

Zbigniew TYMIŃSKI<sup>1,2</sup>, Przemysław ŻOŁĄDEK<sup>2,3</sup>, Mariusz WIŚNIEWSKI<sup>2,4</sup>,  
Marcin STOLARZ<sup>2</sup>, Krzysztof POLAKOWSKI<sup>2</sup>, Artur JAŚKIEWICZ<sup>2</sup>, Sylwia JANASZ<sup>2</sup>,  
Marcin P. GAWROŃSKI<sup>2,5</sup>, Tomasz KRZYŻANOWSKI<sup>2</sup>, Maciej KWINTA<sup>2</sup>,  
Arkadiusz OLECH<sup>2,6</sup>, Jauhien PIATLICKI<sup>2</sup>, Tomasz SUCHODOLSKI<sup>2,3</sup>,  
Mariusz SZLAGOR<sup>2</sup>, Walburga WĘGRZYK<sup>2</sup>, Paweł ZARĘBA<sup>2</sup>, Jurij ZELEVICH<sup>7</sup> oraz PFN

## Raport PFN z poszukiwań meteorytów w latach 2018–2020

### PFN report on field meteorite search in period 2018–2020

**Abstract:** Since 2010, the Meteorite Section of the Comet and Meteor Workshop (PKiM) has been systematically organizing exploratory expeditions to selected meteorite strewn fields, calculated from bolides registered with the Polish Fireball Network (PFN). Some of the expeditions organized in the period of 2018–2020, after the phenomena PF140118, PF070119, EN050120 and PF310720 are reported. All these phenomena have a common feature, they reach beyond the borders of Poland – either the analysis was developed in cooperation with the European Fireball Network (EN) or the meteorite fall took place abroad. It is clear that meteor phenomena have no boundaries and for positive research results in near-Earth space science a European cooperation is highly recommended.

Many meteorites fallen from the bolides registered in the PFN are still in the strewn field waiting to be discovered. The article presents a study of the most important phenomena happened in two last years, and it is also a hint where to look for meteorites in Europe.

**Keywords:** meteoroid, bolide, meteorite falls, Polish Fireball Network, meteorite field search

### Wstęp

Sieć kamer PFN (Polska Sieć Bolidowa) została utworzona w 2004 roku, w celu obserwacji meteorów (Olech i in. 2006). Od tego czasu pracuje praktycznie nieprzerwalnie rejestrując meteory i bolidy pochodzenia kometarnego i planetkowego (meteoroidy pochodzące z Pasa Planetoid) (Wiśniewski i in. 2017). W bazie danych PFN znajdują się także rejestracje obiektów wchodzących w ziemską

<sup>1</sup> Narodowe Centrum Badań Jądrowych OR POLATOM, Otwock-Świerk;  
e-mail: z.tyminski@polatom.pl

<sup>2</sup> Pracownie Komet i Meteorów, Polska Sieć Bolidowa, ul. Bartycka 18, Warszawa

<sup>3</sup> Centrum Badań Kosmicznych PAN, ul. Bartycka 18A, Warszawa

<sup>4</sup> Główny Urząd Miar, ul. Elektoralna 2, Warszawa

<sup>5</sup> Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UMK, ul. Grudziądzka 5, Toruń

<sup>6</sup> Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN, ul. Bartycka 18, Warszawa

<sup>7</sup> Museum-manor „Prużany Palace“, Republic of Belarus, Brest region, Pruzhany. street Savetskaya, 50

atmosferę, których geneza może wskazywać na obiekty spoza Układu Słonecznego (U.S.) oraz na te najniebezpieczniejsze dla Ziemi, przybywające z wewnętrznych obszarów U.S. W tym raporcie natomiast kontynuujemy tematykę prac prezentowanych wcześniej w *Acta Societatis Meteoriticae Polonorum*, która dotyczy zjawisk bolidowych generujących spadki meteorytów (Tymiński i in. 2018, 2019). Opisano tu wybrane zjawiska oraz poszukiwania przeprowadzone na wyliczonych polach spadków z takich zjawisk.

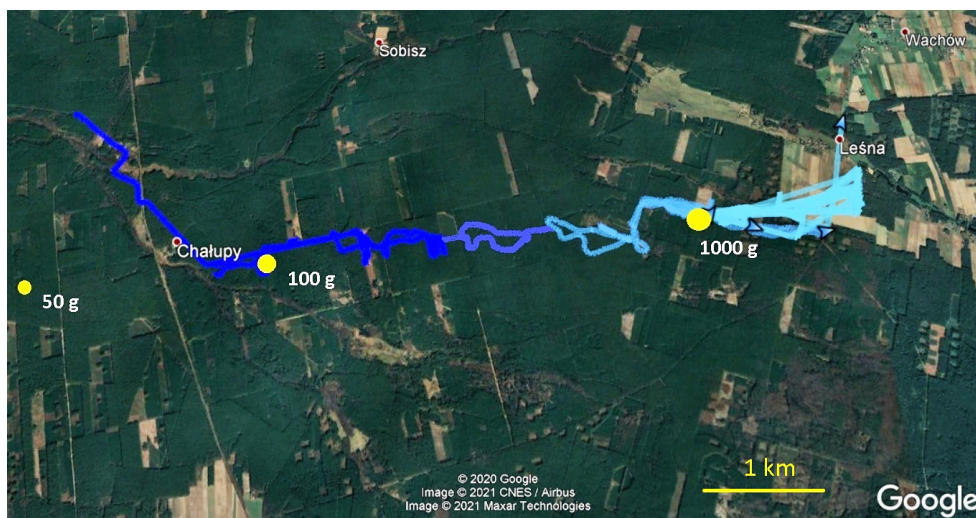
## PF140118, czyli meteoryty pod Olesnem

Bolid z 14 lutego 2018 roku, nazwany nieoficjalnie „bolidem walentynkowym”, został zarejestrowany przez dwie stacje PFN o godzinie 16:48:23 UT. Zjawisko pojawiło się w południowo-zachodniej Polsce na Górnym Śląsku w województwie Opolskim. Meteor o jasności ok.  $-8,5$  mag przemieszczał się z zachodu na wschód i zakończył się spadkiem meteorytów na Wyżynie Woźnicko-Wieluńskiej, na ziemi oleskiej. Niebo nad Polska przykryte było w tym czasie grubą warstwą chmur, z miejscowymi prześwitami. Obie rejestracje PFN nie były precyzyjne i nie mogły służyć do dokładnych wyliczeń pola spadku (rysunek 1 przedstawia jedną z detekcji). Z tego powodu orbita i trajektoria w atmosferze zostały wyznaczone w oparciu o dane zebrane przez stacje Europejskiej Sieci Bolidowej (autorzy nie mieli dostępu do tych wyników). Obliczono, iż przelot mogły przetrwać fragmenty o masach od ok. 10 g do 1000 g, a wyliczony obszar spadku rozciągał się na południowy-zachód od miasta Olesno (rys. 2). Szacowany pas z największym prawdopodobieństwem zalegania meteorytów miał szerokość ok 100–200 metrów, co nie wykluczało jednak znalezisk poza nim.



**Rys. 1.** Fragment trajektorii „bolidu walentynkowego” PF140218, ślad został zarejestrowany przez warstwę chmur w stacji bolidowej PFN73 Chrzanów Mały.

**Fig. 1.** Part of the trajectory of the „Valentine’s bolide” PF140218 recorded through a layer of clouds at the PFN73 Chrzanów Mały meteor station.



**Rys. 2.** Wyliczone pole spadku meteorytów pod Olesnem: żółtymi kółkami zaznaczono wyliczone miejsca potencjalnych impaktów meteorytów o wadze 50, 100 i 1000 g; linie reprezentują ślady zarejestrowane w urządzeniach GPS podczas poszukiwań.

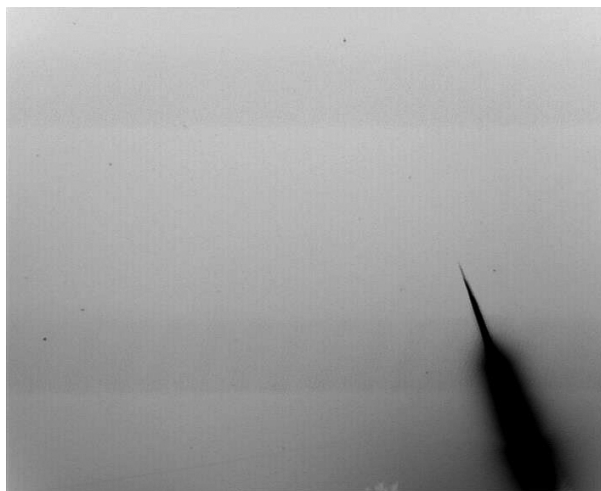
**Fig. 2.** Calculated area of meteorite fall near Olesno: yellow circles indicate the calculated positions of potential impacts of meteorites weighing 50, 100 and 1000 g; the lines represent the tracks recorded with GPS devices during searches.

W miejsce spadku zorganizowanych zostało kilka wypraw poszukiwawczych. Wybrane obszary poszukiwań przedstawiono za pomocą śladów GPS na rysunku 2. Nie wszystkie ślady GPS udało nam się uzyskać, ale ze wstępnej analizy i braku pozytywnych rezultatów poszukiwań można domniemywać, iż na dodatkową uwagę zasługuje część wschodnia pola spadku, z prawdopodobnie licznymi mniejszymi fragmentami ( $m < 50$  g). Niestety obszar małych mas znajduje się na ogrodzonym terenie wojskowym, który podlega zakazowi wstępu. Prawdopodobnie ten kto uzyska pozwolenie na poszukiwania w tym miejscu będzie miał największe szanse na odnalezienie meteorytów.

O poszukiwaniach pod Olesnem donosili nam: Thomas Kurtz, Łukasz Smuła, Jarosław Morys oraz Mateusz Żmija (poszukiwania w okolicy estymowanej masy 100 g).

## PF070119 – ogromny bolid nad Białorusią

Przełot bolidu PF070119 Pruzany został zarejestrowany w nocy 07.01.2019 r. o godzinie 00:32:46 UT. Podobnie jak w przypadku bolidu walentynkowego, tzw. „okna pogodowe” otworzyły się tylko dla dwóch stacji PFN, reszta stacji w Polsce oraz w pozostałej części Europy zarejestrowały pełne zachmurzenie. Zapis przełotu i ogrom tego zjawiska obrazuje rysunek 3. Bolid był widziany nad zachodnią Białorusią, a jego jasność absolutna osiągnęła wartość ponad  $-13$  mag. Meteoroid wszedł w ziemską atmosferę pod stromym kątem  $54^\circ$  z prędkością ok  $16,9$  km/s i przeleciał prawie 99 km w ciągu 6,8 s. Osiągnął rekordową „głębokość” w atmo-



**Rys. 3.** Zdjęcie bolidu PF070119 zarejestrowanego przez stację PFN40 Otwock.

**Fig. 3.** Detection of the PF070119 bolide registered with the PFN40 Otwock meteor station.

sferze – zakończył świecenie na około 15 km nad Ziemią przy zarejestrowanej prędkości końcowej wynoszącej tylko 2,4 km/s. Znamy niewiele przypadków bolidów o mniejszej wysokości końcowej – np. Czelabińsk (Stolarz i in., 2013), czy Turii-Remety oraz tylko kilka o wysokościach porównywalnych. Takie parametry końcowe lotu bryły meteoroidu w atmosferze gwarantują, iż było to zjawisko dające spadek meteorytów. Wielkości okazów, które przetrwały lot oszacowano na ok. 5 do 10 kg. Wyznaczona została orbita meteoroidu – wyliczony okres orbitalny wyniósł ok. 3 lata, a nachylenie do płaszczyzny ekliptyki tylko 4,6°. Wartość półosi wielkiej (2,1 au) wskazuje na przylot z wewnętrznego obrzeża głównego pasa planetoid. Zarówno odległość peryhelium (0,85 au), jak i odległość aphelium (3,1 au) pozwalają zaklasyfikować meteoroid jako należący do grupy Apollo. Warto dodać, iż do grupy tej zaliczono też meteoroid, którego fragmenty spadły w okolicach czeskiej miejscowości Přebram.

Meteority z bolidu Pruzany spadły niedaleko granicy z Polską, w Obwodzie Brzeskim, który geograficznie znajduje się na Równinie Środkowej Berezyny. Wyliczone pole spadku zaczyna się ok 10 km na wschód od miejscowości Pruzany i rozciąga się w kierunku północno-wschodnim. Wielkość tego pola to ok. 6 km. Podłoże stanowią tam piaski, żwiry lodowcowe i fluwiogłacjalne, pokryte miejscami żyznymi glebami stanowiącymi czarnoziem. Pole spadku stanowi głównie pola uprawne oraz łąki. Teren do poszukiwań jest bardzo dobry mimo występowania czarnych krzemieni na powierzchni.

Wyprawa poszukiwawcza trwała 4 dni. Jeden dzień poświęcono na poszukiwania najmniejszych okazów, które mogły spaść w okolicy miejscowości Zadvoryany. Teren ten charakteryzuje się dość gęstą siecią kanałów melioracyjnych, co ogranicza swobodne przemieszczanie się. W wyprawie wzięło udział 6 osób, które przeszukały w tym czasie najłatwiej dostępne obszary wzdłuż pola spadku, w sumie około 210 km. Pierwsze poszukiwania nie przyniosły pozytywnych rezultatów.





**Rys. 4.** Mapa z polem spadku meteorytów z bolidu PF070119 Pruzany, kółkami zaznaczono pozycje hipotetycznych impaktów w polu spadku uzyskany po wykonaniu powtórnej analizy ze zmienionymi parametrami atmosfery.

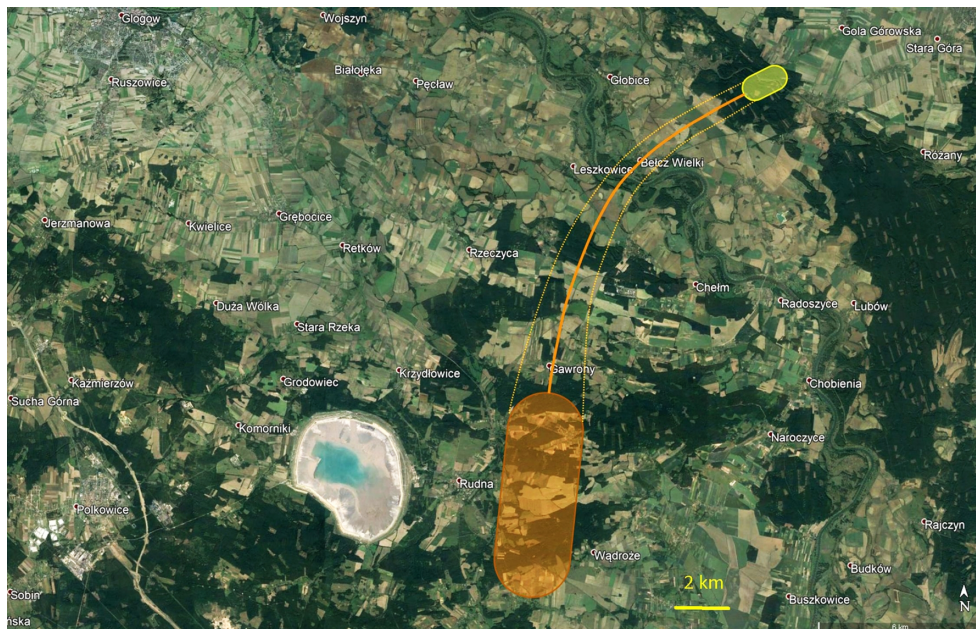
**Fig. 4.** Map of the meteorite fall field from the PF070119 Pruzany bolide, circles mark the positions of hypothetical impacts in the strewn field obtained after repeated analysis with changed atmosphere parameters.

Było to motywacją do wykonania powtórnej analizy danych przy zastosowaniu dodatkowych zmian parametrów atmosfery. Uzyskany w ten sposób wynik przesunął pole spadku o ok. 5 km na wschód (rys. 4) i otworzył tym samym nowe możliwości na odnalezienie kosmicznych okazów w przyszłości.

## Bolid EN050120 – poszukiwania pod Głogowem

05 stycznia 2020 r. o godz. 03:01:59 UTC został zaobserwowany ogromny bolid, który zapłonął nad miejscowością Cottbus (Niemcy) i zakończył swój lot po polskiej stronie pod Głogowem. Masa meteoroidu, który wtargnął do atmosfery została oszacowana aż na kilkaset kilogramów. Bolid zarejestrowało osiem stacji Europejskiej Sieci Bolidowej i tylko dwie stacje PFN. I w tym przypadku nie mieliśmy szczęścia do warunków pogodowych, tak że dwie słabej jakości rejestracje nie nadają się do poprawnych obliczeń trajektorii lotu ciała. O wynikach obliczeń tego spektakularnego zjawiska poinformowali nas nasi koledzy z Instytutu Astronomicznego Akademii Nauk Republiki Czeskiej, ASÚ (P. Spurny, komunikacja prywatna).

Meteoroid wszedł w ziemską atmosferę z prędkością początkową 17 km/s pod małym kątem 27 stopni i osiągnął największą absolutną jasność -17 mag w momencie nagłego rozpadu na drobne fragmenty na wysokości 26 km nad Ziemią. Rozpad o charakterze wybuchowym mogła przetrwać jedna większy bryła o masie kilkaset gramów, nieliczne kilkudziesięciu gramowe fragmenty i niezliczona ilość fragmentów sub-gramowych. Oszacowane pole spadku w większości drobnych meteorytów przedstawia rysunek 5 (za <http://www.asu.cas.cz/articles/1604/19/>).



**Rys. 5.** Poglądowa mapa pola spadku meteorytów pod Głogowem (opracowano w Instytucie Astronomicznym Akademii Nauk Republiki Czeskiej, ASÚ).

**Fig. 5.** Illustrative map of the meteorite strewn field near Głogów (credit: Astronomical Institute of the Czech Academy of Sciences, ASÚ).

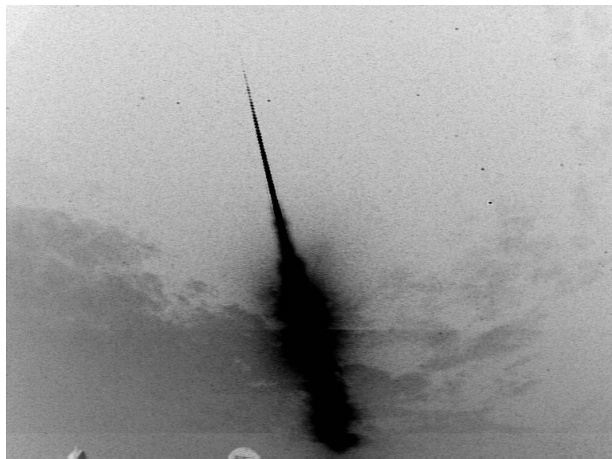
Jak donosi Pavel Spurny, przed zderzeniem z ziemską atmosferą, meteoroid poruszał się po eliptycznej orbicie z niewielkim nachyleniem do ekliptyki. W peryhelium znajdował się między orbitami Ziemi i Wenus, a w aphelium docierał do środka Pasa Planetoid. Oszacowany czas jego obiegu wokół Słońca wyniósł poniżej 3 lat.

Poszukiwania meteorytów rozpoczęły się kilka dni po przelocie bolidu. 9 stycznia 2020 na polu spadku pojawili się nasi koledzy z czeskiego Ondrejova z ASÚ. Ekipa PFN dołączyła do poszukiwań następnego dnia i po otrzymaniu wskazówek ruszyła w pole w estymowany obszar małych fragmentów. Pierwsza wyprawa trwała 2 dni i uczestniczyło w niej 9 osób (oraz 3 osoby z Czech). Na poszukiwaniach spotkaliśmy także znajome twarze – członków Polskiego Towarzystwa Meteorologicznego. W drugiej wyprawie PFN wzięło udział 5 osób ale dołączyło do nas duże grono osób z poza PKiM. Na poszukiwania członkowie PFN poświęcili w sumie 520 godzin pokonując w tym czasie ponad 230 km. Dodatkowo sprawdzonych zostało kilka wybranych obszarów spoza głównego pola rozrzutu – głównie na zachód od obliczonego pola w kierunku bardziej pod „*bright-flight*” oraz obszar upadku tzw. masy głównej. Poznaliśmy też rekordzistę, który przeszukując pole spadku, spędził pod Głogowem ponad 40 dni. Poszukiwacz ów znalazł jeden malutki okazik, który być może jest meteoritem i jak twierdzą niektórzy, zewnętrzny wygląd tego nie wyklucza. Bardziej zaawansowane badania wykażą jednoznacznie jego pochodzenie.

## PF310720 – pole spadku ze Strewnify.com

Ostatnim zjawiskiem z 2020 roku, który zasługuje na uwagę jest bolid z nocy 31 lipca. O godzinie 0:25 UT stacje Polskiej Sieci Bolidowej zarejestrowały przelot jasnego meteoru (-5,0 mag) wyhamowującego w atmosferze Ziemi przez prawie 7 sekund, co mogło wskazywać na potencjalny spadek meteorytów (rys. 6). Ponieważ lipiec to sezon wakacyjny i PKiM pracowała z ograniczonym personelem dyżurnym, postanowiono nie tracąc czasu skorzystać ze znanego serwisu internetowego *Strewnify.com*. Jego właściciel, Jim Goodall, już wcześniej poprawnie wyznaczał pola spadków meteorytów, które potem odnajdowano. Obszar spadku wyznaczony przez Jima znajdował się w województwie mazowieckim, w powiecie lipskim, ok 20 km na wschód od Iłży. Rozciągał się pomiędzy miejscowościami Ciepiałów, a Wierzchowiska Pierwsze (mapa na rys. 7). Wyniki obliczeń uzyskanych ze *Strewnify.com* opublikowano na stronach internetowych PKiM (Facebook) oraz na stronie Polskiego Towarzystwa Meteorytowego, zachęcając tym samym wszystkich zainteresowanych do poszukiwań.

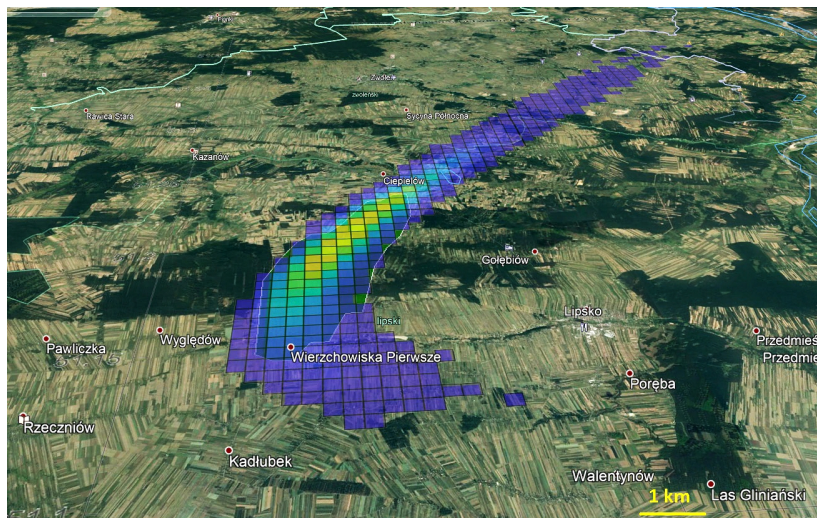
Pierwsze wizyty na polu spadku miały na celu przeprowadzenie wywiadu w terenie, zostawienie ulotek PKiM i rozpropagowaniu wśród lokalnej społeczności informacji o możliwym spadku meteorytów w okolicy. Sprawdzano też zapisy z lokalnych monitoringów. Niestety działania te nie przyniosły pożądanych rezultatów – nie zdobyto istotnych informacji. Kilka dni po tym rekonesansie odbyły się w miejsce domniemanego spadku wyprawy poszukiwawcze organizowane w grupach 3 i 4-osobowych. Udano się min. w okolice miejscowości Kałkowo, Chotyże, Wólka Dąbrowska oraz tereny na południe od nich. Głównie skupiono się na obszarach rolnych tj. łąkach, polach uprawnych, na których ukończono żniwa. Starano się również przeszukać tereny zalesione, ale ze względu na bujną roślinność postanowiono zaplanować rekonesans na wczesną zimę. Niestety rekonesans nie doszedł do skutku ze względu na wprowadzone ograniczenia związane z pandemią COVID19.



**Rys. 6.** Zjawisko bolidowe PF310720 zarejestrowane w PFN06 Kraków.

**Fig. 6.** PF310720 bolide registered in PFN06 Kraków.





**Rys. 7.** Wyliczone w Strewnify pole spadku meteorytów ze zjawiska PF310720, obszar żółty wskazuje na masy od 100 do 10 g (kierunek rozkładu mas: Ciepeliów–Wierchowiska Pierwsze).

**Fig. 7.** A field of meteorite fall from the PF310720 phenomenon calculated at the Strewnify.com, yellow area indicates masses from 100 to 10 g (direction of mass distribution: Ciepeliów–Wierchowiska Pierwsze).

Jak dotąd nie odnaleziono żadnych meteorytów.

## Podsumowanie

Sekcja Meteorytowa PKiM od 2010 roku systematycznie organizuje ekspedycje poszukiwawcze w wybrane pola spadków meteorytów z rejestrowanych w PFN bolidów (Tymiński i in., 2015, 2016; Żołądek i in., 2015). Niektóre z nich, te z lat 2018–2020, zostały zaprezentowane w niniejszej pracy. Dodatkowe opracowania można znaleźć w spisie literatury, na stronach PKiM

(<http://pkim.org/publikacje>, <http://pkim.org/cyrqlarz>) a także na

<http://www.meteoryst.org/kategoria/bolidy>. Niestety duża część zjawisk bolidowych nie jest rejestrowana przez PFN lub ich rejestracje nie pozwalają na dokładne opracowania. W przypadku bardzo jasnych zjawisk staramy się przeanalizować wszystkie dostępne nagrania w celu określenia trajektorii lotu ciała w atmosferze (Żołądek, 2012). Zachmurzone niebo znacznie ogranicza możliwości naszej sieci kamer. Największe przeloty bolidów przedstawione w raporcie nie zostały zarejestrowane w pełni przez PFN. Na szczęście współpraca z Europejską Siecią Bolidową, jak również z rosnącą w siłę siecią na wschodzie (Sieć Białoruska i Ukraińska, Sergei i in., 2021) może tylko poprawić efektywność naszej pracy. Trzeba pamiętać także, że wysiłek ten jak i cała praca wykonywana dla PKiM ma charakter wolontariatu. Zaangażowanie w projekt PFN z roku na rok jest coraz większe i zaobserwowano także wzrost zainteresowania samymi poszukiwaniami. W roku 2015 został zapoczątkowany proces przekazywania danych zainteresowanemu poszukiwaniami gronu odbiorców (Olech i in., 2015). Od tego czasu



współpraca taka trwa i co więcej wyniki naszych obliczeń zaczynają być dostępne w Intrenecie (pkim.org, facebook.com /PracowniaKometiMeteorow, ptmet.org.pl). Wiemy, że upublicznianie danych może dać realne efekty w postaci znalezionych meteorytów, co obserwujemy u naszych kolegów z Europejskiej Sieci Bolidowej. Naukowcy pracujący dla EN po ok. tygodniu umieszczają wszystkie dane na swoich stronach (<http://www.asu.cas.cz/en/departments/interplanetary-matter-department>). W PKiM taki system pracy jest na razie raczej nie możliwy, gdyż samo skompletowanie danych i policzenie pola spadku może zająć tydzień. Opracowywany nowy system automatyczny PFNMC na jakim będzie bazować przyszła PFN pozwoli zautomatyzować i przyspieszyć obliczenia, skrócić „czas naszej reakcji”, a gro osób zajmujących się poszukiwaniami meteorytów w Polsce będzie mogło wydajniej wspomóc nasz projekt. Jego głównym celem jest oczywiście zidentyfikowanie meteorytu, wyznaczenie jego orbity i wykonanie jak najwcześniej badań niezmiennego ziemskimi warunkami materiału z innego ciała niebieskiego. Do tego potrzebna jest świadomość i dobra wola znalazcy. Chcielibyśmy także, aby część odnalezionego materiału trafiła do polskiej placówki badawczej lub muzealnej, która udostępni meteoryty zwiedzającym. PKiM zawsze gwarantowała, iż znaleziony materiał o dużej wartości naukowej zostanie przekazany placówce badawczej. Równocześnie możemy zaproponować, że drobne fragmenty meteorytów o małej wartości naukowej mogą trafić do pomagających w realizacji projektu PFN poszukiwaczy czy kolekcjonerów, choćby na podobnej zasadzie, jak fragmenty meteorytu Sołtmany (patrz: „Fragmenty Meteorytu Sołtmany do wzięcia”, <http://pkim.org/node/1935>). Tego samego także oczekujemy od niezrzeszonych znalazców – chcemy, aby część materiału przez Was znaleziona została przekazana do jednostki muzealnej w Polsce, najlepiej umiejscowionej najbliżej miejsca znaleziska. Prosimy także o przekazywanie nam raportów z poszukiwań, najlepiej śladów z GPS. Każdy taki raport ugruntuje nas w przekonaniu iż upublicznianie wyników naszych prac ma sens, znajduje odpowiednich odbiorców i ukazuje ich dobrą wolę.

Przy okazji dodamy, że o ile Zarząd PKiM w pełni popiera wymóg 2. Art. 121 Dz.U. 2020.55 (wywóz za granicę meteorytów i kopalnych szczątków roślin i zwierząt wymaga zezwolenia Generalnego Dyrektora Ochrony Środowiska), o tyle planowana ustawa o „upaństwowieniu” meteorytów budzi niechęć Zarządu. Podejście do tematu metodą „zakazów i nakazów” na pewno bardzo utrudni a właściwie mocno ograniczy efekty pracy PKiM. Wiemy, że nie tylko w PTMet są osoby popierające ustawę, ale proszę tu, aby zastanowiły się na ile taka ustawa zmotywuje, a na ile zniechęci do poszukiwań.

## Podziękowania

Podziękowania należą się wszystkim członkom PKiM, którzy codzienną pracą przyczyniają się do rozwoju PFN, do opracowywania spadków meteorytów, jak również pomagają w ich poszukiwaniach. Na podziękowania zasługują także wszyscy biorący udział w poszukiwaniach, w szczególności współpracującymi z nami: Janusz Kosmowski, Andrzej Owczarzak, Jarosław Morys, Tomek Kurz, Arkadiusz Bingoraj oraz Mateusz Żmija.

## Literatura

- Olech A., Żołądek P., Wiśniewski M., Kransowski M., Kwinta M., Fajfer T., Fietkiewicz K., Dorosz D., Kowalski Ł., Olejnik J., Mularczyk K., Złoczewski K., 2006, *Polish Fireball Network*, Proceedings of the International Meteor Conference, Oostmalle, Belgium, s. 53–62.
- Olech A., Żołądek P., Wiśniewski M., Rudawska R., Laskowski J., Polakowski K., Maciejewski M., Kransowski M., Krzyżanowski T., Fajfer T., Tymiński Z., 2015, *PF131010 Ciechanow fireball – the body possible related to Near Earth Asteroids 2010 TB54 and 2010 SX11*, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 454, s. 2965–2971.
- Olech A., Żołądek P., Tymiński Z., Stolarz M., Wiśniewski M., Bęben M., Lewandowski T., Polak K., Raj A., Zaręba P., 2017, *PF120916 Piecki fireball and Reszel meteorite fall*, Contrib. Astron. Obs. Skalnate Pleso, 47, s. 19–28.
- Olech A., Żołądek P., Wiśniewski M., Krygiel H., Kwinta M., Myszkiewicz M., Nowak P., Polak K., Polakowski K., Raj A., Szlagor M., Twardowski J., and Tymiński Z., 2019, *PF061018 Bukienka – meteorite dropping fireball*, WGN, Journal of the International Meteor Organization, 47:3, s. 75–106.
- Sergei I., Goryachko Y. and Tymiński Z., 2021, *Grazing meteor over Belarus and Poland on November 1, 2020*, Meteor News, eMetN-2021-1, s. 83–86.
- Stolarz M., Zaręba P., Burski M., Szklarski I., 2014, *Notes on Chelyabinsk meteorites hunting, spring-time expedition, April 22 to May 1, 2013*, Proceedings of the International Meteor Conference, Poznań, Poland, 22–25 August, 2013, 2, s. 156–160.
- Tymiński Z., Stolarz M., Żołądek P., Wiśniewski M., Olech A., Kubalczak T., Zaręba P., Myszkiewicz M., Polakowski K., Kosiński J.W., 2015, *Meteorite search campaigns of the Polish Fireball Network*, Proceedings of the IMC-2015, Mistelbach, Austria, 2, s. 143–146.
- Tymiński Z., Stolarz M., Żołądek P., Wiśniewski M., Olech A., 2016, *Rediscovery of Polish meteorites*, Proceedings of the IMC, Egmond, the Netherlands, 2-5 June 2016, s. 289–301.
- Tymiński Z., Żołądek P., Wiśniewski M., Stolarz M., Jaśkiewicz A., Myszkiewicz M., Gawroński M. P., Suchodolski T., Polakowski K., Zaręba P., Olech A., 2018, *Raport z poszukiwań meteorytów w ramach PFN w sezonie 2016/2017*, Acta Societatis Meteoriticae Polonorum, 9, s. 158–163.
- Tymiński Z., Żołądek P., Wiśniewski M., Stolarz M., Polakowski K., Myszkiewicz M., Zaręba P., Gawroński M. P., Suchodolski T., Olech A., 2019, *15 lat obserwacji – wybrane spadki meteorytów rejestrowane w PFN w latach 2004–2019*, Acta Societatis Meteoriticae Polonorum, 10, s. 160–167.
- Wiśniewski M., Żołądek P., Olech A., Tymiński Z., Maciejewski M., Fietkiewicz K., Rudawska R., Gozdalski M., Gawroński M., Suchodolski T., Myszkiewicz M., Stolarz M., Polakowski K., 2017, *Current status of Polish Fireball Network*, Planetary and Space Science, 143, s. 12–20.
- Żołądek P., 2012, *PyFN – multipurpose meteor software*, Proceedings of the International Meteor Conference, Sibiu, Romania, 15-18 September, 2011, s. 53–55.
- Żołądek P., Wisniewski M., Olech A., Tymiński Z., Stolarz M., 2015, *Recent fireballs registered by the Polish Fireball Network*, Proceedings of the IMC-2015, Mistelbach, Austria, 1, s. 58–60.