd wynika duża rola rezonansów w ruchu średnim (Mean Motion Resonances, MMR) w ruchu planetoid w obszarze wielkich planet.

**Q4.** Obliczyć, jak niewielkie niepewności w startowych elementach orbitalnych prowadzą do podobnych zjawisk MMR.

Z kolei w **H1D** pokazaliśmy wraz z dr. Ryszardem Gabryszewskim ewolucję orbitalną uśpionych (dormant) krótko-okresowych kandydatów na komety bliskie Ziemi (dormant short-period near-Earth comet candidates). Studiowaliśmy ich MMR 2:1 oraz 3:1 z Jowiszem. Włączyliśmy też efekt Jarkowskiego. Okazało się, że ich średni dynamiczny czas (the average dynamical half-time) wynosi około 1.5 My.

Mój wkład w pracę polegał na obliczeniach wykorzystujących oprogramowanie OrbFit udostępnione publicznie na stronie NEODys:

<http://adams.dm.unipi.it/~orbmain/orbfit/>

Zastosowałem procedurę Milaniego 'klonowania' orbit:

Milani, A., Chesley, S.R., Sansaturio, M.E., Tommei, G., Valsecchi, G.B., 2005a, Icarus, 173, 362

Milani, A., Sansaturio, M.E., Tommei, G., Arratia, O., Chesley, S.R., 2005b, A&AS, 431, 729.

Całkowanie równań ruchu dokonałem w oparciu o publicznie dostępny program SWIFT z zaimplementowaną procedurą zastosowania efektu Jarkowskiego:

Broz, M., 2003, Accessed 2016-05-01, [http://sirrah.troja.mff.cuni.cz/~mira/mp/#download\\_swift\\_rmvsy\\_documentation](http://sirrah.troja.mff.cuni.cz/~mira/mp/#download_swift_rmvsy_documentation).

Okazało się, że zastosowanie efektu Jarkowskiego zmienia propagację orbit studiowanych asteroid. Stąd konieczność uwzględnienia tego efektu.

Inaczej mówiąc, nieuwzględnianie efektu Jarkowskiego dla dobrze wyznaczonych orbit daje złe wyniki propagacji elementów orbitalnych. Trudno jednak dokładnie oszacować wartość parametrów działających w efekcie Jarkowskiego. Możemy zastosować metodę klonowania z zastosowaniem różnych przedziałów wartości potrzebnych parametrów.

**Q5.** Jaki jest aktualny parametr niegrawitacyjny dla obiektów z Table 4, w szczególności dla obiektu (433992) 2000 HD74 o rozmiarach 1.4 km, i jak zmieni się teraz jego ewolucja orbitalna.

Z kolei w **H1C** opublikowałem parametry wybranych NEAs. Obliczyłem niegrawitacyjny parametr (non-gravitational parameter) A2 i czas Lapunowa (Lapunov time (LT)) 146 NEAs. Dokonałem tego w oparciu o wszystkie znane wtedy obserwacje NEAs stosując oprogramowanie OrbFit v. 5.0.5. Obliczone parametry znajdują się w Table 1 cytowanej mojej pracy. A2 pierwszych 121 NEAs są niemal identyczne z tymi z pracy Tardioli (2017):

Tardioli, C. and 6 colleagues 2017. Constraints on the near-Earth asteroid obliquity distribution from the Yarkovsky effect. Astronomy and Astrophysics 608.

Zamieszczone w mojej pracy Fig. 1-5 są oryginalne i dotychczas (kwiecień 2023) nie powtórzone.

Ostatnio jednak pojawiła się podobna ideowo do mojego Fig. 4 zależność  $A_2$  od wielkości absolutnej  $H$  w pracy Seligmann et al. (2023) w ich Fig. 1. dla dark comets. Dopiero teraz, mając większą populację NEAs i ich dokładniejsze orbity można obliczać ich non-gravitational parameters  $A_2$ , lub też  $LT$ .

Ciekawy jest też Fig. 1 w mojej omawianej pracy, dolny panel z minimum dla  $H=22.5$ .

**Q6.** Powtórz Fig. 1 i znaleźć przyczynę tego minimum.

Kolejna praca z tego cyklu **H1B**, o Mars-crosserach (MCs) jest moim dużym osiągnięciem, gdyż musiałem uaktualnić, czyli mówiąc obrazowo, 'pokonać' poprzednią pracę o Mars-crosserach autorstwa Michel et al. (2000). Pokazałem, że MCs są 'dostarczycielem' NEAs, oraz, że w okresie najbliższych 100 My, wg mojej pracy, powstało 3% Atiras, 2% Atens, 7.5% to Apollos, 9% Amors, a 0.4% zostało Centaurami. Co ciekawe, 0.028% startowych MCs weszło na orbity wsteczne. O nich więcej w cyklu następnym, cz2.

Pokazałem, że uwzględnienie perturbacji od Ceres, Pallas, Westy i Hygiei wpływa istotnie na propagację MCs. Ponadto, dla wybranych MCs okazało się, że ich  $LT$  jest stosunkowo krótki, między 540 y i 71 ky.

Komplet moich prac z tego cyklu cz1. jest poniżej z referencjami od nru 1 do 30, oprócz tych omawianych wcześniej, oznaczonych H1x.

### Literatura do tego cyklu

H1A(X28). **Włodarczyk, I.** 2001. Prediction of the Motion of Asteroids and Comets Over Long Intervals of Time.

*Acta Astronomica* 51, 357–376.

H1B(X7). **Włodarczyk, I.** 2021. Orbital evolution of Mars-crossing asteroids.

*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 500, 3569–3578.  
doi:10.1093/mnras/staa3566

H1C(X12). **Włodarczyk, I.** 2019. Some parameters of selected NEAs.

*Bulgarian Astronomical Journal* 30, 44.

H1D(X17). **Włodarczyk, I.** 2017. Orbital evolution of dormant short-period near-Earth comet candidates.

*Bulgarian Astronomical Journal* 26, 35.

H1E(X23). **Włodarczyk, I.** 2007. Error Propagation of the Computed Orbital Elements of Selected Near-Earth Asteroids.

*Acta Astronomica* 57, 103–121.

H1F(X25). **Gabryszewski, R., Włodarczyk, I.** 2003. The resonant dynamical evolution of small body orbits among giant planets.

*Astronomy and Astrophysics* 405, 1145–1151.

**1/ Włodarczyk, I.** 2022. Non-gravitational parameters and orbital stability of asteroids in retrograde orbits.

*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 516, 6116–6122.

- 2/ Włodarczyk, I. 2022.** The Non-gravitational Parameters of the Hyperbolic Comet 2I/Borisov.  
*XL Polish Astronomical Society Meeting 12*, 281–284.
- 3/ Włodarczyk, I. 2022.** The Close Encounters of (1) Ceres with the Near-Earth Asteroids.  
*XL Polish Astronomical Society Meeting 12*, 279–282.
- 4/ Włodarczyk, I. 2022.** Asteroid 2021 PH27 with the Highest Solar System Precession Rate.  
*XL Polish Astronomical Society Meeting 12*, 273–276.
- 5/ Włodarczyk, I. 2022.** Possible meteor shower with the comet 45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova.  
*WGN, Journal of the International Meteor Organization 50*, 134–135.
- 6/ Włodarczyk, I. 2022.** Possible Orbital Evolution of the Comet C/2017K2 (PANSTARRS).  
*53rd Lunar and Planetary Science Conference 2678*.
- X 7=H1B/ Włodarczyk, I. 2021.** Orbital evolution of Mars-crossing asteroids.  
*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 500*, 3569–3578.
- 8/ Włodarczyk, I. 2020.** The Orbit of Hyperbolic Asteroid 'Oumuamua (A/2017 U1).  
*XXXIX Polish Astronomical Society Meeting 10*, 116–119.
- 9/ Włodarczyk, I. 2020.** The Interesting Main Belt Asteroid (324787) Włodarczyk.  
*XXXIX Polish Astronomical Society Meeting 10*, 110–112.
- 10/ Włodarczyk, I. 2020.** Lyapunov Time of the Lorra Cluster Members.  
*XXXIX Polish Astronomical Society Meeting 10*, 108–109.
- 11/ Oszkiewicz, D. and 12 colleagues 2019.** Physical and dynamical properties of the unusual V-type asteroid (2579) Spartacus.  
*Astronomy and Astrophysics 623*.
- 12=H1C/ Włodarczyk, I. 2019.** Some parameters of selected NEAs.  
*Bulgarian Astronomical Journal 30*, 44.
- 13/ Oszkiewicz, D. and 10 colleagues 2018.** The unusual V-type asteroid (2579) Spartacus.  
*European Planetary Science Congress*.
- 14/ Włodarczyk, I. 2018.** Non-gravitational parameters in motion of asteroid.  
*XXXVIII Polish Astronomical Society Meeting 7*, 141–143.

- 15/ **Włodarczyk, I.** 2018. The Potentially Dangerous Asteroid (443104) 2013 XK22. *XXXVIII Polish Astronomical Society Meeting 7*, 138–140.
- X17=H1D/ **Włodarczyk, I.** 2017. Orbital evolution of dormant short-period near-Earth comet candidates. *Bulgarian Astronomical Journal* 26, 35.
- 18/ Oszkiewicz, D., Kankiewicz, P., **Włodarczyk, I.**, Kryszczyńska, A. 2015. Differentiation signatures in the Flora region. *Astronomy and Astrophysics*, 2015, 584.
- 19/ Kankiewicz, P., **Włodarczyk, I.** 2014. Asteroids in Retrograde Orbits: Interesting Cases. *XXXVI Polish Astronomical Society Meeting*, 167–169.
- 20/ Kankiewicz, P., **Włodarczyk, I.** 2014. Orbital Evolution and Impact Hazard of Asteroids on Retrograde Orbits. *Meteoroids* 2013, 27–33.
- 21/ Kankiewicz, P., **Włodarczyk, I.** 2010. The Orbital Evolution of 2007 VA85, an Amor-type Asteroid on a Retrograde Orbit. *Protecting the Earth against Collisions with Asteroids and Comet Nuclei*, 268.
- 22/ Kankiewicz, P., **Włodarczyk, I.** 2010. Possible Origin of Asteroids on Retrograde Orbits. *Protecting the Earth against Collisions with Asteroids and Comet Nuclei*, 52.
- X 23=H1E/ **Włodarczyk, I.** 2007. Error Propagation of the Computed Orbital Elements of Selected Near-Earth Asteroids. *Acta Astronomica* 57, 103–121.
- X 25=H1F/ Gabryszewski, R., **Włodarczyk, I.** 2003. The resonant dynamical evolution of small body orbits among giant planets. *Astronomy and Astrophysics* 405, 1145–1151.
- 26/ Gabryszewski, R., **Włodarczyk, I.** 2002. Dynamics of small body orbits among giant planets - mean motion resonances. *Asteroids, Comets, and Meteors: ACM 2002* 500, 359–362.
- 27/ **Włodarczyk, I.** 2002. The Prediction of the Motion of Atens, Apollos and Amors over Long Intervals of Time. *Dynamics of Natural and Artificial Celestial Bodies* 81, 343–345.
- X 28=H1G./ **Włodarczyk, I.** 2001. Prediction of the Motion of Asteroids and Comets Over Long Intervals of Time. *Acta Astronomica* 51, 357–376.
- 29/ **Włodarczyk, I.** 1996. The Close Encounters of (4) Vesta with the First 2000 Numbered Minor

Planets.

*Proceedings of the 27th Meeting of the Polish Astronomical Society* 27, 116.

30/ **Włodarczyk, I.** 1993. The Orbit of the Minor Planet (7) IRIS.

*Acta Astronomica* 43, 177–181.

*Warto zwrócić uwagę na pracę nr 30, ostatnią z listy, która jest moją pierwszą pracą z orbitą obliczoną wg obserwacji wykonanych w Obserwatorium Astronomicznym w Chorzowie. Obserwacje zostały wykonane i zredukowane przeze mnie. Pokazałem, że tzw. gwiazdy oporowe użyte do redukcji obserwacji astrometrycznych z katalogu PPM dają dokładniejszą orbitę, niż te z katalogu SAO, który dotychczas wykorzystywałem.*

*Oprogramowanie, które wykorzystywałem w powyższym cyklu 30. prac, były w czasie publikowania najnowszymi, a ja musiałem je dostosować do danego zagadnienia. Byłem 'testerem' poprawności oprogramowania OrbFit zbudowanego przez konsorcjum włosko-hiszpańskie, o czym wspominali. OrbFit jest oprogramowaniem interaktywnym i wynik obliczeń zależy od umiejętności zarówno obliczeniowych, jak i znajomości astrometrii, czyli m.in. opracowanie obserwacji astrometrycznych – wykonałem i opublikowałem około 1000 obserwacji astrometrycznych i opublikowałem je w Minor Planet Center IAU, a także wymaga znajomości mechaniki nieba, którą ciągle studiuję.*

Z drugiej strony, wyniki mogłem porównywać z wynikami uzyskiwanymi przez oprogramowanie prof. G. Sitarskiego i Zespołu Mechaniki Nieba CBK w Warszawie, co dało mi wiele korzyści naukowych.

## **cz2. Ruch planetoid na orbitach wstecznych, H2x**

Kolejne zagadnienie dotyczy cyklu prac z **cz2.** związanych z ruchem planetoid na orbitach wstecznych. Te główne prace oznaczone są symbolami **H2A** do **H2F**, czyli 6 prac.

W większości prace publikowałem ze współautorem, dr. Pawłem Kankiewiczem (PK), który je też opisał w swojej pracy habilitacyjnej w 2022 r. pod tytułem: *Dynamics of small bodies in retrograde orbits*. Swój udział naukowy opisałem zbiorczo w mojej pracy **H2A** w MNRAS z 2022 r. Tym razem była to moja samodzielna praca. Zawiera moje osiągnięcia w badaniu orbit wstecznych wraz z cytowanymi moimi referencjami, wspólnymi z PK i jego samodzielnymi, oraz ostatnią pracę **H2G**, z Kazimierasem Cernisem. Wykaz prac znajduje się poniżej, od pracy z nazwą **H2A** do **H2G**. Wszystkie 11 prac znajdują się na końcu tego cyklu.

Główne moje osiągnięcia jest w samodzielnej pracy **H2A**:

Sam tytuł pracy 'Non-gravitational Parameters and Orbital Stability of Asteroids in Retrograde Orbits' wskazuje na najważniejsze poruszane tematy.

Obliczyłem niegrawitacyjny parametr  $A_2$  dla wszystkich znanych do tej pory (2022 r.) 21 numerowanych i 10. nienumerowanych planetoid na orbitach wstecznych.

Pokazałem, że  $A_2$  dla obiektów na orbitach wstecznych przyjmują wartości co do wielkości podobne do komet, czyli kilka rzędów więcej niż w przypadku planetoid. Dopiero ostatnio na tę zależność zwrócili uwagę Seligman et al. (2023) dla przypadku tzw. ciemnych komet czy inactive objects 1998 KY26, 2005 VL1, 2016 NJ33, 2010 VL65, 2016 RH120, and 2010 RF12.

Pokazałem po raz pierwszy, że średnie czasy Lapunowa dla asteroid na orbitach wstecznych są rzędu 1 ky, czyli stosunkowo krótkie.

Zwróciłem też po raz pierwszy uwagę na to, że asteroidy na orbitach wstecznych z dużymi  $A_2$  mogą

być celem poszukiwań ich kometarnej aktywności, gdyż mają podobnie duże A2.

Seligman, D.~Z. and 17 colleagues 2023. Dark Comets? Unexpectedly Large Nongravitational Accelerations on a Sample of Small Asteroids. *The Planetary Science Journal*.

W pracy **H2G** zbadałem cykliczność wchodzenia i wychodzenia komety 322P z orbity wstecznej. Na orbicie wstecznej kometa przebywa od kilku ky do kilku My. Przyczyną takich wielokrotnych wejść na orbitę wsteczną jest przebywanie komety blisko rezonansu w ruchu średnim 3:1 z Jowiszem.

H2A=X1 **Włodarczyk, I. 2022**. Non-gravitational parameters and orbital stability of asteroids in retrograde orbits.

*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 516, 6116–6122.

H2B=X5 **Kankiewicz, P., Włodarczyk, I. 2018**. How long will asteroids on retrograde orbits survive?.

*Planetary and Space Science* 154, 72–76.

H2C=X 6 **Kankiewicz, P., Włodarczyk, I. 2017**. Dynamical lifetimes of asteroids in retrograde orbits.

*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 468, 4143–4150.

H2D=X9 **Kankiewicz, P., Włodarczyk, I. 2014**. Orbital Evolution and Impact Hazard of Asteroids on Retrograde Orbits.

*Meteoroids* 2013, 27–33.

H2E=X10 **Kankiewicz, P., Włodarczyk, I. 2010**. The Orbital Evolution of 2007 VA85, an Amor-type Asteroid on a Retrograde Orbit.

*Protecting the Earth against Collisions with Asteroids and Comet Nuclei*, 268.

H2F=X11 **Kankiewicz, P., Włodarczyk, I. 2010**. Possible Origin of Asteroids on Retrograde Orbits.

*Protecting the Earth against Collisions with Asteroids and Comet Nuclei*, 52.

H2G=X12. **Włodarczyk, I., Cernis, K. 2022**. Observational data and orbits of the comets discovered at the Vilnius Observatory in 1980-2006 and the case of the comet 322P.

*Open Astronomy* 31, 244–255.

## KOMPLET LITERATURY DO CYKLU 2

X 1/ **Kankiewicz, P., Włodarczyk, I. 2021**. Impact of non-gravitational effects on chaotic properties of retrograde orbits.

*Astronomy and Astrophysics* 646.

2/ **Kankiewicz, P., Włodarczyk, I. 2020**. VizieR Online Data Catalog: Non-gravitational effects in retrograde orbits (Kankiewicz+ 2021).

*VizieR Online Data Catalog*.



- 3/ **Kankiewicz, P., Włodarczyk, I.** 2020. Chaotic Properties of Minor Bodies in Retrograde Orbits. *XXXIX Polish Astronomical Society Meeting* 10, 97–100.
- 4/ **Kankiewicz, P., Włodarczyk, I.** 2018. Non-gravitational effects in the motion of comet 333P/LINEAR. *XXXVIII Polish Astronomical Society Meeting* 7, 132–134.
- X 5/ **Kankiewicz, P., Włodarczyk, I.** 2018. How long will asteroids on retrograde orbits survive?. *Planetary and Space Science* 154, 72–76.
- X 6/ **Kankiewicz, P., Włodarczyk, I.** 2017. Dynamical lifetimes of asteroids in retrograde orbits. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 468, 4143–4150.
- 7/ **Kankiewicz, P., Włodarczyk, I.** 2016. Yarkovsky effect in the motion of asteroids in retrograde orbits. *37th Meeting of the Polish Astronomical Society* 3, 286–289.
- 8/ **Kankiewicz, P., Włodarczyk, I.** 2014. Asteroids in Retrograde Orbits: Interesting Cases. *XXXVI Polish Astronomical Society Meeting*, 167–169.
- X9/ **Kankiewicz, P., Włodarczyk, I.** 2014. Orbital Evolution and Impact Hazard of Asteroids on Retrograde Orbits. *Meteoroids* 2013, 27–33.
- X10/ **Kankiewicz, P., Włodarczyk, I.** 2010. The Orbital Evolution of 2007 VA85, an Amor-type Asteroid on a Retrograde Orbit.. *Protecting the Earth against Collisions with Asteroids and Comet Nuclei*, 268.
- X11/ **Kankiewicz, P., Włodarczyk, I.** 2010. Possible Origin of Asteroids on Retrograde Orbits. *Protecting the Earth against Collisions with Asteroids and Comet Nuclei*, 52.

*W w/w pracach o orbitach wstecznych korzystałem głównie z interakcyjnego programu OrbFit, który już dobrze opanowałem. Ponadto korzystałem z programów SWIFT modyfikowanych przez Mirosława Broza. Są to programy do stosowania w obliczeniach orbitalnych z/bez efektów Jarkowskiego. Podobnie wymagają znajomości obliczeń na Linuxie i wiedzy z mechaniki nieba. W tym miejscu dziękuję Dyrekcji CBK PAN I CAMK-u w Warszawie za możliwość korzystania z klastrów. Bez dostępu do ich mocy obliczeniowych i uprzejmości Administratorów sieci niewiele mógłbym zrobić.*

### **cz3. Groźne planetoidy, H3x**

Kolejne zagadnienie dotyczy cyklu prac z **cz3**, związanych z ruchem planetoid na orbitach potencjalnie groźnych dla Ziemi. Główne prace oznaczone są symbolem **H3A** do **H3L**, razem 12 prac.

Zagadnieniami potencjalnych zagrożeń Ziemi przez planetoidy i komety zajmowałem się najintensywniej, w szczególności idąc śladami prof. dr. hab. Grzegorza Sitarskiego.

Sam temat zagrożeń od planetoid i komet budzi wiele kontrowersji. Było, jest i będzie wielu gorących zwolenników, jak i przeciwników tego typu badań. Głównie chodzi o małe prawdopodobieństwo zderzeń z Ziemią. Choć ostatnio, dzięki silnym teleskopom możemy wcześniej dostrzec obiekt lecący, a nawet zderzający się z Ziemią. np. zderzenie małego obiektu nad Czelabińskiem, i innymi obiektami, np. strona JPL NASA:

<https://cneos.jpl.nasa.gov/sentry/>

W szczególności intensywnie śledzimy ruch potencjalnie groźnej planetoidy Apophis. Prof. Sitarski, wraz z Zespołem Mechaniki Nieba CBK zbudował własny system śledzenia takich planetoid. Z drugiej strony upubliczniony został kompleks programów umożliwiający obliczenie przewidywanych takich możliwych zderzenia o nazwie OrbFit zbudowany przez konsorcjum NEODyS pod kierownictwem Andrea Milaniego. to głównie tymi programami posługuję się w badaniu potencjalnie groźnych obiektów zagrażających Ziemi.

Oba systemy 'ostrzegania', a więc Sitarskiego i Milaniego, a ostatnio też JPL NASA, doskonale się sprawdzają i dają podobne wyniki. O czym przekonał się z Prof. Sitarskim w Wigilię 2004 roku, kiedy pojawiła się planetoida o tymczasowej nazwie 2004 MN4, znana później jako Apophis.

Przewidywane momenty zderzeń planetoidy z Ziemią, początkowo w 2029, a później w 2036 i dalszych latach prowadziliśmy wspólnie zdalnie z Warszawy i ja Chorzowa on-line, przez Internet. Gdy pojawiła się planetoida przesyłałiśmy sobie potencjalne momenty zderzeń. Dysponowaliśmy różnymi modelami Układu Słonecznymi, różnymi systemami redukcji obserwacji, ważenia, selekcji, a jednak wyniki obliczeń zgadzały się!

Sprawdzaliśmy na bieżąco zagrożenie. NASA jeszcze wtedy nie upubliczniła wyników tak na bieżąco.

Przy okazji, już po raz siódmy odkryto planetoidę przed jej zderzeniem z Ziemią:

<https://neo.ssa.esa.int/-/latest-news>

Ostatnio, marzec 2023, pojawiła się potencjalnie groźna planetoida 2023 DW o tzw. Skali Torino równej 1 z możliwym zderzeniem z Ziemią w 2046 roku:

<https://cneos.jpl.nasa.gov/sentry/details.html#?des=2023%20DW>

Biorę aktywny udział w konferencjach pod tytułem Apophis T-9,8,7,6.

Nowe obserwacje Apophis ciągle napływają:

[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-19-6613-2\\_512](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-19-6613-2_512)

H3A=X 9/ **Włodarczyk, I. 2020**. Special Group of the Potentially Hazardous Asteroids.

*Bulgarian Astronomical Journal* 32, 27.

H3B=X 10/ **Włodarczyk, I. 2019**. The potentially hazardous NEA 2001 BB16.

*Open Astronomy* 28, 180–190.

H3C=X 13/ **Włodarczyk, I. 2017**. Possible impact solutions of asteroid (99942) Apophis.

*Bulgarian Astronomical Journal* 27, 89.

H3D=X 15/ **Włodarczyk, I. 2016.** The potentially hazardous asteroid 2000 SG344.  
*Baltic Astronomy* 25, 179–187.

H3E=X 16/ **Włodarczyk, I. 2015.** The Potentially Hazardous Asteroid (410777) 2009 FD.  
*Acta Astronomica* 65, 215–231.

H3F=X 17/ **Włodarczyk, I. 2015.** The potentially hazardous asteroid 2009 FD.  
*Bulgarian Astronomical Journal* 22, 15.

H3G=X 24/ **Włodarczyk, I. 2013.** The potentially dangerous asteroid (99942) Apophis.  
*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 434, 3055–3060.

H3H=X 25/ **Włodarczyk, I. 2012.** The potentially dangerous asteroid 2012 DA14.  
*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 427, 1175–1181.

H3I=X 26/ **Włodarczyk, I. 2012.** Impact orbits of the asteroid 2009 FJ with the Earth.  
*Solar System Research* 46, 301–312.

H3K=X31/ **Włodarczyk, I. 2008.** The impact orbits of the dangerous asteroid (99942) Apophis.  
*Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso* 38, 21–32.

H3L=X 32/ **Kankiewicz, P., Włodarczyk, I. 2006.** Stability of the Most Hazardous Mars-Crossers.  
*Acta Astronomica* 56, 413–425.

### **KOMPLET LITERATURY DO CYKLU 3.**

1/ **Włodarczyk, I. 2022.** The Potentially Dangerous Asteroid (29075) 1950 DA.  
*XL Polish Astronomical Society Meeting* 12, 276–279.

2/ **Włodarczyk, I. 2022.** Possible meteor shower with the comet 45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova.  
*WGN, Journal of the International Meteor Organization* 50, 134–135.

3/ **Włodarczyk, I. 2022.** Orbital Evolution of the Asteroid 99942 Apophis (2004 MN4).  
*Apophis T-7 Years: Knowledge Opportunities for the Science of Planetary Defense* 2681.

4/ **Włodarczyk, I. 2022.** Possible Impact Solutions of the Dangerous Asteroid 29075 (1950 DA). *53rd Lunar and Planetary Science Conference* 2678.

- 5/ **Włodarczyk, I.** 2021. Possible Impacts of the Asteroid (99942) Apophis. *7th IAA Planetary Defense Conference.*
- 6/ **Włodarczyk, I.** 2021. Possible Impacts of the Asteroid (101955) Bennu. *52nd Lunar and Planetary Science Conference.*
- 7/ **Włodarczyk, I.** 2020. Possible Impacts of the Asteroid (99942) Apophis. *Apophis T-9 Years: Knowledge Opportunities for the Science of Planetary Defense 2242.*
- 8/ **Włodarczyk, I.** 2020. The Potentially Dangerous Asteroid (410777) 2009 FD. XXXIX Polish Astronomical Society Meeting 10, 113–115.
- H3A=X 9/ **Włodarczyk, I.** 2020. Special Group of the Potentially Hazardous Asteroids. *Bulgarian Astronomical Journal* 32, 27.
- H3B=X 10/ **Włodarczyk, I.** 2019. The potentially hazardous NEA 2001 BB16. *Open Astronomy* 28, 180–190.
- 11/ **Włodarczyk, I.** 2018. Possible parent bodies for the Geminid meteor shower. *XXXVIII Polish Astronomical Society Meeting* 7, 144–145.
- 12/ **Włodarczyk, I.** 2018. The Potentially Dangerous Asteroid (443104) 2013 XK22. *XXXVIII Polish Astronomical Society Meeting* 7, 138–140.
- H3C=X 13/ **Włodarczyk, I.** 2017. Possible impact solutions of asteroid (99942) Apophis. *Bulgarian Astronomical Journal* 27, 89.
- 14/ **Włodarczyk, I.** 2016. New Impact Solutions for Potentially Hazardous Asteroid (99942) Apophis. *37th Meeting of the Polish Astronomical Society* 3, 108–111.
- H3D=X
- 15/ **Włodarczyk, I.** 2016. The potentially hazardous asteroid 2000 SG344. *Baltic Astronomy* 25, 179–187.
- H3E=X 16/ **Włodarczyk, I.** 2015. The Potentially Hazardous Asteroid (410777) 2009 FD. *Acta Astronomica* 65, 215–231.
- H3F=X 17/ **Włodarczyk, I.** 2015. The potentially hazardous asteroid 2009 FD. *Bulgarian Astronomical Journal* 22, 15.
- 18/ **Włodarczyk, I.** 2014. The potentially dangerous asteroid (99942) Apophis. *XXXVI Polish Astronomical Society Meeting*, 173–175.

19/ **Włodarczyk, I.** 2014. The potentially dangerous asteroid (99942) Apophis.  
*Meteoroids 2013*, 35–39.

20/ Kankiewicz, P., **Włodarczyk, I.** 2014. Orbital Evolution and Impact Hazard of Asteroids on Retrograde Orbits.  
*Meteoroids 2013*, 27–33.

21/ Włodarczyk, K., **Włodarczyk, I.** 2014. Chelyabinsk Superbolide: a detailed analysis of the passage through the atmosphere and orbit determination. *Meteoroids 2013*, 19–25.

22/ Włodarczyk, K., **Włodarczyk, I.** 2014. The Chelyabinsk superbolide.  
*Proceedings of the International Meteor Conference, Poznan, Poland, 22-25 August 2013*, 204–207.

23/ **Włodarczyk, I.** 2014. Paths of risk of the potentially dangerous asteroid (99942) Apophis.  
*Proceedings of the International Meteor Conference, Poznan, Poland, 22-25 August 2013*, 150–153.

H3G=X 24/ **Włodarczyk, I.** 2013. The potentially dangerous asteroid (99942) Apophis.  
*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 434, 3055–3060.

H3H=X 25/ **Włodarczyk, I.** 2012. The potentially dangerous asteroid 2012 DA14.  
*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 427, 1175–1181.

H3I=X 26/ **Włodarczyk, I.** 2012. Impact orbits of the asteroid 2009 FJ with the Earth.  
*Solar System Research* 46, 301–312.

27/ **Włodarczyk, I.** 2010. Impact Orbits and Paths of Risk of Several Dangerous Asteroids with the Earth and Mars.  
*Proceedings of the International Meteor Conference, 27th IMC, Sachticka, Slovakia, 2008*, 108–114.

28/ **Włodarczyk, I.** 2010. Impact Solutions for Asteroid (101955) 1999RQ36.  
*Protecting the Earth against Collisions with Asteroids and Comet Nuclei*, 302.

29/ **Włodarczyk, I.** 2010. Methods of Computing Impact Orbits.  
*Protecting the Earth against Collisions with Asteroids and Comet Nuclei*, 284.

H3J=X 30/ **Włodarczyk, I.** 2009. Impact solutions of Asteroid 2007 WD  $_{5}$  with Mars.  
*Icarus* 203, 119–123.

H3K=X31/ **Włodarczyk, I.** 2008. The impact orbits of the dangerous asteroid (99942) Apophis. *Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso* 38, 21–32.

H3L=X 32/ Kankiewicz, P., **Włodarczyk, I.** 2006. Stability of the Most Hazardous Mars-Crossers. *Acta Astronomica* 56, 413–425.

Aktualnie, 20 listopada 2023 r. na stronie ESA, z podtytułem:

**near-earth objects coordination centre**

<https://neo.ssa.esa.int/risk-list>

Current number of NEAs in risk list is 1560, czyli potencjalnie groźnych NEAs jest aż 1460.

*Już nie tylko Apophis jest interesującą media planetoidą, ale dziesiątki innych.*

*Jest czym się zajmować. Do tego typu badań zagrożeń od planetoid i komet doskonale przydaje mi się zespół programów OrbFit ciągle rozbudowywany. Ostatnio wiele osób spoza konsorcjum NEODyS rozbudowuje program i stosuje go do różnych celów. Też to robię.*

#### **cz4. Zachowanie się planetoid w rodzinach asteroid, H4x**

1. Jest wiele prac nt. rodzin planetoid, w szczególności obliczania ich aktualnej populacji wg. Hierarchical Clustering Method (HCM), ewolucji populacji wstecz i w przód w oparciu o efekt Jarkowskiego:

główna praca:

1/ Novakovic, B., Vokrouhlicky, D., Spoto, F., Nesvorny, D. \ 2022. \ Asteroid families: properties, recent advances, and future opportunities. \ *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy* 134.

oraz m.in.:

**2/**

[https://www.boulder.swri.edu/~bottke/Reprints/Michel\\_2015\\_Asteroids\\_IV\\_Introduction\\_Asteroids\\_IV.pdf](https://www.boulder.swri.edu/~bottke/Reprints/Michel_2015_Asteroids_IV_Introduction_Asteroids_IV.pdf)

Asteroids: Recent Advances and New Perspectives

-Michel, P., DeMeo, F.~E., Bottke, W.~F. \ 2015. \ Asteroids IV. \ Asteroids IV, Patrick Michel, Francesca E. DeMeo, and William F. Bottke (eds.), University of Arizona Press, Tucson, 895 pp.

ISBN: 978-0-816-53213-1, 2015.

i inni, w tym nasze prace:

Włodarczyk, I., Leliwa-Kopystynski, J. \ 2018. \ Forward orbital evolution of the Vesta Family with and without the Yarkovsky effect. \ *Bulgarian Astronomical Journal* 28, 79.

Za masę obiektu, z którego powstała dana rodzina planetoid, Parent Body (PB), przyjmuje się całą aktualną populację danej rodziny, oraz te, które mogły uciec od początku ewolucji rodziny, a największy składnik Large Member (LM), to na ogół największy członek rodziny pozostały po formowaniu się rodziny.

Do rodziny też należy tzw. ogon rodziny obliczany w naszej pracy:

Leliwa-Kopystynski J., Włodarczyk I., 2020, P&SS, 193, 105067.

Taka rodzina planetoid powstała w wyniku co najmniej jednego zderzenia parent body (PB) z inną planetoidą, impaktorem (I).

O ile, w miarę łatwo, jest oszacować masę PB, to masę impaktora dużo trudniej:

Benavidez, P. G. ; Durda, D. D. ; Enke, B. ; Campo Bagatin, A. ; Richardson, D. C. search by orcid ; Asphaug, E. ; Bottke, W. F.

<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018Icar..304..143B/abstract>

Prowadzili oni eksperymenty z targetami od 100 km do 400 km i znaleźli monolityczny PB dla Vesta Family o średnicy 468 km.

Obliczyli również monolityczne PB dla Eunomia Family o średnicy 382 km i rubble pile internal structure o średnicy 416 km dla Hygiea Family.

Zastosowali tzw. smoothed-particle hydrodynamics (SPH) do symulacji zderzeń na obiekty skaliste i lodowe dla dużych zakresów rozmiarów.

W poniższej pracy jest literatura do innych rezultatów, ale bez konkretnych przykładów dla rodzin asteroid:

Ševeček, P. ; Brož, M. ; Nesvorný, D. ; Enke, B. ; Durda, D. ; Walsh, K. ; Richardson, D. C.

<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2017Icar..296..239S/abstract>

Pokazali SPH/N-body symulację małych ( $D = 10$  km) planetoidalnych rozbić.

Analizowali pole prędkości i kątowny rozkład odłamków.

Brown, M. E., Barkume, K. M., Ragozzine, D., & Schaller, E. L. 2007, Nature, 446, 294

Brown et al. (2007) oszacowali, że promień Haumea przed zderzeniem wynosił  $\sim 830$  km, a impaktora  $\sim 500$  km.

Aby przybliżyć proces powstania rodziny należy przeprowadzić eksperymenty zderzeniowe w laboratorium. W ten sposób uzyskamy dane nt. liczby i masy odłamków powstałe ze zderzenia impaktora z targetem, rozkład prędkości odłamków, ich kąty odrzutu w zależności od masy impaktora i PB, a także kąta zderzenia impaktora z PB:

Durda D.~D., Bottke W.~F., Nesvorný D., Enke B.~L., Merline W.~J., Asphaug E., Richardson D.~C., 2007, Icar, 186, 498.

Do badania formowania się istniejących rodzin potrzebne też są ich dane fizyczne, a te na ogół są nieznane i musimy korzystać z ich przybliżenia.

Współcześnie pojawiły się prace wykorzystujące modelowe zderzenia obiektów w oparciu o wspomnianą metodę SPH.

Opublikowano zaledwie kilka takich prac, a dotyczą powstawania kilku rodzin:

Durda D.~D., Bottke W.~F., Nesvorný D., Enke B.~L., Merline W.~J., Asphaug E., Richardson D.~C., 2007, Icar, 186, 498.

Oni badali morfologię size-frequency distributions (SFDs) wynikającą z impaktów na 100-km średnicy PB. Sferyczne bazaltowe Impaktory miały średnicę od 10 do 46 km, prędkości zderzeń w zakresie 2.5 do 7 km/s, i kąty zderzeń  $15^\circ$  do  $75^\circ$ .

Te modele o morfologii SFD pokrywają się z obserwowanymi SFDs wielu znanych rodzin planetoid.

Rodzina Karin:

Nesvorný et al. 2006, Icarus, 183, 296-311:

Karin cluster formation by asteroid impact

SPH method:

Średnica targetu,  $d_{tar} = 30$  km, impaktora,  $d_{imp} = 5$  km. Kolejno zastosowali  $d_{tar} = 26, 28, i 32$  km oraz  $d_{imp} = 4.0, 4.5, 5.0, 5.5 i 6.0$  km w 20 symulacjach.

U nas, w tej pisanej aktualnie pracy do MNRAS, w Table 1 mamy  $d_{tar}=20$  km, a  $d_{imp}=350$  m oraz 512 m, czyli dużo mniej, w szczególności dla impaktora.

Innych metod obliczania masy impaktorów dla danej rodziny nie znaleźliśmy w oparciu o opublikowane do tej pory prace (listopad 20, 2023). W naszej pracy chcemy te lukę wypełnić, i to dla 16 rodzin planetoid, w oparciu o nasze oryginalne obliczenia populacji tych rodzin wg HCM i najnowszej bazy danych tzw. proper elements publikowanych przez zespół ASTDyS na stronie:

<https://newton.spacedys.com/astdys/index.php?pc=5>

Aktualnie, wrzesień 2023, złożyliśmy wraz z prof. Jackiem Leliwą-Kopystyńskim do MNRAS pracę zatytułowaną:

*The sizes of impactors that formed Vesta family and 15 other asteroid families.*

Praca u recenzenta.

Praca polega na znalezieniu rozmiarów i mas impaktorów, które spowodowały powstanie 16 rodzin asteroid, w tym rodziny Westy, analizując jej zróżnicowaną i niezróżnicowaną strukturę.

Prof. Jacek Leliwa-Kopystyński zastosował oryginalną metodę obliczania impaktorów.

Mój wkład w pracę to zastosowanie znanej metody do obliczeń populacji rodzin asteroid, tzw. Hierarchical Cluster Method (HCM) oraz skorzystanie z najnowszej bazy proper elements.

Tak zbudowana przeze mnie baza z populacją wybranych rodzin stanowi podstawę do wszelkich badań tych rodzin. Jest to opracowanie ogromnej liczby danych, rzędu 1 mln, i z kolei działania badawcze w oparciu o tę bazę. Takich baz zawierających dane rodzin asteroid nie ma i trzeba je zbudować samemu, zrobić odpowiednie rysunki, histogramy i to jest główne moje zadanie, czyli opracowanie bazy danych rodzin planetoid.

Naukowe prace opisujące rodziny asteroid rozpocząłem od współpracy z prof. Jackiem Leliwą-Kopystyńskim w 2009 r. od publikacji pracy **H4F** z dodatkowym współautorem Markiem Burchellem

Mój udział w poniższych pracach polega głównie na wykonaniu wszelkiego rodzaju obliczeń i rysunków.

Poniżej kolejno je prezentuję:

H4A=X 2. Leliwa-Kopystyński, J., **Włodarczyk, I.** 2020. Estimations of masses of the non-observed 'tails' of asteroid families.

*Planetary and Space Science* 193.

W oryginalnej pracy przedstawiliśmy obliczenia rozkładu masy rodzin planetoid aż do najmniejszych ich członków. Jest to oryginalna praca, nikt tego tak nie szacował.

H4B=X 4. **Włodarczyk, I.**, Leliwa-Kopystyński, J. 2018. Forward orbital evolution of the Vesta Family with and without the Yarkovsky effect.

*Bulgarian Astronomical Journal* 28, 79.

Oszacowaliśmy ewolucję rodziny Westy z uwzględnieniem efektu Yarkowskiego i bez niego. Zastosowałem oprogramowanie Miroslava Broza:

<https://sirrah.troja.mff.cuni.cz/~mira/mp/>

Okazało się, że wpływ Y. jest istotny, w szczególności dla drobnych członków populacji w rodzinie Westy. W ten sposób obliczyliśmy swoją bazę do dalszych badań rodziny Westy.

H4C=X 6. Leliwa-Kopystyński, J., **Włodarczyk, I.**, Burchell, M.~J. 2016. Analytical model of impact disruption of satellites and asteroids.

*Icarus* 268, 266–280.

Oparliśmy się o model rozbicia planetoidy w skali od laboratoryjnej do 100 km średnicy.



Rozpatrywaliśmy kraterowanie impaktowe i rozbiciowe. Rozważaliśmy impakty skała-skała (planetoida w planetoidę) oraz lód-lód (zderzenia komet z księżycami planet). Używaliśmy HCM oraz zbudowanej przez mnie aktualnej bazy proper elements do zbudowania modeli rodzin planetoid.

H4D=X 7. **Włodarczyk, I.**, Leliwa-Kopystyński, J. 2014. Volume and mass distribution in selected asteroid families.

*Meteoritics and Planetary Science* 49, 1795–1811.

Głównym celem pracy było obliczenie średnic członków pięciu rodzin planetoid (Westa, Eos, Eunomia, Koronis, and Themis). Typowy mój udział, czyli zbudowanie modelu populacji wybranych rodzin. Dodatkowo wyznaczyłem i zauważyłem, że ich położenie jest związane z liniami wiekowych rezonansów (z1, z2, i z3) z Saturnem.

H4E=X 11. Leliwa-Kopystyński, J., Banaszek, M., **Włodarczyk, I.** 2012. Longitudinal asymmetry of craters' density distributions on the icy satellites.

*Planetary and Space Science* 60, 181–192.

Obliczyliśmy, że impaktowe kratery (Ganymede i Callisto) oraz (Mimas, Tethys, Dione, Rhea i Iapetus) powstały wskutek planeto-centrycznego zderzenia odłamków.

H4F=X 12. Leliwa-Kopystyński, J., Burchell, M.~J., **Włodarczyk, I.** 2009. The impact origin of Eunomia and Themis families.

*Meteoritics and Planetary Science* 44, 1929–1935.

Pokazaliśmy, że parent body Eunomii nie zostało katastroficznie rozbite. Po zderzeniu 70% masy pozostaje w Eunomii, w przeciwieństwie do Themis, w której zostaje tylko 21% masy pierwotnej.

#### KOMPLET LITERATURY DO CYKLU 4

1/ Leliwa-Kopystyński, J., **Włodarczyk, I.** 2022. The Sizes of Impactors that Formed Asteroid Families.

*LPI Contributions* 2702.

H4A=X 2. Leliwa-Kopystyński, J., **Włodarczyk, I.** 2020. Estimations of masses of the non-observed 'tails' of asteroid families.

*Planetary and Space Science* 193.

3/ **Włodarczyk, I.** 2018. The König asteroid family.

*XXXVIII Polish Astronomical Society Meeting* 7, 146–148.

H4B=X 4. **Włodarczyk, I.**, Leliwa-Kopystyński, J. 2018. Forward orbital evolution of the Vesta Family with and without the Yarkovsky effect.

*Bulgarian Astronomical Journal* 28, 79.

5/ **Włodarczyk, I.**, Leliwa-Kopystyński, J. 2016. Time evolution of the Vesta Family with and without the Yarkovsky effect.

*37th Meeting of the Polish Astronomical Society* 3, 289–292.

H4C=X 6. Leliwa-Kopystyński, J., **Włodarczyk, I.**, Burchell, M.~J. 2016. Analytical model of impact

disruption of satellites and asteroids.

*Icarus* 268, 266–280.

H4D=X 7. **Włodarczyk, I.**, Leliwa-Kopystyński, J. 2014. Volume and mass distribution in selected asteroid families.

*Meteoritics and Planetary Science* 49, 1795–1811.

8/ **Włodarczyk, I.**, Leliwa-Kopystyński, J. 2014. Volume and mass distribution in selected families of asteroids.

*Asteroids, Comets, Meteors* 2014.

9/ **Włodarczyk, I.**, Leliwa-Kopystyński, J. 2013. Cumulative Distributions of Asteroids in the Families.

*44th Annual Lunar and Planetary Science Conference*.

10/ **Włodarczyk, I.**, Leliwa-Kopystyński, J. 2012. Mass Distribution in Selected Families of Asteroids. Asteroids, Comets, Meteors 2012 1667.

H4E=X 11. Leliwa-Kopystyński, J., Banaszek, M., **Włodarczyk, I.** 2012. Longitudinal asymmetry of craters' density distributions on the icy satellites.

*Planetary and Space Science* 60, 181–192.

H4F=X 12. Leliwa-Kopystyński, J., Burchell, M.~J., **Włodarczyk, I.** 2009. The impact origin of Eunomia and Themis families.

*Meteoritics and Planetary Science* 44, 1929–1935.

13/ **Włodarczyk, I.**, Leliwa-Kopystyński, J. 2008. The Evolution of the Eunomia Family of Asteroids. *Asteroids, Comets, Meteors* 2008 1405.

14/ Leliwa-Kopystyński, J., Burchell, M.~J., **Włodarczyk, I.** 2008. Impact Origin of Asteroid Families.

*Asteroids, Comets, Meteors* 2008 1405.

15/ Leliwa-Kopystyński, J., **Włodarczyk, I.** 2007. Asteroids families: size distributions of the families' members and relative ages of the families.

*European Planetary Science Congress 2007*, 713.

*Mój wkład do w/w prac polegał na zastosowaniu do obliczeń ewolucji orbitalnej rodzin asteroid wszystkich znanych mi programów, jak omawiany wcześniej HCM i OrbFit – głównie do obliczeń startowych elementów orbitalnych członków rodzin, zastosowaniu efektu Jarkowskiego, wykorzystaniu programu SWIFT modyfikowanego przez Broza i wielu innych badaczy. Obliczałem proper elements nieznanymi członków rodzin przy pomocy implementacji Orbit9 w programie OrbFit.*

*W tym cyklu jest wiele do zrobienia m.in. z powodu coraz większej bazy proper elements rodzin planetoid. Wymaga to coraz większych mocy obliczeniowych i czasu komputerowego.*

*Problem powstawania rodzin planetoid nie jest jeszcze zakończony i czeka na badaczy.*

#### **Q. (Pytanie).**

*Zastosowałbym nowe oprogramowanie do zbadania ewolucji okresu rotacji, spinu i efektów niegrawitacyjnych rodzin planetoid przy pomocy nowego oprogramowania, które aktualnie wykorzystuję w*

cyklu następnym, tj. w piątym:

Fenucci, M., Novaković, B. \ 2022. \ MERCURY and ORBFIT Packages for Numerical Integration of Planetary Systems: Implementation of the Yarkovsky and YORP Effects. \ Serbian Astronomical Journal 204, 51–63.

#### cz5. Współpraca międzynarodowa, H5x

Ostatnie omawiane z cyklu zagadnienie dotyczy prac **cz5**, związanych ze współpracą międzynarodową. Te główne prace oznaczone są od symbolu **H5A** do **H3D**, czyli 4 prace, a razem opublikowałem ich 16, z czego 14 prac ze współautorstwem dra Kazimierasa Cernisa z Litwy, 15-ta jest aktualnie recenzowana, 22 marca 2023 r. zatytułowana:

Asteroids discovered in the Baldone Observatory between 2017 and 2022:

the orbits of asteroid 428694 Saule and 330836 Orius.

autorstwa: mojego oraz dra K. Cernisa z Litwy i dra I. Eglitisa z Łotwy.

Mój główny wkład to badanie ewolucji okresu rotacji, spinu oraz niegrawitacyjnego parametru  $A_2$ , planetoidy 428694 Saule przy pomocy nowego oprogramowania:

Fenucci, M., Novaković, B. \ 2022. \ MERCURY and ORBFIT Packages for Numerical Integration of Planetary Systems: Implementation of the Yarkovsky and YORP Effects. \ Serbian Astronomical Journal 204, 51–63. doi:10.2298/SAJ2204051F

Generalnie, współpraca w pisaniu naszych prac naukowych polega na wykonywaniu, opracowaniu i publikacji w MPC obserwacji astrometrycznych z obserwatoriów astronomicznych na Litwie, Łotwie, Estonii i obserwatorium VATT, a moim zadaniem jest opracowanie dynamicznie ciekawego odkrytego tam obiektu tj. napisanie tekstu pracy w Latex, zrobienie rysunków, wzorów, referencji. Jest to explicite przedstawione w aktualnie pisanej pracy w 2023 r. (jak na teraz, 22 marca 2023) przesłanej do Open Astronomy, dawniej Baltic Astronomia.

Pierwsza wspólna tego typu praca została opublikowana w 2008 roku, pod nr 16 jako Cernis et al. (2008). Dotyczyła odkryć planetoid dokonanych w obserwatorium astronomicznym w Moletai na Litwie, a opracowanym obiektem była planetoida z grupy Ateny 2006 SF77. W pracy obliczyłem orbitę 2006 SF77, jej efemerydę, ciasne zbliżenia z Ziemią i Wenus, oraz okienka obserwacyjne w ciągu najbliższych 100 lat. Korzystałem z nowego w tym czasie programu OrbFit v.3.2.2 jeszcze pod Windows, bez uwzględnienia efektów niegrawitacyjnych. Współautorzy tej pracy opracowali dodatkowo krzywą blasku tej planetoidy.

**Q1.** Obliczyć orbitę 2006 SF77 z możliwymi efektami niegrawitacyjnymi korzystając z najnowszej wersji programu OrbFit. Nowych obserwacji brak, jak na 1 marca 2023.

Moi współautorzy, a zarazem odkrywcy planetoidy 2006 SF77, ciekawi są, jakiego typu odkryli obiekt, chcą udokładnić jego orbitę poprzez dalsze obserwacje, a do tego potrzebne są im dokładne efemerydy, które obliczam. W szczególności dotyczy to nowo-odkrytych obiektów z krótkimi łukami obserwacyjnymi, ale też czasami szybko poruszającymi się. Jest to trudne zadanie, a ważne jest to, że potrzebne są efemerydy na kolejną noc i kolejne noce, aby obiekt nie uciekł z pola obserwacji.

Odkryty Praamzius jest na stronie VATT Observatory:

<https://www.vaticanobservatory.org/sacred-space-astronomy/praaamzius-one-of-the-vatts-discoveries/?fbclid=IwAR1444HamYRjDqnxYbHOaKtUPZV4FmGdKmAAP-yUwYhq3KcQpJLBZtVBzog>

Ideą naszych wspólnych publikowanych prac astrometrycznych jest to, aby dodać ciekawe opracowanie jakiegoś dynamicznego odkrytego obiektu – komety lub planetoidy.

Bez takiego opracowania nasze prace astrometryczne nie są przyjmowane do publikacji, gdyż same obserwacje są już opublikowane w Minor Planet Center. Dodatkowo obiekt taki powinien być zbadany odpowiednimi uznanymi programami orbitalnymi. W poniższych wszystkich opublikowanych pracach taką zastosowaliśmy skuteczną metodę.

A oto te opracowania:

ref. poniżej: **H5A**: kometa 322P – orbita wsteczna:

a/ Pokazałem przechodzenie komety na orbitę wsteczną i z powrotem.

b/ Obliczyłem non-grawitacyjny parametr  $A_2$  dla wszystkich znanych do tej pory 21 numerowanych i 10 nienumerowanych planetoid na orbitach wstecznych.

c/ Pokazałem, że  $A_2$  dla obiektów na orbitach wstecznych przyjmuje wartości co do wielkości podobne do komet, czyli kilka rzędów więcej niż w przypadku planetoid. Dopiero ostatnio na tę zależność zwrócili uwagę Seligman et al. (2023) dla przypadku tzw. ciemnych komet czy inactive objects 1998 KY26, 2005 VL1, 2016 NJ33, 2010 VL65, 2016 RH120, and 2010 RF12.

d/ Pokazałem, że średnie czasy Lapunowa dla asteroid na orbitach wstecznych są rzędu 1 ky, czyli stosunkowo krótkie.

e/ Zwróciłem też po raz pierwszy uwagę na to, że planetoidy na orbitach wstecznych z dużymi  $A_2$  mogą być celem poszukiwań ich kometarnej aktywności, a to z powodu ich dużych wartości niegrawitacyjnego parametru  $A_2$ .

ref. poniżej: **H5B**: (463368) 2012 VU85

Zgodnie z moimi obliczeniami, istnienie rezonansu Kozai chroni planetoidę przed ciasnymi zbliżeniami z Uranem i Neptunem. Obliczyłem też, że czas Lapunowa wynosi 4260 lat.

ref. poniżej: **H5C**: 2012 XH16

Planetoida wykazuje stabilną ewolucję i może przetrwać w pobliżu bliskim rezonansowi w ruchu średnim przez długi czas mimo częstych ciasnych zbliżeń z Marsem, około 200- 400 mln lat. Czas Lapunowa wynosi około 245 lat. Zwróciłem uwagę na silne perturbacje od Ziemi, Marsa, Jowisza i Saturna, a także na wiekowe rezonanse z Saturnem.

ref. poniżej: **H5D**: 2009 HW77

Pokazałem ewolucję orbitalną 2009 HW77 – należącego do grupy Centaurów w okresie 10 mln lat w przód i wstecz. Używałem trzech pakietów programów komputerowych: ORBFIT, SWIFT i MERCURY. Wszystkie obliczenia i rysunki są mojego autorstwa.

Moje obliczenia pokazały, że planetoida typu Centaur jest chwilowo związana okresowo z Jowiszem z parametrem Tisseranda mniejszym niż 3. Stąd dynamicznie jest podobna do rodziny komet Jowisza (Jupiter Family Comets). Średni czas przebywania w tym stanie wynosi około 82 tys. lat. Aktualnie 2009 HW77 = (330836) Orius i opisywana jest w pracy wysłanej do Open Astronomii, o czym piszę na początku tego cyklu.

pozostałe, wg numeracji poniżej:

ref. poniżej: nr 2: VATT Observatory in 2010-2012

W pracy wykorzystałem oprogramowanie OrbFit v.5.0.5 i v.5.0.6, aby obliczyć orbity i zanalizować ewolucję orbitalną planetoid wraz z obliczeniem czasu Lapunowa. Pokazaliśmy, że planetoidy 2012 DS85 i 420356 Praamzius (2012 BX85), wchodzą w rezonans w ruchu średnim, MMR (mean motion

resonance), w tym MMR 1:1 z Uranem i Neptunem i przebywają tam kilka tysięcy lat. Te planetoidy mogą stać się chwilowymi trojańczykami Urana i Neptuna.

ref. poniżej: nr 3: Baldone Observatory in 2015-2018

Obliczyłem precyzyjne orbity 37 odkrytych planetoid w Baldone Astrophysical Observatory (MPC 069). Wykorzystałem również oprogramowanie OrbFit v.5.0.5 and v.5.0.6. W tej ostatniej wersji NEODyS Team wprowadził nowy model ważenia obserwacji opisany przez Vereš et al. (2017), the JPL DE431 Ephemerides z 17 masowymi perturbującymi planetoidami jak opisali to Farnocchia et al. (2013a,b) i Włodarczyk (2015).

W pracy studiowałem jeden obiekt Mars Crosser 2008 LX16 oraz dwa NEOs 2006 VB14 i 1986 DA.

W tych dwu ostatnich obliczyłem niegrawitacyjny parametr  $A_2$ . Pierwszy z nich ma  $A_2 < 0$ , stąd również  $da/dt < 0$ , czyli może być na orbicie wstecznej.

Podobne obliczenia  $A_2$  wykonałem do 2008 LX16. Okazało się, że jej  $A_2 > 0$ , czyli ma orbitę prostą (prograde). Obliczyłem  $A_2$  korzystając z dwóch modeli błędów: w OrbFit v.5.0.5, Chesley et al. (2010) oraz v.5.0.6 nowy model Vereš et al. (2017). Oba modele błędów dają podobne wartości  $A_2$ .

Dodatkowo, dla 2008 LX16, obliczyłem możliwy radiant meteorów w latach 2020-2024.

#### Literatura

Chesley SR, Baer J, Monet DG. 2010. Treatment of star catalog biases in asteroid astrometric observations. *Icar.* 210(1):158–181

Vereš P, Farnocchia D, Chesley SR, Chamberlin AB. 2017. Statistic analysis of astrometric errors for the most productive asteroid surveys. *Icar.* 296:139–149.

Włodarczyk I. 2015. The Potentially Hazardous Asteroid (410777)2009 FD. *AcA.* 65:215–231.

Farnocchia D, Chesley SR, Vokrouhlický D, Milani A, Spoto F, Bottke WF. 2013a. Near Earth Asteroids with measurable Yarkovsky effect. *Icar.* 224(1):1–13.

Farnocchia D, Chesley SR, Chodas PW, Micheli M, Tholen DJ, Milani A, et al. 2013b. Yarkovsky-driven impact risk analysis for asteroid (99942) Apophis. *Icar.* 224(1):192–200.

#### **Q2.** Jakie wartości mają obecnie $A_2$ dla tych planetoid?

ref. poniżej: nr 4: Moletai Observatory (MAO) in 2010-2012

Praca opisuje odkrycie NEOs 2006 SF77 i 2010 BT w MAO.

Użyłem oprogramowania OrbFit v.5.0 żeby obliczyć orbity i analizować ewolucję orbitalną

planetoidy 2006 SF77 i 2010 BT3. Po raz pierwszy obliczyłem czasy Lapunowa: 830 lat dla 2006 SF77 i 1650 lat dla 2010 BT3. Również badałem możliwe zderzenia 2006 SF77 i 2010 BT3 z Ziemią, Wenus i Marsem w najbliższych 15 000 lat. Obliczyłem również MMR dla tych planetoid z planetami.

#### **Q3.** Jakie wartości mają obecnie $LT$ and $CAs$ z planetami dla tych planetoid.

ref. poniżej: nr 8. (420356) Praamzius

Opisaliśmy odkrycie transneptunowego obiektu (TNO) (420356) Praamzius w obserwatorium VATT. Obliczyłem minimalne odległości do Neptuna w latach 17 000 do –13 000. Dla typowej wartości albedo =

0.08 dla Centaurów i TNO otrzymaliśmy średnicę (420356) Praamzius w przedziale 302 do 425 km. Obliczyłem też, że regularne zблиżenia do Neptuna są związane z MMR 3:5 (okresy 281 i 165 lat). Co więcej, zблиżenia te mają tendencję do zmniejszenia, co może spowodować zmiany orbity Praamziusa.

**Q4.** Jak obecnie ewoluuje orbita (420356) Praamzius.

ref. poniżej: nr 12. Moletai Observatory in 2000–2004

Obliczyłem precyzyjne orbity 67 planetoid odkrytych w Moletai. Z powodu krótkiego łuku obserwacyjnego kilka planetoid straciliśmy. Dla siedmiu obiektów obliczyłem ich efemerydy na 2015. Użyłem OrbFit wersję 4.2 oraz JPL DE405 z 25 dodatkowymi masowymi perturbującymi planetoidami, zgodnie z Farnocchia et al. (2013).

ref. poniżej: nr 13. 2012 DS85

Napisaliśmy o odkryciach na Mt. Graham Observatory z teleskopem VATT i odkryciu Centaura 2012 DS85. Oszacowaliśmy jego średnicę na 61 km. Obliczenia wykonałem w oparciu o oprogramowanie OrbFit software v. 4.2 3. Zawiera ona nowy model błędów wg Chesley et al. (2010). Uwzględniłem również relatywistyczne efekty, jak i perturbacje od Ceres, Pallas, Juno i Westy.

ref. poniżej: 14. 2010 BT3

W Moletai moi współautorzy odkryli planetoidę z grupy Amor 2010 BT3, czyli NEO. Obliczyliśmy, że planetoida ma 21.34 mag, a stąd średnicę między 160 m a 360 m, przyjmując odpowiednio albedo dla planetoid typu S oraz C. Obliczenia wykonałem korzystając z nowej wersji Linux programu OrbFit v.4.22.

ref. poniżej: 16. 2006 SF77

Odkryty przez moich współautorów planetoida 2006 SF77 należy do grupy Ateny. Obliczyłem jej precyzyjną orbitę korzystając z programu OrbFit v. 3.3.2 – pierwsza wersja pod Windows. Obliczyłem ciasne zблиżenia 2006 SF77 z Ziemią i Wenus wewnątrz promienia 0.14 au w latach 1907 do 2109.

ref. poniżej: 17, 2008 OS9

Współautorzy odkryli dwa ciekawe obiekty w Moletai: NEO 2008 OS9 z grupy Apollo i planetoidę typu Centaur 2009 HW77. Obliczyłem orbitę tej pierwszej przy użyciu programu OrbFit v.4.0. Orbitalne elementy obliczonych klonów 2008 OS9 wg metody opisanej w Włodarczyk (2008), i przy użyciu multiple solution method zgodnie z Włodarczyk (2009). Tak obliczone orbity dodałem do programu Swift (Broz 2003). Obliczyłem różnicę między półosiami wielkimi, mimośrodem oraz nachyleniem orbity z uwzględnieniem efektu Jarkowskiego i bez niego.

H5A=X 1. **Włodarczyk, I.**, Cernis, K. 2022. Observational data and orbits of the comets discovered at the Vilnius Observatory in 1980-2006 and the case of the comet 322P.

*Open Astronomy* 31, 244–255. doi:10.1515/astro-2022-0023

H5B=X 6. **Włodarczyk, I.**, Cernis, K., Boyle, R.~P. 2017. Discovery, Orbit and Orbital Evolution of the Distant Object (463368) 2012 VU85.

*Acta Astronomica* 67, 81. doi:10.32023/0001-5237/67.1.6

H5C=X 11. **Włodarczyk, I.**, Cernis, K., Boyle, R.~P., Laugalys, V. 2014. Discovery and dynamical characterization of the Amor-class asteroid 2012 XH16.

*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 438, 2621–2633.

doi:10.1093/mnras/stt2382

H5D=X 15. **Włodarczyk, I.**, Cernis, K., Eglitis, I. 2011. Analysis of the orbit of the Centaur asteroid 2009 HW77.

*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 418, 2330–2335. doi:10.1111/j.1365-2966.2011.19621.x

#### KOMPLET LITERATURY DO TEGO CYKLU

H5A=X 1. **Włodarczyk, I.**, Cernis, K. 2022. Observational data and orbits of the comets discovered at the Vilnius Observatory in 1980-2006 and the case of the comet 322P.

*Open Astronomy* 31, 244–255. doi:10.1515/astro-2022-0023

2/ **Włodarczyk, I.**, Cernis, K., Boyle, R.~P. 2022. Observational data and orbits of the asteroids discovered at the VATT Observatory in 2010-2012.

*Bulgarian Astronomical Journal* 37, 31.

3/ **Włodarczyk, I.**, Cernis, K., Eglitis, I. 2020. Observational data and orbits of the asteroids discovered at the Baldone Observatory in 2015-2018.

*Open Astronomy* 29, 179–188. doi:10.1515/astro-2020-0017

4/ **Włodarczyk, I.**, Cernis, K., Zdanavicius, J. 2017. Observational data and orbits of the asteroids discovered at the Moletai Observatory in 2010-2012.

*Open Astronomy* 26, 35–47. doi:10.1515/astro-2017-0011

H5B=X 6. **Włodarczyk, I.**, Cernis, K., Boyle, R.~P. 2017. Discovery, Orbit and Orbital Evolution of the Distant Object (463368) 2012 VU85.

*Acta Astronomica* 67, 81. doi:10.32023/0001-5237/67.1.6

8/ Cernis, K., Boyle, R.~P., **Włodarczyk, I.** 2016. Discovery, observational data and the orbit of the Transneptunian object (420356) Praamzius.

*Baltic Astronomy* 25, 189–194. doi:10.1515/astro-2017-0121

H5C=X 11. **Włodarczyk, I.**, Cernis, K., Boyle, R.~P., Laugalys, V. 2014. Discovery and dynamical characterization of the Amor-class asteroid 2012 XH16.

*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 438, 2621–2633. doi:10.1093/mnras/stt2382

12/ Cernis, K., **Włodarczyk, I.**, Zdanavicius, J. 2014. Orbits of asteroids discovered at the Moletai Observatory in 2000--2004.

*Baltic Astronomy* 23, 231–243. doi:10.1515/astro-2017-0185

13/ Cernis, K., Boyle, R.~P., Laugalys, V., **Włodarczyk, I.** 2012. Discovery, Observational Data and the Orbit of the Centaur Asteroid 2012 DS85.

*Baltic Astronomy* 21, 455–464. doi:10.1515/astro-2017-0403

14/ Cernis, K., Zdanavicius, J., **Włodarczyk, I.**, Stonkute, E. 2012. Discovery, Observational Data and the Orbit of the Amor Group Asteroid 2010 BT3.

*Baltic Astronomy* 21, 263–270. doi:10.1515/astro-2017-0385

H5D=X 15. **Włodarczyk, I.**, Cernis, K., Eglitis, I. 2011. Analysis of the orbit of the Centaur asteroid 2009 HW77.

*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 418, 2330–2335. doi:10.1111/j.1365-2966.2011.19621.x

16/ Cernis, K., Zdanavicius, J., Zdanavicius, K., **Włodarczyk, I.** 2008. Discovery, Observational Data and the Orbit of the Aten Group Asteroid 2006 SF77.

*Baltic Astronomy* 17, 235–249.

17/ Cernis, K., Eglitis, I., **Włodarczyk, I.**, Zdanavicius, J., Zdanavicius, K. 2010. The Apollo Group Asteroid 2008 OS9: Discovery, Orbit, Rotation and the Yarkovsky/YORP Effects.

*Baltic Astronomy* 19, 235–263. doi:10.1515/astro-2017-0424

- Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej – OPISANO SZERZEJ W ODDZIELNYM PLIKU.

Wyżej, w cz5. opisana moja współpraca z obserwatoriami astronomicznymi:

**na Litwie** dr K. Cernis:

- Institute of Theoretical Physics and Astronomy, Vilnius
- University, Saulėtekio al. 3, Vilnius LT-10222,
- Lithuania, E-mail: [Kazimieras.Cernis@tfai.vu.lt](mailto:Kazimieras.Cernis@tfai.vu.lt)

**na Łotwie** – dr I. Eglitis:

- Institute of Astronomy, University of Latvia, Raina 19, Riga 1586, Latvia,



- E-mail:ilgmars@latnet.lv

**i w obserwatorium VATT – dr R. Boyle.**

Moi koledzy z w/w obserwatoriów astronomicznych będą kontynuować obserwacje astrometryczne planetoid i komet. Stąd kolejne ciekawe obiekty będą się pojawiać i mam nadzieję je opracowywać. Aktualnie, 25 listopada 2023 r., kometa 12P.

Koledzy obserwatorzy są zachwyceni swoimi odkryciami i zależy im na informacji o odkrywanych obiektach, skąd się biorą i dokąd zmierzają. W szczególności wiele ciekawych pomysłów ma dr K. Cernis.

- Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

### **Działalność naukowa w Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym w Chorzowie.**

Od 1974 do 2010 r. Pracowałem w Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym w Chorzowie na stanowisku pracownika naukowo-dydaktycznego, a także pracowałem w komisji Olimpiady Astronomicznej. Byłem kierownikiem Obserwatorium Astronomicznego, pracowni spektrograficznej i kierownikiem działu astronomicznego.

Planetarium Śląskie nie jest placówką naukową w dosłownym tego słowa znaczeniu.

Od początku swojej tam pracy skupiłem się na prowadzeniu obserwacji astrometrycznych planetoid i komet korzystając z największego refraktora w Polsce o średnicy i kamer Zeissa o średnicy 20 cm.

Prace trzeba było rozpocząć od nowa, choć wcześniej obserwacje fotograficzne były prowadzone, choć raczej sporadycznie.

Prace rozpocząłem od współpracy z Obserwatorium Astronomicznym w Poznaniu, z prof. Hieronimem Hurnikiem oraz dr K. Kurzyńską i dr S. Świerkowską. Również z Obserwatorium Astronomicznym we Wrocławiu we współpracy z dr. J. Bemem i dr. B. Szczodrowską.

Nieoceniona była merytoryczna pomoc doc. dr. Macieja Bielickiego z Obserwatorium Astronomicznym w Warszawie.

W wyniku czego udało się wykonać wiele obserwacji astrometrycznych:

- I. Włodarczyk, Positions of Comet Kohler (1977m), **IAU Circulaire**, 1978, 3148
- I. Włodarczyk, M. Szczepański, Positions of Comet Kohler (1977m), **Acta Astr.**, 1980,30, 63
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets Obtained at the Chorzów Observatory, **Acta Astr.**, 1980, 30, 469
- I. Włodarczyk, Positional observations of minor planets and comets at the Astronomical Observatory of the Silesian Planetarium, *Post. Astr.*, 1980, 28, 231
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets Obtained at the Chorzów Obsevatory, **Acta Astr.**, 1982, 32, 444

- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets and Comet Panther Obtained at the Chorzów Observatory, **Acta Astr.**, 1983, 33, 309
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets and Comet Obtained at the Chorzów Observatory, **Acta Astr.**, 1984, 34, 89
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets and Comets Obtained at the Chorzów Observatory, **Acta Astr.**, 1986, 36, 251
- I. Włodarczyk, Ten years of positional observations of the minor planets and comets in the Astronomical Observatory of the Copernicus Silesian Planetarium in Chorzów, 1986, 34, 117
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets and Comet Halley Obtained at the Chorzów Observatory, **Acta Astr.**, 1986, 36, 423
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets and Comets Obtained at the Chorzów Observatory, **Acta Astr.**, 1987, 37, 193
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets and Comets Obtained at the Chorzów Observatory, **Acta Astr.**, 1987, 37, 407
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets and Comets Obtained at the Chorzów Observatory, **Acta Astr.**, 1988, 38, 255
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets Obtained at the Chorzów Observatory, **Acta Astr.**, 1989, 39, 275
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets, **MPC** 16 331, 1990 July
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets, **MPC** 16 664, 1990 Aug.
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets, **MPC** 16 800, 1990 Sept.
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets, **MPC** 16 955, 1990 Oct.
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets, **MPC** 17 104, 1990 Nov.
- I. Włodarczyk, Positions of Comet Levy, **MPC** 16 087, 1990 Nov.
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets, **MPC** 17 521, 1991 Jan.
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets, **MPC** 17 877, 1991 Mar.
- I. Włodarczyk, Positions of Comet Levy, **MPC** 17 855, 1991 Mar.
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets, **MPC** 18 034, 1991 Apr.
- I. Włodarczyk, Positions of Comet Levy, **MPC** 18 011, 1991 Apr.
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets, **MPC** 18 335, 1991 Jun.
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets, **MPC** 18 512, 1991 Aug.
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets, **MPC** 19 163, 1991 Nov.
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets, **MPC** 19 593, 1992 Feb.
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets, **MPC** 19 942, 1992 Marz.
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets, **MPC** 20 206, 1992 Jun.
- I. Włodarczyk, The Orbit of The Minor Planet (7) Iris, **Acta Astr.**, 1993, 43, 177
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets, **MPC** 22 988, 1994 Feb.
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets, **MPC** 23 021, 1994 Feb.
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets, **MPC** 23 581, 1994 June.
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets, **MPC** 24 036, 1994 October.
- I. Włodarczyk, The Close Encounters Of (4) Vesta with the First 2000 Numbered Minor Planets, **Proceedings of the 27<sup>th</sup> Meeting of the Polish Astronomical Society**, Poznań, September 12-15, 1995
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets, **MPC** 26 481, 1996 February
- I. Włodarczyk, Positions of Comets, **MPC** 27 349, 1997 July
- I. Włodarczyk, Positions of Minor Planets, **MPC** 31 870, 1998 June
- I. Włodarczyk, Positions of Comets, **MPC** 32 565, 1998 October

I. Włodarczyk, Prediction of the Motion of Asteroids and Comets Over Long Intervals of Time, **Acta Astron.**, 2001,51,357-376

I. Włodarczyk, The Prediction of the Motion of the Atens, Apollos and Amors Over Long Intervals of Time. In Dynamics of Natural and Artificial Celestial Bodies. **Proceedings of the US/European Celestial Mechanics Workshop, Poznan, Poland, July 3-7, 2000.** ed. Halina Prętka-Ziomek et al., Kluwer Academic Publishers – to 15-ta publikacja w ADS IX 2002

**11 czerwca 1998 r. opublikowałem w MPC Marsdena pierwszą polską pozycję planetoidy otrzymaną przy użyciu nowoczesnej kamery CCD (MPC 31 870), a 8 października 1998 r pierwszą polską pozycję komety (MPC 32 565).**

**Kierowany przeze mnie zespół pracowników Planetarium Śląskiego wykonał najwięcej w Polsce astrometrycznych obserwacji komety Halleya opublikowanych w MPC. Ja wykonałem ponad 50% obserwacji, a opracowałem i wysłałem do MPC wszystkie. Nasze obserwacje komety Halleya były też najdokładniejsze w Polsce.**

**Działalność dydaktyczna.** Zajmowałem się dydaktyką dla uczniów szkół wszystkich typów. Prowadziłem zajęcia dydaktyczne – seanse astronomiczne, wykłady na sali Planetarium. Ponadto pokazywałem zjawiska aktywne na powierzchni Słońca, obliczaliśmy liczbę Wolfa, a wieczorem i w nocy pokazy aktualnie widocznych ciał niebieskich, jak planety, Księżyc oraz objaśniałem ruch sfery niebieskiej i widoczne gwiazdozbiory. Rocznie w Planetarium odbywały się zajęcia dla blisko 100 tys. osób. W ciągu mojej 37-letniej pracy w Planetarium Śląskim przeprowadziłem zajęcia „na żywo” z ponad 1 mln ludźmi, głównie byli to uczniowie szkół podstawowych i ponadpodstawowych. W tym tygodniowo odbywał się tzw. kurs dydaktyczny dla szkół – 4 godziny po około 200 osób, obserwatorium, 1-2 razy w tygodniu po 100 osób, wystawa – 1 raz w tygodniu po około 50 osób.

**Działalność popularyzacyjna.** Odbywała się podobnie, jak wyżej, ale głównie dla „zwykłych” mieszkańców najczęściej ze Śląska i Zagłębia. Oba rodzaje działalności odbywały się również wieczorem, czasami do późna w nocy w Obserwatorium Astronomicznym korzystając z największego w Polsce refraktora o średnicy 30 cm.

- Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.

•

#### **Współpraca z Centrum Badań Kosmicznych PAN w Warszawie.**

Od 1983 r. współpracowałem z prof. dr hab. Grzegorzem Sitarskim z Centrum Badań Kosmicznych PAN w Warszawie. Współpraca polega na testowaniu własnych obserwacji wykonanych w Chorzowie oraz na przedstawianiu swoich obliczeń i programów komputerowych opisujących ruchy planetoid i komet.

Od 1986 r. brałem udział w corocznych kilkudniowych seminariach z mechaniki nieba organizowanych przez CBK PAN Warszawa, Obserwatorium Astronomiczne Poznań i Instytut Astronomii w Toruniu.

Od 1990 r. kilka razy w roku, średnio raz na kwartał, na 2-3 dni, przyjeżdżałem do prof. G. Sitarskiego i Jego Zespołu Mechaniki Nieba, do CBK PAN w Warszawie, gdzie konsultowałem swoje wyniki obserwacji planetoid i komet oraz wyniki obliczeń orbitalnych.

Zwykle na tych seminariach byli obecni:

prof. dr hab. Grzegorz Sitarski, dr Krzysztof Ziolkowski, dr hab. (dr) Małgorzata Królikowska-Sołtan, dr

Ryszard Gabryszewski, dr Sławomira Szuszkiewicz, prof. dr hab. Jacek Leliwa-Kopystyński.

### PO DOKTORACIE

Wygłoszenie seminarium w Instytucie Geofizyki UW w Warszawie dla studentów, pracowników naukowych i CBK w dniu 12 maja 2000 r. Temat: Drobne ciała w Układzie Słonecznym.

Konsultacja naukowa w CBK z prof. Sitarskim na temat linearyzacji równań ruchu, czasy stabilności planetoid Ateńczyków, planetoidy w rezonansie w ruchu średnim 3:1 z Jowiszem w CBK w Warszawie 11 i 12 maja 2000 r. Prace mają być kontynuowane.

Udział w US-European Celestial Mechanics Workshop, Poznań, 3-7 VII'00. m.in. Morbidelli, Froschle, Seidelman, E. Wnuk. Mój poster: The prediction of the motion of AAA asteroids over long intervals of time.

14 maja 2000 – udział w seminarium Mechaniki Nieba w Centrum Badań Kosmicznych PAN w Warszawie i wysłuchanie referatu prof. J. Leliwy-Kopystyńskiego na temat konferencji w USA o powierzchniach planet, planetoidach i sondzie NEAR, 15 maja 2000 – udział w seminarium w Instytucie Geofizyki UW na temat Przewidywanie zderzeń planetoid z Ziemią, referent prof. G. Sitarski. Temat: linearyzacji równań ruchu planetoid zbliżających się do Ziemi i komet. Konsultacje mają być kontynuowane w II/III'01. Program obliczający współczynniki  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$  dałem prof. Sitarskiemu, porównałem współrzędne planet obliczane przez nas.

7-8 grudnia 2000 - . Konsultacja z prof. G. Sitarskim na temat linearyzacji równań ruchu planetoid zbliżających się do Ziemi i komet. Konsultacje mają być kontynuowane. Porównanie współczynników  $G_{ij}$  dla Adonisa i innych planetoid przybliżających się do Ziemi.

Recenzja Kalendarza Astronomicznego PTMA na rok 1998,1999, 2000 i 2001.

Udział w XXX Zjeździe PTA w dniach 11-13 września 2001 w Przegorzalach w Krakowie oraz udział w sesji plakatowej. Mój plakat: Przewidywanie zachowania się planetoid na okres najbliższych 2000 lat.

Udział w XXV Ogólnopolskim Seminarium Mechaniki Nieba w Starych Jabłonkach k/Olsztyna w dniach 23-25 września 2001. Wygłosiłem 2 referaty: Linearyzacja równań ruchu oraz Wpływ potencjału grawitacyjnego pochodzącego od planet grupy ziemskiej w stosunku do potencjału grawitacyjnego Jowisza na ruch planet przybliżających się do Ziemi.

Wygłoszenie referatów w Planetarium w Olsztynie 9 listopada 2001r: „Chaos wśród NEAs” – dla pracowników naukowych oraz „Kiedy i które planetoidy zderza się z Ziemi”

Wygłoszenie referatu na seminarium wewnętrznym Planetarium 10 grudnia 2001 r. o wpływie faz Księżyca na tąpnięcia zarejestrowane w naszej stacji sejsmologicznej.

Wygłoszenie referatu na seminarium wewnętrznym Planetarium 18 marca 2002 r. o planetoidach przybliżających się do Ziemi (2.5 godz.) oraz prezentacja mojego seansu o Merkurym.

Wygłoszenie seminarium na UŚ – Instytut Fizyki 8 kwietnia 2002 r. o stabilności orbit.

Wygłoszenie wykładu na seminarium na Uniwersytecie Opolskim – Instytut Fizyki, 18 kwietnia 2002 r. o parametrach fizycznych opisujących ruch chaotyczny planetoid.

Udział w XXVI Ogólnopolskim Seminarium Mechaniki Nieba w CBK w Warszawie 3-4 VI 2002 i wygłoszenie 40 min. referatu: "Rezonanse w ruchu średnim oraz rezonanse wiekowe apsydalne i

rezonanse wiekowe węzłowe w ruchu orbitalnym planetoid”.

Wygłoszenie referatu 5 grudnia 2002 r. w CBK w Warszawie: „Rezonanse wiekowe apsydalne, nodalne, rezonanse Kozai, trojanczyki Ziemi i Marsa utrzymujące się w długich okresach czasu wśród planetoid”.

Współpraca z Tabare Gallardo o grafice NEAs Neaplot i wymiana publikacji

Przejście Merkurego na tle tarczy Słońca 7 maja 2003 – fot. na dużym refraktorze, razem z kółkiem astronomicznym.

Wymiana informacji naukowych z prof. Sitarski dot. Zderzeń z planetami

Zbliżenie Marsa z Ziemią – 27/28 sierpnia 2003 – obserwacje z udziałem publiczności (800 osób), wyk. Fotografii, moja fot. w Gazecie Wyborczej, 28 sierpnia 2003.

Udział w XXXI Zjeździe PTA 9-12 wrzesień 2003 w Toruniu

Dwa moje plakaty na XXXI Zjeździe PTA: 1. Polowanie na planety Układu Słonecznego 2. Planetoidy towarzyszące Ziemi i Marsowi.

O planetoidach towarzyszących Ziemi i Marsowi w dziale Czytelnicy piszą – mój artykuł w UPA 5/2003

Wykład podczas obrad Sekcji Obserwatorów Komet PTMA, Kraków, 11 X 2003, „Polowanie na planety Układu Słonecznego”. Obecnych 20 osób. Komplet na sali.

Prowadzenie obserwacji zaćmienia Księżyca 8/9 XI 03 dla publiczności i wywiad w Gazecie Wyborczej dod. Katowice z 10 XI 2003-11-10.

Udział w seminarium mechaniki nieba w Poznaniu, 28-29 XI 2003. Wygłoszenie dwóch referatów: Planetoidy towarzyszące Ziemi i Marsowi, Wpływ uwzględnienia masy na ewolucję orbitalną wybranych planetoid.

Wygłoszenie seminarium i odczytu w Planetarium w Olsztynie, 4-6.12.2003. Tematy odpowiednio: Linearyzacja równań ruchu, Polowanie na planety US. Nawiązanie szerszego kontaktu z nową dyrekcją: dr. Jackiem Szubiatowskim.

Notatka w Naszym Olsztyniaku – z 30. 11. 2003 n/t mojego odczytu w Planetarium.

Zamieszczenie na stronie [www.pta.edu.pl/zjazd](http://www.pta.edu.pl/zjazd) streszczenia moich dwóch plakatów

Udział w seminarium CBK PAN w Warszawie i wysłuchanie referatu prof. Grzegorza Sitarskiego o możliwym zderzeniu planetoidy 1950DA w marcu 2880 r. – 8 I 2004

Wygłoszenie trzech referatów w czasie seminarium Zakładu Mechaniki Nieba w CBK PAN w Warszawie 8 stycznia 2004 r. 1/Planetoidy będące w rezonansie w ruchu średnim 1:1 z Ziemią lub z Marsem, 2/Ewolucja wylosowanych obiektów o różnych masach w pasie Kuipera, 3/Zbliżenia planetoid przecinających orbity planet grupy ziemskiej do planet. Obecni: komplet Zakład Mechaniki Nieba.

UPA 1/2004 – W sprawozdaniu ze Zjazdu Sekcji Obserwatorów Komet i Planetoid PTMA przedstawiono krótkie streszczenie mojego wygłoszonego tam referatu.

Udział w 1st Virtual Meeting on Amateur Astronomy III 2004 org. przez Bellatrix Observatory we Włoszech z zamieszczonym tam referatem w wersji html: Close approaches to the terrestrial planets by the NEAs.

Wygłoszenie czterech referatów w czasie seminarium Zakładu Mechaniki Nieba w CBK PAN w Warszawie 24 marca 2004 r. 1/Ewolucja wylosowanych obiektów o różnych masach w pasie Kuipera, 2/Cumulative number dla różnych przedziałów a, 3/Zbliżenia planetoid przecinających orbity planet grupy ziemskiej do planet, 4/ Odległości węzłów od orbity Ziemi.

Udział w konferencji MACE 2004 Meeting on Asteroids and Comets in Europe Frasso Sabino – Italy/May 27-30 2004 i wygłoszenie trzech referatów w j. ang.:

Close approaches to the terrestrial planets by the NEAs  
 The role of the distance between orbital node of the asteroid and true orbit of the Earth in computing close approaches  
 Positions of minor planets and comets obtained at the Chorzów Observatory in 1977-2004  
 Zorganizowanie i udział w Seminarium Mechaniki Nieba (SMN) w Chorzowie, 23-25 czerwca 2004.  
 Wygłoszenie referatu: Zbliżenia planetoid z planetami grupy ziemskiej.  
 Moja fot. w Dzienniku Zachodnim z 24 czerwca 2004 w związku z SMN w Chorzowie.  
 Wywiad o Perseidach, Super Express, 11 sierpnia 2004, str. 3  
 Wywiad o Perseidach, Fakt, 11 sierpnia 2004, str. 9  
 Wygłoszenie trzech referatów w czasie seminarium Zakładu Mechaniki Nieba w CBK PAN w Warszawie 30 września 2004 r. 1/Orbita Sedny, 2/Powstawanie orbit typu Sedny, 3/Największe zbliżenia planetoid z Marsem.  
 7 X 2004 otrzymałem od B. Marsdena obserwacje i orbity Sedny oraz 2004 ST41 (MC)  
 Dla studentów S.J. i C.Z. przygotowałem nomogramy obliczania współrzędnych plam słonecznych oraz wybrałem klisze z Plejadami do obliczania ruchów własnych gwiazd.  
 Wygłoszenie referatu i odczytu dla pracowników i publiczności w Planetarium w Olsztynie n/t Powstawanie orbit typu Sedny oraz Największe obiekty na granicach Układu Słonecznego 15 października 2004.  
 Recenzja kolejnego wydania Kalendarza PTMA na 2005 r.  
 Wywiad o 2004MN4 (Aphophis) – Gazeta Wyborcza, 28 grudnia 2004 – wyd. główne  
 Fakt – o momentach północy czasu lokalnego Sylwestra dla różnych miast w Polsce – 30 grudnia 2004.  
 Wywiad o lądowaniu Huyghensa na Tytanie – Dziennik Zachodni, 15 stycznia 2005-01-15  
 Wprowadzenie danych o impaktach do seansu o zagrożeniach dla Ziemi  
 Opracowanie zapisów z sejsmografów Planetarium Śląskiego z lat 1959-2004 na zlecenie – grudzień 2004– styczeń 2005  
 Radio Mega Pszczyna – wywiad o Tytanie – 17 stycznia 2005 r.  
 Komety Machholtz – Gazeta Wyborcza 18 stycznia 2005 r.  
 Udział w seminarium prof. Grzędzielskiego w CBK PAN w Warszawie 2005-03-03, gdzie miał referat prof. G. SitarSKI nt. Niebezpiecznych dla Ziemi planetoid. Brałem udział w dyskusji. Zawiozłem kalendarze Planetarium na 2005 r.  
 Udział w seminarium w CBK PAN w Warszawie 2005-03-12, gdzie miał referat dr R. Gabryszewski o podwójnych asteroidach, a ja o propagacji błędu Erosa i Anterosa. Rozpoczęliśmy też dyskusję o skali zderzeń asteroid.  
 Udział w konferencji „ Wykorzystanie małych teleskopów” w Kielcach na Akademii Świętokrzyskiej 2 czerwca 2005 r. Wygłosiłem tam referat „Astrometria planetoid”. Wysłałem tam teksty w tex-u mojego wystąpienia i p. Ledwonina (opracowałem jego referat w tex-u, w tym fot. na czarno-białe przerobiłem)  
 Udział w XXXII Zjeździe PTA we Wrocławiu w dniach 19-23 IX 2005. Wystawiłem dwa plakaty: 1/Propagacja błędów obliczenia elementów orbitalnych NEOs, 2/Z dr. P. Kankiewiczem – Ewolucja dynamiczna Mars-Crosserów  
 Artykuł w broszurce PTMA i Akademii Świętokrzyskiej w Kielcach w ramach zorganizowanej tam Konferencji o wykorzystaniu małych teleskopów - broszurka Uranii nr 27 z X 2005 r.  
 Wygłoszenie przez współautora dr. Pawła Kankiewicza referatu o Mars-Crosserach na VII Konferencji Obserwatorów Komet w Niepołomicach, 14-16 X 2005  
 Udział w seminarium w CBK PAN w Warszawie 2005-11-23 do 24, gdzie miałem wykład o propagacji

błędu planetoid.

Mój artykuł wraz z dr P. Kankiewiczem w Komeciarzu – Biuletyn Naukowy Sekcji Obserwatorów Komet nr 41/3\_2005 o Mars Crosserach.

22 marca 2006 wygłosiłem referat w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Śląskiego na konwersatorium Polskiego Towarzystwa Fizycznego Oddział Katowice „Czy grozi nam w najbliższym czasie zderzenie z asteroidą”.

Ukazały się na stronie MACE 2006 moje referaty na konferencji MACE 2004.

Ukazały się na stronie MACE 2006 moje referaty na konferencji MACE 2006 i poster.

Udział w konferencji MACE 2006 w Wiedniu z 11-15 maja 2006. Wygłoszenie referatu i prezentacja posteru.

Udział w Seminarium Mechaniki Nieba w Ciężeniu k/Poznań, 17-18 maja 2006. Wygłoszenie referatu o propagacji błędów i drugi o Mars-Crosserach z dr. P. Kankiewiczem.

Udział w konferencji astronomicznej z okazji rocznicy odkrycia komety Lisa i Orkisz na górze Lubomir i odbudowy tam obserwatorium. Wygłosiłem tam referat o zagrożeniu Ziemi przez asteroidy i komety jako drugi po dr. Brancewicz, prezesie PTMA. Wzmianka w UPA 6/2006.

Opublikowane 4 artykuły z konferencji MACE 2004 razem z kolegami z pracy:

<http://www.ara.roma.it/frames/eng/div/specials.htm>

Udział w konferencji SOK PTMA w OA UJ w Krakowie w dniach 13-15 X 2006 r. z żoną i wygłoszenie referatu: Czy w najbliższym czasie grozi nam zderzenie z asteroidą? Materiał ma być opublikowany w Komeciarzu. Konferencja zorganizowana z okazji 80. urodzin prof. K. Rudnickiego.

Udział w konferencji Spotkania Zamkowe w Niepołomicach k/Krakowa w dniach 17-19 XI 2006 r. i wygłoszenie referatu: Czy w najbliższym czasie grozi nam zderzenie z asteroidą?

Ziółkowski, dr R. Gabryszewki, Prof. J. L. -Kopystyński, dr S. Szutowicz. Wygłoszenie wspólnie z prof. Sitarskim referatu o Apophis i internetowych bazach danych astronomicznych w Bibliotece UB.

Przygotowanie materiałów na konferencje w Alicante o identyfikacji rodzin asteroid – abstract wspólny z prof. Jackiem Leliwą-Kopystyńskim (JLK) na stronach CD07 Alicante

Przygotowanie materiałów na konferencje COSIS w Poczdamie: Asteroid Families: size distribution (z JLK) – abstract wspólny z prof. Jackiem Leliwą-Kopystyńskim (JLK) na stronach CD07 COSIS

Wzmianka o współpracy Akademii Świętokrzyskiej z Planetarium w badaniach naukowych. UPA 5/2007, 200

**Współorganizacja konferencji.** Od 1975 roku jestem członkiem Polskiego Towarzystwa Astronomicznego i biorę czynny udział w zjazdach i konferencjach organizowanych przez PTA. Od 2000 r. należę do Międzynarodowej Unii Astronomicznej, gdzie biorę udział w trzech specjalistycznych komisjach.

Od 1968-1970, oraz od 1990 do chwili obecnej jestem członkiem Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii (PTMA), i od 2010 r. prezesem jednego z 19. oddziałów PTMA we wsi Rozdrażew, gmina Rozdrażew, pow. Krotoszyn, woj. wielkopolskie. Jest to jedyny oddział PTMA działający na wsi.

Rozdrażew, 2024

Dr Ireneusz Włodarczyk

(podpis wnioskodawcy)