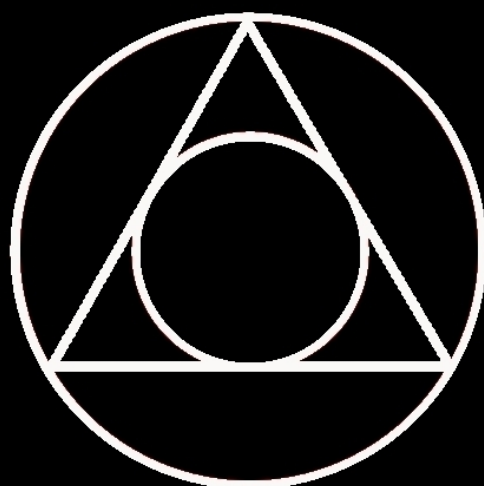


# **Annales Astronomiae Novae**



**Tom 2**

**Kraków - Rzepliennik Biskupi**

**2021**



# ANNALES

Astronomiae Novae

2021

Tom zawiera materiały z konferencji  
„Eugeniusz Rybka – w drodze do gwiazd”  
18 - 19 czerwca 2018, Kraków

Volumin 2

Redakcja

Bogdan Wszolek i Agnieszka Kuźmich

Wersja elektroniczna pisma jest dostępna na stronach

[www.astronomianova.org](http://www.astronomianova.org)

oraz

[www.oa.uj.edu.pl](http://www.oa.uj.edu.pl)





# Annales Astronomiae Novae

Redakcja

**Bogdan Wszolek i Agnieszka Kuźmicz**

Autorzy przyczynków:

Ivan Andronov  
Julien Bardin-Codine  
Klaudia Beściak  
Marek Biesiada  
Andrzej Borowiec  
Natalia Bubrowska  
Hugo Castaing  
Anna Chrobry  
Mikael Clain  
Bernard Foing  
Emma Forgues-Mayet  
Quentin Gouault  
Sławomir Hus  
Marek Jamrozy  
Artur Kłosiński  
Renáta Kolivošková  
Agata Kołodziejczyk  
Krystian Komenda  
Stanisław Kozłowski  
Adam Krawiec  
Jerzy M. Kreiner  
Mirosław Krośniak

Jacek Kruk  
Larisa Kudashkina  
Agnieszka Kuźmicz  
Roberto Landolina  
Krzysztof Maślanka  
Grzegorz Michałek  
Maciej Mikołajewski  
Bohdan Novosyadlyj  
Dominik Pasternak  
Ioana Roxana Perrier  
Oleh Petruk  
Théo Podolsky  
Katarzyna Smolarek  
Marian Soida  
Amanda Spilkin  
Marta Stańska  
Piotr Strzelczyk  
Michał Tomczak  
Virginia Trimble  
Dmytro Tvardovskyi  
Bogdan Wszolek  
Przemysław Żołądek



Stowarzyszenie Astronomia Nova

Kraków – Rzepiennik Biskupi 2021

Komitet naukowy

Ivan L. Andronov, Marek Biesiada, Bożena Czerny, Włodzimierz Godłowski, Marek Jamrozy, Krzysztof Maślanka, Grzegorz Michałek, Agnieszka Pollo, Marian Soida, Virginia Trimble, Stanisław Zoła

Redakcja

Bogdan Wszolek, Agnieszka Kuźmich

Współpraca redakcyjna

Krzysztof Maślanka, Marek Jamrozy

Korektorzy

Bogdan Wszolek, Agnieszka Kuźmich, Magdalena Wszolek

Projekt okładki

Agnieszka Kuźmich, Bogdan Wszolek

© Copyright by Stowarzyszenie Astronomia Nova

© Copyright by Obserwatorium Astronomiczne  
Uniwersytetu Jagiellońskiego

**ISSN 2719-3616**

Wydano wspólnym wysiłkiem Stowarzyszenia Astronomia Nova

oraz

Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego

Druk książki współfinansowany przez

Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego,

Dwumiesięcznik Urania-Postępy Astronomii

oraz przez osoby prywatne.

Wydawnictwo Astronomia Nova

Ul. Orla 171, 30-244 Kraków

Tel. +48 518-043-166

wan@oa.uj.edu.pl

# Wstęp / Foreword

Annales Astronomiae Novae (AAN) to oficjalne pismo Stowarzyszenia Astronomia Nova (AN). Na jego łamach astronomowie oraz przedstawiciele nauk pokrewnych astronomii mogą zamieszczać raporty ze swoich dokonań na polu nauki, wyrażać opinie w sprawach naukowych i okołonaukowych, przybliżać epizody z historii nauki, oddziaływać dydaktycznie na osoby zainteresowane naukami przyrodniczymi.

AAN z założenia mają być pismem niezależnym politycznie i niekoniecznie podporządkowanym się stereotypom i trendom mody w zakresie upowszechniania wiedzy naukowej. Od autorów przyczynków oczekuje się intencji szczerego dzielenia się z czytelnikami wiedzą, dokonania-  
mi i przemyśleniami. Mamy nadzieję, że autorzy, członkowie Komitetu Naukowego i redaktorzy Annales będą współtworzyć niniejszą książkę bezinteresownie i bez oczekiwania gratyfikacji finansowej oraz, w miarę możliwości, będą finansowo wspierać jej druk.

Annales Astronomiae Novae (AAN) – the official magazine of Astronomia Nova Association (AN) – is intended to be an independent, high-level opinion-forming scientific journal. In its pages, astronomers and representatives of astronomy-related sciences would publish reports on achievements in the field of science, express opinions on purely scientific and scientific-related matters, present interesting episodes concerning the history of science as well as exert an appropriate influence on people interested in natural sciences.

Annales Astronomiae Novae is intended to be a politically independent magazine and not necessarily subordinate to stereotypes and various trends of scientific fashion in the process of dissemination of scientific knowledge. The authors of the publications are expected to honestly share their knowledge, original scientific achievements and thoughts with the readers. We hope that authors, members of the Scientific Committee, and editors of Annales will receive no financial rewards, and they will provide some financial support toward printing and publishing the magazine.

Zespół redakcyjny/Editorial Board



Tytanowy Jurij Gagarin na pomniku w Moskwie.

# Spis treści

Część pierwsza	1
Agnieszka Kuźmich – <i>W roku 2021</i>	3
Agnieszka Kuźmich – <i>W roku 2022</i>	7
Marian Soida – <i>Profesor Katarzyna Otmianowska-Mazur – in memoriam</i>	11
Marek Biesiada, Andrzej Borowiec, Adam Krawiec – <i>Profesor Marek Szydłowski – in memoriam</i>	13
Krakowska Grupa ELF – <i>Dr Stanisław Zięba – in memoriam</i>	23
Krzysztof Maślanka – <i>Wspomnienie o Stanisławie Ziębie</i>	27
Marek Jamrozy – <i>Arecibo in memoriam</i>	51
Bogdan Wszolek i Agata Kołodziejczyk – <i>Kronika AN – 2020</i>	57
Bogdan Wszolek – <i>OAKJ – migawka jubileuszowa</i>	75
Bogdan Wszolek i Agata Kołodziejczyk – <i>20 misji kosmicznych na piątą rocznicę otwarcia OAKJ</i>	79
Marta Stańska i Artur Kłosiński – <i>Profesjonalne warsztaty rakietowe w Rzepienniku Biskupim</i>	89
Renáta Kolivošková – <i>Odnowienie Obserwatorium i Planetarium w Preszowie</i>	97
Dominik Pasternak – <i>Rozbudowa Młodzieżowego Obserwatorium Astronomicznego im. Kazimierza Kordylewskiego w Niepołomicach</i>	101
Anna Chrobry – <i>Kobieta na Księżycu</i>	111
Klaudia Beściak – <i>Piękno w astronomii – XI konkurs artystyczny „Ars Astronomica”</i>	117
Część druga	119
Virginia Trimble – <i>Big telescopes good; big brains even better</i>	121
Marek Biesiada – <i>Nagroda Nobla z fizyki za rok 2020</i>	125
Agata Kołodziejczyk – <i>Trudny rok dla stratosfery</i>	131
Jacek Kruk – <i>Gagarin – symbol wielkomocarstwowej propagandy czy nowy prawosławny święty?</i>	137

<b>Ioana Roxana Perrier et al.</b> – <i>Preparing the future Moon exploration EuroMoonMars - Poland 2020 Campaign</i>	<b>149</b>
<b>Piotr Strzelczyk</b> – <i>Balonem w Kosmos?</i>	<b>155</b>
<b>Artur Kłosiński</b> – <i>Adaptation of drones to work in the Martian environment on the example of Ingenuity Helicopter</i>	<b>161</b>
<b>Piotr Strzelczyk</b> – <i>Amatorskie obserwacje komety C/2020 F3 NEOWISE</i>	<b>169</b>
<b>Przyczyńki z konferencji „Eugeniusz Rybka – w drodze do gwiazd”</b>	<b>177</b>
<b>Marek Jamrozy</b> – <i>“Eugeniusz Rybka – his way to the stars: 1898 – 1988”. Foreword to conference papers</i>	<b>179</b>
<b>Bohdan Novosyadlyj</b> – <i>The Lviv period of prof. E. Rybka’s life</i>	<b>181</b>
<b>Oleh Petruk</b> – <i>Trzy ośrodki astronomiczne we Lwowie w pierwszej połowie XX wieku</i>	<b>195</b>
<b>Michał Tomczak</b> – <i>Działalność profesora Rybki we Wrocławiu (1945-1957)</i>	<b>207</b>
<b>Jerzy M. Kreiner</b> – <i>Eugeniusz Rybka (1898-1988) – astronom lwowski, wrocławski i krakowski</i>	<b>221</b>
<b>Maciej Mikołajewski</b> – <i>Dzienniki profesora Eugeniusza Rybki</i>	<b>245</b>
<b>Część trzecia</b>	<b>255</b>
<b>Agata Kołodziejczyk</b> – <i>Symulator światła słonecznego – koncepcja i testy na żywych organizmach</i>	<b>257</b>
<b>Katarzyna Smolarek i Grzegorz Michałek</b> – <i>The last two solar cycles 23 and 24</i>	<b>277</b>
<b>Larisa Kudashkina, Ivan Andronov</b> – <i>R Scuti: close alternating pulsation periods or chaos in the RV Tau-type star?</i>	<b>301</b>
<b>Dmytro Tvardovskyi</b> – <i>Third components with elliptical orbits in the eclipsing binaries: BD And, SV Cam, V0836 Cyg and XZ CMi</i>	<b>313</b>
<b>Przemysław Żołądek, Stanisław Kozłowski, Sławomir Hus</b> – <i>OmniSky- NET – network of sensors dedicated to monitoring of reentries of artificial objects</i>	<b>319</b>
<b>Natalia Bubrowska i Mirosław Krośniak</b> – <i>Physiology and dysfunction of the excretory system in the microgravity environment</i>	<b>327</b>
<b>Virginia Trimble</b> – <i>Observatory Directors I have known</i>	<b>341</b>

# **Część pierwsza**

(informacyjna)



Kometa NEOWISE nad Tarnowem (14 lipca 2020). (fot. K. Gut)



# W roku 2021

(Agnieszka Kuźmicz)

W kolumnach podano kolejno dzień miesiąca, godzinę (UT) oraz występujące zjawisko.

## Styczeń

2	14	Ziemia w peryhelium: 0.98325 AU	3	23:36	Mars 2°.6 S od Plejad
			5	05	Merkury 0°.3 od Jowisza
2	21:58	Regulus 4°.7 S od Księżycyca	5	13:58	Antares 5°.2 S od Księżycyca
3	15	Kwadrantydy	6	01:30	Ostatnia kwadra Księżycyca
6	09:37	Ostatnia kwadra Księżycyca	6	11	Maksymalna elongacja Merkurego: 27°.3 W
9	15:39	Księżyc w perygeum: 367390 km			
10	02:08	Antares 5°.6 S od Księżycyca	9	23:02	Saturn 3°.7 N od Księżycyca
10	05	Merkury 1°.6 od Saturna	10	15:35	Jowisz 4°.0 N od Księżycyca
11	18	Merkury 1°.4 od Jowisza	11	00	Neptun w koniunkcji ze Słońcem
11	20:12	Wenus 1°.5 N od Księżycyca	11	01:02	Merkury 3°.7 N od Księżycyca
13	05:00	Nów Księżycyca	13	10:21	Nów Księżycyca
14	08:15	Merkury 2°.3 N od Księżycyca	14	02	Merkury w aphelium
20	21:02	Pierwsza kwadra Księżycyca	18	05:04	Księżyc w apogeum: 405253 km
21	05:37	Mars 5°.1 N od Księżycyca	19	17:48	Mars 1°.9 N od Księżycyca
21	13:11	Księżyc w apogeum: 404361 km	19	21:13	Aldebaran 5°.2 S od Księżycyca
24	02	Maksymalna elongacja Merkurego: 18°.6 E	20	09:37	Początek astronomicznej wiosny
			20	19:15	Mars 6°.9 N od Aldebarana
24	02	Saturn w koniunkcji ze Słońcem	21	14:40	Pierwsza kwadra Księżycyca
24	04:39	Aldebaran 4°.7 S od Księżycyca	23	10:26	Pollux 3°.5 N od Księżycyca
27	15:46	Pollux 3°.8 N od Księżycyca	26	00:17	Regulus 4°.7 S od Księżycyca
28	19:16	Pełnia Księżycyca	26	06	Górna koniunkcja Wenus
29	01	Jowisz w koniunkcji ze Słońcem	28	18:48	Pełnia Księżycyca
29	02	Merkury w peryhelium	29	15:52	Spica 6°.5 S od Księżycyca
30	04:56	Regulus 4°.6 S od Księżycyca	30	06:12	Księżyc w perygeum: 360311 km

## Luty

3	19:33	Księżyc w perygeum: 370127 km
4	17:37	Ostatnia kwadra Księżycyca
6	08:33	Antares 5°.5 S od Księżycyca
8	14	Dolna koniunkcja Merkurego
11	19:06	Nów Księżycyca
15	14	Merkury 3°.8 od Jowisza
18	10:22	Księżyc w apogeum: 404467 km
18	22:47	Mars 3°.7 N od Księżycyca
19	18:47	Pierwsza kwadra Księżycyca
20	05	Wenus w aphelium
20	13:15	Aldebaran 5°.0 S od Księżycyca
23	08	Merkury 4°.0 od Saturna
24	01:10	Pollux 3°.7 N od Księżycyca
26	14:04	Regulus 4°.6 S od Księżycyca
27	08:17	Pełnia Księżycyca

## Marzec

2	05:19	Księżyc w perygeum: 365422 km
---	-------	-------------------------------

## Kwiecień

1	20:49	Antares 4°.9 S od Księżycyca
4	10:02	Ostatnia kwadra Księżycyca
6	08:34	Saturn 4°.0 N od Księżycyca
7	07:15	Jowisz 4°.4 N od Księżycyca
12	02:31	Nów Księżycyca
14	17:47	Księżyc w apogeum: 406120 km
16	04:07	Aldebaran 5°.4 S od Księżycyca
17	12:09	Mars 0°.1 N od Księżycyca
19	02	Górna koniunkcja Merkurego
19	18:18	Pollux 3°.2 N od Księżycyca
20	06:59	Pierwsza kwadra Księżycyca
22	09:48	Regulus 4°.9 S od Księżycyca
22	12	Lirydy
26	02:43	Spica 6°.5 S od Księżycyca
27	01	Merkury w peryhelium
27	03:31	Pełnia Księżycyca
27	15:24	Księżyc w perygeum: 357379 km
29	06:07	Antares 4°.8 S od Księżycyca
30	21	Uran w koniunkcji ze Słońcem

**Maj**

3	17:02	Saturn 4°.2 N od Księżyca
3	19:50	Ostatnia kwadra Księżyca
4	03:03	Merkury 2°.1 S od Plejad
4	21:00	Jowisz 4°.6 N od Księżyca
11	19:00	Nów Księżyca
11	21:54	Księżyc w apogeum: 406512 km
13	17:59	Merkury 2°.1 N od Księżyca
16	04:47	Mars 1°.5 S od Księżyca
17	00:39	Pollux 3°.1 N od Księżyca
17	06	Maksymalna elongacja Merkurego: 22°.0 E
19	17:28	Regulus 5°.0 S od Księżyca
19	19:13	Pierwsza kwadra Księżyca
23	13:07	Spica 6°.5 S od Księżyca
26	01:52	Księżyc w perygeum: 357310 km
26	11:14	Pełnia Księżyca
26	11:19	Całkowite zaćmienie Księżyca mag=1.009
26	16:55	Antares 4°.8 S od Księżyca
29	03	Merkury 0°.4 od Wenus
31	01:22	Saturn 4°.2 N od Księżyca
31	11:41	Mars 5°.2 S od Polluxa

**Czerwiec**

1	08:57	Jowisz 4°.6 N od Księżyca
2	07:24	Ostatnia kwadra Księżyca
8	02:27	Księżyc w apogeum: 406230 km
10	10:42	Obrączkowe zaćmienie Słońca; mag=0.943
10	10:53	Nów Księżyca
11	01	Dolna koniunkcja Merkurego
12	06:44	Wenus 1°.5 S od Księżyca
12	13	Wenus w peryhelium
13	06:19	Pollux 3°.1 N od Księżyca
13	19:52	Mars 2°.8 S od Księżyca
15	23:28	Regulus 5°.0 S od Księżyca
18	03:54	Pierwsza kwadra Księżyca
21	03:32	Początek astronomicznego lata
21	15:57	Wenus 5°.1 S od Polluxa
22	20:36	Merkury 1°.8 N od Aldebarana
23	03:26	Antares 4°.8 S od Księżyca
23	09:58	Księżyc w perygeum: 359960 km
24	18:40	Pełnia Księżyca
27	09:30	Saturn 4°.0 N od Księżyca
28	18:38	Jowisz 4°.5 N od Księżyca

**Lipiec**

1	21:11	Ostatnia kwadra Księżyca
4	20	Maksymalna elongacja Merkurego: 21°.6 W
5	14:48	Księżyc w apogeum: 405342 km

5	23	Ziemia w aphelium: 1.01673 AU
6	22:52	Aldebaran 5°.5 S od Księżyca
8	04:38	Merkury 3°.7 S od Księżyca
10	01:17	Nów Księżyca
12	09:10	Wenus 3°.3 S od Księżyca
12	10:10	Mars 3°.8 S od Księżyca
13	00	Mars w aphelium
13	05:02	Regulus 4°.9 S od Księżyca
17	04:01	Spica 6°.4 S od Księżyca
17	10:11	Pierwsza kwadra Księżyca
20	12:06	Antares 4°.7 S od Księżyca
21	10:30	Księżyc w perygeum: 364520 km
21	21:21	Wenus 1°.0 N od Regulusa
24	01	Merkury w peryhelium
24	02:37	Pełnia Księżyca
24	16:42	Saturn 3°.8 N od Księżyca
26	01:17	Jowisz 4°.2 N od Księżyca
29	14:09	Mars 0°.6 N od Regulusa
31	13:16	Ostatnia kwadra Księżyca

**Sierpień**

1	14	Górna koniunkcja Merkurego
2	05	Opozycja Saturna
2	07:35	Księżyc w apogeum: 404412 km
3	06:18	Aldebaran 5°.7 S od Księżyca
6	19:42	Pollux 3°.1 N od Księżyca
8	13:50	Nów Księżyca
11	07:00	Wenus 4°.3 S od Księżyca
12	19	Perseidy
13	09:31	Spica 6°.1 S od Księżyca
15	15:20	Pierwsza kwadra Księżyca
16	18:34	Antares 4°.5 S od Księżyca
17	09:23	Księżyc w perygeum: 369127 km
19	03	Merkury 0°.1 od Marsa
19	23	Opozycja Jowisza
20	22:19	Saturn 3°.7 N od Księżyca
22	04:52	Jowisz 4°.0 N od Księżyca
22	12:02	Pełnia Księżyca
30	02:22	Księżyc w apogeum: 404100 km
30	07:13	Ostatnia kwadra Księżyca

**Wrzesień**

3	04:04	Pollux 3°.0 N od Księżyca
5	14:32	Wenus 1°.4 N od Spici
6	00	Merkury w aphelium
7	00:52	Nów Księżyca
9	16:01	Spica 5°.9 S od Księżyca
10	02:09	Wenus 4°.1 S od Księżyca
11	10:05	Księżyc w perygeum: 368464 km
12	23:59	Antares 4°.2 S od Księżyca
13	20:39	Pierwsza kwadra Księżyca

14	04	Maksymalna elongacja Merkurego: 26°.8 E	5	00	Opozycja Urana
14	08	Opozycja Neptuna	5	22:23	Księżyc w perygeum: 358845 km
17	02:37	Saturn 3°.8 N od Księżyca	6	15:29	Antares 3°.9 S od Księżyca
18	06:50	Jowisz 4°.0 N od Księżyca	8	05:21	Wenus 1°.1 S od Księżyca
20	23:55	Pełnia Księżyca	10	14:27	Saturn 4°.1 N od Księżyca
21	02:00	Merkury 1°.2 S od Spici	11	12:46	Pierwsza kwadra Księżyca
22	19:21	Początek astronomicznej jesieni	11	17:13	Jowisz 4°.4 N od Księżyca
26	21:44	Księżyc w apogeum: 404641 km	17	18	Leonidy
29	01:57	Ostatnia kwadra Księżyca	19	08:58	Pełnia Księżyca
30	12:44	Pollux 2°.8 N od Księżyca	19	09:03	Częściowe zaćmienie Księżyca; mag=0.974
			21	02:14	Księżyc w apogeum: 406276 km
			24	03:22	Pollux 2°.5 N od Księżyca
			26	22:27	Regulus 5°.2 S od Księżyca
			27	12:28	Ostatnia kwadra Księżyca
			29	05	Górna koniunkcja Merkurego
			30	22:04	Spica 5°.9 S od Księżyca
					<b>Grudzień</b>
			4	07:33	Całkowite zaćmienie Słońca; mag=1.037
			4	07:43	Nów Księżyca
			4	10:01	Księżyc w perygeum: 356794 km
			7	00:48	Wenus 1°.9 N od Księżyca
			8	01:52	Saturn 4°.2 N od Księżyca
			9	06:07	Jowisz 4°.5 N od Księżyca
			11	01:36	Pierwsza kwadra Księżyca
			14	07	Geminidy
			18	02:16	Księżyc w apogeum: 406322 km
			19	04:36	Pełnia Księżyca
			21	09:20	Pollux 2°.6 N od Księżyca
			21	15:59	Początek astronomicznej zimy
			22	15	Ursydy
			24	04:40	Regulus 5°.1 S od Księżyca
			27	02:24	Ostatnia kwadra Księżyca
			27	09:15	Mars 4°.4 N od Antaresa
			28	06:58	Spica 5°.8 S od Księżyca
			29	05	Merkury 4°.2 od Wenus
			31	13:54	Antares 3°.9 S od Księżyca
			31	20:13	Mars 1°.0 N od Księżyca
					<b>Październik</b>
2	22	Wenus w aphelium			
3	05:12	Regulus 4°.9 S od Księżyca			
6	11:05	Nów Księżyca			
8	04	Koniunkcja Marsa ze Słońcem			
8	17:28	Księżyc w perygeum: 363388 km			
9	16	Dolna koniunkcja Merkurego			
9	18:36	Wenus 2°.9 S od Księżyca			
10	06:27	Antares 4°.0 S od Księżyca			
13	03:25	Pierwsza kwadra Księżyca			
14	07:12	Saturn 3°.9 N od Księżyca			
15	09:58	Jowisz 4°.1 N od Księżyca			
16	13:24	Wenus 1°.4 N od Antaresa			
20	00	Merkury w perihelium			
20	14:57	Pełnia Księżyca			
21	11	Orionidy			
24	15:30	Księżyc w apogeum: 405616 km			
25	05	Maksymalna elongacja Merkurego: 18°.4 W			
27	20:40	Pollux 2°.6 N od Księżyca			
28	20:05	Ostatnia kwadra Księżyca			
29	22	Maksymalna elongacja Wenus: 47°.0 E			
30	14:33	Regulus 5°.1 S od Księżyca			
					<b>Listopad</b>
2	01:18	Merkury 3°.7 N od Spici			
3	18:40	Merkury 1°.2 S od Księżyca			
4	21:15	Nów Księżyca			

W nawiasach po dacie podano czas uniwersalny (UT) występowania zjawiska w okrągłych godzinach bądź w godzinach i minutach.

Ziemia w peryhelium: 2 styczeń (14)

Ziemia w aphelium: 5 lipiec (23)

Początek astronomicznej wiosny: 20 marzec (09:37)

Początek astronomicznego lata: 21 czerwiec (03:32)

Początek astronomicznej jesieni: 22 wrzesień (19:21)

Początek astronomicznej zimy: 21 grudzień (15:59)

Data juliańska (JD) = 2459214.5 + d + część dnia licząc od godziny 0 UT (d - kolejny dzień roku)

1 średnia doba słoneczna = 1.00273790935 średnich dób gwiazdowych = 24<sup>h</sup>03<sup>m</sup>56<sup>s</sup>.55537 średniego czasu gwiazdowego

1 średnia doba gwiazdowa = 0.99726956633 średnich dób słonecznych = 23<sup>h</sup>56<sup>m</sup>04<sup>s</sup>.09053 średniego czasu słonecznego

Rok zwrotnikowy = 365<sup>d</sup>.242189 = 365<sup>d</sup> 05<sup>h</sup> 48<sup>m</sup> 45<sup>s</sup>.2

Rok gwiazdowy = 365<sup>d</sup>.256363 = 365<sup>d</sup> 06<sup>h</sup> 09<sup>m</sup> 09<sup>s</sup>.8

Rok anomalistyczny = 365<sup>d</sup>.259636 = 365<sup>d</sup> 06<sup>h</sup> 13<sup>m</sup> 52<sup>s</sup>.6

Rok zaćmieniowy = 346<sup>d</sup>.620082 = 346<sup>d</sup> 14<sup>h</sup> 52<sup>m</sup> 55<sup>s</sup>.1

Miesiąc synodyczny = 29<sup>d</sup>.530589 = 29<sup>d</sup> 12<sup>h</sup> 44<sup>m</sup> 02<sup>s</sup>.9

Miesiąc gwiazdowy = 27<sup>d</sup>.321662 = 27<sup>d</sup> 07<sup>h</sup> 43<sup>m</sup> 11<sup>s</sup>.6

Miesiąc anomalistyczny = 27<sup>d</sup>.554550 = 27<sup>d</sup> 13<sup>h</sup> 18<sup>m</sup> 33<sup>s</sup>.1

Miesiąc smoczy = 27<sup>d</sup>.212221 = 27<sup>d</sup> 05<sup>h</sup> 05<sup>m</sup> 35<sup>s</sup>.9

Prędkość kątowna ruchu wirowego Ziemi ( $\omega$ ) =  $7.292115 \times 10^{-5}$  rad s<sup>-1</sup>

### **Zaćmienia:**

26 V Całkowite zaćmienie Księżyca (Pd i Pn Ameryka, Alaska, Ocean Spokojny, północno-wschodnia Rosja, Japonia, Indonezja, Australia)

10 VI Obrączkowe zaćmienie Słońca (wschodnia Kanada, Grenlandia, Biegun Północny, północno-wschodnia Syberia)

19 XI Częściowe zaćmienie Księżyca (Pd i Pn Ameryka, Ocean Spokojny, Rosja, Chiny, południowo-wschodnia Azja, Australia)

4 XII Całkowite zaćmienie Słońca (południowo-zachodnia Afryka, zachodnia Antarktyka, południowa Australia)

# W roku 2022

(Agnieszka Kuźmicz)

W kolumnach podano kolejno dzień miesiąca, godzinę (UT) oraz występujące zjawisko.

## Styczeń

1	23:00	Księżyc w perygeum: 358037 km
2	18:33	Nów Księżycy
3	21	Kwadrantydy
4	01:23	Merkury 3°.1 N od Księżycy
4	07	Ziemia w peryhelium: 0.98333 AU
4	16:50	Saturn 4°.2 N od Księżycy
6	00:09	Jowisz 4°.5 N od Księżycy
7	11	Maksymalna elongacja Merkurego 19°.2 E
9	01	Dolna koniunkcja Wenus
9	18:11	Pierwsza kwadra Księżycy
13	04	Merkury 3°.4 od Saturna
14	09:27	Księżyc w apogeum: 405806 km
15	23	Merkury w peryhelium
17	15:37	Pollux 2°.6 N od Księżycy
17	23:49	Pełnia Księżycy
20	10:26	Regulus 4°.9 S od Księżycy
23	06	Wenus w peryhelium
23	10	Dolna koniunkcja Merkurego
24	13:25	Spica 5°.5 S od Księżycy
25	13:41	Ostatnia kwadra Księżycy
27	22:57	Antares 3°.7 S od Księżycy
29	15:05	Mars 2°.4 N od Księżycy
30	07:09	Księżyc w perygeum: 362250 km

## Luty

1	05:46	Nów Księżycy
2	21:08	Jowisz 4°.3 N od Księżycy
4	19	Saturn w koniunkcji ze Słońcem
8	13:50	Pierwsza kwadra Księżycy
11	02:39	Księżyc w apogeum: 404897 km
13	22:52	Pollux 2°.6 N od Księżycy
16	16:57	Pełnia Księżycy
16	17:12	Regulus 4°.8 S od Księżycy
16	21	Maksymalna elongacja Merkurego 26°.3 W
20	19:00	Spica 5°.3 S od Księżycy
23	22:32	Ostatnia kwadra Księżycy
24	05:17	Antares 3°.5 S od Księżycy
26	22:18	Księżyc w perygeum: 367787 km
27	09:00	Mars 3°.5 N od Księżycy
28	20:07	Merkury 3°.7 N od Księżycy
28	23	Merkury w aphelium
28	23:47	Saturn 4°.3 N od Księżycy

## Marzec

2	16	Merkury 0°.7 od Saturna
2	17:35	Nów Księżycy
5	13	Jowisz w koniunkcji ze Słońcem
8	16:46	Plejady 3°.8 N od Księżycy
10	10:45	Pierwsza kwadra Księżycy
10	23:05	Księżyc w apogeum: 404268 km
13	06:58	Pollux 2°.4 N od Księżycy
13	11	Neptun w koniunkcji ze Słońcem
16	01:26	Regulus 4°.9 S od Księżycy
18	07:17	Pełnia Księżycy
20	01:51	Spica 5°.1 S od Księżycy
20	10	Maksymalna elongacja Wenus: 46°.6 W
20	15:33	Początek astronomicznej wiosny
21	06	Merkury 1°.2 od Jowisza
23	10:43	Antares 3°.2 S od Księżycy
23	23:28	Księżyc w perygeum: 369764 km
25	05:37	Ostatnia kwadra Księżycy
28	02:54	Mars 4°.1 N od Księżycy
28	11:43	Saturn 4°.4 N od Księżycy

## Kwiecień

1	06:24	Nów Księżycy
2	23	Górna koniunkcja Merkurego
5	01:16	Plejady 3°.6 N od Księżycy
7	19:11	Księżyc w apogeum: 404438 km
9	06:47	Pierwsza kwadra Księżycy
9	15:14	Pollux 2°.2 N od Księżycy
12	10:27	Regulus 5°.0 S od Księżycy
13	22	Merkury w peryhelium
16	10:46	Spica 5°.1 S od Księżycy
16	18:55	Pełnia Księżycy
19	15:16	Księżyc w perygeum: 365143 km
19	17:36	Antares 3°.1 S od Księżycy
22	18	Lirydy
23	11:56	Ostatnia kwadra Księżycy
24	20:56	Saturn 4°.5 N od Księżycy
25	22:06	Mars 3°.9 N od Księżycy
27	01:51	Wenus 3°.8 N od Księżycy
27	08:23	Jowisz 3°.6 N od Księżycy
29	08	Maksymalna elongacja Merkurego 20°.6 E
29	19:31	Merkury 1°.3 S od Plejad
30	20:28	Nów Księżycy

30 20:41 Częściowe zaćmienie Słońca;  
mag=0.640

**Maj**

2 14:17 Merkury 1°.8 N od Księżycyca  
5 09 Uran w koniunkcji ze Słońcem  
5 12:46 Księżyc w apogeum: 405287 km  
6 22:56 Pollux 2°.1 N od Księżycyca  
9 00:21 Pierwsza kwadra Księżycyca  
9 19:05 Regulus 5°.1 S od Księżycyca  
13 20:56 Spica 5°.1 S od Księżycyca  
15 15 Wenus w aphelium  
16 04:11 Całkowite zaćmienie Księżycyca;  
mag=1.414  
16 04:14 Pełnia Księżycyca  
17 02:48 Antares 3°.1 S od Księżycyca  
17 15:23 Księżyc w perygeum: 360298 km  
21 19 Dolna koniunkcja Merkurego  
22 04:43 Saturn 4°.5 N od Księżycyca  
22 18:43 Ostatnia kwadra Księżycyca  
24 19:24 Mars 2°.8 N od Księżycyca  
24 23:59 Jowisz 3°.3 N od Księżycyca  
27 02:52 Wenus 0°.2 N od Księżycyca  
30 11:30 Nów Księżycyca

**Czerwiec**

2 01:14 Księżyc w apogeum: 406191 km  
3 05:42 Pollux 2°.1 N od Księżycyca  
6 02:32 Regulus 5°.1 S od Księżycyca  
7 14:48 Pierwsza kwadra Księżycyca  
10 06:46 Spica 5°.1 S od Księżycyca  
13 13:26 Antares 3°.1 S od Księżycyca  
14 11:52 Pełnia Księżycyca  
14 23:21 Księżyc w perygeum: 357434 km  
16 15 Maksymalna elongacja  
Merkurego 23°.2 W  
18 12:22 Saturn 4°.3 N od Księżycyca  
21 03:11 Ostatnia kwadra Księżycyca  
21 09:14 Początek astronomicznego lata  
21 12 Mars w peryhelium  
21 13:32 Jowisz 2°.7 N od Księżycyca  
22 18:08 Merkury 2°.8 N od Aldebarana  
22 18:16 Mars 0°.9 N od Księżycyca  
23 00:53 Wenus 5°.6 S od Plejad  
25 21:27 Plejady 3°.5 N od Księżycyca  
26 08:11 Wenus 2°.7 S od Księżycyca  
27 08:19 Merkury 3°.9 S od Księżycyca  
29 02:52 Nów Księżycyca  
29 06:08 Księżyc w apogeum: 406581 km

**Lipiec**

1 02:45 Wenus 4°.0 N od Aldebarana  
3 08:46 Regulus 4°.9 S od Księżycyca  
4 07 Ziemia w aphelium: 1.01672 AU  
7 02:14 Pierwsza kwadra Księżycyca  
7 15:01 Spica 4°.9 S od Księżycyca  
10 22 Merkury w peryhelium  
10 23:50 Antares 3°.0 S od Księżycyca  
13 09:08 Księżyc w perygeum: 357264 km  
13 18:37 Pełnia Księżycyca  
15 20:16 Saturn 4°.0 N od Księżycyca  
16 19 Górna koniunkcja Merkurego  
19 00:55 Jowisz 2°.2 N od Księżycyca  
20 14:18 Ostatnia kwadra Księżycyca  
21 16:46 Mars 1°.1 S od Księżycyca  
23 03:29 Plejady 3°.4 N od Księżycyca  
26 10:22 Księżyc w apogeum: 406276 km  
26 14:12 Wenus 4°.2 S od Księżycyca  
28 17:55 Nów Księżycyca  
30 14:32 Regulus 4°.8 S od Księżycyca

**Sierpień**

3 21:26 Spica 4°.6 S od Księżycyca  
4 04:58 Merkury 0°.6 N od Regulusa  
5 11:06 Pierwsza kwadra Księżycyca  
6 09:28 Wenus 6°.4 S od Polluxa  
7 08:29 Antares 2°.8 S od Księżycyca  
10 17:14 Księżyc w perygeum: 359830 km  
12 01:36 Pełnia Księżycyca  
12 03:55 Saturn 3°.9 N od Księżycyca  
13 01 Perseidy  
15 09:37 Jowisz 1°.9 N od Księżycyca  
19 04:36 Ostatnia kwadra Księżycyca  
19 10:32 Plejady 3°.1 N od Księżycyca  
19 12:16 Mars 2°.7 S od Księżycyca  
20 08:36 Mars 5°.4 S od Plejad  
22 21:53 Księżyc w apogeum: 405419 km  
23 21 Merkury w aphelium  
24 00:17 Pollux 2°.1 N od Księżycyca  
25 20:58 Wenus 4°.3 S od Księżycyca  
27 08:17 Nów Księżycyca  
27 16 Maksymalna elongacja  
Merkurego 27°.3 E  
31 02:59 Spica 4°.4 S od Księżycyca

**Wrzesień**

3 14:56 Antares 2°.5 S od Księżycyca  
3 18:08 Pierwsza kwadra Księżycyca  
4 23 Wenus w peryhelium

6	21:28	Mars 4°.2 N od Aldebarana	4	20:19	Jowisz 2°.4 N od Księżycyca
7	18:17	Księżyc w perygeum: 364491 km	8	10:59	Całkowite zaćmienie Księżycyca; mag=1.359
8	10:31	Saturn 3°.9 N od Księżycyca	8	11:02	Pełnia Księżycyca
10	09:59	Pełnia Księżycyca	8	16	Górna koniunkcja Merkurego
11	15:11	Jowisz 1°.8 N od Księżycyca	9	09	Opozycja Urana
15	18:50	Plejady 2°.9 N od Księżycyca	9	12:16	Plejady 2°.7 N od Księżycyca
16	21	Opozycja Neptuna	11	13:43	Mars 2°.5 S od Księżycyca
17	01:41	Mars 3°.6 S od Księżycyca	13	23:43	Pollux 1°.7 N od Księżycyca
17	21:52	Ostatnia kwadra Księżycyca	14	06:41	Księżyc w apogeum: 404924 km
19	14:44	Księżyc w apogeum: 404556 km	16	13:27	Ostatnia kwadra Księżycyca
20	07:40	Pollux 1°.9 N od Księżycyca	18	00	Leonidy
23	01:04	Początek astronomicznej jesieni	21	03:36	Spica 4°.3 S od Księżycyca
23	04:16	Regulus 4°.8 S od Księżycyca	23	22:57	Nów Księżycyca
23	07	Dolna koniunkcja Merkurego	26	01:30	Księżyc w perygeum: 362826 km
25	21:54	Nów Księżycyca	29	04:40	Saturn 4°.2 N od Księżycyca
26	18	Opozycja Jowisza	30	14:36	Pierwsza kwadra Księżycyca
30	20:20	Antares 2°.4 S od Księżycyca			

**Październik**

3	00:14	Pierwsza kwadra Księżycyca
4	17:01	Księżyc w perygeum: 369335 km
5	15:51	Saturn 4°.1 N od Księżycyca
6	21	Merkury w peryhelium
8	18:06	Jowisz 2°.1 N od Księżycyca
8	21	Maksymalna elongacja Merkurego 18°.0 W
9	20:55	Pełnia Księżycyca
13	03:46	Plejady 2°.7 N od Księżycyca
15	04:28	Mars 3°.6 S od Księżycyca
17	10:21	Księżyc w apogeum: 404330 km
17	15:41	Pollux 1°.8 N od Księżycyca
17	17:15	Ostatnia kwadra Księżycyca
20	12:42	Regulus 4°.9 S od Księżycyca
21	18	Orionidy
22	21	Górna koniunkcja Wenus
25	10:49	Nów Księżycyca
25	11:00	Częściowe zaćmienie Słońca; mag=0.862
28	02:48	Antares 2°.3 S od Księżycyca
29	14:48	Księżyc w perygeum: 368289 km

**Listopad**

1	06:37	Pierwsza kwadra Księżycyca
1	21:08	Saturn 4°.2 N od Księżycyca

**Grudzień**

2	00:52	Jowisz 2°.5 N od Księżycyca
6	19:26	Plejady 2°.7 N od Księżycyca
8	04:08	Pełnia Księżycyca
8	04:21	Mars 0°.5 S od Księżycyca
8	04	Opozycja Marsa
11	07:06	Pollux 1°.8 N od Księżycyca
12	00:30	Księżyc w apogeum: 405869 km
14	05:01	Regulus 4°.8 S od Księżycyca
14	13	Geminidy
16	08:56	Ostatnia kwadra Księżycyca
18	13:37	Spica 4°.1 S od Księżycyca
21	15	Maksymalna elongacja Merkurego 20°.1 E
21	21:48	Początek astronomicznej zimy
21	22:43	Antares 2°.3 S od Księżycyca
22	21	Ursydy
23	10:17	Nów Księżycyca
24	08:32	Księżyc w perygeum: 358270 km
24	11:29	Wenus 3°.5 N od Księżycyca
24	18:31	Merkury 3°.8 N od Księżycyca
26	16:11	Saturn 4°.0 N od Księżycyca
29	07	Merkury 1°.4 od Wenus
29	10:29	Jowisz 2°.3 N od Księżycyca
30	01:21	Pierwsza kwadra Księżycyca

W nawiasach po dacie podano czas uniwersalny (UT) występowania zjawiska w okrągłych godzinach bądź w godzinach i minutach.

Ziemia w peryhelium: 4 styczeń (07)

Ziemia w aphelium: 4 lipiec (07)

Początek astronomicznej wiosny: 20 marzec (15:33)

Początek astronomicznego lata: 21 czerwiec (09:14)

Początek astronomicznej jesieni: 23 wrzesień (01:04)

Początek astronomicznej zimy: 21 grudzień (21:48)

Data juliańska (JD) = 2459579.5 + d + część dnia licząc od godziny 0 UT (d - kolejny dzień roku)

### **Zaćmienia:**

30 IV Częściowe zaćmienie Słońca (Antarktyda, Pd Afryka)

16 V Całkowite zaćmienie Księżyca (Pn Ameryka, Grenlandia, Ocean Atlantycki, zachodnia Europa, zachodnia Afryka)

25 X Częściowe zaćmienie Słońca (Europa, Pn Afryka, Bliski Wschód, Indie)

8 XI Całkowite zaćmienie Księżyca (wschodnia Rosja, Japonia, Australia, Ocean Spokojny, Pn Ameryka)



# Profesor Katarzyna Otmianowska-Mazur in memoriam

Marian Soida

Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie



Katarzyna Otmianowska-Mazur  
(16 listopada 1957, Lublin – 14 lipca 2020, Kraków)

14 lipca 2020 roku zmarła prof. dr hab. Katarzyna Otmianowska-Mazur, wieloletni pracownik i Dyrektor Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego. Była członkiem Międzynarodowej Unii Astronomicznej, Międzynarodowej Unii Nauk Radiowych (Przewodniczącą Polskiej Komisji Radioastronomii) i Polskiego Towarzystwa Astronomicznego.

Prof. dr hab. Katarzyna Otmianowska-Mazur urodziła się 16 listopada 1957 roku w Lublinie. Po ukończeniu nauki w II LO im. J. Zamoyskiego w Lublinie rozpoczęła studia astronomiczne na Uniwersytecie Jagiellońskim, uzyskując w roku 1981 tytuł magistra astronomii. W tym samym roku została zatrudniona w Obserwatorium Astronomicznym UJ na stanowisku asystenta i początkowo zajmowała się bazą minimów gwiazd zmiennych oraz Rocznikiem Astronomicznym OA UJ.

Jej zainteresowania ewoluowały jednak w kierunku fizyki galaktyk i pod kierunkiem prof. Marka Urbanika rozpoczęła badania nad magnetyzmem środowiska międzygwiazdowego w galaktykach spiralnych. W oparciu o obserwacje radioastronomiczne galaktyk opracowywała ich modele numeryczne. Posumowanie wyników tych prac zamieściła w swojej rozprawie doktorskiej obronionej w 1993 roku.

Po doktoracie zintensyfikowała pracę badawczą tworząc – z czasem dobrze rozpoznawalną w skali międzynarodowej – grupę modelowania numerycznego galaktyk. Nawiązała współpracę z kilkoma światowymi specjalistami w dziedzinie modelowania magnetohydrodynamiki plazmy i została jednym z liderów takich badań na świecie. W wyniku tych prac opublikowane zostały liczne prace w renomowanych czasopismach astronomicznych. Zainicjowała też serię znanych międzynarodowych konferencji ze swojej tematyki. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora habilitowanego (w roku 2004) wypromowała dwoje doktorów, którzy pod jej kierunkiem stali się specjalistami w modelowaniu numerycznym procesów magnetohydrodynamicznych. Na swoje badania zdobyła kilka grantów, z których m. in. finansowana była rozbudowa bazy obliczeniowej Obserwatorium. W roku 2012 uzyskała tytuł naukowy profesora nauk fizycznych.

Swoją pracę naukową łączyła z innymi obowiązkami. Już w roku 1999 została Zastępcą Dyrektora Obserwatorium Astronomicznego UJ ds. studenckich. W kolejnych dwóch kadencjach (w latach 2005-2012) pełniła funkcję Dyrektora Instytutu OA UJ. Jej kierownictwo doprowadziło do znacznego wzmocnienia poziomu naukowego prowadzonych w Instytucie badań. W swojej drugiej kadencji zaangażowała się z sukcesem w pozyskanie funduszy na budowę w Polsce trzech stacji europejskiego interferometru radiowego LOFAR. W efekcie z końcem 2015 roku trzy polskie stacje zostały włączone jako część tego światowego projektu przynosząc znaczące wyniki naukowe.

Przez ostatnie swoje lata zmagająca się z nieuleczalną chorobą – zmarła nagle 14 lipca 2020 r.

Osiągnięcia naukowe i organizacyjne profesor Katarzyny Otmianowskiej-Mazur przyczyniły się do rozpoznawalności Obserwatorium Astronomicznego UJ oraz Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej. Jej mądra i sympatyczna postać na zawsze pozostanie w pamięci pracowników UJ.

Miejscem spoczynku prof. Katarzyny Otmianowskiej-Mazur jest cmentarz parafialny w Bibicach k. Krakowa.

# Profesor Marek Szydłowski – in memoriam

Marek Biesiada<sup>1</sup>, Andrzej Borowiec<sup>2</sup> i Adam Krawiec<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Warszawa

<sup>2</sup> Instytut Fizyki Teoretycznej, Wrocław

<sup>3</sup> Instytut Ekonomii, Finansów i Zarządzania, Uniwersytet Jagielloński, Kraków



Marek Szydłowski

(12 marca 1952, Tarnów – 8 października 2020, Wierzchosławice)

W dniu 8 października 2020 odszedł od nas prof. dr hab. Marek Szydłowski, wieloletni pracownik Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego, członek Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Był on też Członkiem Komisji Układów Złożonych Polskiej Akademii Umiejętności oraz Centrum Badawczego Układów Złożonych im. Marka Kaca w Uniwersytecie Jagiellońskim oraz Polskiego Towarzystwa Relatywistycznego. Marek Szydłowski był naszym Przyjacielem a w różnych okresach czasu naszym ścisłym współpracownikiem. Zatem, pragniemy po pierwsze przybliżyć jego sylwetkę, a po drugie przybliżyć tematykę jego badań, w których dane nam było współuczestniczyć oraz zawrzeć własne wspomnienia jego postaci.

Marek Szydłowski urodził się 12 marca 1952 roku w Tarnowie, studiował filozofię w Katolickim Uniwersytecie Lubelskim, gdzie poznał

ks. prof. Michała Hellera – późniejszego promotora jego doktoratu. Był to początek owocnej długoletniej współpracy i przyjaźni obu uczonych. W roku 1982 uzyskał na KUL doktorat broniąc pracę pt: „Problem ensemble’a wszechświatów w kosmologii relatywistycznej”. Był to początek zastosowań teorii układów dynamicznych w kosmologii, co później stanowiło ważny wątek jego pracy badawczej. W skrócie układy dynamiczne stanowią klasę modeli matematycznych różnych zjawisk, których cechą charakterystyczną jest możliwość opisu ewolucji rozważanego układu podając jego stan początkowy oraz prawo, według którego przechodzi on w kolejne stany. Oczywiście w kosmologii mamy stosowne prawa – wyznaczone przez równania Einsteina zastosowane do czasoprzestrzeni globalnie. Układy dynamiczne stały się istotnym narzędziem, w którego stosowaniu w kosmologii i poza nią Marek Szydłowski stał się specjalistą rozpoznawalnym w światowym środowisku naukowym. Po doktoracie odbył roczny staż w University of Maryland w grupie Charlesa Misnera – ikony klasycznej teorii względności. Po powrocie został zatrudniony w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego, gdzie pracował do końca życia.

Naukowo zajmował się dynamiką jednorodnych modeli kosmologicznych (włączając w to modele wielowymiarowe) oraz oceną na ile typowe są w tej klasie pewne zachowania dynamiczne (np. faza inflacji). Kolejny kierunek badań Marka Szydłowskiego stanowiły próby niezmienniczego opisu chaosu deterministycznego w ramach ogólnej teorii względności, a szczególnie w kosmologicznym modelu Bianchi IX.

Tuż po opublikowaniu pierwszych prac ogłaszających odkrycie przyspieszającej ekspansji Wszechświata, Marek Szydłowski natychmiast docenił ich wartość – mimo początkowego sceptycyzmu dużej części środowiska. Rozpoczyna to kolejny, płodny okres jego aktywności naukowej, obfitujący w liczne, zauważone przez społeczność międzynarodową, wyniki z zakresu poszukiwania fizycznego mechanizmu przyspieszającej ekspansji, włączając różne formy modyfikacji grawitacji, formułowaniu stosownych modeli oraz ich testowaniu na aktualnym materiale obserwacyjnym. Marek Szydłowski był człowiekiem o dużej wrażliwości, głębokiej wiedzy i niezwykle szerokich horyzontach naukowych. Oprócz kosmologii, publikował liczne prace filozoficzne oraz z zakresu nauko-metrii i ekonomii. W makroekonomii interesowało go modelowanie cykli koniunkturalnych, w szczególności czasochłonność realizacji inwestycji kapitałowych jako przyczyna cyklicznych zjawisk w gospodarce.

Pozostawił w smutku pogrążone – żonę Mariolę oraz córki: Annę

i Katarzynę. Dla tych, którzy go znali osobiście był źródłem inspiracji, wzorem kreatywności, energii, witalności i licznych talentów. Jego osobowość przyciągała i zjednywała mu wielu młodych współpracowników. W sercach przyjaciół Marka na zawsze zostanie pustka, którą wypełniać będą wspomnienia chwil spędzonych na dyskusjach z Markiem, jego serdeczności i wsparcia, na które zawsze mogliśmy liczyć.

Po tej krótkiej charakterystyce sylwetki naukowej prof. Marka Szydłowskiego podzielimy się bardziej osobistymi wspomnieniami chwil, w których było nam dane spędzać czas na współpracy z Profesorem. Odtąd będziemy Go nazywać po prostu Markiem.

Marek Szydłowski został wymieniony na ogólnoświatowej liście rankingowej Uniwersytetu Standforda, tzw. TOP 2%, zawierającej nazwiska naukowców z całego świata, których publikacje są najczęściej cytowane przez innych autorów<sup>1</sup>.

## **Marek Biesiada**

Z Markiem spotkałem się studiując astronomię w Uniwersytecie Jagiellońskim, był on wówczas świeżo zatrudnionym w Obserwatorium Astronomicznym UJ naukowcem, po powrocie ze stażu w USA (był to początek lat 80-tych XX wieku). Miałem szczęście iż jeszcze jako student, zostałem zaproszony do tzw. Krakowskiej Grupy Kosmologicznej. Była to nieformalna grupa stworzona przez wybitnych kosmologów, profesorów: Michała Hellera i Marka Demiańskiego, w celu rozwoju tematyki kosmologicznej w Polsce. Należy przypomnieć, że w latach 80-tych kosmologia nie posiadała jeszcze statusu pełnoprawnej, a obecnie nawet wiodącej dyscypliny nauki. Mimo wielu teoretycznych prac z kosmologii, wciąż brakowało materiału obserwacyjnego. Satelita COBE (pierwszy dedykowany kosmologii satelita) był jeszcze w stadium projektu. Natomiast w dziedzinie teorii wiele się działo: Alan Guth zaproponował model inflacji – fazy gwałtownego rozszerzania się wszechświata, co miało stanowić wyjaśnienie problemów jednorodnego i izotropowego modelu Wszechświata: czemu jest tak jednorodny (co wynikało z izotropowości promieniowania relikтового potwierdzonej coraz dokładniej) skoro odległe o więcej niż 2 stopnie katowe obszary sfery niebieskiej nie mogły być ze sobą w przyczynowym kontakcie gdy promieniowanie reliktowe się uwolniło. Jaki zatem mechanizm uzgodnił ich temperatury?

---

<sup>1</sup>Informacja na ten temat jest dostępna na stronie UJ: <https://www.uj.edu.pl/wiadomosci/-/journal'content/56'INSTANCE'd82IKZvhit4m/10172/146655090>. Pełna lista rankingowa, została opublikowana na stronie [data.mendeley.com](http://data.mendeley.com) w dniu odejścia Marka Szydłowskiego.

Następnie: dlaczego Wszechświat jest „tak płaski”? Mimo, iż wówczas nie potrafiono wyznaczyć dokładnie krzywizny przestrzennej Wszechświata, wiadomo było, że początkowe odchylenia od zerowej krzywizny Wszechświata w jego wczesnych etapach powinny były gwałtownie narastać. Sugerowało to jakiś tajemniczy mechanizm bardzo precyzyjnego dostrojenia warunków początkowych. Nota bene, ten typ rozważań: na ile typowe są takie czy inne zachowania dynamiczne modeli kosmologicznych mógł być badany przy użyciu teorii układów dynamicznych, które stanowiły ważny element warsztatu naukowego Marka.

Kolejnym ważnym zdarzeniem w owym czasie było odrodzenie się idei wypowiedzianej po raz pierwszy w latach 20-tych XX wieku przez fizyka Theodora Kaluzę. Zauważył on mianowicie, że gdyby założyć, że świat ma 5 wymiarów (zamiast czterech), przy czym piąty wymiar jest zwarty (coś w rodzaju koła – sfery  $S^1$ ) to równania Einsteina odtwarzały by nie tylko grawitację, lecz także elektromagnetyzm. Był to pierwszy udany przykład unifikacji znanych wówczas oddziaływań fundamentalnych. Pozostałe dwa fundamentalne oddziaływania mikroświata: słabe i silne nie były jeszcze rozpoznane. I właśnie na początku lat 80-tych, słynny amerykański fizyk, Edward Witten uogólnił ten pomysł tak, aby w dodatkowych wymiarach zawarte były symetrie, którymi rządzą się leptony i kwarki. Aby było to możliwe, świat powinien mieć 11 wymiarów. W owym czasie, dane mi było wraz z Markiem badać dynamikę takich wielowymiarowych światów i zastanawiać się na ile typowe są w nich pewne własności takie jak faza inflacyjna, chaotyczne zachowanie w pobliżu osobliwości początkowej czy też wyłanianie się efektywnie czterowymiarowego świata z początkowo wielowymiarowego modelu. Był to czas, gdy praca nasza bardziej przypominała twórczość artystów niż naukowców – z długopisem i kartkami papieru, długie dyskusje późnymi wieczorami w hotelu asystenckim, obliczenia ad hoc przy mocnej herbacie liściastej (a nie było wówczas łatwo o dobrą herbatę). O komputerach osobistych nikomu się jeszcze nie śniło, prace pisało się na maszynie, wzory – ręcznie długopisem. Korekta manuskryptu przed jego ostatecznym opublikowaniem angażowała nożyczki i klej! Te czasy już nigdy nie wrócą, a styl uprawiania nauki zmienił się nieodwracalnie.

W późniejszym etapie naszej współpracy, uczestniczyłem w rozwijaniu kolejnego wątku podjętego przez Marka – i byłem nim naprawdę zafascynowany. Dotyczył on mianowicie problemu niezmienniczego sformułowania kryteriów chaosu deterministycznego w ogólnej teorii względności. W kosmologii wciąż żywo był dyskutowany anizotropowy zamknięty

jednorodny model Bianchi IX, który (w swej próżniowej wersji) wykazywał złożone zachowanie w pobliżu osobliwości początkowej. Polega ono na tym, że dwa z głównych czynników skali (można je sobie wyobrazić jako osie główne elipsoidy) w pobliżu osobliwości oscylują, podczas gdy trzeci zmienia się jak potęgowa funkcja czasu, a następnie losowo kierunki zamieniają się rolami i co więcej długość takich faz oscylacji jest też losowa. Ale problem jest głębszy: w ogólnej teorii względności mamy swobodę wyboru parametryzacji współrzędnych czasoprzestrzennych. Więc i czasu. Nie ma znaczenia czy wybierzemy czas płynący liniowo  $t$ , czy logarytmicznie  $\log(t)$ , lub jakkolwiek inaczej. Wracając do chaosu – jednym ze znanych kryteriów chaosu deterministycznego było (i jest nadal w fizyce klasycznej) rozważanie tzw. wykładników Lapunowa  $\lambda$ . Ich znaczenie jest następujące: weźmy dwie bliskie sobie (początkowo odległe o  $d_0$ ) trajektorie czyli historie układu fizycznego startujące z bliskich warunków początkowych, odległość między nimi będzie się zmieniać jak  $d(t) = d_0 e^{\lambda t}$  czyli rosnać wykładniczo gdy  $\lambda > 0$ . Układy, w których tak się dzieje, są wykładniczo czułe na warunki początkowe, co prowadzi do chaosu deterministycznego (jest to istota tzw. efektu motyla). Ale w ogólnej teorii względności tempo upływu czasu możemy wybrać dowolnie nie zmieniając fizyki, a przy wyborze  $\log(t)$  trajektorie będą się oddalać już liniowo. Otóż Marek, sformułował i rozwijał ze swymi współpracownikami oryginalne podejście pozwalające na sprowadzenie dynamiki modeli kosmologicznych do potoku geodezyjnego na pewnej rozmaitości oraz badanie czułości trajektorii ze względu na warunki początkowe poprzez badanie *krzywizny* tej rozmaitości. Pomysł ten jest bardzo zbliżony koncepcyjnie do idei Rogera Penrose’a, dzięki którym był on w stanie udowodnić typowość powstawania osobliwości typu czarnej dziury, za co otrzymał zeszłoroczną Nagrodę Nobla z Fizyki. Był to ostatni temat, nad którym pracowałem wspólnie z Markiem. Przeniosłem swe zainteresowania na inne obszary, a Marek uzyskawszy tam jeszcze pewne interesujące wyniki też zajął się zagadnieniami, które obecnie są uznane za największe wyzwanie kosmologii i fizyki fundamentalnej XXI wieku. Mam tu na myśli zagadkę przyspieszającej ekspansji Wszechświata, znaną pod nazwą „problemu ciemnej energii”. Mimo, iż zakończył się mój okres ścisłej współpracy naukowej z Markiem, pozostał on moim przyjacielem i osobą, od której zawsze mogłem uzyskać wsparcie. Pozostanie w mojej pamięci zawsze uśmiechnięty, ze swym rozbajającym uśmiechem i mądrością życiową. Odszedł przedwcześnie mogąc jeszcze wnieść wiele do współczesnej kosmologii, a nade wszystko w sercach przyjaciół pozostawił po sobie pustkę, którą wypełni dopiero

wieczność.



Marek Szydłowski w dyskusji z Michałem Hellerem.

## Andrzej Borowiec

Marka Szydłowskiego poznałem dość późno, ponieważ polskie środowisko relatywistyczne nie było skonsolidowane do czasu powstania Polskiego Towarzystwa Relatywistycznego (PoToR) w roku 2011. Pierwsze nasze spotkanie miało miejsce podczas konferencji *Pomeranian Workshop in Fundamental Cosmology*, we wrześniu 2005, na której prezentowaliśmy swoje wyniki. Dużą rolę w nawiązaniu znajomości i podjęciu współpracy odegrało zamiłowanie do gry w ping-ponga. Stała się ona naszym ulubionym zajęciem w czasie przerw konferencyjnych, sprzyjając swobodnej wymianie myśli i planów.

Moja przygoda z kosmologią zaczęła się dwa lata wcześniej, w grupie turyńskiej, i polegała na zastosowaniu formalizmu Platiniiego zmodyfikowanej teorii grawitacji do opisu świeżo odkrytej fazy przyśpieszającej ekspansji, znanej dziś jako faza dominacji ciemnej energii lub stałej kosmologicznej. Byłem współautorem tylko trzech prac w tym zakresie, które z dzisiejszej perspektywy można uznać za inicjujące stosowanie formalizmu Palatiniego do rozwiązywania współczesnych problemów w kosmologii. Ale otrzymane wyniki były czysto teoretyczne. Marek, który był już bardzo doświadczonym kosmologiem, i dysponował odpowiednim warsztatem badawczym, zaproponował współpracę nad skonfrontowaniem tych wyników z rosnącą ilością danych obserwacyjnych. Wystarczy powiedzieć, że na początku współpracy korzystaliśmy m. in. z danych obserwacyjnych 157 supernowych (SNe) a dziesięć lat później używaliśmy ponad 650 takich pomiarów.



Należy nadmienić, iż sam formalizm Palatiniego, w którym koneksja i metryka są niezależnymi zmiennymi, został zainicjowany przez Alberta Einsteina w roku 1925 w poszukiwaniu zapoczątkowanej w pracach Weyla i Eddingtona unifikacji oddziaływań grawitacyjnych i elektromagnetycznych. Następnie, wskutek braku interesujących rezultatów, znalazł się poza głównym nurtem badań w dziedzinie grawitacji. Niemniej posiada on ciekawe własności: dla działania Einsteina-Hilberta jest równoważny teorii Einsteina a w przypadku modyfikacji posiada te same rozwiązania próżniowe co teoria względności w obecności stałej kosmologicznej (ciemnej energii). Dlatego też był rozwijany w grupie turyńskiej kierowanej przez Mauro Francaviglię, z którą byłem związany od początku lat dziewięćdziesiątych. Obecnie formalizm metryczno-afiniczny wychodzi z cienia i jest coraz powszechniej stosowany, nie tylko w kosmologii.

Szybko powstały dwie prace, do których wkład miał Włodzimierz Godłowski. Współpraca ta zbiegła się w czasie ze zorganizowaną przeze mnie w Łądku Zdroju, w lutym 2006 roku, 42 Zimową Szkołą Fizyki Teoretycznej: *Current Mathematical Topics in Gravitation and Cosmology*. Marek był jednym z plenarnych wykładowców Szkoły tradycyjnie organizowanej przez Uniwersytet Wrocławski w czasie zimowej przerwy międzysemestralnej.

Zachęcające wyniki pierwszych prac ujawniły potencjalne możliwości tego podejścia i sprowokowały do bardziej pogłębionej analizy w zastosowaniu formalizmu Palatiniego do modelu minimalnie zmodyfikowanej grawitacji, poprzez dodanie członu kwadratowego w krzywiznie, tzw. modelu Starobinskiego. Jest on do dnia dzisiejszego uważany za najprostszy i najbardziej efektywny model inflacji. Decyzji o kontynuacji współpracy sprzyjała wspólna opieka nad doktorantem z Instytutu Astronomicznego Uniwersytetu Wrocławskiego, Michałem Kamionką. Opublikowany w 2012 roku artykuł okazał się pierwszym z całej serii, w której mechanizmy inflacji badane były z punktu widzenia kosmologii Palatiniego. W artykule przedstawiono badania modeli friedmannowskich z uwzględnieniem nieminimalnie sprzężonego pola dylatonu oraz członu Starobinskiego.

W czasie kolejnej organizowanej przeze mnie i Zbyszka Habę, w roku 2013, 49 Zimowej Szkoły Fizyki Teoretycznej: *Cosmology and Non-Equilibrium Statistical Mechanics*, powstał projekt wspólnej aplikacji grantowej do NCN. Marek był duszą tego przedsięwzięcia i wniósł do niego wielki wkład merytoryczny, ale zdecydowanie nie chciał pełnić

funkcji kierownika projektu, który po akceptacji był realizowany na Uniwersytecie Wrocławskim pod moim kierownictwem w latach 2014-2017. Do projektu zatytułowanego *Wczesny Wszechświat z teorii oddziaływań fundamentalnych* włączyli się Aleksander Stachowski – ostatni wypromowany przez niego doktor – oraz moja doktorantka Aneta Wojnar. Marek nawiązał kontakty naukowe z dwoma innymi wykonawcami: Zbigniewem Habą oraz Krzysztofem Urbanowskim z Zielonej Góry. Ta ostatnia współpraca zaowocowała całą serią artykułów poświęconych związkom pomiędzy kwantowo-mechanicznym procesem rozpadu a stałą kosmologiczną wyrażającą energię próżni. Otrzymano w nich szereg analitycznych rezultatów wyrażających zależność dynamicznej stałej kosmologicznej od czasu w zależności od przyjętych założeń, które następnie porównywano z danymi obserwacyjnymi. We współpracy ze Zbyszkciem Habą zbadano kosmologiczne implikacje dyfuzyjnego charakteru transferu energii pomiędzy sektorami ciemnej energii i ciemnej materii. Zaproponowano możliwość rozwiązania problemu stałej kosmologicznej a także problemu koincydencji. Dokonano też estymacji członu dyfuzyjnego na podstawie danych astronomicznych.

Również, w najbardziej mnie interesującym obszarze kosmologii Palatiniego, uzyskano interesujące wyniki. Na przykładzie konkretnych modeli z członem Starobinskiego, wykazano istnienie osobliwości typu freze, które mogą być źródłem inflacji. Osobliwość pojawia się w potencjale Newtonowskim, a czynnik skali zachowując ciągłość podlega niemal skokowemu wzrostowi. W tym scenariuszu Wielki Wybuch został zastąpiony przez Wielkie Odbicie. Nikt wcześniej nie proponował takiego rozwiązania. Dotychczas osobliwości kosmologiczne, rozważane były głównie w kontekście Wielkiego Wybuchu albo przy rozważaniu końcowej fazy ewolucji Wszechświata. Policzono też liczbę faz inflacyjnych (tzw. e-foldów) wynikającą z dopasowania parametrów modelu do danych obserwacyjnych. Przechodząc do układu Einsteina uzyskano nowy model inflacji poprzez wprowadzenie samooddziaływającego potencjału dla pola skalarnego z charakterystycznym plateau oraz członu z materią pyłową. Tylko mała jej gęstość pozwala przeżyć fazie inflacyjnej co oznaczać może, że w jej trakcie jest ona produkowana. Zaobserwowano też, iż w układzie Einsteina osobliwość czynnika skali może zniknąć, w zależności od wyboru parametrów modelu. Tak w dużym skrócie prezentowały się główne rezultaty projektu. Trzeba podkreślić, że Marek był najaktywniejszym wykonawcą i współautorem 18 z 43 prac zamieszczonych w raporcie końcowym.

Marek był otwarty, życzliwy i miał bezpośredni stosunek do współpracowników, łatwo nawiązywał kontakty. Chętnie przyjeżdżał do Wrocławia, chwalił charakter i otwartość tego miasta. Lubił dyskutować na tematy naukowe, ekonomiczne oraz dotyczące problemów filozofii nauki. Był fanem sportu żużlowego. Dbał bardzo o swoją rodzinę, z której był bardzo dumny. Miał odwagę podejmować trudne i niepopularne tematy. Odszedł przedwcześnie w pełni sił twórczych i planów naukowych.

Takim pozostanie w mojej pamięci.

### **Adam Krawiec**

Marka Szydłowskiego poznałem, gdy pod koniec lat 80-tych XX wieku zostałem jego magistrantem. Wtedy wprowadził mnie w świat zastosowań matematycznych metod układów dynamicznych. Dla mnie jak i wielu innych magistrantów i doktorantów terminujących u Marka przygoda z układami dynamicznymi zaczynała się od rysowania portretów fazowych na płaszczyźnie (z domknięciem w nieskończoności). Zawsze podkreślał, że metody układów dynamicznych poznał dzięki pracom O. I. Bogojawlenskigo, W. I. Arnolda czy A. A. Andronowa i w duchu czuł się uczniem rosyjskiej szkoły dynamicznej. Początkowo zainteresowania nieliniową dynamiką koncentrowały się na układach fizycznych, ale wkrótce objęły też układy i modele w ekonomii i naukometrii. Interdyscyplinarny charakter prowadzonych badań wynikał z filozoficznego przeświadczenia o złożoności dynamicznej procesów zachodzących w otaczającym nas świecie tak fizycznym jak i społecznym. Dla Marka zrozumienie i modelowanie tych procesów było celem nauki. Wiele dyskusji z nim zaczynało się od problemu w kosmologii czy ekonomii i ostatecznie kończyło się na rozważaniach filozoficznych.

Szybki rozwój kosmologii obserwacyjnej na początku obecnego tysiąclecia rozpoczął się od odkrycia akceleracji Wszechświata i od projektu COBE. Kolejne misje satelitarne i eksperymenty naziemne dostarczyły wiele danych, które pozwoliły na testowanie teoretycznych modeli wszechświata z ciemną energią. Marek dostrzegł jak dużą przewagę w tym kontekście mają bayesowskie metody statystyczne w porównaniu z metodami klasycznego wnioskowania statystycznego. Wykorzystując m. in. kryteria informacyjne, czynnik Bayesa, można było dokonać wyboru najlepszego modelu w zbiorze modeli kosmologicznych. Jednakże wskazanie modelu LambdaCDM nie rozwiązywało podstawowej trudności tego modelu, kwestii natury ciemnej energii. Jako filozof zapytał

czy taki model jest wartościowy dla fizyka. Wskazał, że model LambdaCDM możemy traktować jako teorię efektywną. Nie jest więc teorią fundamentalną, ale posiada określony zakres zastosowania, dając zadowalające rezultaty na swoim poziomie.

Moja współpraca z Markiem Szydłowskim obejmowała również badanie złożoności dynamicznej w naukach społecznych. W szczególności zajmowaliśmy się cyklicznym zachowaniem i złożonością w ekonomii oraz w naukometrii. Do modelowania dynamiki procesów ekonomicznych wykorzystywałem funkcjonalne równania różniczkowe, a dokładnie równania różniczkowe z opóźnionym argumentem czasowym. W badaniach cyklu koniunkturalnego i wzrostu gospodarczego korzystałem z metod i analogii do układów fizycznych. Przykładowo pokazywałem, że dla małych opóźnień czasowych pojawiają się w tych układach drgania samowzbudne zrelaksowane, które można opisywać w ramach nieliniowej mechaniki. Wynikiem tych zainteresowań było wypracowanie wspólnie ze mną oryginalnego modelu cyklu koniunkturalnego, nazywanego modelem Kaldora-Kaleckiego i opublikowanego w *Annals of Operations Research*. Model był rozwinięciem modelu Kaldora, w którym istotną rolę odgrywało opóźnienie inwestycyjne Kaleckiego, tj. czas potrzebny na realizację inwestycji kapitałowych (maszyny, komputery, czy też całe fabryki). W modelu tym zachowanie cykliczne było wynikiem bifurkacji Hopfa, dzięki której kreowane było stabilne rozwiązanie – cykl graniczny.

Na podobnym założeniu istnienia opóźnienia (odstępu) czasowego w powstawaniu kolejnych ważnych wyników naukowych oparty jest model naukometryczny uogólniający standardowy model D. J. de Solla Price'a eksponencjalnego wzrostu nauki, opublikowany w czasopiśmie naukowym *Scientometrics*. Opóźnienie czasowe wynikało z tego, że kolejne wyniki naukowe są oparte na pracach powstałych w przeszłości. Ten rodzaj opóźnienia generuje nieregularne oscylacje wokół eksponencjalnego trendu rozwoju nauki.

Marek był osobą otwartą i łatwo nawiązującą kontakty. Zarażał swoją pasją do nauki innych. Nie tyle szukał słuchaczy, co wciągał w dyskusję i następnie we wspólne rozwiązywanie problemów. Zawsze powtarzał, że bez przyjaźni nie można uprawiać nauki. I taki pozostanie w mojej pamięci.

# Dr Stanisław Zięba – in memoriam

## Krakowska Grupa ELF



Stanisław Zięba  
(12 lipca 1940, Marcyporęba – 1 grudnia 2020, Kraków)

Dr Stanisław Zięba urodził się 12 lipca 1940 roku w Marcyporębie. Odbił studia magisterskie w dziedzinie astronomii i fizyki na Uniwersytecie Jagiellońskim, broniąc w latach 1962 i 1963 prace magisterskie w obu tych dyscyplinach.

Wkrótce rozpoczął pracę naukową w Obserwatorium Astronomicznym UJ, skupiając się na badaniach promieniowania radiowego Słońca. Był odpowiedzialny za prowadzenie obserwacji przy pomocy radioteleskopu krakowskiego. Opublikował kilkanaście prac dotyczących pomiarów aktywności radiowej. Jego rozprawa doktorska napisana w 1971 r., pod kierunkiem prof. Karola Kozięła, dotyczyła analizy zmienności radiopromieniowania Słońca w paśmie 810 MHz, na podstawie obserwacji

w latach 1957-1967. Stworzona przez niego metodologia redukcji pomiarów radiowych była rozwijana później przez następne pokolenie współpracowników i wychowanków.

W 1979 r. dr Stanisław Zięba odbył staż naukowy w Obserwatorium Radioastronomicznym w Dwingeloo, gdzie przy współpracy z dr Titusem Spoelstrą, prowadził obserwacje radiowe gromady galaktyk w gwiazdozbiornie Virgo. W 1982 r. przebywał na stażu naukowym w Lejdzie, u prof. Harry van der Laana, a następnie w Scuola Normale Superiore w Pizie, u prof. Luigi Radicati.

Obserwacje radiowe galaktyk zwróciły jego zainteresowania w kierunku badań ich rozmieszczenia na niebie. Analizując rozkłady galaktyk na niebie, rozwinął nową metodę redukcji statystycznej, której poświęcił szereg publikacji. Równolegle interesował się badaniami właściwości silnych radioźródeł (obiektów aktywnych). Pod jego opieką powstało kilka prac magisterskich poświęconych badaniom morfologii radioźródeł. Tematyka ta była później kontynuowana w Obserwatorium i przyniosła szereg publikacji w renomowanych czasopismach astronomicznych.

Był inspiratorem szeregu wewnętrznych seminariów zakładowych w Obserwatorium Astronomicznym UJ, poświęconych radioastronomii pozagalaktycznej, astrofizyce i fizyce statystycznej. Panowała na nich świetna atmosfera, która stawała się podstawą pracy zespołowej w rodzących się grupach naukowych. Uczestniczył w zjazdach Krakowskiej Grupy Kosmologicznej prowadzonej przez ks. prof. Michała Hellera.

Nigdy nie porzucił zainteresowań zmiennością aktywności słonecznej. Jako miłośnik i znawca zaawansowanych metod statystycznych dokonał wnikliwej analizy historycznych szeregów obserwacyjnych zmienności plam słonecznych. W jej wyniku opracował wyjątkowo skuteczne algorytmy do prognozowania przebiegu nadchodzących cykli. Opublikował znane prace w tej dziedzinie.

W 1992 r. włączył się do rodzącego się w Obserwatorium pomysłu badań rezonansu Schumanna. Uczestniczył w ekspedycjach bieszczadzkich w poszukiwaniu „czystych” lokalizacji do obserwacji naturalnych pól ekstremalnie niskiej częstotliwości ELF. Koncepcja prowadzenia pomiarów rezonansu Schumanna powstała w wyniku ekscytacji niezwykłością samego pomysłu jak i frustracji, związanej z bezowocnym poszukiwaniem parametrów fizycznych Ziemi dających się powiązać z aktywnością Słońca. Amplitudę rezonansu Schumanna, związanego z globalną aktywnością burzową planety, można mierzyć z dużą dokładnością. Dlatego, jak się wówczas wydawało, pomiary takie mogłyby posłużyć do badań

korelacji z tak długo kolekcjonowanymi pomiarami aktywności słonecznej w Krakowie. Dzięki jego specjalności słonecznej zadanie to powiodło się. Publikacja naszej grupy w 2003 r. była pierwszym doniesieniem na świecie ustalającym miarę wpływu aktywności słonecznej na stan fizyczny wnętrza Ziemia-Jonosfera.

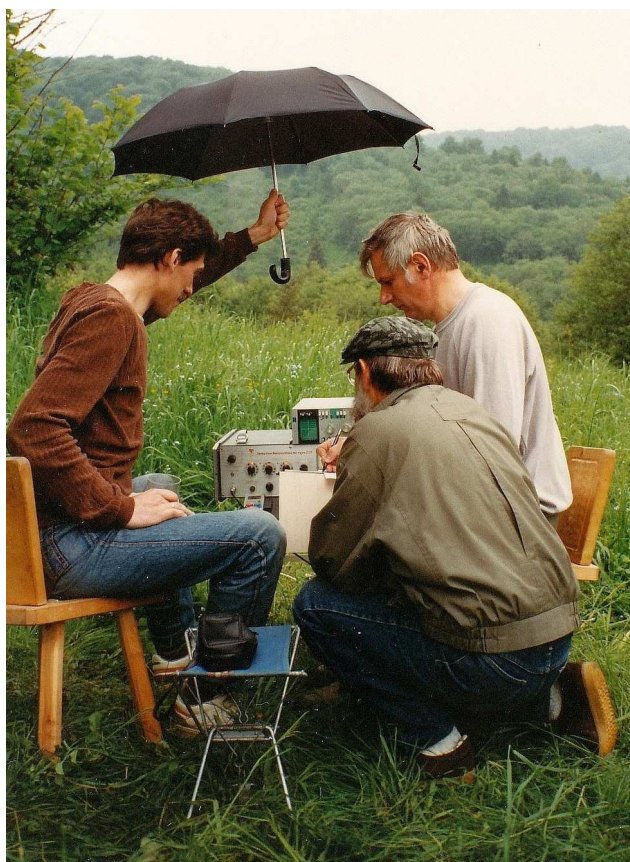
Należał do ścisłego grona założycieli Grupy Rezonansu Schumanna. W jej ramach przez lata toczyły się dyskusje, rodziły nowe koncepcje badań, powstawały doktoraty. Brał aktywny udział w corocznych „Spotkaniach Bieszczadzkich ELF” w Dwerniczku. Z tematyką ELF był związany do końca, jako autor i współautor szeregu prac publikowanych w najbardziej renomowanych czasopismach. Był niezwykle skrupulatnym, uporządkowanym uczestnikiem badań. Podnosiło to jakość naszych prac.

Dr Stanisław Zięba był zarazem niezmiernie serdecznym, pogodnym i życzliwym człowiekiem. Takim będziemy go stale pamiętali. Miał wielki dystans do siebie, swojej pracy i dorobku. Dzięki jego erudycyjnej wiedzy dyskusje z nim były wielką przyjemnością. Odejście Staszka odczuwamy jako nieodwracalną utratę bliskiego przyjaciela i kogoś bardzo cennego.



Podczas wyjazdu naukowego do Amsterdamu. Od lewej: Andrzej Kułak, Stanisław Zięba i Adam Michalec.





Podczas jednej z roboczych wypraw w Bieszczady. Od lewej: Krzysztof Chyży, Stanisław Zięba i Andrzej Kułak.



Otwarcie stacji „Hylaty” w Bieszczadach (13 czerwca 2006). (fot. J. Kubisz)



# Wspomnienie o Stanisławie Ziębie

**Krzysztof Maślanka**

Instytut Historii Nauki PAN, Warszawa – Kraków



Dr Stanisław Zięba (ok. roku 1975).

Pisząc niespełna rok temu artykuł wspomnienie o śp. profesorze Józefie Masłowskim rozpocząłem go listą tych pracowników naukowych krakowskiego Obserwatorium Astronomicznego UJ (OAUJ), którzy zmarli w ostatnim czasie:

W ciągu paru zaledwie lat, już po moim odejściu z krakowskiego Obserwatorium Astronomicznego, zmarło kilku jego zasłużonych pracowników naukowych, którzy w czasach moich studiów (1974-79) stanowili trzon tej placówki. Pełni energii oraz inicjatywy wydawali się niezastąpieni. Kilka niebanalnych, całkowicie odmiennych osobowości: Zbigniew Dworak († 2013), Konrad Rudnicki († 2013), Maryla Kurpińska-Winiarska († 2014), Maciej Winiarski († 2015), Piotr Flin († 2018). I oto teraz nadeszła wiadomość o śmierci profesora Józefa Maślowskiego (22 II 1931-23 I 2020).

W roku 2020 niespodziewanie doszły do tej listy jeszcze trzy nazwiska pracowników naukowych OAUJ: Katarzyna Otmianowska-Mazur († 14 VII 2020), Marek Szydłowski († 8 X 2020) i Stanisław Zięba († 1 XII 2020). Trzeba też koniecznie wymienić Adama Strzałkowskiego († 25 VII 2020), przez większość życia związanego z Instytutem Fizyki UJ oraz Instytutem Fizyki Jądrowej, ale też byłego pracownika OAUJ (1945-1950), bardzo zasłużonego dla początków radioastronomii krakowskiej. Nieodwracalnie zamknęła się pewna epoka.

Jak zauważył niedawno, bynajmniej nie złośliwie, przeciwnie – dość trafnie, jeden z moich kolegów, specjalizując się ostatnio w pisaniu pośmiertnych wspomnień „za zero punktów”. To wszakże jeden z cennych przywilejów samodzielnych pracowników naukowych, których szefowie też nakłaniają do produkcji „wysoko punktowanych publikacji”, ale już nie tak groźnie, jak młodych adeptów, i którzy już nie są zagrożeni nagłym zwolnieniem. Prywatnie uważam, że napisanie wspomnienia o zmarłym koledze jest, w ostatecznym, tj. nie urzędniczym rozliczeniu, bardziej sensowne, niż opublikowanie przyczynku w prestiżowym periodyku z listy ministerialnej, którego, nawiasem mówiąc, prawie nikt nie przeczyta. Osobiste wspomnienie natomiast przeczyta niejeden; więcej: ten i ów skomentuje, ktoś uzupełni lub skrytykuje, ktoś inny może oburzy się i zażąda sprostowań... W suchym języku urzędników nazywa się to „recepcją publikacji”. Oczywiście, recepcja osobistych, zrozumiałych dla każdego wspomnień jest z natury większa, niż recepcja hermetycznych przyczynków.

W niniejszym tekście chciałem pokazać osobę Stanisława Zięby w sposób mniej formalny, przytaczając kilka epizodów, które utkwiły mi w pamięci tak, by można było zobaczyć realistyczny obraz człowieka. Nie będę się tu specjalnie troszczył o chronologię, niełatwą już zresztą teraz do precyzyjnego ustalenia. Młodszy pracownicy OAUJ, zatrudnieni tam w czasie, gdy obłożna choroba nie pozwalała mu już poruszać się,

nie znali go; starsi i nadal aktywni naukowo nie mają zwyczaju tracić cennego czasu na pracochłonne pisanie wspomnieniowych tekstów.

\*

Staszek był synem Zenona Zięby (7 VII 1915 – 21 X 1986), absolwenta matematyki na Uniwersytecie Jagiellońskim, który tuż przed wybuchem wojny obronił pracę magisterską pod kierunkiem znanego matematyka, a także fizyka i pioniera techniki radiowej, Witolda Wilkosza (1891-1941). Możliwe, że gdyby nie wojna, utrzymywaliby dalej kontakt naukowy, ale Wilkosz został aresztowany w *Sonderaktion Krakau* (6 XI 1939 r.). Już wtedy był na tyle poważnie chory, że nawet Niemcy uznali go za nie nadającego się do umieszczenia w obozie. Został wprawdzie zwolniony, ale kilkanaście miesięcy później zmarł, załamany psychicznie, zmuszony do opuszczenia mieszkania w domu profesorów UJ przy Placu Inwalidów 4 (cieszył się nim raptem 3 miesiące). Zenon natomiast został cenionym pedagogiem – nauczycielem matematyki w renomowanym tarnowskim I Liceum Ogólnokształcącym im. Kazimierza Brodzińskiego. Jednocześnie uczył matematyki w tzw. Małym Seminarium. To ostatnie miejsce pracy, jak również głęboka religijność, były dla jego zwierzchników pretekstem dla wielu szykan. Wykształcił m. in. 18-tu finalistów olimpiady matematycznej, w tym dwóch późniejszych profesorów Instytutu Matematyki UJ (Bohdan Grell i Edward Tutaj). „Zenek” (profesor miał taki przydomek wśród uczniów swego liceum<sup>1</sup>) był znany z bardzo wysokich wymagań. Miał nietypowy zwyczaj, by dawać swym uczniom kilkadziesiąt zadań na wakacje. Był przy tym, i nadal jest, szanowany przez swych wychowanków, o czym świadczą pisane po latach wspomnienia<sup>2</sup>. Sam Staszek w rozmowach ze mną wspominał go często. („Jeśli ktoś miał z matematyki u ojca czwórkę, to drogę na studia matematyczne miał otwartą”.) Miał natomiast do ojca lekki żal za to, że ten nie przychylił się do jego wczesnych marzeń, by studiować w Gdyni budownictwo okrętów. Jego zamiłowanie do tej tematyki odżyło w jakiejś formie po latach, gdy ze swym kolegą, astronomem Maciejem Winiańskim (1939-2014), budowali małe modele okrętów i rozgrywali planszowe bitwy strategiczne.

<sup>1</sup>Był jeszcze nauczyciel fizyki o pseudonimie Newton.

<sup>2</sup>Np. niepodpisany esej pt. *Moja droga do matematyki*, linki: <http://belferwww.one.pl/?p=507>, I Liceum Ogólnokształcące w Tarnowie - Pamiętamy o zmarłych nauczycielach I LO (<https://www.i-lo.tarnow.pl/edu/inf/alg/num/pages/011.php>)



Profesor Zenon Zięba (z prawej) lubił wędrować po górach. Na zdjęciu z roku 1982 z Tadeuszem Wendą (zm. 2000), żołnierzem AK, ps. Janiczek, uczestnikiem akcji „Burza”, pedagogiem, instruktorem harcerskim, tarnowskim działaczem turystycznym.

Tak się złożyło, że Staszek i jego dwaj młodsi bracia, Andrzej i Antoni, byli uczeni matematyki przez swego ojca. O tym jak był on obiektywny świadczy następujący epizod: któregoś razu Staszek coś tam przeszkrobał. Zenon spojrzał na niego i krzyknął: „Zięba, niech matka przyjdzie do szkoły!”. Klasa oniemiała, a potem rozległ się śmiech.

Staszek ukończył astronomię oraz fizykę na Uniwersytecie Jagiellońskim. Pracę magisterską z astronomii napisał pod kierunkiem prof. Eugeniusza Rybki (z fotometrii gwiazd, jeśli się nie mylę), natomiast pracę magisterską z fizyki, pod ambitnym tytułem *Rozwiązania osiowosymetrycznych równań Einsteina*, napisał pod kierunkiem prof. Bronisława Średniawy (1917-2014). Jako studenci, egzemplarz tej pracy znaleźliśmy w szafie w tzw. „starym” budynku OA przy ul. Orlej 171 wśród tekturowych tub z taśmami radiopromieniowania Słońca. Oglądaliśmy z podziwem skomplikowane formuły tensorowe ręcznie wpisywane do maszynopisu. Trzeba podkreślić, że wtedy (początek lat 60-tych) równania Einsteina ogólnej teorii względności nie były powszechnie obecne w programie studiów fizyki, zatem temat tej pracy był bardzo ambitny.

Staszka znałem od czasu moich studiów i wiele mu zawdzięczać. Należał niewątpliwie do tych nielicznych osób, bez spotkania których



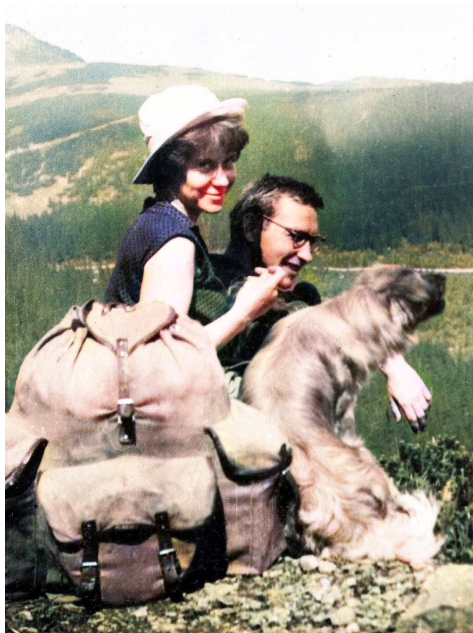
Zenon Zięba z żoną i dziećmi, ok. 1960 r. Stoją od lewej: Krystyna (później dr matematyki, zm. 2008 r.), Andrzej (AGH, górnictwo), Stanisław (UJ, astronomia i fizyka), Antoni (AGH, wydział elektryczny), Teresa (fizyk i pedagog). Siedzą rodzice: Halina Jadwiga (11 I 1913 – 5 V 1968) i Zenon (7 VII 1915 – 21 X 1986).

moje losy potoczyłyby się zupełnie inaczej. Po ukończeniu studiów, na jego wniosek zostałem zatrudniony na rocznym stażu w OAUJ. Z 26-ciu osób, które wraz ze mną zaczynały studia astronomiczne jesienią 1974 r., w terminie do końca doszły tylko cztery. Nie oznacza to, że pozostała większość była słaba. Poziom studiów był wtedy niewątpliwie wyższy niż obecne, ale też nadmiarowa surowość pewnych wykładowców na egzaminach (w imię jakoby utrzymania poziomu) doprowadziła do tak radykalnego przeredzenia naszych szeregów. Z kolei wprowadzona w latach 90-tych ekonomiczna zasada, że należy przyjąć wszystkich kandydatów – bo tak jest opłacalne dla uczelni – dała natychmiast skutek w postaci obniżenia poziomu studiów. Pamiętam szczere zaskoczenie studentów pierwszego roku astronomii, gdy dowiedzieli się ode mnie, że w programie są funkcje trygonometryczne. Jest też faktem, że podręczniki, z których uczyłem się w liceum są dziś zbyt trudne dla większości studentów.

Tak czy inaczej, pod koniec czwartego roku studiów trzeba było wybrać temat pracy magisterskiej i promotora. Pozostała trójka kolegów zawczasu wybrała sobie promotorów; ja czekałem z wyborem, wśród narzekania: „no i na co on jeszcze czeka?”. I wtedy to Staszek sam przyszedł



do mnie i zapytał, czy chciałbym pisać pracę pod jego kierunkiem z radioastronomii Słońca. Ucieszyłem się, oczywiście. Wyraźnie zażenowany zapytał jedynie, czy nie przeszkadza mi to, że mu zablokowano habilitację<sup>3</sup>. Odparłem, że słyszałem o tym, ale, że w kontekście mojej pracy magisterskiej jest mi to obojętne. Nie wiedziałem, że wtedy większość magistrantów Staszka zostawała zatrudniona na stażu w OA.



Staszek ze swą późniejszą żoną Urszulą, wkrótce absolwentką chemii UJ, w czasie wycieczki w Tatry, przełęcz Krzyżne, ok. 1960 r.

W kwietniu 1979 r., gdy rękopis mojej pracy magisterskiej był już prawie gotowy, Staszek zaprosił mnie na konsultację do swego mieszkania. (Wtedy był to dla mnie jeszcze „pan promotor, doktor Zięba”; na „ty” przeszliśmy jakiś rok później, podczas małej szkoły zorganizowanej w okolicach Olkusza.) Po raz pierwszy znalazłem się w pokoju, w którym wiele lat później odwiedzałem go w czasie choroby.

Staszek robił wrażenie twardego i zdecydowanego. Miał niewątpliwie naturę lidera i lubił przewodzić każdej inicjatywie w Obserwatorium. Po wejściu do „starego” budynku OA, gdzie miał swój pokój, już z daleka często było słyhać jego donośny głos. W nieformalnych rozmowach nie

---

<sup>3</sup>Ustalenie wszystkich przyczyn tej krzywdzącej decyzji nie jest już po latach możliwe (ani też celowe). Powiem jedynie, że po uzyskaniu negatywnych krajowych recenzji habilitacji Staszek wystąpił o trzy niezależne recenzje zagraniczne u renomowanych specjalistów: późniejszego laureata Nagrody Nobla z fizyki za rok 2019, Jima Peeblesa, astronoma szwajcarskiego z Bazylei Gustava Andreasa Tammanna oraz astronoma bułgarskiego Marina Kalinkova. (Oczywiście, nikt z tych naukowców nie znał wcześniej Staszka.) Wszystkie te recenzje były pozytywne. Na ich podstawie Rada Wydziału, przed którą Staszek zdał kolokwium habilitacyjne, wniosła do Centralnej Komisji Kwalifikacyjnej odwołanie. Po roku oczekiwania przyszła lapidarna odpowiedź: „Podtrzymujemy pierwotną decyzję”. I to wszystko.

ukrywał, że ceni sobie porządek i wojskową dyscyplinę. A jednak, paradoksalnie, pod tą, zdawałoby się surową powierzchownością krył się człowiek wrażliwy. Pamiętam epizod z czasu po jego pierwszej operacji neurologicznej (8 lipca 1996 r.). Wrócił już do niezłej formy, mimo trudności z chodzeniem, i wygłosił referat na piątkowym zebraniu naukowym<sup>4</sup>. Bardzo zależało mu, by przedstawić coś wartościowego oraz by pokazać słuchaczom, że nadal jest w pełni naukowych sił twórczych. Wszystko szło bardzo sprawnie, ale w pewnym momencie, zupełnie nieoczekiwanie, zapewne wskutek napięcia psychicznego, przestał mówić i niemal się rozplakał. Słuchacze, równie wzruszeni, co zaskoczeni, bardzo delikatnie i życzliwie, zdołali go stopniowo przywrócić do kontynuacji referatu. Reakcja ta była tak kontrastująca ze znanymi mi referatami w pewnej placówce naukowej, której nazwę pominię, kiedy to referent czuł się czasem jak osaczone zwierzę, a sala słuchaczy – jak sfora psów gończych.



Staszek z młodszym bratem Antonim, Tarnów, ok. 2000 r.

Dobrze pamiętam pierwsze z nim spotkanie, na wykładzie ze statystyki matematycznej (był to jego „flagowy” przedmiot) w „starym” budynku Obserwatorium. Zanim przeszedł do głównego tematu przedstawił nam, studentom drugiego roku, sylwetki wszystkich pracowników OA pod kątem ich zainteresowań naukowych. Byliśmy tym szczególnie dowartościowani, bo przejście pierwszego roku studiów wcale jeszcze nie

<sup>4</sup>Jako uzupełnienie niniejszego tekstu zamieszczam protokół z wcześniejszego zebrania nr 987 z 12 kwietnia 1996, na którym Staszek podsumował pierwszy rok pracy odnowionego radioteleskopu słonecznego. Wkrótce potem pojawiły się u niego pierwsze objawy choroby

gwarantowało ich ukończenia – wkrótce czekały nas wysokie progi w postaci egzaminów z mechaniki teoretycznej oraz z mechaniki kwantowej. (Z tej ostatniej cały rok astronomii, niezależnie od stopnia wykucia wzorów, dostał dwóje; cóż, groźny pan profesor nie miał w tym dniu humoru. W nieformalnej rozmowie wyjaśnił mi potem, że „nie lubi astronomów”, bo kiedyś spotkał takich, co „nie wiedzieli co to jest cosinus”. Osobliwa logika.) W porównaniu z tym atmosfera w OA była zupełnie inna. Pamiętam gdy w przerwie swego wykładu Staszek opowiadał nam o intensywnym kursie angielskiego dla pracowników naukowych, jak również o jakiejś zagranicznej szkole fizyki plazmy, na której wiele skorzystał; pokazywał też przywiezione stamtąd materiały.

Kolejny znamieny epizod z dość już odległej przeszłości. Jesienią roku 1976-go, w przerwie zajęć ze Staszkiem, pobiegliśmy jak zwykle pograć w siatkówkę na boisku. (W późniejszych latach Staszek i inni pracownicy także grali z nami w siatkówkę.) Dzień był słoneczny, regulaminowy kwadrans przerwy w wykładzie minął szybko i na drugą część spóźniliśmy się dość znacznie. Staszek stał przy wejściu do budynku, był bardzo zachmurzony i powiedział nam krótko: „Nie ma zajęć!” Kolega z roku zaczął nas gorliwie usprawiedliwiać: „Panie doktorze, to tylko parę minut, przepraszamy za spóźnienie!” A wtedy, pamiętam to dokładnie, Staszek powiedział stłumionym głosem: „Nie o to chodzi. Roman nie żyje”. Nie był w stanie prowadzić zajęć po wiadomości o tragicznej śmierci swego młodszego kolegi.

Roman Guła (1948-1976) był asystentem w Obserwatorium i pracował w grupie radioastronomicznej. Zmarł tragicznie w Bieszczadach wskutek fatalnego zbiegu okoliczności: w jego względnie jeszcze nowym małym Fiacie 126p urwało się koło i samochód wpadł do Sanu. Było to późnym wieczorem i dopiero nad ranem ktoś przejeżdżając zauważył leżące na drodze koło. Próbował pomóc żyjącemu jeszcze człowiekowi, ale ten wkrótce zmarł wskutek hipotermii po całej nocy spędzonej w zimnej wodzie. Pamiętam, że portret olejny Romana Guły oraz portret innego, też tragicznie zmarłego, wyjątkowo zdolnego i świetnie zapowiadającego się astronoma, Zbigniewa Klimka (ur. 1947, utonął w Bałtyku w lipcu 1978 r.) wisiał we wspólnym gabinecie Staszka i Adama Michalca w Obserwatorium.

W latach 1984-1987 mieszkałem wraz żoną i córką w hotelu asystentkim na miasteczku studenckim. Pod koniec 1987 dostaliśmy mieszkanie, dość niedaleko Obserwatorium. Staszek zaproponował mi wtedy, że przewiezie z hotelu swoją Skodą mniejsze meble. Pamiętam, że gdy weszliśmy



do pustego jeszcze mieszkania wypowiedział tradycyjne, ewangeliczne „Pokój temu domowi”. Tą żółtą Skodą podwoził mnie zresztą dość często, np. po późno kończących się pasjonujących spotkaniach i dyskusjach naukowych w mieszkaniu Andrzeja Kułaka, w centrum Krakowa, bym nie musiał iść do domu na peryferiach 6 kilometrów piechotą, po ciemku. Któregoś razu jednak zauważył, że przed nami jedzie ostatni autobus. Dodał gazu, dogonił go i wyprzedził tak, że zdążyłem się przesiąść. Jego chęć pomocy i życzliwość były wielkie.

Jeden z moich kolegów z roku, zdecydowanie najlepszy z całej czwórki, Michał Ziemiański opowiedział mi niedawno, że przyjechał na poranne zajęcia w OA „na Skale” przy ul. Orlej po uciążliwej, całonocnej podróży pociągiem ze Starogardu Gdańskiego (wtedy jeździło się stojąc godzinami na korytarzu, nie było jeszcze szybkiego Pendolino). Staszek zauważył na wykładzie, że ów kolega jest bardzo zmęczony i że z trudem próbuje się skupić. Dyskretnie zaproponował mu po prostu, by ten poszedł do jego gabinetu i zdrzemnął się – zaletą gabinetów astronomów były służbowe wersalki.



W lutym 1985 r. grupa kosmologiczna kierowana przez ks. prof. Michała Hellera spotkała się na plebanii w Kamienicy Górnej, gdzie dyskutowano różne kwestie naukowe. Przy porannym śniadaniu, od lewej: Zdzisław Golda, Staszek, Leszek Sokołowski, ks. Michał Heller, Andrzej Kułak i ks. proboszcz Adam Wątroba. W spotkaniu tym uczestniczyli także Paweł Turkowski, Marek Szydłowski, Jacek Gruszcak i autor niniejszego tekstu z żoną Marysią. Zdjęcie sprzed epoki aparatów cyfrowych, na odwracalnej błonie NRD-owskiej ORWO, stąd jakość daleka od obecnych standardów.

Zabawny incydent, a właściwie metodycznie zaplanowany przeze mnie ciąg wydarzeń miał miejsce wiosną 1998 roku. Był to z mojej strony, jak mawiają Anglicy, *practical joke*, który wprowadził sporo zamieszania,

i który trwał dłużej, niż zamierzałem. Staszek był już wtedy po wspomnianej wyżej poważnej operacji oraz po rehabilitacji. Dzięki systematycznej pomocy życzliwego przyjaciela Adama Michalca, który jeździł po niego do domu i zapewniał staranną opiekę, zaczął regularnie bywać w Obserwatorium na Skale.

Grupa badająca jonosferyczne rezonanse Schumanna miała już ustalony skład czterech osób: Andrzej Kułak, Adam Michalec, Stanisław Zięba i ja. Zaproponowałem, by skorzystać z solidnego kursu internetowego tzw. pogody kosmicznej (ang. *space weather*). Dziś takie kursy to standard, ale wtedy była to atrakcyjna nowość. Nawiasem mówiąc, była to dość droga impreza (300 \$), ale Adam Michalec wspaniałomyślnie ją sfinansował. Zamierzaliśmy wszyscy brać w niej udział. Postanowiłem więc wymyślić jakiś zgrabny pseudonim dla całej czwórki. Biorąc pierwsze litery naszych imion oraz po dwie początkowe litery z każdego nazwiska stworzyłem fikcyjną postać „Japończyka”: SAKA MiKuMaZi. „Japończyk” ów został zgłoszony jako uczestnik wspomnianego kursu internetowego, co było, oczywiście, radykalnie tańsze, niż cztery odrębne kursy. Kolega Marian Soida, niezawodny administrator sieci komputerowej w OA bez problemów założył „Japończykowi” konto pocztowe. (Dziś, w dobie stosownych przepisów, zabieg taki mógłby być zakwestionowany, jako celowe wprowadzenie w błąd, ale wtedy nie przejmowałem się tym.) W każdym razie nadzorujący ten kurs Amerykanin ze Stanford Solar Center powitał młodego Japończyka i przesłał mu pierwszy wykład, wraz z ćwiczeniami do odrobienia.

Postanowiłem brnąć w tę mistyfikację i poinformowałem mojego kolegę, współredaktora założonego przez nas czasopisma naukowo-satyrycznego „Acta Brutusica”, Marka Gierlińskiego, przebywającego wówczas na stażu w Warszawie w Centrum Astronomicznym im. Mikołaja Kopernika PAN, że mamy tu w Krakowie młodego doktoranta z Japonii. Dokładniej, z konta „Japończyka” poszedł, napisany łamaną polszczyzną (oczywiście przeze mnie) mail do Marka:

Pozdrawiam Panu Serdeczno,  
jestem mlody Yaponchik ktora studjuje w Cracow. Z chelpem Acta Brutusica  
zaczołem uczyc sie po polski. Bardzi mi sie to podobalo. Redactorr ButterMilk  
bardzo wesola czlowiek.  
Do zobachenya  
Saka

Marek jednak zbyt dobrze znał moją skłonność do kawałów, by się

na to nabrać. W rewanżu wykreował niejakiego Kali N'Gwana N'Kumba z Zimbabwe, który, także z fikcyjnego konta, napisał do mnie tak:

Dobry Pany!

I'm a student from Zimbabwe. I study Japanese in Cracow. Ja troche muwic polski. Moja dobra japnska kolega Saka dala mi Acta Brutusica. Moja sie uczyla polski z ta Acta. Moja nie all ponimac, ale smiac wesouo czarny czowiek. Kongratulacje za dobra gazeta!

Na zdrowie,

Kali

Oczywiście, informowałem na bieżąco Staszka i pozostałych „szumanowców” o tej absurdalnej korespondencji – i brnąłem dalej zapewniając Marka, że Saka istnieje; w pewnym sensie naprawdę istniał w postaci naszej czwórki. Kolega Marek był jednak dość podejrzliwy i zażądał bliższych szczegółów. Znając trochę japoński przesłał mi jakiś tekst w tym języku, bym go przekazał Mikumazi'emu, co gorsze – z prośbą o jego odpowiedź po japońsku:

Saka-san,

Yoku irasshaimashita. Goshinsetsu-ni dohmo arigatoh gozaimasu. Zannen-nagara, watashi-wa nihongo-ga hanasemasen. Pohrando-de-no taizai-o tanoshinde kudasai. Sore-de-wa mata,

Marek

Oczywiście, nie miałem (i wciąż nie mam) pojęcia co to znaczy – nie było wtedy tłumacza Google'a. Zwlekałem więc ile się dało. Kolega utwierdził się w przekonaniu, że ów Japończyk to fikcja. Ale, wiedziony ciekawością, zajrzał (niezbyt lojalnie) do poczty komputerowej, konkretnie do mojej korespondencji z organizatorami internetowego kursu. I zgłupiał. Bo tam stało wyraźnie, że niejaki Saka Mikumazi, młody japoński stażysta w OAUJ, posiadający swój mail, zapisał się na internetowy kurs pogody kosmicznej i w najlepsze koresponduje po angielsku z Amerykanami. Kolega Marek spuścił z tonu i napisał mi tak:

Co jest grane? Już chciałem do Saki wysłać list następującej treści [...], ale coś mnie, cholerka, tknęło i popatrzyłem sobie do katalogu /usr2/guests/saka. A tam mnóstwo rzeczy. Między innymi listy. Co prawda, cudzych listów czytać nie należy, ale jak ktoś zostawia na wierzchu niezakodowane... Poza tym byłem przekonany, że to wszystko jakiś kawał. A tu na przykład coś takiego:

Dear Sir,  
following the earlier letter of my scientific adviser, dr. K. Maslanka, and another letter faxed to you, I would like to confirm my enrollment to the course. I expect an invoice and further information on how to pay the money.  
Sincerely yours,  
Saka Mikumazi

No i mam problem. Albo ten nieszczęsny Saka naprawdę istnieje i, na dodatek, jest Twoim studentem, albo postanowiłeś tak dogłębnie spreparować jego dossier, że wpisałeś do jego katalogu kilka fikcyjnych listów. Tyle, że te listy są z grudnia! Aż tak głęboka mistyfikacja?? Jest jeszcze jego mailbox, ale bez hasła superjusera, to ja tego nie przeczytam. Zresztą chyba nie wypada...

No to mnie oświeć, co to za Saka.

Zdezorientowany,  
były redaktor.

Kolega Marek wdrożył dalsze śledztwo i zauważył, że moje logowania na komputerach w OA są ściśle skorelowane z logowaniami na koncie Saki. Ale ten fakt „wyjaśniłem” mu szybko: nasz Japończyk jest jeszcze słabo zorientowany w polskich realiach, potrzebuje pomocy w każdej sprawie, więc łązi za mną krok w krok. Coraz bardziej zdenerwowany Marek, zaczął sprawę konsultować ze znajomym Japończykiem (tym razem prawdziwym!), a ten mu napisał: „Oh... Saka Mikumazi really sounds like Japanese... It is incredible!”.

W końcu zdecydowałem, że trzeba odkryć karty, bo cała mistyfikacja zaczyna zmierzać w ryzykowną i nieprzewidywalną stronę. Moment ujawnienia był efektowny i przypominał ostatni odcinek przygód kapitana Hansa Klossa pt. „Poszukiwany gruppenführer Wolf”. W pokoju Staszka i Adama Michalca, na tradycyjnej porannej, „skorygowanej kawie” zaparzonej przez tego ostatniego, pojawiło się kilku, spragnionych najnowszych plotek astronomów. Zreferowałem cały kawał, odczytałem maile do i od Marka Gierlińskiego. Śmiechu było co niemiara. Pamiętam, że Staszek w którymś momencie zawołał: „Przestań już, bo mnie od śmiechu wszystko boli!” W pierwszej chwili było mi trochę głupio, czy te paroksyzmy gwałtownego śmiechu nie wyjdą mu na szkodę (był przecież wciąż rekonwalescentem)...

W roku 1993 Staszek był w pełni sił twórczych i bardzo dumny z jakościowego postępu w krakowskich obserwacjach radiopromieniowania Słońca. Na fali moich ówczesnych dokonań satyryczno literackich (dla większości zabawnych, przez nielicznych określanych jako ekstrawagancja i pospolita strata czasu) napisałem wtedy zwariowany wiersz, będący





Grupa badająca jonosferyczne rezonanse Schumanna w czasie wyjazdu w Bieszczady studiuje mapę okolicy. Od lewej: Adam Michalec, Staszek, Andrzej Kułak i Jerzy Kubisz, ok. 1990 r.



W Bieszczadach, ok. 2000 r.; po lewej astronom Henryk Brancewicz – odważny działacz opozycji antykomunistycznej, internowany w czasach stanu wojennego wprost ze strajku w AGH, niestrudzony gawędziarz i chodząca historia współczesnej polskiej astronomii.

swoistym sprawozdaniem z najnowszych wydarzeń w OAUJ. Większość wymienionych tam astronomów była bardzo zadowolona; jeden tylko z moich bohaterów miał do mnie pretensje, ale mniejsza z tym. Dzień po publikacji tego wiersza Staszek przyjechał do mnie rozpromieniony i wręczył mi pewną gratyfikację. Zdumiony poprosiłem go o wyjaśnienie tego. Powiedział, że to właśnie za ten wiersz, tym bardziej, że sam „szef [prof. Maślowski] też jest zadowolony”. (Wiersz w całości pozwałam sobie zacytować na końcu tego tekstu). Zapytałem Staszka, skąd wie, że to mój wiersz, skoro był opublikowany pod pseudonimem (jako „Klim Rettub”). Zaśmiał się łobuzersko i stwierdził, że w mig rozszyfrował ten pseudonim.

Ostatnie 25 lat życia Staszka zdominowała choroba. W roku 1996, niedługo po uroczystym otwarciu odnowionego Małego radioteleskopu zaczął odczuwać narastające stopniowo dolegliwości, nieoczekiwane kłopoty z utrzymaniem równowagi przy chodzeniu. Początkowo zdiagnozowano to, błędnie, jako niegroźny przypadek reumatyczny, przepisano bicze wodne, ale bez skutku. Bliższa diagnoza ujawniła guz, który ulokował się w kręgosłupie – w rdzeniu kręgowym, przy podstawie pnia mózgu. Tym samym okazało się, że konieczna jest skomplikowana operacja neurologiczna. Werdykt ten Staszek przyjął ze spokojem i podsumował po prostu: „Trzeba pozbyć się tego «lokatora»”.

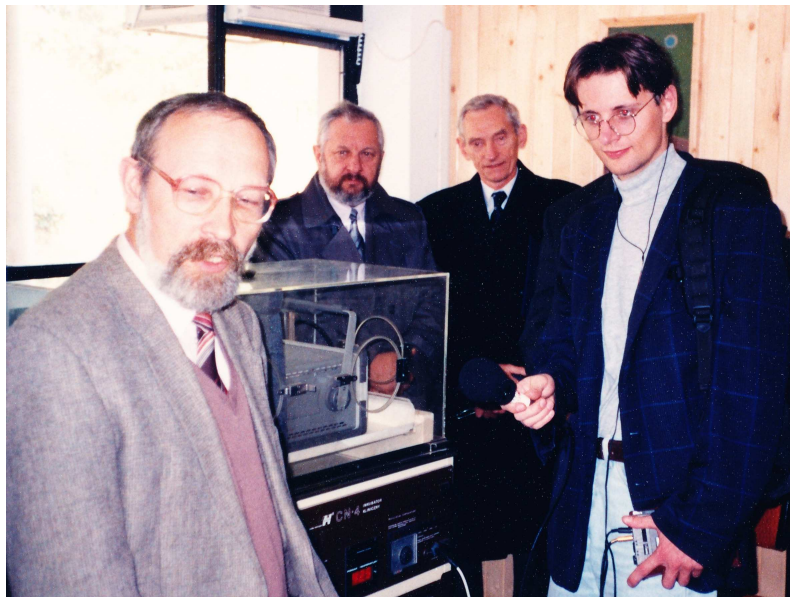


Staszek w czasie referatu, ok. 2000 r., Dwerniczek (Bieszczady), pensjonat państwa Rusinów. Z tyłu astronom prof. Andrzej Woszczyk z Torunia, w środku Mieczysław Borkowski, wówczas dyrektor planetarium w Łodzi, po prawej dr Bogdan Wszolek, budowniczy i szef Obserwatorium Astronomicznego Królowej Jadwigi w Rzepienniku Biskupim ([www.oajadwiga.pl](http://www.oajadwiga.pl)).





Staszek tuż po studiach, 1 X 1965 r., przy budynku tzw. Małego Radioteleskopu rejestrującego radiopromieniowanie Słońca na częstotliwościach 430 MHz i 810 MHz. Ten zasłużony przyrząd w momencie swego uruchomienia w 1957 r. był konstrukcją pionierską. Z czasem mocno się zestarzał. Staraniem m. in. Staszka w roku 1993 wymieniono całą elektronikę i zwiększono liczbę obserwowanych częstotliwości do 10-ciu. Po dwóch latach zamontowano nową antenę paraboliczną. Antena ta, o średnicy 8 metrów, przyleciała na Skagę wielkim helikopterem – była to skomplikowana, ale spektakularna operacja.

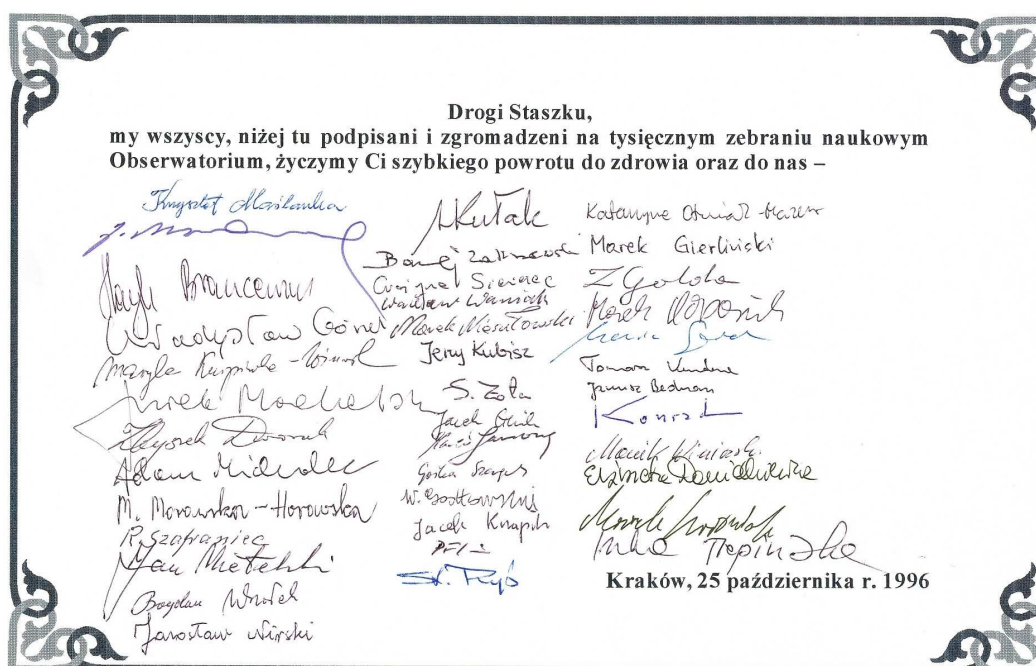


Staszek udziela wywiadu w dniu inauguracji nowego radioteleskopu słonecznego, 26 X 1995 r. Za nim nowa aparatura rejestrująca sygnał ze Słońca. Z tyłu prorektor UJ prof. Stanisław Hodorowicz i sam rektor UJ prof. Aleksander Koj.

Pamiętam dzień tej operacji (8 lipca 1996 r.), kiedy w OA czekaliśmy z niepokojem na telefon od pani Urszuli, żony Staszka. Na szczęście operacja przebiegła pomyślnie.

25 X 1996 odbyło się tysięczne zebranie naukowe w Obserwatorium Astronomicznym UJ. Staszek nie mógł w nim uczestniczyć – był 3 i pół miesiąca po operacji i przebywał w Krakowskim Centrum Rehabilitacji przy ulicy Modrzewiowej. Zebrani przesłali mu życzenia powrotu do zdrowia wraz z podpisami:

Krzysztof Maślanka	A[ndrzej] Kulak	Katarzyna Otmianowska-Mazur
Józef Masłowski	Bartłomiej Zakrzewski	Marek Gierliński
Henryk Brancewicz	Grażyna Siemieniec	Z[dzisław] Golda
Władysław Góral	Wacław Waniak	Marek Urbanik
Maryla Kurpińska Winiarska	Marek Niesułowski	Marian Soida
Jurek Machalski	Jerzy Kubisz	Tomasz Kundera
Zbyszek Dworak	S[tanisław] Zoła	Janusz Bednarz
Adam Michalec	Jacek Guzik	Konrad [Rudnicki]
M[aria] Morawska Horawska	Marek Jamrozy	Maciek Winiarski
R[óża] Szafraniec	Gośka Szczęch	Elżbieta Danielkiewicz
Jan Mietelski	W[łodzimierz] Godłowski	Marek Krośniak
Bogdan Wszolek	Jacek Knapik	Inka Trepieńska
Jarosław Nirski	P[iotr] Flin	
	St[anisław] Ryś	



Po długiej rehabilitacji Staszek wrócił na Skałę. Mimo samozaparcia pacjenta widzieliśmy jednak różnicę w jego poruszaniu się. Powiedział mi wtedy spokojnie i twardo: „A co mam robić? Płakać?” Dwadzieścia



lat później wyznał jednemu z kolegów: „Ja już chyba nigdy nie będę chodził”. Był do końca realistą.

Odwiedzałem go w Krakowskim Centrum Rehabilitacji przy ul. Modrzewiowej. Pamiętam wizyty miejscowego proboszcza z Woli Justowskiej, ks. Stanisława Kolarskiego (1943-2015), który przynosił pacjentom, wśród nich też Staszki, komunię św. Ksiądz Stanisław poznał mnie, a ja przedstawiłem mu Staszka: „To jest promotor mojej pracy magisterskiej”.



Spotkanie w restauracji z profesorem Titusem Spoelstrą (28 II 1945 - 30 IV 2010), zasłużonym radioastronomem holenderskim zaprzyjaźnionym ze Staszkiem od czasu jego wizyty w Dwingeloo Radio Observatory (1985 r.). Niezwykle życzliwy Titus przywiózł i podarował Staszce specjalny elektryczny pojazd do poruszania się po ulicach, który dobrze spisywał się na wewnętrznych drózkach OA, ale okazał się mniej przydatny, z uwagi na wysokie krawężniki na osiedlu Staszka. Od lewej: Urszula Zięba, Elżbieta Michalec, Staszek, Titus Spoelstra, Kraków, restauracja Avanti, ul. Karmelicka, ok. 2000 r.

Ostatnie dziesięć i pół roku, od dnia fatalnego upadku 5 lipca 2010 r., po złamaniu nogi w biodrze, Staszek spędził przykuty do łóżka. Jego siły fizyczne zanikały stopniowo, ale umysłowo był do samego końca całkowicie sprawny. Przed sobą miał podłączony do Internetu laptop, który umożliwiał mu dostęp do najnowszych informacji. Czytał Internetową Liturgię Godzin, słuchał transmisji nabożeństw. Można podziwiać jego wewnętrzny spokój i pogodę ducha, całkowite pogodzenie się z sytuacją, która dla innych byłaby jedynie źródłem czarnych myśli. Siłę tę czerpał niewątpliwie z głębokiej wiary religijnej. Fakt ten podkreślił w czasie homilii pogrzebowej na krakowskim cmentarzu w Batowicach (8 XII 2020 r.) ksiądz, który odwiedzał go w każdy pierwszy piątek miesiąca. Powiedział też, cytując Staszka, że „choroba ukazała mu miłość jego bliskich”.

Cały czas pracował naukowo. Zebrał i starannie opracował obserwacje wykonane nowym radioteleskopem słonecznym. Wspólnie ze swym młodszym współpracownikiem, dr. hab. Zenonem Nieckarzem z Instytutu Fizyki UJ, zaproponował nowatorską, skuteczną metodę prognozowania aktywności Słońca w kolejnych cyklach. Powstała solidna publikacja przyjęta do druku w renomowanym periodyku<sup>5</sup>. Tym bardziej dotkliwie przeżywał fakt, gdy nowy słoneczny radioteleskop, jego dzieło, został unieruchomiony po uderzeniu pioruna...

Podczas tych trudnych ponad 10-ciu lat odwiedzałem go w domu co kilka miesięcy. Czas tych, zwykle 3-godzinnych wizyt mijał bardzo szybko przy rozmaitych dyskusjach, a także na wspomnieniach. Staszek do końca żywo interesował się bieżącą, zawiłą polską polityką, nowościami naukowymi, a także tym, co aktualnie robię. Ponadto korespondowałem z nim wysyłając maile. Jego odpowiedzi stały się z czasem coraz krótsze, co wynikało z postępującego niedowładu lewej ręki (prawa była już całkiem bezwładna). Ostatnia odpowiedź od niego na mój mail, 24 I 2020 r., składała się z samych miniaturowych znaczków, które, jak mi wyjaśnił, łatwiej mu było wystukać na klawiaturze, niż całe zdanie (niebieski ptaszek – aluzja do nazwiska – to jego „podpis”, znaczenie pozostałych znaczków jest jasne):



W sensie doczesnym każdy zmarły żyje we wspomnieniach osób bliższych. A jeśli za życia zajmował się nauką, to, w jakiejś mierze, żyje też dzięki swym wynikom. Przejawem tego są cytowania prac, które czasem przychodzą długo jeszcze po odejściu ich autora. Tak właśnie jest i w przypadku Staszka: w dalszym ciągu z bazy publikacji naukowych Research Gate przychodzą maile informujące, że jego artykuły są czytane i cytowane.

[Źródła fotografii: na str. 30 z archiwum oddziału PTTK w Tarnowie, na str. 35 ze zbiorów autora, pozostałe ze zbiorów rodziny Ziębów oraz dzięki uprzejmości Jerzego Kubisza.]

---

<sup>5</sup>Stanisław Zięba, Zenon Nieckarz, *Sunspot Time Series – Relations Inferred from the Location of the Longest Spotless Segments*, Solar Physics 2012, DOI 10.1007/s11207-012-9931-x

**Dodatek: Protokół z Zebrania 987**

*Jako uzupełnienie powyższych wspomnień, poniżej zamieszczamy relację z zebrania naukowego nr 987 w OA UJ, na którym referat wygłosił dr Stanisław Zięba. Nieco frywolny styl tej relacji, wyraźnie odbiegający od powszechnie przyjętych konwencji, może budzić uzasadnione zdziwienie, zatem kilka słów wyjaśnienia. Przytoczę fragment mojego wcześniejszego tekstu poświęconego postaci śp. prof. Józefa Masłowskiego:*

*Pewnego razu, wiosną 1996 r., dyrektor JM z tajemniczą miną poprosił mnie do swego gabinetu. Prośba była nietypowa. Wiedząc, że lubię pisać rozmaite, inspirowane nauką humorystyczne kawałki, zasugerował mi, bym sporządzał co tydzień sprawozdania z piątkowych zebrań naukowych, i to właśnie na wesoło, a nie z grobową powagą. „Oczywiście – zastrzegł od razu – jeśli ktoś powie coś głupiego, to proszę o tym nie wspominać”. Propozycja nie do odrzucenia. Powstało kilkanaście takich sprawozdań. Astronomowie czytali z zainteresowaniem<sup>6</sup>.*

**Zebranie nr 987, 12 kwietnia 1996 r.**

**Dr Stanisław Zięba:**

***Najnowsze obserwacje Słońca nowym 8-metrowym radioteleskopem***

Referat zaszczylicili swą obecnością następujący uczeni (w porządku alfabetycznym):

J. Bednarz, K. Chyży, M. Gierliński, W. Godłowski, Z. Golda, J. Knapik, A. Kułak, J. Masłowski, K. Maślanka (protokołował), A. Michalec, G. Michałek, J. Mietelski, K. Rudnicki, M. Rys, S. Ryś, L. M. Sokołowski, M. Urbanik, W. Waniak, M. Winiarska, S. Zięba, S. Zoła (razem 21).

Referat ten był jedyny w swym rodzaju. Powszechnie znany i szanowany prelegent, wielce zasłużony filar krakowskich obserwacji słonecznych, kipiący energią *spiritus movens* naszego nowego radioteleskopu słonecznego ściągnął wyjątkowo dużą liczbę słuchaczy. Wszak termin referatu niemal zbiegł się w czasie w pierwszą rocznicą zainstalowania większej anteny parabolicznej owego radioteleskopu<sup>7</sup>. Był to rok intensywnego testowania nowej aparatury, która umożliwiła obserwacje radiopromieniowania Słońca na dziesięciu wybranych częstotliwościach, zamiast dotychczasowych dwu. Co więcej, tradycyjne, i mocno już archaiczne rolki papierowej taśmy z samopisów zastąpiły dane w postaci cyfrowej<sup>8</sup>.

<sup>6</sup>Annales Astronomiae Novae, tom 1 (2020), s. 58.

<sup>7</sup>oraz, jak mi przypomniał Bogdan Wszolek, względnie okrągłą, 35-tą rocznicą lotu J. Gagarina w kosmos.

<sup>8</sup>Z własnych wspomnień pamiętam ustawiczne problemy z tymi samopisami. Zbiorniczki podające tusz wylewały go zbyt dużo robiąc plamy na taśmie, albo się zatykały, gdy tusz był zbyt gęsty. Na to drugie ktoś znalazł skuteczny sposób – dodać do tuszu kilka kryształków zwykłego cukru. O tej praktycznej sztuczce był informowany każdy nowy obserwator Słońca.

Niemniej początek referatu był złowieszczy. Już w pierwszej minucie doszło do nieoczekiwanego incydentu. Prelegent zdążył pokazać raptem jedno piękne kolorowe zdjęcie Słońca (wykonane za granicą), przedstawiające rozkład polaryzacji kołowej promieniowania na jego tarczy, a już dr hab. Marek Urbanik poddał w wątpliwość tezę prelegenta o polaryzacji kołowej. Insynuował, że owe kolory, to tylko zwykłe natężenie promieniowania, a nie żadna polaryzacja.

– Bo jeśli zielony to lewa, a czerwony – prawa, to czymże byłyby żółte? – zapytywał z patosem dr hab. Urbanik.

Słuchacze wstrzymali oddech. Na szczęście niebezpieczeństwo zostało zażegnane. Wspólnymi siłami prelegent wraz z dyrekcją znaleźli genialnie prostą odpowiedź na postawione pytanie (cytuję): „Żółte – to brak polaryzacji”.

Znany teoretyk, astrofizyk relatywistyczny i kosmolog, dr hab. Leszek M. Sokołowski dopytywał się o często przez prelegenta wspomnianą „nadmierzalną aktywność”. Nie usatysfakcjonowany udzieloną odpowiedzią opuścił zgromadzenie i udał się w nieznanym kierunku.

– Obserwacja jest obserwacją<sup>9</sup> – stwierdził dalej sentencjonalnie prelegent. – Ale gdzie jest fizyka? – zapytywał dalej. Istotnie: widok pięknych serii licznych częstotliwości budził w zgromadzonych niepoohamowane pożądanie, by pokazać to, jakie procesy fizyczne odpowiadają za taki wygląd tych serii<sup>10</sup>. Na zakończenie prelegent naszkicował dalsze plany rozbudowy istniejącej aparatury, „o ile, oczywiście, dostaniemy odpowiednie fundusze”.

Punktualnie o 13<sup>08</sup> referat zakończył się.

Wywiązała się ożywiona dyskusja na tematy ogólne, zasadnicze, wprost fundamentalne. Czym jest nauka? Czym jest praca naukowa? Wreszcie padło to szokujące wręcz swoją szczerością pytanie: Czy zaprezentowane wyniki, okupione latami zaangażowania, wielkiego wysiłku i niemałych finansów – należą do nauki?!

(Pytanie to ukazało, że nie wszyscy zgromadzeni są entuzjastami obserwacji Słońca w dziedzinie radiowej. Podejrzewam, że na jego dnie były, jak zwykle, jakieś plany alternatywnego wykorzystania niemałych funduszy, które przeznaczono na zmodernizowany radioteleskop, a w szczególności na spektakularny transport helikopterem nowej anteny do Obserwatorium.) W dalszym ciągu prof. Konrad Rudnicki skutecznie ostudził zbędne emocje. Wygłosił bowiem dłuższą, popartą licznymi przykładami z własnego doświadczenia, dygresję na powyższy temat.

– Są rzeczy naukowe, a nie zalicza się ich do nauki – powiedział. Zaczął od obserwacji Księżyca prowadzonych przez Heweliusza, które niegdyś z pewnością należały do frontu badań naukowych, a dziś nikt przytomny takich nie robi. Wspomniał o rekordowej serii miliona (!) zdjęć tarczy słonecznej wykonanych niegdyś w Caltechu, którą z braku zainteresowania przerwano. Opowiedział o swych własnych kłopotach z opublikowaniem wysokiej jakości zdjęć komety Humasona. W konkluzji stwierdził, że radiowe obserwacje Słońca w naszym obserwatorium należy dalej ciągnąć, ale starając się zminimalizować koszty przedsięwzięcia.

---

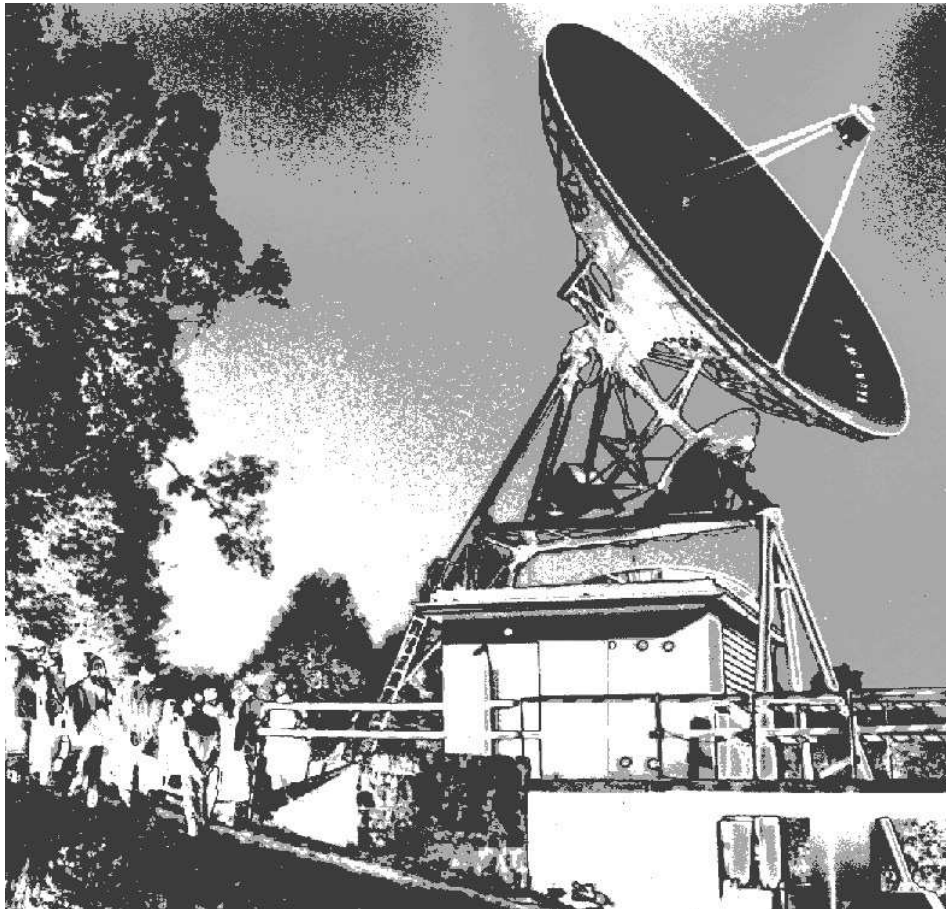
<sup>9</sup>Wypowiedź ta jest w istocie mniej trywialna, niż by się to mogło zdawać na pierwszy rzut oka. Stanowi ona piękną ilustrację fundamentalnej tezy filozoficznej mówiącej o „niesprzeczności przedmiotu samego w sobie”.

<sup>10</sup>Odpowiedzi na to, oraz na inne pytania zajęły prelegentowi wiele miesięcy. Zostały one zawarte w pracy przeglądowej, którą cytuję w przypisie 5.

Profesor Rudnicki podał też praktyczną, bardzo życiową odpowiedź na wspomniane pytanie o to, co jest nauką, a co nie. Otóż do nauki należą bez wątpienia wszelkie te działania, dzięki którym można uzyskiwać kolejne stopnie naukowe.

Jako ostatni zabrał głos dyrektor OA prof. Józef Masłowski, który podkreślił, iż obecny niewątpliwy postęp polega na *zautomatyzowaniu* obserwacji, rejestrowaniu danych w postaci cyfrowej oraz na tym, że proces ich opracowania następuje z użyciem komputerów. Ceną takiego nowoczesnego podejścia jest jednak ustawiczne niebezpieczeństwo pojawiania się rozmaitych ukrytych błędów (*bugs*) w programach.

O 13<sup>24</sup> zebranie zakończyło się.



8-metrowy radioteleskop w OAUJ (1995).

## Dodatek: wiersz „Pozdrowienia ze Skały!”<sup>11</sup>

Klim Rettub

### Pozdrowienia ze Skały!

***Zamiast streszczenia.** Autor poniższego tekstu to niegdyś nie najgorzej nawet zapoznawający się astronom: początkowo obserwator optyczny, później radiowy, a na koniec kosmolog-teoretyk, który, zdradziwszy prawdziwą naukę, zszedł na manowce popularyzacji tejsze, a ostatnio stoczył się w zdradliwe bagno literatury satyrycznej<sup>12</sup>. Znużony zaściankową i pozbawioną wszelkiej fantazji atmosferą stolicy, odwiedził incognito Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego „Fort Skała”, gdzie studiował przed laty. Nie rozpoznany przez nikogo dokonał licznych spostrzeżeń w tym – liczącym ponad dwieście już lat – wiodącym centrum światowej astronomii. Dogłębnie wzruszony, przepętniony niekłamany podziwem oraz zainspirowany tym, co tam ujrzał, spisał na gorąco swoje wrażenia w postaci poematu i przed odlotem z Krakowa złożył je na łapy<sup>13</sup> Redaktora Naczelnego „Acta Brutusica”. (Red.)*

**Słowa kluczowe:** Banachiewicz, Brancewicz, Einstein, Heller, Homer, Duch Kopernika, Kubisz, Kułak, Machalski, Mietelski, Ostrowski, Ryś, Soida, Szydłowski, Urbanik, Woszczyzna, Zięba

**Dodatkowe słowa kluczowe:** Niebo, Słońce, Księżyc, Gwiazdy, Meteoryty, Galaktyka

#### 1.

Pozdrowienia ze Skały!  
Radioteleskop „Mały”  
przepięknie odnowiony  
i unowocześniony.  
SŁOŃCE tam mocniej świeci,  
promieniowanie leci,  
a fachowców brygada  
łapie je, po czym bada.  
Widać wesołe gęby  
chłopców doktora ZIEBY;  
tu z każdym dniem goręcej,

takich nam trzeba więcej!  
Jakie to teraz śliczne:  
całe automatyczne.  
Problem tylko z anteną,  
lecz i ją wkrótce zmienia.  
(Prawda jednak jest taka:  
Bez ANDRZEJA KUŁAKA  
oraz JURKA KUBISZA  
nikt by o tym nie słyszał,  
bo tu trza znać tajniki  
wyższej elektroniki.)

---

<sup>11</sup> © Acta Brutusica, tom 3, kwiecień 1993

<sup>12</sup> Na szczęście, po latach – lepiej późno, niż wcale – wreszcie się ustatkował i zajął solidną matematyką, a konkretnie szacowną teorią liczb (przypis po ponad ćwierć wieku, 2021 r.).

<sup>13</sup> Co do słowa „łapy”, tytułem wyjaśnienia dla młodszych Czytelników. Redaktorem naczelnym „Acta Brutusica” była dorodna czarna kotka rasy *Maine Coon* o paradoksalnym imieniu Brutus (1981-1997), ponieważ, z uwagi na rozmiary, przez długi czas uchodziła za kocura, a potem nikomu już nie chciało się zmieniać imienia. Brutus uratowała Obserwatorium od plagi myszy, które bezkarnie szalały po korytarzach śmiejąc się z pułapek oraz z wyłożonej trutki.

**2.**

Cóż tam jeszcze nowego  
i uwagi godnego?  
Doktora URBANIKA  
Komisja Kwalifika-  
cyjna oraz Centralna,  
tajna i dość brutalna,  
uznała (nie bez racji)  
godnym habilitacji!  
Wywołał podziw szczerzy –  
przy okazji kariery,  
w sposób nie byle jaki  
odważnie przetarł szlaki:  
dla WOSZCZYNY ANDRZEJA,  
w którym nasza nadzieja,  
dla pana OSTROWSKIEGO  
i Mistrza SZYDŁOWSKIEGO,  
i pewnie niejednego  
odwiecznego doktora,  
o wiedzy profesora,  
manierach dyktatora,  
ambicjach dyrektora,  
a prezencji – rektora.

**3.**

Zmian więcej niż przed rokiem,  
widać je gołym okiem.  
Wszystko się tu opiera  
na szybkich komputerach.  
Lecz nikt nie liczy dzisiaj  
(z wyjątkiem STASIA RYSIA)  
żadnych teoretycznych,  
tym bardziej numerycznych,  
modeli czy teorii;  
to już kwestia historii.  
Wszyscy chodzą przejęci,  
radośni, uśmiechnięci,  
bowiem e-mail dostali,  
albo właśnie wysłali:  
do Rzymu i Florencji  
*à propos* konferencji,  
od naszych z Kostaryki  
trzy zdjęcia GALAKTYKI,  
radiowe mapy NIEBA  
gdyż taka jest potrzeba  
i książka bardzo fajna  
o teorii EINSTEINA,  
rozmaita życzenia  
pisane od niechcienia,  
sześćset preprintów świeżych,

których nikt jak należy  
nie przejrzy z braku czasu,  
tu plotki z Hondurasu,  
tam – wiadomość z Wieliczki  
w sprawie jakiejś zaliczki,  
mail do Pcimia, do Mławy  
a nawet do... Warszawy!

**4.**

Wszystko to szybko dojdzie  
dzięki MAŃKOWI SOIDZIE:  
zdolny, wielce uczony,  
ekspert niezastąpiony!  
Okno na świat otwiera  
z pomocą komputera,  
zna subtelności kabli  
poplątanych jak diabli,  
pcha bity do modemu  
nie widząc w tym problemu,  
a kiedy KSIEŻYC świeci  
ściąga obrazki z sieci  
(ubogo dość odziane),  
więc chadza spać nad ranem.

**5.**

Jakże się świat ten zmienia!  
Ach, nie do pomysłenia  
w czasach BANACHIEWICZA,  
kiedy każdy obliczał,  
rachował na trzy zmiany  
olbrzymie krakowiany,  
do dziś nie wiedząc – po co?  
W kopule ciemną nocą  
siedział i w GWIAZDY zerkał,  
polerował lusterka,  
lub buty dyrektora,  
gdy przyszła jego pora...  
Nie dbając o zaszczyty  
zbierał METEORYTY  
po okolicznych polach,  
bo taka szefa wola.

**6.**

Wypominać niemiło,  
Lecz podobno tak było.  
Spytaj, młody kolego,  
doktora MIETELSKIEGO,  
BRANCEWICZA HENRYKA,  
albo wręcz URBANIKA,  
który – choć jest docentem –

na pospólstwo ze wstrętem  
nie patrzy, choć już może.  
Owszem, o każdej porze  
szybko pamięć odświeży,  
i przedstawi młodzieży  
swe przygody straszliwe,  
jednak wszystkie prawdziwe.

**7.**

Kiedy MAREK wspomina,  
to krew się w żyłach ścina,  
dreszczy przechodzi mrowie,  
włosy stają na głowie,  
bierze jasna cholera,  
a w gardle głos zamiera,  
zęby dzwonią jak w febrze  
i robi się niedobrze,  
człowiek się cały trzęsie,  
dostaje skórki gęsiej,  
serce jak głupie skacze.  
– Tak, tak... było inaczej.

**8.**

A dzisiaj? – sprawa prosta:  
sympozja, granty, forsa,  
publikacje, etaty  
i, oczywiście, cytaty,  
wreszcie różne układy,  
na które nie ma rady.  
Trzeba podjąć badania,  
wysyłać sprawozdania  
i mieć kontakty liczne  
(najlepiej zagraniczne).

**9.**

No i głównie dlatego  
tak cenimy JERZEGO  
MACHALSKIEGO juniora:

młodego profesora  
nadzwyczajnego. Właśnie:  
GWIAZDA jego nie gaśnie  
na Polu Wielkich Badań.  
A zresztą, co tu gadać,  
(w tym miejscu szmer zgorszenia,  
wzrok pełen oburzenia  
oczyma duszy czuję,  
ale się nie przejmuję);  
otóż, powiedzieć trzeba:  
nauka o prawach NIEBA –  
co mówię! – wiedza cała  
nigdy by nie powstała  
gdyby nie wkład wspaniały  
astronomów ze Skały.  
Bo wszystko tu przenika  
wielki DUCH KOPERNIKA.  
Jemu to poświęcona  
jest sentencja złocona,  
co nad bramą króluje  
(choć pewnych denerwuje):  
„W Toruniu się urodził,  
w Krakowie do szkół chodził  
i choć gdzieś miał Warszawę,  
to jednak zdobył sławę  
w kraju i na obczyźnie”.

**10.**

Lecz o tym kiedy indziej.  
Tylko pióro HELLERA  
razem z lutnią HOMERA  
wierny by obraz dały  
pięknego Fortu Skały.  
Ja nie chcę przeinaczyć  
niczego, com zobaczył.  
Jedno więc tylko powiem:  
– To się nie mieści w głowie!



# Arecibo in memoriam

## Marek Jamrozy

Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

We wtorek, 1 grudnia 2020 r., w Obserwatorium Arecibo znajdującym się na wyspie Portoryko (będącą terytorium zorganizowanym, nieinkorporowanym Stanów Zjednoczonych) zawałił się 305-metrowy radioteleskop. Służył on astronomii i badaniom atmosferycznym przez 57 lat. Do 2016 r. był największym tego typu instrumentem na świecie. Zarządzaniem Obserwatorium z ramienia amerykańskiej National Science Foundation zajmował się ostatnio University of Central Florida. Instrument mógł pracować w dwóch trybach: odbiorczym (biernym) jako radioteleskop służący do badania promieniowania radiowego, pochodzącego z obiektów astronomicznych oraz nadawczo-odbiorczym, jako radar do badania górnych warstw atmosfery Ziemi oraz bliskich ciał Układu Słonecznego.



Radioteleskop w Arecibo z lotu ptaka. W centralnej części ponad czaszą widoczna platforma, podtrzymywana na linach wspartych na trzech pylonach. (*Courtesy of the Arecibo Observatory, a U.S. National Science Foundation facility*)

Karaibską wyspę, na której w jej środkowej części ulokowano giganta (lokalizacja: szerokość geogr.  $18^{\circ}20'39''.3$  N, dł. geogr.  $66^{\circ}45'09''.7$  W) rokrocznie, od czerwca do listopada, nawiedzają porywiste (o typowej prędkości 200 km/h) huragany. Bardziej gwałtowne występują stosunkowo rzadko. Najsilniejszy, bo piątej kategorii (w skali Saffira-Simpsona), zdarzył się w latach 30-tych XX wieku. Po przejściu huraganu na wyspie zwykle występują przejściowe, kilkudniowe problemy z elektrycznością. W naszym stuleciu, 20 września 2017 r. wyspę nawiedził wyjątkowo niebezpieczny huragan „Maria”, który spowodował 2975 ofiar śmiertelnych. Był to najwyższej kategorii i najsilniejszy huragan na Oceanie Atlantyckim od 2007 r. Tuż przed nadejściem katastrofy, z Portoryko ewakuowano ponad 200 tysięcy osób. „Maria” uderzyła z prędkością 240 km/h, zrywała linie telefoniczne, elektryczne i dachy, w powietrzu latały wyrwane z korzeniami drzewa. Wyspa została odcięta od prądu na kilka miesięcy. Destrukcyjna „Maria” i inne mniej porywiste huragany systematycznie nadwyręzały radioteleskop, co objawiło się w sierpniu 2020 r., kiedy to zerwała się pierwsza stalowa lina, podtrzymująca w ognisku pierwotnym platformę z odbiornikami. Lina upadając na nieruchomą czaszę (będącą wycinkiem sfery) zniszczyła część jej poszycia odbijającego fale radiowe. Po trzech miesiącach podjęto decyzję o zamknięciu placówki i rozbiórce teleskopu. Jednak instrument „postanowił sam się unicestwić” – pękły kolejne nadwyrężone liny, które spadły na czaszę wraz z całą 900-tonową platformą. Na szczęście w katastrofie nie poniósł szkody żaden pracownik Obserwatorium Arecibo.

Podobna katastrofa, nieco mniejszego, o rok starszego od tego w Arecibo, 91-metrowego amerykańskiego radioteleskopu w Green Bank, miała miejsce także we wtorek, 15 listopada 1988 r. W jego miejscu pod koniec zeszłego wieku stanął nowy, największy na świecie 101-metrowy, w pełni sterowalny radioteleskop – Robert C. Byrd Green Bank Telescope.

Dziś rodzi się pytanie: czy i tym razem Amerykanom uda się odbudować instrument użytkowany przez dziesięciolecia w Arecibo? Mam wątpliwości.

Na czym polegała wyjątkowość teleskopu z wyspy Portoryko? Jego duże rozmiary (średnica równa 305 m), a przez to duża powierzchnia „zbierająca” fale radiowe, pozwalała na uzyskanie dużej czułości, czyli zdolności dostrzegania bardzo słabych obiektów radiowych. Ponadto, większe anteny posiadają większą zdolność rozdzielczą, czyli możliwość rozróżniania na niebie położonych blisko siebie obiektów. Na świecie istnieją obecnie tylko dwie, w pełni sterowalne czasze o średnicy 100 m:

w Effelsbergu (Niemcy) i w Green Bank (USA). W 2016 r. w Chinach oddano do użytku nieruchomą, podobną do tej z Arecibo, jednak większą bo 500-metrową czaszę radioteleskopu FAST (skrót od ang. Five-hundred-meter Aperture Spherical Telescope).

Usytuowanie radioteleskopu Arecibo w pobliżu ziemskiego równika dawało lepszą możliwość obserwacji planet i innych drobnych ciał Układu Słonecznego. Nie bez znaczenia była też lokalizacja w miejscu względnie „cichym” radiowo, tzn. wolnym od zakłóceń elektromagnetycznych generowanych przez ludzi.

Katastrofa „kolosa z Arecibo” bardzo głośno odbiła się w mediach. Również polskojęzyczne portale pełne były informacji o tym wydarzeniu, np. w portalu „Uranii” pisali o nim Krzysztof Czart i Elżbieta Kuliowska (<https://www.uranian.edu.pl/wiadomosci/radioteleskop-arecibo-zostal-uszkodzony>; <https://www.uranian.edu.pl/wiadomosci/slynnny-radioteleskop-arecibo-przechodzi-do-historii>). Szkoda tylko, że impulsem do chwilowego propagowania astronomii w mass mediach było unicestwienie tak wspaniałego instrumentu. Katastrofa zawsze jest spektakularna, o powolnej rozbiórce radioteleskopu nikt by nie informował.

Jak już wcześniej wspomniałem zakres obserwacji naukowych prowadzonych w Arecibo dotyczył badań atmosferycznych, planetarnych i astrofizycznych. Niżej wymieniam najważniejsze, moim zdaniem, dokonania w dziedzinie astronomii.

Działaniem, które przyniosło Arecibo największą sławę, było badanie pulsarów. W 1968 r. E. Salpeter i R. Lovelace przy pomocy radioteleskopu w Arecibo zarejestrowali sygnał radiowy z pulsara w centrum Mgławicy Krab, wysyłającego regularne pulsy co 33 milisekundy [1, 2]. Był to dowód na to, że pulsary wirują szybciej niż białe karły. Odkrycie to potwierdziło także hipotezę, że pulsary są w rzeczywistości szybko wirującymi gwiazdami neutronowymi. W 1982 r. w Arecibo odkryto pulsar, PSR B1937+21 [3], który wysyła sygnały co  $\sim 1.558$  milisekundy (czyli gwiazda neutronowa wykonuje 642 obroty na sekundę!), deklasując tym samym wcześniej opisywaną gwiazdę neutronową w Mgławicy Krab. To odkrycie było zagadkowe, ponieważ wiadano, że PSR B1937+21 jest starszy od pulsara znajdującego się w centrum Mgławicy Krab. Z drugiej strony, astronomowie posiadali już wtedy wiedzę, że pulsary rotują wolniej wraz z wiekiem. Dzięki temu odkryciu badacze uświadomili sobie jednak, że pulsary mogą zwiększać prędkość rotacji kosztem przejmowanej materii z gwiazdy towarzyszącej.

Fale grawitacyjne w sposób bezpośredni zostały po raz pierwszy zdetektowane w 2015 r., ale astronomowie dostrzegli pierwsze pośrednie dowody ich istnienia kilka dekad wcześniej. Dowody te pochodzą z obserwacji pulsara PSR B1913+16 stowarzyszonego z sąsiednią gwiazdą. Po raz pierwszy obiekt ten został zaobserwowany przez Arecibo w 1974 r. [4]. Śledząc czas nadejścia impulsów radiowych z tego pulsara przez kilka lat (czyli prowadząc tzw. timing pulsara), astronomowie byli w stanie wyznaczyć jego orbitę i stwierdzić, że PSR B1913+16 i jego „towarzyszka” systematycznie zbliżają się do siebie. By spełnić zasady zachowania, układ ten powinien pozbywać się energii w tempie, jakie jest przewidziane dla generowania fal grawitacyjnych [5]. W 1993 r. Russell A. Hulse i Joseph H. Taylor Jr. „za odkrycie nowego typu pulsarów, które otworzyło nowe możliwości badania grawitacji” otrzymali Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki. Inny monitorowany przez Arecibo pulsar PSR J1913+1102 jest również układem podwójnym o pięciogodzinnym okresie orbitalnym i separacji składników rzędu 1.8 promieni Słońca. Przewiduje się, że dwie gwiazdy neutronowe tworzące ten ciasny układ zleją się za ok. 470 milionów lat, co spowoduje impulsową emisję fal grawitacyjnych [6].

Innym ważnym osiągnięciem dokonanym w Arecibo, zasługującym moim zdaniem na Nobla, jest odkrycie pierwszej planety orbitującej wokół gwiazdy innej niż Słońce. Gwiazdą tą jest milisekundowy pulsar PSR B1257+12 [7]. Niewielkie odchyłki w czasie nadejścia kolejnych impulsów radiowych wskazywały, że pulsar nie jest nieruchomy, lecz porusza się wokół środka masy determinowanego przez niego samego i trzy niewidoczne małowasywne obiekty – planety [8]. Od tego czasu zidentyfikowano tysiące planet krążących wokół różnych gwiazd, lecz pionierskie odkrycie Wolszczana i Fraila było wielkim osiągnięciem naukowym, które przyczyniło się również do przełamania „psychologicznych” barier, trapiących astronomów poszukujących egzoplanet. Żal, że wspomniani naukowcy nie zostali jeszcze uhonorowani Nagrodą Nobla.

Niezwykle ciekawe były także prowadzone w Arecibo badania bliskich ciał Układu Słonecznego. W 1965 r. pomiary radarowe wykazały [9], że Merkury obraca się wokół własnej osi raz na 59, a nie jak sądzono wcześniej 88 dni. Pozwoliło to wyjaśnić istniejącą sprzeczność dotyczącą temperatury planety. Gdyby Merkury obracał się wokół własnej osi raz na 88 dni, jedna strona planety zawsze byłaby zwrócona w stronę Słońca, które planeta okrąża właśnie w ciągu 88 dni. W rezultacie jedna strona Merkurego powinna być znacznie gorętsza niż druga. Rotacja trwająca

tylko 59 dni lepiej wyjaśnia obserwacje, które świadczą o równomiernym rozłożeniu temperatury na całej jego powierzchni.

Badanie powierzchni Wenus, zasłoniętej grubą warstwą chmur, jest możliwe głównie przy pomocy radarów. W latach 70-tych zeszłego wieku dzięki obserwacjom radarowym Arecibo uzyskano pierwsze wielkoskalowe mapy powierzchni Wenus (np. [10-13]). Obrazy radarowe grzbietów i dolin ujawniły dowody na burzliwą zamierzchlą aktywność tektoniczną i wulkaniczną planety.

Wracając jeszcze do Merkurego. Obserwacje radarowe z początku lat 90-tych XX wieku ujawniły obecność lodu w zacienionych kraterach na biegunach planety [14-16]. W 2012 r. sonda MESSENGER potwierdziła obserwacje Arecibo. Znalezienie lodu na Merkurym wywołało pytanie: czy lód może istnieć również w innych miejscach Układu Słonecznego, np. w zacienionych kraterach na Księżycu? Pozytywną odpowiedź na nie dały badania sond kosmicznych oraz samolotu-laboratorium SOFIA.

Ponadto, w Arecibo zbadano cechy wielu planetoid, których tory przebiegają w pobliżu Ziemi. W 1989 r. radioteleskop stworzył obraz radarowy 1.4-kilometrowej, „niebezpiecznej” dla Ziemi, asteroidy 4769 Castalia [17]. Castalia jest pierwszą odkrytą podwójną asteroidą. Od tego czasu teleskop w Arecibo obrazował wiele podwójnych, a nawet potrójnych asteroid. Zrozumienie natury i ruchu asteroid bliskich Ziemi pomaga określić, które z nich mogą stanowić zagrożenie. Obserwacje radarowe z dużą zdolnością rozdzielczą mogą wyznaczyć rozmiar, kształt, rotację i orbitę asteroid znacznie dokładniej, niż można oszacować te parametry przy użyciu teleskopów optycznych.

Spektakularne wydarzenie miało miejsce w Obserwatorium Arecibo w listopadzie 1974 r. Za sprawą Franka Drakea i Carla Sagana antena w Arecibo wyemitowała pierwszą wiadomość radiową przeznaczoną dla „obcej cywilizacji” (The Staff at the National Astronomy and Ionosphere Center 1975, [18]). Ta słynna audycja była najsilniejszym sygnałem radiowym ( $3 \times 10^{12}$  W), jaki kiedykolwiek wysłano z Ziemi. Była nadana na częstotliwości 2380 MHz w kierunku gromady kulistej M13, oddalonej od Ziemi o ok. 25 tys. lat świetlnych. 1679 bitów informacji zawierało podstawowe informacje o ludzkości.

Niektóre z odkryć dokonanych w Arecibo nadal czekają na rozwiązanie. Krótkotrwałe błyski radiowe (ang. fast radio burst, FRB) to silne impulsy radiowe o nieznanym pochodzeniu – największa zagadka współczesnej radioastronomii. Odkrycie pierwszego FRB miało miejsce w Australii w 2007 r. Do roku 2012 astronomowie uważali, że dziwne błyski

są jednorazowymi zjawiskami. Dopiero badając dane, które zebrał radioteleskop Arecibo zauważono, że jeden z obiektów – FRB121102, który miał wyjaśnienie w 2012 r. „odezwał się” ponownie w 2015 r. [19]. Znalezienie powtarzającego się FRB wykluczyło możliwość, że błyski te były generowane przez jednorazowe kataklizmiczne wydarzenia, takie jak, np. zderzenia gwiazd. Ponadto astronomowie byli niedawno w stanie zidentyfikować galaktykę karłowatą, oddaloną od nas o około 2.5 miliarda lat świetlnych, w której rezyduje FRB121102. Potwierdzono tym samym hipotezę zakładającą, że FRBursty mają pochodzenie kosmologiczne.

W archiwach danych, które zebrał radioteleskop z Arecibo znajduje się wciąż wiele informacji oczekujących na właściwą ich analizę. Jeszcze przez wiele lat będziemy świadkami nowych odkryć nieistniejącego już teleskopu. Jednak nawet najwyższej klasy instrument badawczy, bez obsługujących go inteligentnych, pomysłowych i oddanych pracowników naukowych i technicznych, jest niewiele wart. Miejmy nadzieję, że wiedza i umiejętności, które nabyli pracownicy Obserwatorium w Arecibo, zostaną mądrze wykorzystane w innych projektach i instytucjach badawczych.

## Literatura

- [1] Comella J. M., Craft H. D., Lovelace R. V. E. i in., 1969, *Nature*, 221, 453
- [2] Lovelace R. V. E., Sutton J. M., Salpeter E. E., 1996, *Nature*, 222, 231
- [3] Backer D. C., Kulkarni S. R., Heiles C. i in., 1982, *Nature*, 300, 615
- [4] Hulse R. A., Taylor J. H., 1975, *ApJ*, 195L, 51
- [5] Taylor J. H., Fowler L. A., McCulloch P. M., 1979, *Nature*, 277, 437
- [6] Ferdman R. D., Freire P. C. C., Perera B. B. P. i in., 2020, *Nature*, 583, 211
- [7] Wolszczan A., Frail D. A., 1992, *Nature*, 355, 145
- [8] Wolszczan A., 1994, *Science*, 264, 538
- [9] Pettengill G. H., Dyce R. B., 1965, *Nature*, 206, 1240
- [10] Goldstein R. M., Gree, R. R., Rumsey H. C., 1976, *J. Geophys. Res.*, 81, 4807
- [11] Goldstein R. M., Green R. R., Rumsey H. C., 1978, *Icarus*, 36, 334
- [12] Campbell D. B., Dyce R. B., Pettengill G. H., 1976, *Science*, 193, 1123
- [13] Campbell D. B., Burns B. A., Boriakoff V., 1979, *Science*, 204, 1424
- [14] Slade M. A., Butler B. J., Muhleman D. O., 1992, *Science*, 258, 635
- [15] Harmon J. K., Slade M. A., 1992, *Science*, 258, 640
- [16] Butler B. J., Muhleman D. O., Slade M. A., 1993, *J. Geophys. Res.*, 98, 15003
- [17] Ostro S. J., Chandler J. F., Hine A. A. i in., 1990, *Science*, 248, 1523
- [18] The Staff at the Nat. Astronomy and Ionosphere Center, 1975, *Icarus*, 26, 462
- [19] Spitler L. G., Scholz P., Hessels J. W. T. i in, 2016, *Nature*, 531, 202

# Kronika AN – 2020

## Bogdan Wszolek i Agata Kołodziejczyk

Obserwatorium Astronomiczne Królowej Jadwigi w Rzepienniku Biskupim  
Astronomia Nova

### Prof. Bernard Foing became a new member of AN



Prof. Bernard Foing, the outstanding European specialist in astrophysics and astronautics, joined the AN Association in 2020, as well as becoming an honorary staff member of the Queen Jadwiga Astronomical Observatory in Rzepiennik Biskupi. He is executive director of ILEWGW (International Lunar Exploration Working Group), manager of EuroMoonMars programme. Guest professor at VU Amsterdam/Leiden Observatory. He is vice-chair of COSPAR Commission B (Moon, planets and small bodies) and PEX Exploration panel, chair of IAF ITACCUS committee on Socio-Cultural Utilisation of Space, and member of IAF committees (Astronomy, space habitats, exploration, traffic management), and full member of IAA since 2010. Former President of ESTEC staff committee (2012-2017), and former Chief scientist ESA ESTEC (2002-2018). He has worked at ESA Space Science Department at ESTEC (1989-2020), as visiting scientist, staff scientist, study scientist (SIMURIS, MORO lunar orbiter, EuroMoon lander), Research Unit Coordinator, Project scientist of SMART-1 (first European mission to the Moon, launched

in 2003), Head of Research Division, and Chief scientist. He has been active at ILEWG as president (1998-2000), from the start of MoonVillage discussions. He has been Co-Investigator of space projects such as SOHO, XMM, BIOPAN, SMART-1, Mars Express, COROT, ISS/Expose. He has published over 650 articles, including 225 refereed papers, in lunar and planetary exploration, solar/stellar physics, complex organics in space, astrobiology, instrumentation. He edited 16 books and organized over 75 international conferences and symposia. His most cited papers include the discovery of fullerene C<sub>60</sub>+ and diffuse bands in space, CoRoT-7b: the first super-Earth with measured radius, Tropical glaciation on Mars, multisite continuous spectroscopy of stars.

Born in France, he was admitted at Ecole Normale Supérieure of Education & Technology, and became Professor Agrégé of Physical sciences. He obtained a PhD on Astrophysics and Space Techniques using a sounding rocket ultraviolet camera experiment at CNRS, with research stays in the US (Lockheed, SacPeak, Boulder, Harvard). He worked for 3 years in Chile as astronomer for ESO European Southern Observatory, the French embassy, and as Professor of Astrophysics. Permanent researcher at CNRS Institut d'Astrophysique Spatiale, he obtained his Habilitation for direction of research in 1990. More details: <https://scholar.google.com/citations?user=fTVp0kAAAAJ&hl=en> [https://en.wikipedia.org/wiki/Bernard\\_Foing](https://en.wikipedia.org/wiki/Bernard_Foing)

## **Dr Roxana Perrier – a new member of AN**



In 2020 Roxana Perrier became a new member of AN. She obtained her PhD in Chemistry in 2009 and she felt in love with Space just after. While working as a scientific explainer at the Cité de l'Espace Toulouse



(2013-2018), she was presenting the telescopes for observations of the Sun, planets and stars, and also in the Planetarium describing the night sky. In 2016, she started to give lectures about astronautics history at IPSA (Institut Polytechnique des Sciences Avancées) Toulouse, and in 2020 she got a permanent position there, as a space sciences and physics teacher. In the meantime, she worked (2018-2019) in the organizing team for an Air and Space Festival called Big Bang Festival (near Bordeaux) where she mainly presented and organized all the conferences that celebrated the 50 years of the first step on the Moon. Today she is managing a part of the student's space projects and mainly organizes lectures and space related activities for IPSA engineering school, besides her full-time activities as academic teacher.

## Dzień kosmonautyki

12 kwietnia, w dzień upamiętniający kosmiczny lot Jurija Gagarina, członkowie AN włączyli się w obchody Międzynarodowego Dnia Kosmonautyki organizowanego przez Moskiewskie Muzeum Kosmonautyki. Ideą przedsięwzięcia było upamiętnienie historycznej chwili poprzez



przedstawienie życiorysu Gagarina w wielu językach świata oraz zorganizowanie akcji społecznościowej „Uśmiech Jurija”. Zdarzenie miało miejsce na portalu facebookowym, aby praktycznie każdy na świecie miał możliwość w nim uczestniczyć. Okolicznościowa prezentacja multimedia dla polskojęzycznych internautów w ich ojczystym języku została udostępniona przez Agatę Kołodziejczyk i Mateusza Harasymczuka.

## OMSA

W dniach 4-6 czerwca Agata Kołodziejczyk włączyła się w organizację XLVI Ogólnopolskiego Młodzieżowego Seminarium Astronomicznego w Grudziądzu. Była ona członkiem jury konkursu oraz wygłosiła wykład inauguracyjny pt. „Kosmos w praktyce”. Jeden z wyróżnionych zespołów młodzieżowych, odbędzie w roku 2021 symulację misji księżycowej w habitacie „Wielka Góra” w Rzepienniku Strzyżewskim.

## Misje analogowe

Od 1 lipca do 30 września w habitacie „Wielka Góra” w Rzepienniku Strzyżewskim odbył się cykl dwutygodniowych symulacji misji kosmicznych BRIGHT. Głównym celem projektu było badanie zachowania analogowych astronautów w warunkach izolacji z oświetleniem symulującym światło słoneczne. Załogi analogowych astronautów to polscy studenci: zespół Bright 1 tworzyli: Justyna Pelc, Arkadiusz Kołodziej, Michał Garus, a zespół Bright 2 tworzyli: Aleksandra Wilczyńska, Milena Michalska, Maciej Trzaskowski i Hubert Gross. Każda z załóg spędziła łącznie 6 tygodni w habitacie, odbywając dwie symulacje misji księżycowej i jedną symulację misji marsjańskiej. Prototypy symulatorów światła słonecznego, opracowane częściowo przez Agatę Kołodziejczyk, zostały wyprodukowane i udostępnione przez spółkę Qlab z Katowic, specjalizującą się w technologiach oświetleniowych. Loga misji zaprojektowała Sophia Shen z NASA.



## STRATOS

W dniu 18 lipca z terenu Obserwatorium Astronomicznego Królowej Jadwigi w Rzepienniku Biskupim wystartowała misja stratosferyczna STRATOS. Celem misji była realizacja trzech projektów rozwojowo-badawczych. Student czwartego roku medycyny, Ignacy Górecki, realizował mini-grant studencki, we współpracy z Katedrą Mikrobiologii Lekarskiej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, pt. „Wpływ wa-



runków stratosferycznych na przeżywalność oraz oporność na antybiotyki klinicznie istotnych patogenów bakteryjnych, odpowiedzialnych za zakażenia szpitalne”. Projekt był finansowany z funduszy Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego. Drugi eksperyment dotyczył witaminy D. Jej rozpad pod wpływem promieniowania UV na wysokości 30 km ponad Ziemią jest analizowany w Laboratorium Pierwiastków na Wydziale Farmacji Collegium Medicum w Krakowie. Na pokładzie kapsuły badawczej znalazł się również prototyp systemu stabilizacji obrazu stworzony przez studenta Bartosza Żrebca. W misję zaangażowali się aktywnie: Agata Kołodziejczyk, Mateusz Harasymczuk, Bartosz Żrebiec, Aleksander Kołodziej, Ignacy Górecki, Agnieszka Elwertowska i Bogdan Wszolek.



Start (powyżej) oraz tuż po szczęśliwym lądowaniu kapsuły i jej odnalezieniu. Od lewej: Agnieszka Elwertowska, Bartosz Żrebiec, Agata Kołodziejczyk, Ignacy Górecki, Aleksandra Harasymczuk, Mateusz Harasymczuk.



## Warsztaty raketowe

W dniach 3-7 sierpnia, członkowie AN we współpracy z Polskim Towarzystwem Raketowym (PTR) zorganizowali w Rzepienniku Biskupim profesjonalne warsztaty raketowe. W szkoleniu udział wzięło 12 młodych pasjonatów modelarstwa raketowego. Powstało 13 modeli 1.5-metrowych rakiet, które wzleciały na pułap około 400 m na silnikach typu COMET. Najmłodszy z konstruktorów, Jan Kołodziejczyk, wykonał dwie rakiety. Niezawodnymi instruktorami warsztatów byli, już tradycyjnie, Kacper Zieliński, obecny wiceprezes PTR oraz pracownik spółki Space Forest w Gdyni, oraz Andrzej Chwastek – specjalista chemik z Uniwersytetu Jagiellońskiego. W czasie warsztatów w czasie warsztatów Mikołaj Radkowski wykonał też połączenie z Międzynarodową Stacją Kosmiczną. Więcej o warsztatach w artykule na str. 89 niniejszego tomu i materiale multimedialnym pod linkiem: <https://youtu.be/8QYzvdChDq0>



## Symposium raketowe

8 sierpnia, na przedłużeniu warsztatów raketowych, odbyło się w Obserwatorium Astronomicznym Królowej Jadwigi Mini-Symposium Raketowe. W symposium udział wzięli: Piotr Strzelczyk, Agata Kołodziejczyk, Krzysztof Hucik (prezes PTR), Kacper Zieliński, Andrzej Chwastek, Bogdan Wszolek i wielu członków zrzeszonych w PTR. Spotkanie umocniło zakres współpracy na przyszłe lata. Sześciu wykładowców wygłosiło w sumie 7 wykładów specjalistycznych z tematyki raketowo kosmicznej.



Piotr Strzelczyk



Agata Kołodziejczyk



Marcin Jasiukowicz



Andrzej Chwastek



Krzysztof Hucik



Kacper Zieliński

Wykładowcy Sympozjum Raketowego.



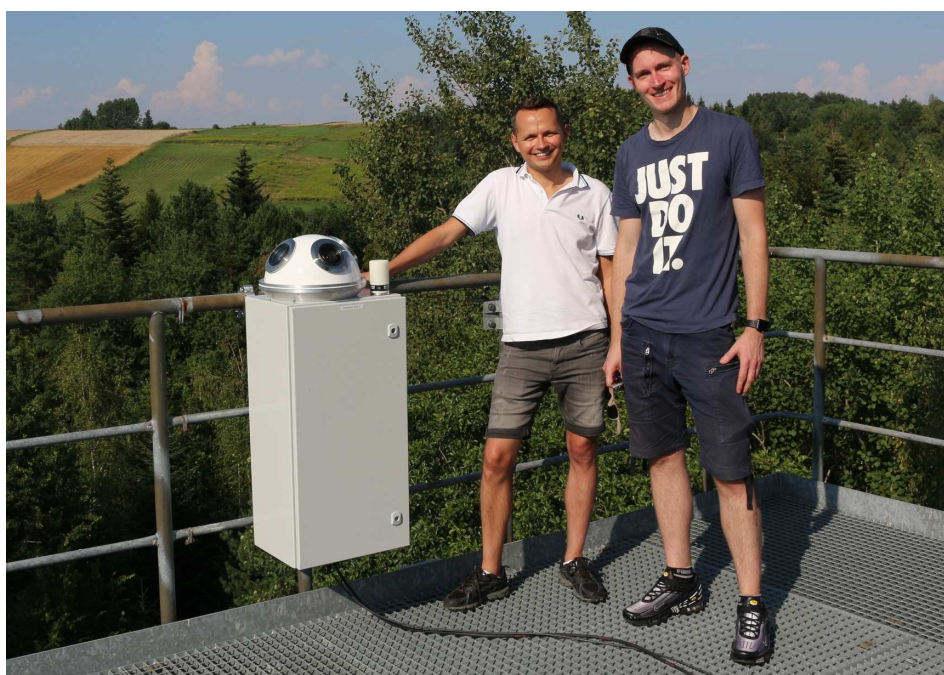
Uczestnicy Sympozjum przy hamowni silników raketowych.

## Ciągły monitoring nieba w OAKJ

W dniu 8 sierpnia na platformie wieży z RFT-5.4 w Obserwatorium Astronomicznym Królowej Jadwigi zainstalowano jedną ze stacji OmniSky. OmniSky to sieć szerokokątnych detektorów o wysokiej czułości



przeznaczona do detekcji deorbitacji satelitów i innych obiektów o rozmiarach większych niż 1 centymetr. Projekt jest realizowany przez firmę Cilium Engineering z Torunia we współpracy z firmą Sybilla Technologies oraz z Centrum Astronomicznym im. Mikołaja Kopernika PAN na podstawie kontraktu z Europejską Agencją Kosmiczną (ESA) w ramach programu Polish Industry Incentive Scheme. Jednym z najważniejszych celów działania systemu jest też weryfikacja istniejących modeli opisujących ilość najdrobniejszych fragmentów krążących obecnie na niskich orbitach. Wiedza taka ma kluczowe znaczenie między innymi dla bezpieczeństwa misji kosmicznych. Długofalowe wykrywanie re-entry pozwoli śledzić rzeczywiste zmiany ilości drobnej materii na orbicie okołoziemskiej jakich spodziewać możemy się w niedalekiej przyszłości wskutek szybkiego rozwoju superkonstelacji satelitarnych czy też potencjalnych kolizji. Pojedyncza stacja OmniSky wyposażona jest w zestaw kamer szerokokątnych o wysokiej czułości monitorujących niebo we wszystkich kierunkach. Urządzenie na bieżąco przesyła dane do serwisu chmurowego, serwis ten analizuje dane w skali całej sieci OmniSky pozwalając na uzyskanie wyników opisujących trajektorię i końcową orbitę obiektu w czasie rzędu pojedynczych minut. W OAKJ zainstalowana jest stacja OSS-3, dwie pozostałe są zainstalowane w Chełmie (OSS-2) i Belsku niedaleko Warszawy (OSS-1). Pod linkiem <http://oajadwiga.pl/arch/1118> można na bieżąco podglądać niebo, a bliższe szczegóły dotyczące projektu OmniSky zawarto w artykule na str. 319 niniejszego tomu.



Stacja OmniSky w OAKJ. Doktorzy, Adam Czyżyk i Stanisław Kozłowski, dumni ze swojego przedsięwzięcia.

## Misja ETERNITY

W dniach 1-8 października odbyła się w habitacie „Wielka Góra” w Rzepienniku Strzyżewskim międzynarodowa analogowa misja księżycowa ETERNITY. Przeprowadzono badania wpływu symulatora światła słonecznego na pracę zmianową osób pozostających w izolacji od światła słonecznego. W misji udział wzięli (z Polski) Michał Garus, Karol Zawisza i Krystian Komenda oraz Karolina Łągiewka z Zambii i Abdul Saleh z Egiptu.



## Misja DESTINY

W dniach 9-14 października, w habitacie „Wielka Góra”, odbyła się międzynarodowa analogowa misja marsjańska DESTINY. Celem misji było wyposażenie habitatu w sprawny system akwaponiki na potrzeby kolejnych załóg i ich projektów studenckich. W misji udział wzięli: Grzegorz Marzec, Przemysław Rudziński, Marek Pawłowski. Była to pierwsza misja w historii polskich analogów, która składała nie wyłącznie z męskiej załogi. Jako komunikator pomiędzy bazą a Centrum Kontroli Misji w Krakowie, wolontaryjnie wziął udział Mina Takla – przedstawiciel Space Generation Advisory Council na Arabską Republikę Egiptu (zdalnie z Egiptu jako CapCom).





## Misje EMMPOL

W dniach 15-31 października do habitatu „Wielka Góra” w Rzepienniku Strzyżewskim przyjechała międzynarodowa drużyna (Francja, Włochy, Holandia, Kanada, Islandia) w celu przeprowadzenia dwóch tygodniowych symulacji misji księżycowych o kryptonimie EMMPOL (EuroMoonMars Poland). Misje organizowane były we współpracy z ILEWG ESA, EuroMoonMars oraz IPSA Toulouse. W misjach udział wzięli: Bernard Foing, Roxana Perrier, Agata Kołodziejczyk, Bogdan Wszolek, Magdalena Wszolek, Hugo Castaing, Quentin Gouault, Roberto Landolina, Amanda Spilkin, Julien Bardin-Codine, Emma Forgues-Mayet, Théo Podolsky, Mikael Clain i Krystian Komenda. Celem misji było zawiązanie długofalowej współpracy międzynarodowej w zakresie prowadzenia edukacyjnych staży o tematyce astronomiczno-astronautycznej oraz odbywania praktyk studenckich w środowisku międzynarodowym. Misje okazały się ogromnym sukcesem, a kolejny cykl misji EMMPOL rozpocznie się w kwietniu 2021 roku. Wielkim wzięciem cieszył się u analogowych astronautów kurs praktycznego wykorzystania *Lunar Vehicle*, którego analog został wyprodukowany przez polską firmę Ursus. Po zaliczonych testach samodzielnego prowadzenia pojazdu po najtrudniejszych zakątkach analogowego Księżyca (szerokie otoczenie OAKJ) kursanci otrzymali certyfikaty treści: „One certifies that ..... got the

driving licence for Lunar Vehicle URSUS C-330. This certificate is valid in the whole Solar System and forever.”



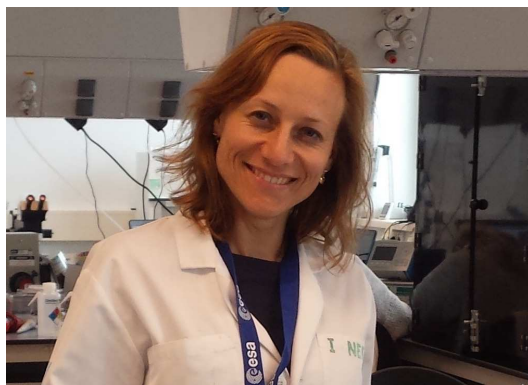
## EuroMoonMars Workshop

21 października, pomiędzy jedną a drugą misją EMMPOL, w Obserwatorium Astronomicznym Królowej Jadwigi (OAKJ) w Rzepienniku Biskupim, odbyły się międzynarodowe warsztaty EuroMoonMars Poland mające na celu zaprezentowanie wstępnych wyników misji EMMPOL1. W warsztatach czynny udział wzięli: prof. Bernard Foing, dr Roxana Perrier, dr Michael Waltemathe (zdalnie), dr hab. Mirosław Krośniak (zdalnie), dr Agata Kołodziejczyk, dr Bogdan Wszolek, Artur Kłosiński – sierż. pchor. lotnictwa w Wojskowej Akademii Technicznej (WAT) oraz członkowie misji EMMPOL1 i EMMPOL2. Po części wykładowej członkowie misji zgłosili chęć wstąpienia do AN i wypełnili wymagane deklaracje. Prof. Bernard Foing dołączył też do *Honorary Staff* Obserwatorium Astronomicznego Królowej Jadwigi. Potem zaprezentowano zasoby biblioteki OAKJ. Na koniec odbyła się integrująca część rozrywkowa.

Sala wykładowa Obserwatorium została pozytywnie przetestowana pod względem przydatności Eurotanecznej! Po więcej szczegółów zapraszamy do lektury artykułu na str. 79 tego tomu.

## Nominacja IAF dla członkini AN

W sierpniu 2020 zatwierdzono powstanie nowego ciała doradczego Międzynarodowej Federacji Astronautycznej (International Astronautical Federation – IAF): Komisji d.s. Kosmicznych Habitatów (Space Habitats Committee). W uznaniu zasług Agaty Kołodziejczyk dla organizacji habitatowych symulacji misji kosmicznych i znaczącego udziału w rozwoju takich aktywności w świecie, w październiku zaproponowano jej funkcję eksperta w nowoutworzonej komisji. Głównym zadaniem Komisji jest udział w promowaniu aktywności związanych z kolonizacją ciał niebieskich. W komisji zasiadają ważne osobistości, między innymi astronauta: Siergiej Krikalow, Jean-Francois Clervoy i Hazza Al Mansouri.



## Habitat „Grań”

Budowa habitatu „Grań” w Rzepienniku Suchym postąpiła naprzód. Cztery kontenery oceaniczne, ułożone w kształt prostokąta, zostały przykryte wspólnym dachem. Wnętrza kontenerów, jak i zadaszona przestrzeń między nimi, stwarzają bogaty potencjał dla przyszłych misji analogowych i eksperymentów naukowych. Doprowadzono energię elektryczną i zainstalowano szambo. Pozostały jeszcze do wykonania prace wykończeniowe wewnątrz, zanim będzie można ulokować tam pierwszych analogowych astronautów.





## Nowiny wydawnicze



Staraniem osób zrzeszonych w AN ukazało się w 2020 łącznie pięć książek. Poza pierwszym tomem AAN, który nie wymaga tutaj rekomendacji, ukazały się: [1] Kazimierz Kordylewski jako człowiek i astronom (red. B. Wszolek i A. Kuźmicz, 200 stron). Publikacja pokonferencyjna, poruszająca rozmaite wątki z życia i działalności astronomicznej i astronautycznej legendarnego krakowskiego Astronoma. W wersji elektronicznej (PDF do darmowego pobrania) znajduje się na stronach AN i OAUJ. W wersji książkowej do nabycia w sklepie internetowym Uranii i/lub u Marka Kordylewskiego pod adresem [mkordylewski@post.harvard.edu](mailto:mkordylewski@post.harvard.edu) [2] Kosmos w praktyce (autor Agata Kołodziejczyk, 54 strony). Praca napisana na podstawie przeprowadzonych przez Autorkę projektów edukacyjnych i symulacji misji kosmicznych w latach 2016-2019. Celem pracy jest upowszechnienie zagadnień współczesnej astronautyki, turystyki kosmicznej i kolonizacji obszarów pozaziemskich. W wersji elektronicznej (PDF do darmowego pobrania) książka znajduje się na stronie [www.astronaut.center](http://www.astronaut.center), a w wersji papierowej u Autorki pod adresem [fichbio@gmail.com](mailto:fichbio@gmail.com) [3] Wprowadzenie do astronautyki (autor Piotr Strzelczyk, 370 stron). Monografia akademicka, wydana przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Rzeszowskiej, wychodząca naprzeciw zapotrzebowaniu społecznemu na wartościowe informacje dotyczące kosmonautyki. Każdy kto interesuje się poważnie kosmosem, sięgnie po lekturę tej

książki i poczuje się z nią śmieiej w podejmowaniu decyzji o własnym włączeniu się w piękną przygodę ludzkości, jaką jest bez wątpienia eksploracja kosmosu. W celu nabycia książki najlepiej kontaktować się z jej Autorem (piotr.ma.strzelczyk@gmail.com). [4] Kosmiczne origami (autorzy Agata i Jan Kołodziejczyk, 74 strony). Książeczka stawia sobie za cel budzenie u czytelnika kreatywnego myślenia, które należy do najszlachetniejszych funkcji ludzkiego ducha, a które tak bardzo przydaje się wszędzie tam, gdzie zaczyna się konkretne działania w zakresie eksploracji kosmosu. Autorzy zapraszają zdolnych i ciekawych świata czytelników, młodszych i starszych, do nabywania sprawności manualnych, w czasach kiedy ubywa w środowisku tradycyjnych sposobów manualnego wyżycia się. A przecież każda manualna sprawność jest sprzężona z tym co, i jak szybko, rozgrywa się w systemie nerwowym. W wersji elektronicznej (PDF do darmowego pobrania) pozycja znajduje się na stronie [www.astronaut.center](http://www.astronaut.center), a w wersji papierowej m.in. pod adresem [fichbio@gmail.com](mailto:fichbio@gmail.com)

## Rozbudowa OAKJ

Postępuje budowa kompleksu astronautycznego przy Obserwatorium Astronomicznym Królowej Jadwigi. Pod przykryciem znajduje się już ok. 350 m<sup>2</sup> powierzchni, która ma w przyszłości posłużyć krzewieniu kultury astronautycznej.



## Nobel 2020 z fizyki

Astronomowie na całym świecie, w tym i zrzeszeni w AN, doświadczyli w minionym roku satysfakcji, że Komisja Noblowska po raz kolejny

doceniła i uhonorowała osiągnięcia astronomiczne. Z natury rzeczy, Nagrody Nobla trafiają do nielicznych i przy typowaniu nie zawsze decydują obiektywne i do końca sprawiedliwe kryteria. Jednakowoż, przyznanie nagrody konkretnemu uczonemu tak naprawdę daje również wielką satysfakcję, i motywację do dalszej aktywności naukowej, wszystkim uczonym na świecie zaangażowanym w badania z nagradzanego zakresu. Gratulujemy zatem trójce zeszłorocznych laureatów oraz szerokiej rzeszy uczonych, również polskich, którym marzy się lepsze zrozumienie fenomenu grawitacji. Więcej w artykułach na stronach 121 i 125 niniejszego tomu.



Roger Penrose



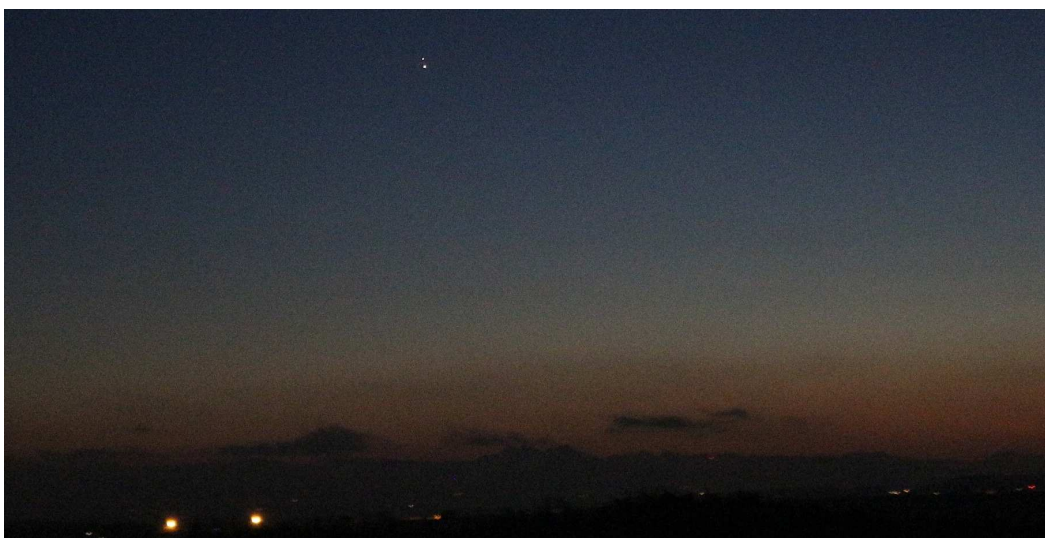
Andrea Ghez



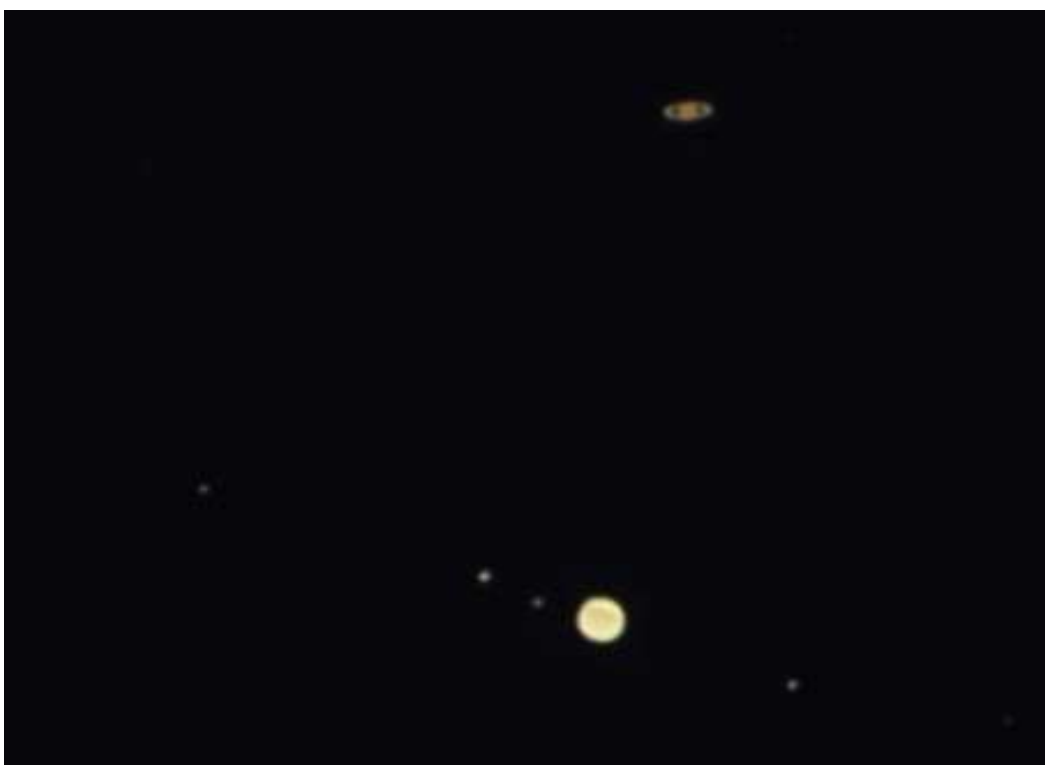
Reinhard Genzel

### Gwiazda „Tatrzańska”

20 grudnia wieczorem niebo w Rzepienniku się rozchmurzyło i dało się obserwować ciasną koniunkcję Saturna z Jowiszem. Warunki obserwacji były idealne, choć można było przemarznąć do kości. Lokalni członkowie i sympatycy AN zebrali się wieczorem na odsłoniętej grani w Rzepienniku Suchym i podziwiali unikalne zjawisko na niebie, zarówno gołym okiem jak i przy pomocy lunety. Że przez kilka lat, w okresie około Bożonarodzeniowym, wyświetlałem (BW) widzom w częstochowskim planetarium seans „Tajemnica Gwiazdy Betlejemskiej”, w którym jego autorzy sugerowali, że gwiazda prowadząca mędrców do Dzieciątka Jezus to była najprawdopodobniej koniunkcja Saturna z Jowiszem, tym głębiej przeżywałem (BW) niebiańską zjawę! Na początku, z miejsca obserwacji, widać było tę parę jasnych planet idealnie nad wieżą kościelną w Turzy. Z czasem „gwiazda” przesuwiała się w prawo nad Turzą, a na dalszym planie nad Tatrami, by ostatecznie zająć gdzieś w Tatrach Zachodnich. Chłostani lodowatym wiatrem, ale świadomi, że nigdy więcej już nie doświadczymy tego zjawiska, z żalem i leniwie zwinęliśmy się ku rozgrzewającej herbacie.



Koniunkcja Saturna z Jowiszem sfotografowana 20.12.2020 w Rzepienniku Suchym. (fot. B. Wszolek)



Koniunkcja Saturna z Jowiszem oglądana przez lunetę (21 grudnia 2020, g. 16:45 CSE). (fot. K. Gut)

## **Ars Astronomica**

Na X międzynarodowy konkurs „Ars Astronomica” wpłynęło w sumie 272 prace z 50 szkół, z 3 kontynentów. Organizacją konkursu, podobnie



jak rok wcześniej, zajął się Marek Nowak, członek AN oraz pracownik częstochowskiego planetarium. Jury w składzie: Marek Nowak (przewodniczący), Małgorzata Darocha, Eliza Kałafut, Ewa Powroźnik, Mariusz Chrząstek i Halina Osadnik w dniu 25.11.2020 r. dokonało podziału prac plastycznych i fotograficznych ze względu na wiek autorów i przyznało nagrody w ośmiu kategoriach. Nagrodzono w sumie 59 prac. Nagrody zostały ufundowane przez: Uniwersytet Jana Długosza w Częstochowie, Starostwo Powiatowe w Częstochowie, Szkołę Podstawową nr 1 w Częstochowie, Kazimierza Błaszczaka oraz Marka Nowaka. Współorganizatorami X konkursu „Ars Astronomica” było planetarium częstochowskie oraz Szkoła Podstawowa nr 1 w Częstochowie.

### **Astrozagadka rozwiązana**

W pierwszym tomie AAN na stronie 94 umieściliśmy fotograficzną astrozagadkę z zachętą do jej rozwiązania i zgłoszenia tego faktu do Redakcji. Ku zaskoczeniu autora zagadki (BW), rozwiązanie (tylko jedno) nadeszło z najmniej oczekiwanego kierunku – od Agaty Kołodziejczyk, która na pierwszy rzut oka rozpoznała na zdjęciu charakterystyczny układ gwiazd, a reszta to już niby zwykła formalność – niby, bo jak zeznaje w swoim raporcie największą dla niej trudnością było określenie współrzędnych środka fotografii. Wiele się przy okazji nauczyła i dało jej to ogromną satysfakcję. Zeznała nadto optymistycznie, że podobne ćwiczenia musi uwzględnić w programie szkolenia swoich analogowych astronautów. W niniejszym tomie również umieszczamy astrozagadkę na stronie 116.

### **Towarzystwo Astrobiologiczne**

W 2020 roku, z inicjatywy polskich naukowców zajmujących się zagadnieniami związanymi z astrobiologią, zawiązało się Polskie Towarzystwo Astrobiologiczne. Jego celem jest popieranie i inicjowanie aktywności pozwalających na rozwój astrobiologii i nauk pokrewnych, a także integracja środowiska naukowego zainteresowanego tematyką astrobiologii. Bliższe informacje na stronie: <https://astrobio.pl/>.



Uczestnicy EuroMoonMars Workshop. Od lewej: dr Roxana Perrier, dr Agata Kołodziejczyk, Mikael Clain, Théo Podolsky, Quentin Gouault, Julien Bardin-Codine, Hugo Castaing, Emma Forgues-Mayet, Amanda Spilkin, Roberto Landolina, sierż. pchor. Artur Kłosiński, dr Bogdan Wszolek.

# OAKJ – migawka jubileuszowa

## Bogdan Wszółek

Obserwatorium Astronomiczne Królowej Jadwigi w Rzepienniku Biskupim

Minęło pięć lat od otwarcia Obserwatorium Astronomicznego Królowej Jadwigi (OAKJ) i ćwierć wieku od zamysłu jego budowy.

Mocny impuls świadomości, że trzeba zbudować własne obserwatorium, zrodził się w rosyjskim Specjalnym Obserwatorium Astrofizycznym na Kaukazie. Impuls to jedno, a słowo to drugie. Wypowiedziałem od razu świeżą myśl na głos; do Michała Drahusa, który był ze mną na Kaukazie, jeszcze jako całkiem młodociany człowiek. Dla niego ten pobyt w słynnym górskim obserwatorium ostatecznie przesądził o wyborze życiowej drogi u boku Uranii, a mnie, wtedy prawie czterdziestolatki, oprócz przysporzenia cennych wyników obserwacyjnych, wytyczył kurs na resztę życia. Na zbudowanie własnego obserwatorium dałem sobie wtedy dwadzieścia lat. Najpierw niezbędne formalności, potem samotna twórczość, przy średnich krajowych dochodach i na odległość – z Częstochowy, do której rzucił nas los w 1990 roku.



Imię Obserwatorium zostało uroczystie ogłoszone przez jego właścicieli wobec ok. tysiąca świadków. Od lewej: Stanisław Wszółek, Piotr Witecki, Stanisław Salaterski, Michał Heller, Zenon Macko, Andrzej Wszółek, Magdalena i Bogdan Wszółkowie i Tadeusz Pabian.

W poniedziałek 8 czerwca 2015 roku odbyła się uroczystość oficjalnego otwarcia Obserwatorium, połączona z nadaniem mu imienia Królowej Jadwigi. Wypowiedziano wtedy wiele słów podnoszących na duchu, ale

też wyrażających optymistyczne nadzieje na dalszy etap wzrostu OAKJ. Oto i niektóre wypowiedzi:

„Góra jest miejscem, w którym w sposób szczególny doświadczają się Bożej obecności. Wielkie wydarzenia biblijne działy się właśnie na górze. I oto dzisiaj gromadzimy się w tym miejscu, aby z góry spoglądać w niebiosa”. [Ks. kanonik Piotr Witecki]

„Święta Królowa Jadwiga była osobą otwartą na rozwój nauki i zaangażowaną w jej upowszechnianie. Prosimy by jej orędownictwo wyjednało łaski u Boga oraz życzliwość i wsparcie wielkodusznych ludzi dla dzieła jakim jest otwieranie obserwatorium astronomiczne, wznoszone wytrwałością i zapobiegliwością fundatorów, państwa Magdaleny i Bogdana Wszolek, którym przyświeca idea utworzenia własnej placówki dla zdobywania i szerzenia wiedzy astronomicznej i astronautycznej”. [Ks. bp Stanisław Salaterski]

„Przyjeżdżając tutaj nie bardzo wiedziałam czego się spodziewać po tej ceremonii. Nie wiedziałam, że będzie tyle ludzi, że będzie kosmonauta. Było miło spotkać Michała Hellera. Jestem Żydówką, a brałam udział w mszy. I byłam zaskoczona, że tutaj wykonywano *Alleluja* Hendla, a Hendel nie był katolikiem tylko protestantem. Z radością mogłam się przyłączyć do chóru”. [Prof. Virginia Trimble]

„Małe miejscowości mają dobrą passę w historii nauki. Wielkie uniwersytety powstawały właśnie w małych miejscowościach. Wystarczy wspomnieć Cambridge czy Oxford. Może i tu kiedyś powstanie znany ośrodek badawczy. Choć i teraz jest to bardzo prawdziwe! [...] To miejsce wygląda na zupełnie charyzmatyczne. Jest to daleko od ośrodków akademickich, więc warto by wiedza, nauka i pasja nauką zapuściły tutaj korzenie”. [Ks. prof. Michał Heller]

„Pan Bogdan Wszolek zrobił obserwatorium, własnymi rękami, też za własne pieniądze, i co ciekawe, przy pełnej aprobacie jego małżonki. To jest niesamowite. I proszę zobaczyć, są dwie anteny radioteleskopów, jest to rzecz nieosiągalna w prywatne ręce! I ta młodzież, której dzisiaj setki tutaj przybyły, ona będzie przychodzić, będzie patrzeć w ten Kosmos, będzie słuchać tego Kosmosu”. [Gen. Mirosław Hermaszewski – kosmonauta]

Otwarcie obserwatorium, wobec naporu choćby tych przywołanych wypowiedzi, nie mogło oznaczać jakiegoś tam końca zmagania. Trzeba było wziąć głęboki oddech i przystąpić na nowo do kontynuacji dzieła. Dałem sobie kolejnych 20 lat. Czy jednak człowiek w przedziale wiekowym 60-80 lat potrafi jeszcze jakoś dorównać człowiekowi młodszemu o dwie dekady? Ale maksymę *per aspera ad astra* można jeszcze wzmocnić silniejszą *se ipsum vincere maxima victoria est*, i w górę!

Podczas ceremonii otwarcia OAKJ i potem ujawniły się osoby, takie anielsko kosmiczne dusze (tak to zaszeregowuję), których pozytywne



myśli i czyny często pomagają przezwycięzać ciężary tworzenia. Wspaniałym przykładem takiej osoby, jest „Kalifornijski Anioł” – Virginia Trimble, mistrzyni świata w szybkości odpowiadania ma maile. Opatrzność nie przestaje sprzyjać przedsięwzięciu i to najbardziej napawa optymizmem i zagrzewa do działania.



Od lewej: astronomki Virginia Trimble i Bożena Czerny oraz dziennikarki Karolina Gawlik i Anna Woldańska.



Autor w zaszczytnym towarzystwie ks. prof. Michała Hellera.

W nowym obserwatorium marzy się też astronomia po nowemu. Nową astronomię pojmuję jako taką, która jest uprawiana w duchu wielkiego Keplera i która wyrasta z odkrytych przez niego praw, zapisanych w dziele jego życia – *Astronomia nova*. Keplerowi śniły się loty kosmiczne i obserwacje nieba z kosmosu. Dzisiaj, kiedy człowiek już odwiedził Księżyc i kiedy teleskopy kosmiczne dostarczają wspaniałych obserwacji

astronomicznych, łatwiej jest docenić dokonania i wizje Keplera. Łatwiej też urzeczywistniać jego idee.



Miroslaw Hermaszewski na otwarciu OAKJ.



Świeżo zaprzyjaźnione Virginia Trimble i Agata Kołodziejczyk w dniu otwarcia. W tym też dniu Virginia Trimble zaproponowała powołanie do życia *Honorowego Personelu Obserwatorium* i jako pierwsza weszła w jego skład.

Przywożem z Kaukazu olbrzymie pióro tamtejszego orła. Jest mi symbolem wzywającym ku kosmicznemu wznoszeniu. Orły w Rzepienniku od początku śledzą z zainteresowaniem budowę w środku lasu. Znamy się dobrze z widzenia i żyjemy w trwałej przyjaźni. Ileż mi one pomogły! I w osobach, które szczerze sprzyjają niebiańskim wzlotom z tego Rzepiennickiego odludzia, widzę te Orły.

# 20 misji kosmicznych na piątą rocznicę otwarcia OAKJ?

**Bogdan Wszolek i Agata Kołodziejczyk**

Obserwatorium Astronomiczne Królowej Jadwigi w Rzepienniku Biskupim  
Astronomia Nova

Zderzenie dwóch małych jubileuszów, 5-rocznicy otwarcia Obserwatorium Astronomicznego Królowej Jadwigi (OAKJ) [1] oraz przeprowadzenia 20-tej analogowej misji kosmicznej przez Agatę Kołodziejczyk, dało okazję do bardziej uroczystego potraktowania, nie jak to bywa w przypadku zwyczajnych misji, tandemu misji analogowych – EMMPOL1 i EMMPOL2.

Jeszcze w roku otwarcia Obserwatorium zapadła decyzja o podjęciu przez OAKJ aktywności w zakresie szerzenia kultury kosmicznej obok działań natury typowo astronomicznej. Agacie, wtedy świeżemu doktorowi neurobiologii, było bliżej do kosmosu niż pozostałym członkom naszej, astronomicznie naznaczonej, rodziny. Dostała rodzicielskie błogosławieństwo i wolną rękę działania.

Ileż na przestrzeni tych kilku lat płynięcia pod prąd było porażek, zawodów, zderzeń ze ścianą, ile pracy i ile ofiar – w tym również w sferze rodzinnej. Dosłowne „Per aspera ad astra”! Ale też nikt się nie spodziewał, że będzie łatwo. Mieliśmy już za sobą trudy budowy Obserwatorium i byliśmy zaprawieni w najróżniejszych bojach. Jednak konsekwentne dążenie do upragnionego celu, w przysłowiowym i dosłownym pocie czoła, a często też z pomocą życzliwych ludzi, ostatecznie zaprowadziło już ku 20-tej misji analogowej, a kto wie dokąd zaprowadzi jeszcze?

Analogowy jubileusz świętowano w OAKJ, w miejscu, gdzie przeprowadzono pierwszą polską misję analogową w roku 2016 [2]. Akcenty jubileuszowe przeplatały się z wydarzeniami programowymi Workshopu EuroMoonMars. Zresztą i sam workshop był pomyślany jako wydarzenie jubileuszowe.



Dla obsługi misji EMMPOL i Workshopu wykorzystano trzy prywatne obiekty: habitat „Wielka Góra” w Rzepienniku Strzyżewskim (dom AK zamieniony na habitat), dom „Bogdanówka” w Rzepienniku Biskupim (BW, tu funkcjonowała „naziemna stacja kontroli misji”) oraz OAKJ, gdzie spotykano się przy bardziej uroczystych okazjach. W każdym miejscu obowiązywały inne reguły przebywania – w habitacie dokuczała izolacja i mało urozmaicone jadło, na „Bogdanówce” warunki survivalowe (m. in. samodzielne palenie drewnem w piecu i pod kuchnią, dla ogrzania domu i wody do mycia), w Obserwatorium trzeba się było podporządkować innym rygorom, typowym dla tego rodzaju osobliwych miejsc.

Nie jest intencją autorów przybliżyć tu szczegóły dotyczące samych misji EMMPOL i ich naukowo-badawczego charakteru. Chodzi bardziej o przedstawienie zdarzenia jako pięknej i niezwyklej przygody.

A zaczęło się od kurierów, którzy wyjątkowo wcześniej rano w dwa kolejne dni przyjechali do Obserwatorium samochodami dostawczymi, na blachach rumuńskich! Potem wyszło na jaw, że rumuńscy kierowcy pobłądzili nocą, przespali się gdzieś u gospodarzy i dopiero następnego dnia o poranku trafili pod właściwy adres. Kurierzy dostarczyli m. in. 1600 litrowych butelek z zasadową wodą mineralną o  $\text{pH} = 9.4$ ! Woda miała służyć eksperymentom dietetycznym, ale nie została spożyta nawet w połowie przez analogowych astronautów. Inni kurierzy dostarczali przesyłki z Francji, Holandii i Niemiec. Zapowiadało się na coś wyjątkowego. Jednak do ostatniej chwili nie było wiadomo, czy samoloty z Tuluzy, Amsterdamu, Frankfurtu i Berlina polecą do Polski i czy spragnieni kosmicznych przygód w Rzepienniku zostaną wpuszczeni na ich pokłady. Jak w kosmosie – wszystko trzeba było przygotować i dopiąć na ostatni guzik, a i tak do samego końca nie było żadnej pewności, że misje dojdą do skutku!

Jednak odważnym szczęście dopisało. Kto miał przyjechać, przyjechał. Pięcioro od razu trafiło do habitatu, a pięcioro na Bogdanówkę. W habitacie już czekała pielęgniarka, żeby każdemu pobrać krew i mocz do analizy – wyjątkowo nieciekawy epizod na początek, choć pielęgniarka miła. A za tydzień jeszcze raz to samo!

Na Bogdanówce krwi nie pobierano, ale gospodarz, w trybie ku kategorycznemu przestrzeganiu, określił zwięźle zasady korzystania z kwatery. Instruktarz rozpalania ognia, obchodzenia się z nim, jak używać szybrów, do czego służy podkova, jak gospodarować ciepłą wodą, jak oszczędzać drewno i energię elektryczną. W końcu jeszcze instruktarz

rąbania drewna z zachowaniem zasad bezpieczeństwa dla ludzi i siekiery oraz instruktarz pozyskiwania wody pitnej ze studni z kołowrotem i wiadrem. Odwoływanie się przy tym wszystkim do znajomości praw fizyki – w końcu studenci trafili na nauczyciela, choć tak wcale nie wyglądał w zwyczajnych chłopskich ciuchach. Do tego jeszcze słownik podstawowych terminów, jak pniak, siekiera, piec, kuchnia, szyber, zapalki, wiadro, studnia, sąsiad, kury, świnki. Odpadki spożywcze należało na bieżąco odnosić do sąsiadów, którzy spasali je swoimi zwierzętami. Nastąpiło twarde „lądowanie”, w zaskakującej wszystkich rzeczywistości. No ale na Księżycu czy na Marsie przecież nie będzie ani łatwiej, ani bezpieczniej! Po szorstkim i tylko częściowo zrozumiałym dla studentów instruktarzu, koedukacyjna załoga została pozostawiona sama sobie. Akurat były zimne słotne dni. Ciepło domowego ogniska było w ogromnej cenie. Nie czekając aż cały dom nagrzej się od centralnego paleniska kuchennego, rozpalili dodatkowo ogień w piecu do pieczenia chleba i jeszcze w piecu pokojowym. Trzy ogniska, dym w oba kominy, zrobił się w domu ukrop, to od czego są okna? Zapas drewna, przewidziany na dwa tygodnie, zniknął w dwa dni, zanim jeszcze innowacyjna zaradność miastowo europejskich lokatorów wyszła na jaw. Trzeba było się przeprosić z siekierą i pniakiem.

Tymczasem wzywały obowiązki przewidziane dla MCC (ang. Mission Control Center). Ciągłe przy komputerach, regulaminowe łączenia się z astronautami w habitacie o określonych porach, gotowość do odbioru incydentalnych i regulaminowych raportów z habitatu. Redagowanie i dokumentacja raportów i śledzenie (dzięki zainstalowanym w habitacie kamerom) czy wszystko przebiega tam prawidłowo (w sposób ciągły przez cały czas trwania misji). Nadto w każdy dzień, niezależnie od pogody, należało wykonać pieszą wycieczkę z Bogdanówki pod habitat (ponad 4 km), by punktualnie o 11:00 odczytać tam stan licznika elektrycznego, który jest dostępny tylko od zewnątrz. Wprawdzie bez problemu można było zamontować kamerę przy liczniku, która zastępowałaby spacer, ale nie o to chodziło organizatorom. Wycieczki były pomyślane specjalnie dla zabezpieczenia minimum ruchu młodzieży i dla zażycia uroku krainy Pogórza Ciężkowickiego w zmiennych osnowach jesiennej aury. Piesze wycieczki były również dobrą okazją do integracji z lokalną społecznością, a międzynarodowa załoga okazała się bardzo otwarta i śmiała, jeśli chodzi o zawieranie znajomości z miejscową ludnością. Jednego wieczoru po nieudanym godzinnym wypychaniu trzytonowego Mercedesa z błota, trzeba było zawezwać sąsiada z traktorem do pomocy. Zmordowani

i zabłoceni zgłosili się na ochotnika, aby pójść załatwiać traktorową pomoc. Los sprawił, że sąsiad akurat był zajęty tradycyjnym świniobiciem w starej drewnianej chacie z gorącym piecem pełnym aromatycznych zapachów. Gościnność sąsiada i cała sytuacja sprawiły, że wszyscy zostali zaproszeni na degustację wędlin, świeżo upieczonego chleba i nie tylko (w końcu dorośli i pieszo!). Nawet dostali domowe przysmaki na wynos. Doświadczyli polskiej gościnności i się rozgrzali. Dla organizatorów misji jest to znak, że Rzepiennik jest „kosmitom” przyjazny!

Inne miejsce wypraw, to Obserwatorium. Astronaucci czuli się tu bardzo dobrze. Zwiedzili w sumie praktycznie wszystko, zapoznali się z instrumentarium, oglądali Księżyc przez teleskop Kordylewskiego i to zostanie im w pamięci pewnie jeszcze bardziej niż świniobicie. W końcu wszyscy marzą w przyszłości na tym Księżycu lądować! W nagrodę, za zdyscyplinowanie i prawidłowe wykonanie zadań misji, zostali wpuszczeni na wieżę, z której nijak nie chciało im się schodzić.



Jadąc na zmianę „łazikiem księżycowym” C-330 z przyczepą, studenci dojechali nawet na miejsce budowy habitatu „Grań”. Tu wyjątkowo w cywilnych ubraniach. Od lewej: Roberto Landolina, Quentin Gouault, Julien Bardin-Codine, Amanda Spilkin i Hugo Castaing.

O wyjątkowym charakterze misji jubileuszowej EMMPOL świadczy najdobitniej zaangażowanie się w jej organizację profesora Bernarda Foinga i dr Roxany Perrier, specjalistów zawodowo pomnażających europejski wkład w eksplorację kosmosu. Profesor Bernard Foing angażował się organizacyjnie i merytorycznie również we wcześniejsze misje, ale tym razem wytypował swoich studentów do udziału w misji i osobiście przyjechał, by się na miejscu zapoznać z aktualną polską infrastrukturą dla przeprowadzania eksperymentów analogowych, służebnych planowanej kolonizacji Księżyca i Marsa. Z kolei, dr Roxana Perrier, wykładowczyni fizyki w IPSA (Institut Polytechnique des Sciences Avancées) w Tuluzie,





Chwile relaksu przed drugą turą wykładów Workshopu. Na wieży od lewej: Bernard Foing, Mikael Clain, Théo Podolsky, Roxana Perrier, Quentin Gouault, Emma Forgues-Mayet, Julien Bardin-Codine i Hugo Castaing.



Organizatorzy i uczestnicy misji EMMPOL1-2 pozują do wspólnej fotografii z pielęgniarką z AN, Klaudią Beściak, która skutecznie dbała o stan zdrowotny załogi. Od lewej: Agata Kołodziejczyk, Roberto Landolina, Bernard Foing, Klaudia Beściak, Julien Bardin-Codine, Amanda Spilkin, Roxana Perrier, Hugo Castaing, Mikael Clain, Emma Forgues-Mayet, Théo Podolsky i Quentin Gouault.

współpracująca z Bernardem Foingiem w zakresie inżynierii kosmicznej i szkolenia kadr na potrzeby kosmosu, wkomponowała udział swoich studentów w misji EMMPOL w program studiów politechnicznych.



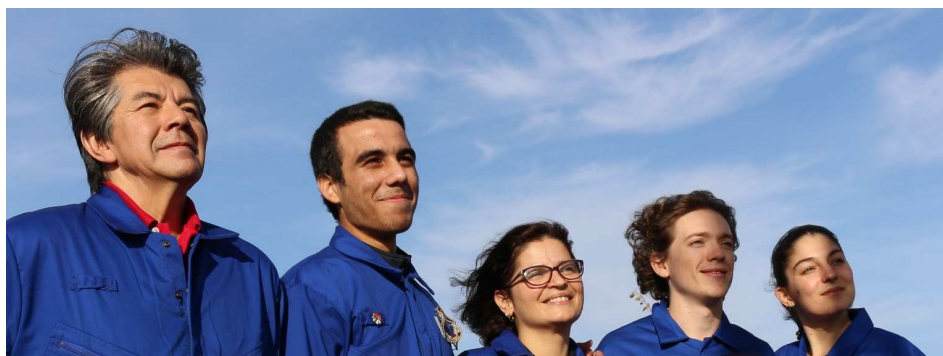
Dr Roxana Perrier

Dr Agata Kołodziejczyk

Prof. Bernard Foing

Organizatorzy misji EMMPOL.

Studenci biorący udział w misjach EMMPOL byli w Rzepienniku w niezwyklej opałach. Mieli nad sobą trójkę wymagających instruktorów, z których każdy miał wobec nich swoje wymagania i oceniał na bieżąco poziom wywiązania się z obowiązków. Przygotowanie i wygłoszenie stosownej prezentacji podczas Workshopu, to było jedno z najłatwiejszych i najmniej stresujących zadań. Każda chwila swobody, wolna od ścisłego działania proceduralnego, była na wagę złota! Wypełniała się natychmiast najdziwniejszymi formami wyrazu młodzieńczej radości życia. Plenerowe gonitwy, salta, podskoki, okrzyki, zaśpiewy połączone z tańcami na trawie – to tylko niektóre przejawy tej radości.



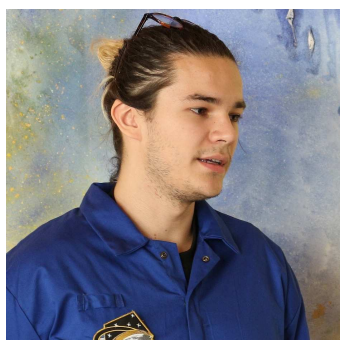
Odważnie/poważnie/odpowiedzialnie w stronę kosmosu! Pod niebem OAKJ, od lewej: Bernard Foing, Mikael Clain, Roxana Perrier, Hugo Castain i Emma Forgues-Mayet.





Chwilowy posmak nieważkości w Obserwatorium. Od lewej: Hugo Castaing, Emma Forgues-Mayet i Amanda Spilkin.

Po zakończeniu dwutygodniowego pobytu członków misji EMMPOL w Rzepienniku, na podsumowaniu wszyscy zgodnie stwierdzili, że przeżyli niezapomniane dwa tygodnie z dala od ziemskich spraw. Dużo się nauczyli i czuli, że misje, które minęły, to dopiero początek regularnych wyjazdów do Polski, do Rzepieńskiej krainy i do spotkań z kosmosem.



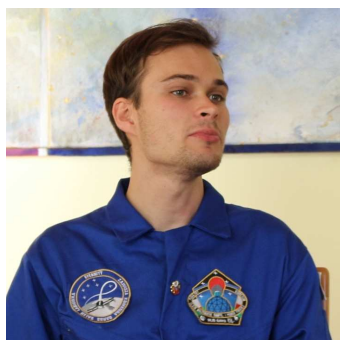
Julien Bardin-Codine



Théo Podolsky



Quentin Gouault



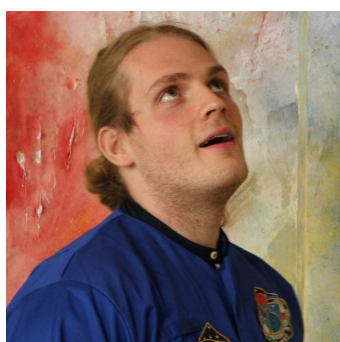
Krystian Komenda



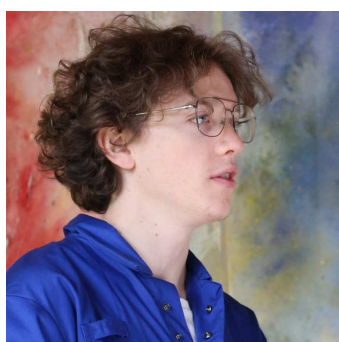
Amanda Spilkin



Mikael Clain



Roberto Landolina



Hugo Castaing



Emma Forgues-Mayet

Astronauci analogowi misji EMMPOL1 i EMMPOL2 podczas wygłaszania swoich prezentacji w ramach Workshopu.





Na „spocznij” w OAKJ. Polski żołnierz to Artur Kłosiński, sierżant podchorąży lotnictwa w Wojskowej Akademii Technicznej (WAT) w Warszawie. Podczas Workshopu opowiedział o możliwościach użycia dronów na Marsie.



Uczestnicy Workshopu uzupełniają zapasy pozytywnej energii na hamowni silników rakietowych w OAKJ.





Uczestnicy Workshopu na tle budowy części astronautycznej OAKJ. Od lewej: Bernard Foing, Roxana Perrier, Agata Kołodziejczyk, Amanda Spilkin, Roberto Landolina, Julien Bardin-Codine, Mikael Clain, Théo Podolsky, Quentin Gouault, Emma Forgues-Mayet, Hugo Castaing, Artur Kłosiński.



Przy stanowisku obserwacyjnym hamowni silników rakietowych.

## Literatura

- [1] Wszolek B., 2015, CKA2016, 101 (<http://astronomianova.org/publikacje.php> )
- [2] Wszolek B., 2016, CKA2017, 87 (<http://astronomianova.org/publikacje.php> )

# Profesjonalne warsztaty raketowe w Rzepienniku Biskupim

**Marta Stańska i Artur Kłosiński**

Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie

Podróż ku niebu zaczęła się 3 sierpnia 2020r. Chcąc scharakteryzować jej członków nie będziemy mówić o wieku, czy płci. Najważniejszą cechą konstruktorów była bowiem pasja, niesamowita chęć pięcia się coraz wyżej, ku niebu. Z tego powodu można uznać, że warsztaty zaczęły się już dnia poprzedniego – kiedy zebrani wokół ogniska ludzie zaczęli dzielić się swoją wiedzą i doświadczeniem, zarażając się nawzajem kolejnymi wspaniałymi zainteresowaniami. Nic dziwnego, że wybrali oni ten rodzaj wakacyjnego wypoczynku – profesjonalne warsztaty raketowe. A choć każdy miał wielkie zdolności i równie wielkie chęci, trzynaście udanych startów i tyle samo udanych lądowań nie miało by miejsca, gdyby nie profesjonalizm niezastąpionych instruktorów – Andrzeja Chwastka oraz Kacpra Zielińskiego. To pod ich czujnym okiem przeszliśmy każdy etap konstruowania rakiety.



Uczestnicy warsztatów ze swoimi raketami.

Już na etapie projektowania, rakiety zaczęły mieć swój unikalny charakter, widoczny w kształcie stateczników – innych u każdego konstruktora. Kolejne dni minęły na tworzeniu fizycznej postaci projektu rakiety.



W tym miejscu musimy wspomnieć o otoczeniu miejsca pracy – wspaniałej wsi Rzepiennik Biskupi. Miejsce naszego pobytu było otoczone lasami, sama pracownia – drewniana stodoła – wprowadzała w niesamowity klimat. Domek, w którym funkcjonowaliśmy, również drewniany, dopełniał magiczną otoczkę. W takich warunkach nawet praca w późnych godzinach, czy nawet czasochłonne szlifowanie elementów rakiety, nie mogły negatywnie zadziałać na uczestników warsztatów. A co tak właściwie działo się w tych pięknych warunkach? Podczas procesu two-

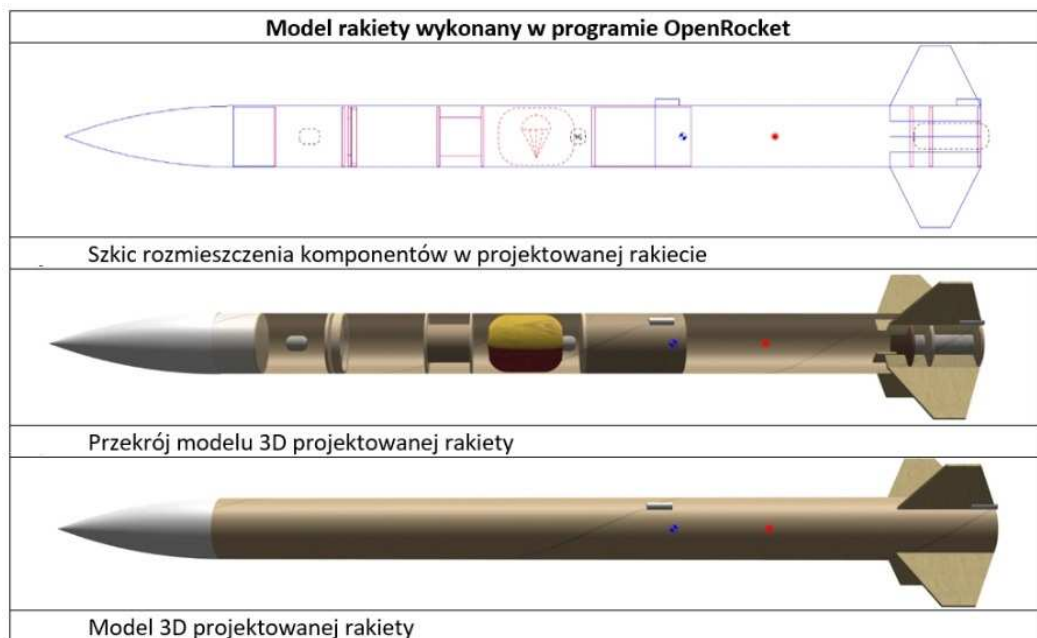


Zdjęcie autorów artykułu z własnoręcznie wykonanymi modelami rakiet.  
(fot. W. Rafalak)

zenia rakiety mieliśmy okazję laminować, odlewać głowicę, kleić, szlifować, ciąć, szyc, malować, wiązać węzły. Nauczyliśmy się tworzyć spadochron mając do dyspozycji jedynie tani parasol, pracować pod presją czasu wymuszoną przez czas wysychania żywicy epoksydowej, czy też jak rozwiązać problem zbyt dużego luzu, gdy przesadziliśmy ze szlifowaniem (nakleić zwykłą taśmę!). Ponadto poszerzyliśmy ogólną wiedzę w zakresie rakiet. Zapoznaliśmy się z udostępnionym nam układem wyzwala-  
nia spadochronu UWS.B1, który z pewnością ułatwi nam bezpieczne lądowanie naszych przyszłych rakiet. Ogrom przydatnych umiejętności w przeciągu zaledwie pięciu dni. Cała nasza praca została zwieńczona udanymi startami na wysokości ok. 400 metrów z prędkością osiągającą

nawet 338 km/h. Pomiary zostały dokonane przez Arcorder v2.2 – dzieło Polskiego Towarzystwa Raketowego, którego grono członków, dzięki naszym udanym startom, poszerzyło się o uczestników warsztatów.

Na przykładzie sprawozdania wykonawczego oraz analizy danych z lotu pokrótce przybliżymy proces powstawania warsztatowych modeli. Pierwszym elementem projektowania rakiety było wykonanie modelu w programie OpenRocket w celu określenia jej stabilności. Dodawaliśmy poszczególne elementy składowe budowanej rakiety, podając ich charakterystyczne wymiary oraz użyte do ich wykonania materiały w celu określenia rozkładu masy. Umożliwiło to nam wyznaczenie położenia środka ciężkości i środka parcia oraz niezbędnych charakterystycznych parametrów.



Model rakiety w programie OpenRocket.

TABELA 1. Dane techniczne projektowanej rakiety.

Średnica	101 [mm]
Długość	1530 [mm]
Masa bez silników	1298 [g]
Masa startowa	1890 [g]
Środek parcia / Środek ciężkości	1180 [mm] / 1030 [mm]
Stabilność	1.51 [cal]
Przewidywany pułap	400 [m]

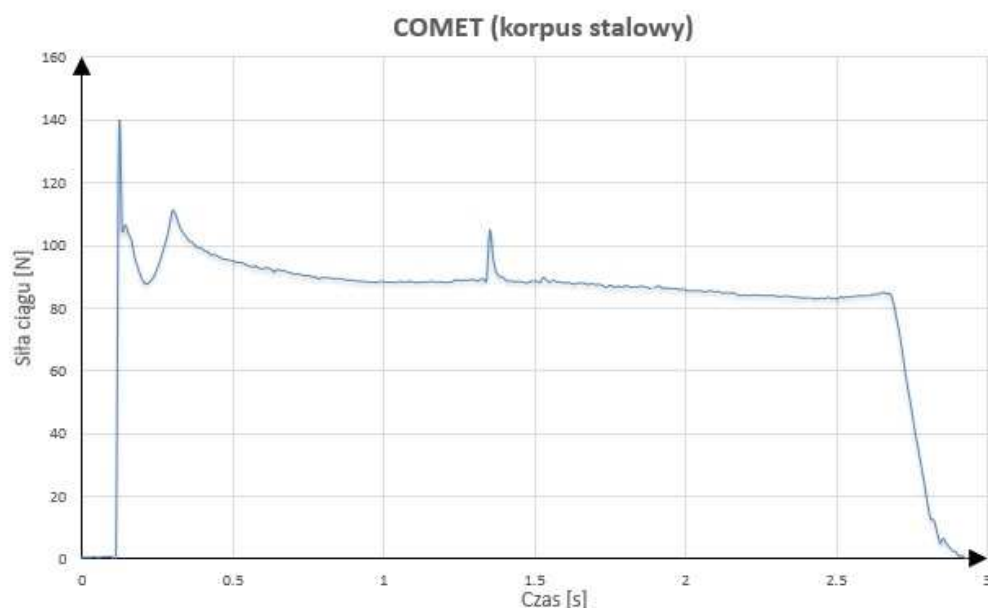


W powyższej tabeli przedstawione zostały podstawowe dane techniczne zaprojektowanej rakiety. Możemy zauważyć, że mamy do czynienia z naprawdę dużym modelem. Podczas warsztatów mieliśmy również możliwość wykonania testu statycznego silnika raketowego COMET – wykorzystanego do napędzenia warsztatowych rakiet. Doświadczalnie wyznaczyliśmy charakterystyczne parametry tego silnika, niezbędne w procesie doboru odpowiedniego napędu do naszej rakiety. Pracę silnika najlepiej obrazuje wykres przedstawiający zmianę siły ciągu w czasie pracy silnika.

TABELA 2. Dane techniczne silnika COMET podawane przez producenta (korpus stalowy).

Masa własna	592 [g]
Masa paliwa	115 [g]
Długość silnika	112 [mm]
Średnica silnika	42 [mm]
Impuls całkowity	240 [Ns]
Czas pracy silnika	3.3 [s]

W tabeli 2 zebraliśmy podstawowe dane techniczne silnika raketowego COMET podawane przez producenta. W wyniku przeprowadzonego testu mogliśmy zweryfikować rzeczywiste parametry pracy tego silnika.



Zmiana siły ciągu podczas pracy silnika raketowego COMET – test na hamowni.

Modele zostały wykonane w taki sposób aby rakieta zachowała przewidywane fazy lotu przedstawione na poniższym rysunku.



Przewidywane fazy lotu rakiety.

TABELA 3. Zestawienie wyznaczonych podczas testu parametrów technicznych silnika COMET.

Czas pracy silnika	2.7 [s]
Średni ciąg	88 [N]
Impuls całkowity	232 [Ns]

Dzięki wspomnianemu wcześniej rejestratorowi parametrów lotu rakiety zebraliśmy dane z lotów naszych modeli.

TABELA 4. Zestawienie podstawowych parametrów lotu rakiety.

Kąt pochylenia rakiety na wyrzutni	82.2 [deg]
Prędkość w momencie opuszczenia wyrzutni	9.4 [m/s]
Ciśnienie na poziomie gruntu	97752 [Pa]
Ciśnienie w apogeum	93473 [Pa]
Prędkość maksymalna w osi rakiety	92.9 [m/s]
Wysokość maksymalna (z przyspieszenia)	407 [m]
Wysokość maksymalna (z ciśnienia)	373 [m]
Wysokość w chwili przerwania pracy silnika	114 [m]
Czas do osiągnięcia apogeum	11.41 [s]
Czas pracy silnika	2.4 [s]
Czas do wyrzucenia spadochronu	35.08 [s]
Całkowity czas lotu	69.04 [s]

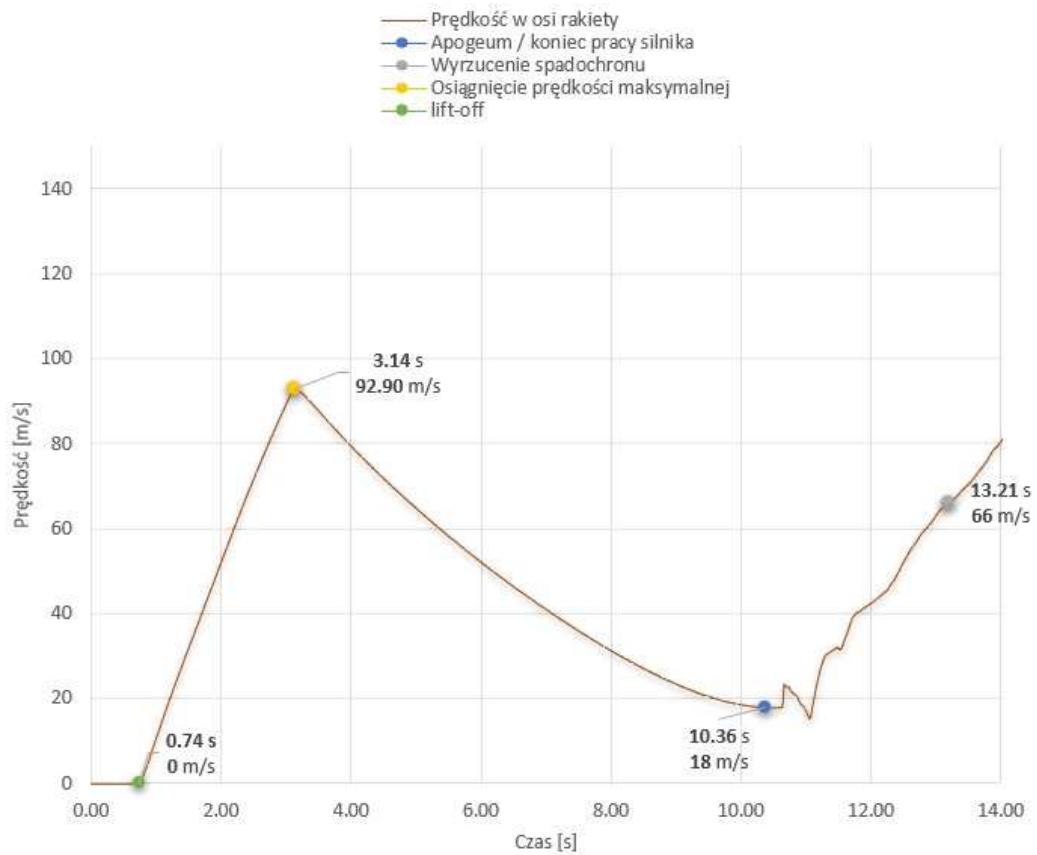


Wysokość rakiety w funkcji czasu.

Chcielibyśmy tu wyszczególnić sprawę, która jeszcze bardziej wyróżnia te warsztaty od prób tworzenia czegoś samodzielnie w domu – zarażanie pasją. Każdy uczestnik z przyjemnością dzielił się swoją wiedzą, zachęcał do prób i dalszego rozwoju.

Pogawędki przy posiłkach otwierały oczy na nowy świat, poszerzały naszą wiedzę. Na każdym kroku można było od siebie nawzajem chłonać mnóstwo informacji i inspiracji. Co wspaniałe, po udanych startach naszych rakiet, mieliśmy kolejną szansę na zdobycie wiedzy podczas sympozjum raketowego w Obserwatorium Astronomicznym Królowej Jadwigi w Rzepienniku Biskupim. Wyjątkowe osoby prezentowały swoje prace, po których następowała ożywiona dyskusja na ich temat, jeszcze

### Zmiana prędkości w funkcji czasu



Prędkość rakiety w funkcji czasu.

lepiej pozwalająca nam się przyjrzeć danym zagadnieniom. Jak widać, warsztaty raketowe to ogrom wiedzy we wspaniałej atmosferze i co ważne – dla każdego.



Autorzy w działaniu.





Tryb intensywnej pracy.



Tryb relaksu.



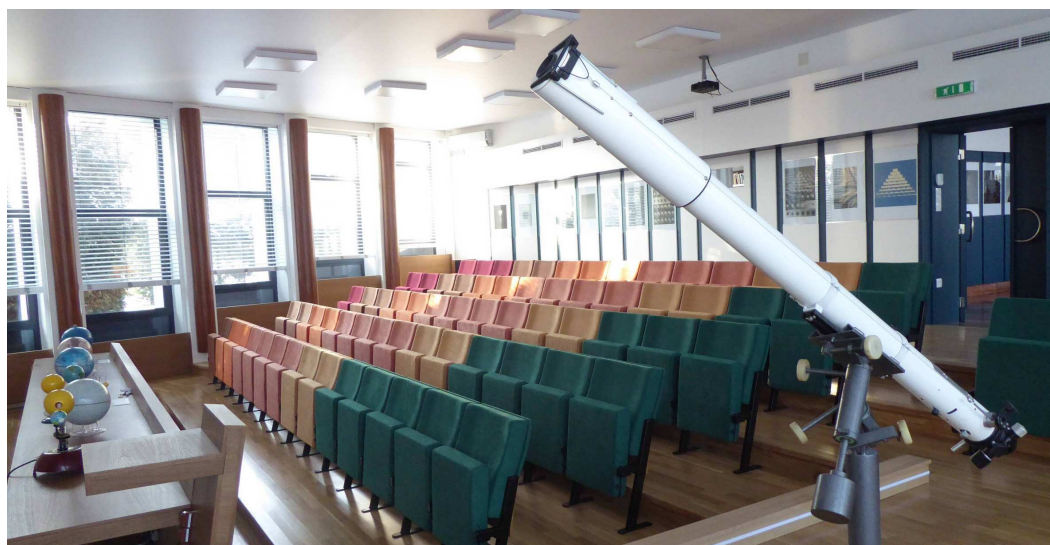
# Odnowienie Obserwatorium i Planetarium w Preszowie

**Renáta Kolivošková**

Obserwatorium i Planetarium w Preszowie, Słowacja

W latach 2017-2020 Obserwatorium i Planetarium w Preszowie przeszło gruntowną rekonstrukcję. Realizacja przedsięwzięcia przebiegała w kilku etapach. Najpierw, w latach 2017-2018, przeprowadzono kapitalny remont budynku. Projekt odnowy uzyskał wsparcie finansowe Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. Projekt obejmował nie tylko zmniejszenie energochłonności obiektu, ale także podniesienie jego estetyki zewnętrznej i wewnętrznej. W 2020 roku zrekonstruowano salę wykładową, hol i przestrzeń wystawiennicze wokół sali projekcyjnej.

W sali wykładowej umieszczono rozciągnięty sufit. W nowych oknach zamontowano zdalnie sterowane ściemnianie i rolety. Wymieniono również fotele oraz duży stół demonstracyjny. Ściany sali wyłożono specjalną okładziną. Zainstalowano również nowoczesną klimatyzację.



Sala wykładowa po odnowieniu.



Nowa organizacja ekspozycji w holu.

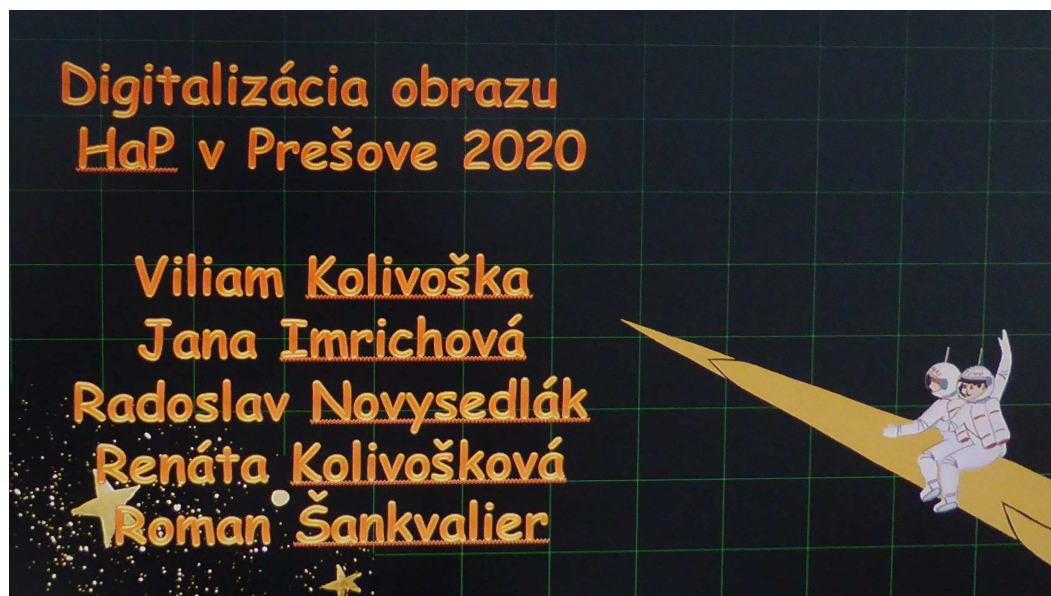
Przestrzeń rozległego holu, okalającego salę projekcyjną, została całkowicie odnowiona i uzupełniona o nowe, bardzo atrakcyjne eksponaty. W odpowiednich gablotach przedstawiono m. in. bardzo realistycznie powierzchnię Księżyca i Marsa.

W 2020 roku rozpoczęliśmy modernizację systemu projekcji planetarnej. Podstawowym urządzeniem pozostaje tutaj nadal analogowe urządzenie projekcyjne planetarium ZKP-2, z którego korzystamy od 1984 roku. Dodatkowa technologia stosowana od wielu lat – rzutniki do slajdów, które wykorzystywano podczas seansów, zostały zastąpione projektorami danych. Są to urządzenia o wyjątkowo wysokim kontraście i nadają się do rzutowania obrazu na tle sztucznego, rozgwieżdżonego nieba, umożliwiając tym samym tzw. projekcje hybrydowe – z jednoczesnym obrazem analogowym i cyfrowym. Dzięki tej transformacji osiągnęliśmy znacznie lepszą stronę wizualną seansów – możliwość wyświetlania nie tylko obrazów, ale także filmów. Jakość wizualna każdego seansu jest bardzo ważna dla zrozumienia problemu, który chcemy przybliżyć widzowi, ale ważne jest również doświadczenie estetyczne. Seanse koncentrują się na dodatkowym nauczaniu astronomii, kosmonautyki, badaniach środowiska i walce ze sztucznym rozświetleniem nocnego nieba. Osobną część stanowią seanse relaksacyjne – muzyczne.

Transformacja naszych dawnych seansów do aktualnych możliwości projekcyjnych jest bardzo czasochłonnym procesem. Pracowaliśmy bez przerwy przez kilka miesięcy. Sprzyjała nam w tym zadaniu sytuacja „koronalna”. Planetarium nie działało, liczba odwiedzających była ograniczona, mieliśmy idealne warunki do pracy.

Po zakupie, dostawie i zainstalowaniu projektorów danych, w maju 2020 roku rozpoczęliśmy „digitalizację” seansów. Każdy z obrazów

został poddany edycji w programie graficznym Gimp. Następnie w programie POWER POINT ustalono pozycję, w której obraz będzie się pojawiał na gwiazdzistym tle kopuły planetarium, oraz czas jego ekspozycji. Do końca roku wykonaliśmy około 80% pracy, co nie jest mało, zważywszy że nasze planetarium posiada już 39 seansów. W roku 2021 przygotowujemy również zupełnie nowe seanse, które poszerzą naszą ofertę po powrocie do normalnej działalności.



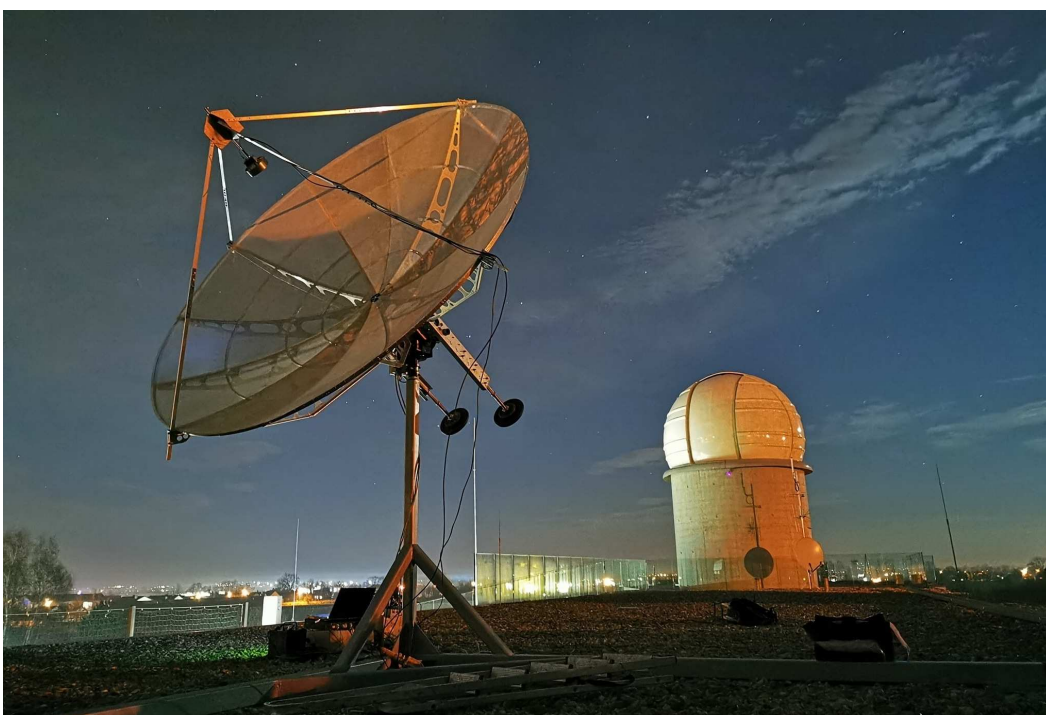
Zwracamy uwagę polskich czytelników na następujące seanse w języku polskim: *Widok na sklepienie niebieskie* (dla 4 klasy szk. podstawowej), *Deska albo kula?* (dla 5 klasy szk. podstawowej) oraz *Wszechświat jest naszym światem* (dla dorosłych).

Zapraszamy!





Widok ogólny na MOA po modernizacji.



Zmodernizowane zaplecze obserwacyjne MOA (nocą).

# Rozbudowa Młodzieżowego Obserwatorium Astronomicznego im. Kazimierza Kordylewskiego w Niepołomicach

**Dominik Pasternak**

Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne w Niepołomicach

Planowana od 2013 roku rozbudowa Młodzieżowego Obserwatorium Astronomicznego w Niepołomicach (MOA) rozpoczęła się w 2019 roku. W połowie 2021 roku planowane jest oddanie obiektu do użytkowania dla wszystkich zainteresowanych astronomią i nie tylko. O rozbudowie Obserwatorium zadecydowano ze względu na rosnące zainteresowanie ofertą MOA, oraz poprzednie – przestarzałe i niewystarczające już zaplecze lokalowe. Rozbudowa jest kolejnym, naturalnym krokiem w rozwoju Placówki z 56-letnim stażem pracy w edukacji dzieci, młodzieży i dorosłych.

## **Z historii MOA**

Placówka oficjalnie rozpoczęła działalność w 1964 roku jako Zamiejska Stacja Obserwacyjna Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Jej aktywność jako popularyzatora dotyczyła wówczas wyłącznie dziedziny astronomii. Organizowano publiczne pokazy nieba i obserwacje zjawisk astronomicznych, a także odczyty, wykłady i pogadanki astronomiczne dla lokalnej społeczności oraz osób przyjezdnych – odwiedzających Stację.

Pod koniec lat siedemdziesiątych Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii (PTMA) przekazało Stację we władanie i pod opiekę Liceum Ogólnokształcącego w Niepołomicach. Placówka przekształcona została



w Ognisko Pracy Pozaszkolnej, które oprócz nadal wiodącej prym działalności astronomicznej rozpoczęło działania edukacyjne w dodatkowych dziedzinach nauk przyrodniczych, np. geografii (w odniesieniu astronomicznym) oraz chemii (pracownia astrofotograficzna i fotograficzna).

W 1990 roku Ognisko Pracy Pozaszkolnej przemianowano na Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne, wskazując jednoznacznie na główny profil działalności placówki. Od tego czasu oferta edukacyjna MOA, a tym samym zakres aktywności w sferze popularyzacji nauki – systematycznie się rozwija.

Działalność MOA oraz jego aktywności odpowiadają potrzebom edukacyjnym osób we wszystkich grupach wiekowych. W zajęciach prowadzonych na terenie Obserwatorium, a także poza Niepołomicami (wyjazdy) uczestniczą zarówno dzieci w wieku przedszkolnym, szkolnym jak i dorośli. Działalność popularyzatorska obejmuje społeczność lokalną, regionalną i ogólnokrajową. Niejednokrotnie w zakresie popularyzacji astronomii MOA współpracuje z instytucjami i osobami prywatnymi z kraju jak i z zagranicy.

Szczególną opieką otaczani są uczniowie wybitnie zdolni lub silnie ukierunkowani na rozwój własnych zainteresowań w dziedzinie astronomii i nauk pokrewnych. Wielu z nich osiąga znaczące wyniki w konkursach krajowych i międzynarodowych, realizując później swoje pasje już jako pracownicy naukowci bądź specjaliści w różnych dziedzinach.

Dla szerokiej publiczności, przy okazji rzadkich zjawisk na sferze niebieskiej, MOA organizuje masowe, publiczne pokazy, komentując wydarzenia i objaśniając ich przebieg.

W roku szkolnym 2010/2011 Minister Edukacji Narodowej przyznał Obserwatorium tytuł „Miejsca Odkrywania Talentów” z uzasadnieniem, że placówka przyczynia się do odkrywania, promocji i wspierania uzdolnień dzieci i młodzieży.

7 stycznia 2019 roku w Warszawie ogłoszono wyniki konkursu *Popularyzator Nauki*, organizowanego przez portal *Nauka w Polsce* Polskiej Agencji Prasowej oraz Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. MOA po raz pierwszy przystąpiło do tego prestiżowego konkursu znajdując się od razu w gronie finalistów. Dorobek popularyzacyjny MOA w zakresie astronomii i nauk przyrodniczych, osiągnięty w przeciągu blisko 55 lat na różnych etapach działalności i statusu Placówki, ale zawsze związany z popularyzacją astronomii – oceniano w kategorii Instytucja.

## O działalności dydaktycznej i popularyzatorskiej MOA

MOA jest oświatową placówką budżetową, prowadzoną przez Urząd Miasta i Gminy Niepołomice przy wsparciu finansowym Powiatu Wielickiego. Jest to placówka promująca naukę w sposób innowacyjny, można tu zachwycić się Wszechświatem i poznać prawa nim rządzące. Odbywa się to w atrakcyjny sposób samodzielnych, acz profesjonalnie stymulowanych, doświadczeń w zakresie, astronomii i pokrewnych dziedzin. Obserwatorium nie ogranicza się tylko do astronomii ale poszerza swoją ofertę na inne nauki oraz zagadnienia techniczne (np. robotyka, modelarstwo, krótkofalarstwo, modelarstwo raketowe, doświadczenia laboratoryjne itp.). Zadania te MOA realizuje poprzez zajęcia, które odbywają się w pracowniach Obserwatorium.

W strukturze organizacyjnej MOA istnieją dwa działy: dydaktyczny oraz popularyzacyjny. W prowadzonej działalności rozróżnienie to ma jednak charakter czysto formalny. Wszyscy zatrudnieni w placówce nauczyciele – niezależnie od zaszeregowania – działają praktycznie w obu działach.

Nauczyciele zajmują się prowadzeniem zajęć edukacyjnych w formie kół zainteresowań oraz pracowni specjalistycznych. Obecnie działają sekcje astronomiczne, multimedialne i robotyczne, na które co tydzień uczęszcza około 110 osób. Zajęcia prowadzone są dla stałych grup dzieci i młodzieży szkolnej w trakcie roku szkolnego. Klasyfikowane są



Pracownicy MOA. Stoją od lewej: Waldemar Ogłóza, Krzysztof Kołodziej, Katarzyna Kołodziej, Janina Olszewska, Dariusz Zaręba, Edward Siwek, Janusz Nicewicz, Aleksandra Kowalska, Grzegorz Sęk, Wioletta Ogłóza, Włodzimierz Grad, Łukasz Maślaniec. Siedzą od lewej: Krystyna Świdarska, Urszula Biernat, Agnieszka Stokłosa, Dominik Pasternak (dyrektor), Monika Maślaniec, Justyna Put.

one jako zajęcia pozaszkolne. Biorą w nich udział uczniowie, którzy chcą rozszerzyć swoją wiedzę i umiejętności w zakresie proponowanych przez placówkę tematów. Spotkania mają charakter interdyscyplinarny. Na przykład zajęcia kół astronomicznych nie ograniczają się wyłącznie do realizacji zadań z dziedziny astronomii. Nauczyciele Obserwatorium podczas prowadzonych zajęć, łączą zagadnienia astronomiczne z pozostałymi dziedzinami nauk przyrodniczych i technicznych.

W ramach popularyzacji prowadzone są zajęcia dla zorganizowanych grup szkolnych, które codziennie, w ciągu roku szkolnego, odwiedzają MOA. Takie spotkanie obejmuje prelekcję multimedialną, seans w planetarium oraz pokazy i obserwacje z użyciem instrumentów astronomicznych.

W każdą sobotę prowadzony jest dla osób indywidualnych otwarty seans w planetarium. Od wielu lat w każdy czwartek, przy sprzyjającej pogodzie, odbywają się bezpłatne wieczorne pokazy i obserwacje nieba dla osób indywidualnych.

W placówce prowadzone są także specjalne zajęcia edukacyjne dla grup szkolnych oraz osób indywidualnych. Są to odpowiednio:

- dla młodzieży szkolnej: zajęcia astronomiczne połączone z noclegiem i możliwością nocnych obserwacji nieba. Zaczynają się one ustalonego dnia o godzinie 18, a kończą o godzinie 10 dnia następnego.
- dla przedszkolaków oraz dzieci z początkowych klas szkół podstawowych: prelekcja multimedialna połączona z zabawą, zajęcia warsztatowe, seans w planetarium i teleskopowe pokazy tarczy Słońca.
- dla dzieci i młodzieży w wieku szkolnym: okolicznościowe spotkanie popularno-naukowe, którego celem jest przekazanie w atrakcyjny i nieskomplikowany sposób wybranych, elementarnych wiadomości o otaczającej nas przestrzeni z pogranicza różnych dziedzin nauk przyrodniczych.

Obserwatorium prowadzi także cykliczne szkolenia dla nauczycieli przedmiotów przyrodniczych w postaci warsztatów, a także organizuje publiczne pokazy wyjątkowych zjawisk astronomicznych.

W działalności uwzględniane są zarówno oczekiwania beneficjentów, jak i dokonujący się nieprzerwanie postęp techniczny i rozwój wiedzy przyrodniczej.

## Obserwatorium w środku miasta?

Ktoś mógłby zapytać: jaki jest sens budowania obserwatorium w środku miasta? Czy w takich warunkach można będzie coś zobaczyć na niebie? Czy światła miejskie nie będą bardzo przeszkadzać? Okazuje się że taka lokalizacja ma jak najbardziej sens w przypadku placówki jaką jest MOA.

Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne jest placówką edukacyjną. Celem Obserwatorium jest zachwycić Wszechświatem każdego – od małego dziecka aż po sędziwego seniora. 56 lat działalności nauczyło nas, że dla większości osób odwiedzających placówkę jest to pierwszy tak bezpośredni kontakt z astronomią, teleskopami i niebem. Co zatem można zobaczyć na niebie teraz i będzie można zobaczyć po rozbudowie, w Obserwatorium znajdującym się prawie w centrum Niepołomic? Okazuje się że bardzo dużo:

- Słońce i jego aktywność;
- Księżyc i zjawiska na nim zachodzące;
- jasne gwiazdozbiory;
- asteryzmy;
- przy sprzyjających warunkach atmosferycznych Drogę Mleczną czyli naszą Galaktykę;
- przeloty i flary satelitów;
- meteory;
- komety;
- ciekawe zjawiska w atmosferze ziemskiej jak np. halo, łuki, słońca poboczne i inne;
- wszystkie planety Układu Słonecznego;
- księżyce planet Układu Słonecznego;
- planety karłowate;
- planetoidy;
- kilka tysięcy gwiazd zmiennych;
- kilka tysięcy gwiazd podwójnych i wielokrotnych;
- kilkaset galaktyk;
- kilkaset mgławic;
- zakrycia gwiazd i planetoid.

Te wszystkie wymienione obiekty i zjawiska to prawdziwy Wszechświat, możliwy do zaobserwowania na żywo przez każdego kto odwiedzi MOA!

Wszystko to widać ze środka miasta! Nie tylko widać – można też sfotografować – a wtedy zasięg i możliwości obserwacyjne naszego sprzętu optycznego jeszcze bardziej wzrastają.

A co gdy pada deszcz i jest pochmurno? Wtedy do dyspozycji mamy zawsze czyste sztuczne niebo planetarium i zdalny dostęp do teleskopów działających w różnych regionach świata.

Dodatkowym atutem tego, że Obserwatorium jest tak blisko centrum Niepołomic jest doskonały dojazd. Grupy szkolne mogą szybko i wygodnie dojechać do MOA różnymi środkami komunikacji i skorzystać z oferty Obserwatorium. Młodzież uczęszczająca po południu na zajęcia pozaszkolne, również w łatwy sposób może dotrzeć na wybrane przez siebie koła zainteresowań.

To wszystko wskazuje, że taka lokalizacja Obserwatorium jak najbardziej ma sens dla placówki edukacyjnej, którą Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne w Niepołomicach od zawsze było – a po rozbudowie ten jego profil zostanie zachowany.

## Działalność MOA po rozbudowie

Rozbudowa MOA – nowe pomieszczenia, nowe wyposażenie – pozwoli na uatrakcyjnienie obecnych i rozwinięcie nowych działalności. W tabelce poniżej, poszeregowane zostały działalności i pomysły realizowane, bądź planowane do realizacji. Niniejsza lista oczywiście nie jest zamknięta i nowe pomysły będą z pewnością jeszcze dopisywane.

---

Pracownia Astronomiczna (główna pracownia i oś wokół której rozwijane będą pozostałe pracownie)

---

Koła astronomiczne	Zajęcia stałe (co tygodniowe) dla młodzieży zainteresowanej astronomią i naukami przyrodniczymi.
Dział popularyzacji astronomii	Zajęcia z dziećmi i młodzieżą szkolną, odbywające się w Obserwatorium i na wyjazdach, mające na celu popularyzację astronomii, przekazanie najnowszego stanu wiedzy astronomicznej, umożliwienie samodzielnych obserwacji nieba przez teleskopy. Realizowane poprzez prelekcje, seanse w planetarium, teleskopowe pokazy nieba. Zajęcia zgodne z podstawą programową szkół.
Astronomiczne urodziny	Specjalna, urodzinowa lub imieninowa impreza edukacyjna dla dzieci w wieku szkolnym – od 7 roku życia. Forma urodzin to aktywne spotkanie popularno-naukowe w postaci zabawy, na poziomie dostosowanym do wieku uczestników.

---



Pokazy nieba dla osób indywidualnych	Wieczorne pokazy nieba dla osób indywidualnych.
Piknik astronomiczny	Piknik dla wszystkich chętnych (mieszkańców i gości), organizowany na błoniach i/lub w Obserwatorium. Pokazy nieba przez teleskopy, wykorzystanie swoich smartfonów i tabletów, grill, animator pikniku.
Wykład pod gwiazdami	Wykład na tarasie obserwacyjnym na leżakach pod gwiazdami.
Dostęp do dużego teleskopu	Po przeszkoleniu możliwy dostęp dla zainteresowanych do dużego teleskopu w Obserwatorium.
Budowa teleskopu automatycznego	Teleskop automatyczny do obserwacji dla wszystkich chętnych.
Budowa radioteleskopu	Zbudowanie uruchomienie i wykorzystanie radioteleskopu, prowadzenie badań za jego pomocą.
Projekt ARISS	Doprowadzenie do rozmowy na żywo z astronautą znajdującym się na stacji kosmicznej.
Wieczorna opowieść	Nagranie puszczone co wieczór na błoniach.
Znajdź meteoryt	Impreza poszukiwanie meteorytów ukrytych w parku.
Marsjańska piaskownica	Piaskownice w parku stylizowane na bazy marsjańskie.
Oferta dla niepełnosprawnych	Nowa infrastruktura umożliwi korzystanie z zajęć w Obserwatorium niepełnosprawnym. Ponadto możliwe będzie przygotowanie dla nich specjalnych rekwizytów np. modeli 3D, tyfloplanetarium itp.
Ścieżka astronomiczna	Utworzenie na błoniach ścieżki astronomicznej prezentującej Układ Słoneczny w skali.
Żywy zegar słoneczny	Utworzenie zegara słonecznego gdzie człowiek staje się wskazówką, stojąc na odpowiednim miesiącu – rzuca cień na skalę godzinną i odczytuje aktualny czas.
Międzynarodowa sieć badań	Włączenie się Obserwatorium w międzynarodowe sieci badań naukowych.
Muzeum astronomiczne	Utworzenie muzeum astronomicznego na bazie posiadanych eksponatów i zdobyciu nowych.
Turystyka kwalifikowana	Organizowanie pikników astronomicznych i naukowych dla grup zorganizowanych (weekendowe, wieczorne, nocne).
Astroparty	Spotkania astronomiczne dla miłośników astronomii.
Sektor technologii kosmicznych	Powiązanie z sektorem badań i technologii kosmicznej, zachęcenie młodzieży do tej ścieżki kariery.

Pracownia Inicjowania Badań (kształtowanie umiejętności z zakresu nauk ścisłych, przyrodniczych i technicznych w oparciu o nauczanie STEM: science, technology, engineering, mathematics)

---

Koło multimedialne	Zajęcia stałe (co tygodniowe) dla młodzieży zainteresowanej nowymi technologiami multimedialnymi i wykorzystaniem ich w codziennym życiu.
Klub krótkofalowców	Zajęcia i zabawy z falami radiowymi.
Klub Młodego Odkrywcy	W ramach zajęć KMO młodzież i dzieci wspólnie eksperymentują pod okiem opiekunów, samodzielnie zdobywając wiedzę i budując umiejętności.
Noc Naukowców	Impreza popularno-naukowa odbywająca się co roku we wrześniu mająca na celu promocję i popularyzację nauki. Odbywają się seanse w planetarium, odczyty, warsztaty i pokazy.
Dzień liczby $\pi$	Impreza popularno-naukowa organizowana 14 marca (3.14 wg amerykańskiej notacji dat) w Obserwatorium i na błoniach promująca matematykę.
Naukowy Dzień Dziecka	Warsztaty i zabawy nauką skierowane do dzieci.
Otworzenie niepołomickiej/powiatowej stacji meteorologicznej	Pomiary dla celów naukowych, edukacyjnych, informacyjnych dla mieszkańców gminy i nie tylko. Badanie stanu pogody poprzez pomiary ciśnienia, opadu, wilgotności itp. Stacja analogowa i cyfrowa.
Pracownia przyrodnicza	Uruchomienie nowej pracowni ukierunkowanej na zajęcia i warsztaty związane z przyrodą.
Utworzenie szklarni	Szklarnia doświadczalna na błoniach dla pracowni przyrodniczej i gości błoń.
Ciemnia fotograficzna	Uruchomienie ciemni fotograficznej do samodzielnego opracowywania fotografii czarno-białych.
Pracownia Wczesnoszkolnej Edukacji Przyrodniczej	Zajęcia przyrodnicze dla grup przedszkolnych prowadzone w Obserwatorium i w przedszkolach.
Lekcje szklone	Realizowanie w Obserwatorium i w szkołach lekcji zgodnych z podstawą programową.
Zajęcia wyrównawcze	Zajęcia prowadzone w grupach np.: matematyka, fizyka, przyroda, biologia, chemia.
Czytelnia naukowa	Utworzenie czytelnicy naukowej z dostępem do baz literatury naukowej.
Wypożyczalnia książek do parku	Wypożyczalnia książek do poczytania w parku.
Ścieżki przyrodnicze	Utworzenie na błoniach ścieżek przyrodniczych np. historia Ziemi, antropogeneza itp.

---

Ogród Doświadczeń	Utworzenie na błoniach ogrodu doświadczeń ze wieloma interaktywnymi stanowiskami które będzie można wykorzystać podczas spacerów.
Powiatowe Towarzystwo Naukowe, kawiarnia naukowa	Utworzenie Towarzystwa dla wszystkich zainteresowanych nauką. Prelekcje, spotkania z naukowcami przy kawie i herbacie, wycieczki do ciekawych miejsc.
Biuletyn Naukowy	Wydawnictwo publikujące osiągnięcia, wnioski, spostrzeżenia itp. uczestników zajęć w Obserwatorium.
Pracownia robotyczna	Zajęcia z automatyki i robotyki.
Pracownia elektroniczna	Zajęcia z elektroniki.
Pracownia informatyczna	Zajęcia z informatyki, programowania, serwerownia itp.
Pracownia modelarska i modelarstwa raketowego	Tworzenie modeli z różnych materiałów, prace projektowe, tworzenie prototypów.
Multimedia i fotografia dla dorosłych	Zajęcia dla dorosłych.
Lego dla najmłodszych	Wykorzystanie klocków lego do zainspirowania najmłodszych do badań nad otaczającym światem.
Pracownia gier i zabaw	Gry i zabawy mogą być również rozwijające. Okazja do wspólnego spotkania, poznania nowych gier i zabaw.
Wystawy tematyczne	W nowej przestrzeni będzie można tworzyć wystawy i prezentacje prac uczniów i mieszkańców.
Organizowanie kolonii i półkolonii	Zajęcia feryjne dla dzieci i młodzieży.
Zielone szkoły	Organizacja zielonych szkół na podstawie bazy noclegowej i zaplecza dydaktycznego.
Szkolenie nauczycieli	Zajęcia dla nauczycieli, warsztaty, wykłady.
Konferencje	Organizowanie konferencji tematycznych.
Wjazdy na obozy tematyczne	Wyjazdy feryjne organizowane dla młodzieży.
Wycieczki tematyczne	Organizowanie wycieczek tematycznych dla dorosłych i młodzieży.
Planowanie kariery	Współpraca z uczelniami, promowanie młodzieży.
Współpraca z niepołomicką i wielicką strefą ekonomiczną	Nawiązanie współpracy mającej na celu poznanie technologii, nabycie nowych umiejętności, promowanie młodzieży.
Wypuszczenie balonu stratosferycznego	Impreza na błoniach związana z wypuszczeniem balonu stratosferycznego.

---

Drony	Wyrobienie licencji na pilota drona.
Park ćwiczeń, siłownia na świeżym powietrzu.	Park w kosmicznej aranżacji.
Międzynarodowa wymiana młodzieży	Wymiana młodzieży mającej wspólne zainteresowania, poznanie innych kultur i zwyczajów.
Współpraca z domami dziecka	Organizowanie imprez edukacyjnych w domach dziecka i zapraszanie młodzieży i dzieci z domów dziecka do Obserwatorium.

---

## Podsumowanie

Działalność MOA jest znana nie tylko w regionie, ale i w całej Polsce. Obserwatorium znane jest również za granicą poprzez współpracę i wymianę młodzieży z różnymi ośrodkami zagranicznymi. W masowych imprezach uczestniczą setki osób. Na przykład podczas Małopolskiej Nocy Naukowców w 2019 roku, imprezy, której Obserwatorium jest od wielu lat oficjalnym partnerem, odwiedziło Placówkę około 1000 osób.

W zakresie zainteresowania działalnością placówki od 2009 roku obserwować można tendencję wzrostową i obecnie liczba uczestników zajęć ustaliła się na poziomie pomiędzy 18000 a 19000 rocznie, ze względu na wyczerpanie możliwości działalności placówki przy poprzednim zapleczu lokalowym oraz składzie personalnym.

Po rozbudowie możliwości Placówki znacząco wzrosną. Więcej pomieszczeń dydaktycznych umożliwi równoczesne prowadzenie wielu zajęć. Nowoczesne wyposażenie pracowni i ciekawe zajęcia przyciągną wielu uczniów. Aula wraz z zapleczem noclegowym będzie stanowiła świetną bazę do nowych działalności. Nowe seanse w planetarium wyświetlane za pomocą nowoczesnych rzutników z pewnością przyciągną miłośników kosmosu. Sprzęt w postaci teleskopów, nowa kopuła, wygodne tarasy obserwacyjne pozwolą na nieskrępowane cieszenie się nocnym niebem. Mając ze sobą takie zaplecze lokalowo techniczne, oraz kadrę ludzi którzy z pasją oddają się swojej pracy, każdy kto odwiedzi Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne w Niepołomicach będzie mógł osobiście zachwycić się Wszechświatem!

# Kobieta na Księżycu

## Anna Chrobry

Członkini Rady Programowej studiów Space BriGade Engineering and Management of Space Systems,

Członkini Zarządu Yuri's Night Bremen, poprzednio związana z Airbus Defence and Space Bremen

Już za trzy lata, w 2024 roku, NASA planuje powrót człowieka na Księżyc. Nowy program księżycowy został nazwany Artemis, od imienia greckiej bogini łowów i siostry bliźniaczki Apolla. Tym razem w program zaangażowane są również kobiety, jako kandydatki na astronautki. Przewiduje się więc też lądowanie astronautki na Srebrnym Globie, co dla wszystkich kobiet zajmujących się nauką i przemysłem kosmicznym, będzie to wyjątkowym zdarzeniem.



Autorka w swoim kosmicznym zamarzeniu.



NASA powierzyła europejskiej firmie Airbus wykonanie modułu napędowego ESM (ang. European Service Module) dla statku kosmicznego ORION Multi-Purpose Crew Vehicle (Orion MPCV). Tu stworzono ESM, w którym znajduje się napęd, systemy kontroli i różne systemy zaopatrujące statek w powietrze i energię elektryczną. Uczestniczyłam w budowie ESM i przyznaję, że choć konstruowanie modułu było ekscytujące, to początkowo ani ja, ani moi współpracownicy nie zdawaliśmy sobie sprawy, że bierzemy udział w tak ważnym historycznym przedsięwzięciu. W 2024 r. ORION zabierze mieszaną załogę – mężczyznę i pierwszą w historii kobietę – na Księżyc, w ramach misji Artemis. I może wiele osób nie dostrzeże w tym niczego nadzwyczajnego, w końcu od lat kobiety i mężczyźni pracują przy misjach kosmicznych, ale przez wiele lat loty załogowe były zarezerwowane tylko dla mężczyzn. Przy takich programach NASA, jak Mercury, Gemini czy właśnie Apollo, nawet nie brano kobiet pod uwagę. Gdy swoich sił chciały spróbować doświadczone pilotki amerykańskie, jeden z astronautów, konkretnie Gordon Cooper związany z programem Mercury, zapytany o udział kobiet w programie lotów kosmicznych, powiedział dziennikarzom bez krzty zażenowania: „Może moglibyśmy wykorzystać kobietę w kolejnej misji na orbitę (...) mogłaby polecieć zamiast szympansa”. Był rok 1963.

Kiedy dorastałam, w moim otoczeniu nikt nie chciał nawet latać samolotem, a co dopiero wybrać się w kosmos. Jednak moje marzenia od początku sięgały gwiazd. Gdy byłam dzieckiem rodzice podarowali mi książeczkę o Wszechświecie *Świat wokół nas*. Był w niej rozdział o satelitach, stacji kosmicznej MIR, samolocie badającym atmosferę. I już jako mała dziewczynka marzyłam, by zbudować statek, którym poleci w kosmos kobieta. Dziś to marzenie dane mi jest uskutecznić, właśnie dzięki Orionowi. Mieszkam i pracuję w Bremen, gdzie mieści się wiele kosmicznych firm i instytucji, jak Ariane, Airbus, OHB, DLR i powstało wiele ważnych projektów, choćby ATV, Moduł SpaceLab, Galileo. Airbus Defence and Space w Bremen to europejskie centrum kompetencji w zakresie lotów kosmicznych, pojazdów nośnych i robotyki kosmicznej, gdzie pracuje 1700 wysoko wykwalifikowanych ekspertów.

Chociaż Polacy nie są nigdzie kojarzeni jako liderzy w zakresie podboju kosmosu, to jednak wielu polskich inżynierów i uczonych przyczyniło się w przeszłości i nadal się przyczynia do światowych sukcesów w zakresie eksploracji kosmosu. Na przykład łazik księżycowy, używany przez załogi Apollo 15, Apollo 16 i Apollo 17, był dziełem polskiego inżyniera i naukowca Mieczysława Bekkera – absolwenta Politechniki Warszawskiej.

ESM Orioną powstaje w oparciu o doświadczenia Airbus z Automated Transfer Vehicle (ATV), który dostarczał zaopatrzenie na Międzynarodową Stację Kosmiczną ISS. ESM MPCV miał być większym ATV. Ale projekt rósł, aż w końcu zapadła decyzja o wykorzystaniu go w misji Artemis. Standardy na statku, którym mają polecieć ludzie, są znacznie bardziej wyśrubowane niż te dla statków bezzałogowych. Różne są także wymagania dla statków, które poruszają się po niskiej orbicie (jak te, które dobijają do ISS), a inne dla tych, które muszą wznieść się wyżej, choćby na Księżyc. Warstwy powierzchniowe ESM produkował Thales Alenia Space Włochy, nad całością ESM czuwał Airbus Francja, ale w projekcie ważnymi partnerami byli Lockheed Martin i NASA z USA.

ESM to nie był mój pierwszy kosmiczny projekt o globalnym znaczeniu w firmie Airbus, ale pierwszy tak ważny dla kobiet. Pracowałam konkretnie nad rozwiązaniami termalnymi. Chodziło przede wszystkim o zewnętrzne termalne izolacje, ponieważ ESM MPCV-ORION, oprócz głównego silnika, ma szereg mniejszych silników m. in. do korekty kursu. Taka konfiguracja silników sprawia, że powierzchnia modułu ESM Orioną mocno się nagrzewa. To ciepło jest transportowane do wewnątrz, gdzie znajdują się m. in. zbiorniki paliwa. Paliwo musi pozostawać w stanie ciekłym i żeby tak było koniecznym jest utrzymanie go w niskiej temperaturze. Jednym z moich zadań było wymyślenie, stworzenie i przetestowanie odpowiedniej izolacji wspomnianych silników oraz izolacji samej powierzchni ESM MPCV-ORION.

Zajmowałam się również izolacjami dla modułów testowych, np. E-STA dla testów wibracyjnych. Na Ziemi nie ma warunków, aby przetestować pojazd kosmiczny w warunkach dla całej misji np. bez grawitacji, zmiany ciśnienia w czasie lotu przez atmosferę; dlatego symuluje się konkretne warunki z osobna. To tak jakby tworzyć na starym komputerze program komputerowy, który nie może zawierać żadnych błędów w kodzie, a jednocześnie nie mieć dostępu do komputera, na którym ten program ma docelowo działać.

Funkcje izolacji są następujące: (na Ziemi) a) zmniejszenie przepływu ciepła do kriogenicznego zbiornika paliwa, b) stworzenie niezbędnego środowiska termicznego dla sprzętu umieszczonego pod izolacją, (podczas lotu w kosmos) c) umożliwienie obniżenia ciśnienia w komorze zamkniętej między izolacją i powierzchnią depresuryzacji, d) ochrona struktury powierzchni i jej wyposażenia przed ciepłem silników (promieniowanie ciepłe).

Bierze się pod uwagę następujące ograniczenia: a) izolacje muszą wytrzymywać zewnętrzne obciążenia fizyczne i mechaniczne (kriogeniczne i wysokie temperatury, opór, wibracje), b) materiał i konstrukcja izolacji muszą wytrzymać depresuryzację podczas fazy startu.

Przy wznoszeniu się kosmicznego pojazdu nośnego w atmosferze, ciśnienie w ładowni rakiety nośnej, gdzie będzie znajdował się ORION, powinno być wyrównane z ciśnieniem atmosferycznym. Na dużych wysokościach różnica ciśnień staje się bardziej destrukcyjna. Projekt izolacji musi uwzględniać, że: a) płyty muszą być kilkakrotnie zdejmowane bez uszkodzeń, b) izolacja musi być produkowana w segmentach do obsługi przez maksymalnie dwie osoby podczas integracji/usuwania, c) segmenty izolacji muszą być zdejmowane kilka razy bez uszkodzeń, aby zagwarantować dostęp do sprzętu pod izolacją, d) mocowanie płyt do powierzchni musi być bardzo proste, e) montaż i demontaż muszą być bardzo łatwe i uwzględniać inne elementy dookoła (mostek kablowy, linie zasilające itp.).

Materiały na izolacje MLI (ang. multi-layer insulation) i koce termiczne, kleje do mocowań, same mocowania (np. rzepy, bolce) muszą mieć specjalne właściwości na podstawie standardów ECSS (European Cooperation for Space Standardization), odpowiednie właściwości odgazowania i przewodności elektrycznej, odporność na promieniowanie UV itd. Ważnym elementem jest właściwy podział na płyty i przeszycia na brzegach, aby było łatwo integrować fragmenty izolacji w całość. Nie mieliśmy ani żadnego materialnego wzorca powierzchni ani żadnych starych izolacji, aby je pociąć i przycinać i testować. Musieliśmy polegać na naszej wyobraźni i doświadczeniu oraz na modelach 3D CAD. I tak przydała mi się typowo kobieca umiejętność, nabyta w dzieciństwie, kiedy cięłam materiały i szyłam ubrania dla mojej Barbie. Na szczęście w Airbusie jest do dyspozycji wydzielona przestrzeń dla łatwej wizualizacji modelu CAD w 3D, gdzie można zanurzyć się w wirtualnej rzeczywistości i popробować wielu rozwiązań. Dodatkowym utrudnieniem było to, że to wielkie płyty izolacji musiały być mocowane od góry i trzeba było pracować z rękami ciągle wyciągniętymi do góry. Szybko trzeba było posiadać wiedzę, przede wszystkim o materiałach i mocowaniach, np. specjalnych rzepach, których używa się w wysokich temperaturach, jakie powstaną, gdy wszystkie silniki są odpalone. Nie można było popełnić takiego błędu jak w przypadku pierwszego ATV, gdzie izolacja napęczniała i się odkleiła w Jules Verne.

Czas realizacji fazy projektu CDR (critical design review) był bardzo krótki. Byłam więc tak zapracowana, że nie miałam nawet czasu uzmysłwić sobie wtedy jego „wiekopomnego” znaczenia. Teraz emocje już trochę opadły, ale byłam bardzo wzruszona, gdy oglądałam ostatnio film „Apollo 11” i patrzyłam na ludzi obserwujących start z Przylądka Canaveral. Kto wie, może za kilka lat, to ja będę jedną z osób oglądających start statku kosmicznego, nad którym pracowałam?

W misji Artemis nie chodzi tylko o sam lot w kosmos i na Księżyc. Organizuje się również, w kontekście Artemis, wiele akcji dydaktycznych na skalę światową, zachęcających do robienia przez kobiety kariery w zakresie inżynierii i nauk ścisłych – w tym także w zakresie eksploracji kosmosu. Moje zaangażowanie społeczne, rozciągające się daleko poza życie zawodowe, też przyczynia się do wzmacniania pozycji kobiet w naukach ścisłych.

**Podziękowania.** Autorka wyraża wdzięczność Ewelinie Zambrzyckiej z CBK PAN w Warszawie za cenną pomoc przy pisaniu tego artykułu. Dziękuje też swojemu tacie, Andrzejowi Chrobry, za wspólne nocne oglądanie nieba i gwiazd i tym samym zainspirowanie jej do robienia kariery kosmicznej.

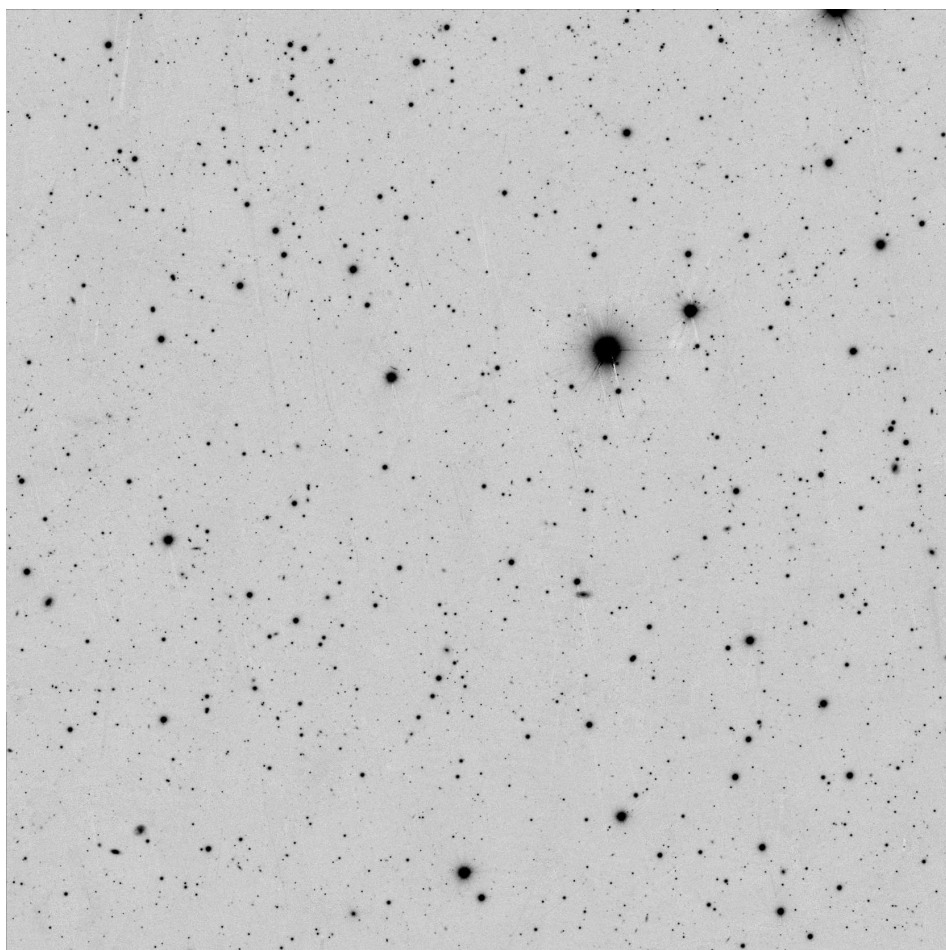
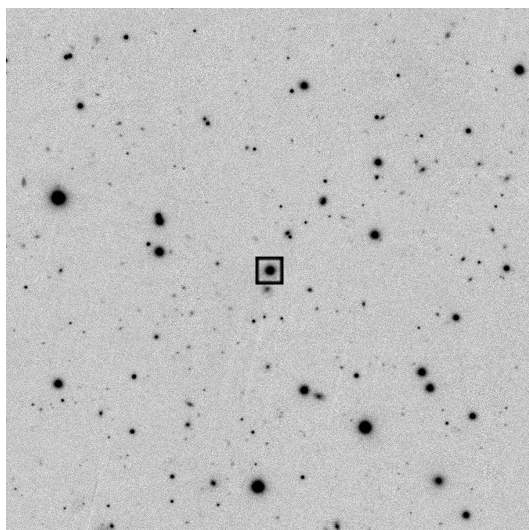


Ziemia oglądana z Księżycu.

---

## Łamigłówka astrofotograficzna

Należy odnaleźć na dolnym obrazku obiekt zaznaczony kwadratem na górnej fotografii. Z takim zadaniem bardzo często mają do czynienia astronomowie wykonujący obserwacje różnego rodzaju obiektów astronomicznych.





# Piękno w astronomii – XI konkurs artystyczny „Ars Astronomica”

**Klaudia Beściak**

Astronomia Nova

*„Celem życia jest: w swojej małej jednostkowej duszy odbić jak najwięcej Kosmosu”*

Henryk Elzenberg

*„Bo piękno na to jest, by zachwycano  
Do pracy – praca, by się zmartwychwstało.”*

Cyprian Kamil Norwid

Próbując zrozumieć przekaz przywołanych wyżej stwierdzeń można odnieść wrażenie, iż ich autorzy chcą uświadomić nam ludzką małość względem ogromu Wszechświata i sugerują, że sensowne jest ujmowanie świata i ludzkiej w nim egzystencji w kategoriach piękna. Z drugiej strony słowa te można odebrać jako natchnienie do tego, by każdy rozmyślał o Kosmosie po swojemu i szukał klucza do jego tajemnic w swojej wyobraźni. Z przedstawionych myśli wynika, że piękno jest cenne samo w sobie. Nadaje ono sens życiu i światu, a egzystencja ludzka pozbawiona wrażliwości na piękno jest niewiele warta.

Istnienie autonomicznego piękna nie przekreśla udziału człowieka w jego tworzeniu. Poza oczywistym istnieniem piękna Kosmosu samego w sobie można i należy próbować odnaleźć jego odzwierciedlenie nie tylko na gruncie nauk przyrodniczych ale też w literaturze i sztuce.

Piękno Kosmosu może więc być wyrażane w dziełach plastycznych, fotograficznych, muzycznych, filmowych, literackich. Możliwości artystycznego wyrażenia piękna Kosmosu jest bardzo dużo.

W kontekście powyższego, Stowarzyszenie Astronomia Nova ([www.astronomianova.org](http://www.astronomianova.org)) i Obserwatorium Astronomiczne Królowej Jadwigi w Rzepienniku Biskupim ([www.oajadwiga.pl](http://www.oajadwiga.pl)) zapraszają do udziału w XI Międzynarodowym Konkursie „Ars Astronomica”.

## Regulamin

1. Uczestnikiem konkursu może być każdy chętny, bez jakichkolwiek preferencji wiekowych czy narodowościowych.
2. Prace konkursowe powinny być oryginalne, wykonane samodzielnie przez ich autorów.
3. Na konkurs można zgłaszać różne formy artystycznego wyrazu: rysunki, grafiki, fotografie, prezentacje multimedialne, rzeźby, modele 3-wymiarowe, utwory literackie, muzyczne i filmowe.
4. Niezależnie od formy, utwór ma wyrażać treści astronomiczne lub astronautyczne. Ma pobudzać ludzkiego ducha do refleksji nad Wszechświatem.
5. Prace należy tworzyć dla przyjemności i satysfakcji własnej. Stawiamy na przygodę i to ona właśnie ma być główną rekompensatą za włożony trud.
6. Wysyłając prace na konkurs wyrażamy tym samym chęć bezinteresownego podzielenia się własną przygodą z innymi.
7. Nad pracami konkursowymi pochyli się zespół oceniający, a autorzy najlepszych utworów zostaną zaproszeni na uroczyste ogłoszenie wyników konkursu, połączone z rozdaniem dyplomów i wydarzeniami pogłębiającymi wrażliwość na sprawy nieba. Najlepsze prace zostaną wykorzystane do popularyzacji astronomii i astronautyki w społeczeństwie. W szczególności informacja o nagrodzonych pracach zostanie zamieszczona na łamach pisma *Annales Astronomiae Novae* oraz na stronie internetowej [www.oajadwiga.pl](http://www.oajadwiga.pl)
8. Prace konkursowe należy dostarczyć przed 31 grudnia 2021 na adres:

Dr Bogdan Wszolek  
Obserwatorium Astronomiczne Królowej Jadwigi  
Rzepiennik Biskupi 80  
33-163 Rzepiennik Strzyżewski

9. Tam gdzie to będzie możliwe zachęcamy do korzystania z poczty elektronicznej i wysyłania utworów na adres: [bogdan.wszolek@gmail.com](mailto:bogdan.wszolek@gmail.com)
10. Osobą kontaktową w sprawach organizacyjnych Konkursu jest mgr Klaudia Beściak ([klaudia.besciak@gmail.com](mailto:klaudia.besciak@gmail.com)).

W internecie można znaleźć piękne i różnorodne obrazy galaktyk, gwiazd, Księżyca oraz innych kosmicznych fenomenów, które swoim pięknem, potęgą i majestatem zainspirują niejednego do działań artystycznych. Polecamy również oglądanie „astronomicznych zdjęć dnia” (również archiwalnych), zamieszczonych np. na wyżej wskazanych stronach internetowych. Najlepszym jednak sposobem na rozbudzenie w sobie „gwiazdnej duszy” będzie zapatrzenie się w rozgwieżdżone niebo, które od zawsze stymuluje człowieka ku wzniosłym czynom. Kosmos ma bowiem w sobie coś niewzruszonego, a poprzez sztukę można uchylić nieco rąbka jego tajemnicy.

**Część druga**  
(popularno-naukowa)



Droga Mleczna nad Chojnikiem (22 maja 2020). (fot. K. Gut)

# Big telescopes good; big brains even better

## Virginia Trimble

<sup>1</sup> Department of Physics and Astronomy, University of California,  
Irvine CA 92697-4575 USA, vtrimble@uci.edu

<sup>2</sup> Queen Jadwiga Astronomical Observatory, Rzepiennik Biskupi, Poland

The cosmos has risen high in Stockholm in recent years, with three of the last four Nobel Prizes recognizing our colleagues and friends in astronomy, astrophysics, and cosmology! The 2017 laureates were Rainer Weiss, Barry Barish, and Kip Thorne for the LIGO detection of gravitational waves (though of course the eventual team of the Laser Interferometer Gravitational wave Observatory had a thousand or so members). In 2019 came a sort of “career” award to P. James E. Peebles for a lifetime of contributions to our understanding of the universe at large and more focussed cheering for Michel Mayor and Didier Queloz who found the first planet orbiting a normal star. I’ve ordered the names, by the way, in the same way as they appear in a standard American almanac.

Mercifully, 2020 has just passed, but amid the wreckage stand tall Roger Penrose, Reinhard Genzel, and Andrea Ghez, the 2020 winners. The citations for them are not as informative as they could be. Genzel and Ghez head up two separate groups that have used infrared observations made on the ESO NTT and VLT and the Keck telescope to follow the motions of stars orbiting as close as any found to the supermassive black hole at the center of the Milky Way, in more than 20-year efforts each. Penrose in 1965 provided persuasive mathematical proof, using techniques few but he had mastered, to demonstrate that gravitational collapse would lead, via trapped surfaces, to the formation of what we now call black holes (and that there must have been a similar sort of singular event at the origin of our expanding universe). These singularity theorems also carry the imprint of Stephen W. Hawking (who was very often nominated for a Nobel up until his recent death). George Ellis and Werner Israel are also important parts of the total story.



In what sense, if any, can I claim to know these nine remarkable scientists? There is a Paczyński test (as for a good many other things). It goes back to summer 1970, when there were many astronomers (etc.) gathered at Fred Hoyle’s Institute of Theoretical Astronomy in Cambridge. One member of the crew, Klaus Fricke, had with him a remarkably similar twin brother. How was I (not very good at faces at the best of times) supposed to tell them apart? Klaus, said Bohdan, is the one who recognizes you! At that level at least, I claim to know all of them!

What else can one say about these three new additions to the class of Nobel Prize Winners? Gino Segrè, in a book called *Ordinary Geniuses*, defined that class as scientists whose accomplishments the rest of us might look at, and say, “if I had worked as long and as hard, as she (or he) has and been in an equally advantageous environment of space and time, I can imagine that I might have done something similar.” Segrè’s examples were Max Delbrück and George Gamow. Then there are the “extraordinary geniuses”, with Albert Einstein as the classic example. One looks at what they did, how, and when, and where, and confesses “I haven’t a clue”. I am reasonably sure that Sir Roger Penrose belongs in that class. I urge you to watch the 34 minutes or so of his Nobel lecture from 8 December 2020 and see what you think.

Indeed all three of lectures are fascinating, especially for how different they are! Penrose uses some diagrams drawn by his hand; Genzel’s visuals are suave and smoothly flowing (though some technical person assisted on showing the speaker to the viewer a little too often, when this viewer would have preferred longer glimpsed of the images, photographs, graphs and all being shown on the adjacent screen). All three, of course, have Wikis, which list at least a subset of their very numerous other prizes and awards, and can lead you to their more personal web sites. I particularly recommend Prof. Ghez’s “long CV” at the University of California, Los Angeles, for its incredibly impressive list of students (high school to PhD, and seemingly from all over the USA) she has mentored and her enormous contributions to the academic, scientific, and general communities.

Do I understand more or less how Drs. Ghez and Genzel came to their current, and long-standing, research? More or less. Her PhD dissertation (from Caltech, under Gerry Neugebauer) used 2.2 micron imaging of star formation regions to look at the statistics of pre-main-sequence binary stars. She had, and this is perhaps not incidental, a thesis advisor

who understood that woman can do science, since his wife, Marcia Neugebauer was a distinguished explorer of space science. Dr. Genzel was a student at the University of Bonn of radio astronomer Peter Mezger and came to the infrared from millimeter wavelength side (a thesis on  $\text{H}_2\text{O}$  masers associated with OB stars). His mid-career was rather a peripatetic one, with appointments at the Harvard, Smithsonian Center for Astrophysics, a full professorship at UC Berkeley, and associations with the Ludwig Maximilian University in Munich as well as the directorship of the Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics in Garching. Prof. Penrose's dissertation, on tensor methods in algebraic geometry, was conducted under the distinguished mathematician John A. Todd, who also ended up as a Californian, at the California Institute of Technology, where he had a professorship, and his equally brilliant (maybe more so??) wife, Olga Taussky Todd did not, until much later.

Leaving the rest of us even more in awe, all three of this year's laureates in physics have achieved something like a normal "work-life balance" with spouses and children. Probably Serge is wrong, and all such people are extraordinary!

In any case, do watch their Nobel Prize lectures, and stay tuned for the autobiographies they will later have on the Nobel web site.



Virginia Trimble and Kip Thorne  
(2019, Andrew Gemant Award ceremony at Caltech).



Prof. Marek Biesisada

# Nagroda Nobla z fizyki za rok 2020

## Marek Biesiada

Narodowe Centrum Badań Jądrowych, ul. Pasteura 7, 02-093 Warszawa

Nagroda Nobla z Fizyki za rok 2020 została przyznana za badania dotyczące czarnych dziur. Połowa nagrody przypadła Rogerowi Penrose'owi *“za odkrycie, że powstawanie czarnych dziur jest typowym przewidywaniem ogólnej teorii względności”*. Drugą połowę, natomiast, otrzymali wspólnie: Reinhard Genzel i Andrea Ghez za *“odkrycie supermasywnego zwartej obiektu w centrum naszej galaktyki”*. Przyjrzyjmy się bliżej tej tematyce badań i pewnym szczegółom oryginalnego wkładu jaki wnieśli laureaci tej prestiżowej nagrody.

Czarne dziury, w powszechnym rozumieniu, są to masywne obiekty ściśnięte do tak małych rozmiarów, że nic nie może się z nich wydostać – nawet światło – najszybszy fizyczny nośnik informacji. Tego typu przewidywania – traktowane jako ciekawostki – istniały już pod koniec XVIII wieku. Angielski astronom John Michell i nieco później Pierre Simon de Laplace rozważali hipotetyczne ciała niebieskie o tak silnej grawitacji powierzchniowej, że prędkość ucieczki przewyższałaby prędkość światła. Promień takiego ciała o zadanej masie można łatwo wyliczyć. Rozważmy ciało sferyczne o masie  $M$  i promieniu  $r$ . Aby jakikolwiek obiekt mógł opuścić na zawsze takie ciało, tzn. uciec do nieskończoności, należy mu nadać energię kinetyczną  $E_k = \frac{mv_{esc}^2}{2}$  co najmniej równą energii potencjalnej  $E_p = \frac{GMm}{r}$  jego wiązania w polu grawitacyjnym ciała o masie  $M$ . Przystawiając te wielkości łatwo dostajemy znany wzór:  $v_{esc} = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$ . Tak więc prędkość ucieczki będzie równa  $v_{esc} = c$  gdy promień ciała wyniesie  $r_g = \frac{2GM}{c^2}$ . Obecnie wielkość tą znamy jako promień Schwarzschilda, lub promień grawitacyjny.

Gdy Einstein sformułował ogólną teorię względności (OTW), zgodnie z którą istotą grawitacji jest zakrzywienie czasoprzestrzeni spowodowane obecnością materii (ogólniej – energii i jej przepływów), pierwszym

ściłym rozwiązaniem – pięknym matematycznie, lecz niezmiernie skomplikowanych w swej ogólnej postaci równań Einsteina – było rozwiązanie podane przez Karla Schwarzschilda<sup>1</sup> w roku 1916. Opisuje ono geometrię czasoprzestrzeni na zewnątrz sferycznie symetrycznego nie obracającego się ciała (punktowej masy). Ściśle mówiąc, rozwiązaniem Schwarzschilda jest metryka czasoprzestrzeni na zewnątrz sferycznie symetrycznego ciała:

$$ds^2 = \left(1 - \frac{2GM}{r}\right) c^2 dt^2 - \frac{dr^2}{1 - \frac{2GM}{r}} - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2) \quad (1)$$

Okazało się iż pojawił się tam, wyliczony wcześniej przez Michella i Laplace’a promień  $r_g$ . Z postaci metryki (1) widać wyraźnie, że jej składowe stają się osobliwe dla  $r = 0$  oraz  $r = r_g$ . Szczególna postać metryki w jednym wybranym układzie współrzędnych nie przesądza jeszcze o realności takich osobliwości – policzenie niezmienniczych wielkości skonstruowanych z tensora krzywizny pokazuje, że są one osobliwe (stają się nieskończone) jedynie w  $r = 0$ . Niemniej jednak, wyróżniona rola  $r_g$  pozostaje. Tym razem jako promienia tzw. horyzontu zdarzeń – obszaru, spod którego nic nie może się wydostać. Jest to spójne z (Newtonowską) interpretacją  $r_g$  jako promienia ciała (lub sfery otaczającej to ciało, gdyby jego promień był mniejszy), dla którego prędkość ucieczki jest równa prędkości światła. Po przekroczeniu horyzontu zdarzeń cząstka wpadająca do czarnej dziury musi zakończyć swój los w osobliwości centralnej – miejscu, gdzie kończą się historie wszystkich masywnych cząstek, światła a najprawdopodobniej załamują się także znane nam prawa fizyki. Fizyczny opis tego scenariusza, w przypadku kolapsu sferycznie symetrycznej chmury pyłu<sup>2</sup> dostarczyła słynna praca Oppenheimera i Snydera<sup>3</sup> z roku 1939.

Jak to często bywało w historii OTW, znaczenie fizyczne szczególnych rozwiązań budziło kontrowersje: czy nie są to jedynie bardzo szczególne przypadki, lub wręcz artefakty poczynionych założeń. Tak było z falami grawitacyjnymi czy rozwiązaniami natury kosmologicznej. W przypadku czarnych dziur sceptycyzm budziło silne założenie sferycznej symetrii. Spodziewano się, iż realistyczne scenariusze zapadania się gwiazd nie

<sup>1</sup>Schwarzschild, K., 1916, “Über das Gravitationsfeld eines Massenpunktes nach der Einstein’schen Theorie”, Sitzungsberichte der Königlich-Preussischen Akademie der Wissenschaften, 1916.

<sup>2</sup>Pyłem nazywamy nieoddziałujące ze sobą cząstki, w opisie termodynamicznym pył nie wywiera ciśnienia  $p = 0$ .

<sup>3</sup>Oppenheimer, J. R. and Snyder, H., 1939, “On continued gravitational contraction”, Physical Review, vol. 56, no. 5, pp. 455–459.



doprowadzą do powstania osobliwości. Lecz droga polegająca na poszukiwaniu, nie obwarowanych założeniami symetrii, rozwiązań okazała się bezskuteczna. Tu właśnie, w 1963 roku wkracza na scenę Roger Penrose, formułując ścisły matematycznie sposób badania globalnych własności czasoprzestrzeni opisywanych przez OTW, bez konieczności odwoływania się do konkretnych rozwiązań. Wprowadza genialny pomysł opisu i obrazowania (na tzw. diagramach Penrose'a) globalnej chronologicznej struktury czasoprzestrzeni. Definiuje osobliwości jako obszary czasoprzestrzeni, w których kończą się historie cząstek i promieni świetlnych. Wprowadza pojęcie powierzchni złapanej, czyli takiej, że promienie światła wysłane na zewnątrz niej muszą się zbiegać. Oczywiście w geometrii Schwarzschilda, każda sferyczna powierzchnia o promieniu  $r < r_g$  jest powierzchnią złapaną – promienie świetlne wysłane na zewnątrz nie mogą się rozbiec do nieskończoności. I wreszcie jest w stanie udowodnić, przy najslabszych możliwych założeniach – dodatniości energii (oraz braku patologii typu podróży w czasie do przeszłości), że jeśli tylko powstanie powierzchnia złapana, kolaps do osobliwości jest nieunikniony. Wprowadzone przez Penrose'a podejście do badań struktury czasoprzestrzeni doprowadziło do wielu późniejszych ważnych wyników teoretycznych, m.in. było stosowane w pracach Stephen'a Hawkinga. Podkreślmy, że istotą twierdzenia Penrose'a o osobliwościach, jest fakt, że wewnątrz powierzchni złapanej (np. horyzontu Schwarzschilda) musi istnieć osobliwość (miejsce, gdzie kończą się historie cząstek). Jest to wniosek niezależny od założeń dotyczących symetrii czasoprzestrzeni, w szczególności symetrii sferycznej. Powierzchnia złapana nie musi posiadać takiej symetrii.

Astronomowie, z kolei od momentu odkrycia kwazarów (przez Maartena Schmidta w 1963 r.), a później ogólniejszej klasy – galaktyk o aktywnych jądrach (AGN) zaczęli zdawać sobie sprawę, że najbardziej naturalnym wyjaśnieniem natury tych obiektów jest istnienie w centrach galaktyk supermasywnych (o masach od miliona do miliarda mas Słońca) czarnych dziur. Odkrycie w latach 70-tych XX wieku silnego punkтового radioźródła Sgr A\* w centrum Drogi Mlecznej wzbudziło zasadne podejrzenia, że jest ono zasilane przez centralną czarną dziurę. Badania centrum Galaktyki w paśmie widzialnym widma optycznego są praktycznie niemożliwe z uwagi na bardzo silną ekstynkcję pyłu w ośrodku międzygwiazdowym. Należało stworzyć i rozwinąć technikę obserwacji w podczerwieni z odpowiednio dużą rozdzielczością. Dopiero podjęte na początku lat 90-tych badania dwóch grup kierowanych przez tego-rocznych laureatów: Andreę Ghaz w obserwatorium Kecka na Hawajach

oraz Reinharda Genzel'a w Południowym Obserwatorium Europejskim (ESO) w Chile, doprowadziły do sukcesu. Obserwując w sposób ciągły przez prawie 30 lat skupisko kilkunastu gwiazd znajdujących się w sąsiedztwie centrum Galaktyki, byli oni w stanie odtworzyć precyzyjnie ich orbity. Jak się okazało, obiegają one po klasycznych Keplerowskich elipsach "coś" czego nie widać w żadnym zakresie fal świetlnych. Analiza orbit pozwoliła wyliczyć masę obiektu centralnego, jako 4 miliony mas Słońca. Najślynniejsza z tych gwiazd oznaczona jako S2<sup>4</sup> porusza się po bardzo wydłużonej orbicie o mimośrodku  $e = 0.88$  zbliżając się w periastronie do pozycji SgrA\* na odległość 17 godzin świetlnych, czyli ok. 122 j.a. Od ponad 20 lat mamy, więc dowód istnienia centralnej czarnej dziury w naszej Galaktyce.

Jakie jest znaczenie tego typu badań? Przede wszystkim, reprezentują one stopień naszego zrozumienia czasoprzestrzeni – areny zdarzeń, na której rozgrywa się fizyka, a która od czasów Einsteina przestała być postrzegana jako sztywna scena, lecz stała się pełnoprawnym aktorem. Na podstawie wiedzy jaką uzyskaliśmy teoretycznie, między innymi, studiując czarne dziury, możemy obecnie korzystać z systemu GPS. Oczywiście nie ma bezpośredniego związku GPS z czarnymi dziurami, jednak bez uwzględnienia poprawek wynikających z ogólnej teorii względności (w szczególności bez uwzględnienia metryki Schwarzschilda w opisie Ziemskiej grawitacji) globalny system pozycjonowania nie mógłby funkcjonować poprawnie. Satelity GPS umieszczone są na orbitach ok. 20000 km nad powierzchnią Ziemi, więc w myśl ogólnej teorii względności ich zegary spieszą się (w stosunku do zegarów na Ziemi) ok. 45 mikrosekund na dobę. Ponieważ w ruchu orbitalnym satelity GPS mają prędkości rzędu 14000 km/h, w myśl szczególnej teorii względności ich zegary spowalniają o ok. 7 mikrosekund na dobę. Zatem wynik sumaryczny to przyspieszanie zegarów o ok. 38 mikrosekund na dobę. W celu uzyskania precyzji pozycjonowania dokładnością do 15 m, zegary satelitarne i naziemne powinny być porównywane z dokładnością 50 nanosekund (15 metrów świetlnych). Nieuwzględnienie poprawek relatywistycznych powodowałoby akumulację błędów pozycjonowania rzędu 10 km na dobę.<sup>5</sup>

W dziedzinie astrofizyki, badania centralnych czarnych dziur pogłębiają nasze zrozumienie struktury i ewolucji galaktyk. Wreszcie, jak się

---

<sup>4</sup>Nazwa przyjęta przez grupę Genzel'a; w grupie Ghez ma ona symbol S02.

<sup>5</sup>Szczegóły według artykułu: Clifford M. Will, "Einstein's Relativity and Everyday Life" dostępnego na witrynie [<https://www.physicscentral.com/explore/writers/will.cfm>]. Clifford Will, obecnie profesor w University of Florida jest uznanym relatywistą o sporych osiągnięciach w zakresie testowania ogólnej teorii względności.

sądzi, dalsze badania czarnych dziur mogą mieć kapitane znaczenie dla stworzenia kwantowej grawitacji, czyli do uzyskania spójnego wewnętrznie połączenia teorii kwantowej z ogólną teorią względności. Tworzący się, coraz bogatszy materiał obserwacyjny dotyczący czarnych dziur: zarówno supermasywnych w centrach galaktyk, w gwiazdowych układach podwójnych (tzw. układach rentgenowskich) czy też tych rejestrowanych przez detektory fal grawitacyjnych, przenosi badania czarnych dziur na zupełnie inny poziom – na poziom konfrontacji empirycznej przewidywań teorii.

Laureaci:

- **Sir Roger Penrose**, emerytowany profesor Uniwersytetu w Oksfordzie. Wielokrotnie gościł w Polsce, wygłaszając wykłady i współpracując z polskim środowiskiem relatywistów, w roku 2016 odznaczony (wraz z prof. Andrzejem Trautmanem) Krzyżem Komandorskim Orderu Zasługi RP.
- **Reinhard Genzel** – dyrektor Max Planck Institute of Extraterrestrial Physics w Garching, profesor w University of California w Berkeley.
- **Andrea Ghez** – profesor w Univeristy of California w Los Angeles; czwarta w historii kobieta<sup>6</sup> uhonorowana Nagrodą Nobla w dziedzinie Fizyki.

---

<sup>6</sup>Wcześniej w dziedzinie fizyki Nagrodę Nobla otrzymały: Maria skłodowska Curie w 1903r, Maria Goeppert-Mayer (urodzona w 1906r w Katowicach, wówczas Kattowitz) w 1963r oraz Donna Strickland w 2018r.



Procedura napełniania wodorem balonu stratosferycznego (18 lipca 2020, OAKJ w Rzepienniku Biskupim).

# Trudny rok dla stratosfery

## Agata Kołodziejczyk

Obserwatorium Astronomiczne Królowej Jadwigi w Rzepienniku Biskupim

Astronomia Nova

AATC – Analog Astronaut Training Center

Rok 2020 był trudny dla społeczności stratosfery. Rozwiązano Global Space Balloon Challenge (GSBC) – amerykańską organizację promującą rozwój projektów stratosferycznych. Zrzeszała ona setki zespołów z całego świata wynoszących balony na wysokość powyżej 20 km. Pomimo wymiany korespondencji z organizatorami GSBC i deklaracji chęci udzielenia każdej potrzebnej formy wsparcia – począwszy od finansowej, przez organizacyjną, moderującą i realizującą pracę nad stroną i konkursem, uzyskałam odpowiedź negatywną co do możliwości kontynuacji projektu. Dotychczasowi organizatorzy nie są już zainteresowani współpracą i organizacją konkursu Global Space Balloon Challenge.

Przyczyną takiego stanu rzeczy mogła być porażka amerykańskiego projektu *Loom*. Powołany przez Google holding Alphabet Inc. zamknął projekt utworzenia sieci balonów stratosferycznych udostępniających mobilny internet w miejscach, gdzie budowa infrastruktury naziemnej byłaby utrudniona i finansowo nieatrakcyjna. Projekt *Loom* rozpoczęto w 2011 roku i polegał on na umieszczaniu latających wież telekomunikacyjnych na pokładach balonów wypełnionych helem w stratosferze na okres kilku miesięcy. W 2019 roku projekt *Loom* znalazł klienta biznesowego – firmę Telecom Kenya, zapewniającą internet w Afryce. Internet z balonów wykorzystywany był również w sytuacjach nadzwyczajnych, na przykład po zniszczeniach wywołanych przez huragany. Decyzję o zakończeniu projektu *Loom* podjęto ze względów biznesowych. Inwestycja nie przynosiła dostatecznego zwrotu kosztów, a gwoździem do trumny stał się rozwijający projekt “internetu z orbity”, czyli *starlinków* Elona Muska.



W Polsce też nie jest ciekawie. Toruńska organizacja *Copernicus Project*, zajmująca się od lat lotami do stratosfery, zdołała wprawdzie zorganizować cykliczną konferencję Near Space w wersji on-line w dniu 21.11.2020, ale i tu można było wyczuć podtkankowo porażkę. Tylko pięć wykładów i o tematyce kompletnie nie związanej ze stratosferą.

Inaczej było ze STRATOS – jedynym projektem edukacyjnym zrealizowanym w Polsce w 2020 r., a to dzięki determinacji członków zespołu: Agaty Kołodziejczyk, Mateusza Harasymczuka, Arkadiusza Kołodziejka, Ignacego Góreckiego, Agnieszki Elwertowskiej i Bogdana Wszółka. STRATOS to prywatna inicjatywa powstała ze względu na chęć realizacji szkoleń w zakresie interdyscyplinarnych projektów kosmicznych w środowisku symulującym warunki na Marsie i Wenus. Odpowiednia konstrukcja kapsuły ma służyć zarówno do testowania organizmów żywych, małych satelitów, robotów, jak i sprzętów badawczych do wyniesienia na orbitę. STRATOS to wieloetapowy projekt mający na celu nie tylko konstrukcję platformy edukacyjnej, ale również opracowanie niezależnego i niezawodnego systemu komunikacji i kontrolowanego lądowania.

Niezależnie od celów technicznych projektu, w ramach STRATOS zrealizowano w tym roku trzy projekty studenckie. Bartosz Żrebiec przygotował i przetestował prototyp systemu stabilizacji obrazu, Agata Kołodziejczyk i Arkadiusz Kołodziej testowali rozpad witaminy D w ultrafiolecie ponad ozonową warstwę atmosfery, a Ignacy Górecki przeprowadził akademicki eksperyment biologiczny, którego celem było określenie wpływu warunków stratosferycznych na przeżywalność oraz oporność na antybiotyki klinicznie istotnych patogenów bakteryjnych odpowiedzialnych za zakażenia szpitalne. Wyniki badań zaprezentowano na Międzynarodowej Konferencji Studentów 2020 w Gliwicach.

Obecnie realizowany jest pierwszy etap projektu związany z monitoringiem Ziemi ze stratosfery. Po jego pomyślnej realizacji będzie można przystąpić do tworzenia systemów komunikacji i kontrolowanego lądowania.

## **Przebieg misji stratosferycznej STRATOS-I**

W dniu 18 lipca o godzinie 10:30 CEST z Obserwatorium Astronomicznego Królowej Jadwigi w Rzepienniku Biskupim wypuszczono balon

o masie 1600 g wypełniony ok.  $3.5 \text{ m}^3$  wodoru. Kapsuła badawcza, łącznie z trzema urządzeniami telemetrycznymi i dwiema kamerami o łącznej masie 2 kg, wzbiła się ku niebu. Dzień był parny i pełno skłębionych chmur straszło nad głowami. Zapowiadane były gwałtowne burze, ale członkowie załogi całym sercem wierzyli, że szczęście dopisze. Najważniejsze było bezpiecznie wylądować i jak najszybciej odnaleźć kapsułę z próbkami. Predykcje lotu wykonano po raz ostatni tuż przed startem, aby jak najprecyzyjniej określić koordynaty lądowania. Program [www.predict.habhub.org](http://www.predict.habhub.org) wykorzystywał aktualne dane pogodowe i dostosowywał krzywą lotu do wprowadzonych parametrów balonu i wysokości, na jaką miał lecieć. Wysokość podano 30 km, ale nikt z załogi nie wiedział, czy faktycznie balon o średnicy 2 m na Ziemi, uzyskawszy średnicę około 16 m w stratosferze, pęknie na żądanej wysokości. Była to jedna z nielubianych zmiennych dla organizatorów wypraw do stratosfery. Zdobyte informacje zapewniały, że lot będzie łatwy, a kapsuła wyląduje na przedmieściach Krakowa. Zapowiadała się przyjemna misja polegająca na przetransportowaniu załogi autostradą wystarczająco szybko, aby wyprzedzić lecący balon i spokojnie oczekiwać momentu lądowania. Problemy zaczęły się 20 minut po starcie balonu. Samochody były już w drodze ku prognozowanemu przez aparaturę GPS miejscu lądowania, kiedy nagle straciliśmy kontakt z trackerami na kapsule. Dane z trackera były co najmniej podejrzane, bo ostatni zapis współrzędnych lotu sugerował opadanie a nie wzbijanie się balonu. Zatrzymaliśmy się w połowie drogi tuż przed wjazdem na autostradę, aby odczekać chwilę z nadzieją nadejścia nowych informacji. Informacja o wylądowaniu się nie pojawiała, ale nie pojawiały się też informacje o kontynuacji lotu balonu. Postanowiliśmy odczekać 20 minut, a w przypadku braku dalszego otrzymania koordynat z trackera, jechać zgodnie z ustaloną predykcją na miejsce lądowania. Była to dobra decyzja, ale spóźniliśmy się dobre 60 minut z odnalezieniem kapsuły. Na 20 minut przed lądowaniem obudził się tracker, kontynuując emisję pomiarów aż do momentu kontaktu z ziemią. Gospodarz, który pierwszy zauważył ładunek, zdał nam dokładną relację. Sam lądowania nie widział. Kapsuła nie runęła o ziemię, ale wylądowała na drzewku owocowym w taki sposób, że bez problemu można ją było zdjąć i rozplątać linki. Wykorzystany tracker, sprawca przygód, to SPOT GEN3 oparty na systemie satelitarnym GPS. W instrukcji nie napisano, że na wysokości kaukaskiego Elbrusa (ok. 5 km), tracker zaczyna wariować aż do całkowitego zaniku sygnału. Całe szczęście, że inne urządzenia, wliczając kamery, działały niezawodnie przez cały czas lotu, pomimo odrobiny deszczu w górnych partiach chmur.

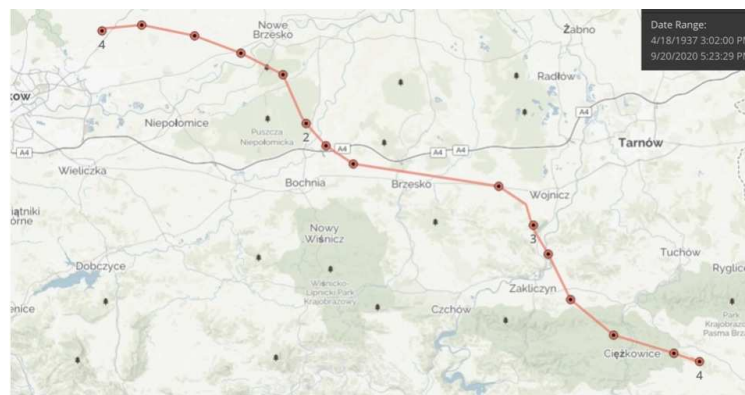
Kamery zarejestrowały kilka chmur burzowych o imponujących Rubensowskich kształtach, ale na nas nie spadła ani jedna kropla. Dopiero po zakończonej akcji lunęło.

Po analizie danych z kamer i czujników ustalono, że lot balonu trwał 2.5 godziny, a pęknięcie balonu nastąpiło na wysokości 31 km. Temperatury kapsuły oscylowały między 25° C przy powierzchni ziemi, do -56° C w czasie przechodzenia przez wysokie rejony troposfery. W stratosferze na samej górze czujniki zarejestrowały -8° C. Poza czterema czujnikami temperatury zainstalowano również dwa rodzaje czujników UV: ML8511 o zakresie detekcji 280-390 nm, oraz czujnik GUVA-S12SD o zakresie detekcji 240-370 nm. Czujniki były zintegrowane z płytką Arduino przez Kacpra i Bartka Zielińskich z Polskiego Towarzystwa Rakietowego. Na podstawie analizy danych z czujników oszacowano natężenie UV w czasie misji. Biologiczne próbki poddane były 63% ekspozycji UV w czasie 109 minut. Średnia ekspozycja próbek na światło UV w całej misji łącznie ze startem i lądowaniem, a także przechodzeniem przez warstwy gęstych chmur, wyniosła 55%. Reasumując, próbki w stratosferze otrzymały 4 razy większą dawkę UV niż próbki kontrolne na powierzchni Ziemi.

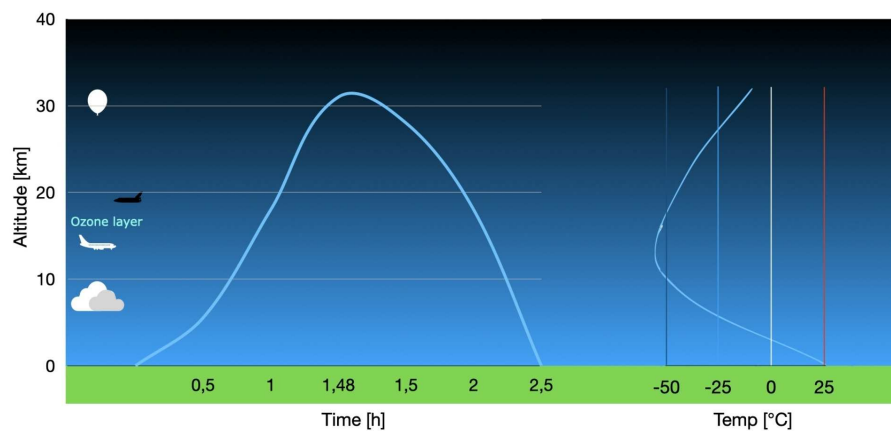
Ciekawym wynikiem misji STRATOS było wykazanie, że lepsza ochrona testowanych bakterii była w przypadku stosowania żywych kolonii w glicerolu. Bakterie liofilizowane, czyli pozbawione wody, okazały się nieoczekiwanie słabsze po powrocie na ziemię. Mikroorganizmów w kapsule było dużo. Przebyły one wcześniej długą drogę, zanim poleciały tak wysoko. Część próbek pochodziła z Warszawy, część z Ameryki, konkretnie z Amerykańskiej Kolekcji Szczepów Bakterii. Były to: *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 700603), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212) oraz *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) czyli szczepy bakterii nieodpornych na antybiotyki, oraz szczepy odporne takie jak: carbapenem resistant *E. coli* (CPE), carbapenem resistant *K. pneumoniae* (CPE), multi-drug resistant *P. aeruginosa* (MDR), vancomycin resistant *E. faecalis* (VRE), methicillin resistant/vancomycin sensitive *S. aureus* (MRSA/VSSA) and methicillin resistant/vancomycin intermediate *S. aureus* (MRSA/VISA). Szczepy antybiotykooporne pochodziły z Zakładu Mikrobiologii Medycznej Medycznego Uniwersytetu Warszawskiego.

Temat przeżywalności bakterii w stratosferze miał trafić na konkurs Global Space Balloon Challenge, który jednak się nie odbył. Postanowiliśmy więc sami organizować konkursy stratosferyczne w przyszłości.

Wierzmy, że ten kierunek aktywności jest wartościowy zarówno dla celów edukacyjnych jak i badawczo-rozwojowych, w szczególności gdy się myśli o środowisku near-space jako dobrym analogu warunków na Marsie.



Porównanie predykcji lotu STRATOS I (powyżej) z danymi z trackera (poniżej) [9].



Profil lotu misji STRATOS. Po lewej zależność między wysokością a czasem. Lot trwał 150 min. Przez ok. 60 minut lot odbywał się ponad warstwą ozonową, gdzie próbki były ekspozowane na podwyższone działanie promieniowania UVA, UVB i UVC. Pęknięcie balonu nastąpiło na wysokości 31 km. Po prawej stronie przedstawiono rozkład temperatury na zewnątrz kapsuły na różnych poziomach atmosfery.



Jurij Gagarin



# Gagarin – symbol wielkomocarstwowej propagandy czy nowy prawosławny święty?

**Jacek Kruk**

Sześćdziesiąta rocznica lotu Jurija Gagarina skłania do refleksji nad społecznym odbiorem tej pomnikowej postaci, zwłaszcza w jego ojczyźnie. Historyczny lot odbył się 12 kwietnia 1961 roku – w najgorętszym okresie zimnej wojny, kiedy Związek Radziecki i Stany Zjednoczone stały na krawędzi nowej wojny. Sama rakieta, która wyniosła Gagarina w kosmos, była produktem wyścigu zbrojeń pomiędzy supermocarstwami, wywodziła się bowiem z rakiety balistycznej R-7 przeznaczonej do przenoszenia głowic atomowych. Podobnie zresztą jak amerykańska rakieta Atlas D, która wyniosła na orbitę Johna Glenna, a była pierwotnie balistycznym pociskiem międzykontynentalnym.

Gagarin, obok Sputnika, stał się symbolem zwycięstwa ZSRR w pierwszej fazie wyścigu kosmicznego. Pierwszy kosmonauta był bardzo mocno eksploatowany przez propagandę radziecką, mimo to zyskał autentyczną sympatię na całym świecie, również w krajach zachodnich, które odwiedzał z licznymi oficjalnymi wizytami. Dominacja ZSRR w kosmonautyce załogowej utrzymała się do marca 1965 roku, jej ostatnim akcentem stał się pierwszy „spacer kosmiczny” dokonany przez Aleksieja Leonowa. W kosmonautyce bezzałogowej Związkowi Radzieckiemu udało się zachować przewagę nieco dłużej – do lutego 1966 roku, gdy automatyczna sonda Łuna-9 jako pierwsza dokonała miękkiego lądowania na Księżycu. Potem rozpędzony amerykański program kosmiczny zdystansował dokonania radzieckie, czego przypieczętowaniem stały się załogowe loty na Księżyc w latach 1969-1972.

Od tego czasu sytuacja w wyścigu kosmicznym praktycznie się nie zmieniła: Federacja Rosyjska, będąca spadkobierczynią ZSRR, ustępuje Stanom Zjednoczonym na większości frontów, pozostając liderem jedynie w długotrwałych lotach załogowych. W dodatku wkrótce zostanie zdystansowana przez Chiny, przynajmniej w dziedzinie automatycznych

sond międzyplanetarnych. Propaganda kremłowska rysuje oczywiście zupełnie odmienny obraz kosmicznej rywalizacji, gdzie – jak za czasów Gagarina – Rosjanie stoją *wpieredi planiety wsiej*. To jest myślenie życzeniowe, nie mające odzwierciedlenia w rzeczywistości, a celuje w nim szef agencji Roskosmos Dmitrij Rogozin. Dla niego opinie o zacofaniu rosyjskiego programu kosmicznego to kłamliwa propaganda zachodnia (chciałoby się rzec: imperialistyczna), której należy dać odpór! Znane również z naszego podwórka wezwanie do „powstania z kolan” wobec Zachodu wyraża się tu hasłem *Podnimi gołowu!* sygnowanym portretem Gagarina (Rys. 1).



RYSUNEK 1. Kosmodrom Wostocznyj, Gagarin na ruchomej wieży obsługi rakiet Sojuz.

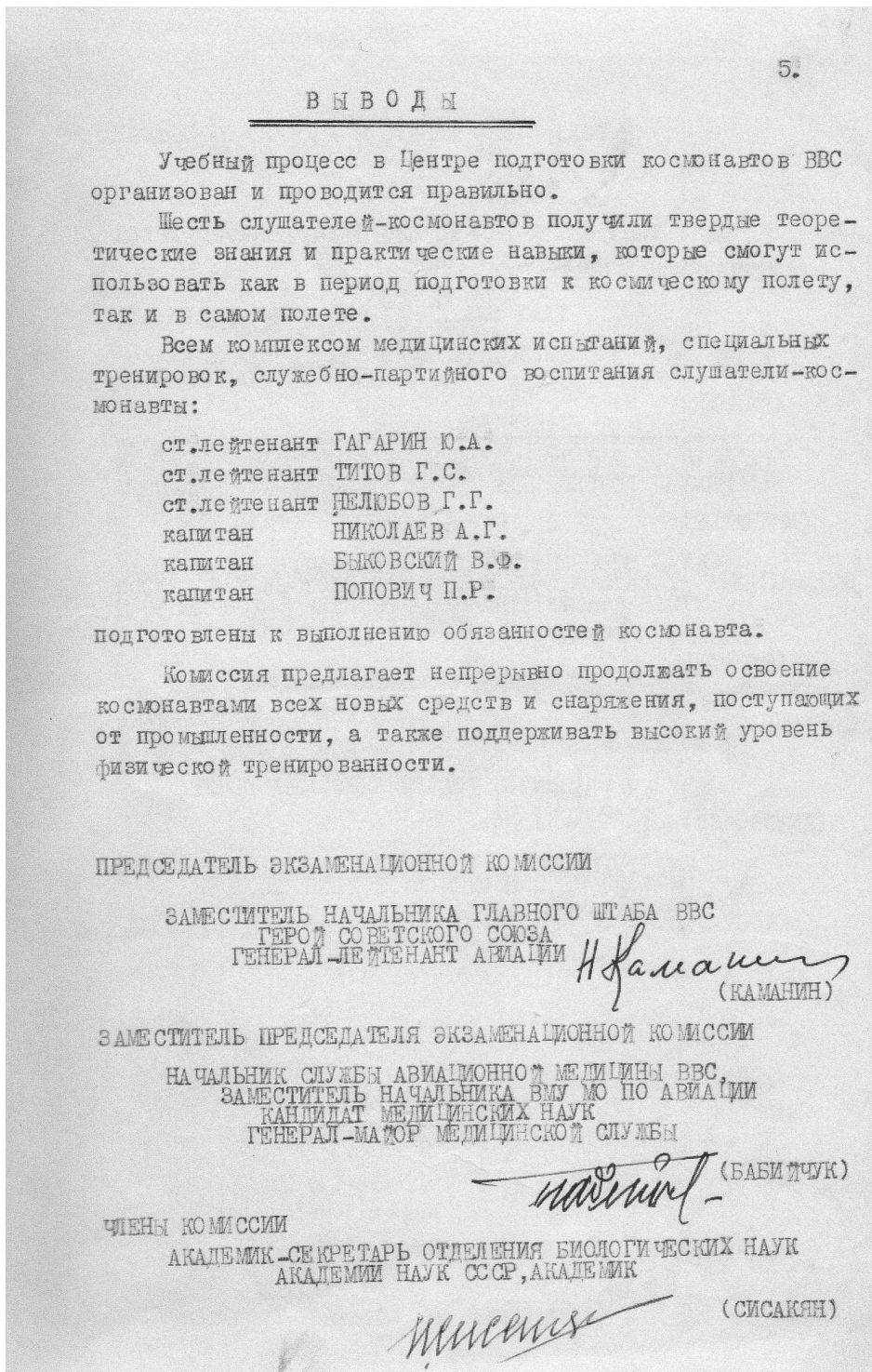
Rosyjski program kosmiczny nadal bazuje na dokonaniach radzieckich, ale rozwiązania z lat 1960-tych i 70-tych nie mogą konkurować z nowoczesnymi technologiami. Federacja Rosyjska zmarnowała najlepsze osiągnięcia późnej radzieckiej kosmonautyki – wahadłowiec Buran i rakietę Energia. Próby zbudowania nowej rodziny rakiet Angara trwają już ćwierć wieku, ale efekty są więcej niż mizerne: przeprowadzono dotąd zaledwie trzy próbne starty. Angara jest nieekonomiczna i wielu ekspertów obawia się, że wpędzi rosyjską kosmonautykę w ślepy zaułek. Podobnie absurdalnym z ekonomicznego punktu widzenia jest nowy kosmodrom Wostocznyj na rosyjskim Dalekim Wschodzie. Ale jest on oczkiem w głowie Putina, więc miliardy rubli płyną na Daleki Wschód nieprzerwanym strumieniem, mimo iż połowa „rozpływa się” po drodze. Zarówno Angara jak i Wostocznyj to elementy propagandowej magii, owego wstawania z kolan Federacji Rosyjskiej i nie jest ważne, czy będą

one użyteczne, a tym bardziej ekonomiczne. Mają się składać na wielkomocarstwowy obraz Rosji, w którym również Gagarin ma swoje miejsce, jako symbol czasów chwały.

Jeszcze bardziej znamienym jest ludowy odbiór dokonania Jurija Gagarina i jego postaci. Jak trafnie zauważył współczesny biograf Gagarina Lew Daniłkin, w społeczeństwie, w którym „ogniem i żelazem” tępiono religię, postać pierwszego kosmonauty zastąpiła obraz Chrystusa. Radziecki Mesjasz zstąpił z nieba na stepy nadwołżańskie w Wielkanoc 1961 roku. Syn cieśli ze smoleńskiej wsi Kłuszyno także przeżył „rzeź niewiniątek”, gdy w latach 1941-43 Niemcy okupowali Smoleńszczyznę. W wieku 34 lat zmarł śmiercią nieomal męczeńską, gdy jego samolot z impetem uderzył w ziemię. Szczątki jego ciała zbierano z gałęzi drzew w promieniu kilkudziesięciu metrów... Warto zauważyć, że z grupy wybrańców do pierwszego lotu, pierwotnie liczącej 20 osób, ostatecznie pozostało dwunastu: obok Gagarina, byli to Titow, Nikołajew, Popowicz, Bykowski, Komarow, Bielajew, Leonow, Wołynow, Chrunow, Szonin i Garbatko. Wśród pierwotnej dwudziestki „apostołów” nietrudno znaleźć i Judasza – to *nomen omen* Grigorij Nielubow (jego nazwisko można by przetłumaczyć jako *Niechęć*). Nielubow osiągnął bardzo wysoką pozycję wśród kandydatów na kosmonautów (Rys. 2), był trzecim w kolejce do lotu, a podczas startu Gagarina, obok Titowa, był drugim dublerem. Później przez incydent alkoholowy zaprzepaścił karierę kosmonauty, został wraz z dwoma kompanami usunięty z oddziału i skończył, podobnie jak zdrajca Chrystusa, śmiercią samobójczą.

Po historycznym locie dom rodzinny Gagarina w Kłuszyno przekształcono w muzeum (Rys. 3), a w dawnym gżackim Soborze Zwiastowania urządzono Muzeum Pierwszego Lotu (Rys. 4). Był to bowiem czas, w którym komunistyczna propaganda wykorzystywała Gagarina do walki z religią. Świątynia zwrócona została wiernym dopiero w 2011 roku. Po tragicznej śmierci w marcu 1968 roku Gagarin pochowany został z wielkimi honorami w murze kremłowskim. Miasto Gżack przemianowano na Gagarin, na terenie ZSRR postawiono dziesiątki pomników pierwszego kosmonauty. Wszystkie miejsca związane z jego życiem zostały upamiętnione tablicami oraz izbami pamięci, przedmioty z nim związane stały się eksponatami muzealnymi (Rys. 5). Matka Gagarina – Anna Timofiejewna została patronką radzieckich kosmonautów jeszcze za życia Jurija. Kosmonauci do końca jej życia w 1984 roku otaczali ją przyjaźnią i opieką. Obowiązkowo odwiedzali ją także „interkosmonauci”, czyli wybrańcy z państw obozu socjalistycznego (łącznie z Mirosławem Hermaszewskim) zapraszani do lotów na radziecką stację orbitalną

Salut.



RYSUNEK 2. Wnioski komisji egzaminacyjnej po przetestowaniu sześciu najlepszych kandydatów do pierwszego lotu w dniach 17-18.01.1961 r. W rzeczywistej pierwszej szóstce kosmonautów brakło Nielubowa, za to doszła Tierieszkowa.

[Przekład na język polski dokumentu z Rys. 2]

## WNIOSKI

Proces nauczania w Centrum Przygotowań Kosmonautów Sił Powietrznych został zorganizowany i przeprowadzony prawidłowo.

Sześciu słuchaczy-kosmonautów otrzymało solidną wiedzę teoretyczną i praktyczne umiejętności, które będą mogli wykorzystać zarówno w okresie przygotowania do lotu kosmicznego, jak i podczas samego lotu.

Poprzez kompleks badań medycznych, treningów specjalnych i wychowania służbowo-partyjnego słuchacze-kosmonauci:

porucznik	GAGARIN J.A.
porucznik	TITOW G.S.
porucznik	NIELUBOW G.G.
kapitan	NIKOŁAJEW A.G.
kapitan	BYKOWSKI W.F.
kapitan	POPOWICZ P.R.

zostali odpowiednio przygotowani do wykonania obowiązków kosmonauty.

Komisja zaleca kontynuację zapoznawania się przez kosmonautów ze wszystkimi nowymi środkami i wyposażeniem dostarczanym przez zakłady przemysłowe, a także utrzymywanie sprawności fizycznej na wysokim poziomie.

PRZEWODNICZĄCY KOMISJI EGZAMINACYJNEJ  
ZASTĘPCA NACZELNIKA SZTABU GŁÓWNEGO SIŁ POWIETRZNYCH  
BOHATER ZWIĄZKU RADZIECKIEGO  
GENERAL LOTNICTWA  
(KAMANIN)

ZASTĘPCA PRZEWODNICZĄCEGO KOMISJI EGZAMINACYJNEJ  
NACZELNIK SŁUŻBY MEDYCZYNY LOTNICZEJ SIŁ POWIETRZNYCH  
DOKTOR NAUK MEDYCZNYCH  
GENERAL SŁUŻBY MEDYCZNEJ  
(BABIJCZUK)

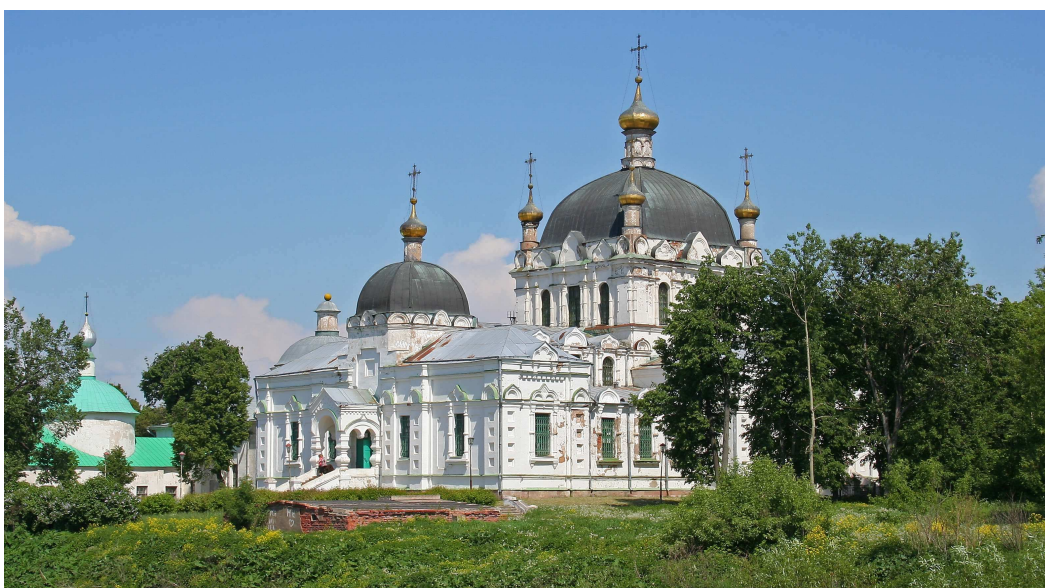
CZŁONKOWIE KOMISJI  
CZŁONEK AKADEMII NAUK SEKRETARZ ODDZIAŁU NAUK  
BIOLOGICZNYCH AKADEMII NAUK ZSRR  
(SISAKJAN)

W państwach socjalistycznych także odpowiednio honorowano pierwszego kosmonautę nadając jego imię ulicom i szkołom oraz stawiając pomniki. W Polsce imię Gagarina nosiła nawet wyższa uczelnia – w latach 1969-1989 była to Wyższa Szkoła Inżynierska w Zielonej Górze, jako że Gagarin miał zakładać kamień węgielny pod jej budowę w lipcu 1961 roku. Szczególną sympatią cieszył się Gagarin wśród lotników





RYSUNEK 3. Dom Gagarinów w Kłuszyno, w lewym górnym rogu widoczna ikona.



RYSUNEK 4. Sobór Zwiastowania w Gzacku, który do 2011 r. był Muzeum Pierwszego Lotu w Gagarinie.

wojskowych, co jest o tyle zrozumiałe, że sam był jednym z nich. Na lotnisku wojskowym w Babimoście (obecnie port lotniczy Zielonej Góry) w 1970 roku wmurowano pamiątkową tablicę w miejscu, gdzie Gagarin wysiadł z samolotu podczas lipcowej wizyty w Polsce. Po roku 1989 w naszym kraju spora część tych honorów dla pierwszego kosmonauty

została usunięta w ramach dekomunizacji. Dla przykładu, w Krakowie nie ostała się ulica Gagarina (przemianowana na Jasnogórską), ani też szkoła podstawowa jego imienia, obecnie mająca za patrona księcia Józefa Poniatowskiego, choć w innych miastach ulice Gagarina i szkoły jego imienia nadal istnieją.

Wróćmy jednak do Rosji, a dokładniej na teren dawnego ZSRR, do dwóch najważniejszych miejsc związanych z pierwszym lotem człowieka w kosmos. To Bajkonur w Kazachstanie, w czasach Gagarina zwany Tiura-Tamem, oraz miejsce lądowania w rejonie miejscowości Engels w Obwodzie Saratowskim. Wyrzutnia nr 1, zwana dziś „Gagarińskim Startem” jest niewątpliwie najsłynniejszą spośród licznych wyrzutni Bajkonuru – stąd wysłano nie tylko raketę Wostok ze statkiem Gagarina, ale także pierwszego satelitę Ziemi, pierwsze sondy międzyplanetarne i księżycowe, wreszcie wszystkie statki załogowe aż do roku 1969. Obecnie historyczna wyrzutnia przechodzi gruntowny remont, ale nie jest on związany z rocznicą lotu Gagarina lecz z przystosowaniem do nowszej wersji raket nośnych (Sojuz-2). Remont potrwa aż do 2023 roku, nie jest to zatem miejsce odpowiednie do fetowania rocznic.



RYSUNEK 5. Autor przy „gagarinowskiej relikwii” – służbowej Woldze pierwszego kosmonauty eksponowanej obok Domu Kosmonautów w Gagarinie.

Co innego – miejsce lądowania. Tam od marca 2020 roku trwa budowa Parku Zdobywców Kosmosu: na terenie o powierzchni 20 ha powstaje szereg obiektów muzealnych, edukacyjnych i rekreacyjnych, w tym „Ścieżka 108 minut”. Tyle bowiem trwał pierwszy lot człowieka, choć





RYSUNEK 6. Pomnik Gagarina na miejscu lądowania.

spacer po granitowych płytach ułożonych wokół obelisku i pomnika Gagarina na miejscu jego lądowania (Rys. 6) będzie zapewne krótszy. Na płytach wykute zostaną teksty rozmów Gagarina z centrum kontroli lotu „Zaria” na Bajkonurze podczas historycznego lotu. Teren wokół obelisku ma być zrehabilitowany do pierwotnej stepowej formy z roku 1961. Wszystkie prace powinny zakończyć się przed 12 kwietnia 2021 roku, by tego dnia mogły się tu odbyć rocznicowe uroczystości.

Ale warto też zwrócić uwagę na zupełnie inne wydarzenia w Rosji, jakie w ostatnich czasach mają miejsce wokół postaci Jurija Gagarina. W 54 rocznicę jego lotu w mieście Perm miejscowy artysta street-art Aleksandr Żuniow umieścił na ścianie mieszkalnego wieżowca dzieło przedstawiające ukrzyżowanego Gagarina (Rys. 7). Następnego dnia służby komunalne usunęły graffiti ulicznego artysty, a jego samego wezwano do prokuratury. Dzięki temu sprawa nabrała ogólnokrajowego rozgłosu, zaś dzieło, choć zniszczone, zaczęło żyć nowym życiem. W efekcie Żuniow został ukarany grzywną wysokości 1000 rubli, a znany prawosławny teolog Andriej Kurajew w wywiadzie dla miejscowej gazety „Zwiezda” stwierdził, że graffiti artysty nie obraża jego uczuć religijnych: „Jak rozumiem, autor ukrzyżowanego Gagarina nie zamierzał nikogo obrażać, co więcej, pragnął pojednać naukę i religię.”

Permski przedsiębiorca Dmitrij Sutomin zamówił u Żuniowa ten sam



RYSUNEK 7. Ukrzyżowany Gagarin – graffiti w mieście Perm na Uralu (12.04.2015).

obraz na płótnie, dzieło namalowane przez artystę w maju 2015 roku i nazwane „Wielkim Kosmonautą” zdołało początkowo jedno z biur firmy Sutomina, później wystawiane było w różnych galeriach. Obecnie zalicza się niemal do klasyki współczesnego rosyjskiego malarstwa, a sławę obrazu utrwaliła przedwczesna śmierć artysty: w gagarinowskim wieku 34 lat zmarł on w pociągu relacji Moskwa-Perm 10 sierpnia 2018 roku. Dom, na którym pojawiło się słynne graffiti, nadal przyciąga uwagę, a na miejscu ukrzyżowanego Gagarina po śmierci Żuniowa namalowano płonąącą świecę.



RYSUNEK 8. Fresk z cerkwi w Nowosiolowo: św. Andrzej Apostoł w otoczeniu kosmonautów.

Kolejnym przejawem *vox populi* było pojawienie się fresku z Gagarinem w cerkwi św. Andrzeja Apostoła we wsi Nowosiołowo Obwodu Włodzimierskiego – miejscu tragicznej śmierci pierwszego kosmonauty. Malowidło przedstawia patrona cerkwi w otoczeniu trzech klęczących postaci – z prawej Jurija Gagarina i Władimira Sieriogina (instruktora lotniczego, który towarzyszył Gagarinowi w ostatnim locie) oraz Aleksieja Leonowa z lewej (Rys. 8). Dodajmy, że Leonow to jeden z kosmonautów pierwszej dwudziestki, zmarły zaledwie rok temu. Równocześnie to artysta malarz i człowiek mocno zaangażowany w badania przyczyn katastrofy lotniczej w Nowosiołowo.

Leonow zaprojektował wystrój świątyni, a także sfinansował wraz z innymi kosmonautami-weteranami jej renowację – stąd jest przedstawiony na fresku w charakterystycznej postaci fundatora (z modelem świątyni w ręku). Podobnie Gagarin trzyma w ręku model, zapewne reprezentując pozostałych fundatorów. Cerkiewna dzwonnica posiada dziewięć dzwonów, które noszą imiona tragicznie zmarłych kosmonautów. Oczywiście, nie wszyscy akceptują takie traktowanie Gagarina – Włodzimierski oddział organizacji „Ateiści Rosji” zażądał od miejscowego metropolity usunięcia postaci „znanego ateisty Jurija Aleksiejewicza Gagarina” z cerkiewnego fresku. I podobnie jak przypadku dzieła Żuniowa, protest ateistów rozszławił nikomu przedtem nieznaną fresk.



RYSUNEK 9. Poświęcenie rakiety Sojuz przed startem załogowym na Bajkonurze.



Co na to wszystko oficjalna cerkiew prawosławna? Można się domyślać, że czeka na wskazówki z Kremla, bowiem we współczesnej Rosji władze państwowe i cerkiewne zrosnięte są trwale i raczej te pierwsze dzierżą rząd dusz. W Polsce zjawisko to nie powinno budzić szczególnego zdziwienia. Być może, sygnał nadejdzie w 60. rocznicę lotu Gagarina, a może dopiero w setną rocznicę urodzin Jurija (2034)? Możliwe też, że nigdy, choć przykłady z najnowszej historii Rosji (kanonizacja cara Mikołaja II i jego rodziny w roku 2000), uprawniają do takiego scenariusza. Jedno jest pewne – religia coraz śmielej przenika do rosyjskiej kosmonautyki, czego wyrazem stało się święcenie raket przed startem (Rys. 9), a także startujących załóg (Rys. 10). W rosyjskim sektorze Międzynarodowej Stacji Kosmicznej również są ikony, obok portretów „świętej trójcy kosmonautyki”: Konstantego Ciołkowskiego, Siergieja Korolowa i Jurija Gagarina. Na stację przywożone są także dewocjonała, by po „poświęceniu kosmosem” powrócić do ziemskich cerkwi (Rys. 11).



RYSUNEK 10. Poświęceniu podlegają nawet amerykańscy astronauta wybierający się rosyjskim statkiem na stację orbitalną.

Na koniec warto przytoczyć fragment żartobliwej pieśni o locie Gagarina, śpiewanej w latach 1960-tych przez naszą brat studentką na melodię „Ballady o jednej Wiśniewskiej”:

*Pop siwobrody poświęcił człony,  
Ogień pokazał się w rurze,  
Jurij się skrycie trzykroć przeżegnał  
I poszybował ku górze.*



RYSUNEK 11. Kosmonauci M. Surajew, A. Skworcow i O. Artiemjew z ikonami na stacji ISS (marzec 2014).

Jurij Gagarin, znany z wielkiego poczucia humoru, na pewno nie obraziłby się na taki niewinny żart polskich żaków. Tym bardziej, że dziś „pop siwobrody” oficjalnie święci rakiety, a kosmonauci przed lotem nie muszą żegnać się „skrycie”.

# Preparing the future Moon exploration EuroMoonMars - Poland 2020 Campaign

**Ioana Roxana Perrier<sup>1,3</sup>, Bernard Foing<sup>2,3,4</sup>, Agata Kołodziejczyk<sup>3,5</sup>,  
Krystian Komenda<sup>3</sup>, Mikael Clain<sup>1</sup>, Emma Forgues-Mayet<sup>1</sup>, Théo  
Podolsky<sup>1</sup>, Julien Bardin-Codine<sup>1</sup>, Hugo Castaing<sup>1</sup>, Quentin  
Gouault<sup>1</sup>, Amanda Spilkin<sup>3</sup>, Roberto Landolina<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> IPSA Toulouse, 40 Boulevard de la Marquette, 31000, Toulouse, France

<sup>2</sup> ESA ESTEC, Noordwijk, Netherlands

<sup>3</sup> ILEWG/EuroMoonMars, Netherlands

<sup>4</sup> Vrije Universiteit Amsterdam, Leiden & Institut d'Astrophysique Spatiale(IAS) CNRS

<sup>5</sup> Analog Astronaut Training Center (AATC)

## Introduction

The International Lunar Exploration Working Group (ILEWG) Euro-MoonMars program includes research activities for data analysis, instrument tests and development, field tests in Moon and Mars analogue pilot projects, training and hands on workshops, and outreach activities [1-10]. Euro-MoonMars field campaigns have been organized in specific locations of technical, scientific and exploration interest. Field tests have been conducted in different locations all over the world: European Space Research and Technology Centre (ESTEC) in the Netherlands, European Astronaut Center (EAC), at Utah Mars Desert Research Station (MDRS), Eifel, Rio Tinto, Iceland, La Reunion, LunAres base at Pila Poland [1-10], Hawaii Space Exploration Analog and Simulation (HiSEAS) base in Hawaii, and AATC Poland for the EMMPOL missions. As an aerospace engineering school, IPSA (Institut Polytechnique des Sciences Avancées) from France, joined the ILEWG Euro Moon Mars program to be more active in the future of the space exploration and particularly the one of the Moon.

## EMMPOL 2020 campaign

Our first EuroMoonMars-Poland (EMMPOL) missions together were focused on studies of the habitability conditions on the Moon and on conducting experiments in lunar simulation habitat, supported remotely by a science support and mission control team. The Analog Astronaut Training Center (AATC) facility in Poland allowed us to test our experiments in an isolation campaign of one week in October 2020. We shall describe the preliminary results from EMMPOL1 crew campaign, and lessons learned for mission control and science support. The preliminary results were discussed at EMMPOL workshop.



EMMPOL 1 and 2 Crew during EMMPOL workshop at Queen Jadwiga Astronomical Observatory.

## Preparing experiments

As part of the project-based learning our students worked on the future habitability conditions on our natural satellite, and performed a set of experiments, that were monitored from mission control and science support. This included:

*Hydroponics:* A greenhouse concept was developed. All technical aspects were studied: design, automatic systems, energy budget, but not only. A green house is meant to allow humans on the Moon to have





EMMPOL reporting from mission control center.

an autonomy in growing plants and vegetables, to have fresh food and a good nutrient supply. This project allowed us to get familiarized with aquaponics and hydroponics technics, for fish and plants. Concerning the Hydroponic system, we propose an improved biofilter with an increased nesting surface meaning an increased surface for nitrifying bacteria.

*High pH water studies.* We know that water is a key element for our survival. Long-term space missions are challenging when thinking about water budget, its source, and its quality. Hydration is important for humans but necessary for plants too. AquaVia 9.4 pH commercialized water was tested during our isolation campaign. It was compared with neutral pH water impact on the growth of plants but also on the human body. Analog astronauts followed a special diet in order to clearly identify the action of the alkaline water.

*Life support system.* Algae are the most widespread oxygen producers in the world. They are also resistant to environmental changes, easy to breed and they effectively reduce CO<sub>2</sub>. In confined and small spaces, the increased amount of CO<sub>2</sub> generates a potential risk for the crew [11]. Three types of microalgae consortia were used in the experiment. *Arthrospira plantita*, *Chlorella*, *Spirulina*, *Synechocystis* spp. were the most dominant algae species selected for this study. The efficiency of CO<sub>2</sub> reduction was investigated as a function of time by placing algae



consortia in chambers of various volumes in a sealed container. The algae were saturated with the external habitat air rich in CO<sub>2</sub>. The risks were characterized, and costs related with implementation of this biological method. *Recycling.* The recycling awareness came in very naturally. Our daily production of wastes increases and the types of materials we handle are evolving; thanks to the collaboration with a French environmentally friendly association called Zeapack, we could test compost done with recyclable plastic. Laboratory items like plastic gloves and plastic bags were used for the study using the Berkley method.

*Sample return 3D printed spacecraft.* Once humanity will have access to a lunar base, it is likely that we will need a spacecraft to send samples or equipment into orbit or on Earth. To cope with that, we created a micro launcher which is a 3D plastic printed rocket with a purpose of sending Moon regolith sample in orbit or to Earth. It is composed of three parts: the thruster, the tank, and the payload. The main goal was to design a launcher versatile and adaptable to lots of purpose. Being able to 3D print a launcher directly on the Moon base with inexpensive material as plastic, would allow to decrease the complexity and the price of returning samples, such as experiment results, to Earth.

*Space weather report.* We also monitored the solar activity for extra-vehicular activities purposes. Daily weather reports were prepared and the impact of solar flares on the surface of the south pole of Moon were studied, in case of necessity of maintenance activities outside our base.

*Preparing future astronauts.* All the operators of this experiments are analog astronauts. We performed all the activities in isolated conditions and respected the low budget of resources. Also, as part of our analog Moon mission we had no natural light and we were respecting a schedule of science, technical, physical, and social activities that were monitored from mission control and science support team. Special monitoring of electrical power consumption and CO<sub>2</sub> levels inside the habitat were conducted from mission control center too.

**Acknowledgments.** We thank the following partners and sponsors:

1. Euro Moon Mars/ILEWG team and support,
2. AATC Analog Astronaut Training Center ([www.astronaut.center/](http://www.astronaut.center/))
3. Queen Jadwiga Astronomical Observatory ([www.oajadwiga.pl/en/](http://www.oajadwiga.pl/en/))
4. AquaVia naturally alkaline spring water pH 9.4, Transilvania – Bologa, Cluj county, Romania,
5. Zeapack Vaisselle Ecologique, 34690 Fabregues, France,

## 6. Zortrax Poland (<https://zortrax.com/>)

### References

- [1] Foing B. H., 2009, LPI/LPSC, 40, 2567
- [2] Groemer G. & ILEWG Eifel team, 2010, LPI/LPSC 41, 1680
- [3] Foing B. H. et al., 2011, Special Issue MoonMars, 10, IJA, 10
- [4] Ehrenfreund et al., 2011, IJA 2011, 10 (3), 239
- [5] Stoker C. et al., 2011, IJA 2011, 10 (3), 269
- [6] Kotler et al., 2011, IJA 2011, 10 (3), 221
- [7] Foing B. H. et al., 2014, LPI/LPSC 45, 2675
- [8] Foing B. H. et al., 2016, LPI/LPSC 47, 2719
- [9] Offringa M. et al., 2016, LPI/LPSC 47, 2522
- [10] Kamps O. M. et al., 2016, LPI/LPSC 47, 2508
- [11] Soreanu G., Cretescu I., Diaconu M. et al., 2018, Monitoring of CO<sub>2</sub> uptake by microalgae in indoor environment, 255



Start balonu stratosferycznego z OAKJ w Rzepienniku Biskupim  
(18 lipca 2020).

# Balonem w Kosmos?

## Piotr M. Strzelczyk

Katedra Inżynierii Lotniczej i Kosmicznej, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa,  
Politechnika Rzeszowska

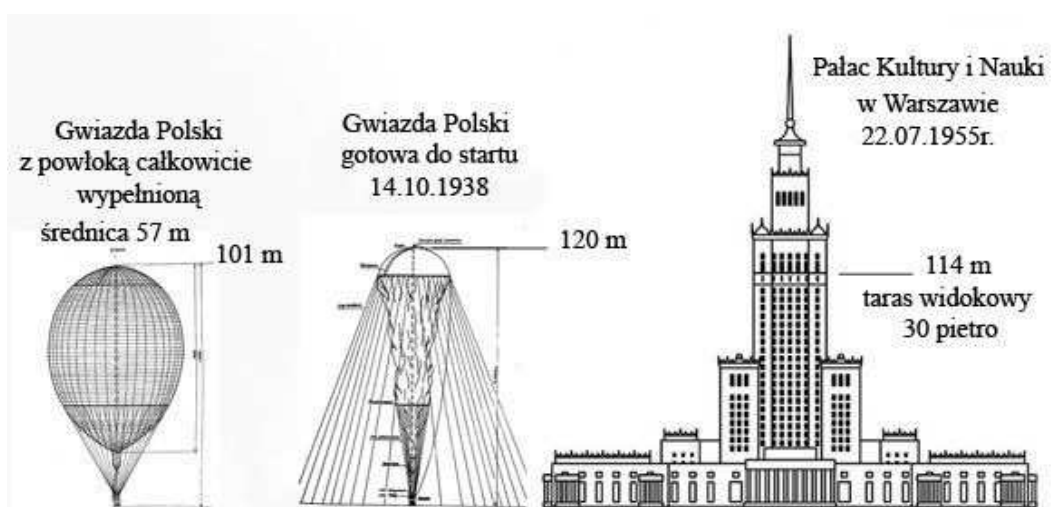
(Streszczenie wykładu wygłoszonego podczas Mini Sympozjum Rakietowego w Obserwatorium Astronomicznym Królowej Jadwigi w Rzepienniku Biskupim w dniu 8 sierpnia 2020 roku)

## Wstęp

Balony często były wykorzystywane w lotach na bardzo duże wysokości, głównie w celach naukowych. W Polsce pierwszy lot na wysokość 30 km miał się odbyć w grudniu 1938 r. z Doliny Chochołowskiej, z pomocą stratostatu WBS „Gwiazda Polski” o objętości 124700 m<sup>3</sup> i masie startowej 4275 kg. Lot ten miał mieć, oprócz wydźwięku niewątpliwie propagandowego, cele naukowe, głównie badanie promieni kosmicznych i pomiary parametrów atmosfery na dużych wysokościach. Załoga: kpt. pil. Zbigniew Burzyński i dr n. fiz. Konstanty „Kok” Narkiewicz-Jodko. Stratostat został uszkodzony na skutek pożaru 13 października 1938 r. i następny start w Sławsku w Gorganach (ówczesne pogranicze Polski i Rumunii) wyznaczono na 7 września 1939 r. [3].

Balonowe sondy meteorologiczne osiągają dziś wysokości lotu rzędu 40 km. Rekordowa wysokość lotu balonu meteorologicznego to 53 km.

W czasie lotów stratosferycznych testowano także kombinezony astronautyczne, np. w ramach Project RAM 4 maja 1961r. Lot taki z pokładu lotniskowca USS „Anietam” wykonał lekarz medycyny lotniczej, Lt. Cmdr. dr n. med. Victor Alonzo Prather Jr., w gondoli balonu StratoLab V na wysokość 34670 m. Niestety lot skończył się tragicznie, gdyż podczas wodowania lotnik utonął w Zatoce Meksykańskiej [8]. Balon ten



WBS „Gwiazda Polski” [3].

był największym wówczas zbudowanym na świecie, z powłoką o pojemności  $280000 \text{ m}^3$ , wykonaną z folii polietylenowej o grubości zaledwie  $0.025 \text{ mm}$ . Balon przygotowany był przez Winzen Research Inc. [7].

Największa zaś wysokość lotu człowieka balonem to  $41419 \text{ m}$ . W czasie tego lotu, 24 października 2014 r., Alan Eustace skoczył ze spadochronem, osiągając w spadku swobodnym prędkość naddźwiękową, podobnie jak wcześniej Felix Baumgartner 14 października 2012r., który skoczył z wysokości  $38\,969 \text{ m}$  osiągając prędkość  $377.12 \text{ m/s}$ , czyli ok:  $Ma=1.26$ .

Jak widać, można wykorzystywać balony do badania elementów techniki kosmicznej w warunkach zbliżonych do kosmicznych, a po zrzucie ładunku z dużych wysokości uzyskiwać dość długie czasy dla eksperymentów w warunkach mikrogravitacji (mała gęstość powietrza, bardzo mały opór aerodynamiczny zrzuconego obiektu).

Niektóre procesy chemiczne czy biochemiczne mają czasy charakterystyczne na poziomie femtosekund. Ponadto wymiana ciepła odbywa się w tych warunkach głównie przez promieniowanie, jak w przestrzeni kosmicznej. Użycie balonu w tego typu zagadnieniach jest znacznie tańsze niż użycie rakiety o tym samym udźwigu.

W przypadku obserwacji astronomicznych, prowadzonych w zakresie ultrafioletu, podczerwieni czy promieniowania terahercowego, konieczne jest pozostawienie atmosfery poniżej. Obserwacje trzeba prowadzić z samolotu, satelity, lub balonu stratosferycznego, w celu zmniejszenia stopnia filtracji tych zakresów widma przez atmosferę, głównie przez parę wodną. Przykładem tego typu przedsięwzięcia może być misja NASA „ASTHROS” [2, 6] (Astrophysics Stratospheric Telescope for High



Spectral Resolution Observations at Submillimeter-wavelengths), balonowego obserwatorium terahercowego. Balon nośny wypełniony helem miał tu objętość aż:  $1.75 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ! Samo obserwatorium miało masę ok. pięciu ton [6].

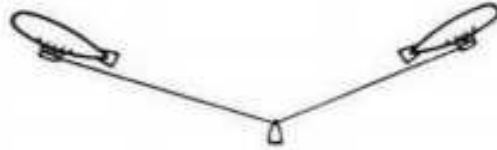


Przygotowania ASTHROSa do startu [6].

Ciekawą ideą jest wykorzystanie aerostatów jako stopni zerowych raket nośnych. Korzyściami z tego rozwiązania są: a) zysk na wysokości 20...40 km – brak na tym odcinku pracy wykonywanej przez silniki pierwszego stopnia przeciwko sile ciężkości (pierwsze stopnie raket nośnych kończą pracę na 70...80 km), b) redukcja oporów aerodynamicznych (95% masy atmosfery zostawione poniżej); maksymalne ciśnienie dynamiczne osiągnięte jest przy starcie z powierzchni Ziemi, w zależności od profilu trajektorii rakiety, na wysokościach 11...15 km; ponadto można zredukować masę struktury wytrzymałościowej rakiety (przy maksymalnej wartości ciśnienia dynamicznego występują maksymalne obciążenia aerodynamiczne konstrukcji); czynniki te pozwalają na zmniejszenie ilości materiałów pędnych zabieranych przez raketę, c) brak emisji zanieczyszczeń w troposferze.

Pierwsza wzmianka nt. możliwości wykorzystania aerostatu do wspomaganie startu rakiety kosmicznej, powołująca się na Hermanna Obertha, pochodzi od Hermana „Noordung” Potočnika [4]. W tej pracy wspomina się o wykorzystaniu pary sterowców do wyniesienia rakiety kosmicznej na wysokość startową. W latach pięćdziesiątych ubiegłego stulecia, Biuro Badań Marynarki Wojennej USA (ONR) wykorzystowało raketę „Loki” w pierwszych startach „Rockoon”, wypuszczając go

na duże wysokości balonem wypełnionym helem, do badań w górnych warstwach atmosfery. Pierwsze odpalenie Loki I w misji Rockoon miało miejsce 1 VII 1955 roku z lodołamacza USCG „Stayten Island”, u wybrzeży Grenlandii. Pomysłodawcą był James van Allen, który pierwsze próby z użyciem wiązki balonów meteorologicznych przeprowadzał w Uniwersytecie stanowym Iowa w USA [9].



Koncepcja wyniesienia rakiety na wysokość startową przy pomocy sterowców [4].

Bardziej ambitnym przedsięwzięciem była Operacja Farside: projekt Biura Badań Naukowych USAF, mający na celu zbadanie środowiska kosmicznego na wysokości do 6300 km. Zastosowano w tym celu cztero-stopniową rakietę wystrzeliwaną z balonu unoszącego się na wysokości 30500 m. Stopień 1 i 2 stabilizowane aerodynamicznie, stopnie 3 i 4 obrotowo. Rakieta Farside była wynoszona na wysokość startu przez balon z folii polietylenowej, wypełniony helem i o pojemności 106200 m<sup>3</sup>. Rakieta była umieszczona w aluminiowej wieży startowej z kratownicą, zawieszoną bezpośrednio pod balonem. Po odpaleniu silnika raketowego pierwszego stopnia, rakieta Farside wylatywała przez bieżnik balonu nośnego. Wykonano 6 lotów, w tym trzy częściowo udane: zawiodła telemetria [9]. Wybrane parametry rakiety:

$L = 7.32$  m,  $D = 0.458$  m,  $M_{TO} = 863$  kg,  $M_{PL} = 2$  kg

Stopień 1: 4 x Thiokol Recruit SRB; 167 kN,  $t = 1.56$  s

Stopień 2: 1 x Thiokol Recruit SRB: 167 kN,  $t = 1.56$  s

Stopień 3: 4 x Grand Central Arrow II SRB: 10.1 kN,  $t = 1.78$  s

Stopień 4: Grand Central Arrow II SRB: 10.1 kN,  $t = 1.78$  s

Apogeum: 6400 km

USAF miały nadzieję, że po operacji Farside będą realizować bardziej ambitny program 5-stopniowego pojazdu z napędem o zasięgu księżycowym.

1 marca 2017 r., z powodzeniem wystrzeliła swoją pierwszą raketę ze stratosfery hiszpańska firma Zero To Infinity. Balon startował ze statku

u wybrzeży Hiszpanii. Po osiągnięciu wysokości 25 km odpalono pierwszy prototyp „Bloostar”. Ma on być pierwszym systemem startowym dla małych satelitów, wykorzystującym balon stratosferyczny jako stopień zerowy [10].

W Rochester Institute of Technology, NY, USA rozwijany jest obecnie system raketowo-balonowy pozwalający na wynoszenie na LEO ładunków o masie do 1 kg. Przyjęto tam czterostopniowy schemat budowy rakiety z silnikami hybrydowymi o  $I_{sp} = 235$  s. Dla  $M_K/M_{TO} = 1/10$   $V_{ch} = 9.2$  km/s. Dla  $M_{TO} = 200$  kg  $V_{1K}$ , dla  $M_{PL} < 2$  kg. Podobny projekt przygotowywany jest w University of South Australia w Adelajdzie.

Należy też wspomnieć o projekcie rumuńskiego stowarzyszenia ARCA: lotów raketowych spod balonu: Stabilo 1 i Stabilo 2. Obecnie projekt ten został zarzucony.

Ciekawostką jest projekt firmy J. P. Aerospace, dotyczący trójstopniowego sterowcowo-raketowego systemu wynoszenia statków kosmicznych, z wykorzystaniem w ostatnim stopniu silników raketowych z dyszą magnetohydrodynamiczną [5].

## Możliwości nośne balonu

Aby je scharakteryzować, prześledzimy jak zmienia się objętość gazu nośnego niezbędna do utrzymania ładunku o ciężarze 10 daN na danej wysokości. Uwaga: ciężar również zmienia się w funkcji wysokości. We wzorze 1 założone zostało, że w balonie utrzymuje się niewielkie nadciśnienie rzędu 10% w stosunku do ciśnienia ośrodka zewnętrznego. Gęstość gazu nośnego będzie wówczas równa:

$$\rho = 1,1\rho_0g \frac{p_a(H)}{p_0} \frac{T_0}{T_a(H)} \quad (1)$$

A objętość tego gazu, wynikająca z siły  $F$  wyporu hydrostatycznego:

$$V = \frac{F_A}{g(H)\rho_a(H)\left(1 - \frac{\rho g(H)}{\rho_a(H)}\right)} \quad (2)$$

gdzie:

$$g(H) = \frac{GM}{(R+H)^2} \quad (3)$$

jest przyspieszeniem ziemskim w funkcji wysokości.  $R = 6.371 \cdot 10^6$  m oraz  $M = 5.972 \cdot 10^{24}$  kg są promieniem i masą Ziemi, a  $G = 6.674 \cdot 10^{-11}$  m<sup>3</sup>/kg/s<sup>2</sup> to stała grawitacji.

Problemem klasycznego balonu jest jego niesterowalność i podatność na kierunek wiatru [1]. Autor sugeruje więc zastosowanie tego typu sterowców jako latających wyrzutni raket czy raketoplanów. Sterowiec powinien mieć moc pozwalającą mu na manewrowanie na wysokościach dla jakich został zaprojektowany, uwzględniając prędkości wiatrów geostroficznych.

TABELA 1. Parametry ośrodka i objętości gazów nośnych niezbędne do utrzymania 10 daN ładunku na pułapie H. Ostatnie dwie kolumny zawierają średnice ekwiwalentnych balonów: wodorowego i helowego. Ciekawe jest, że różnica objętości wodoru i helu jest raczej niewielka.

H [km]	g [m/s <sup>2</sup> ]	$\rho_a$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$p_a$ [Pa]	T [K]	$\rho_H$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\rho_{He}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$V_H$ [m <sup>3</sup> ]	$V_{He}$ [m <sup>3</sup> ]	$D_{SH}$ [m]	$D_{SHe}$ [m]
10	9.78	0.412	26436	223	0.031	0.047	2.684	2.8	1.72	1.74
20	9.74	0.088	5475	216	0.0065	0.0099	12.60	13.2	2.88	2.93
30	9.71	0.018	1172	226	0.0013	0.00199	62.0	64.3	4.90	4.97
40	9.68	0.0039	278	251	0.00028	0.00043	285	297.5	8.17	8.27
50	9.65	0.00098	76	270	0.000072	0.00011	1141	1191	12.96	13.14
60	9.62	0.00029	20	245	0.000021	0.000033	3869	4039	19.47	19.75
70	9.60	0.00007	4.6	217	0.000006	0.000008	14594	14962	30.3	30.6

## Literatura

- [1] Aderma M. D., 1984, NASA Technical Memorandum 86672
- [2] Cofield C., 2020, <https://www.nasa.gov/feature/jpl/nasa-mission-will-study-the-cosmos-with-a-stratospheric-balloon>
- [3] Morgała A., 1938, Gwiazda Polski lot do stratosfery 1938 rok, D. W. Bellona, Warszawa 2006
- [4] Potočnik H., 1929, Das Problem der Befahrung des Weltraums, Der Raketen-Motor, Richard Carl Schmidt & Co.: Berlin, 188
- [5] Powell J. M., 2008, Floating to Space: The Airship to Orbit Program, Collector's Guide Publishing, Inc., Pap/DVD edition
- [6] <https://www.jpl.nasa.gov/missions/asthros/>
- [7] <http://stratocat.com.ar/artics/stratolab-e.htm>
- [8] <http://stratocat.com.ar/stratopedia/15.htm>
- [9] <https://www.whiteeagleaerospace.com/operation-farside/>
- [10] <http://www.zero2infinity.space>

# Adaptation of drones to work in the Martian environment on the example of Ingenuity Helicopter

**Artur Kłosiński**

Dept. of Mechatronics and Aerospace, Military University of Technology,  
Warsaw, Poland

(The lecture presented during the Euro Moon-Mars Workshop, hosted by Queen Jadwiga Astronomical Observatory in Rzepiennik Biskupi in October 22, 2020)

## Introduction

The development of drone technologies and their applications have increased interest in the possibility of using Unmanned Aerial Vehicles for planetary exploration. Taking to the air would give scientists a new perspective of a region's geology and allow them to peer into areas too steep or slippery to send a rover [1]. The use of drones on Mars faces many technological challenges related to deployment, flight conditions, power supply, data return and survival in difficult conditions.

## Martian atmosphere

The key factor defining the aerodynamic parameters of the drone is the air density, which at the surface of Mars is about  $0.020 \text{ kg/m}^3$  [2]. It means that Mars's atmosphere is so thin that it is more than a hundred times lighter than that on Earth (Fig. 1). Due to the fact that the planet's mass is smaller, the gravity of Mars is weaker. The average gravitational acceleration on Mars is  $3.72076 \text{ ms}^{-2}$  (about 38% of that on Earth) [3].



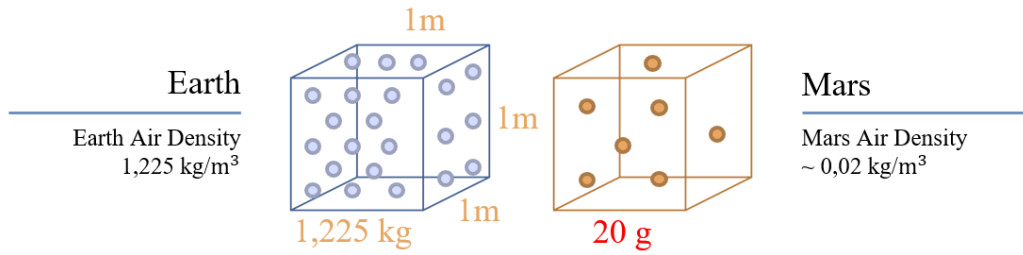


FIGURE 1. Cubic meters of air mass comparison of Earth and Mars.

Mars’s thin atmosphere primarily consist of 95.3% carbon dioxide, 2.6% nitrogen, 1.9% argon and trace levels of oxygen, carbon monoxide, water vapor, hydrogen [4]. The average surface pressure is only about 6.1 hPa, that is less than one percent of standard sea-level air pressure on Earth (1013.25 hPa). To provide a better picture, the average pressure on Mars is equal to the pressure that occurs 35 km above the Earth’s surface (Fig. 2).

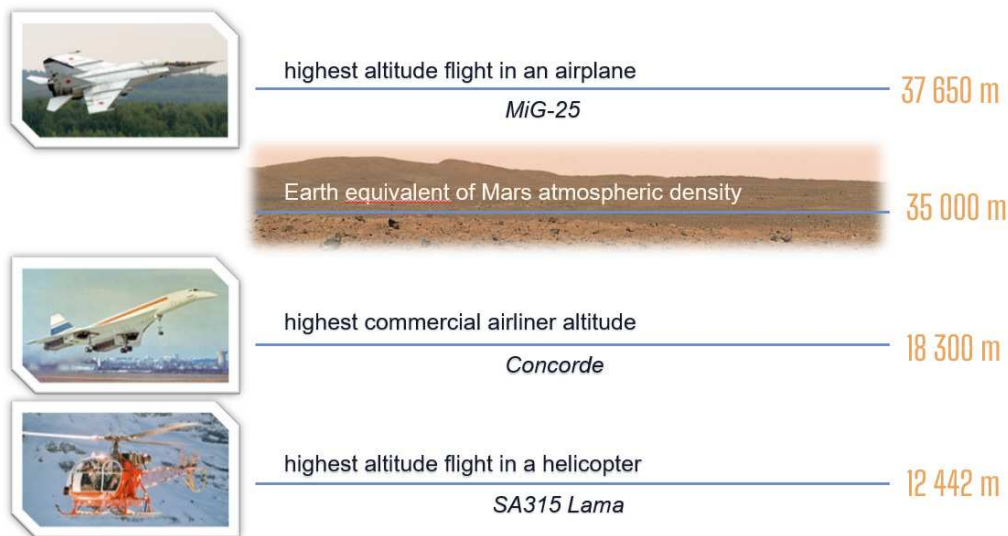


FIGURE 2. Altitude records achieved by aircraft on Earth.

For this reason, drones designed to fly at such altitudes on Earth (35 km) would be aerodynamically similar to drones that would take off from the Martian surface.

## Ingenuity Mars Helicopter

The Ingenuity (Fig. 3) is a small, autonomous rotorcraft designed to test for the first time powered flight in the Martian atmosphere. It is currently traveling to the Mars aboard Perseverance rover, which was launched on July 30, 2020 [5].



FIGURE 3. Ingenuity Mars Helicopter [6].

A series of flight tests will be performed over a 30-Martian-day experimental window that will begin sometime in the spring of 2021. For the very first flight, the helicopter will take off a few feet from the ground, hover in the air for about 20 to 30 seconds. After that, the team will attempt additional experimental flights of incrementally farther distance and greater altitude [7].

## Milestones

There are many milestones on the way to making the first flight in the Martian atmosphere successful [1]:

- Surviving the launch from Cape Canaveral, the cruise to Mars, and landing on the Red Planet.
- Deploying safely to the Martian surface from the belly pan of the Perseverance rover and unfolding from its stowed position correctly.
- Autonomously keeping warm through the intensely cold Martian nights (as frigid as minus 100 degrees Celsius).
- Autonomously charging with its solar panel.
- Confirming communication with the rover and flight operators on Earth.
- Spinning up its rotor blades for the first time (to a speed below what would be needed for flight).
- Lifting off for the first time in the thin Martian atmosphere.

- Flying autonomously.
- Landing successfully.

## Technical requirements

### A. Rotor system

Due to Mars's thin atmosphere and lower gravity it is very difficult to generate enough lift. Because of that Ingenuity has to be light, with rotor blades that are much larger and spin much faster than what would be required for a helicopter on Ingenuity's mass on Earth [8]. On Earth the pilot of a typical light helicopter maintains the Rotor RPM between 400-500 RPM in flight. The Ingenuity's specially made carbon-fiber blades, arranged into two counter-rotating rotors (Fig. 4) spin at around 2400 RPM – many times faster than typical helicopter on Earth. The blades use a low Reynolds number airfoil with optimized twist and chord. Due to aerodynamics of trans sonic flows we don't want to get the tips of the blades breaking the speed of sound, so in this design they keep the tip Mach numbers down to about 0.7 Ma – 70% of speed of sound. As shown in Fig. 4 the rotors are actuated with custom brushless motor and have seals around bearings and soft boot around the swaschplate assembly to protect against the dust in Mars atmosphere [9].

### B. Power system

The helicopter is powered by six Li-Ion batteries that are recharged daily using a solar panel. Because it has to survive through the cold Martian nights (as frigid as  $-100$  degrees Celsius) – two-thirds of energy is used for operating heaters. To keep the avionics boards warm they provided an insulation around the avionics by carbon-dioxide filled gap.

It takes at least a whole Martian day to recharge batteries through the solar panel, so in theory we can make one flight a day. Based on projection of use of the energy, it is estimated that approximately 90 seconds of flight can be completed [9].

### C. Sensors

The helicopter is too far from Earth to be operated from joystick, so it is designed to fly autonomously. Commands will need to be sent well in

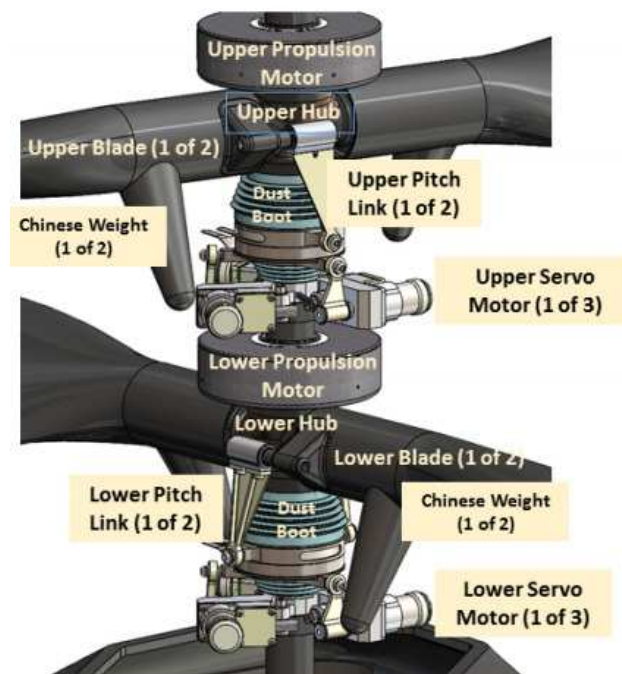


FIGURE 4. Rotor assembly [9].

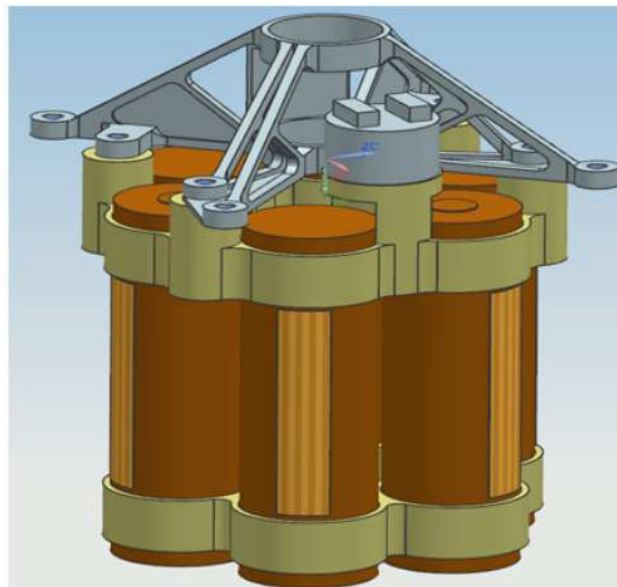


FIGURE 5. Battery assembly [9].

advance, and engineering data returns from the helicopter long after each flight. There are five main sensors onboard that make it fly autonomously [9]:

- IMU (Inertial Measurement Unit)
- Inclinator
- Altimeter

- NAV (Navigation Camera)
- RTE (Return-to-Earth Camera)

All of those sensors provide the necessary data to control the vehicle during all phases of flight. The navigation solution consisting of helicopter position, velocity, altitude and other auxiliary variables are produced from data supplied with an altimeter, IMU' and NAV Camera. The helicopter is additionally equipped with a color camera (RTE Camera) to provide high-definition images of terrain for return to Earth [9].

## D. Communication

Communication with the rover and flight operators on Earth are through a radio link using low-power Zig-Bee standard 900 MHz SiFlex 02 chipsets mounted in both rover and helicopter [6]. Each radio emits approximately 0.75 W power at 900 MHz with the board consuming up to 3 W supply power when transmitting and approximately 0.15 W while receiving. The system is capable of relaying data at rates of 20 kbit/s or 250 kbit/s over distances up to 1000 m [9]. The basic technical data and flight characteristics of the helicopter are presented in the Table 1.

TABLE 1. Flight characteristics of Ingenuity Mars Helicopter [6-8].

Average rotor speed	2400 RPM
Maximum rotor speed	2800 RPM
Blade tip speed	< 0.7 Ma
Operational time	1 to 5 flights within 30 sols (Martian days)
Maximum flight range	300 m
Maximum radio range	1000 m
Maximum horizontal speed	10 m/s
Maximum vertical speed	3 m/s
Maximum flight time	90 sec
Maximum altitude	10 m
Battery capacity	35-40 Wh
Entire vehicle mass	1800 g (675 g on Mars)
Battery mass	273 g
Blade mass	35 g
Blade span	1.2 m
Height	0.8 m
Chassis	14 cm <sup>3</sup>

The future generations of Martian drones will have a greater mass, oscillating between 10-15 kg, with the possibility of transferring science payloads between 0.5-1.5 kg. This potential drone is expected to be able



to communicate directly to an orbiter without the need to cooperate with the rover [6].

## Testing

For testing purposes, a full-scale prototype of Ingenuity Mars Helicopter was flown under simulated Mars atmospheric and gravity conditions in the JPL large environment vacuum chamber. Special conditions were created – the chamber was filled with carbon-dioxide gas to a density of  $0.0175 \text{ kg/m}^3$  – representative density of the conditions that would be experienced by Ingenuity on Mars. To simulate the gravitational conditions on Mars (38% of that on Earth), 62% of Earth’s gravity was reduced by a line system pulling the helicopter upwards during the flight tests [6].

## Conclusion

The Mars Helicopter, Ingenuity, is a technology demonstration to test powered flight on another world for the first time. The issues presented in the publication are only a drop in the ocean of technical requirements for interplanetary drones. However, the undeniable fact is that the field of space exploration should be developed, which may in the future contribute to a better understanding of the geology of the studied area.

## References

- [1] <https://www.jpl.nasa.gov/news/press-kits/mars-2020/launch/mission/spacecraft/experimental-technologies/>
- [2] <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/marsfact.html>
- [3] [https://en.wikipedia.org/wiki/Gravity\\_of\\_Mars](https://en.wikipedia.org/wiki/Gravity_of_Mars)
- [4] [https://en.wikipedia.org/wiki/Atmosphere\\_of\\_Mars](https://en.wikipedia.org/wiki/Atmosphere_of_Mars)
- [5] <https://mars.nasa.gov/technology/helicopter/>
- [6] [https://en.wikipedia.org/wiki/Mars\\_Helicopter\\_Ingenuity](https://en.wikipedia.org/wiki/Mars_Helicopter_Ingenuity)
- [7] <https://mars.nasa.gov/technology/helicopter/#Tech-Specs>
- [8] <https://www.nasa.gov/feature/jpl/6-things-to-know-about-nasas-ingenuity-mars-helicopter/>
- [9] <https://trs.jpl.nasa.gov/bitstream/handle/2014/46229/CL%2317-6243.pdf>



Kometa NEOWISE (14 lipca 2020). *(fot. K. Gut)*

# Amatorskie obserwacje komety C/2020 F3 NEOWISE

**Piotr M. Strzelczyk**

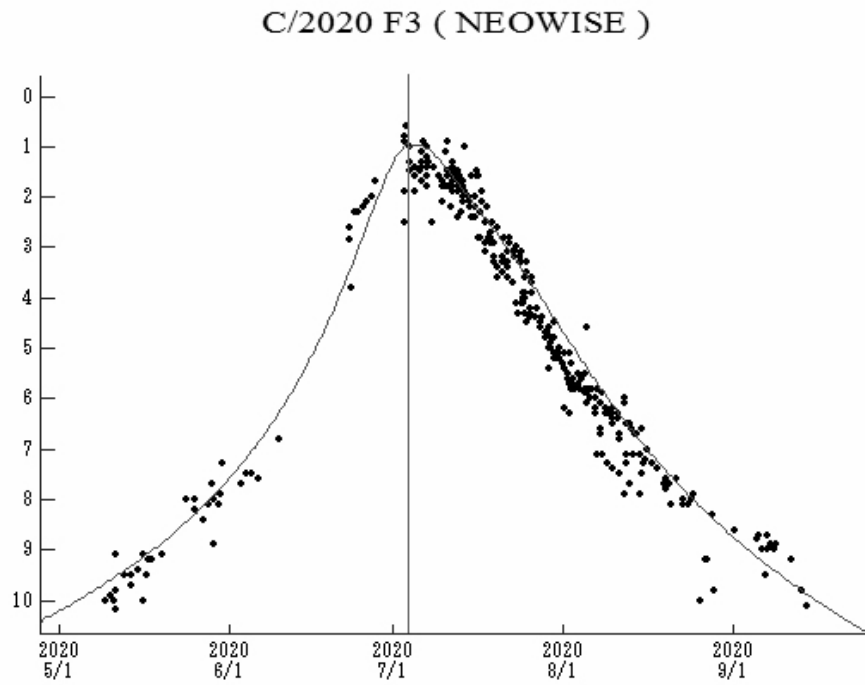
Katedra Inżynierii Lotniczej i Kosmicznej, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa,  
Politechnika Rzeszowska

Niniejsze opracowanie dokumentuje niepełne obserwacje amatorskie komety C/2020 F3 NEOWISE z terenu Podkarpacia. Była to najjaśniejsza kometa obserwowana (w dobrych warunkach) na półkuli północnej od czasów Hyakutake (1995) i Hale-Bopp (1997). W przypadku komety C/2006 P1 McNaught warunki meteorologiczne skutecznie uniemożliwiały przeprowadzenie obserwacji (choć Mariuszowi Świętnickiemu z PTMA Krosno udało się ją zaobserwować za dnia, blisko Słońca).

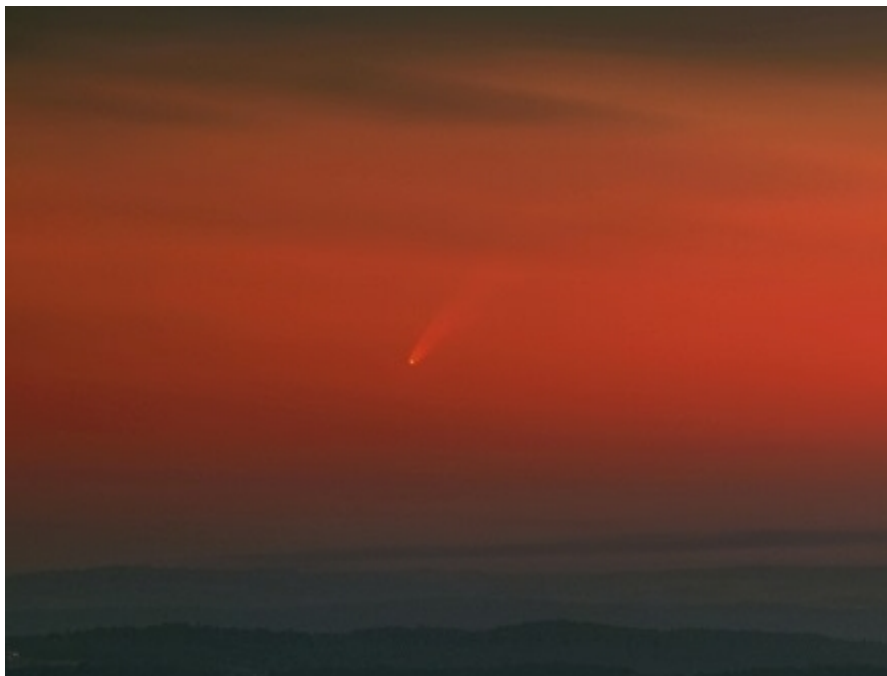
Z uwagi na wysoką jasność komety i jej dużą rozciągłość kątową, obserwacje te miały charakter fotograficzny i lornetkowy. Autor zdaje sobie sprawę, że materiał mógłby być o wiele bogatszy, jednakże dotyczy on tego co udało się uzyskać znajomym obserwatorom i samemu piszącemu te słowa.

Kometa C/2020 F3 NEOWISE została odkryta 27 marca 2020 r., w ramach automatycznego przeglądu nieba NEOWISE, za pomocą satelity NASA WISE (Widefield Infrared Survey Explorer) [2]. Kometa ta jest kometą okresową o okresie orbitalnym ok.  $6912 \pm 9$  lat. W chwili odkrycia miała jasność ok.  $+17^m$ . Kometa przeszła przez peryhelium 3 lipca 2020r. W pierwszym tygodniu lipca, gdy rozpoczynaliśmy obserwacje, jasność komety była maksymalna i utrzymywała się na poziomie  $0^m \dots +2^m$  (Rys. 1) [1]. Ocena jasności była bardzo trudna, gdyż kometa znajdowała się nisko nad wschodnim horyzontem, ze Słońcem znajdującym się płytko pod horyzontem. Była więc widoczna na bardzo jasnym niebie. Pierwsze zdjęcie wykonane na terenie Podkarpacia, przez chmury i zorzę poranną, przedstawia Rys. 2.

Brak było również w pobliżu gwiazd porównawczych. Dodatkowo,

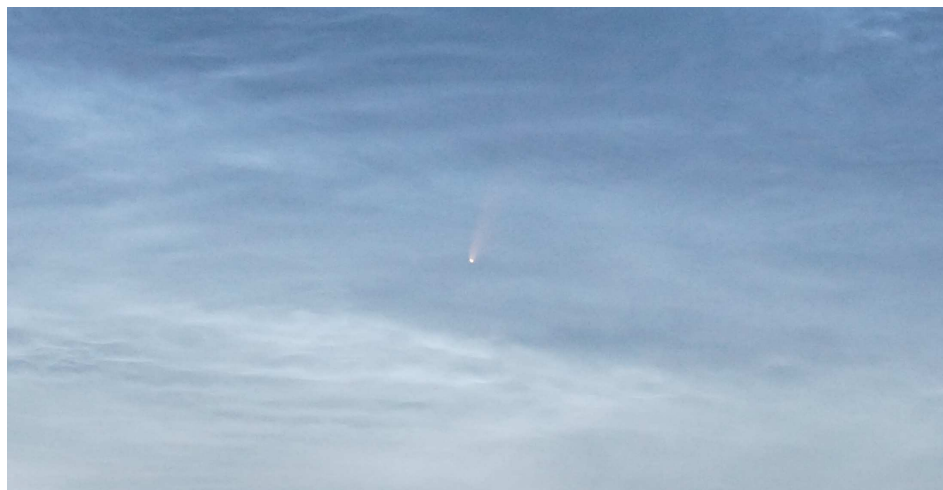


RYSUNEK 1. Zmiana jasności C/2020 F3 NEOWISE w funkcji czasu. Na osi pionowej odłożono magnitudo obserwowane (m), a na poziomej pierwsze dni poszczególnych miesięcy.



RYSUNEK 2. Kometa C/2020 F3 NEOWISE sfotografowana 5 lipca 2020 r. w przedziale czasowym 02:28-02:46CET. [Samyang 2/135 (f2.8), Nikon D610mod+SW-SA, ekspozycja 1×40 s na nieruchomym aparacie i 18×20 s z prowadzeniem, ISO 400, Masyw Przymiarek w Beskidzie Niskim]. (fot. M. Świętnicki)

na naszych szerokościach geograficznych swą obecność zaznaczyły obłoki srebrzyste (Rys. 3), przez które przeświecała kometa. Utrudniało to również wykonanie poprawnego ostrzenia kadru.



RYSUNEK 3. Kometa C/2020 F3 NEOWISE i obłoki srebrzyste. Zdjęcie z 7 VII 2020 r. [2:30 CET,  $f = 50$  mm,  $F:2.8$ , Sony A57, ISO 800, pojedyncza klatka z prowadzeniem]. (fot. P. Strzelczyk)

W połowie lipca pod ciemnym niebem widać było potężny, ok. 15 stopniowy, warkocz pyłowy, natomiast lornetka  $70 \times 10.5$  i fotografia ujawniały wąski warkocz jonowy o długości widomej ok. 20 stopni. Przy długich ekspozycjach fotograficznych długość ta przekraczała 40 stopni. Była ona wówczas widoczna zarówno na wieczornym jak i porannym niebie. W drugiej dekadzie lipca zaznaczył się silny spadek jasności. Wzrosła również średnica głowy, więc kometa stawała się coraz trudniejsza do wypatrzenia, poza rzeczywiście ciemnym niebem. Niestety, po 25 lipca „rosnący” Księżyc zaczynał poważnie przeszkadzać w obserwacjach. Końcem lipca jasność wynosiła już ok.  $+5^m$ , a długość warkocza w lornetce wynosiła ok.  $2^\circ$ . Rys. 4 i 5 przedstawiają zdjęcia wykonane przez autora z Dylągówki i Jawornika Ruskiego.

Fotografie na Rys. 6 i 7 obrazują komętę na tle Wielkiej Niedźwiedzicy. Zostały wykonane w Woli Piotrowej k. Rymanowa. Nieruchomym aparatem, z powodu awarii głowicy montażu. Na Rys. 8 składanka zdjęć wykonanych z prowadzeniem. Zdjęcia złożone na komętę, aby uwidocznić synchrony w warkoczu.

Przy wykonywaniu zdjęcia z Rys. 9, w ramach ostatniej sesji fotograficznej komety C/2020 F3 w wykonaniu autora, przeszkadzał Księżyc nad zachodnim horyzontem i cirrusy. Kometa była wówczas jeszcze obiektem oczywistym w lornetce  $70 \times 10.5$ .





RYSUNEK 4. Kometa C/2020 F3 NEOWISE obserwowana 10 VII 2020 r. w Dy-  
lągówce. [Złożenie 28 klatek, Sony A57 z prowadzeniem]. (fot. Piotr Strzelczyk)



RYSUNEK 5. Zdjęcie komety C/2020 F3 NEOWISE z 14 VII 2020 r. [0:30-  
1:00CET, Jawornik Ruski, złożenie z 14 klatek po 20 s, Canon 100D, f = 100  
mm, F: 4.0, ISO 1600]. (fot. Piotr Strzelczyk)

Z okolic Mielca zostały też wykonane, przez Mariusza Bajera, obserwacje spektroskopowe, ukazujące zmiany w widmie komety w funkcji czasu. Kometa w widomy sposób pozieleniała, co było związane z uwolnieniem się tlenku węgla do atmosfery kometarnej. W późniejszym czasie w widmie pojawiła się również silna linia sodu.



RYSUNEK 6. Kometa C/2020 F3 NEOWISE na tle Wielkiej Niedźwiedzicy 23 VII 2020r. [Wola Piotrowa, składanka zdjęć z nieruchomego aparatu, 20 klatek po 15 s,  $f = 35$  mm, F 1:2.8, ISO 1600]. (fot P. Strzelczyk i K. Strzelczyk)



RYSUNEK 7. Kometa C/2020 F3 NEOWISE na tle Wielkiego Wozu 23 VII 2020 r. Na horyzoncie widoczne zanieczyszczenia światłem od Rzeszowa, Krosna i Sanoka. [Ok. 23:00 CET. Wola Piotrowa, składanka zdjęć z nieruchomego aparatu, 20 klatek po 15 s,  $f = 18$  mm, „rybie oko” F 1:2.8, ISO 1600]. (fot P. Strzelczyk i K. Strzelczyk)

Ostatnie obserwacje komety wykonał Mariusz Świętnicki z PTMA Krosno za pomocą teleskopu Newtona 205/907 mm w dniu 6 sierpnia 2020 r., pomiędzy 21:45 a 22:06 CET. Kometa przechodziła wówczas pomiędzy gromadą otwartą NGC 5053 a gromadą kulistą M53. Autorowi



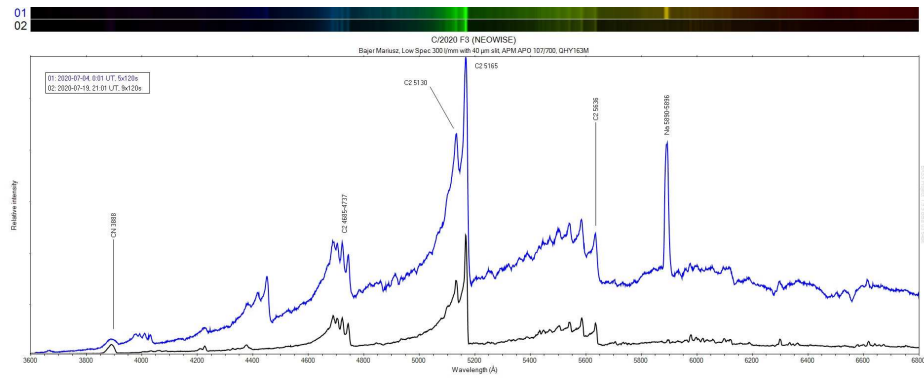


RYSUNEK 8. Kometa C/2020 F3 NEOWISE na tle Wielkiego Wozu 23 VII 2020r. Widoczne linie jednoczesności w strukturze warkocza. [Ok. 23:00 CET, Wola Piotrowa]. (fot. *Mariusz Świętnicki*)

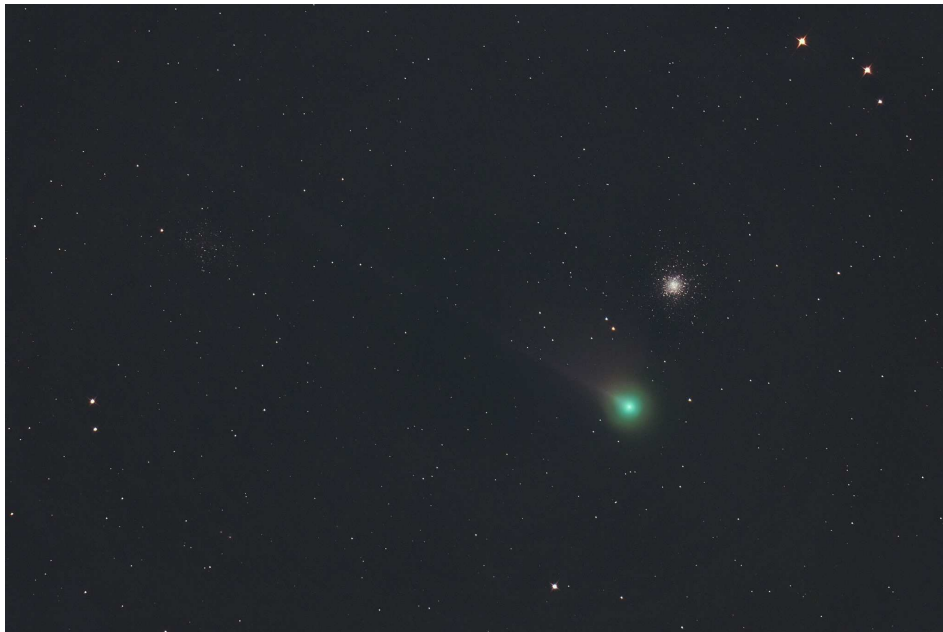


RYSUNEK 9. Kometa C/2020 F3 NEOWISE w gwiazdozbiorze Warkocza Bereniki 31 VII 2020r. [Bałucianka w Paśmie Przymiarki, składanka 40 ekspozycji po 20 s, Sony A57,  $f = 70$  mm, ISO 1600]. (fot *P. Strzelczyk i K. Strzelczyk*)

niniejszego tekstu nie dane było przeprowadzić obserwacji, z uwagi na grubą warstwę chmur.



RYSUNEK 10. Porównanie widm komety C/2020 F3 NEOWISE z dni 4 i 19 VII 2020 r. Zdjęcia wykonane z amatorskiego spektroskopu o siatce 300 linii/mm, przez refraktor achromatyczny 107/700 mm. (fot. M. Bajer)



RYSUNEK 11. Kometa C/2020 F3 NEOWISE pomiędzy gromadami M53 a NGC 5053. [6 VIII 2020 r., 21:45-22:06CET, Newton 205/907 + MPCC + N.D610mod., ekspozycja 20×60 sek, ISO1600]. (fot. M. Świątnicki)

## Literatura

- [1] <http://www.aerith.net/comet/catalog/2020F3/2020F3.html>
- [2] <http://wise.ssl.berkeley.edu>



Prof. Eugeniusz Rybka na obrazie w Obserwatorium Astronomicznym UJ w Krakowie. Namalował Marek Ganew w latach 1979-2014. (fot. A. Kurek)



Przyczyunki z konferencji  
„Eugeniusz Rybka – w drodze do gwiazd”



Uczestnicy konferencji „Eugeniusz Rybka – his way to the stars: 1898 – 1988”. Od lewej: Magdalena Pasierb, Elżbieta Kuligowska, Aleksander Herzig, Urszula Pajdosz-Śmierciak, Małgorzata Bankowicz, Wacław Waniak, Grzegorz Kuligowski-Kundera, Tomasz Kundera, Marek Jamrozy, Bartosz Śmierciak, Janina Chrupała, Sebastian Kurowski, Marek Urbanik, Dominik Pasternak, Tadeusz Stanisław, Bartłomiej Zakrzewski, Magdalena Wszółek, Bogdan Wszółek, Waldemar Ogłóza, Volodymyr Pelykh, Jerzy Kreiner, Marek Szczepański, Jan Mietelski, Henryk Brancewicz, Jerzy Machalski, Stanisław Zoła, Jarosław Włodarczyk, Andrzej Baran, Andrzej Pigulski, Oleh Petruk, Michał Tomczak, Bohdan Novosyadlyj, Andrzej Niedzielski, Edwin Wnuk, Maciej Mikołajewski, Aleksander Ślęzak.

# **“Eugeniusz Rybka – his way to the stars: 1898 – 1988”**

## **Foreword to conference papers**

**Marek Jamrozy**

Astronomical Observatory of the Jagiellonian University in Kraków

The anniversaries of birth (May 6th, 1898) and death (December 8th, 1988) of the eminent Polish astronomer professor Eugeniusz Rybka were an occasion to hold from June 18th to 19th, 2018 a short conference: “Eugeniusz Rybka – his way to the stars: 1898 – 1988” at the Faculty of Physics, Astronomy and Applied Computer Science of the Jagiellonian University. Its aim was to recall the profile as well as scholarly, teaching, and administrative achievements of professor Eugeniusz Rybka – on the first day of the meeting – and to review the latest developments and planned research in the field of stellar photometry – on the second day. The event, organized by the Astronomical Observatory of the Jagiellonian University and co-organizers – the Astronomical Institutes of Wrocław University and Ivan Franko University in Lviv – was attended by several dozen participants from a number of Polish and Ukrainian astronomical centres, shown on the memorial photo taken on the first day of the conference. While the details of the conference have already been described several times (e.g. [1], [2]), unfortunately the contributions have not appeared in print to date. I immensely appreciate that the Authors of the talks from the first day of the conference have agreed and made the effort to put them in the written form, thus providing a lot of valuable and often unknown to a wider public details about professor Rybka’s activities in Lviv, Wrocław, and Kraków. I am particularly grateful to the professors: Jerzy M. Kreiner (Pedagogical University, Kraków), Michał Tomczak (Wrocław University Astronomical Institute, Wrocław), Bohdan Novosyadlyj (Ivan Franko National University, Lviv), Oleh Petruk (Institute for Applied Problems in Mechanics and Mathematics, Lviv)

and Maciej Mikołajewski (Nicolaus Copernicus University, Toruń). I would also like to thank the editors of *Annales Astronomiae Novae*, dr Agnieszka Kuźmicz and dr Bogdan Wszolek, for their invaluable assistance in the publishing process.

May the person and achievements of professor Eugeniusz Rybka inspire and provide patronage for scientific cooperation of astronomical centres in Poland and in Ukraine.

I hope you find reading these materials interesting and enjoyable.

## References

- [1] Jamrozy M., 2018a, *Alma Mater*, 204-205, pp. 136-137  
<https://issuu.com/alma-mater/docs/alma-mater-204-205/138>
- [2] Jamrozy M., 2018b, *Częstochowski Kalendarz Astronomiczny 2019*, pp. 133-136  
<http://astronomianova.org/pdf/cka19.pdf>
- [3] Website of the Conference: <http://rybka2018.oa.uj.edu.pl/>

**EUGENIUSZ RYBKA – W DRODZE DO GWIAZD**  
**1898 – 1988**  
18-19 czerwca 2018, Kraków

Zapraszamy na konferencję poświęconą dorobkowi i spuściznie Profesora Eugeniusza Rybki

Wydarzenie pod patronatem JM Rektora Uniwersytetu Jagiellońskiego Prof. W. Nowaka

Więcej informacji oraz rejestracja:  
<http://rybka2018.oa.uj.edu.pl>

**Astronomia gwiazdowa: historia i najnowsze osiągnięcia**

**Komitet naukowy:**  
Jerzy M. Kreiner (UP)      Józef Smak (CAMK)  
Jerzy Machalski (OAUJ)      Michał Tomczak (IAUWr)  
Jan Mietelski (OAUJ)      Jarosław Włodarczyk (IHN PAN)  
Bohdan Novosyadlyj (IFNU Lviv)      Stanisław Zoła (OAUJ)

**Komitet organizacyjny:**  
Marek Jamrozy (OAUJ)  
Urszula Pajdosz-Śmierciak (OAUJ)  
**kontakt:** rybka2018@oa.uj.edu.pl

SPONSOR: Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej

# The Lviv period of prof. E. Rybka's life

## Bohdan Novosyadlyj

Astronomical Observatory of Ivan Franko National University of Lviv, Kyryla i Methodia str., 8, Lviv, 79005, Ukraine

**Abstract.** The period of Eugeniusz Rybka's life in Lviv, where he came from Warsaw to take the vacant position of director of the Astronomical Observatory and head of the Department of Astronomy at Lviv University in 1932, is briefly covered. His scientific, pedagogical and scientific-organizational activities in the pre-war years and during the Second World War until his repatriation to Poland in 1945 is described.

## Introduction

Eugeniusz Rybka played an outstanding role in the formation of the Astronomical Observatory of the Ivan Franko National University of Lviv. It is the oldest observatory on the territory of modern Ukraine, since it was founded by the Jesuits back in 1771 [1-4]. Despite difficult periods of decline and revival, it is an adornment of the modern Lviv University, a noticeable peak in the landscape of the world astronomy. This became possible thanks to the enthusiasts of the science about the sky, who at different times invested their creative energy and time in its development. Eugeniusz Rybka's contribution turned out to be the most noticeable on the historical background, as he had to lead Observatory during the tectonic shift in the history of mankind – World War II. The Astronomical Observatory of Lviv University and its director in 1932-1945 Eugeniusz Rybka came out of it stronger, as proven by the subsequent world lines of both. Lviv astronomers remember all the founders of their native institution and pay tribute to them, as evidenced by articles, books and talks at conferences and seminars on the history of science in Lviv [5-7,3].



## At the Jan Kazimierz University: 1932-1939

The reason for E. Rybka's move from Warsaw to Lviv in January-February 1932 was his appointment as acting professor of astronomy and head of the Astronomical Observatory and Department of Astronomy at Jan Kazimierz University. In those days it was joint research and educational institution of the University. The vacancy appeared in 1930 in connection with the death of professor Martin Ernst. For two years the duties of director-mentor of the Observatory and acting head of the Department of Astronomy was fulfilled by Henryk Artctowski, geophysicist, prominent scientist, doctor honoris causa of Lviv University since 1912. His main task was to find a candidate for the position of head of the Department of Astronomy and director of the Astronomical Observatory. The search lasted for two years and, finally, in 1932, dr. Eugeniusz Rybka was appointed to this position. The history of this appointment is described in detail in Konrad Rudnicki's article "History of the University Observatory in Lviv" [8], based on archival documents. In its writing, he used the memories of contemporaries, letters, minutes of meetings of various astronomical institutions and organizations. Another detailed description in Ukrainian, based on available archival data, can be found in Oleh Petruk's book "Astronomy at Lviv University in 1800-1939". Therefore, I will start here with his arrival to Lviv.

E. Rybka came to Lviv at the end of January 1932 to discuss with the rector and the dean the conditions for taking the position, as well as to find the accommodation for the family. He was married with Maria Sierakowska and the couple had two children – a son Przemysław (born 1923) and a daughter Jadwiga (born 1926).

He started to work on February 4, and on February 5 he gave the first lecture, which was attended by 12 students. The family settled in a house on the Zaścianek street (now Kubanska), but later moved to the building №5/1 on the Kubiyovych street (then Żyzyńskiej) [9], closer to the Observatory (Fig. 1). They lived there until 1935.

The young Director, with his inherent energy, undertook to reform the Observatory, focusing on practical observations. 27 years later, in his article on the history of astronomy in Lviv [11], he wrote about it: "After arriving in Lviv, I decided to turn an Astronomical Institution designed mainly for educational purposes into an Astronomical Observatory, which would conduct regular astronomical observations. Honestly, the possibilities of observations were small, besides I had only a small



FIGURE 1. The residential building №5 on the Kubiyovych street, where E. Rybka lived with his family in apartment №1 during 1932-1935.

roof observational site of 50 m<sup>2</sup>. Planning to build of an observatory outside the city in the future, I decided to use the equipment available at the Observatory now, replenishing it as much as possible. Already in the first month of work I managed to buy the 13-cm Zeiss refractor on azimuthal mounting for an astronomical institution. This refractor was purchased in Olkusz from the widow of an astronomy amateur Ludwinsky, immediately temporarily installed on the site and used for observations of the occultations of the stars by the moon and demonstrations of the sky.” In the archival photos there is an unsigned photo with this telescope in the Observatory on the third floor near the spiral staircase (Fig. 2), which is a difficult obstacle to the transfer of large devices to the roof observational site. We may assume that this photo was taken before the installation of the telescope on the site, which is known to have happened in June 1932.

In the same photo archive we find another unsigned photo, probably from the same 1932 (Fig. 3). Obviously, this is a photo of the family of Eugeniusz Rybka.

Another area that Eugeniusz Rybka focused on is the resumption of enrollment of students. The most successful were general lectures on astrophysics, which in different years were attended by more than 60 students – physicists and mathematicians. E. Rybka taught, though not every year, general astronomy, astrophysics, variable and binary stars, spectra and radiation of stars, spherical astronomy, practical astronomy, mathematical geography, and even higher geodesy.



FIGURE 2. Zeiss refractor in the Observatory before installation on the roof observational site in June 1932 (probably).



FIGURE 3. Eugeniusz and Maria Rybka with daughter Jadwiga and son Przemyslaw (probably 1932).

In the same year the Observatory received a new status and the name of the Astronomical Institute with a staff of six people. The English edition of the journal “Contributions from the Astronomical Institute of Lwów University” has been launched. From 1933 to 1939 10 numbers have been issued.

E. Rybka set as the task first of all to strengthen the material base and to organize scientific work on the basis of systematic observations. In 1932 Observatory had acquired stellar, and in 1936 – solar chronometers by Nardem. In 1934 the Astronomical Observatory of the University of

Vienna made an astrocamera with a lens of the Zeiss triplet ( $D = 10$  cm,  $F = 50$  cm; Fig. 4). In 1934 Alicia Wojtowicz and Jan Mergentaler were hired. In the same year, professor Rybka's first student received a master's degree in philosophy in the field of astronomy. It was Antoni Opolski. At the same time, the staff, scientific topics and tools of the Observatory were expanded, and the observations of variable stars of different types and work on stellar photometry began.



FIGURE 4. Raisa Teplytska near the Zeiss astrocamera (photo of the early 50's).

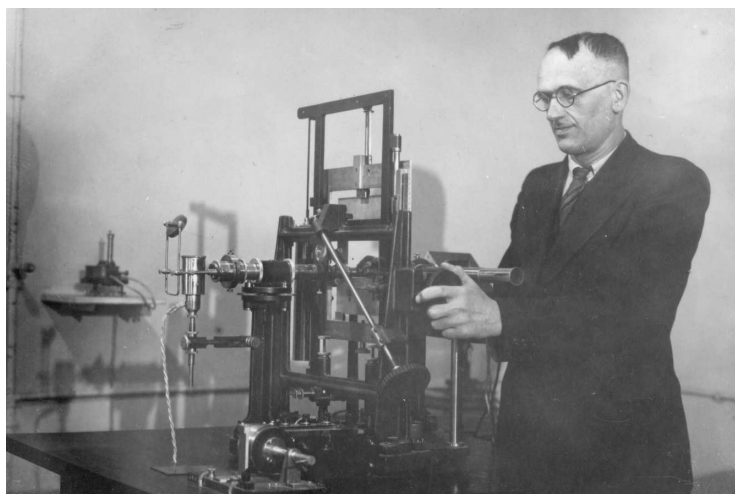


FIGURE 5. Yaroslav Kapko near Schilt's photometer (photo of the early 50's).

In 1935 the Institute purchased the Schilt photometer (Fig. 5) and other measuring and computing equipment. After its installation, E. Rybka continued his work on photographic photometry of stars, which he began working at the Warsaw Observatory, to compile a catalog of photovisual magnitudes of near-pole stars. The catalog contained photovisual values of 635 near-pole stars. In addition, the individual variable stars of different types, Nova stars, and lunar star occultations events were observed. The number of articles on the study of variable stars exceeded 40, and E. Rybka wrote astronomy textbooks for lyceums and gymnasiums. In the same year, three metal pavilions were installed at roof observational site: for the Mertz refractor, for the Zeiss astrocamera and for the Zeiss refractor (Fig. 6).



FIGURE 6. The roof observational site with pavilions for telescopes.

With the beginning of systematic astronomical observations “by the decision of the Academic Senate of the Jan Kazimierz University the Astronomical institution in 1935 was renamed to the Astronomical Observatory” [9]. And another important event took place that year – Eugeniusz Rybka was eventually nominated as an associate professor at the Faculty of Mathematics and Natural Sciences at Lviv University. This happened after the second appeal of the faculty council to the ministry with a request to recognize E. Rybka as an extraordinary professor of astronomy [4]. The same year, the family of E. Rybka moved to live in a more comfortable and spacious apartment on the Stryiska street 36/8 (Fig. 7).

In order to expand the photographic observations of variable stars, in 1938 E. Rybka ordered a second astrocamera in Vienna ( $D = 14$  cm,  $F =$





FIGURE 7. The residential building №36 on the Stryiska street, where E. Rybka's family lived in apartment №8 during 1935-1941.

70 cm), which was installed on the Mertz refractor at summer 1939 [9]. In June of the same year, the first doctorate in astronomy in Lviv was defended by Antoni Opolski, who became a professor at the University of Wrocław after the war. That same summer, the University applied to the ministry to nominate E. Rybka as a full professor of astronomy. The report of the commission, which included well-known scientists Stanislaw Loria, Hugo Steinhaus, Stefan Banach, and others, noted the high level of scientific work and teaching of astronomical disciplines, his merits as head of the observatory, textbooks and popular science articles written by him [4]. E. Rybka's list of scientific works for the period of 1933-1938, which is in his documents [12], best covers his work as an astronomer-observer, which he conducted along with scientific-organizational and teaching activities. I present this list here:

1. A study of the short-period variable star XZ Cygni, *Prace Instytutu Astronomicznego U. J. K. we Lwowie*, Nr 1, 1933.
2. Estimates on Johannesburg plates of RU Centauri and of four new variable stars in Centaurus, *Prace Instytutu Astronomicznego U. J. K. we Lwowie*, Nr 2, 1934.
3. Provisional photovisual magnitudes of 260 stars near the North Pole, *Prace Matematyczno-Fizyczne*, 1934.

4. Occultations observed at the Astronomical Institute of Lwów University from May 1933 to December 1934, *Acta Astronomica*, Vol. 2, pp. 115-116, 1935. (obok innych obserwatorów).
5. Further estimates of five variable stars on Johannesburg plates, *Prace Instytutu Astronomicznego U. J. K. we Lwowie*, Nr 4, 1935.
6. Occultations by the Moon 1935 January - December, *Acta Astronomica*, Vol. 3, 14, 1936. (obok innych obserwatorów).
7. E. Rybka, J. Mergentaler, *Photographic Photometry of RR Lyrae*, *Prace Obserwatorium Astronomicznego U. J. K. we Lwowie*, Nr 6, 1937.
8. Warsaw photovisual photometry of 653 stars near the North Pole, *Prace Obserwatorium Astronomicznego U. J. K. we Lwowie*, Nr 7, 1938.
9. E. Rybka, J. Mergentaler, *Photovisual and photographic magnitudes of Nova (CP) Lacertae 1936*, *Prace Obserwatorium Astronomicznego U. J. K. we Lwowie*, Nr 8, 1938.
10. Occultations of stars by the Moon observed in the years of 1936 and 1937, *Acta Astronomica*, Vol. 3, pp. 94-94 (obok innych obserwatorów), 1938.

Due to the beginning of the Second World War, the University's request was not realized then. E. Rybka planned to build the observatory outside the city and even received appropriate funding. Here is what he wrote about it in [11]: "It was quite clear to me that the further development of the Observatory required larger telescope and its relocation outside the city. In addition, I wanted to give the Observatory an astrophysical direction, and for this purpose it was planned to purchase a mirror telescope with a mirror diameter of 90 cm from Grubb in England. At my suggestion, the Academic Senate of Lviv University decided to build an observatory outside the city, and as a place for the future observatory was chosen a hill on Tsetnerivka near the Botanical Garden of the University. In 1939 the Ministry of Religious Denominations and Education promised to make a corresponding subsidy to the budget of 1940 for the acquisition of territory for the Observatory, but the outbreak of war (September 1, 1939) made it impossible to implement these projects."

## At the Ivan Franko University: 1939-1945

The beginning of World War II on September 1, 1939 changed the plans and destinies of the millions of people. Lviv became part of the Ukrainian SSR, the University became Ukrainian, renamed on January 8, 1940 to the Ivan Franko State University. The Observatory was threatened with closure. E. Rybka remembers this difficult period in his autobiography: "The situation was saved by the interest of the Academy of Sciences of the USSR in Moscow to the Lviv Observatory. I was immediately invited to an astronomical conference in Moscow. In December 1939, the astronomer academician Alexander Yakovlevich Orlov arrived in Lviv. All this has significantly strengthened my position, and thus the position of astronomy at the University. The Astronomical Observatory was finally preserved, and I became its director. From the pre-war staff co-workers, Dr. Jan Mergentaler, a senior assistant, remained with me. Dr. Antoni Opolski, who was drafted into the army in the summer of 1939 during the September campaign, was taken prisoner by the Germans." The new assistant, Oleksandr Montsibovych, the second student of Eugeniusz Rybka defended master degree in the field of astronomy, was hired for the vacant position of A. Opolski. In January 1940, according to the request of E. Rybka, Helena Kazimierczak-Polonska, who returned to Lviv with her husband and son in December 1939, had been hired at the Observatory, as well as L. Zeidler, who had moved from Warsaw. In the same year, the staff was expanded by four more positions for assistants: Helena Opolska, Stefania Ninger, G. Kachmar and post-graduate student Yaroslav Kapko. In the following 1941, the Observatory received three more positions for Dr. Fedir Gula and laboratory assistants Mr. Sheparowich and Mr. Szymakowsky.

Established contact with Soviet observatories, especially with the Sternberg Astronomical Institute in Moscow, became more intensive over time. On the suggestion of the Commission on Variable Stars at the Astronomical Council of Academy of Sciences of the USSR, the photography of two fields was begun in order to study variable stars brighter than  $12^m$ . In this regard, E. Rybka often traveled to Moscow and Kyiv, and in May 1941 he even attended a conference in Leningrad. In the brief history of astronomy in Lviv [11] E. Rybka mentions: "My contact with Soviet science was not only astronomy, but also gravimetry. Dr. T. Olchak, who was at that time in Lviv, and me set up a gravimetric point in the basement of the Observatory, and in 1941 he went with me to Moscow for a gravimetric conference."

In 1940, the Astronomical Council of the USSR Academy of Sciences supported E. Rybka's request to create a out-of-city observation base of the Astronomical Observatory of Lviv University, but its implementation was stopped via beginning of the German-Soviet war on June 22, 1941.



FIGURE 8. The residential building №89 on the Ivan Franko street, where E. Rybka's family lived in apartment №7 during 1941-1945.

With the German occupation of Lviv, the University and Observatory were closed. The residential building in which E. Rybka lived with his family was handed over to the Wehrmacht, so the family was forced to move to apartment 7 of the building №89 on the street Ivan Franko (Fig. 8). "The situation was very difficult, as we were deprived of livelihoods", E. Rybka mentions in his autobiography. However, later, given the practical value of observations for navigation, the Astronomical Observatory resumed observations. In the autumn of 1941, it was included in the network of Kraków-Warsaw-Lviv observatories headed by Kurt Walter. Along with E. Rybka, dr. J. Mergentaler, S. Ninger, and O. Montsibovych worked in Observatory. In addition to meteorological observations of interest to the occupiers, astronomical observations were also made, mainly observations of variable stars. Most of the observations were made by E. Rybka and his son Przemyslaw, who from 1942 worked at the Observatory as an assistant of observer. Also, photoplates for fundamental photometry were measured and the results of these measurements were processed. During the war, some books, as well as arithmometers and chronometers, were confiscated from the Observatory. With the approaching of the Soviet troops, all telescopes were packed in the boxes according to the orders from the German administration

with the intention of taking them to Germany. Thanks to prof. E. Rybka, his courage and ingenuity the astronomical instruments were kept for Lviv University. It is worth describing this episode in E. Rybka's autobiography: "The situation at the front after the Stalingrad Battle was not favorable for the Germans. Gradually, the prospect of their defeat began to emerge. At the beginning of 1944 there was no doubt. Walter saw what was going on, because at that time I received his order to evacuate the astronomical instruments of the Observatory to Kraków. I had to move to Warsaw. But I did not obey the order of Walter, who rarely visited Lviv. I procrastinated as much as I could with packing the tools, and in June 1944, when they were packed in boxes, thanks to my acquaintances I received a certificate of sending them by train to Kraków. The boxes with tools I have hid."

In July 1944 the Germans left Lviv, the University began to return to normal life. Dismantled equipment is installed on the observation site. The photographic observations of stars in certain areas of the sky under a joint program with the Sternberg Astronomical Institute have been restored.

On the night of January 3-4, 1945, the NKVD arrested E. Rybka, accusing him of collaborating with occupants. However, he managed to convince investigators that not only did he not disgrace himself by cooperating with the occupiers, but, on the contrary, outwitted them by saving valuable equipment from requisite. The local press called this act as heroic. After ten days stay in prison he was released, all charges were removed. But there is another version of his quick release from prison... In June 1945 E. Rybka together with the rector of the University I. Belyakevich took part in the celebration of the 220th anniversary of the Academy of Sciences of the USSR in Moscow. We learn from E. Rybka's memoirs in [14] that during a party on the occasion of that anniversary, I. Belyakevich confessed to him that he had petitioned M. Khrushchev for E. Rybka's quick release from prison in January of that year. In my opinion, both circumstances took place, so this story had a happy end.

In February 1945, the University submitted to the Committee on Science and Education in Kyiv the petition prepared by E. Rybka for the establishment of Astronomical Institute at the University of Lviv with 24 staff position. Such an institute was established, and in June it received 19 positions (10 researchers, 4 assistants, 5 technical staff positions).

On July 9, 1945, a total solar eclipse occurred, visible in some regions



of the vast territory of the USSR. E. Rybka took part in an expedition to Rybinsk on the Volga, organized by the Astronomical Council of the Academy of Sciences of the USSR. Completely cloudy sky and rain, however, did not make it possible to carry out a program of eclipse observations. But, according to the mentions in “Kronika mego życia” – it was the longest and most interesting journey in his life. In July 1945, the Committee on Higher Education in Moscow awarded E. Rybka the degree of Doctor of Physical and Mathematical Sciences and the academic title of Professor on the basis of a set of works [8,13,14]. But despite the high appreciation of his scientific work by Soviet scientists, the support of leadership at all levels from the University to the Academy of Sciences and the Ministry of Education in Kyiv and Moscow, he decided to repatriate to Poland after the final approval of postwar borders. On September 24, he handed over the management of the Astronomical Institute to Oleksandr Syrokomyśky according to the protocol, and on September 28, he left Lviv for Kraków by the repatriation train with his family, his belongings, and his own scientific materials.

## Afterword

The best years of Eugeniusz Rybka’s life passed in Lviv – he arrived to it at the age of 34 and left in the prime of his creative powers, at the age of 47. Despite the difficult conditions of the war period and the change of states, in Lviv he found the way to survive and preserve the most important thing in his life – family and devotion to astronomical science. In Lviv, he has gained experience in development of an Astronomical Institution, which he used twice more – in Wrocław and Kraków. He left behind the Astronomical Institute of Lviv University with working telescopes and vacant positions, which were later filled by scientists from other astronomical institutions of the USSR, who began a new page in the history of astronomy in Lviv. With the help of astrocameras purchased by E. Rybka, more than 8000 astroplates were obtained, which are stored in the glass library of the Astronomical Observatory of Lviv University. Most of them were obtained in the postwar period, but about 250 of them are obtained by E. Rybka and his staff in the period 1936-1945. Some of them have already been digitized and uploaded into the database of the Ukrainian segment of the International Virtual Observatory (<http://ukr-vo.org/>). The theme of variable stars, started here by E. Rybka, was continued by his student Yaroslav Kapko, later it

was picked up by the younger generation of astronomers – Ivan Shpychka, Volodymyr Holovaty, Mykhailo Skulsky, Valery Kaserkevych, and continues to develop by modern methods of astronomical observations.

In this short essay, I outlined only the most important episodes of Eugeniusz Rybka's life in Lviv, which reflect the development of astronomy at Lviv University. I did not mention his great educational work, popularization of science, the work of the editor of scientific and popular science journals, etc. These and other pages of Eugeniusz Rybka's life in Lviv can be read in Polish in Konrad Rudnicki's paper [8] and in Ukrainian in the books [3, 4].

**Acknowledgements.** The author is grateful to Oleh Petruk for providing copies of archive documents and Maria Hirnyak for translation of papers from Polish editions.

## References

- [1] Encyclopedia of Lviv, Vol. 1 (Ed. A. Kozytsky and I. Pidkova) Lviv: Litopys, 2007, p. 130
- [2] Encyclopedia. Ivan Franko National University of Lviv: in 2 vols. Vol. 1: A-K., Lviv: Ivan Franko LNU, 2011, p. 716
- [3] History of the Astronomical Observatory of Ivan Franko National University of Lviv (Ed. B. Novosyadly), Lviv: Ivan Franko LNU, 2011, p. 240
- [4] Petruk O., 2020, Astronomy at the University of Lviv in 1800-1939, J. S. Pidstryhach Institute App. probl. mech. math. of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, p. 288
- [5] Kapko Ya. T., 1968, Astronomy at Lviv University, Visnyk of Lviv National University, Ser. phys., Chem. and mech.-mat., p. 66-75
- [6] Kapko Ya. T., Lohvynenko O. O., Oliynyk P. O., 1989, Development of astronomy at Lviv University until 1939, In the book: History of Astron. in the USSR, Kyiv
- [7] Kapko Ya. T., Lohvynenko O. O., Oliynyk P. O., 1992, Observatory of Lviv University, - In the book: Essays on the history of Soviet astronomy - Kyiv: Naukova Dumka, p. 254-255
- [8] Rudnicki K., 1996, Z historii Uniwersyteckiego obserwatorium astronomicznego we Lwowie, *Analecta, Studia i Materiały z Dziejów Nauki Polskiej*, No. 2, p. 171-187
- [9] Rybka E., 1988, Autobiografia, *Kwartalnik Historii Nauki i Techniki*, 33, No. 4., p. 929-942
- [10] Rybka E., Rybka P., 1983, *Historia astronomii w Polsce*, Kraków: Wydawnictwo PAN, Vol. 2, 43
- [11] Rybka E., 1959, Krótki esej o historii astronomii we Lwowie, *Studia i Materiały z Dziejów Nauki Polskiej*, seria C, zeszyt 2, p. 53-68
- [12] State Archives of Lviv Region, Fond 26, Description 5, Case 1658, Sheet 137
- [13] Mietelski J., 1989, Profesor Eugeniusz Rybka: 1898-1988, *Kwartalnik Historii Nauki i Techniki*, Vol. 34, No. 3, p. 665-668
- [14] Rybka E., *Kronika mego życia*, p. 566



Oleh Petruk i Bohdan Novosyadlyj podczas konferencji „Eugeniusz Rybka – w drodze do gwiazd”. (fot. V. Pelykh)

# Trzy ośrodki astronomiczne we Lwowie w pierwszej połowie XX wieku

**Oleh Petruk**

Instytut Problemów Stosowanych Mechaniki i Matematyki im. J. Pidstryhacza NAN  
Ukrainy

Krótki opis powstania obserwatoriów astronomicznych Uniwersytetu Lwowskiego i Politechniki Lwowskiej, a także ośrodków i osobowości biorących udział w rozwoju astronomii we Lwowie w pierwszej połowie XX wieku. Do 1939 roku astronomia rozwijała się i była popularyzowana w trzech lwowskich ośrodkach, które warunkowo można nazwać „polskim” uniwersytetem, „austriacką” politechniką i ukraińskimi towarzystwami naukowymi.

## Pierwsze obserwatorium

Obserwatorium Astronomiczne powstało we Lwowie w 1771 roku. Było założone przy kolegium jezuickim, znajdowało się nad Furtą Jezuicką, obok obecnego kościoła Piotra i Pawła.

Wiadomo jednak, że w mieście już wcześniej prowadzono profesjonalne obserwacje astronomiczne. W szczególności, w „Wiedeńskich Astronomicznych Efemerydach” z 1765 roku opublikowano opis obserwacji zaćmienia Słońca dokonanych w 1764 roku przez księdza Dominika Łysogorskiego w Obroszynie, w posiadłości arcybiskupa Wacława Sierakowskiego. Obserwacje te zostały wykonane za pomocą zegara astronomicznego, kwadrantu z mikrometrem i teleskopu Newtona. Obecność takich instrumentów (które kosztowały dużo) i umiejętność ich wykorzystania świadczą o dość wysokim poziomie profesjonalnej wiedzy astronomicznej. Przecież obserwatorium jako instytucja naukowa mogło powstać tylko wtedy, gdy dostępne były niezbędne zasoby ludzkie i sprzęt.

Wiadomo, że w XVIII wieku astronomia była wykładana na Uniwersytecie Lwowskim. Wykładali wtedy astronomię profesorowie matematyki. Wśród ówczesnych wykładowców i obserwatorów wymienię jezuitów, ks. Ludwika Hoszowskiego i ks. Siebastiana Sierakowskiego (ten ostatni był później rektorem Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie).

Nadejście rządów austriackich w 1772 roku i bulla papieża Klemensa XIV z 1773 roku, która zalegalizowała wygnanie zakonu jezuitów w Europie, doprowadziły do zmian na Uniwersytecie. Towarzystwo Jezusowe straciło swoje wpływy, a część nauczycieli opuściła miasto. Natomiast do Lwowa przybył ks. Joseph Liesganig, który w tych czasach już był kartografem i astronomem światowej sławy. Pod jego kierownictwem w latach 1772-1774 wykonano pomiary geodezyjne i sfinalizowano pierwszą mapę topograficzną Galicji. Punktem zerowym tej mapy było Obserwatorium Astronomiczne we Lwowie. Uczniem Liesganiga był Franz Xaver von Zach, który później został znanym europejskim astronomem. We Lwowie przygotowywano kalendarz astronomiczny „Almanach auf das Jahr...”. Rocznik wydawany był przez lwowskiego drukarza Josefa Pillera od 1778 do 1799 roku, t. j. do roku śmierci J. Liesganiga.

Budynek obserwatorium przetrwał rozbiórkę murów miejskich w 1777 roku, ale nie na długo. Około 1785 roku został też rozebrany. Nie wybudowano wtedy żadnego nowego budynku dla obserwatorium.

## Uniwersytet Lwowski

W XIX wieku astronomię wykładali na Uniwersytecie profesorowie fizyki i matematyki. Wśród fizyków wymienię Augusta Kunzka i Wojciecha Urbańskiego. Po podziale katedry w 1873 roku na katedry fizyki teoretycznej i eksperymentalnej, pierwsza z nich zajęła się astronomią. W szczególności wykładał Oskar Fabian. Wszyscy trzej wspomniani profesorowie napisali również kilka popularnych artykułów lub książek na tematy „gwiazdorskie”.

Odrodzenie obserwatorium astronomicznego na Uniwersytecie wiąże się ze słynnym czeskim naukowcem Václavem Láską. Uczelnia występowała do Ministerstwa Edukacji w Wiedniu o przywrócenie obserwatorium w 1877 r. i później. Pozytywny sygnał z Ministerstwa dla rozwoju nauk fizycznych i Lwowa otrzymano w 1893 roku, kiedy zdecydowano o budowie osobnego fizycznego budynku Uniwersytetu. W tym właśnie okresie zapadła decyzja o rozbudowie Uniwersytetu Lwowskiego, a astronomia była priorytetem w rozwoju nauk przyrodniczych. W tym czasie



we Lwowie był tylko jeden profesor, którego działalność związana była z obserwacjami astronomicznymi, i to był Václav Láska. W 1890 roku obronił doktorat na Uniwersytecie Czeskim w Pradze, a w 1895 roku został profesorem wyższej geodezji i astronomii sferycznej na Politechnice Lwowskiej. Następnie w roku 1897 otrzymał habilitację z astronomii na Uniwersytecie Lwowskim. Stało się to w tym samym roku, kiedy zakończono budowę Instytutu Fizycznego. Wydarzenie to zapoczątkowało odbudowę obserwatorium uniwersyteckiego. V. Láska prowadził kilka kursów astronomii w tej instytucji.

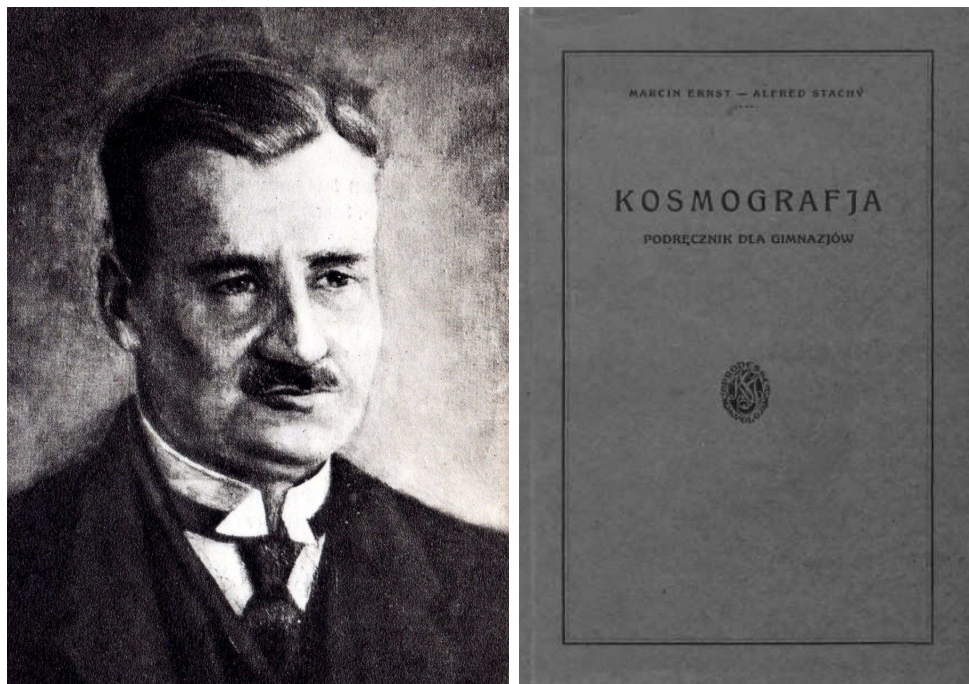
Jednak głównym miejscem pracy Václava Láski była Politechnika Lwowska. Od kilku lat pracował tam również Marcin Ernst, absolwent Uniwersytetu Wiedeńskiego. W 1901 roku został docentem, a w 1908 roku został profesorem astronomii na Uniwersytecie. W 1905 roku na tej uczelni powstał „Zakład Astronomiczny”, którego dyrektorem został M. Ernst. W 1914 roku instytucja ta otrzymała osobne pomieszczenia i sale dydaktyczne w nowo wybudowanym budynku przy ul. Cyryła i Metodego 8.

Marcin Ernst wykładał, kupił i zamontował instrumenty astronomiczne, prowadził regularne obserwacje i założył bibliotekę astronomiczną. Jest autorem 64 artykułów naukowych, podręcznika astronomii dla gimnazjów (podręcznik ten miał wiele przedruków) oraz kilku popularnych książek z astronomii.

Stanisław Ulam, znany matematyk Lwowskiej szkoły matematycznej, a później aktywny uczestnik amerykańskiego projektu „Manhattan” poświęconego bombie atomowej, pisał w swoich wspomnieniach, że zainteresowanie nauką zawdzięczał popularnym książkom Marcina Ernsta. „Wśród ilustracji dokładnie pamiętam pierścienie Saturna i pasy Jowisza. Dały mnie poczucie zdziwienia, podniesienia, które trudno opisać. Moja miłość do astronomii nigdy nie zniknęła. Jestem pewien, że to jedna z dróg, które doprowadziły mnie do matematyki” – tak wspomina S. Ulam.

Po śmierci M. Ernsta (w 1930 roku) kierownictwo Obserwatorium Astronomicznego objął w 1932 roku Eugeniusz Rybka. Był jego kierownikiem do 1945 roku, a także aktywnie przyczyniał się do rozwoju instytucji i astronomii jako nauki. Dzięki niemu pojawiły się nowe instrumenty, zwiększyła się liczba pracowników i rozszerzyła się tematyka naukowa. Pojawiło się regularne naukowe wydanie astronomiczne. E. Rybka opublikował 40 prac naukowych w okresie lwowskim, wydał podręcznik astronomii dla szkół, napisał kilka popularnych artykułów.

Słynne polskie czasopismo astronomiczne „Urania” wydawane było w latach 1936-1939 we Lwowie pod kierownictwem E. Rybki.



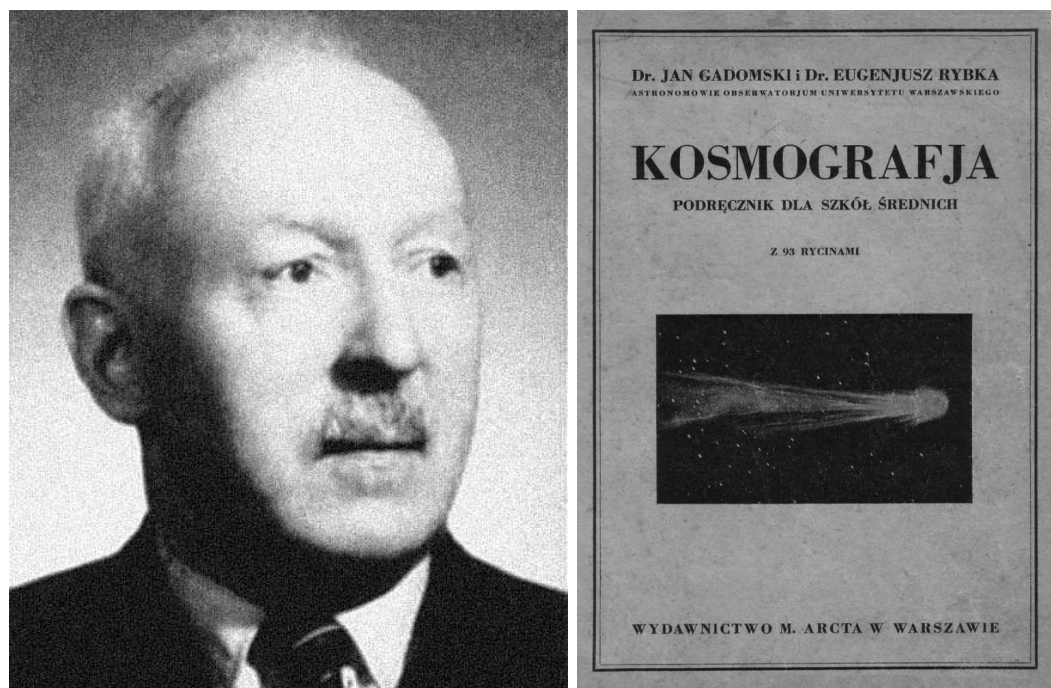
Marcin Ernst (1869-1930) i jego podręcznik.

Warto też dodać, że na Uniwersytecie Lwowskim w 1899 roku rozpoczęły się „Powszechne wykłady” – popularne wykłady naukowców Uniwersytetu i Politechniki. Organizował je i kierował nimi w latach 1899-1903 Kazimierz Twardowski. Z raportów z tych wykładów wynika między innymi, że w latach 1900-1902 wygłoszono setki wykładów; mniej więcej w równym stopniu z nauk przyrodniczych i humanistycznych. W ciągu tych dwóch lat akademickich dla ogółu społeczeństwa wygłoszono dziewięć wykładów z astronomii.

## Politechnika Lwowska

Do rozwoju astronomii we Lwowie przyczynił się jeszcze jeden Czech pochodzący z Sambora – Dominik Zbrożek. Studiował we Lwowie, Wiedniu i Pradze. W 1871 roku D. Zbrożek został profesorem nowo utworzonej Katedry Geodezji i Astronomii Sferycznej na Akademii Technicznej we Lwowie. Później instytucja ta przekształciła się w Wyższą Szkołę Politechniczną (1877 r.) i Politechnikę Lwowską (1920 r.). Zbrożek wygłaszał pierwsze wykłady z astronomii w tej placówce naukowej. To właśnie on wygłosił referat o Koperniku na uroczystym spotkaniu w ratuszu miejskim z okazji jego 400 urodzin (1873 r.). Szczególną zasługą D. Zbrożka

jest to, że w latach 1880-1888 stworzył pierwszą sieć niwelacyjną Lwowa (zbiór punktów z wysokościami powierzchni Ziemi; służy m. in. do układania sieci wodociągowych). Jej „punktem bazowym” jest znak na ścianie głównego budynku Politechniki (obok znajduje się odpowiednia tablica pamiątkowa, zainstalowana w 2008 r.).



Eugeniusz Rybka (1898-1988) i jego podręcznik.

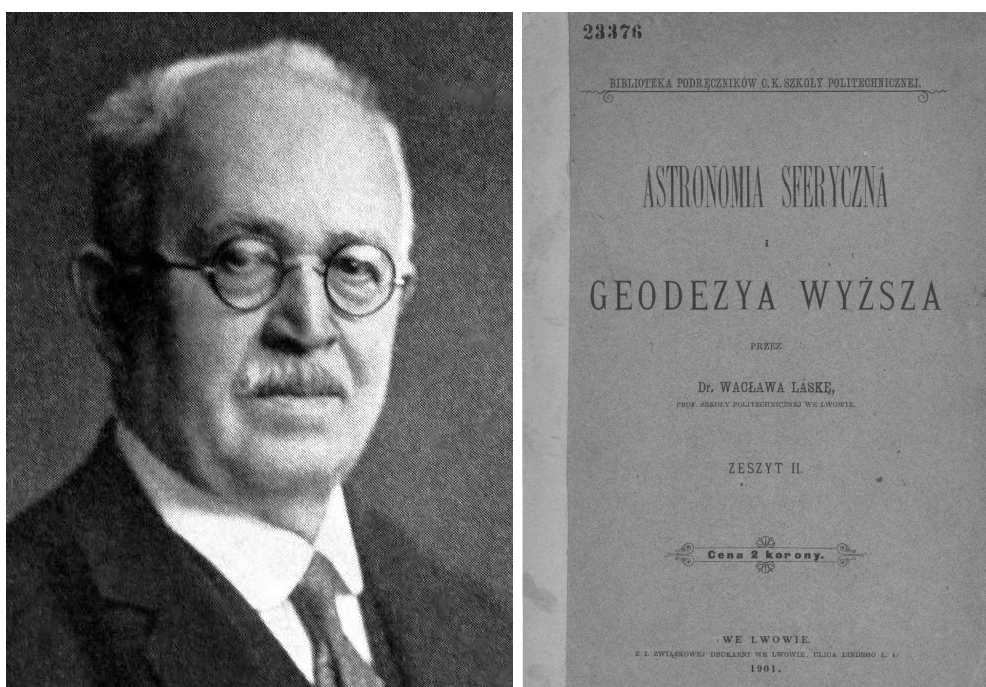
Projektując gmach główny Politechniki Lwowskiej architekt (i rektor) Julian Zachariewicz stworzył specjalne pomieszczenie na obserwatorium astronomiczne, z filarami o oddzielnych solidnych fundamentach (zapewniającymi stabilność pomiarów) i specjalnymi pawilonami na instrumenty astronomiczne. W 1877 roku ukończono budowę gmachu. Wtedy rozpoczęło swoją działalność Obserwatorium Astronomiczno-Meteorologiczne Wyższej Szkoły Politechnicznej. W XIX wieku było to jedyne obserwatorium w Galicji Wschodniej. Na jego czele stał D. Zbrożek.

Po jego śmierci w 1889 roku kierownikiem Obserwatorium przez pewien czas był Placyd Dziwiński, profesor matematyki, redaktor „Czasopisma Technicznego”, rektor Politechniki, który również był wykładowcą astronomii.

W 1895 roku kierownikiem Katedry Wyższej Geodezji i Astronomii Sferycznej Politechniki Lwowskiej został Václav Láska. Pracował we Lwowie do 1909 roku, aż do powrotu do Pragi. Podczas swojej pracy we Lwowie opublikował około 100 prac naukowych (głównie z zakresu geofizyki). Opracował pierwszy w Polsce podręcznik astronomii sferycznej

i wyższej geodezji. Podręcznik ukazał się we Lwowie w 1901 roku i przez dziesięciolecie stanowił ostoję badań tych dyscyplin w całym kraju.

Od 1909 do 1941 roku Obserwatorium Politechniki kierował Lucjan Grabowski. Obserwatorium pod jego kierownictwem znacznie się rozwinęło. Studiował na Uniwersytecie Jagiellońskim i do 1909 roku pracował w Obserwatorium Krakowskim. W 1912 roku został profesorem astronomii na Politechnice Lwowskiej. Był całkowicie oddany nauce, nie miał rodziny. Po raz pierwszy zorganizował we Lwowie stałą służbę czasową, pracę służb sejsmicznych i meteorologicznych. Od 1927 roku był członkiem Państwowego Komitetu Astronomicznego. Jest autorem 50 artykułów z zakresu astronomii i geodezji. W 1941 roku administracja niemiecka zlikwidowała Politechniczne Obserwatorium Astronomiczne.

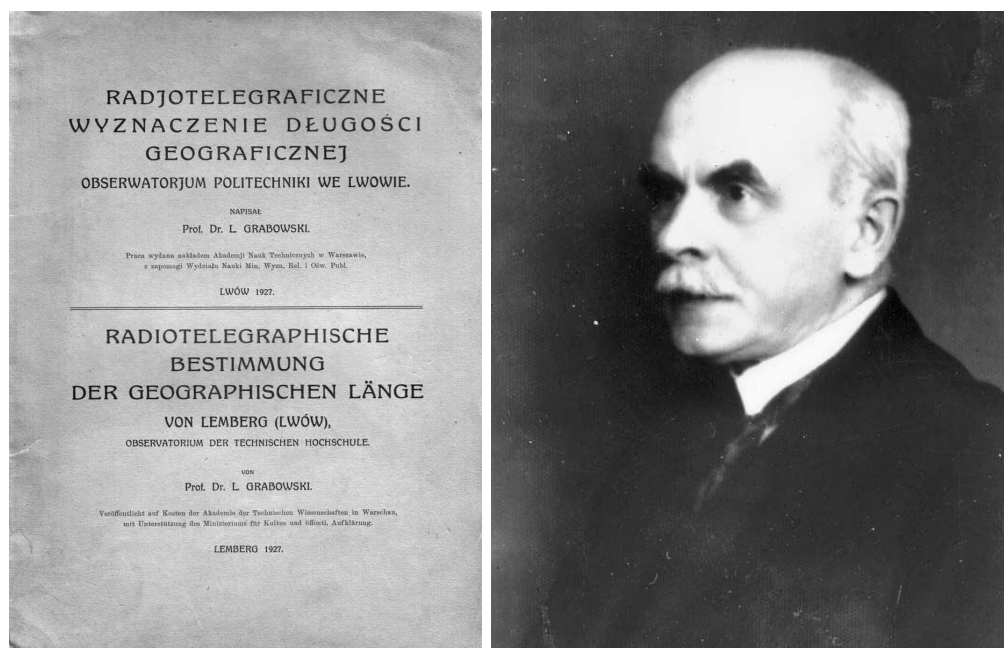


Wacław Łaska (1862-1943) i jego podręcznik dla uniwersytetów.

## Ukraińskie towarzystwa naukowe

Towarzystwo Szewczenki powstało we Lwowie w grudniu 1873 roku. W 1892 roku przemianowano je na Towarzystwo Naukowe im. Szewczenki (NTSz). Głównym zadaniem zreorganizowanego towarzystwa była „troska o rozwój nauki i sztuki w języku ukraińsko-ruskim”.

Interesujący jest fakt, że już w 1875 roku Towarzystwo wydało w języku ukraińskim popularne wydanie z astronomii: „Opowieści o niebie i ziemi” („*Roskazy pro nebo i zemlu*”). Nakład 64-stronicowej broszury



Lucjan Grabowski (1871-1941) i jego książka.

wyniósł 10 000 egzemplarzy. Pierwsze wydanie astronomiczne dla ogółu społeczeństwa ukazało się w Galicji w 1865 roku na koszt Instytutu Stauropegialnego. Była to „czytanka astronomiczna dla ludu” z mapami gwiazd księdza Sylwestra Meteli, zatytułowana „Świat Boży w jego nieskończonych formach” (*„Swit Bożyj w bezkonecznych joho wsetworenniach”*).

Sekcja Matematyczno-Przyrodniczo-Medyczna NTSz została utworzona w maju 1893 roku. Na jej czele stanęli Iwan Wierchrackyj (w latach 1893-1897) i Wołodymyr Lewyckyj (od 1897 roku). Sekcja publikowała swój zbiór naukowy, którego wieloletnim redaktorem był W. Lewyckyj. W „Zbiorze” publikowano prace naukowe (w języku ukraińskim), recenzje i międzynarodową kronikę naukową. W latach 1897-1939 ukazały się 32 tomy czasopisma.

Czasy przed I wojną światową były trudne dla naukowców pochodzenia ukraińskiego, a po porażce w wojnie ukraińsko-polskiej w 1918 roku niemożliwe było podjęcie pracy na lwowskich uczelniach wyższych. Dlatego towarzystwa naukowe były jedynym miejscem, w którym ukraińska myśl naukowa rozwijała się w dwudziestolecie międzywojennym. A Ukraińcy ze stopniem doktora mogli uczyć tylko w gimnazjach.

W kwietniu 1927 roku, dla podkreślenia znaczącej roli Sekcji Matematyczno-Przyrodniczo-Lekarskiej NTSz, zorganizowano obchody 30-lecia „Zbioru Sekcji”. Jednak wydarzenie to było postrzegane przez

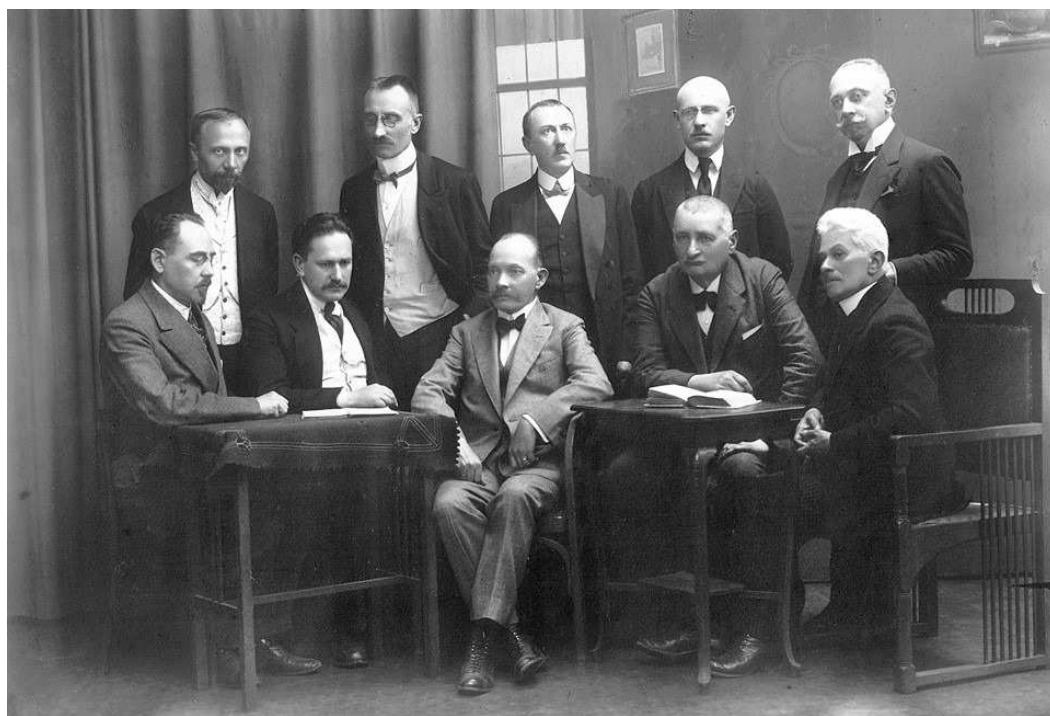


wszystkich raczej jako celebrowanie zasług w dziedzinie nauk przyrodniczych Włodzimierza Lewyckiego. Nawet raport w „Dili” miał tytuł „Rocznica naukowca”. W dzienniku zanotowano: „Oprócz wydzielenia [prezydium] NTSz i zarządu sekcji matematyczno-przyrodniczej będących w komplecie, wśród słuchaczy widzieliśmy nie tylko członków innych sekcji Towarzystwa Naukowego im. T. Sz., nie tylko przedstawiciele naszej nauki, ale także wybitnych działaczy publicznych i politycznych oraz przedstawiciele prasy ukraińskiej, którzy swoją obecnością chcieli podkreślić wagę i znaczenie tego skromnego święta.” Wtedy zrobiono wyjątkowe zdjęcie, które połączyło wszystkich znanych naukowców ukraińskiego Lwowa.

W 1919 roku NTSz wraz z Towarzystwem Wykładów Naukowych im. Piotra Mohyły, Muzeum Narodowym i Instytutem Staupigialnym zorganizowały ukraiński kurs uniwersytecki, aby dać młodym ludziom możliwość zdobycia wyższego wykształcenia. Pierwszym rokiem akademickim Kursu był rok 1920/21. W lipcu 1921 roku na podstawie kursu utworzono Tajny Uniwersytet Ukraiński, który działał do 1925 roku pod ciągłym oporem i naciskiem polskich urzędników państwowych. W tym czasie na uczelni studiowało 1250 studentów. Nauk matematycznych nauczali tam Wołodymyr Lewyckij i Mykoła Czajkowskyj, przedmiotów fizycznych nauczali zaś Wołodymyr Kuczer i Roman Cegelskyj. W. Lewyckij prowadził w 1920/21 roku akademickim „Wprowadzenie do kosmografii”, czyli astronomii.

Towarzystwo Wykładów Naukowych imienia Piotra Mohyły powstało we Lwowie w 1908 roku. Istniało z przerwami do 1939 roku. Zadaniem Towarzystwa było upowszechnianie wiedzy naukowej, głównie poprzez wykłady prowadzone przez naukowców dla szerokiej publiczności. Przewodniczącymi byli O. Kolessa, I. Rakowskyj, W. Kuczer, I. Swencickij, D. Łukijanowycz. Towarzystwo posiadało oddziały w całej Galicji. O skali jego działalności świadczą choćby poniższe liczby: w latach 1909-1917 odbyło się 868 wykładów dla 54 tys. osób. Odbywały się między innymi wykłady z astronomii. Oto kilka przykładów: M. Babyn, Powstanie Ziemi (1912); H. Ardan, O zaćmieniach Słońca (1912); W. Kuczer, Struktura materii (1912); I. Rakowskyj, O stworzeniu świata (1931); W. Kuczer, Z historii kalendarza (1933). W 1923 roku M. Czajkowskyj, R. Cegelskyj, M. Korduba przeprowadzili kurs wykładów z okazji rocznicy Mikołaja Kopernika.

Ciekawy jest fakt, że przy Towarzystwie imienia Mohyły działało

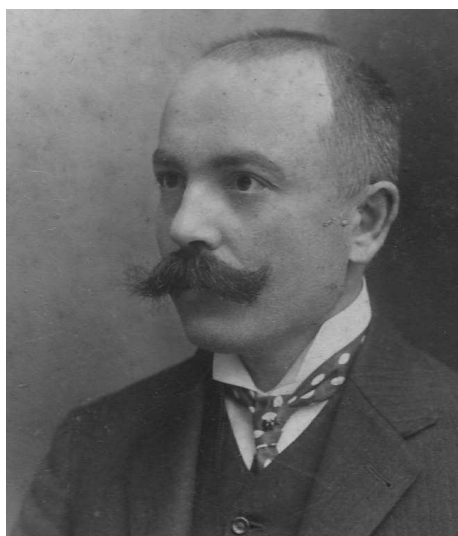
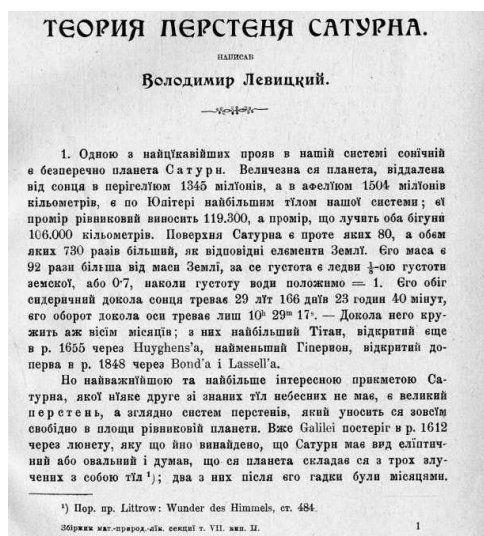


Senat Tajnego Uniwersytetu Ukraińskiego we Lwowie, 1921. Siedzą od lewej: Myron Korduba, Marian Panczyszyn, Wasyl Szchurat, Iwan Kuroweć, Maksym Lewicki. Stoją od lewej: Iwan Rakowski, Wołodymyr Werganowski, Roman Kowszewicz, Maksym Muzyka, Myron Wachnianyn.

Ukraińskie Koło Astronomiczne. Zgromadzenie założycielskie Koła odbyło się 20 grudnia 1933 r. pod kierownictwem W. Lewyckiego. Statut i plan działalności przedstawił Myron Zaryckij. Prawdopodobnie Zaryckij został wybrany na przewodniczącego Koła, a jego sekretarzem został Jarosław Kapko, który był magistrem i wykładowcą matematyki we Lwowskim Seminarium Duchownym (J. Kapko będzie dyrektorem Obserwatorium Uniwersytetu Lwowskiego w latach 1959-1977). Z wykładów przedstawionych w ramach Koła wymienię poniższe: W. Lewyckij, Główne zagadnienia współczesnej astronomii (1934); I. Rakowskij, Astronomia w XVIII i XIX w. (1934); R. Cegelskij, Astronomia klasyczna (1934); M. Zaryckij, Astronomia w starożytności (1935); M. Zaryckij, Geneza nazw gwiazdozbiorów (1937). Oprócz wykładów Koło zorganizowało również wycieczki i pokazy nieba w obserwatorium uniwersyteckim.

W 1902 roku w „Zbiorze Sekcji Matematyczno-Przyrodniczo-Medycznej” opublikowano „Materiały do terminologii fizycznej”, z wyodrębnionym rozdziałem poświęconym ukraińskiemu naukowemu słownictwu astronomicznemu. Redaktorem słownika był W. Lewyckij.

Naukowiec ten jest obecnie znany głównie jako matematyk, chociaż



Wołodymyr Lewyckij, 1912 i pierwszy arkusz jednego z jego artykułów („Teoria pierścieni Saturna”).

widzimy, że faktycznie był na czele rozwoju nauk przyrodniczych w ukraińskim społeczeństwie Galicji w pierwszej połowie XX wieku. Wśród jego publikacji jest kilka dokładnych przeglądów naukowych z zakresu astronomii. Zostawił ciekawe wspomnienia ze swojego życia.

W 1900 roku w „Zbiorze Sekcji MPM” opublikowano artykuł naukowy „O plamach słonecznych” słynnego lwowskiego geografa Stefana Rudnyckiego. Naukowca spotkał tragiczny los; podczas pracy naukowej na sowieckim terytorium Ukrainy został zgładzony przez bolszewików wraz z grupą wielu innych ukraińskich naukowców i artystów.

W 1901 roku we Lwowie ukazała się książka Iwana Puluja „Nowe i zmienne gwiazdy”. Znacznie rozszerzony przedruk powstał w 1905 roku w Wiedniu. Przykłady astronomiczne znajdują się również w innej popularnej książce naukowca „Niezniszczalna siła” („*Neprozaszcza sy-la*”).

Najwięcej zaangażowania dla popularyzacji nauki o gwiazdach wśród Ukraińców wykazał Iwan Rakowskyj, antropolog, członek Senatu Tajnego Ukraińskiego Uniwersytetu, redaktor naczelny Ukraińskiej Encyklopedii Ogólnej, przewodniczący NTSz (w latach 1935-1940). Napisał i opublikował we Lwowie około dziesięciu książek na tematy astronomiczne: O Ziemi, Słońcu i gwiazdach (popularna astronomia) (1909); Wszechświat. Szkic astronomiczny (1922, w dwóch tomach po 250 stron); Nasza Ziemia, jej ukształtowanie, struktura i przeszłość (1925); Nasz Wszechświat i jego struktura (1927); Stworzenie świata (1931) itp.

Należy zauważyć, że w 1919 roku, w "Zbiorze Sekcji Matematyczno-Przyrodniczo-Medycznej", fizyk Wołodymyr Kuczer dokonał wielkiego przeglądu zupełnie wtedy nowej i rewolucyjnej Teorii Względności Alberta Einsteina. Jak już wspomniano, prowadził także wykłady z astronomii w Towarzystwie imienia Petra Mohyły. W bożonarodzeniowym wydaniu z 1931 roku W. Kuczer opublikował w czasopiśmie „Dilo” notatkę o astronomicznych interpretacjach ewangelicznej opowieści o gwiazdce bożonarodzeniowej. W sierpniu 1936 roku w czasopiśmie „Dilo” opublikował artykuł „Zaćmienie Słońca” w poemacie „Słowo o wyprawie Igora”. Prawdopodobnie z powodu dociekań czytelników, zaćmienie Słońca w dniu 19 czerwca tego roku obserwowano także we Lwowie.

Historyk Iwan Krypjakewycz opublikował w 1930 roku w „Zbiorze Komisji Fizjograficznej NTSz” artykuł „Zjawiska astronomiczne w ukraińskich kronikach XI-XVIII wieku”.

Lwowski matematyk Myron Zaryckij przedstawił na spotkaniu Ukraińskiego Koła Astronomicznego wykład „Astronomia w starożytności”. Tekst przemówienia został opublikowany w 1935 roku w kilku numerach czasopisma „Dilo”. Naukowiec od dawna interesował się historią nauk ścisłych. W 1936 roku wydał broszurę „Chrestomatja Matematyki Greckiej”, w której przedstawił fragmenty oryginalnych tekstów matematycznych starożytnej Grecji przetłumaczonych na łacinę. Kolejny swój wykład „Geneza nazw gwiazdozbiorów” (z 1937 roku) M. Zaryckij poświęcił czytaniu mitologii z rozgwieżdżonego nieba. „Trzeba być matematykiem i poetą, trzeba być Grekiem, żeby zaczarować pamięć o miłości na niebie, nazywać gwiazdy, czyli przedmiot dokładnej wiedzy, imieniem, które ma przypominać przyszłym pokoleniom o potrzebie wrażliwości i poświęcania się” – wygłosił w swoim przemówieniu.

Po rozmowie z Wołodymyrem Lewyckim astronomią zainteresował się również metropolita Lwowski Andrzej Szeptycki. W 1934 roku napisał do wiernych przesłanie zatytułowane „Astralny metr”, w którym odnotowuje skończoność prędkości światła, wyjaśnia, jak w astronomii mierzy się odległości, czym jest rok świetlny („a miara jest taka: jednostka w niej jest drogą, którą światło przejdzie w ciągu jednego roku”), porównuje odległości do Słońca i Proximy Centauri... „Astralny” oznacza na nasz sposób „gwiazdny”; bo aster oznacza po grecku gwiazdę” – pisze głowa Ukraińskiego Kościoła Grekokatolickiego. Następnie podsumowuje: „A ciekawy jest, bardzo ciekawy ten świat astralny, który, jak się wydaje, w nieskończoności rozciąga się we wszystkich stronach

nad naszymi głowami i ze wszystkich stron wokół naszej małej Ziemi. Każdy z nas musi choć trochę wiedzieć o tym gwiazdzistym niebie. Dane jest nam przez Boga, aby z niego wywyższyć się do poznania Boga.”

## Literatura

- [1] Historia Obserwatorium Astronomicznego Lwowskiego Uniwersytetu Narodowego im. Iwana Franki, 2011, (red. B. Novosiadlyi), Lwów, (w języku ukraińskim)
- [2] Novosiadlyi B., Apunevych S., 2014, Powstanie pierwszego obserwatorium astronomicznego na Ukrainie, *Ukraińskie niebo. Studia z historii astronomii na Ukrainie* (red. O. Petruk), Lwów, str. 655-667 (w języku ukraińskim)
- [3] Petruk O., 2020, *Astronomia na Uniwersytecie Lwowskim w latach 1800-1939*, Lwów, (w języku ukraińskim)
- [4] Petruk O., 2020, *Astronomia w ukraińskich towarzystwach naukowych, Leopolis Scientifica. Nauka we Lwowie do połowy XX wieku. Część II. Nauki ścisłe: zbiór prac naukowych* (red. O. Petruk), Lwów, str. 381-406 (w języku ukraińskim)



# Działalność profesora Rybki we Wrocławiu (1945-1957)<sup>1</sup>

**Michał Tomczak**

Instytut Astronomiczny, Uniwersytet Wrocławski

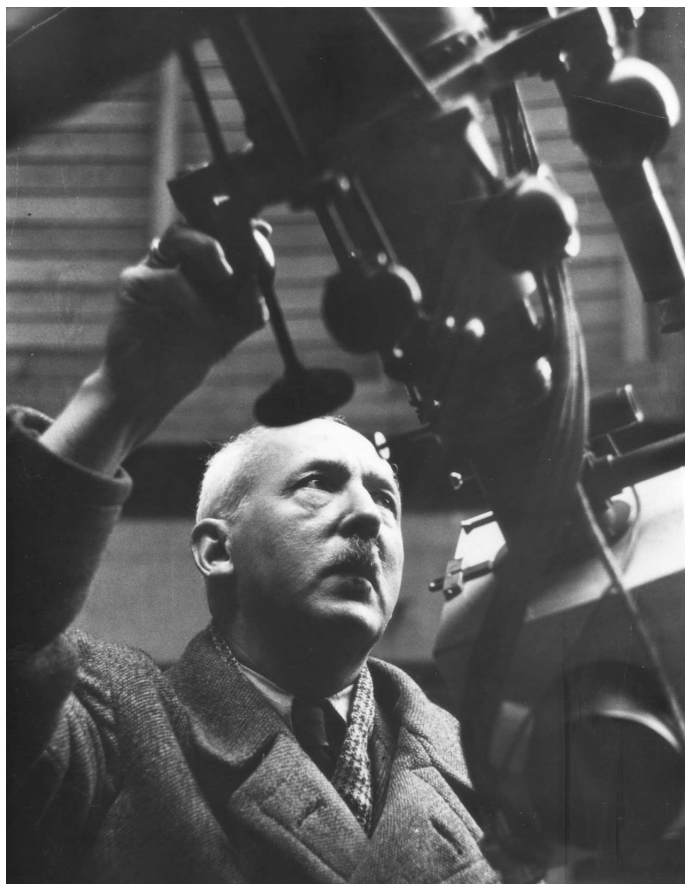
W 1945 r. przyszłość profesora Eugeniusza Rybki była w znacznym stopniu zdeterminowana okolicznościami, na które nie miał wpływu. Po pierwsze, zwycięskie mocarstwa przesunęły Polskę na zachód, w wyniku czego Lwów znalazł się poza jej granicami. Po drugie, w skład Grupy Naukowo-Kulturalnej, działającej we Wrocławiu od 10 maja 1945 r., której zadaniem było m.in. zabezpieczenie majątku i urzędzeń wyższych uczelni, weszli w większości lwowiaczy, a jej szefem był prof. Stanisław Kulczyński, późniejszy pierwszy rektor Uniwersytetu i Politechniki we Wrocławiu. Ten wpływowy kolega prof. Rybki z profesorskiej ławy Uniwersytetu Jan Kazimierza, którym kierował jako rektor w latach 1936-38, nie wyobrażał sobie innego dyrektora Obserwatorium Astronomicznego na Uniwersytecie Wrocławskim niż dyrektor Obserwatorium Astronomicznego na Uniwersytecie Lwowskim.

Z dzisiejszej perspektywy mamy tendencję do pewnych uproszczeń. prof. Rybka miał zostać dyrektorem Obserwatorium – i tak się stało. Miał zorganizować pracę podległej mu jednostki – i dokonał tego, wykorzystując w znacznym stopniu zasoby ludzkie Obserwatorium Lwowskiego i sprzęt obserwacyjny, który szczęśliwie przetrwał zawieruchę wojenną we Wrocławiu. Na podstawie tych przesłanek można dojść do z gruntu fałszywego wniosku o skoordynowanej akcji repatriacyjnej pracowników Obserwatorium ze Lwowa do Wrocławia, na których czekał już gotowy warsztat pracy. Zapoznanie się z tekstami źródłowymi pokazuje większą złożoność powojennej rzeczywistości.

---

<sup>1</sup>Tekst w głównej mierze został napisany na podstawie „Kroniki mojego życia” Eugeniusza Rybki, z której pochodzą również wszystkie cytaty.

Prof. Rybka podjął decyzję o wyprowadzce ze Lwowa dopiero w chwili, gdy oficjalnie ogłoszono szczegóły traktatu granicznego pomiędzy Polską i ZSRR. Czas od 17 sierpnia do 28 września 1945 r. zajęły mu formalności związane z przekazaniem Obserwatorium, sprzedażą mieszkania, załatwieniem karty ewakuacyjnej i pakowaniem dobytku. Rodzinie prof. Rybki pomogli ulokować się w pociągu repatriacyjnym do Krakowa woźny Obserwatorium Lwowskiego, p. Andrzej Augustyn i jego syn Adam. Profesor dotarł do Wrocławia 5 października i wtedy też przejął Obserwatorium Astronomiczne z rąk Kazimierza Kordylewskiego, który w wyniku porozumienia prof. Kulczyńskiego z prof. Tadeuszem Banachiewiczem sprawował opiekę nad przyszłym miejscem pracy naszego bohatera. 11 listopada sprowadził do Wrocławia swoją rodzinę. Zamieszkali nieopodal Obserwatorium, przy ul. Dembowskiego 19. Wielki i nieoświetlony park nie był w początkowych miesiącach miejscem bezpiecznym, więc Profesor chodził do Obserwatorium z przydzielonym mu służbowym karabinem.



Prof. Rybka przy refraktorze Clarka-Repsolda pod kopułą głównego budynku Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Wrocławskiego przy ul. Kopernika.

Jeszcze w listopadzie zatrudnienie u prof. Rybki uzyskały Helena Opolska i Stefania Ninger, nosząca już nazwisko swojego świeżo poślubionego męża, prof. Aleksandra Kosiby. Przed Bożym Narodzeniem powrócił z niemieckiego oflagu Antoni Opolski, a w lipcu 1946 r. dotarła do Wrocławia Helena Kaczmarzowa. Po nieudanej próbie zorganizowania obserwatorium astronomicznego w Lublinie, we wrześniu 1946 r. powrócił do zespołu Jan Mergentaler. Na początku 1947 r. grono lwowiaków zatrudnionych w Obserwatorium uzupełnił woźny, p. Andrzej Augustyn, który dotarł do Wrocławia pod koniec 1946 r.



Dom przy ul. Dembowskiego 19, w którym mieszkał prof. Rybka w latach 1945-1958 (stan obecny).

Kadrę wykładowców uzupełnili po kilku latach astronomowie z innych ośrodków w Polsce: Stanisław Szeligowski (Toruń) i Stefan Wierzbowski (Poznań). Bardzo szybko do pracy w Obserwatorium wdrożeni zostali też studenci pierwszych powojennych roczników astronomii: Jan Jerzy Kubikowski, Przemysław Rybka, Tadeusz Jarzębowski, Jan Walichiewicz, Jadwiga Krawiecka, Antoni Głania, Jana Paciorek i inni.

Rozrastający się personel Obserwatorium Astronomicznego spowodował działania dyscyplinujące ze strony pracodawcy. W 1954 r. Ministerstwo Szkolnictwa Wyższego i Nauki zażądało, aby liczbę asystentów w poszczególnych zakładach dopasować do obowiązków dydaktycznych, co w przypadku Wrocławia oznaczałoby redukcję 7 etatów. Prof. Rybce

udało się jednak przekonać komisję, że „w obserwatoriach astronomicznych liczbę asystentów mierzy się liczbą czynnych instrumentów obserwacyjnych, a nie liczbą studentów” i nawet nieznacznie powiększył stan osobowy swojego zespołu.

Przed naszym bohaterem stanęło szereg wyzwań, które zmuszały go do olbrzymiego zaangażowania, często kosztem życia rodzinnego, wolnego czasu, a nawet zdrowia. Należało zainicjować i ukierunkować działalność dydaktyczną i naukową prowadzonej jednostki, wyznaczyć swoistą strefę jej wpływów zarówno w strukturze tworzącej się uczelni, ale także w krajowym środowisku astronomicznym, tak bardzo zmienionym po latach wojny. Bezsprzeczną zasługą prof. Rybki było uczynienie z wrocławskiego obserwatorium pod jego kierownictwem wiodącego ośrodka astronomicznego w Polsce, z którym liczone się również w macierzystej uczelni i w mieście. Autorytet pracowitego naukowca i rzutkiego organizatora, który do wszystkiego doszedł sam, poparty bogatą listą znajomości i kontaktów, ale także cierpliwością i nieustępliwością w negocjacjach, zaowocowały długą listą zrealizowanych zamierzeń.



Główny budynek Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu  
Wrocławskiego przy ul. Kopernika 11.

Stosunkowo najłatwiej poszło z główną siedzibą przy ul. Kopernika. Naturalnie potrzebne były generalne porządki, a przy chronicznym braku podstawowych materiałów, nawet proste czynności ślimaczyły się. Pod koniec 1945 r. parcela zajmowana przez astronomów powiększyła się o tereny pomiędzy pawilonem południkowym a ulicą Mickiewicza. Dzięki wspólnym staraniom Rybki i Kosiby miało tam być zlokalizowane obserwatorium meteorologiczne. Dosyć szybko Kosiba znalazł jednak

lepszą lokalizację przy pobliskiej ulicy Cmentarnej, która obecnie nosi jego imię, ale świeży nabytek nie został już poddany działaniom rewindykacyjnym ze strony miasta. Prof. Rybka spowodował też, że nie dokonano zmiany patrona ulicy, przy której znajduje się Obserwatorium. Co prawda, władze planowały uhonorować Kopernika bardziej znaczącą ulicą (dzisiejsza ulica Kochanowskiego), ale Rybka użył przekonującego argumentu, „że *Kopernik najlepiej będzie się czuł przy astronomach*”.

Za pomocą instrumentów zgromadzonych przy ul. Kopernika pierwsze naukowe obserwacje po wojnie zostały wykonane przez Rybkę i Opolskiego latem 1946 r. Nasz bohater zdefiniował też długofalowy projekt naukowego wykorzystania instrumentów południkowych i refraktora Clarka-Repsolda. Te pierwsze stały się ważnym ogniwem przy tworzeniu katalogu słabych gwiazd realizowanego przez astrometrystów ze Związku Radzieckiego, z którymi Rybka nawiązał kontakt w latach wojennych. W latach 1949-1953 młodsze pokolenie wrocławskich astronomów (A. Głania, J. J. Kubikowski, P. Rybka) wyznaczyło w ramach tego projektu pozycje około 500 gwiazd z dokładnością na poziomie dziesiątych części sekundy łuku.



Obserwacje za pomocą koła wertykalnego Repsolda zlokalizowanego w pawilonie południkowym. Na zdjęciu widoczni są A. Głania (po lewej) i J. J. Kubikowski.



Eugeniusz Rybka, po 2-miesięcznej wizycie w Lejdzie u Jana Hendrika Oorta, sprowadził w 1950 r. dwa fotometry fotoelektryczne. Po zainstalowaniu jednego z nich przy refraktorze Clarka-Repsolda zapoczątkował we Wrocławiu projekt fundamentalnej fotometrii par gwiazd typów widmowych A i K z blaskiem około  $6^m$  w wybranych polach Kapteyna. Po opuszczeniu Wrocławia kontynuował ten projekt we współpracy z Obserwatorium Krymskim i Abastumańskim na Kaukazie. Fotometry z Lejdy odegrały donośną rolę w kształtowaniu się profilu naukowego Obserwatorium Astronomicznego we Wrocławiu bazującego na obserwacjach blasku różnych typów gwiazd zmiennych (T. Jarzębowski, A. Opolski).

Dużo większym wyzwaniem dla prof. Rybki stało się uruchomienie stacji obserwacyjnej w Białkowie. Mając w pamięci swoje wcześniejsze niepowodzenia, dążył ze wszystkich sił do tego, aby w Białkowie powstało obserwatorium z prawdziwego zdarzenia, którego rozwój nie zahamuje coraz bardziej rozświetlające się otoczenie. Już z początkiem roku 1946 udało mu się doprowadzić do przejęcia całego majątku o powierzchni 500 ha przez Uniwersytet Wrocławski. Ziemie rolne nie mogły leżeć odłogiem, więc Profesor, nie mając żadnego przygotowania w tym kierunku, podjął się trudu zorganizowania i prowadzenia gospodarstwa rolnego! Liczył po cichu, że majątek ziemski przyniesie dochód potrzebny do rozwoju obserwatorium.



Prof. Rybka w trakcie odczytu wskazań galwanometru fotometru fotoelektrycznego.

W realiach budownictwa komunizmu w Polsce taka formuła funkcjonowania Białkowa skazana była z góry na porażkę. Rybka zafundował sobie w ten sposób biurokratyczno-organizacyjny koszmar, który absorbował większość czasu jakim dysponował. Jego kronika pełna jest zabiegów o kredyty na ziarno siewne, troski o terminową pielęgnację i zbiórkę plonów oraz zapewnienie odpowiedniej liczby rąk do pracy, problemów z zarządcami, coraz to nowych pomysłów, jeśli chodzi o rodzaj prowadzonej działalności, tak aby wyjść na swoje, itp. Mógł jednak z satysfakcją przytaczać opinie, według których gospodarstwo rolne w Białkowie traktowano jako udany eksperyment rolniczy, dowodzący, że nawet duże gospodarstwo może być samowystarczalne, w odróżnieniu od państwowych gospodarstw rolnych. Kres eksperymentu nastąpił dopiero latem 1957 roku, gdy ostatecznie zdecydowano na rozparcelowanie gruntów majątku białkowskiego pomiędzy okolicznych gospodarzy.

Eugeniusz Rybka czynił starania, aby to właśnie w Białkowie zlokalizowane zostało Centralne Obserwatorium Astronomiczne, o którym marzyli polscy astronomowie już od lat dwudziestych XX w. Oprócz dużego teleskopu astrofizycznego, zamierzał ulokować tam teleskop słoneczny i radioteleskop, ale nie zdołał przekonać do swoich planów przedstawicieli innych ośrodków. Z niemałym trudem doprowadził jedynie w pierwszej połowie 1951 r. do prowizorycznego remontu pałacu zdevastowanego i rozszabrowanego zaraz po wojnie. Wiele lat zabrało uruchomienie przedwojennego refraktora Reinfeldera-Repsolda, nad wykonaniem do którego nowego obiektywu biedziła się Wytwórnia Optyczna w Jeleniej Górze w latach 1947-52.



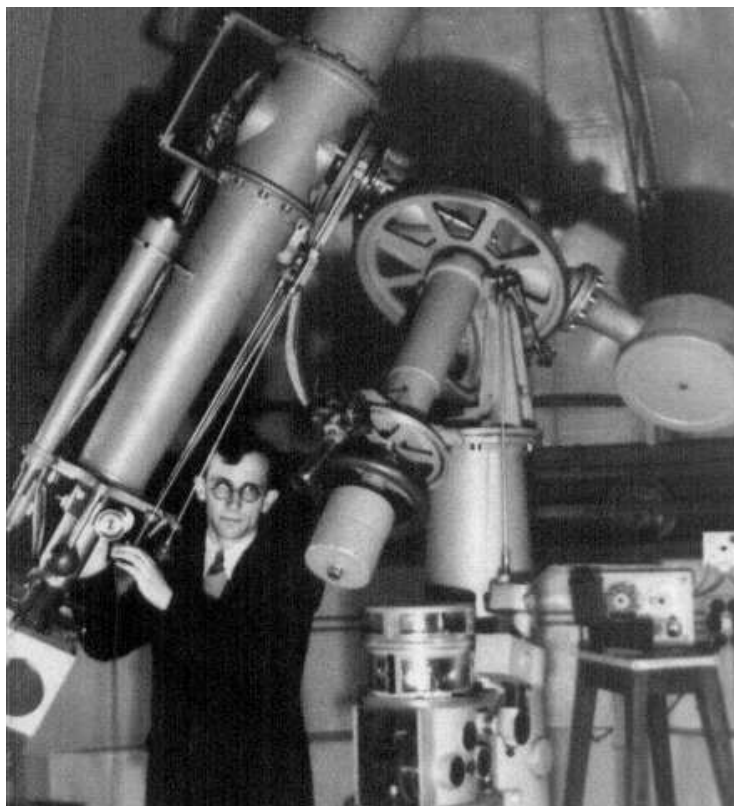
Pałac w Białkowie (stan sprzed wojny).

W 1947 r. prof. Rybka z zapałem podjął się również restytucji stacji obserwacyjnej w Windhuk (Namibia) będącej przed wojną wspólnym przedsięwzięciem astronomów berlińskich i wrocławskich. Pomimo poparcia na szczeblu ministerialnym, niechęć władz Republiki Południowej Afryki administrującej tym terenem spowodowała, że nie doszło nawet do wizji lokalnej w wykonaniu astronomów polskich.

Naukowe kontakty z zagranicą dawały szansę nadrobienia zaległości powstałych w wyniku wojny. Eugeniusz Rybka stał się etatowym reprezentantem Polski na kolejnych kongresach Międzynarodowej Unii Astronomicznej (IAU): w Zurychu (1948), w Rzymie (1952) i w Dublinie (1955). Na tym drugim został wybrany nawet na jednego z wiceprezydentów IAU. Towarzyskie kontakty zawiązywane na takich forach wydatnie pomagały w staraniach o staże naukowe, sprzęt obserwacyjny i literaturę. Zaostrzająca się sytuacja polityczna spowodowała jednak, że łączność z Zachodem ulegała postępującej reglamentacji, co spowodowało, że prof. Rybka musiał odwołać dwa uzgodnione już wyjazdy do Utrechtu i Meksyku. Nawet współpraca międzynarodowa w obrębie państw z tej samej strony żelaznej kurtyny była trudna do zaplanowania. Dopiero w 1956 r. możliwa była na przykład swobodna peregrynacja prof. Rybki po obserwatoriach w Czechosłowacji.

Pięć razy w czasach wrocławskich Eugeniusz Rybka odwiedził Moskwę i Leningrad, gdzie był dobrze rozpoznawany już od czasów wojny. Zazwyczaj zaproszenie od astronomów rosyjskich było długo analizowane przez czynniki polityczne i organy bezpieczeństwa, co skutkowało wyjazdem po terminie konferencji, w której miał uczestniczyć. Sam tryb realizacji wizyt sprawiał, że były to w praktyce propozycje nie do odrzucenia. W ten sposób prof. Rybka, zamiast z rodziną, dwa razy spędził na delegacji święta Bożego Narodzenia, w latach 1948 i 1950. W ramach rewizyty odwiedziła Polskę w czerwcu 1951 r. grupa dwunastu astronomów ze Związku Radzieckiego. Podobną formułę udało się powtórzyć w 1956 r. w przypadku dziesięciu astronomów z Czechosłowacji.

Regularne wykłady w sali Obserwatorium Astronomicznego prof. Rybka zapoczątkował w październiku 1946 r. Sam był zaskoczony początkową frekwencją (23 słuchaczy!), ale w późniejszym czasie liczba studentów nie była już tak imponująca. Zgodnie z przedwojennymi zasadami, prof. Rybka był jedynym wykładowcą przedmiotów astronomicznych do czasu uzyskania habilitacji przez Stanisława Szeligowskiego (1949), Jana Mergentalera (1950) i Antoniego Opolskiego (1951). Regulacje wprowadzone przez ministerstwo sprawiły, że w latach 1949-1954



Tadeusz Jarzębowski przy refraktorze Reinfelderera-Repsolda w Białkowie.

Uniwersytet Wrocławski był jedyną uczelnią w kraju, na której można było uzyskać stopień magistra astronomii. Decyzja ta spowodowała, że do Wrocławia trafili absolwenci studiów I stopnia z innych miast, m.in: Barbara Adamanis, Jan Mielicki, Bogdan Rompolt, Krzysztof Serkowski.

Nieliczne polskie podręczniki do nauki astronomii, napisane jeszcze przed wojną, należało w trybie pilnym uzupełniać o nowe pozycje. Eugeniusz Rybka był w pierwszym powojennym dziesięcioleciu autorem zdecydowanie najpłodniejszym. Jak sam to podkreślał, honoraria wydawnicze stanowiły istotne źródło jego dochodów. Spośród tytułów, które pamiętają dzisiaj jedynie zagorzali bywalcy antykwariatów, na szczególną uwagę zasługuje pierwsze wydanie *Astronomii Ogólnej* z 1952 r. Podręcznik ten wielokrotnie wznawiany na przestrzeni kolejnych 30 lat stał się znakiem rozpoznawczym naszego bohatera. Jako redaktor działu astronomicznego wydawnictwa „Wiedza Powszechna” doprowadził też do wydania sporej liczby broszurek autorstwa astronomów z różnych ośrodków.

Działalność popularyzatorska to kolejny obszar niepospolitej aktywności Eugeniusza Rybki. W tym celu wykorzystywał swoje znajomości

z przedstawicielami mediów. Obok wywiadów i komunikatów z działalności Obserwatorium, były to odczyty dla różnych gremiów, ale także pogadanki radiowe (pierwsze nastąpiły już w czerwcu 1948). W latach pięćdziesiątych za pomocą małego zeissowskiego planetarium pracownicy Obserwatorium i członkowie Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii prowadzili pokazy, które cieszyły się dużym zainteresowaniem. Początkowo seanse odbywały się w jednym z Pawilonów Czterech Kopuł przy Hali Stulecia, później na Wzgórzu Partyzantów.

Już w 1947 r. prof. Rybka został dziekanem Wydziału Matematyczno-Fizyczno-Chemicznego. Pierwsza jednoroczna kadencja była jeszcze z wyboru, co zważywszy na sławę matematyków ze Szkoły Lwowskiej z Hugonem Steinhausem na czele, wystawia naszemu bohaterowi wysoką rekomendację. Do 1953 r. tylko przez rok nie pełnił tej funkcji, kiedy w 1950 r. zastąpił go Edward Marczewski, późniejszy rektor Uniwersytetu Wrocławskiego. Jako dziekan m.in. zabiegał o wzmocnienie kadrowe uniwersyteckiej fizyki i chemii. Szczycił się również, że żaden z dziekanów nigdy nie został tak uhonorowany przez studentów jak on, gdy podczas jednej z immatrykulacji wręczono mu kosz kwiatów wraz ze słowami: *„Składamy Panu Dziekanowi kwiaty, bo Pan opiekuje się nami jak ojciec”*.

Bardzo szybko stał się też wiodącą postacią w polskiej astronomii zostając pierwszym prezesem odrodzonego po wojnie Polskiego Towarzystwa Astronomicznego (1948-50). Oprócz tego przewodniczył podsekcji astronomicznej I Kongresu Nauki Polskiej (1950-51), Komitetowi Astronomii PAN (od 1952) i Zespołowi Historii Astronomii przy Zakładzie Historii Nauki i Techniki PAN (od 1955). Ponadto uczestniczył w pracach niezliczonych komisji i zespołów. Jak sam podkreślił w swojej kronice: *„Praktycznie [...] wszelkie najważniejsze sprawy astronomiczne w Polsce przechodziły przeze mnie”*.

Jakby tego było mało, działał również w Towarzystwie Przyrodników im. Kopernika, które powstało jeszcze w okresie międzywojennym, we Wrocławskim Towarzystwie Naukowym; był wiceprezesem Oddziału Wrocławskiego Polskiego Towarzystwa Fizycznego, prezesem Oddziału Wojewódzkiego Towarzystwa Wiedzy Powszechnej i przewodniczącym Miejskiego Komitetu Obrońców Pokoju, a w 1954 r. został radnym Wojewódzkiej Rady Narodowej, w której w końcówce kadencji był przewodniczącym Komisji Kultury.



Z racji swoich rozlicznych obowiązków prof. Rybka musiał często podróżować, co szczególnie w pierwszych latach powojennych było niezwykle uciążliwe. Zwyczajna, wydawałoby się dzisiaj, podróż pociągiem do Warszawy trwała nawet 16-18 godzin, a komfort polegał na jeździe wagonem „*ogrzanym i oszklonym*”. Dlatego, jeśli to tylko było możliwe, prof. Rybka kumulował agendę spraw do załatwienia w kilkudniowe nawet bloki i pracowicie odwiedzał kolejne urzędy, w których dał się poznać jako spolegliwy, ale trudny do zbycia petent. Od 1953 r., żeby chociaż trochę zyskać na czasie, chętnie korzystał z połączeń lotniczych, co nie jeden raz zakończyło się fiaskiem z powodu odwołania lotu bądź zawrócenia samolotu ze względu na złe warunki pogodowe.

Intensywny tryb życia, bez jakichkolwiek przerw (na wypoczynek wakacyjny prof. Rybka wyjeżdżał do ... Białkowa) nie mógł pozostać bez wpływu na stan jego zdrowia, szczególnie, że z natury nie był okazem zdrowia. Od początku 1954 r. dokuczał mu woreczek żółciowy, ale właściwą diagnozę lekarze postawili dopiero latem tego roku. Wcześniej, w czerwcu, kiedy przebywał w ZSRR, omal nie usunięto mu ślepej kieszki, co w sytuacji ropnego zapalenia woreczka żółciowego, mogło zakończyć się zapaleniem otrzewnej. Zaordynowane kuracje sanatoryjne (Krynica, Karłowe Wary) w latach 1954-57 doprowadziły do wyleczenia tej dolegliwości, ale na skutek nieszczęśliwego upadku złamał w czeskim uzdrowisku trzeci krąg lędźwiowy i na Boże Narodzenie 1954 r. wrócił do Polski w gorsecie gipsowym. W konsekwencji, musiał przebywać w pozycji horyzontalnej przez 80 dni.

Jeśli ktoś myśli, że okresy choroby stanowiły dla prof. Rybki czas przymusowej bezczynności, to jest w błędzie. Zadziałało przysłowie o górze i Mahomecie. Przy ul. Dembowskiego 19, w obecności leżącego „Mahometa”, odbywały się narady różnych gremiów, których był członkiem, egzaminy zwykłe i doktorskie. Czy można się dziwić lekarzom, których irytował taki stan rzeczy? Sytuację nieco poprawiło zainstalowanie telefonu, które nastąpiło 3 lutego 1955 r.

Nadszedł rok 1957, który Eugeniusz Rybka nazywa w swojej kronice „*najprzykrzejszym okresem [...] życia zawodowego*”. Pełny opis okoliczności związanych z jego przejściem z Wrocławia do Krakowa godzien jest odrębnego artykułu, tutaj ograniczę się do najważniejszych faktów. Co najmniej od początku 1955 r. narastało w Obserwatorium Astronomicznym niezadowolenie z powodu zbyt autorytarnego sposobu zarządzania jednostką przez prof. Rybkę. Początkowe sygnały zostały przez

niego zlekceważone, bo wierzył w „bardzo mocną pozycję w Ministerstwie Szkolnictwa Wyższego i w wielu innych znaczących instytucjach”. 26 czerwca 1956 r. odbyło się zebranie wszystkich pracowników Obserwatorium z udziałem rektora Marczewskiego, „najprzykrzejsze i najbardziej bolesne przeżycie w całej [...] karierze astronomicznej” Eugeniusza Rybki. Zarzuty przedstawił prof. Ingarden, jako przedstawiciel Podstawowej Organizacji Partyjnej Uniwersytetu. Wypowiadał się również „nieżyczliwie i nieprzychylnie” ulubiony uczeń Profesora, Antoni Opolski, ówczesny dziekan Wydziału. Tydzień później, na kolejnym zebraniu pracowników, większość opowiedziała się, aby Obserwatorium przyjęło formę trzech niezależnych katedr. Dokonano nawet prowizorycznego przydziału instrumentów i pracowników do tych katedr. Prof. Rybka miał kierować katedrą astrometrii, co odbierał jako niezasłużoną degradację.

29 grudnia 1956 r. okazało się, że Minister Szkolnictwa Wyższego opublikował zarządzenie ustanawiające na Uniwersytecie Wrocławskim Instytut Astronomiczny z czterema katedrami. Zbuntowani pracownicy uznali, że jest to konsekwencja pozakulisowych działań prof. Rybki, chociaż ten tłumaczył, że jest to jedynie reakcja na wniosek, który w wyniku jego starań, za zgodą władz wydziałowych i uczelnianych, wypłynął z Uniwersytetu już 24 marca 1954 r. Na zebraniu pracowników Obserwatorium 2 stycznia 1957 r. prof. Opolski zgłosił kandydaturę prof. Mergentalera na funkcję dyrektora Instytutu Astronomicznego. Uzyskała ona większość w głosowaniach samodzielnych pracowników Obserwatorium (10 czerwca) i członków Rady Wydziału (12 czerwca). Następnego dnia (!) Rada Wydziału Matematyczno-Fizyczno-Chemicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego jednomyślnie poparła wniosek o powołanie prof. Rybki na funkcję kierownika nowej katedry astronomii obserwacyjnej. Utworzenie tej katedry w Obserwatorium Krakowskim miało wygasić trwający konflikt pomiędzy pracownikami a prof. Koziłem. Wcześniej sondowani kandydaci, prof. Józef Witkowski i prof. Antoni Opolski, nie wyrazili zainteresowania przenosinami do Krakowa. Nominacja została podpisana przez Ministra Szkolnictwa Wyższego 3 stycznia 1958 r. i po uzyskaniu mieszkania przy ul. Szopena, prof. Rybka wraz z małżonką 18 lutego osiadł w Krakowie.

Późniejsze wzmianki w kronice dowodzą, jaką zadrę stanowiły do końca życia Profesora okoliczności, w których opuścił Wrocław. Skrupulatnie odnotowywał wszelkie kontakty ze środowiskiem wrocławskim i żywo je komentował. Bez mała każda taka wzmianka stanowiła punkt wyjścia do rozważań, czy w ostatnich latach pobytu we Wrocławiu mógł zachować się jakoś inaczej. Czuł się bardzo dotknięty, gdy pomijano go

w zaproszeniach na niektóre uroczystości rocznicowe albo niewystarczająco podkreślano jego wkład w rozwój Obserwatorium Wrocławskiego. Kiedy poznałem wszystkie okoliczności przeprowadzki Profesora, innego znaczenia nabrała dla mnie fotografia wykonana w 1985 r. na jednej z uroczystości instytutowych.



Prof. Antoni Opolski i prof. Eugeniusz Rybka w 1985 r.

Eugeniusz Rybka wrócił do Wrocławia 30 października 1983 r., gdy nie potrafił już samodzielnie egzystować w swoim krakowskim mieszkaniu. Ponieważ opiekę nad jego żoną sprawowała od kilku miesięcy jego córka, Jadwiga Złоторzycka, a syn Przemysław sam potrzebował opieki, zamieszkał u wnuków, najpierw u Tadeusza Złоторzyckiego, a po kilku miesiącach u jego brata Piotra, przy ul. Piastowskiej. Nadal pisał pamiętnik i usilnie redagował kronikę swojego życia. Doczekał benefisu z okazji 90 rocznicy urodzin zorganizowanego na Uniwersytecie Wrocławskim na kilka miesięcy przed śmiercią. Miałem wtedy sposobność zobaczenia Go jedyny raz na własne oczy. Kontakt był niemal intymny: wraz z kolegą znosiłem Jubilata na fotelu po schodach do samochodu...

Okres wrocławski prof. Rybka oceniał jako „lata wzmożonej aktywności twórczej i organizacyjnej”. Z jednej strony chciał powetować sobie niepowodzenia w staraniach o rozbudowę Obserwatorium Lwowskiego, z drugiej strony jego możliwości sprawcze stały się nieporównywalnie większe. Pomimo tego, że nie udało mu się zrealizować wielu spośród

swoich planów, położył trwałe podwaliny umożliwiające funkcjonowanie nowego polskiego obserwatorium astronomicznego. Zawdzięczamy mu we Wrocławiu nazwę i strukturę organizacyjną, obszerną parcelę przy ul. Kopernika, zamiejscową stację obserwacyjną w Białkowie, trwałą pozycję na Uniwersytecie Wrocławskim, pierwsze programy naukowe i pierwsze kontakty zagraniczne. Jego następcy podnieśli badania naukowe na wyraźnie wyższy poziom, a prof. Rybka mógł poszczycić się bardzo okazałymi osiągnięciami w trakcie późniejszego pobytu w Krakowie. Pomimo tego jednak nie mogę oprzeć się wrażeniu, że obydwie strony bardzo dużo straciły na awanturze z 1957 roku.

## Literatura

- [1] Jarzębowski T., 2007, Powojenne lata wrocławskiej astronomii [w:] *Astronomem być ... Świadectwa życia i pracy astronomów polskich*, Andrzej Woszczyk (red.), Dom Organizatora, Toruń
- [2] Mergentaler J., 1970, Wydział Matematyki, Fizyki i Chemii [w:] *Uniwersytet Wrocławski w latach 1945-1970. Księga jubileuszowa*, Władysław Floryan (red.), Wydawnictwo Zakładu Narodowego Imienia Ossolińskich, Wrocław – Warszawa – Kraków
- [3] Mularczyk M., Kuźniewski E., 2018, *Nauka jest treścią mojego życia... prof. Stanisław Kulczyński – życie i dzieło*, Oficyna Wydawnicza ATUT – Wrocławskie Wydawnictwo Oświatowe, Wrocław
- [4] Rybka E., *Kronika mojego życia*, maszynopis przechowywany w Archiwum Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu
- [5] Złotorzycka J., 1996, *Dwugłos pokoleń*, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław

# Eugeniusz Rybka (1898-1988) – astronom lwowski, wrocławski i krakowski

**Jerzy M. Kreiner**

## Młodość i studia w Krakowie

Gdy jesienią 1918 roku Eugeniusz Rybka przybył do Krakowa z zamiarem podjęcia studiów na Wszechnicy Jagiellońskiej nie przypuszczał, że niemal dokładnie 40 lat później zostanie profesorem Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz dyrektorem jednego z najstarszych polskich obserwatoriów astronomicznych. Jednak droga do objęcia tego prestiżowego stanowiska była długa i wymagała wielu lat ciężkiej pracy i przezwyciężenia wielu trudności życiowych.



Eugeniusz Rybka (ok. 1966).



Eugeniusz Rybka urodził się 6 maja 1898 roku w Radzyminie, niewielkim miasteczku, odległym około 25 km na północny wschód od centrum Warszawy. Jego rodzicami byli: Leokadia z domu Chromińska oraz Władysław Rybka, organista w miejscowym kościele parafialnym. Naukę szkolną Eugeniusz Rybka rozpoczął w wieku 9 lat w Ozorkowie, gdzie jego ojciec otrzymał kolejne zatrudnienie jako organista. Wcześniej Eugeniusz uczył się w domu korzystając z pomocy starszego rodzeństwa. Jak wspomina, wczesne opanowanie sztuki czytania i pisania umożliwiło mu przeczytanie wielu książek. W 1911 roku zdał egzamin wstępny do rosyjskiego gimnazjum w Warszawie, jednak ze względu na brak miejsc nie został przyjęty. Natomiast zaświadczenie o pozytywnym wyniku egzaminu ułatwiło przyjęcie do III klasy otwieranego wówczas ewangelickiego gimnazjum w Gostyninie w pobliżu Kutna. Do tej szkoły, w której obowiązywał rosyjski język nauczania, uczęszczał w latach 1911-1914. Wybuch pierwszej wojny światowej spowodował zamknięcie gimnazjum, a dalszą naukę, obejmującą zakres materiału z klas VI-VIII ówczesnego gimnazjum Eugeniusz Rybka podjął drogą samokształcenia. W listopadzie 1917 roku w trybie eksternistycznym zdał w Warszawie egzamin maturalny i uzyskał świadectwo dojrzałości, a rodzina Chromińskich mieszkająca w Krakowie, zaoferowała mu pomoc w podjęciu studiów na Uniwersytecie Jagiellońskim. Po kilku miesiącach z trudem uzyskał paszport na wyjazd do zaboru austriackiego i po uciążliwej podróży 22 października 1918 r. przybył do Krakowa. Dwa dni później został studentem Wydziału Filozofii UJ z zamiarem studiowania matematyki, która była bliska jego zainteresowaniom astronomicznym. W jednym z późniejszych wywiadów wspomina<sup>1</sup>, że fascynacja niebem gwiazdystym wyniknęła z lektury dzieła Owidiusza *Metamorfozy (Przemiany)*, do którego dołączono mapkę nieba ułatwiającą poznanie gwiazdozbiorów. Natomiast elementarne wiadomości astronomiczne zdobył czytając *Kosmografię* pióra Marcina Ernsta.

Na wykłady uczęszczał zaledwie przez tydzień, gdyż przyłączył się do grupy ochotników, którzy w listopadzie 1918 roku wyjechali w kierunku wschodnim, aby wesprzeć polskie oddziały walczące w pobliżu Lwowa. W mieście tym, wkrótce przejętym przez polskie władze tymczasowe, zorganizowano szkołę podoficerską, którą Eugeniusz Rybka ukończył w stopniu kaprała. Po paru tygodniach jego oddział został włączony do pociągu pancernego „Śmiały” i skierowany do udziału w walkach na terenie dzisiejszej Białorusi.

---

<sup>1</sup>Adam Hollanek, *Lewooski cyklop*, Wydawnictwo Literackie, str. 57 (1966)

Z początkiem 1920 roku Eugeniusz Rybka został zwolniony z wojska dla kontynuowania studiów. Jednak już w lipcu 1920 roku, w wyniku konfliktu polsko-ukraińskiego i działań wojennych na wschodzie Rzeczypospolitej ponownie zgłosił się do wojska i został skierowany do szkoły oficerskiej w Poznaniu, którą ukończył kilka miesięcy później. W sierpniu 1939 r., a więc tuż przed wybuchem II wojny światowej został awansowany do stopnia porucznika.

Tymczasem działania wojenne na froncie wschodnim zmierzały do końca, toteż uzyskał zgodę władz wojskowych na zwolnienie z czynnej służby i powrócił do Krakowa dla kontynuacji rozpoczętych studiów.

Zimą 1920/21 jednym z kursów uniwersyteckich była „mechanika nieba”. Wykładowcą był profesor Tadeusz Banachiewicz, który w 1919 roku na zaproszenie władz Uniwersytetu Jagiellońskiego objął stanowisko dyrektora Obserwatorium Astronomicznego. Banachiewicz zwrócił uwagę na zdolnego studenta, jakim był Eugeniusz Rybka i zaproponował mu, aby z dniem 1 czerwca 1921 objął stanowisko rachmistrza naukowego w Obserwatorium przy ul. Kopernika 25. Do obowiązków Eugeniusza Rybki (oprócz prac obliczeniowych) należały również obserwacje meteorologiczne oraz, co szczególnie go ucieszyło, obserwacje astronomiczne. Wskutek zatrudnienia w Obserwatorium studiowanie było utrudnione i wymagało poświęcenia dużej ilości czasu na samokształcenie.

Wiosną 1922 roku Banachiewicz rozpoczął poszukiwania miejsca pod budowę przyszłego obserwatorium astronomicznego w miejscu o dobrej przejrzystości powietrza, z dala od miast i większych miejscowości. Jedną z rozważanych lokalizacji było wzniesienie Wał (526 m n.p.m.) na południe od Tarnowa, w pobliżu majątku Stanisława Harlendera, który był gotów sprzedać należący do niego teren. W dniach 6-15 lipca 1922 Eugeniusz Rybka przeprowadził rozeznanie wskazanego terenu i przekazał Banachiewiczowi informację o dobrych warunkach do prowadzenia obserwacji, a także podkreślił stosunkowo łatwy dojazd na miejsce. Jednak ostatecznie Banachiewicz zdecydował, że stacja zamiejscowa Obserwatorium Krakowskiego powstanie na wzniesieniu Przygoleź<sup>2</sup> (912 m n.p.m.) w paśmie Łysiny, w Beskidzie Myślenickim.

Banachiewicz nie tylko osobiście doglądał pierwszych obserwacji prowadzonych na nowej Stacji, ale również zadbał o systematycznie pełnione dyżury obserwacyjne. W gronie pierwszych obserwatorów nie mogło zabraknąć również Eugeniusza Rybki, który po raz pierwszy przyjechał

---

<sup>2</sup>Z początkiem lat 30. XX w. miejsce to nazwano Lubomirem.



Obserwatorium Krakowskie w okresie międzywojennym  
(widok od strony południowej).

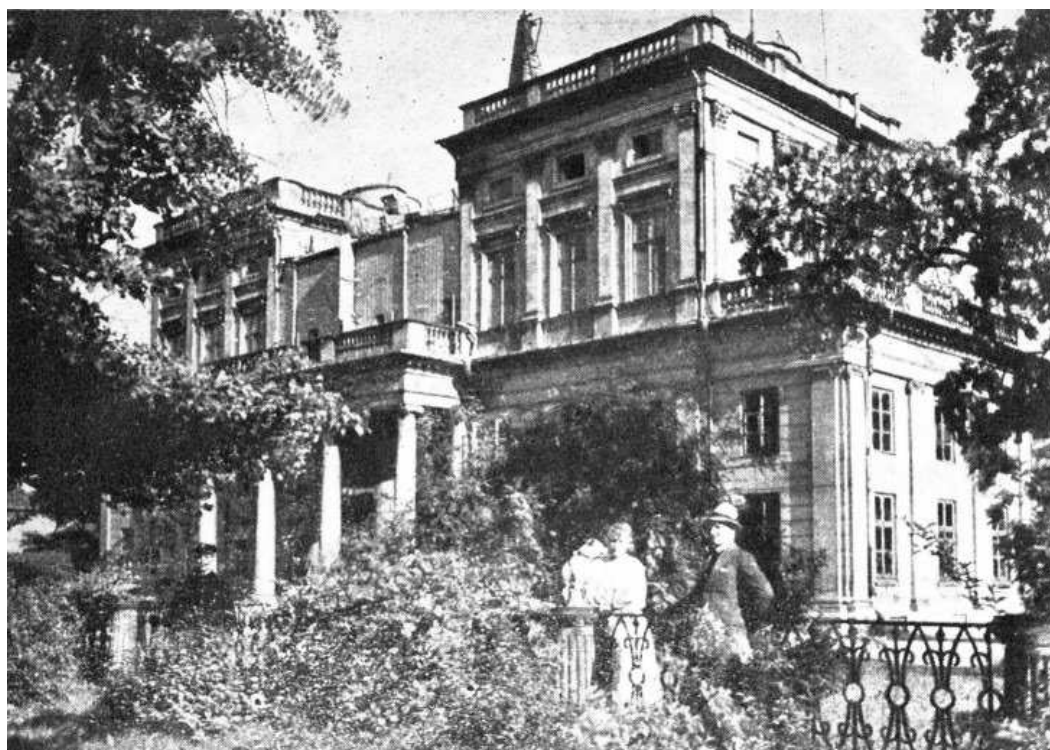
na kilka dni w sierpniu 1922 r. między innymi dla prowadzenia prac topograficznych, natomiast w tym samym roku od 16 września do 29 października pełnił obowiązki kierownika Stacji.

W dniu 9 września 1922 roku w Warszawie odbył się ślub Eugeniusza Rybki z Marią Cecylią Sierakowską (1895-1985), lekarzem dentystą. Mieli dwoje dzieci: Przemysław (1923-1995), późniejszego historyka astronomii i wybitnego specjalistę w zakresie astrometrii oraz Jadwigę, po mężu Złotorzycką (1926-2002), entomologa, późniejszą profesor Uniwersytetu Wrocławskiego.

## Obserwatorium Warszawskie

Eugeniusz Rybka często odwiedzał Warszawę, gdzie mieszkała rodzina jego żony. Tam też urodził się ich syn Przemysław. Gdy okazało się, że Obserwatorium Warszawskie będzie miało do obsadzenia dwa etaty, podjął nieoficjalne starania o przeniesienie się do Warszawy, gdzie od niedawna dyrekcję Obserwatorium objął prof. Michał Kamiński (1879-1973). Banachiewicz nie był przychylny przejściu zdolnego asystenta do Warszawy, ale ostatecznie wyraził zgodę na wyjazd, pod warunkiem, że przewód doktorski odbędzie się w Krakowie.

Pracę w Obserwatorium Warszawskim Eugeniusz Rybka rozpoczął z początkiem października 1923 na stanowisku asystenta, zaś po uzyskaniu doktoratu objął stanowisko starszego asystenta. Do jego obowiązków



Obserwatorium Warszawskie w okresie międzywojennym.

należało prowadzenie rachunków astronomicznych według metod stosowanych przez prof. Kamińskiego, obliczenia związane z pracą doktorską a także obserwacje astronomiczne, w tym: obserwacje zakryć gwiazd przez Księżyc oraz obserwacje wizualne wybranych gwiazd zmiennych.

W marcu 1926 roku uzyskał w Uniwersytecie Jagiellońskim stopień doktora filozofii na podstawie rozprawy dotyczącej obserwacji zakryć gwiazd przez Księżyc. Promotorem pracy był prof. Tadeusz Banachiewicz.

W 1930 r. Eugeniusz Rybka otrzymał stypendium naukowe, które wykorzystał na półroczny pobyt w Lejdzie, gdzie pracował pod kierunkiem wybitnego astrofizyka Ejnara Hertzsprunga (1873-1967). W tym prestiżowym obserwatorium zajmował się m. in. fotometrią fotograficzną gwiazd. Dorobek naukowy w Lejdzie stanowił podstawę przewodu habilitacyjnego dr. Rybki w Uniwersytecie Warszawskim na przełomie 1931 i 1932 r. Tematyka przewodu dotyczyła fotometrii gwiazd w gromadzie kulistej M3 w gwiazdozbiórce Psów Gończych, natomiast podsumowaniem przewodu był wygłoszony w dniu 19 stycznia 1932 r. wykład habilitacyjny p.t. „Gromady kuliste gwiazd” uwieńczony jednomyślną pozytywną uchwałą Rady Wydziału.

## Obserwatorium Astronomiczne we Lwowie

Jeszcze przed zakończeniem habilitacji Eugeniusz Rybka otrzymał propozycję przeniesienia się do Uniwersytetu Jana Kazimierza we Lwowie, gdzie po śmierci prof. Marcina Ernsta (1869-1930) pozostawało wakujące stanowisko kierownika tamtejszego Zakładu Astronomicznego. Z końcem stycznia 1932, a więc wkrótce po zakończonym przewodzie habilitacyjnym, Eugeniusz Rybka udał się do Lwowa i po załatwieniu licznych formalności, rozpoczął uniwersyteckie wykłady jako zastępca profesora oraz podjął obowiązki kierownika Zakładu Astronomii znajdującego się przy ul. Długosza 8 (obecnie ul. Cyryła i Metodego). Gdy tylko uzyskał niewielkie mieszkanie dołączyła do niego rodzina.

Wyposażenie Zakładu było niezwykle skromne. Podstawowym instrumentem był ekwatoriał o średnicy obiektywu 135 mm, którym można było prowadzić obserwacje z tarasu znajdującego się na dachu budynku przy ulicy Długosza 8. Dzięki usilnym staraniom nowy kierownik Zakładu zdołał zakupić 12 cm refraktor, a następnie astrokamerę z obiektywem 10 cm oraz mikrofotometr do mierzenia klisz, a także rozpoczął kompletowanie naukowej biblioteki astronomicznej. Na tarasie ustawiono dwie niewielkie kopuły chroniące instrumenty. To pozwoliło na prowadzenie systematycznych obserwacji fotograficznych będących kontynuacją prac rozpoczętych w Warszawie już po powrocie z Lejdy. W połowie lat 30. lwowski Zakład, był już znacznie lepiej wyposażony, co sprawiło, że w 1936 r. uzyskał status uniwersyteckiego Obserwatorium Astronomicznego, a Eugeniuszowi Rybce wręczono nominację na stanowisko profesora nadzwyczajnego. Istotnym osiągnięciem było pozyskanie dwóch etatów, na których zatrudnił dr. Jana Mergentalera (1901-1995), który w 1933 r. uzyskał doktorat w Krakowie u prof. Banachiewicza, a także mgr. Antoniego Opolskiego (1913-2014), który krótko przed wybuchem wojny został doktoryzowany we Lwowie przez E. Rybkę. Był to pierwszy doktorat, którego prof. Rybka był promotorem i równocześnie pierwszy doktorat z astronomii w UJK. Zarówno Mergentaler jak też Opolski zostali w latach powojennych profesorami Uniwersytetu Wrocławskiego.

Niestety starania Eugeniusza Rybki o wybudowanie większego obserwatorium astronomicznego poza centrum Lwowa na Cetnarówce (w pobliżu Ogrodu Botanicznego), nie zakończyły się pomyślnie, mimo, iż władze Uniwersytetu Jana Kazimierza poparły tę inicjatywę, a Ministerstwo Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego wstępnie wyraziło zgodę na zakup teleskopu o średnicy 90 cm. Pertraktacje w sprawie zakupu

terenu pod budowę Obserwatorium przeciągnęły się o kilka lat i zostały przerwane w chwili wybuchu II wojny światowej.

Lata 1932-1939 były dla Eugeniusza Rybki okresem niezwykle dużej aktywności naukowej, przejawiającej się m. in. w systematycznym prowadzeniu obserwacji. Wyniki prac całego zespołu Obserwatorium Lwowskiego były w większości publikowane w redagowanym w Krakowie przez Tadeusza Banachiewicza czasopiśmie *Acta Astronomica*, ale także w założonym we Lwowie przez Eugeniusza Rybkę *Contributions from the Astronomical Institute of Lwów University*, którego 10 numerów ukazało się w latach 1933-1939. Dzięki wydawaniu własnego periodyku, Obserwatorium Lwowskie mogło prowadzić wymianę wydawnictw z innymi placówkami astronomicznymi na świecie i tym samym istotnie powiększać swój księgozbiór.

Oprócz zajęć dydaktycznych prof. Rybka starał się rozwijać współpracę naukową z innymi ośrodkami astronomicznymi w Polsce i za granicą, co ułatwiała mu nie tylko wcześniejsza praca w Krakowie i w Warszawie, ale także pobyt w Lejdzie, gdzie nawiązał liczne kontakty z astronomami zagranicznymi.

Na zaproszenie prof. Banachiewicza, już po raz drugi wziął udział w ekspedycji mającej na celu obserwacje całkowitego zaćmienia Słońca w dniu 18 VI 1936 r. w Grecji. Obserwacje prowadził na wyspie Chios wspólnie z dr. Kazimierzem Kordylewskim za pomocą skonstruowanego w Krakowie chronokinematografu. Poprzednie zaćmienie obserwował 29 VI 1927 r. w Skällarim w Szwecji, również jako członek ekspedycji organizowanej przez T. Banachiewicza.

Wiele czasu poświęcał popularyzacji astronomii, działając aktywnie w Polskim Towarzystwie Przyjaciół Astronomii m. in. redagując *Uranie* a także w Towarzystwie Przyrodników im. Kopernika.

W dniu 29 lipca 1938 r. na zaproszenie Ligi Obrony Powietrznej Państwa (LOPP) i Uniwersytetu Warszawskiego uczestniczył w otwarciu Obserwatorium Meteorologiczno-Astronomicznego na Popie Iwanie (2022 m n.p.m.) w Czarnohorze (Karpaty Wschodnie). Obserwatorium to powstało z inicjatywy LOPP, a część astronomiczna była wyposażona w 33/200 cm astrograf angielskiej firmy Grubb & Parsons. Spośród polskich astronomów, oprócz prof. Rybki w uroczystości wzięli udział prof. Michał Kamiński i dr Jan Gadomski (1889-1966) reprezentujący Obserwatorium Warszawskie, a także geofizyk dr Edward Stenz (1897-1956), m. in. organizator i pierwszy kierownik Obserwatorium Meteorologicznego na Kasprowym Wierchu. Mimo niezbyt dużej odległości od Lwowa,



astronomowie z Uniwersytetu Jana Kazimierza nie prowadzili obserwacji na Popie Iwanie.

Zabiegając o możliwie szerokie kontakty, zarówno zagraniczne jak i krajowe, E. Rybka gorąco poparł wysunięty przez prof. Władysława Dziewulskiego projekt organizacji konferencji astrofizycznej. Odbyła się ona w Wilnie w dniach 28-30 maja 1939, z udziałem astronomów z ośrodków: lwowskiego, warszawskiego i wileńskiego oraz wielu znanych fizyków (m. in. Szczepana Szczeniowskiego (1898-1979) i Aleksandra Jabłońskiego (1898-1970)). W trakcie konferencji Eugeniusz Rybka wygłosił wykład o fotometrii fotowizualnej i fotoczerwonej, a także referat o atmosferach gwiazd nowych.

Z początkiem 1939 roku Wydział Matematyczno-Przyrodniczy UJK powołał komisję w składzie profesorów: Stefana Banacha, Wojciecha Rubinowicza oraz Hugona Steinhausa, która przygotowała wniosek o mianowanie Eugeniusza Rybki profesorem zwyczajnym. Krótco przed okresem wakacyjnym stosowne dokumenty zostały przesłane do Ministerstwa Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego, jednak ze względu na wybuch wojny wniosek ten nie został już rozpatrzony.

## II wojna światowa

Wybuch wojny, a następnie wkroczenie do Lwowa w dniu 22 września wojsk radzieckich, całkowicie odmieniło sytuację. Co prawda, uniwersytet w dniu 5 października wznowił działalność, jednakże jako uczelnia ukraińska. Tymczasowo zezwolono, aby część wykładów odbywała się w języku polskim, ale stopniowo następowały zmiany na stanowiskach kierowniczych. Zachowano jednak w strukturze obserwatorium Obserwatorium Astronomiczne i Eugeniusz Rybka nadal sprawował funkcję dyrektora. Zapewne jego liczne przedwojenne kontakty zagraniczne sprawiły, że Obserwatorium Lwowskie, formalnie znajdujące się na terenie Związku Radzieckiego, wzbudziło zainteresowanie radzieckiej Akademii Nauk, która skierowała pismo do Lwowa podpisane przez bardzo znanego później astronoma Borysa W. Kukarkina (1909-1977) z propozycją włączenia placówki do współpracy naukowej w badaniach gwiazd zmiennych. Akademia Nauk ZSRR przysłała również Eugeniuszowi Rybce zaproszenie do udziału w konferencji naukowej poświęconej tej tematyce, która jeszcze w grudniu 1939 r. miała się odbyć w Moskwie. Jednak nie pozwolono mu na wyjazd do Moskwy, ale sam fakt zaproszenia istotnie

umocnił jego uniwersytecką pozycję, a także sprzyjał zachowaniu statusu Obserwatorium, gdzie w bardzo ograniczonym zakresie kontynuowano działalność naukową. Istotną pomoc dla Obserwatorium obiecał również członek rzeczywisty Ukraińskiej Akademii Nauk prof. Aleksandr Jakowlewicz Orłow (1880-1954). Wizytował on na przełomie 1939 i 1940 roku lwowską placówkę wyrażając się pochlebnie o prowadzonych tam pracach naukowych. Orłow odwiedził także obserwatorium na Popie Iwanie i podał informację, że optyka tamtejszego astrografu została wywieziona. Przekazał również Eugeniuszowi Rybce zaproszenie do udziału w konferencji w Kijowie, którą planowano w styczniu 1940 r. Tym razem prof. Rybka uzyskał przepustkę do udziału w kijowskiej konferencji i wygłosił wykład o pracach prowadzonych w Obserwatorium Lwowskim. Wykład ten wzbudził duże zainteresowanie, tym bardziej, że był wygłoszony w języku rosyjskim, który E. Rybka poznał bardzo dobrze jeszcze w czasach szkolnych. Po zakończeniu pobytu w Kijowie odbył podróż do Moskwy. Przyjęto go tam bardzo życzliwie, a wykład wygłoszony w Instytucie im. Szternberga zaowocował nawiązaniem wielu kontaktów z czołowymi astronomami radzieckimi.

Mimo trudnych warunków bytowych i niepewnej sytuacji politycznej, kolejne miesiące w Obserwatorium upływały w miarę spokojnie. Kontynuowano rozpoczęte wcześniej prace naukowe, na zebraniach pracownicy referowali swoje wyniki badawcze. Prof. Rybce udało się również zatrudnić w Obserwatorium kilka osób spośród dawnych współpracowników, w tym, dr. Mergentalera. Przygotowywano się do obserwacji zaćmienia Słońca, którego pas całkowitości w dniu 21 września 1941 przebiegał przez Kazachstan. Na konferencje naukowe dotyczące m. in. tego zjawiska E. Rybka kilkakrotnie wyjeżdżał do Kijowa, Moskwy i Leningradu.

W nocy 21/22 czerwca Eugeniusz Rybka prowadził rutynowe obserwacje. O świcie wojska niemieckie zaatakowały Związek Radziecki i po kilkudniowych walkach, 30 czerwca zajęły Lwów. Jednak ukraińskie władze uniwersytetu mając nadzieję, że Niemcy pozwolą zachować jego nacjonalistyczny charakter, nie dopuścili Polaków do placówek naukowych. Skutkiem tego Eugeniusz Rybka przez kilka miesięcy został pozbawiony środków do życia. Pewna poprawa nastąpiła dopiero jesienią, gdy zezwolono, aby trzy obserwatoria (Kraków, Warszawa i Lwów) znajdujące się w tzw. Generalnym Gubernatorstwie podjęły w ograniczonym zakresie działalność naukową pod nadzorem astronoma z Poczdamu, członka NSDAP, dr. Kurta Waltera (1905-1992) rezydującego w Obserwatorium Krakowskim. Taki status placówki zapewniał Eugeniuszowi Rybce i pracownikom Obserwatorium bardzo skromne utrzymanie, jednak warunki

wojenne nie sprzyjały systematycznym obserwacjom ani wydajnej pracy naukowej.

Latem 1943 roku za namową jednego z zaprzyjaźnionych profesorów Eugeniusz Rybka podjął współpracę z organizacją podziemną (AK) na terenie Lwowa. Polegała ona na założeniu stacji meteorologicznej na terenie Obserwatorium, której zadaniem było odnotowywanie ciśnienia powietrza oraz siły i kierunku wiatru. Dane te w sposób zaszyfrowany były przekazywane na potrzeby lotnictwa alianckiego, które dokonywało zrzutów na terenie Polski. Jak później ujawniono, przekazywane informacje były bardzo użyteczne.

Z początkiem 1944 roku, gdy coraz wyraźniej rysowała się klęska Niemiec, Walter zarządził, aby instrumenty astronomiczne zostały zapakowane i wysłane do Krakowa. Jednak Eugeniusz Rybka bardzo długo zwlekał z wykonaniem tego polecenia, aż w końcu udało mu się zdobyć pokwitowanie potwierdzające rzekomą wysyłkę, zaś instrumenty zostały ukryte i pozostały we Lwowie.

W lipcu 1944 roku front zbliżył się do Lwowa i po kilku dniach walk, 27 lipca 1944 r. wojsko radzieckie opanowało miasto. Z początkiem sierpnia przywrócono funkcjonowanie uniwersytetu według stanu sprzed czerwca 1941. Prof. Rybka z kilkusobowym zespołem podjął pracę nad ponownym ustawieniem instrumentów ukrytych w skrzyniach. Z nieoficjalnych informacji wynikało, że powrót Lwowa w granice Polski był bardzo mało prawdopodobny. Równocześnie rozpoczęły się liczne akcje skierowane przeciwko Polakom, którym zarzucano kolaborację z Niemcami. Ofiarą tych akcji stał się również prof. Rybka, którego aresztowano w styczniu 1945 r. zarzucając mu współpracę z okupantem niemieckim, przypisując mu kierowanie Obserwatorium w czasie wojny. Pobyt w więzieniu ograniczył się do 10 dni, gdyż władzom Ukraińskiego Uniwersytetu udało się przekonać władze radzieckie, że faktycznym dyrektorem Obserwatorium w czasie okupacji był narzucony przez hitlerowskie Niemcy Kurt Walter. Podkreślono, że Eugeniusz Rybka ukrywając instrumentarium i nie dopuszczając do jego wywiezienia, istotnie przyczynił się do zachowania cennych przyrządów, o czym zresztą donosiła miejscowa, ukraińska gazeta.

W pierwszym półroczu 1945 r. nie ustawały naciski władz Ukraińskiego Uniwersytetu im. Iwana Franki, aby prof. Rybka pozostał we Lwowie. Obiecywano istotną pomoc w rozwoju lwowskiej astronomii m. in. poprzez budowę nowego obserwatorium. Gdy jednak 17 sierpnia 1945 r. ukazało się obwieszczenie, że Lwów ostatecznie pozostaje w granicach

ZSRR, prof. Rybka podjął decyzję o wyjeździe do Polski i 28 września wraz z rodziną pociągiem repatriacyjnym wyjechał do Krakowa.

## Obserwatorium we Wrocławiu

Wrocław i tzw. Ziemie Odzyskane były celem podróży znacznej części Polaków mieszkających we Lwowie, w tym również pracowników byłego Uniwersytetu Jana Kazimierza. Mimo iż wskutek działań wojennych Wrocław został w dużej części całkowicie zniszczony, Obserwatorium Wrocławskie położone we wschodniej części miasta pozostało niemal nie-naruszone.

Po kilkudniowym pobycie w Krakowie, Eugeniusz Rybka dotarł do Wrocławia 5 października 1945 r. Po załatwieniu spraw formalnych w organizującym się Uniwersytecie, przejął zarządzanie Obserwatorium Astronomicznym z rąk dr. Kazimierza Kordylewskiego, który przybył tu kilka tygodni wcześniej, aby z ramienia Uniwersytetu zapobiec dewastacji budynku i rabunkom mienia. Najbliższe miesiące Eugeniusz Rybka poświęcił na skompletowanie zespołu pracowników i zorganizowanie pracy naukowej. M. in. z wielkim wysiłkiem doprowadził do remontu ocalałych budynków, w tym również zamiejskiej stacji w Białkowie oraz podjął starania o uzupełnienie częściowo zniszczonych instrumentów astronomicznych. Równocześnie aktywnie uczestniczył w życiu Uczelni, sprawując m. in. w latach 1947-1953 funkcję dziekana Wydziału Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Wrocławskiego.

Początkowo prace naukowe E. Rybki koncentrowały się na fotometrii fotograficznej, która jednak na świecie stopniowo ustępowała miejsca coraz szerzej stosowanym metodom wykorzystującym obserwacje fotoelektryczne. Aby się z nimi zapoznać, E. Rybka jesienią 1949 r. wyjechał na dwa miesiące do Obserwatorium w Lejdzie, kierowanym wówczas przez wybitnego astronoma Jana Hendrika Oorta (1900-1992). W czasie pobytu w Holandii zamówił dwa fotometry do obserwacji fotoelektrycznych gwiazd w tzw. polach Kapteyna. Fotometry te zostały zainstalowane w Obserwatorium Wrocławskim oraz w Białkowie.

W latach powojennych profesor Rybka niezwykle aktywnie działał na rzecz integracji i współpracy polskich ośrodków astronomicznych. Z jego inicjatywy w dniach 10-12 października 1948 r. we Wrocławiu odbył się pierwszy po wojnie zjazd polskich astronomów, w którym uczestniczyły 24 osoby reprezentujące większość ważniejszych obserwatoriów

astronomicznych (Kraków, Toruń, Warszawa, Wrocław). Oprócz referatów naukowych, głównym celem zjazdu było reaktywowanie Polskiego Towarzystwa Astronomicznego i przyjęcie statutu Towarzystwa. W wyniku wyborów ukonstytuował się nowy Zarząd, a prezesem Towarzystwa został wybrany profesor Rybka. Kolejny zjazd, organizowany przez niego odbył się również we Wrocławiu w dn. 11-13 czerwca 1950 r. z udziałem ok. 50 osób, wśród których była 12 osobowa delegacja wybitnych astronomów radzieckich: (m. in. E. K. Kharadze, B. W. Kukarkin, P. G. Kulikowski, D. Ya. Martynow, P. P. Parenago, M. S. Zwieriew). Wizyta ta niewątpliwie przyczyniła się do nawiązania w kolejnych latach ściślejszej współpracy naukowej z najlepszymi obserwatoriami byłego Związku Radzieckiego. Warto podkreślić, że w pierwszej połowie lat 50, ze względów politycznych ściślejsza współpraca z obserwatoriami „z za żelaznej kurtyny” była praktycznie niemożliwa.

Wyrazem wysokiej oceny pracy profesora Rybki w dziedzinie astronomii było powołanie go do Komitetu Naukowego Astronomii Polskiej Akademii Nauk, gdzie w latach 1952-1963 pełnił funkcję przewodniczącego.

Na przełomie 1956 i 1957 r. pomyślnie zakończyły się starania prof. Rybki zmierzające do przekształcenia Obserwatorium Astronomicznego w Instytut Astronomii obejmujący cztery katedry. Ważnym argumentem przemawiającym za reorganizacją był fakt, że we Wrocławiu pracowało trzech profesorów astronomii, a także to, że znacznie rozszerzono tematykę badawczą, m. in. o astrometrię, heliofizykę i mechanikę nieba. Niestety pozamerytoryczne i wysoce krzywdzące zarzuty wysuwane przez grupę pracowników Obserwatorium sprawiły, że dwa miesiące później prof. Rybka nie otrzymał mianowania na stanowisko dyrektora Instytutu. Było to jednym z powodów przyjęcia propozycji przeniesienia się do Krakowa i objęcia kierownictwa Obserwatorium Krakowskiego.

## Obserwatorium Krakowskie

W związku z zatrudnieniem prof. Rybki, na Wydziale Matematyczno-Fizyczno-Chemicznym UJ utworzono Katedrę Astronomii Obserwacyjnej, oraz powierzono mu dykcję Obserwatorium Astronomicznego. Kierownikiem drugiej utworzonej wówczas Katedry Astronomii Teoretycznej i Geofizyki Astronomicznej został prof. Karol Koziół.

Po otrzymaniu mieszkania, w lutym 1958 r. prof. Rybka przeniósł się z żoną na stałe do Krakowa. Powierzone mu obowiązki w Katedrze

i Obserwatorium pełnił aż do przejścia na emeryturę z końcem września 1968 r.

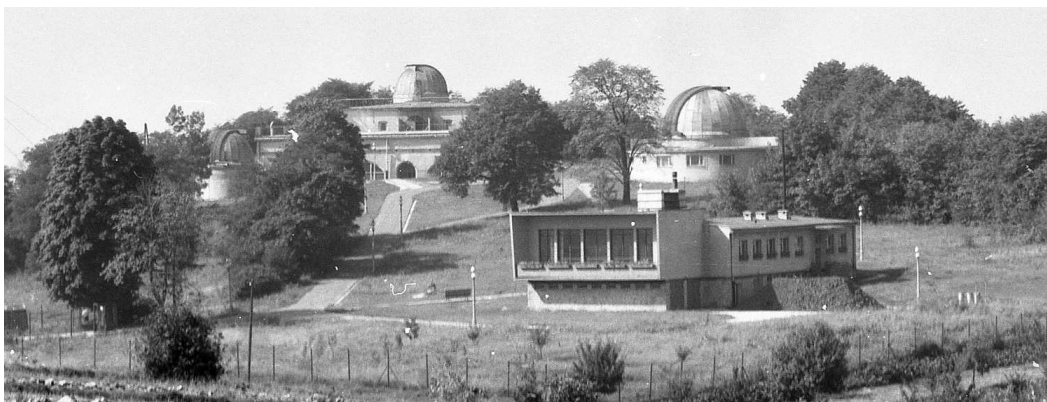
Wkrótce po przyjeździe do Krakowa bardzo aktywnie włączył się też w przygotowania do jubileuszu 600-lecia założenia uniwersytetu w Krakowie. W obszernym memoriale z 23 czerwca 1958 r. do Ministerstwa Szkolnictwa Wyższego postulował przekształcenie założonej przez Tadeusza Banachiewicza Stacji Zamiejskiej w tzw. „Forcie Skała” (blisko zachodniej granicy miasta) w nowe obserwatorium. Jednym z najistotniejszych argumentów przemawiających za budową nowego obserwatorium były wysoce niesprzyjające warunki obserwacji w dotychczasowym budynku przy ul. Kopernika 27, które znajdowało się niemal w centrum miasta, pomiędzy średniowieczną częścią Krakowa i Nową Hutą.

Wspomniany memoriał kończy się dramatycznym stwierdzeniem: *Gdyby wszakże przytoczone argumenty nie były wystarczające, aby przeniesienie instrumentów obserwacyjnych na Stację Zamiejską zostało zdecydowane na najbliższe lata, i gdyby budowa tej stacji była nadal odkładana, stawiam wniosek zamknięcia Obserwatorium Astronomicznego i zlikwidowania astronomii w Uniwersytecie Jagiellońskim. Jest rzeczą jasną, że likwidacja starej placówki naukowej przyniosłaby wielką szkodę kulturze nie tylko polskiej, ale i ogólnoswiatowej, czego dałoby się uniknąć stosunkowo niewielkim kosztem 11 milionów złotych na inwestycje krajowe w najbliższych latach.*

Inicjatywa prof. Rybki budowy nowego obserwatorium zyskała poparcie Władz Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz została włączona w program inwestycji jubileuszowych UJ. Jakkolwiek nie wszystkie postulaty dotyczące wyposażenia zostały spełnione (m. in. nie udało się zakupić 70 cm teleskopu do największej kopuły) to w dniu 5 maja 1964 dokonano uroczystego otwarcia Obserwatorium „Fort Skała”, w którym oprócz przedstawicieli wszystkich ośrodków astronomicznych w kraju wzięła udział grupa wybitnych astronomów zagranicznych: m. in. Zdenek Kopal, Bertil Lindblad, Aleksandr A. Michajłow, Harlow Shapley i Charles Hugh Smiley.

Mimo, że obowiązki związane z budową nowego obserwatorium zajmowały prof. Rybce bardzo wiele czasu, nadal kontynuował nie tylko swoje prace związane z fotometrią fundamentalną, ale również poszerzył swoje zainteresowania naukowe o historię astronomii. W trakcie dziesięcioletniego kierowania Katedrą i Obserwatorium zwiększył liczbę etatów asystenckich, a także zadbał, aby niemal wszyscy młodzi pracownicy odbyli dłuższe staże naukowe w czołowych ośrodkach za granicą.





Obserwatorium „Fort Skała” (ok. 1965 r.)



Eugeniusz Rybka i Harlow Shapley (5 V 1964 r.)

Badań naukowych nie przerwał przechodząc na emeryturę. M. in. włączył się aktywnie w przygotowania do zbliżającego się Roku Kopernikowskiego (1973). Uniwersytet Jagielloński delegował prof. Rybkę jako swojego reprezentanta na uroczystości Kopernikowskie do Uniwersytetu w New Britain (Mass.) w Stanach Zjednoczonych. W roku 1973 Uniwersytet w Bratysławie przyznał Profesorowi tytuł *doctor honoris causa*.

Wyrazem uznania dla całokształtu prac naukowych i organizacyjnych profesora Rybki, Polskie Towarzystwo Astronomiczne w dniu 26 września 1979 na zjeździe w Warszawie obdarzyło go tytułem członka honorowego Towarzystwa.

Niestety po roku 1975 stan zdrowia prof. Rybki zaczął się pogarszać, ostatecznie w październiku 1983 zdecydował się wraz z żoną wyjechać do Wrocławia, gdzie znalazł opiekę u swojej rodziny.

W dniu 15 czerwca 1988 roku wrocławskie środowisko astronomiczne zorganizowało sesję jubileuszową z okazji 90. rocznicy urodzin Eugeniusza Rybki, podczas której grono uczniów Profesora w Jego obecności zreferowało wybrane prace Jubilata.

Za wieloletnią działalność naukową, dydaktyczną i organizacyjną, został wyróżniony m. in. Medalem Niepodległości (1937), Złotym Krzyżem Zasługi, Krzyżami: Kawalerskim, Oficerskim i Komandorskim Orderu Odrodzenia Polski i innymi odznaczeniami państwowymi oraz resortowymi, a także członkostwem kilku krajowych i zagranicznych towarzystw naukowych.

Prof. Rybka zmarł we Wrocławiu 8 grudnia 1988. Został pochowany na Cmentarzu Rakowickim w Krakowie (kwatery CI, rząd II, miejsce 1).

## Działalność naukowa

Eugeniusza Rybkę w arkana pracy naukowej wprowadził Tadeusz Banachiewicz, którego dewizą była trawestacja słynnego powiedzenia Kartezjusza *cogito ergo sum* jako: *obserwo ergo sum*. Zachęcony do obserwacji, młody asystent rozpoczął je już w 1921 roku i kontynuował niemal bez przerwy do lat 50. XX wieku, uważając, że ich prowadzenie jest podstawowym zadaniem astronoma. Córka Profesora, Jadwiga, tak wspomina<sup>3</sup>:

*Ojciec miał w zwyczaju obserwować w świętek, piątek i niedzielę, i to przez cały rok. Denerwował się, kiedy niebo wieczorem zaciągało się chmurami. Co chwilę wyglądał oknem i sprawdzał pogodę. Oczywiście nie zapalał światła w pokoju, bo tylko wtedy miał szansę zobaczyć gwiazdy.[...] Wtedy, i kiedy indziej także, mama wołała, że modli się o niepogodę, aby ojciec raz spokojnie posiedział w domu.*

Aż do lat 70. XX wieku prowadzono wiele obserwacji zakryć gwiazd przez Księżyc, które wówczas miały duże znaczenie m. in. przy śledzeniu ruchu Księżyca oraz przy określaniu profilu jego tarczy. Jako asystent Tadeusza Banachiewicza Eugeniusz Rybka obliczał efemerydy tych zjawisk, a także rozpoczął ich obserwacje. W latach 1921-1938 zaobserwował łącznie 242 zakrycia gwiazd przez Księżyc, w tym: w Krakowie 17, Warszawie 139 i Lwowie 86. Wyniki jego obserwacji były publikowane w *Acta Astronomica*<sup>4</sup>, *Journal des Observateurs* oraz w *Cyrkularzu Obserwatorium Warszawskiego*. Zakrycia stanowiły materiał wspomnianej

---

<sup>3</sup>Jadwiga Złоторzycka „Dwugłos pokoleń” Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, 1996

<sup>4</sup>Acta Astronomica ser a, vol. 1, str. 95-134 (1928)

wcześniej rozprawy doktorskiej, w której Doktorant szczegółowo przedstawił m. in. ich opracowanie z zastosowaniem metod rachunkowych Banachiewicza.

Pracując w Obserwatorium Warszawskim Eugeniusz Rybka rozszerzył swoje zainteresowania naukowe na obserwacje wizualne gwiazd zmiennych. W jego programie obserwacyjnym znalazły się m. in. cefeidy TU Cas oraz RS Ori, a z gwiazd zaćmieniowych U Sge i U CrB. Kolejne obserwacje gwiazd zmiennych wykonał podczas pobytu w Lejdzie. Były to gwiazdy zaćmieniowe: 44i Boo oraz RZ Tau oraz cefeida SY Aur. We Lwowie zainteresował się gwiazdą XZ Cyg należącą do krótkookresowych gwiazd pulsujących.

Dla zapoznania się z różnymi metodami obserwacyjnymi jeszcze pracując w Warszawie wyznaczył położenia kilku jaśniejszych planetoid: (29 Amphitrite) (15 Eunomia) (2 Pallas) (18 Melpomene) i (40 Harmonia) oraz odkrytej w Krakowie 29 XII 1929 przez Antoniego Wilka komety (C/1929 Y1 Wilk).

W trakcie półrocznego pobytu w Lejdzie Eugeniusz Rybka, oprócz wspomnianych obserwacji wizualnych gwiazd zmiennych miał okazję dogłębnie poznać zasady obserwacji fotograficznych i ich redukcji. Ponadto uzyskał dostęp do klisz wykonanych w Poczdamie w 1917 r. przez Ejnara Hertzsprunga i dokonał na kliszach ponad 4300 pomiarów jasności gwiazd gromady kulistej Messier 3, posługując się termoelektrycznym mikrofotometrem Schilta. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów opublikował jasności fotograficzne 995 gwiazd gromady wraz z obszerną dyskusją wyników<sup>5</sup>. Praca ta stała się podstawą jego habilitacji.

Po powrocie z Lejdy E. Rybka zainicjował w Warszawie obserwacje fotograficzne mające na celu utworzenie katalogu zawierającego gwiazdy z północnej półkuli nieba jaśniejsze niż 7.5 mag., dla których należało wyznaczyć wielkości fotowizualne. Projekt ten wynikał z faktu, że dotychczasowe oceny jasności były obciążone znacznymi błędami systematycznymi. Część klisz uzyskanych w Warszawie dla rejonów w pobliżu północnego bieguna nieba zmierzono za pomocą fotometru termoelektrycznego zakupionego w Lejdzie, ale cała praca została dokończona we Lwowie. Jej rezultaty obejmujące parametry 653 gwiazd w pobliżu północnego bieguna nieba opublikował w 1938 r. w *Acta Astronomica*<sup>6</sup>.

W Warszawie Eugeniusz Rybka wykonał również w nocy 12/13 stycznia 1931 roku fotograficzne obserwacje zmian jasności planetoidy (433)

---

<sup>5</sup>Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands vol. V No 198 (1930)

<sup>6</sup>Acta Astronomica ser b, vol. 2 str. 54-76 (1938)

Eros, która jest jednym z ciał niebieskich znacznie zbliżających się do Ziemi.

Zainteresowanie metodami fotometrii fotograficznej sprawiło, że w Obserwatorium Lwowskim Eugeniusz Rybka wraz z Janem Mergentalerem i Antonim Opolskim opracowali klisze fotograficzne uzyskane przez Ejnara Hertzsprunga w Johannesburgu w Afryce Południowej. Klisze te obejmowały fragment nieba w rejonie gwiazdozbioru Centaura i w 1933 r. zostały bezterminowo wypożyczone do Lwowa. Celem pracy było poszukiwanie przy pomocy mikroskopu błyskowego gwiazd zmiennych wraz z określeniem ich typu zmienności i innych parametrów. Badania te wykonywano w latach 1934-1937, a wyniki opublikowano w kolejnych numerach wspomnianego wyżej *Contributions from the Astronomical Institute of Lwów University*.

Po przybyciu do Wrocławia E. Rybka zamierzał kontynuować prace nad standardami fotograficznymi. Jednak wynalezienie i coraz szersze stosowanie fotopowielaczy, a w ślad za tym rozwój techniki obserwacji fotoelektrycznych sprawiły, że zmodyfikował pierwotne plany i postanowił opracować katalog standardów fotoelektrycznych w tzw. polach Kapteyna. Obejmowały one 206 równomiernie rozłożonych na sferze niebieskiej wycinków nieba, w których wybierano wzorcowe gwiazdy i mierzono możliwie dokładnie podstawowe parametry tych gwiazd. W pierwszym etapie pracy prof. Rybka postanowił wybrać do obserwacji gwiazdy typów widmowych A oraz K w polach Kapteyna w pasie deklinacji  $+75^\circ$  oraz  $+60^\circ$ . Podstawowym zadaniem pracy było wyznaczenie jasności wybranych gwiazd w sposób fundamentalny tj. w jednorodnym systemie fotometrycznym. Gwiazdy te w zamyśle Autora miały być wzorcami kolejnych obserwacji fotometrycznych i w dalszej perspektywie planowane było rozszerzenie tego projektu na całe niebo oraz dołączenie do standardów gwiazd mniej jasnych.

Jednym z ważniejszych problemów niezbędnych do uwzględnienia przy obserwacjach fundamentalnych było uwzględnianie chwilowej ekstynkcji w miejscu obserwacji, która w znaczący sposób mogła zafałszować otrzymane wyniki. Obszerną dyskusję tego problemu E. Rybka przeprowadził w osobnej pracy<sup>7</sup> opublikowanej w *Acta Astronomica*. Nieco wcześniej zwrócił uwagę na konieczność właściwego wyboru punktu zerowego w fotometrii fundamentalnej<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup>Acta Astronomica vol. 13 str. 169-178 (1963)

<sup>8</sup>Vistas in Astronomy vol. 2, str. 1111-1115 (1956)

Szeroko zakrojony program obserwacyjny początkowo realizowano we Wrocławiu, później jednak znaczącą część obserwacji realizowano we współpracy z Krymskim Obserwatorium Astrofizycznym (V. B. Nikonow, S. V. Nekrasowa) oraz Abastumańskim Obserwatorium Astronomicznym (O. P. Abuładze). W rezultacie wieloletnich prac otrzymano jednorodny katalog 229 standardów fotometrycznych w systemie UBV w wybranych polach Kapteyna<sup>9</sup>.

Równolegle Eugeniusz Rybka podjął pracę nad analizą katalogów fotometrycznych opublikowanych w Obserwatorium Harvardzkim oraz w Obserwatorium w Poczdamie wykazując, że po skorygowaniu błędów systematycznych, katalogi te mogą nadal być użyteczne.

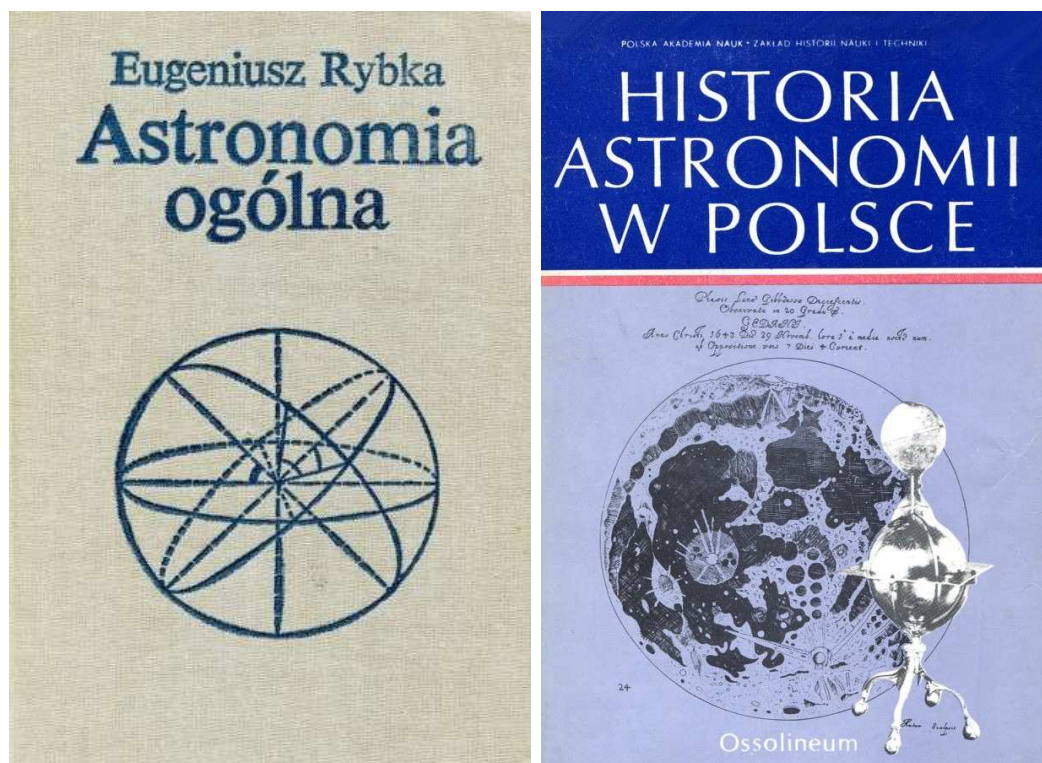
## Historia astronomii

Szczególną kartę w życiorysie naukowym Eugeniusza Rybki zajmuje historia astronomii. Zainteresowania tą dziedziną wiedzy znajdują odzwierciedlenie w jego podręczniku *Astronomia Ogólna*, gdzie znaczna część omawianych zagadnień jest poprzedzona niewielkim wstępem historycznym. Ponadto, do nowszych wydań podręcznika Autor dołączył krótki zarys historii astronomii na świecie i w Polsce.

Gdy w 1955 roku w Zakładzie Historii Nauki i Techniki PAN powołano Zespół Historii Astronomii, jego kierowanie powierzono prof. Rybce. Zadaniem zespołu było przygotowanie obszernej historii polskiej astronomii od średniowiecza do XX wieku. W przygotowaniu koncepcji dzieła brało udział wielu wybitnych astronomów (m. in. Władysław Dziwulski, Felicjan Kępiński, Jan Mergentaler i Józef Witkowski) oraz historyków nauki (m. in. Aleksander Birkenmajer i Tadeusz Przyppkowski). Jednak wskutek różnorodnych trudności organizacyjnych tom pierwszy *Historii Astronomii w Polsce* pod redakcją Eugeniusza Rybki ukazał się nakładem Ossolineum dopiero w 1975 r. Tom ten obejmował dzieje polskiej astronomii od czasów najdawniejszych do połowy XVIII wieku, a autorami poszczególnych rozdziałów byli: Jerzy Dobrzycki, Mieczysław Markowski i Tadeusz Przyppkowski. Tom drugi, wydany również przez Ossolineum, znalazł się na półkach księgarskich w 1983 r. i dotyczył lat 1750-1918. Autorami tomu drugiego byli Eugeniusz Rybka i Przemysław Rybka. Wielką troską prof. Rybki było wydanie trzeciego tomu, który zawierałby historię polskiej astronomii od roku 1918 po czasy współczesne, jednak takie opracowanie do chwili obecnej nie ukazało

---

<sup>9</sup>Acta Astronomica vol. 29 str. 177 -186 (1979)



Astronomia ogólna wyd. VII (1983) oraz Historia astronomii w Polsce tom I (1975).

się. Natomiast obszerna historia astronomii polskiej pióra E. Rybki przeznaczona dla szerokiego kręgu czytelników, zawarta była w monografii *Zarys dziejów nauk przyrodniczych w Polsce* opublikowanej w 1983 r. przez wydawnictwo „Wiedza Powszechna”.

Z okazji zbliżającego się Roku Kopernikowskiego (1973) prof. Rybka opublikował w PWN książkę p.t. *Cztery wieki rozwoju myśli kopernikańskiej*, która była istotnym rozszerzeniem wcześniejszej publikacji *Four Hundred Years of the Copernican Heritage*, wydanej w 1964 r. przez Uniwersytet Jagielloński z okazji jubileuszu 600-lecia Uczelni. Oprócz pozycji książkowych, E. Rybka opublikował również kilka artykułów naukowych m. in. o wpływie teorii heliocentrycznej Kopernika na odkrycia Keplera<sup>10</sup>.

W latach 1964-1970 również aktywnie działał jako przewodniczący Komisji 41 (Historii astronomii) Międzynarodowej Unii Astronomicznej (patrz niżej).

<sup>10</sup>E. Rybka *Kepler and Copernicus*, *Vistas in Astronomy*, vol 18 p. 209 (1975)



## Międzynarodowa Unia Astronomiczna

Międzynarodowa Unia Astronomiczna (IAU) jako organizacja zrzeszająca profesjonalnych astronomów powstała w 1919 roku. Do licznych przejawów aktywności Unii należały (i nadal należą) organizowane co trzy lata ogólnoswiatowe kongresy, z których pierwszy odbył się w Rzymie w maju 1922 roku.

Eugeniusz Rybka został wybrany członkiem IAU w trakcie kongresu, który odbył się w Paryżu w dniach 10-17 lipca 1935 r. Niewątpliwie, rekomendował go Tadeusz Banachiewicz, który w latach 1932-1938 pełnił funkcję wiceprezydenta Unii. Po raz pierwszy prof. Rybka uczestniczył w kongresie Unii zorganizowanym w Sztokholmie w sierpniu 1938 r. Jako jeden z oficjalnych reprezentantów Polski wszedł do Komisji Finansowej Unii i został jej sekretarzem. Kolejny kongres planowano w Szwajcarii w 1941 r., ale nie doszedł do skutku z powodu wybuchu wojny. Unia praktycznie zaprzestała działalności aż do roku 1946. Wtedy w Kopenhadze odbyła się konferencja naukowo-organizacyjna inaugurująca reaktywowaną Unię. Pierwszy powojenny kongres, w którym uczestniczył E. Rybka odbył się w Zurychu w sierpniu 1948 roku. Kolejny kongres był pierwotnie planowany w Leningradzie, lecz ze względów politycznych, odbył się z rocznym opóźnieniem w Rzymie we wrześniu 1952 r. Profesor Rybka był już wtedy dobrze znany i ceniony w międzynarodowym środowisku astronomicznym, toteż jego wybór na stanowisko wiceprezydenta IAU nie był dla nikogo zaskoczeniem. Funkcję tę sprawował w latach 1952-1958. Warto wspomnieć, że już w 1952 r. intensywnie zabiegał, aby kolejny kongres Unii w 1955 r. odbył się w Polsce<sup>11</sup>. Jednak w głosowaniu większość oficjalnych przedstawicieli poszczególnych krajów uznała (na co miała wpływ ówczesna sytuacja geopolityczna), że spośród dwóch proponowanych miejsc (Dublin i Warszawa), bardziej właściwą będzie propozycja stolicy Irlandii. Tam też na przełomie sierpnia i września 1955 r. spotkali się astronomowie z całego świata. Kolejne kongresy, w których brał udział Eugeniusz Rybka odbyły się w Moskwie (1958), w Berkeley (USA, 1961), w Hamburgu (RFN, 1964) w Pradze (1967), w Brighton (Anglia, 1970) oraz w 1973 r. w Warszawie. Stolica Polski była miejscem nadzwyczajnego kongresu IAU z okazji 500-lecia urodzin Mikołaja Kopernika.

Wyrazem uznania dla zasług profesora Rybki był także jego wybór

---

<sup>11</sup>A. Blaauw, *History of the IAU*, Kluwier Academic Publishers (1994)



Grupa polskich astronomów na kongresie IAU w Moskwie w 1958 r. W pierwszym rzędzie od lewej profesorkie: Karol Koziel, Wilhelmina Iwanowska, Stefan Piotrowski, Eugeniusz Rybka.

w 1961 r. do Komitetu Organizacyjnego Komisji 25 (Fotometrii astronomicznej i polarymetrii), natomiast w 1964 r. został wybrany przewodniczącym Komisji 41 (Historii astronomii), której przewodniczył przez dwie kadencje tj. do r. 1970, a w następnych trzech latach był członkiem jej Komitetu Organizacyjnego. W ramach tej Komisji m. in. przygotował projekt międzynarodowego opracowania czteroczęściowej monografii obejmującej całość dziejów astronomii (General History of Astronomy), co przyjęto z gorącą aprobatą. Kolejne tomy tego dzieła miały obejmować następujące części:

- I. Dzieje starożytne i średniowieczne,
- II. Astronomię renesansową,
- III. Astronomię XVIII i XIX wieku,
- IV. Astronomię XX wieku.

Niestety dzieło to, mające ukazać się pod auspicjami IAU, nie doczekało się realizacji.

## Dydaktyka i popularyzacja astronomii

W polskiej społeczności astronomicznej Eugeniusz Rybka zajmuje szczególne miejsce jako autor akademickiego podręcznika *Astronomia ogólna*, z którego korzystało (i nadal korzysta!) kilkadziesiąt roczników studentów astronomii i nauk pokrewnych, a także bardzo wielu nauczycieli i liczne rzesze miłośników astronomii. Jak wspomina Autor, koncepcja książki powstała ok. 1939 r., jednakże czas wojny i pierwsze lata powojenne nie sprzyjały pracy nad podręcznikiem. *Astronomia ogólna* pojawiła się po raz pierwszy na półkach księgarskich w 1952 r. nakładem Państwowego Wydawnictwa Naukowego. Ostatnie (siódme) wydanie książki dotarło do czytelników w 1983 r., a więc ponad 30 lat po wydaniu pierwszym. W kolejnych wydaniach Autor wprowadzał zmiany wynikające z najnowszych osiągnięć astronomii. Zestawienie wszystkich wydań *Astronomii ogólnej* przedstawia poniższa tabela:

Wydanie	rok	nakład	ark wyd.	ark druk.	stron
I	1952	3000 + 125	37.5	30	480
II poprawione i uzupełnione	1957	1500 + 100	34.75	30.75	490
III opracowane na nowo	1968	3000 + 200	44.25	37.25	594
IV poprawione i uzupełnione	1970	4860 + 140	46	38.5	618
V zmienione	1975	6000 + 250	47	38.75	618
VI poprawione, dodruk	1978	14850 + 150	47	38.75	618
VII poprawione i uzupełnione	1983	39800 + 200	47.25	36	576

Z tabeli wynika, że łączny nakład wszystkich wydań podręcznika obejmuje ponad 73000 egzemplarzy, przy czym w połowie lat 80. nakład *Astronomii ogólnej* został już całkowicie wyczerpany. Eugeniusz Rybka był także autorem podręcznika dla szkół średnich p.t. *Wiadomości z astronomii*, którego I wydanie ukazało się w 1938 r. a kolejne w 1946.

W okresie powojennym opublikował kilka popularnonaukowych książek nakładem Wiedzy Powszechnej, natomiast w serii „Nauka dla wszystkich” wydawanej przez Oddział PAN w Krakowie ukazały się m. in. *Mikołaj Kopernik – życie i twórczość oraz Istota nauki Kopernika*.

Omawiając wkład Eugeniusza Rybki w popularyzację astronomii należy przede wszystkim wymienić jego działalność w Polskim Towarzystwie Miłośników Astronomii (PTMA). Organizacja ta powstała na zjeździe założycielskim w Warszawie w 1921 r. i w tym samym roku E. Rybka wstąpił do Towarzystwa jako jeden z pierwszych jego członków. W PTMA pełnił społecznie wiele funkcji. M. in. już w 1924 r. został wybrany sekretarzem, a w latach 1960-1964 wobec braku formalnie wybranego prezesa

był kuratorem Towarzystwa. Od roku 1970 był również przewodniczącym Rady Naukowej PTMA.

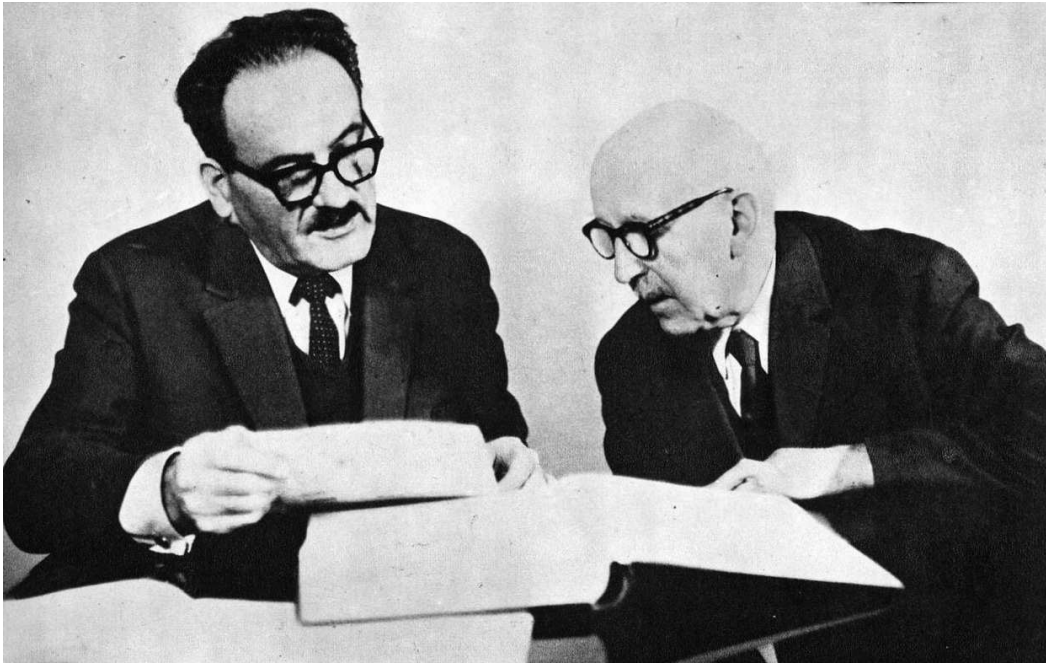
Najwięcej wysiłku włożył jednak na rzecz organu Towarzystwa tj. *Uranii*, której był redaktorem naczelnym w latach 1925-1929, 1931 oraz 1936-1939. Gdy w 1936 r. ze względów organizacyjnych i finansowych redakcję *Uranii* przeniesiono do Lwowa, Eugeniusz Rybka zadbał, aby czasopismo ukazywało się terminowo. Ponadto, w dużej części dostosował profil czasopisma do młodych czytelników. W pierwszym z wydawanych we Lwowie pod jego redakcją numerów *Uranii* pisze:

*Pragnęlibyśmy, by Uranja znalazła czytelników również wśród młodzieży szkół średnich i w jej żywych umysłach obudziła zainteresowanie wspólną nauką o wszechświecie, która nie tylko wzbogaca umysły ciekawymi wiadomościami lecz ponadto przez swe rozległe horyzonty nas uszlachetnia.*

Za swą wieloletnią działalność na rzecz PTMA, w 1949 roku wyróżniono prof. Rybkę dyplomem członka honorowego PTMA, a w 1973 r. Walny Zjazd Delegatów PTMA w Chorzowie przyznał mu godność Honorowego Prezesa Zarządu Głównego Towarzystwa.

Niemniej istotnym wkładem do popularyzacji astronomii, szczególnie wśród najzdolniejszych uczniów szkół średnich, stanowił współdziałanie Profesora w organizacji Olimpiady Astronomicznej. Olimpiada ta została zainicjowana przez doc. Józefa Sałabuna (1902-1973) w Planetarium Śląskim w roku szkolnym 1957/58, a prof. Rybka przez wiele lat był przewodniczącym jury konkursowej Olimpiady.

Nie sposób w krótkim artykule scharakteryzować niezwykle obszerny dorobek życia prof. dr. hab. Eugeniusza Rybki i wskazać wszystkie Jego ważne dokonania naukowe, dydaktyczne i organizacyjne. Warto jeszcze raz podkreślić, że był znakomitym organizatorem pracy naukowej i dzięki Jego staraniom wysoką rangę uzyskało w latach międzywojennych Obserwatorium Lwowskie, a po II wojnie światowej Obserwatorium Wrocławskie. Nie mniejszą zasługą było doprowadzenie do budowy Obserwatorium Astronomicznego w Krakowie na „Forcie Skała”. Wielu polskich astronomów stawiało pierwsze kroki na drodze poznawania gwiazd korzystając ze znakomitego podręcznika *Astronomii ogólnej*. Również dzisiaj sięgają po ten podręcznik studenci i miłośnicy astronomii.



Józef Sałabun i Eugeniusz Rybka (Planetarium Śląskie ok. 1968 r.).

## Literatura

- [1] Mietelski J., 1989, *Profesor Eugeniusz Rybka 1898-1988*, Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 34, z.3, 665-668
- [2] Mietelski J., 2000, *Eugeniusz Rybka (1898-1988)*, Złota Księga Wydziału Matematyki i Fizyki UJ, (red. B. Szafirski), 181-192
- [3] Rybka E., *Kronika mojego życia (1914-1983)*, Maszynopis, str. 1-1475
- [4] Rybka E., 1988, *Autobiografia*, Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 33, z.4, 929-942
- [5] Rybka E., 1991, *Zarys dziejów astronomii w Uniwersytecie Lwowskim w latach 1932-1945*, Studia i materiały z dziejów nauki polskiej, seria II, z.4, 3-40
- [6] Rybka P., 1989, *Mój Ojciec. Wspomnienie o Profesorze Eugeniuszu Rybce*, Urania z.6/1989, 168-178

# Dzienniki profesora Eugeniusza Rybki

## Maciej Mikołajewski

Urania – Postępy Astronomii

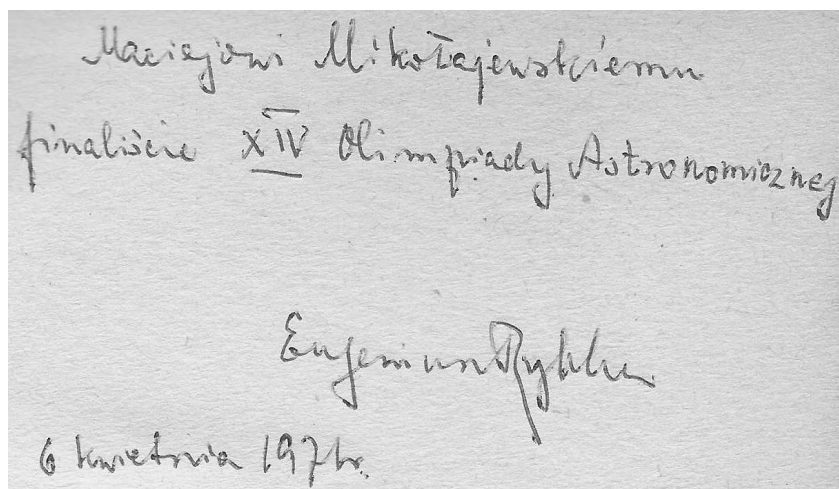
Długie i bogate w wydarzenia życie Eugeniusza Rybki (1898-1988) w trwały sposób zapisało się dziejach polskiej i światowej astronomii XX wieku. Na ile przyszedł profesor i jeden z głównych organizatorów życia astronomicznego w Polsce mógł sobie zdawać z tego sprawę, kiedy jako nastolatek podejmował decyzję o pisaniu osobistego dziennika? Historycznej wartości tej żywej relacji nie są w stanie dorównać żadne dokumenty, artykuły czy wspomnienia innych astronomów. Subiektywne oceny wielu zdarzeń i osób nie umniejszają tej wartości. Na przykładzie astronomii możemy przyjrzeć się problemom polskiej nauki w międzywojniu i siermiężnych czasach socjalizmu. Czas pomyśleć o szerokim udostępnieniu „Kroniki”.

## Mój Rybka

W maju 2018 zauważyłem w macierzystym obserwatorium w Piwnicach plakat zachęcający do udziału w konferencji „Eugeniusz Rybka – w drodze do gwiazd” poświęconej życiu i dorobkowi Eugeniusza Rybki. Łza w oku się zakręciła, bo to nie tylko historia polskiej astronomii, ale też historia *Uranii* oraz osobiste wspomnienia. Mam zaszczyt być właścicielem IV wydania „Astronomii ogólnej” z dedykacją i osobiście wręczoną mi przez Autora. Uczyłem się z niej do kolejnych Olimpiad Astronomicznych, a potem przez 40 lat polecałem studentom, by wreszcie zastąpić ją nowym podręcznikiem, tłumaczeniem na polski „Fundamental Astronomy” Springera. Sprawą honorową było przekonanie polskiego wydawcy (PWN) by polski tytuł brzmiał właśnie „Astronomia ogólna”, godnie zastępując wiekopomne dzieło Mistrza. Tak się również stało, że po 40 latach sam zostałem członkiem Komitetu Olimpiady Astronomicznej. Rybka był też w latach 1925-30 jednym z pierwszych



redaktorów *Uranii*. W roku 1926 na okładkę trafiła przepiękna rycina naszej Muzy – przyodzianej jedynie w swoje atrybuty, globus niebieski i cyrkiel – *Uranii*. Przypuszczam, że rycina była specjalnie przygotowana i wykonana na polecenie nowego Redaktora, bo nigdzie indziej, poza czasopiśmem, jej nie spotkałem. Dziś używamy jej do promocji czasopiśma z okazji 100-lecia magazynu. Po kilkuletniej przerwie, w roku 1936, Rybka ponownie objął tękę redaktora naczelnego, jednocześnie przenosząc redakcję z Warszawy do Lwowa. Wychodzi więc na to, że w jakimś tam niewielkim stopniu powielam drogę Profesora, wraz z zaszczytem pomnażania Jego dzieł w zakresie edukacji i popularyzacji astronomii.



Dedykacja dla autora artykułu w IV wydaniu „Astronomii ogólnej”.

## Mail z Wrocławia

Z żalem, ale zrezygnowałem z udziału w konferencji. Czasu za mało, do Krakowa daleko. Zresztą z końcem maja minął termin zgłoszeń, aż tu 6 czerwca przyszedł niespodziewany mail z Wrocławia: ... *zapewne wiadomo Ci, że 18 i 19 czerwca organizowana jest w Krakowie okolicznościowa konferencja w związku z przypadającą w tym roku 120 rocznicą urodzin i 30 rocznicą śmierci prof. Eugeniusza Rybki.*

*W związku z tym wydarzeniem mam pytanie odnośnie losów dziennika prof. Rybki. W dyskusji po referacie Jana Mietelskiego "Prace nad ruchami i figurą Księżyca w Obserwatorium Krakowskim", opublikowanej w Pracach Komisji Historii Nauki Polskiej Akademii Umiejętności, 8(2007), 129-132, znalazłem następującą wypowiedź Jana Mietelskiego: "Profesor Rybka zaczął prowadzić swój dziennik w wieku zaledwie kilkunastu lat [...] Dziennik ten zdeponowała córka profesora Rybki, profesor*

*Jadwiga Złotorzycka u profesora Andrzeja Woszczyka w Toruniu i tam go ostatnio widziałem, a nawet konfrontowałem niektóre zapisy z moimi wspomnieniami”. Czy wiadomo Ci co się stało z dziennikiem po śmierci prof. Woszczyka? Czytałem fragmenty dziennika opublikowane przez Jego córkę w książce ”Dwugłos pokoleń” i mam nadzieję, że taki skarb nie zawieruszył się gdzieś w pomroce dziejów?*

Autorem był Michał Tomczak, wówczas dyrektor Instytutu Astronomicznego na Uniwersytecie Wrocławskim. To ulubione miejsce ekipy filmowej programu *Astronarium*. Zawsze kiedy trzeba nakręcić odcinek dosłownie z dnia na dzień, w jednym miejscu, myślimy „czego jeszcze nie było o Słońcu?” Wrocławscy heliofizycy i astrofizycy pod wodzą Michała, zawsze gotowi są stanąć przed kamerą. Po prostu sympatyczny ośrodek. Ile z tej pełnej pasji atmosfery pozostało tu po Eugeniuszu Rybce, który przez kilkanaście lat był tu pierwszym powojennym dyrektorem? Można powiedzieć, budowniczym polskiego ośrodka (1945-1958) na ziemiach odzyskanych. Trzeba kolegom pomóc!

## Postępy Astronomii

W latach 1991-94 najpierw współredagowałem, a potem kierowałem kwartalnikiem Polskiego Towarzystwa Astronomicznego „Postępy Astronomii”. To były pionierskie lata popularyzacji astronomii w nowych warunkach społecznych i ekonomicznych po upadku komunizmu. Do „Postępów” trafiłem trochę przez przypadek i nie byłem zachwycony, że pismo w nowej odsłonie konkuruje z *Uranią*. Na początku roku 1995 przekazałem pismo wraz z całym redakcyjnym archiwum Andrzejowi Woszczykowi, zasłużonemu profesorowi UMK, jednemu z budowniczych obserwatorium w Piwnicach. W 1998 połączył swój kwartalnik z miesięcznikiem *Urania*, tworząc dzisiejszy dwumiesięcznik, który prowadził do śmierci w 2011 roku.

Zacytowana przez Michała Tomczaka wypowiedź Jana Mietelskiego przypominała mi, że to jeszcze za mojej kadencji jechałem swoim pierwszym maluchem do Wrocławia w sprawie dzienników. Pamiętam wizytę w bloku, w mieszkaniu pani profesor Jadwigi Złotorzyckiej. Córce Profesora zależało na publikacji „Kroniki mego życia”, bo taki okazał się oryginalny tytuł dzieła. Właśnie swoim dzieciom pozostawił Autor w słowie wstępnym decyzję co do losu dzienników. Był to zapewne już ostatni rok mojego redaktorowania, bo niewiele czasu miałem na lekturę. Profesor Rybka zmarł w 1988 roku, ledwie kilka lat wcześniej, więc w naturalny



Historyczna okładka „Uranji” podczas pierwszego okresu kierowania czasopismem przez Eugeniusza Rybkę. Pisownia „Uranja” obowiązywała, aż do reformy pisowni w 1936 roku.

sposób najbardziej interesowały mnie czasy możliwie współczesne. I tu konstatacja była szybka i oczywista – „Kronika” do publikacji w całości się nie nadaje. Przynajmniej wówczas! Eugeniusz Rybka z rozbijającą szczerością opisywał i komentował wydarzenia z udziałem licznych, wtedy jeszcze żyjących, kolegów. Wielu z nich mogłoby się to nie spodobać. Inni mogliby mieć inne zdanie. Jednym słowem niekończące się polemiki i chyba nikomu niepotrzebne zamieszanie. Trzeba było dzieło zamknąć w szafie i poczekać by nabrało historycznej patyny. Wraz z całą taką redakcyjną musiały trafić do mojego następcy. Podobnie zresztą jak inne „skarby”, np. oryginalny plakat z dedykacją późniejszych noblistów, Johna Mathera i George’a Smoota, albo oryginalne promocyjne zdjęcia na papierze fotograficznym (sic!) z pierwszych lat misji Teleskopu Hubble’a. Pani Złоторzycka była rozczarowana. Wydaje mi się, że Woszczyk

też się z nią kontaktował i potwierdził to samo. Może to ją zmotywowało do napisania „Dwugłosu pokoleń” z licznymi cytataми z „Dzienników” Ojca (Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego 1996).

## Archiwum UMK

Nie przypuszczałem, że „Kronika” po latach wróci do mnie. Całkiem o sprawie zapomniałem. Teraz jednak trzeba było stanąć na głowie i odszukać maszynopis. Za dziesięć dni konferencja! Szpargały pozostawione przez prof. Woszczyka w jego gabinecie selekcjonowała jego córka Joanna i nasza ówczesna bibliotekarka, w redakcji *Uranii* prawa ręka naczelnego, Karolina Zawada. Joannę znałem jeszcze z lat studenckich i to ona mi wskazała, że wszelkie nieosobiste dokumenty po ojcu, przekazała do Archiwum naszej uczelni, Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Dyrektorkę Archiwum, dr hab. Annę Supruniuk znałem jeszcze z okresu kiedy oboje współpracowaliśmy z uniwersytecką gazetą. Bardzo pomogła! W ciągu kilku dni odnaleziono trzy przepastne teczki maszynopisu: 1476 stron! Później okaże się, że brakuje tylko jednej. Nie było najmniejszych szans by zdążyć skopiować taką liczbę kartek, zwłaszcza, że zależało mi na skanach. Na szczęście wydano mi w depozyt oryginał. To nic, że „cyrograf”, który musiałem podpisać był jakby dotyczył ciężarówki złota z banku centralnego! Grunt, że mogłem z tym prawdziwym skarbem historii polskiej astronomii, pojawić się w Krakowie.

## Konferencja

Minęło dwa i pół roku od Konferencji. Nigdzie nie mogę znaleźć żadnych śladów swojej prezentacji. Przejrzałem kilka twardych dysków i wszystkie dostępne pendrive’y. Coś mi się wydaje, że żadnej prezentacji nie było i musiałem improwizować. Na szczęście zdawałem sobie sprawę z wagi dokumentu, który przywiozłem, co mnie w pewnym stopniu usprawiedliwiało. Organizatorzy nie zdążyli mnie nawet umieścić w programie, ale oczywiście znaleźli czas na „występ”. Oleh Petruk z Ukraińskiej Akademii Nauk i Bohdan Novosyadlyj z Uniwersytetu Ivana Franci, już po wszystkim, zamiast pójść na bankiet, będą pieczołowicie fotografować wszystkie strony „Kroniki” z okresu lwowskiego.

Tym razem najbardziej interesujące były dla mnie wątki związane z historią *Uranii*. Niełatwo było je znaleźć przerzucając gigantyczną stertę wyblakłego maszynopisu. Właściwie to już kopia maszynopisu,

Słowo wstępne

22 sierpnia 1916 r. jako 18-letni chłopiec postanowiłem pisać pamiętnik. Najpierw streściłem dzieje mojego dzieciństwa, tak jak daleko sięgała moja pamięć, i lat młodzieńczych, a potem poprowadziłem notatki na bieżąco. Wkrótce przerodziły się one w pisany systematycznie dziennik. Notatki takie prowadzę w dalszym ciągu. Jest może celowe aby na ich podstawie, wraz z przywołaniem niezapisanych wspomnień, dać obraz całego mego życia, spełnionych i niespełnionych zamierzeń, a także szczegółów odnoszących się do mego życia osobistego i zawodowego. Podsumowanie takie zabierze mi niewątpliwie wiele lat, a czuję, że pracę tę należy już teraz rozpocząć, zanim upadek sił jej nie uniemożliwi. Szczęśliwie obecnie, kiedy już od 6 lat jestem na emeryturze, moja aktywność naukowa i pisarska jeszcze nie zanika.

Zapewne, pisząc z perspektywy kilkudziesięciu lat życia, może dobiegającego powoli do kresu, inaczej widzę niektóre sprawy i zdarzenia niż wtedy, kiedy robiłem notatki na gorąco. To też kronika moja, przy zachowaniu ścisłości dat i przebiegu wydarzeń, nie stanowi surowej redakcji codziennych notatek, ale odzwierciedla mój obecny pogląd na przebieg mego życia i zdarzeń, o które się otarłem. Wiele szczegółów uznałem za nie dość ważne, aby o nich pisać, a z drugiej strony inne, o których nie wspominałem w dzienniku, są istotne do powiązania toku wydarzeń. Podaję je więc ufając mej pamięci.

Kronikę mego życia piszę przede wszystkim dla Was, Kochane Dzieci, i Wy też zdecydujecie o jej losie. Wam powierzam decyzję, co z niej należałoby udostępnić szerszemu ogółowi, a co powinno pozostać jedynie rodzinną własnością. Brałyście udział w naszym wspólnym życiu, w jego więcej i mniej pomyslnych przejawach. Wy będziecie pierwszymi moimi czytelnikami i do Was będzie należeć pierwsza ocena mej drogi życiowej.

Kraków, 2 lipca 1974 r.

Słowo wstępne do "Kronika mego życia" Eugeniusza Rybki.

kserowana technologią lat dziewięćdziesiątych. Mało kontrastowe litery, często znikające na marginesie połówki wyrazów. Pojedyncze zdania o *Uranii*, przeplatają się z innymi wątkami. Jak w życiu.

Generalnie, tematykę przedwojennej części „Kroniki” można z grubsza podzielić na trzy płaszczyzny: życia osobistego, zawodowego i zdrowia. O intymności zwierzeń osobistych niech świadczą następujące, nadal częściowo przeze mnie ocenzurowane fragmenty z roku 1922:

*Do Marylki napisałem w końcu czerwca list z propozycją, aby ślub nasz odbył się 9 września i otrzymałem na to jej zgodę. Zgodziła się też pojechać po ślubie na Łysinę. [...] 13 listopada Marylka stwierdziła, że jest w ciąży. Środki ostrożności, stosowane na Łysinie zawiodły. [...] Po głębszym zastanowieniu postanowiliśmy tak zorganizować [nasze] życie, aby móc wychować dziecko. W sprawach zdrowotnych zdumiewające wrażenie zrobił na mnie opis z lutego 1928 roku. Komu jeszcze wydaje się, że przed wynalezieniem antybiotyków byliśmy bezbronni wobec zakażeń bakteryjnych, polecam następujący opis: [...] w połowie lutego sam rozchorowałem się dość nieprzyjemnie. Zaczęły mi się tworzyć czyraki i taki dość duży czyrak wyrósł mi na przedramieniu prawej ręki. Początkowo to bagatelizowałem, lecz faktycznie byłem chory, bo gdy wieczorem 16 lutego wracaliśmy z wizyty tustoczwartkowej u Lubiszewskich, zemdlałem w tramwaju do pełnej utraty przytomności. Nie sądziłem na razie, aby to było spowodowane przez wrzodźkę, ale na drugi dzień udałem się do internisty i neurologa, którzy nie znaleźli u mnie niczego, a z wrzodem na rękę odesłali do dermatologa.*

*Ropień na rękę ogromnie się powiększył i pękł. Dermatolog nic mi nie poradził, dopiero brat Marylki, Stach Sierakowski, który był dobrym bakteriologiem, orzekł, że moje omdlenie było spowodowane zatruciem organizmu toksynami z wrzodu; zebrał z niego trochę ropy, wyhodował z niej mikroorganizmy i z tego materiału zrobił szczepionkę dla mnie. Robił mi przez kilka tygodni zastrzyki o wzrastającej mocy, co przyniosło mi radykalną poprawę, bo gnębiące czyraki przestały już na zawsze mnie nawiedzać.*

Sprawy zawodowe opisywane w „Kronice” dotyczyły głównie licznych podróży i działań administracyjnych w zakresie polskiej astronomii. Na merytoryczne wyniki obserwacji i obliczeń jest miejsce w publikacjach naukowych. Szczególnego znaczenia nabierze to podczas sowieckiej okupacji Lwowa, a potem w latach PRL, kiedy Rybka jawi się jako jeden z głównych organizatorów życia naukowego polskich astronomów. Jako spadkobierca wydawniczej tradycji *Uranii*, polecam fragment dotyczący ponownego przejścia teki redaktora i przeniesienia wydawnictwa do Lwowa: *Nie byłem zadowolony ze spraw wydawniczych Tow. Miłośników Astronomii, czy jak to się oficjalnie wówczas nazywało Polskiego Tow. Przyjaciół Astronomii – skrót PTPA!. Po moim wyjeździe z Warszawy*



*tylko kilka razy ukazała się „Urania”, w którą przecież włożyłem tyle trudu. Opracowałem przeto projekt reorganizacji wydawnictwa PTPA, czyli „Uranii” i „Kalendarza astronomicznego”. W końcu lutego 1935 w obszernym liście do Kamińskiego projekt ten wyłożyłem, wyrażając gotowość przejęcia Uranii i wydawania jej we Lwowie. Ponieważ projekt ten zawierał pewną krytykę działalności Zarządu Centralnego, spodziewałem się burzy, ale ona nie nastąpiła. Na Zjeździe Delegatów PTPA na początku marca w Warszawie projekt mój został na ogół przychylnie przyjęty, nie załatwiono tylko strony finansowej, bez czego nie mogłem podjąć się wydawania „Uranii”.*

Mniej więcej te właśnie cytaty zdążyłem pokazać w Krakowie. Rybka rozpoczął pisać swój dziennik w wieku 18 lat. „Kronika” stanowi całkowicie unikatowy, szczegółowy zapis 70 lat życia polskiego astronoma, ważnego naukowca, autora podręczników, wykładowcy i popularyzatora astronomii. Przede wszystkim jednak, Autor był organizatorem, często od podstaw, życia astronomicznego po dwóch wojnach światowych, w kilku miastach i ośrodkach, a nawet jako wiceprezydent Międzynarodowej Unii Astronomicznej, poza naszymi granicami. Te niezwykle notatki stanowią więc bogaty zapis historii astronomii.

## Publikacja

Co dalej? Z nieskończonej liczby przeplatających się wątków, wtrąconych dygresji i osobistych refleksji trzeba wyłuskać chronologię konkretnych wydarzeń, skleić w jednolitą narrację poszczególne historie. W tym celu należało tak utrwalić całe półtora tysiąca stron materiału, by możliwa była edycja tekstu i wyszukiwanie wybranych fraz. Okazało się to całkiem czasochłonne.

Po powrocie do Torunia, zgodnie z rewersem z Archiwum UMK miałem ledwie kilka dni na przeskanowanie całości. Materiał był tak ogromny, że aby mieścić się w pamięci skanera, trzeba było to zrobić w kilkunastu partiach. Szczególnie w wariancie z automatycznym rozpoznawaniem tekstu, skaner wraz z laptopem aż się pociły z wysiłku. W końcu dałem za wygraną i zwyczajnie skserowałem resztę materiału, by potem jeszcze raz skanować do postaci tekstowej. Na koniec jeszcze trzeba było wszystkie pdf-y posklejać w całość i wysłać sprawcy całego zamieszania, prof. Tomczakowi. Michał obiecał przygotować całość do druku, czy to na papierze, czy to w internecie. Na pewno o tym usłyszycie jeszcze w tej książce i w *Uranii*. Czekają go mnóstwo roboty, bo automat nie

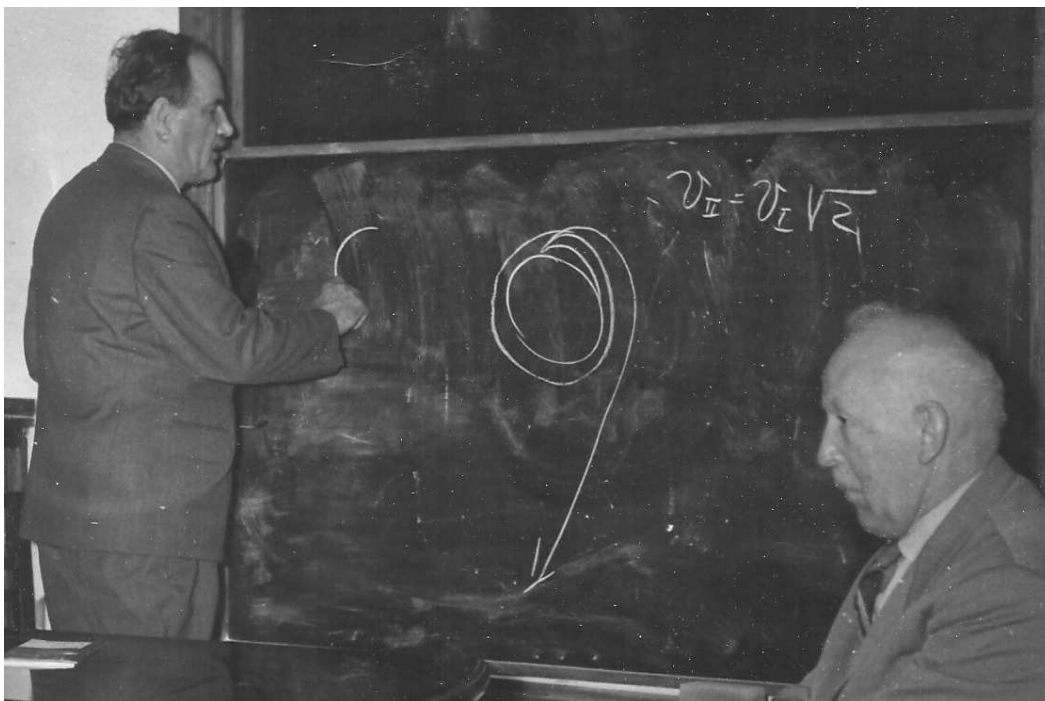
rozpoznawał, średnio, jednego słowa na linię tekstu. Przy okazji zgubiło się kilka-kilkanaście stron maszynopisu. Z cudowną pomocą archiwistów Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, wszystkie udało się znaleźć, poza jedną stroną nr 605.



Kadr z ocalałego filmu „Odkrycie Komety Orkisz” z roku 1925: służący Janek zwany w okolicy „astronogą” otwiera dach obserwatorium na Łysinie, szczycie przemianowanym potem na Lubomir. Fragmenty filmu wykorzystano w dwóch odcinkach (1. Obserwatorium UJ w Krakowie i 10. Obserwatoria górskie) telewizyjnego serialu dokumentalnego „Astronomia niepodległa” dostępnych na <https://www.youtube.com/astronariumPl>.



Profesor Rybka (z kapeluszem) wśród finalistów i organizatorów XXV Olimpiady Astronomicznej w 1982 roku, podczas stanu wojennego. (źródło: *archiwum Planetarium Śląskiego*).



Profesor Rybka wraz z docentem Józefem Sałabunem (przy tablicy), pierwszym dyrektorem Planetarium Śląskiego, byli m.in. twórcami Olimpiady Astronomicznej. Zdjęcie wykonano podczas kursu Towarzystwa Wiedzy Powszechnej w 1961 roku (*źródło: archiwum Planetarium Śląskiego*).

Tak oto – na ile pamięć pozwala – przedstawia się mój skromny wkład w historię polskiej astronomii. „Kronikę” E. Rybki udało mi się pobieżnie wykorzystać w scenariuszach i przy produkcji unikatowego serialu telewizyjnego „Astronomia niepodległa” na temat dziejów głównych polskich ośrodków i innych znaczących przedsięwzięć astronomicznych. Na pewno niebawem „Kronika” będzie dostępna w sieci, ale może też postaramy się o wydanie książkowe.

## Część trzecia

(naukowa)



M106 – 18 marca 2020. (*phot. K. Gut*)

# Symulator światła słonecznego – koncepcja i testy na żywych organizmach

**Agata Kołodziejczyk**

Obserwatorium Astronomiczne Królowej Jadwigi w Rzepienniku Biskupim

Astronomia Nova

AATC – Analog Astronaut Training Center

**Streszczenie.** Światło słoneczne to jedno z podstawowych źródeł energii zasilających planetarne procesy życiowe. W miarę rozwoju cywilizacji, dostęp do tego światła zaczął maleć, ograniczany przez procesy urbanizacji i elektryfikacji. Skutki słonecznego niedoświetlenia obserwuje się na wiele sposobów, między innymi w obniżonych poziomach witaminy D, serotoniny i innych związków fotowrażliwych. Po analizie literatury oraz dostępnych technologii, zaprojektowano prototyp światła słonecznego na bazie diod ledowych o specyficznych długościach fal w zakresach UV-VIS-IR. Oświetlenie zastosowano w trzech różnych laboratoriach w celu zbadania jego wpływu na morfologię i funkcjonowanie roślin, zwierząt i ludzi. W wyniku przeprowadzonych eksperymentów określono limity szkodliwości oświetlenia eksperymentalnego oraz jego wpływ na organizmy żywe. Zaobserwowano pozytywne zmiany w poziomach melatoniny, serotoniny, kortyzolu, witaminy D i testosteronu w surowicy, ślinie i moczu badanych osób. Otrzymane wyniki potwierdzają znaczenie rodzaju oświetlenia na funkcjonowanie organizmów na poziomie molekularnym, biochemicznym, czynnościowym i behawioralnym.

## Wprowadzenie

Światło słoneczne i związane z nim pory dnia i nocy zapewniają cykliczność procesów fizjologicznych u organizmów. Ponieważ początki życia i pierwsze procesy biochemiczne odbywały się w środowisku o wysokim natężeniu promieniowania ultrafioletowego, kiedy jeszcze nie wytworzyła



się warstwa ozonowa w stratosferze, praktycznie wszystkie formy życia, począwszy od bakterii, a skończywszy na człowieku, zależne są od tego rodzaju światła w kluczowych funkcjach: rozmnażaniu, rozwoju i metabolizmie. Zdolność absorpcji UV mają związki organiczne, w tym kwasy nukleinowe DNA i RNA, stąd bardzo wcześnie na Ziemi wytworzyły się mechanizmy naprawcze i sposoby przetwarzania energii słonecznej na ruch atomów, a ten na kaskadę sygnałów wewnątrzkomórkowych [1].

W wyniku elektryfikacji terenów mieszkalnych, na odwieczne prawa rządzące życiem nałożyła się dysharmonia w postaci przedłużonej fazy jasnej w ciągu doby. Obserwuje się tzw. *jet lagi* socjalne, czyli niedostosowanie ludzkich zegarów biologicznych do czasu pracy wyznaczanego przez szkoły i zakłady pracy. Dodatkowo, poprzez specjalizację społeczeństw i przeniesienie pracy do biur, hal i szklarni, przebywanie na świeżym powietrzu w bezpośredniej ekspozycji słonecznej zostało drastycznie ograniczone. Do osób przebywających w pomieszczeniach zamkniętych dochodzi ograniczona ilość światła naturalnego. Okna, o ile nie posiadają szyb kwarcowych, znacząco odcinają promieniowanie UV. W efekcie, coraz więcej osób cierpi na depresję, zaburzenia układu odpornościowego, krwionośnego, stres, bezsenność i osłabienia. Dla nadrobienia braków w naświetlaniu światłem słonecznym, rozwiązaniem zdają się być krótkie i intensywne urlopy w ciepłych krajach. Niestety, nieprzygotowany organizm, wyrwany z innego środowiska, nie jest w stanie zdrowo przyjąć dawki obficie serwowanego promieniowania.

Wpływ światła na organizm może być bezpośredni poprzez układ wzrokowy (fotony wywołują zmiany konformacyjne białek fotoczulych zwanych opsynami w fotoreceptorach), oraz przez powierzchnię ciała (fotony wywołują zmiany konformacyjne białek karotenów, ksantofili, flawonoidów, melaniny, chlorofilu, kwasu urokainowego, witamin, itd.). Światło może również oddziaływać pośrednio przez układ odpornościowy, hormonalny, układ krążenia i układ nerwowy. Wiele białek i mechanizmów molekularnych uzależnionych jest od światła słonecznego, ze szczególnym uwzględnieniem światła UV. Poniżej wymieniono kilka przykładów:

Fotoreceptory – receptory GPCR. Receptory należące do rodziny białek GPCR (G-protein Coupled Receptors) reagują na światło. Rodopsyna, należąca do białek zwanych opsynami, występuje w siatkówce oka. Inne białka GPCR reagują na bodźce węchowe, jeszcze inne biorą udział w reakcjach obronnych organizmu poprzez reakcję z histaminą (stąd też ich

rola w alergiach). W mózgu receptory z tej rodziny biorą udział w przekazaniu sygnałów dopaminowych i serotoninowych. W autonomicznym układzie nerwowym kontrolują automatyczne funkcje organizmu, takie jak ciśnienie krwi czy procesy trawienia. Owady i ptaki widzą światło UV, a człowiek, co ciekawe, posiada rodopsyny UV, ale sygnał przekazywany jest bezpośrednio do mózgu. Witamina A – retinol i ester retinolu są wrażliwe na długość fali 325 nm, izomery kwasu retinowego na 350 nm, witamina E (tokoferol) na 292 nm, a karotenoidy na 450 nm [1].

*Kryptochromy* są to fotoreceptory światła UV i niebieskiego, podobne strukturalnie do fotoliaz czyli klasy DNA-naprawczych enzymów. Kryptochromy roślinne u *Arabidopsis*: cry1 i cry2, są najbardziej zbliżone do fotoliaz bakteryjnych. U ptaków są to niezbędne związki w lotach migracyjnych i związane są z percepcją pola magnetycznego Ziemi. Co ciekawe, bez promieniowania UV, ptasie mózgi nie są w stanie analizować magnetyzmu planety. Maksimum absorpcji dla kryptochromów to 380 nm. Kryptochromy są bardzo stare ewolucyjnie i występują w zęgarach biologicznych niemal wszystkich żyjących istot na świecie [2].

*Melaniny* to polimery, których skład chemiczny zależy przede wszystkim od natury substratu i warunków lokalnych, w jakich te substancje powstają. Wśród melanin wyróżnia się m. in. eumelaninę, feomelaninę i neuromelaninę. U człowieka melaniny występują w skórze w melanocytach i odpowiedzialne są za opalanie i ochronę przed szkodliwym wpływem promieniowania. Mają zdolność wychwytywania i neutralizowania wolnych rodników. Charakteryzują się obszernym zakresem absorpcji światła, szczególnie w zakresach fal krótkich. Melanina występuje nie tylko u ludzi, również u bakterii, grzybów, roślin i innych zwierząt. W przypadkach zbyt intensywnej ekspozycji na promieniowanie UV, może nastąpić niekontrolowany wzrost melanocytów tworząc czerniaka czyli raka skóry [3].

*Antyoksydanty* to naturalne substancje – witaminy (E, C, betakaroten) i quasi witaminy (np. antocjany, flawonoidy, itp.). Drugą grupę związków najłatwiej zaobserwować w owocach i warzywach dzięki kolorom: fioletowemu (czarne jagody, buraki) i pomarańczowemu (marchew, pomidory, papryka) [4].

*Witamina D*. Związek ten jest odpowiedzialny za prawidłowy wzrost kości i wiele funkcji fizjologicznych w organizmie. Synteza witaminy D3 w skórze zależy od czynników takich, jak: szerokość geograficzna, stopień nasłonecznienia, pora roku i dnia, grubość pokrywy chmur, stopień zanieczyszczenia powietrza, powierzchnia ekspozowanej skóry, karnacja skóry oraz masa ciała (wskaźnik BMI). Wszystkie te czynniki mają

wpływ na zmniejszenie tworzenia się witaminy D<sub>3</sub> w skórze. Znaczący wpływ na poziom syntezy witaminy D ma szerokość geograficzna. Powyżej 37 równoleżnika w okresie od listopada do lutego ma miejsce znaczące obniżenie ilości docierających fotonów UVB. Ważną rolę odgrywa pigmentacja skóry. Osoby z jasną karnacją szybciej gromadzą 7-dehydrocholesterol niż osoby z ciemniejszą karnacją, ponieważ melanina hamuje absorpcję fotonów UVB. Wraz z wiekiem zdolność skóry do produkcji witaminy D<sub>3</sub> spada, ponieważ obniża się stężenie jej prekursora 7-dehydrocholesterolu. Szczególnie ma to miejsce po 65-70 roku życia, kiedy synteza jest czterokrotnie mniejsza w porównaniu do osób młodych. Filtry UVB do skóry stanowią kolejną przyczynę obniżenia syntezy witaminy D w organizmie. Innymi czynnikami powodującymi niedobór witaminy D jest aktualny stan zdrowia. Należy do nich zmniejszone wchłanianie tłuszczów np. w chorobie Crohna, w chorobie trzewnej, mukowiscydozie, po usunięciu części żołądka lub jelita. Chroniczne choroby wątroby i nerek są powodem zmniejszenia syntezy metabolitu witaminy D przez co występuje niedobór 1,25(OH)<sub>2</sub>D, powodując zmniejszenie ekspresji parathormonu. Otyłość również sprzyja powstawaniu niedoboru witaminy D, ponieważ zmniejsza się stężenie 25(OH)D. Jednorazowe naświetlenie minimalną dawką światła ultrafioletowego powoduje po 24 godz. od ekspozycji powstanie witaminy D<sub>3</sub> w ilości równoważnej spożyciu od 10000 do 25000 IU. Udowodniono, że niedobór witaminy D może być przyczyną wielu schorzeń [5, 6]. W badaniach epidemiologicznych wykazano, że ryzyko zapadalności na nowotwory jelita grubego, jajników, sutka, prostaty i trzustki jest odwrotnie proporcjonalne do stężenia witaminy D we krwi. Zapotrzebowanie na witaminę D jest zróżnicowane w zależności od wieku i płci.

*Zegary biologiczne.* Większość organizmów dostosowała się do okołodobowych (cirkadialnych) cykli dnia i nocy. Efektem dostosowania było wytworzenie molekularnych zegarów biologicznych warunkujących cykliczne zmiany procesów fizjologicznych w czasie, determinując fazy aktywności i snu. Obserwowane zmiany to pośredni rezultat ekspresji genów zegara biologicznego. Geny zegara biologicznego uwalniają cyklicznie białka, których z kolei zwiększona ilość w komórce uruchamia syntezę białek negatywnie powiązanych, czyli hamujących ich ekspresję. Podobnie dzieje się z białkami hamującymi. Ta wzajemna kontrola wyzwala kaskadę procesów pośrednich prowadzących do zmian organizmu na poziomie metabolicznym i behawioralnym. Dostosowanie to warunkuje długość życia i nasilenie procesów starzenia. Zarówno zwierzęta aktywne nocą (drapieżniki, gryzonie), jak i zwierzęta aktywne w dzień,

uzależnione są od naturalnych cykli dnia i nocy. Podstawowym bodźcem zewnętrznym wywołującym wewnętrzną aktywność zegara, czyli tzw. „dawcą czasu” jest światło słoneczne, które poprzez fotoreceptory w układach wzrokowych, przez skórę i inne autonomiczne komórki zegara biologicznego, jest w stanie „nastawić” zegar i wyczyścić jego poprzednie „ustawienia”. Innymi „dawcami czasu” są: temperatura otoczenia, pory spożywania posiłków, stres, aktywność fizyczna. Praca zegara polega na wzajemnie powiązanych kaskadach reakcji biochemicznych kontrolujących homeostazę (stabilność) układu biologicznego poprzez nadanie kolejności reakcji metabolicznych. Przykładowo, w dzień synapsy i neurony są grubsze i bardziej aktywne niż w nocy. Można śmiało powiedzieć, że światło słoneczne zmienia morfologię mózgu poprzez plastyczne zmiany na poziomie komórkowym. Kolejnymi obserwowanymi efektami pracy zegara biologicznego są: okołodobowa zmiana temperatury ciała, okołodobowa zmiana natężenia wydzielania hormonów, np. kortyzolu – hormonu stresu czy cykliczne pory przyswajania leków [7-9].

*Melatonina.* Badania nad zegarami biologicznymi przyczyniły się do wyjaśnienia problemów z bezsennością u osób korzystających z ekranów telewizorów, komputerów czy smartfonów w godzinach wieczornych. Okazuje się, że niebieskie światło emitowane przez te urządzenia zatrzymuje syntezę melatoniny – związku kontrolującego sen. Melatonina, jak wiele innych białek fotoczulych, wydzielana jest cyklicznie. W prawidłowych warunkach, najwyższy poziom melatoniny występuje w godzinach wieczornych i objawia się sennością. Aby nie zaburzać naturalnych faz snu i aktywności, producenci sprzętu multimedialnego oferują filtry umożliwiające zdrowy sen. W przypadku braku wbudowanych systemów zapewniających bezpieczne korzystanie z tego typu urządzeń, istnieje wiele możliwości darmowego zastosowania aplikacji dostępnych w internecie, które nakładają w określonych przedziałach czasu filtry na urządzenia emitujące światło.

*Fotosynteza.* Zdolność wykorzystania energii świetlnej do syntezy związków organicznych w procesie fotosyntezy została wytworzona przez cyanobakterie, glony, rośliny, a nawet zwierzęta, np. ślimaka *Elysia chlorotica*.

## Motywacja do utworzenia sztucznego światła słonecznego i etap koncepcji

Organizmy żywe napędzane są światłem. Wiele procesów niezbędnych do utrzymania zdrowia wymaga wyższych energii z zakresu UV. Dlatego zatem nie wyposażyć własnych domów w taki typ oświetlenia, który w bezpieczny i kontrolowany sposób mógłby kompensować brak dostatecznej ekspozycji na światło słoneczne? To pytanie zmotywowało nas do utworzenia prototypu symulatora światła słonecznego [10]. Na etapie projektowania trzeba było się zastanowić, jak zminimalizować ilość typów źródeł światła rodzaju LED i umożliwić wykonanie bezpiecznego, ale funkcjonalnego oświetlenia.

Ważnym aspektem w projektowaniu oświetlenia była analiza widmowa docierającego do powierzchni Ziemi światła słonecznego. Analizie poddano amplitudy i częstotliwości słonecznego promieniowania elektromagnetycznego w zależności od pory dnia, roku, warunków atmosferycznych a nawet faz Księżyca (Rys.1).



RYSUNEK 1. Zdjęcia wykonywane o świcie (po lewej) i o zmierzchu (po prawej) w interwałach 15 minutowych prezentujące zmiany w natężeniu i barwie oświetlenia. Prace wykonano na prośbę autorki (Monica Alcazar-Duarte). Kluczowy w całej sprawie jest moment intensywnego niebieskiego zakresu spectrum o świcie (gwiazdka), który nie pojawia się o zmierzchu.

W ciągu dnia oświetlenie otoczenia jest  $10^6$ - $10^8$  razy większe niż w nocy. Natężenie światła rozgwieżdżonego nieba nocnego wynosi około 0.001 Lx, a światła nieba podczas księżycowej pełni około 0.2 Lx. Inne źródła donoszą, że światło przy pełni Księżyca jest 100 razy jaśniejsze niż w noc bezksiężycową. Natężenie światła słonecznego w dzień dochodzi do wartości 100000 Lx. Cechą charakterystyczną światła naturalnego jest jego zmienność. Poziomy natężenia światła ulegają zmianom pod wpływem mgieł, chmur i zmętnienia atmosfery [11].

Ze względu na szczególne znaczenie promieniowania UV i jego ważną rolę w projekcie, podane zostały poniżej charakterystyki światła docierającego do Ziemi [12]:

UVC (200-280 nm). Promieniowanie UVC w nieznacznej ilości przediera się przez warstwę ozonową. Bardzo szybko wywołuje rumień, działa drażniąco na spojówkę i rogówkę oka. Frakcja ta wykorzystywana jest sztucznie w lampach bakteriobójczych. Używana jest do sterylizacji urządzeń i pomieszczeń. UVC o zakresach 100-290 nm nie dociera do powierzchni Ziemi, za wyjątkiem obszarów położonych wysoko w górach, i w 100% pochłaniane jest przez tlen i ozon.

Promieniowanie UVB (280-320 nm). To najbardziej aktywna składowa światła słonecznego pochłaniana przez ozon atmosferyczny. Dysponuje wysoką energią oraz powoduje powstanie rumienia. Około 9-14% promieniowania UVB dociera do żywej warstwy naskórka. Odpowiada za syntezę witaminy D, jak również pigmentację skóry, ponieważ wnika w naskórek. UVB aktywuje cały szereg związków organicznych. Od godziny 10 do 15 natężenie tego promieniowania jest najsilniejsze. Podobnie jak UVC, drażni spojówkę i rogówkę oka. Częsta ekspozycja ciała na to promieniowanie może przyczynić się do powstania zaćmy, osłabienia odporności immunologicznej oraz nowotworów. W wyniku działania promieniowania UVB na organizm, dochodzi do natychmiastowej reakcji w odpowiedzi na wzbudzone przez ten rodzaj światła wolne rodniki. Uwalniane są mediatory zapalne, histamina, serotonina i prostaglandyny, rozszerzają się naczynia włosowate – pojawia się obrzęk i rumień.

UVA (320-400 nm). Promieniowanie to dzieli się na UVA1 o zakresie 340-400 nm i UVA2 o zakresie 320-340 nm. UVA2 działa na skórę podobnie jak UVB, wykazuje jednak większe działanie rakotwórcze. UVA1 wnika głębiej w skórę. Emisja UVA inicjuje powstanie opalenizny. W przeciwieństwie do UVB, nie powoduje rumienia i oparzenia słonecznego. UVA wnika do warstwy siateczkowatej i brodawkowatej skóry właściwej, wywołując więcej szkód niż promieniowanie UVB. 50% promieni UVA przenikających skórę ma wpływ na fibroblasty, komórki dendrytyczne, komórki nacieku zapalnego, w tym limfocyty T, granulocyty i komórki tuczne oraz komórki śródbłonna naczyniowego. Promieniowanie UVA odpowiedzialne jest za fotostarzenie się skóry. Przyczynia się do reakcji fotoalergicznnych. Frakcja UVA przenika przez szyby samochodowe i okienne. Przez cały dzień natężenie promieniowania jest stałe, a więc nie ma znaczenia rodzaj pogody czy pora roku. Zachodzi tutaj reakcja opóźniona, dotycząca kwasów nukleinowych i białek. Pojawia się mostkowanie między cząsteczkami białkowymi, które prowadzi do powstania zjawiska sieciowania kolagenu i zmiany konfiguracji cząsteczek elastyny, prowadzącej do tzw. elastozy słonecznej. UVA1 stanowi ok. 90% promieniowania UV, które dociera do Ziemi. Jest to zakres widzialny dla



owadów, ptaków i ryb.

*Korzystny wpływ promieniowania UV.* Oprócz ujemnych skutków działania promieniowania UV, istnieją korzystne efekty istotne dla zdrowia. Najważniejszym jest zapoczątkowanie syntezy witaminy D, wzmocnienie mechanizmów obronnych organizmu i działanie immuno-modulujące. Promieniowanie UV wpływa aktywująco na układy enzymatyczne, pobudza przysadkę mózgową, wpływa na układ oksydoredukcyjny, działa na układ gruczołów dokrewnych. Następuje poprawa samopoczucia, przemiany materii, i reaktywność organizmu. Innym korzystnym działaniem promieniowania UV jest światłolecznictwo obejmujące działanie w celach leczniczych i profilaktycznych. Naświetlania promieniami ultrafioletowymi powodują zwiększenie liczby erytrocytów, leukocytów oraz płytek krwi, skraca się czas krzepnięcia krwi. Ogólne wskazania do stosowania UV to: leczenie krzywicy, rekonwalescencja, profilaktyka, zaburzenia regulacji wegetatywnej, choroby skóry, słaba ogólna wydolność, osteoporoza. Leczenie za pomocą naświetlań słonecznych lub sztucznych źródeł światła emitujących promienie UV wykorzystuje się jako uzupełnienie zabiegów dermatologicznych. UV działa na skórę przeciwzapalnie i immunosupresyjnie. Połączenie psoralenu z UVA to metoda lecznicza zwana fotochemoterapią i polega na zastosowaniu niejonizującego promieniowania elektromagnetycznego w połączeniu z miejscowym lub ogólnym podawaniem leków. Najczęstszymi wskazaniami do fototerapii i fotochemoterapii są: łuszczyca, atopowe zapalenie skóry, bielactwo, twardzina ograniczona, twardzina układowa, liszaj płaski. UV stosuje się do gojenia ran, zwiększenia gęstości kolagenu, wpływa na dojrzewanie owoców i ich walory smakowe.

*Temperatura barwowa.* Cechą charakterystyczną światła słonecznego jest zmienność temperatury barwowej w zależności od pory dnia i pogody, dlatego proponowany prototyp sztucznego światła słonecznego również będzie uwzględniał ten parametr. Przykładowo, przy zaprogramowanych wschodach i zachodach oświetlenie będzie miało temperaturę barwową ciepłą (3000 K), w ciągu dnia barwę temperaturową zimną (6500 K) oraz dla uzyskania analogu barwy czystego nieba, 10000-15000 K [13].

## Tworzenie prototypu

Kluczowym etapem przejścia od koncepcji do wykonania prototypu oświetlenia było wyselekcjonowanie długości fal świetlnych mających optymalny wpływ na procesy życiowe, następnie sprawdzenie dostępności diod

LED najwyższej jakości i wydajności, jakie istnieją na rynku światowym. Przy każdym doborze typów diod ledowych uzasadniono znaczenie dla organizmów żywych:

UVB: 280, 300 nm. Należy zastosować niepełną ekspozycję, o ustalonej godzinie dopołudniowej albo w południe. Światło potrzebne do synchronizacji zegara biologicznego i syntezy witaminy D. Aktywuje pigmentację skóry, pogrubia liście, zapobiega działalności szkodliwych owadów. Jest stosowane jako dopełnienie dla światła „niebieskiego królewskiego”, czyli „royal blue” o długości fali 450 nm. Promieniowanie czynne fotosyntetycznie.

UVA: 292 nm, 320 nm, 350 nm, 473 nm. W dawce nie mniejszej niż 10 W/m<sup>2</sup> lub 5000 Lx. Odpowiada za syntezę witamin A, E, serotoniny, kwasu urokainowego oraz za regulację cyklu rozrodczego niektórych gatunków owadów.

Niebieski 450 nm. Ta długość fali odpowiada za syntezę karotenów, luteiny, zeaksantyny, likopeny i beta-karotenu. Najwydajniej działa na wysokie rośliny liściaste podczas fazy wegetatywnej wzrostu. Typ światła pochłaniany przez barwnik fotosyntezy chlorofil B. Aktywuje fototropizm i fotosyntezę. Jest to najefektywniej pochłaniany zakres światła słonecznego, przez co barwa ta nie jest wymagana w dużej ilości. W uprawach roślin najbardziej popularny z tego zakresu jest kolor Royal Blue (440-450 nm).

Zielony: 525-540 nm. Rośliny pochłaniają względnie małą ilość zielonego koloru. Ta barwa tworzy (w niewielkiej proporcji do innych) białe światło poprzez mieszankę z kolorami czerwonym i niebieskim i jest korzystna dla warunków pracy przy wewnętrznych uprawach roślinnych.

Czerwony: 600-700 nm. Aktywnymi obszarami czerwieni są w szczególności zakresy 620-640 nm, 660 nm i 675 nm. To światło wspiera rozwój pąków i ich rozkwit. Przyspiesza kiełkowanie. Pochłaniane jest przez chlorofil A. Odcień ciemnoczerwony (660 nm) jest najczęściej stosowanym w uprawach roślin.

Podczerwony (IR): 730 nm. Stosowany głównie w okresie kwitnienia, przede wszystkim jako dopełnienie ciemnoczerwonego.

Światło białe 6500 K. W szerokościach geograficznych Polski temperatura barwowa oscyluje od 3000 K o wschodach i zachodach Słońca poprzez mniej więcej 5500 K w dzień, do 6500 K w bezchmurny letni dzień. Temperatura barwowa przypadająca na popołudnie to 3300 K. Jak już wspomniano, ze względu na blokowanie syntezy melatoniny, na dwie godziny przed snem temperatura barwowa oświetlenia powinna wynosić 2500K.

W celu doprecyzowania parametrów niezbędnych do zaprojektowania sztucznego światła słonecznego zastosowano kalkulator do obliczania parametrów widma słonecznego w zależności od szerokości geograficznej, daty, godziny i warunków atmosferycznych. Pomiary wykonano w oparciu o kalkulator światła słonecznego [14]. W projekcie istotne było, aby zidentyfikować proporcje długości fal, które organizmy żywe wymagają do idealnego funkcjonowania, rozwoju i wzrostu. Cechą opracowywanej lampy była integracja diod ze sterownikami, które sprawnie mogą dostosować zapotrzebowanie na konkretne koktajle świetlne. Oprogramowaniu podlegały czasy świecenia poszczególnych typów diod, ich moce oraz integracja z aplikacją na Androida. Uzyskano wielofunkcyjną lampę o zmiennych wartościach w poszerzonych zakresach widma światła naturalnego w porównaniu do standardowych typów oświetlenia, czyli faktyczny symulator światła słonecznego. Tak jak instrument muzyczny może odgrywać różne melodie i wprawiać słuchaczy w odmienne stany emocjonalne, na tej samej zasadzie zaprojektowany symulator światła słonecznego miał być instrumentem komponującym koktajle świetlne.

Prototyp wykonano w laboratorium spółki Qlab w Katowicach. Wykonano dwie formy prototypu: mobilną do badań na roślinach i zwierzętach (muszkach owocowych) oraz stacjonarną, zamontowaną w habitacie. Oprawy wykonano z aluminium i matowych płyt kwarcowych, umożliwiającą przepuszczenie wszystkich długości fal. W etapie wdrożenia na rynek oprawy kwarcowe zostaną zastąpione dużo tańszymi materiałami. Ze względu na złożoność projektu i przeprowadzanie badań na różnych gatunkach roślin i zwierząt, eksperymenty były wykonywane w laboratorium Analog Astronaut Training Center, laboratorium Biologii i Obrazowania Komórki UJ i laboratorium Biopierwiastków CMUJ. Badania na roślinach i muszkach owocowych nie wymagały zgód Komisji Bioetycznej. Na badania na ludziach uzyskano zgodę wydaną przez Komisję Bioetyczną UJ.

## Testowanie prototypu

### *Badania na roślinach*

16.09.2020 rozpoczęto eksperyment w laboratorium Analog Astronaut Training Center. Mech *Atrichum sp.* pobrano ze średnio zacienionego siedliska z Parku Decjusza w Krakowie. Zakupiono nasiona rzeżuchy

*Lepidium sativum* oraz nasiona sałaty *Lactuca sativa* (Legutko). Nasiona i mech wsadzono do ziemi uniwersalnej (Lasland) o pH 6. Nasiona wysiano w pojemnikach eksperymentalnych o jednakowych warunkach nawodnienia. Pojemniki rozstawiono na stanowiska:

- a) na zewnątrz na działce w pełnym naświetleniu słonecznym,
- b) wewnątrz laboratorium na parapecie (strona wschodnia),
- c) wewnątrz laboratorium w ekspozycji na oświetlenie badawcze w odległości 45 cm od źródła światła.

Eksperyment przeprowadzano w ciągu ośmiu kolejnych dni. Temperatura na zewnątrz była znacząco niższa niż temperatura w laboratorium, co spowolniło proces kiełkowania i rozwoju roślin. Ze względu na zaburzony rozwój liścieni sałaty w świetle UV, zmniejszono natężenie oświetlenia zarówno IR, światła białego, jak i UVA i UVB do 50%. Kolejne dojrzewające siewki zaczęły się rozwijać prawidłowo. Eksperyment zakończono 24 września ale obserwowano dalszy rozwój na wypadek wystąpienia efektów długoterminowych. Badany symulator światła słonecznego wpłynął negatywnie na tkanki niektórych roślin (mchu i sałaty) przy dużych natężeniach. Przy natężeniu zmniejszonym do 50% rozwój roślin był prawidłowy. Zniekształcone liście sałaty nie powróciły do stanu prawidłowego i nie wykazywały prawidłowego rozwoju. W analizie mikroskopowej zauważono miejscowe uszkodzenia komórkowe. Eksperyment na roślinach miał za zadanie określić próg szkodliwości oświetlenia.

#### *Badania na zwierzętach*

Kolejnym badaniem mającym na celu określić próg szkodliwości oświetlenia, to badania na zwierzętach. W badaniach wykorzystano osobniki szczepu dzikiego Canton S *Drosophila melanogaster*, które pochodziły z hodowli prowadzonej w Zakładzie Biologii i Obrazowania Komórki Wydziału Biologii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Hodowle prowadzono w sterylnych plastikowych kolbach na specjalnie przygotowanych pożywkach. Pożywki przygotowywano z mąki kukurydzianej, agaru, drożdży, miodu oraz melasy. Składniki te mieszano w wodzie i zagotowywano. Na koniec dodawano niewielką ilość środka grzybobójczego rozpuszczonego w etanolu. Następnie całość przelewano do kolb do 2/5 ich wysokości i odstawiano na noc, upewniwszy się uprzednio, iż są one szczelnie osłonięte materiałem, tak aby nic nie zanieczyściło pożywki. Gotowe kolby z pożywką zaślepiano korkami i odstawiano do lodówki. W tak przygotowanych kolbach prowadzono hodowle muszki owocowej, a pożywkę wymieniano w odstępach 7 dniowych tak aby 1) zachować dobrą jakość

pożywki, 2) zapobiec namnażaniu się roztoczy. Dodatkowo taka wymiana kolb ułatwiała oddzielenie poszczególnych pokoleń *Drosophila*, dzięki czemu możliwe było wyizolowanie do eksperymentu osobników w tym samym wieku. Po umieszczeniu muszek w kolbach, w warunkach doświadczalnych (UVA) oraz kontrolnych (światło białe), codziennie o godzinie 10:00 zliczano martwe osobniki oraz ustawiano lampę w trybie emisji UVA o natężeniu 100%. Wymiany starej pożywki na świeżą poprzez przesypywanie osobników do nowych kolb, dokonywano co trzy dni. Stwierdzono zwiększoną śmiertelność owadów w warunkach eksperymentalnych. W przypadku fiolek stojących, śmiertelność zwierząt w ekspozycji UVA wyniosła 13.4% więcej od śmiertelności grupy kontrolnej. W przypadku fiolek leżących 11.7% więcej. Śmiertelność wzrastała w miarę długości eksperymentu eksponencjalnie. Co ciekawe, nie stwierdzono letalności w związku z naświetleniem, a jedynie niewielki wzrost śmiertelności. Pod koniec eksperymentu w warunkach UVA wciąż żyło 78.3% osobników. Nie zaobserwowano żadnych różnic morfologicznych i behawioralnych.

#### *Badania na ludziach*

Badania na ludziach wymagały dostosowania do eksperymentu habitatu należącego do Analog Astronaut Training Center. Zakupiono czujniki monitorujące parametry środowiskowe, takie jak: wilgotność, temperaturę, ciśnienie, stężenie CO<sub>2</sub>, natężenie światła, zużycie energii elektrycznej, itd. Wprowadzono regulatory parametrów, wykonano testy. Habitat przygotowano do montażu oświetlenia dostarczonego przez QLab. Wolontariuszy rekrutowano na podstawie CV kandydatów i listów motywacyjnych. Ostatecznie wybrano sześć zespołów osób pełnoletnich (18-25 lat): dwa czteroosobowe zespoły BRIGHT: Bright-1 i Bright-2, pięcioosobowy zespół ETERNITY, trzyosobowy zespół DESTINY, dwa 5-osobowe zespoły EMMPOL-1 i EMMPOL-2. W eksperymentach wzięło łącznie udział 26 osób. Eksperymenty wykonano w następującym reżimie:

*Bright-1 i Bright-2:* a) po dwa tygodnie samo światło białe bez UVA, UVB i bez IR (próba kontrolna),

b) po dwa tygodnie światło białe + IR (na poziomie 100% przez 3 godziny w czasie posiłków),

c) po dwa tygodnie światło białe + UVA + UVB (na poziomie 100% przez 3 godziny w czasie posiłków).

#### *Eternity:*

7 dni pracy zmianowej w stanie jet lag (2 przesunięcia czasowe u członków załogi najpierw 8 godzin do przodu, potem 8 godzin wstecz).

Destiny:

7 dni pracy na jedną zmianę w warunkach symulacji światła słonecznego + UVA + UVB (na poziomie 100% przez 3 godziny w czasie posiłków).

Emmpol-1:

7 dni pracy na jedną zmianę w warunkach symulacji światła słonecznego + UVA + UVB (na poziomie 100% przez 3 godziny w czasie posiłków) – podwyższona mielinizacja u osób badanych.

Emmpol-2:

7 dni pracy na jedną zmianę w warunkach symulacji światła słonecznego + UVA + UVB (na poziomie 100% przez 3 godziny w czasie posiłków) – podwyższona mielinizacja u osób badanych.

Przedmiotem badań był wpływ trzech rodzajów oświetlenia na zachowanie u osób przebywających w warunkach kontrolowanych w czasie tygodniowych bądź dwutygodniowych izolacji (zwanymi dalej misjami) w habitacie, czyli w bazie przeznaczonej do przeprowadzania symulacji misji kosmicznych. W czasie misji wyselekcjonowane osoby stały się analogowymi astronautami i postępowały zgodnie z manuałem misji oraz zawartymi w scenariuszu misji procedurami. Manual misji został sporządzony i udostępniony badanym na miesiąc przed organizowaną misją i stanowił dokładny scenariusz zadań wraz z opisem ich wykonania. Osoby biorące udział w misji zapoznały się z procedurami i zostały odpowiednio przeszkolone przed rozpoczęciem misji. Dla każdej z osób badanych sporządzony został grafik zadań na każdy dzień misji z dokładnością do 5 minut.

Na starcie misji i na jej końcu, zawsze o godzinie 9:00, analogowi astronauta poddawani byli badaniu krwi, śliny, moczu i kału w celu identyfikacji poziomu markerów stresu, stanu metabolicznego oraz charakterystyki mikrobiomu. W czasie misji analogowi astronauta kolekcjonowali próbki śliny i moczu. Po przeprowadzonych testach wyniki zostały przeanalizowane dla każdej z osób indywidualnie.

Efekty działania oświetlenia badane były poprzez analizę hormonów stresu w ślinie, oraz analizę parametrów biochemicznych w ślinie i moczu przed i po misji za pomocą testu ELISA. Pobieranie próbek wykonywane było osobiście przez astronautów. Także podstawowe pomiary związane z przemianą materii: dzienna ilość wypitej wody, dzienna objętość wydalonego moczu, analiza stolca, pomiary temperatury ciała 4 razy dziennie w równych odstępach czasu, wykonywane były każdego dnia w czasie misji.



W czasie misji BRIGHT w pierwszym miesiącu eksperymentu zastosowano sztuczne oświetlenie białe jako referencja do oświetlenia testowanego w późniejszych misjach. Drugi miesiąc misji BRIGHT to symulator światła słonecznego z dodatkiem 3 godzin promieniowania podczerwonego (100%) w czasie spożywanych posiłków przez załogę. Analogowi astronauta poddawani byli działaniu oświetlenia równomiernie w takich samych dawkach. Trzeci miesiąc misji BRIGHT to symulator światła słonecznego z dodatkiem 3 godzin promieniowania UV (100%), w czasie spożywanych posiłków przez załogę. Prototypy światła słonecznego były łatwo programowalne dzięki ergonomicznemu ekranowi. Analogowi astronauta nie programowali oświetlenia habitatu tylko osoby odpowiedzialne. Światło w habitacie zapalało się o godzinie 8:00 rano, a gasło o 20.00. Po tym czasie załoga mogła używać tylko czerwonego oświetlenia nocnych lampek oraz ekranów komputerów, tabletów i smartfonów w trybie nocnym (z filtrem koloru niebieskiego). Od godziny 8:00 do 9:00 światło przechodziło z nasycenia ciepłego do zimnego symulując wschód Słońca. Natężenie oświetlenia również ulegało zmianie w zakresie 0-100%. Podobnie, ale w odwrotnym kierunku, następowało gaszenie światła od godziny 19:00 do 20:00, symulujące zachód Słońca.

W misji ETERNITY modelowano pracę zmianową: 6 osób podzielono na dwie grupy w ten sposób, aby praca w habitacie trwała całą dobę. Załogi zmianowe spotykały się wspólnie na śniadaniach i kolacjach. Celem tego eksperymentu było wykazanie jak symulator światła słonecznego wpływa na zmęczenie wywołane jet lagiem i na zmianę rytmów okołodobowych.

W misji DESTINY badano samych mężczyzn i wpływ oświetlenia na rytmikę okołodobową i mechanizmy agresji.

Misje EMMPOL to misje międzynarodowe z osobami przebywającymi naturalnie w środowisku bardzo nasłonecznionym, w klimacie Hiszpanii, Francji i Włoch. Osoby te cechowała podwyższona ilość melaniny w skórze i włosach. Celem tych misji była obserwacja rytmiki okołodobowej u osób z podwyższoną ilością melaniny w porównaniu do osób o niskich poziomach pigmentacji.

## Wyniki i podsumowanie

Ze względu na ogrom przeprowadzonych testów i analiz w artykule ograniczono się do zaprezentowania tylko niektórych wyników badań.

W przypadku roślin badano zmiany tempa wzrostu, zmiany w morfologii roślin i zmiany na poziomie mikroskopowym stanu komórek. W przypadku badań na muszkach owocowych oszacowano śmiertelność w odpowiedzi na światło UVA, zmiany morfologiczne i behawioralne. W badaniach na ludziach przeprowadzono analizę poziomów kortyzolu, serotoniny, melatoniny i testosteronu we krwi, ślinie i moczu za pomocą testów ELISA. Testy wykonano we współpracy z Zakładem Bromatologii Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego. Pomiar długości faz aktywności i snu przeprowadzono za pomocą testu STP (subjective time perception), opracowanego przez Mateusza Harasymczuka [15]. Dodatkowe parametry jak bilans wody, aktywność fizyczna, motywacja, stany emocjonalne, jakość snu, pomiary temperatury i masy ciała w odcinkach dwugodzinnych, i wiele innych, miały na celu dopełnić analizę biochemiczną.

We wszystkich przypadkach wykorzystano zróżnicowane rozwiązania z zakresu światła dziennego i sztucznego oświetlenia miejsc przeprowadzanych eksperymentów naukowych, poprzez okres wystarczający do osiągnięcia wymaganych celów z możliwie dużymi grupami badawczymi i grupami referencyjnymi. W przypadku badań na ludziach, każda z osób była dla siebie referencją w środowisku kontrolnym.

Badania na ludziach miały na celu określenie wpływu oświetlenia na organizm. We wszystkich badanych przypadkach nie stwierdzono negatywnego wpływu oświetlenia na organizm ludzki. Stwierdzono natomiast cały szereg działań dobroczynnych:

1. Analiza zmian behawioralnych nie wykazała negatywnego wpływu oświetlenia na zachowanie uczestników badania. Analogowi astronauta raportowali zwiększoną koncentrację w czasie pracy w testowanym oświetleniu. Osoby przebywające w izolacji od światła słonecznego nie czuły potrzeby wyjścia na działanie promieni słonecznych, brakowało bardziej kontekstu kontaktu z naturą w odniesieniu do światła słonecznego. Osoby raportowały, że symulator światła słonecznego w habitacie nie przypominał światła słonecznego ze względu na brak zróżnicowania w natężeniu i kolorycie w czasie dnia, jak to jest w przypadku zmiennego światła słonecznego uzależnionego od zmiennych warunków pogodowych. Jednolitość i stałość parametrów oświetlenia dawała jasno do zrozumienia, że oświetlenie jest sztuczne, ale we wszystkich opiniach było ono komfortowe i nieinwazyjne.

2. Analiza zmian morfologicznych, jak kolor skóry po ekspozycji na UVB, nie wykazała zmian, jakie obserwowane są przy ekspozycji na światło słoneczne. Powodem była limitowana dawka UV w eksperymencie ze względów bezpieczeństwa.
3. Analiza zmian biochemicznych i molekularnych wykazała pozytywny wpływ na syntezę kluczowych związków zegara biologicznego oraz hormonów: kortyzolu, melatoniny, serotoniny i testosteronu. Przebywanie w sztucznym świetle powodowało znaczący spadek syntezy powyższych związków. Testowane światło (z pasmem UV), może wpływać na wzrost poziomów kluczowych związków w organizmie ludzkim. Oszacowano, że aby utrzymać równowagę w poziomie związków światło-reaktywnych, należałoby przebywać w testowanym typie oświetlenia w różnych odcinkach czasu w zależności od rodzaju substancji: około 4 godziny dla utrzymania poziomu melatoniny, 13 godzin dziennie dla utrzymania poziomu serotoniny, 7.5 godziny w celu utrzymania poziomów testosteronu. Ponieważ badania były wykonywane w pełnej izolacji od światła słonecznego, ekspozycje na testowane oświetlenie mogłyby być mniejsze u osób, które regularnie wychodzą na zewnątrz na działanie promieni słonecznych. Zmiany zaobserwowano w metabolizmie wody ale nie w rytmach okołodobowych ze względu na narzucony reżim pracy i snu w czasie misji.
4. Zaobserwowano pozytywny wpływ oświetlenia na bilans wody oraz syntezę witaminy D. Już 20 minutowa ekspozycja na światło z odsłoniętą twarzą i rękami wpłynęła na jej syntezę w organizmie. Przy zastosowanych parametrach oświetlenia wystarczyłoby 5 godzin ekspozycji, aby wyprodukować dzienne zapotrzebowanie witaminy D w organizmie.

Badania przeprowadzono w warunkach ograniczonej ilości promieniowania UV, z naświetlaniem tylko przez 3 godziny na dobę. Taki czas ekspozycji nie wywołał żadnych niepożądanych objawów w czasie misji ani po pięciu miesiącach od jej zakończenia. Na podstawie analiz oszacowano dawki UV, które byłyby optymalne dla osób pracujących w izolacji od światła słonecznego. Na tym etapie badań nie jesteśmy w stanie jasno stwierdzić, czy proponowane zwiększenie dawki byłoby bezpieczne dla ludzi, w szczególności nie możemy stwierdzić, czy osoby pracujące w takim oświetleniu kilka miesięcy czy lat, nie będą miały zwiększonego ryzyka zachorowalności na raka skóry. W przyszłości należałoby wykonać podobne badania, ale o wydłużonym czasie ekspozycji na światło

UV (na przykład 12 godzin na dobę), i przeanalizować ponownie badane w tym raporcie parametry, w szczególności dokładnie przebadać zmiany morfologiczne skóry.

W wyniku prac badawczych określono wydajność sztucznego oświetlenia słonecznego dla pracowników zmianowych. Pomimo bardzo trudnych warunków pracy i częstych przeskoków faz aktywności i snu osób badanych o 8 godzin do przodu i 8 godzin wstecz, zaobserwowano pozytywny wpływ oświetlenia na wydajność pracy pomimo doświadczania jet lagów (ból głowy, nerwowość, brak snu, brak apetytu, apatia). Uczucie jet lag zniknęło szybko od 1 do 2 dni po przesunięciu faz u osób badanych. Osoby te raportowały wyraźne ożywienie pod wpływem działania oświetlenia w habitacie.

Badania na roślinach i muszkach owocowych miały na celu uzyskanie informacji na temat szkodliwości działania oświetlenia. Poprzez szkodliwość oświetlenia rozumiano oszacowanie limitów odległości i natężenia światła z dodatkiem pasma IR i UV. Na podstawie badań określono następujące ryzyka korzystania z testowanego typu oświetlenia:

1. Światło stosowane zbyt długo, w szczególności całą dobę bez przerwy, zaburza pracę zegarów biologicznych roślin, zwierząt i ludzi prowadząc do zaburzeń behawioralnych (nerwowość, halucynacje, itp.) i fizjologicznych (np. wycieńczenie organizmu, osłabienie odporności immunologicznej). W dłuższej perspektywie, przebywając w świetle więcej niż 3 doby, można doznać uszczerbku na zdrowiu, w skrajnych przypadkach prowadzącym do śmierci. Światło należy stosować w czasie fazy aktywności danego organizmu żywego i wyłączać na fazę snu. U roślin zamiast fazy snu mamy do czynienia z tzw. fazą ciemną niezbędną do zakończenia procesu fotosyntezy, czyli do syntezy glukozy. Bez tej fazy rośliny nie będą w stanie syntetyzować niezbędnej energii do podtrzymywania procesów życiowych.
2. Światło UV w testowanym typie oświetlenia może uszkodzić tkanki żywe oraz wpłynąć na wzrost śmiertelności muszek owocowych. Stosując eksperymentalnie najwyższe dawki światła UV, jakie może wygenerować lampa, oraz manipulując natężeniem poprzez odległość lampy od badanych organizmów ustalono, że w przypadku roślin, delikatniejsze gatunki jak sałata ulegają uszkodzeniu, jeśli lampa znajduje się w odległości 45 cm emitując 100% światła UV.

3. Testowany typ oświetlenia ma wpływ na zwiększoną śmiertelność owadów, ale nie na zmiany morfologiczne czy behawioralne. W analizowanym przypadku ekspozycji zwierząt na działanie lampy w odległości 31-38 cm, śmiertelność zwierząt w ekspozycji UVA wyniosła 13.4% więcej od śmiertelności grupy kontrolnej. W przypadku fiolek leżących 11.7% więcej.
4. Stosowanie lampy bez pasma UV wpływa na obniżenie poziomów kortyzolu, serotoniny, melatoniny i testosteronu podobnie jak inne typy sztucznego oświetlenia.

## Wniosek końcowy

Warunki oświetleniowe, w jakich znajdują się organizmy żywe, mają ogromny wpływ na jakość życia. Długoterminowe przebywanie w sztucznym oświetleniu może wywierać negatywny wpływ na zdrowie poprzez niedobory licznych substancji światłoczułych, syntetyzowanych tylko w obecności promieniowania UV nieprzepuszczalnego przez szyby. Badany prototyp oświetlenia spełnia podstawowe założenia symulacji światła naturalnego: poszerzone pasmo emisji, zmienność barwy temperaturowej w poszczególnych cyklach dnia oraz możliwość kompozycji specyficznych koktajli świetlnych. Stworzenie sztucznego światła słonecznego stało się możliwe dzięki pojawieniu się diod UV i ich dostępności na rynku. Ten typ oświetlenia cechuje ogromny potencjał w zastosowaniu dla przestrzeni izolowanych od światła słonecznego, takich jak biurowce, hale targowe, sale szpitalne, hale hodowlane i przemysłowe. Unikalną wartością tego produktu jest komfort używania i prozdrowotny wpływ na organizm, w szczególności na pracę zegara biologicznego, w tym na regulację cyklicznie syntetyzowanych związków i hormonów. Dodatkowo, oświetlenie może kompensować suplementację witaminy D dla osób, które mają ograniczone możliwości syntezy tego związku w kontakcie ze światłem słonecznym i nie mogą przyjmować suplementacji doustnej.

Docelowym etapem rozwoju projektu może być wdrożenie produkcji odpowiednich oświetlaczy na potrzeby rynkowe. Specjalny prototyp oświetlenia jest też opracowywany dla zaprezentowania światowym agencjom kosmicznym w celu ewentualnej implementacji go na statkach kosmicznych i w przyszłych bazach pozaziemskich.

**Podziękowania.** Autorka pragnie podziękować Danielowi Maciejewskiemu – konstruktorowi pierwszego prototypu oświetlenia, które obecnie jest zainstalowane w habitacie Lunares w Pile, pracownikom spółki oświetleniowej Qlab za wspólną realizację grantu w Śląskim Centrum Przedsiębiorczości, Mateuszowi Harasymczukowi, Janowi Kołodziejczykowi i Bogdanowi Wszołkowi za pomoc w montażu oświetlenia i dostosowaniu habitatu do eksperymentów na ludziach, wolontariuszom, którzy wzięli udział w badaniach, uczestnikom misji Bright-1, Bright-2, Eternity, Destiny, Emmopol-1 i Emmopol-2 oraz osobom biorącym udział w analizie próbek, w szczególności Patrycji Adamskiej za badania na muszkach owocowych oraz Mirosławowi Krośniakowi, Natalii Bubrowskiej i Klaudii Beściak za współpracę w badaniach na ludziach.

### Literatura

- [1] Deisseroth K., 2015, *Nature Neuroscience*, 18, 1213
- [2] Kira E. O'Day, 2008, *PLOS Biology*, 6, 1359
- [3] Riker AI., Zea N., Trinh. T., 2010, *The Ochsner Journal*, 10, 56
- [4] Valmalette J. C. et al., 2012, *Scientific Reports*, 2, (nr) 579
- [5] Holick M. F., 2006, *Mayo Clinic Proc.*, 81, 353
- [6] Holick M. F., 2016, <http://ar.iiarjournals.org/content/36/3/1345.full>
- [7] Hastings J. W., et al., 1991, *Neural and Integrative Animal Physiology* (ed. C. Ladd Prosser), Wiley-Liss, 435–545
- [8] Paranjpe D. A., Sharma V. K., 2005, *Journal of Circadian Rhythms*, 3, 7
- [9] Kołodziejczyk A., 2011, *Chemical circuitry in the visual system of the fruitfly, *Drosophila melanogaster**. Praca doktorska (Stockholms Universitet)
- [10] Kołodziejczyk A., et al., 2016, *Acta Futura*, 10, 37
- [11] Spitschan M. et al., 2016, *Scientific Reports*, 6, (nr) 26756
- [12] Turner J., 2011, "Ultraviolet radiation reflection from building materials: characterisation, quantification and the resulting effects", Doctoral thesis, University of Southern Queensland, [https://eprints.usq.edu.au/19645/2/Turner`2011`whole.pdf](https://eprints.usq.edu.au/19645/2/Turner%202011%20whole.pdf)
- [13] [https://neoled.com.pl/warunki`oswietlania`roslin`diodami`swiecacy.html](https://neoled.com.pl/warunki-oswietlania-roslin-diodami-swiecacy.html)
- [14] <https://www2.pvlighthouse.com.au/calculators/solar%20spectrum%20calculator/solar%20spectrum%20calculator.aspx>
- [15] Kołodziejczyk A. et al., 2017, *International Journal of Cognitive and Language Sciences*, 11 (Nr 3), [doi.org/10.5281/zenodo.1129596](https://doi.org/10.5281/zenodo.1129596)





Łańcuch Markariana (24 marca 2020). *(fot. K. Gut)*

# The last two solar cycles 23 and 24

Katarzyna Smolarek i Grzegorz Michałek

Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

**Abstract.** Space weather is mainly controlled by activity of the Sun and its prediction is crucial for the development of civilization on the Earth. We live in the world of advanced technology that is highly vulnerable to the effects of the Sun. Currently, active phenomena from the Sun may significantly disrupt our live on the Earth. Forecasting appearance of geomagnetic disturbances and their intensity is very important issue raised before modern science (also for astronomers because they frequently use observations from space). In the present paper we have analysed the parameters describing changes in solar activity in the last three decades. The phenomena occurring on the Sun (spots, groups of spots, flares, coronal mass ejections (CMEs)) and their impact on the Earth's environment (solar energetic particles (SEPs), geomagnetic storms) have been discussed. Overall, we have noticed a decline in solar activity and the intensity of geomagnetic storms for three decades. Only low-energy CMEs, with a propagation speed lower than 800 km/s and wide CMEs, including halo events, showed a different behaviour during this period. The lowest minimum since the Dalton minimum which preceded the solar cycle 24 and the exceptionally low activity of this cycle caused a reduction in the intensity of the solar wind and the “thinning” of the interplanetary medium. This facilitated the eruption and expansion of the CMEs. This led to an increase in the amount of narrow and wide ejection. However, these ejections were low-energy and “diluted” (they contain lower values of the magnetic field), therefore their impact on our planet was negligible. The only, but very noticeable effect of the decline in solar activity could be climate change, the Earth's slow cooling.

## Introduction

The Sun, which is the brightest astronomical object in the celestial sphere, has always aroused great human interest. It is the star closest to the Earth that determines our existence. Despite the fact that it is the best-studied astronomical object, there are still many unresolved questions regarding its activity. Just its variability over time causes our great interest. The Sun gives us warmth and light necessary for life, but it also generates many negative phenomena in the Earth's environment. Recognizing these threats is important from the point of view of space weather. Therefore, in this work we analyse the variability of the Sun over the last three decades. We focus (if data is available) on this period of time because there was a breakthrough in the study of the Sun due to intensive satellite observations. In addition, anomalous behaviour in the variability of the Sun has been observed recently. These observations show that the activity of the Sun has been steadily decreasing. This could have a significant impact on the climate of our planet.

The activity of the Sun is related to all phenomena observed in the solar atmosphere. They lead to changes in the intensity of electromagnetic radiation and solar wind. These changes occur in the 11-year cycle. Initially, solar activity was mainly associated with the presence of sunspots (dark areas on the solar disk). This was due to the fact that sunspots were the first phenomenon discovered in the early 17<sup>th</sup> century on the solar disk. We now know that sunspots are accompanied by many other phenomena that appear periodically in the solar atmosphere: plages, flares, prominences and coronal mass ejections (CMEs). Thanks to the use of space telescopes, we can observe these phenomena in the entire range of the electromagnetic spectrum. The most relevant data were obtained from Ulysses, SOHO, Yokhoh, STEREO and SDO satellites.

Formally scientific observations of the Sun began with the invention of the telescope in the early 17<sup>th</sup> century. Thanks to the telescope, it was possible to observe sunspots. It turned out that the number of sunspots is not constant, it changes cyclically over time. The periodicity of the solar cycle was noticed in 1843 by Samuel Heinrich Schwabe [1]. His seventeen-year observations, in search of the hypothetical planet Vulcan, allowed him to observe cyclical changes in the number of spots appearing on the solar disk. Schwabe noticed that the number of spots periodically increases and decreases, with one cycle being approximately 11 years.

A detailed study of the sunspots was continued by the Swiss astronomer Rudolf Wolf. He defined the universal measure of solar activity, which allows to reliably describe the activity of the Sun at different periods of time. Now we commonly refer to this quantity as the Wolf number and will be discussed in detail later in this paper. Wolf traced back, using historical observations, the number of sunspots almost to the beginning of the 18<sup>th</sup> century. The resulting dataset and subsequent systematic observations of the sunspots provided the first basic data on long-term solar activity. In Figure 1 all the cycles of solar activity to date are presented based on the observed number of spots. Additionally, three characteristic periods of increased (modern maximum) and decreased (Dalton and Maunder minima) activity of the Sun lasting longer than one solar cycle were marked. Cycles are numbered according to the convention that cycle 1 begins in 1755. Each subsequent cycle begins and ends during periods of minimal solar activity.

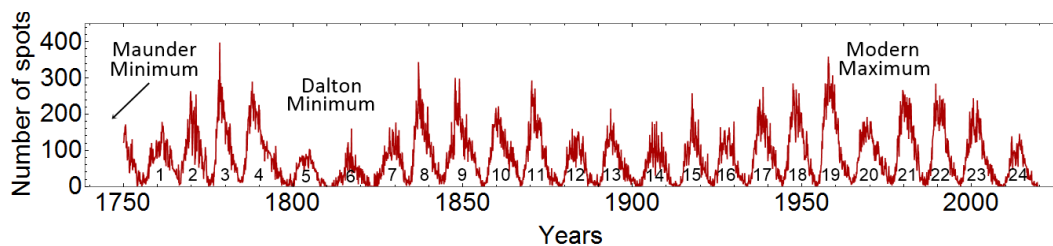


FIGURE 1. All the cycles of solar activity. Additionally, three characteristic periods of increased (modern maximum) and decreased (Dalton and Maunder minima) activity of the Sun lasting longer than one solar cycle are marked.

An interesting aspect of sunspots is their location. They are not formed on the entire solar disk. At the beginning of each new cycle, spots appear at large heliographic latitudes, i.e. from  $35^\circ$  to  $45^\circ$  from the solar equator. As the cycle progresses, more and more sunspots appear closer to the solar equator. The end of the cycle is characterized by a small number of spots that form near the solar equator. Detailed observations of changes in the activity of the Sun have shown that, despite their general periodicity, the durations of individual cycles are different. The lengths of the observed solar cycles range from 9 to 13.5 years. Moreover, over the centuries, since the invention of the telescope, there have been periods when the Sun has behaved atypically in this respect.

Such a specific period of activity of the Sun was observed from 1645 to 1715, when there were practically no spots on the Sun. English solar observer John. A. Eddy named this period, after the name of English researcher of the Sun, Maunder minimum [2]. Gustav Spörer, on the

other hand, drew attention to the fact that between 1672 and 1699 there were less than 50 sunspots in total, where at that time, during the period of normal solar activity, there should be more than 4000 [3]. During the Maunder Minimum, the Sun was “producing” fewer spots and simultaneously emitting less energy towards the Earth. This caused a significant cooling of the climate and this period was called the Little Ice Age. Then the winters were very severe and hunger appeared in many places on Earth. This fact shows that the Sun has a significant impact on life on our planet, so even small changes in its activity can have unimaginable consequences for human existence. A similar, but weaker, decrease in solar activity was observed during the so-called Dalton Minimum (solar cycles 5, 6 and 7). And the largest solar activity was recorded in the middle of the last century (cycle 19). These characteristic periods of solar activity are also marked in Figure 1.

In the early 20<sup>th</sup> century, it was discovered that the cause of sunspots is a strong magnetic field emerging in the photosphere [4]. It was a breakthrough discovery, it showed that the activity of the Sun is related to its magnetism [5]. Additionally, it was noticed that in the opposite hemispheres, the reverse orientation of the magnetic field was observed for the groups of spots (active regions). This magnetic polarization of active regions changes to the opposite with successive cycles of activity. This means that the complete solar cycle lasts not 11 but 22 years. However, many parameters describing the activity of the Sun are insensitive to the magnetic polarization of active regions, therefore it is assumed that the basic cycle of solar activity is about 11 years.

On April 9, 2018, a Polish scientist, dr. Tomasz Mrozek, was the first to notice a sunspot with reversed polarity of the magnetic field in relation to that observed in cycle 24. The appearance of this sunspot formally gave rise to the cycle 25 of solar activity. In this paper we present mostly (sometimes we present also cycle 22) the characteristics of the last two cycles of solar activity (cycle 23 and 24). The choice of these cycles is due to the fact that anomalous solar activity was recorded in this period of time. Between the solar cycles 23 and 24, an unusually long and low minimum of solar activity was observed. Also, the maximum solar activity in the last cycle (24) was the lowest since the Sun was in the so-called the Dalton minimum, i.e. the turn of the 18<sup>th</sup> and 19<sup>th</sup> centuries. With the start of the cycle 24, the Ulysses space probe, which studies the parameters of the solar wind near the Earth, showed a 20% drop in solar wind pressure relative to the period in the previous solar activity minimum [6]. This is the lowest value recorded since

the solar wind parameters have been measured (since the 1960s). Such anomalous behaviour of the Sun may have a significant impact on the Earth's magnetosphere and climate in the near future.

The aim of this study is to present the parameters characterizing the Sun in the last two cycles of solar activity (23 and 24). Their analysis allows us to show the anomalous variability of the Sun in the wide range of available observations. This analysis is also facilitated by the large number of different observations that have been carried out for three decades from space.

## **Analysis of solar observations**

This section presents observational data on the parameters of the Sun, focusing on the last two activity cycles. These data were obtained from various databases which used observations from different instruments.

### **Wolf number**

As was mentioned in the introduction, scientific observations of the Sun began with the invention of the telescope (early 17<sup>th</sup> century). It was the first time that sunspots could be observed in details (there are many mentions of sunspots observations in ancient times with the naked eye). Soon after their discovery, the Sun entered a phase of very low activity known as the Maunder minimum. During this period, for almost a hundred years, negligible sunspots were recorded. This resulted in a significant decrease in solar observations. A renewed interest in observing the Sun by astronomers appeared in the mid 19<sup>th</sup> century, after the completion of the Maunder minimum. The most famous solar observer at the time was the Swiss astronomer Rudolf Wolf. Wolf introduced a universal indicator for determining solar activity, known today as the Wolf number. It is a numerical index, calculated on the basis of the number of sunspots visible on the solar disk and the number of groups of spots, i.e. clearly separated clusters of spots. It is defined by an equation

$$R = (10g + p)k$$

where  $p$  is the number of individual spots,  $g$  is the number of sunspot groups, and  $k$  is the observatory factor that varies with location and instrumentation. Wolf's method was based on a principal observer. In



the years 1849-1893, the main observer was Rudolf Wolf himself and his correction factor was  $k=1.0$ . The  $k$ -factor for other observers determining the Wolf number on the same days was set to  $k=0.60$ . From 1981 to the present time, the Wolf number is provided by the Royal Observatory of Belgium with S. Cortesi as the main observer. His task is to collect observations from as many stations around the world as possible, determine the appropriate  $k$ -factor for each of them, and calculate the respective Wolf number for a given day. There are now a number of other parameters that describe solar activity. However, the Wolf number is determined the longest, which makes it the most popular and key indicator of solar activity. The number of sunspots (Wolf number) is normally given as the daily number of spots observed, the monthly average, the yearly average, but the most common it is given as a 13-month smooth average number of sunspots.

Figure 2 shows the Wolf number during the last three solar cycles. The data comes from SILSO (Sunspot Index and Long-term Solar Observations). Three cycles are presented to show a clear downward trend in solar activity over the past decades.

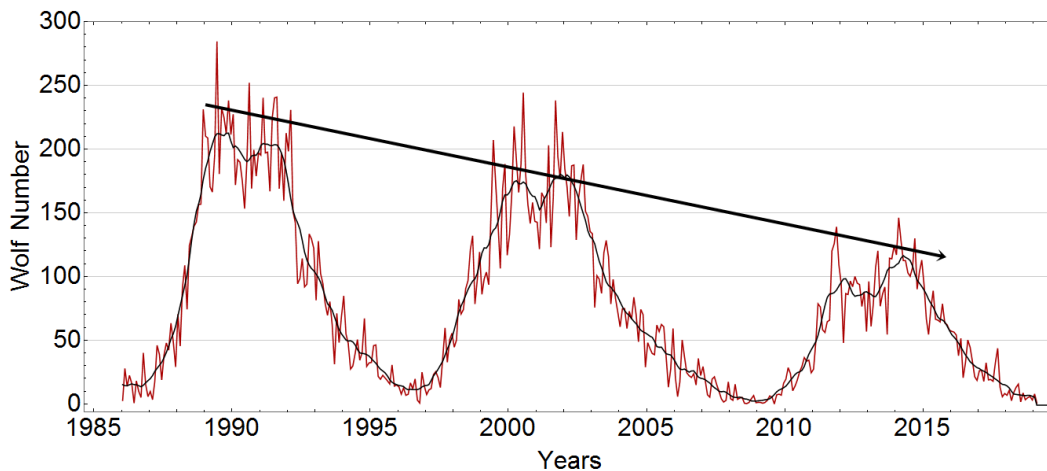


FIGURE 2. Wolf number for cycles 22-24. The red line represents monthly averages sunspot number while the black line reflects the 13-month smoothed average sunspot number.

The maximum smoothed Wolf number for the cycles 23 and 24 are 180.3 (November 2001) and 116.4 (April 2014), respectively. Considering this index, it seems that cycle 24 was about 35 percent weaker compared to cycle 23. Solar activity during the maximum of cycle 24 was the lowest since the Dalton minimum (cycle 5, 6, and 7), i.e. from around 1810. Additionally, the solar cycle 24 started with an extremely low and extended period of minimum of solar activity (the minimal Wolf

number was only 2.2). For comparison, between the cycles 22 and 23, the minimum value of the Wolf number was 11.2. The first predictions for cycle 24, published by NOAA and NASA, assumed much stronger solar activity. Therefore, the very low and prolonged minimum preceding this cycle was not fully understood. During this minimum, as many as 801 days without sunspots were recorded, when for all 23 minimums between previous solar cycles the average number of days without sunspots was only 485. This low activity of the Sun lasted until 2010. According to some researchers, the changes presented (Figures 1 and 2) may result from a much longer Gleissberg cycle. It assumes a reduction in solar activity every 88 years. The low activity of the cycle 24 may actually support this thesis.

Figure 3 shows the lengths of the 24 solar cycles so far. The cycle 23 is one of the longest, as it lasted 12.50 years (the record-breaking cycle was 4-13.67 years). In contrast, the next cycle 24 proved to be one of the shortest, lasting only 9.33 years. April 2018 was assumed to be the end of the cycle 24. Only cycles 2 and 3 were shorter than this cycle.

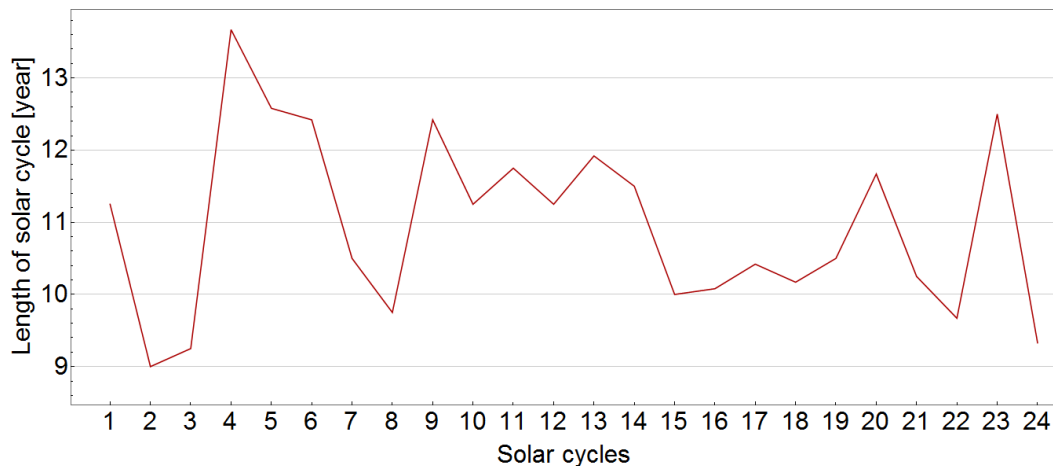


FIGURE 3. The length of solar cycles.

Considering the two basic parameters that characterize the solar cycles, namely their intensity and length, it can be seen clearly that cycle 24 is unique. Does this mean that the Sun enters a longer period of anomalous activity?

### Sunspots groups

The Wolf number discussed in the previous section is difficult to determine. It depends significantly on the observer as well as the quality of the observation instrument. The resolutions of telescopes are systematically

increasing, which makes it possible to detect smaller and smaller sunspots. This makes the determination of the successive correction factors  $k$  very complicated. For this reason, a simpler indicator of solar activity was introduced, namely the number of observed groups of sunspots [7]. A group of spots resulting from the emergence of a bundle of magnetic lines is called an active region (AR) on the Sun. The current number of sunspot groups is determined as the mean value of multiple observations and presented by the Space Weather Forecasting Center (SWPC/NOAA). The figure below shows the number of sunspot groups, based on SILSO data, for the last three cycles.

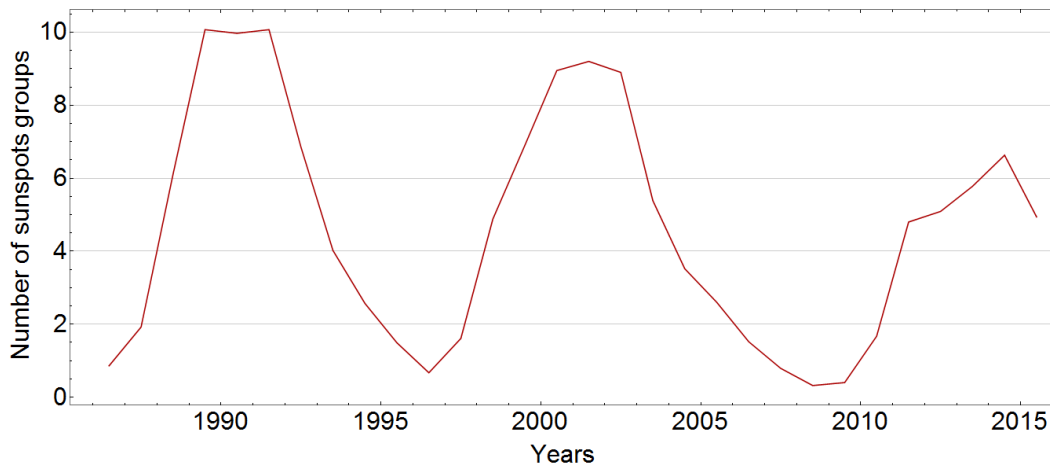


FIGURE 4. Annual averages of sunspot groups for cycles 22-24.

It is easy to notice that, as in the case of Wolf's number, the number of spot groups has been systematically decreasing in the last three decades. During the maximum of cycle 24, the number of sunspot groups was 40% less than that at the 22nd maximum and 30% less than that at the 23rd maximum. During the period of minimal solar activity at the beginning of the cycle 24, the number of sunspot groups was half that of the minimum preceding cycle 23. Similarly, as in the case of the Wolf number, the behaviour of sunspot groups in recent decades indicates a marked decline in solar activity over the coming decades.

## Solar flares and coronal mass ejections

As mentioned earlier, the activity of the Sun is determined by the magnetic field produced by the dynamo mechanism in its interior. The magnetic field is responsible for both relatively quiet phenomenon, such as sunspots, and violent outbursts that can directly affect our planet. The intensity of these phenomena depends on the structure (local and global) of the magnetic field and is obviously correlated with the solar

activity cycle. The most energetic outbursts on the Sun are flares and coronal mass ejections (CMEs). They will be discussed in the following paragraphs. The first observation of a solar flare was made independently by two astronomers Richard Carrington and Richard Hodgson in 1859 [8, 9]. While projecting the image of the Sun on the screen, they noticed a brightening, lasting about 5 minutes, on the solar disk. Several hours after this observation, strong auroras and geomagnetic disturbances were observed on the Earth. It was the first time that these disturbances were associated to solar activity. Since then, these kinds of outbursts have been observed on the Sun many times, and have been called solar flares.

Solar flares occur in solar atmosphere (chromosphere and corona) with a strong and complex magnetic field. They are caused by reconnection of magnetic field which heat the solar plasma to temperatures comparable to those of the solar core. For this reason, during these outbursts there is a sharp increase in the brightness of the Sun over the entire range of electromagnetic radiation. The most rapid change in brightness is observed in the X-ray and gamma-ray ranges. This very energetic radiation has a significant impact on the ionization state of the Earth's magnetosphere. Ionization of the Earth's ionosphere may significantly affect communication systems using short radio waves (airships and ships).

Currently, flares are observed mainly in the X-rays waves. Their classification is based on observations in this area of the electromagnetic spectrum. It is based on the measurement of peak brightness in the wavelength range of 0.1 to 0.8 nanometers from observations by GOES satellites. There are five classes of flares: A, B, C, M and X. Their detailed classification is presented in Table 1.

TABLE 1. Solar flares classification.

Class	Maximum flux [W/m <sup>2</sup> ]
A	$<10^{-7}$
B	$10^{-7} - 10^{-6}$
C	$10^{-6} - 10^{-5}$
M	$10^{-5} - 10^{-4}$
X	$>10^{-4}$

The strongest flares are marked with the letters M and X. They are associated with severe eruptions often accompanied by coronal mass ejections. Then they can generate strong geomagnetic storms. The only pleasant symptom of severe geomagnetic storms are intensive auroras. Class A, B and C flares do not significantly affect the Earth and its

magnetic field. Therefore, the present work focuses on flares with a flux greater than  $10^{-5}$  W/m<sup>2</sup> (M and X classes of flares). The number of observed flares during the last three cycles of solar activity is shown in Figures 5 and 6. The data comes from the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

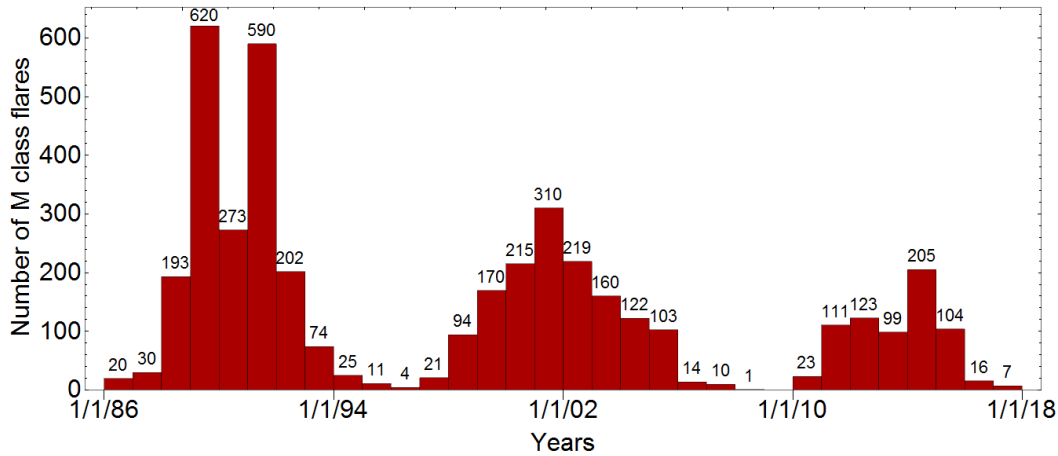


FIGURE 5. M class flares.

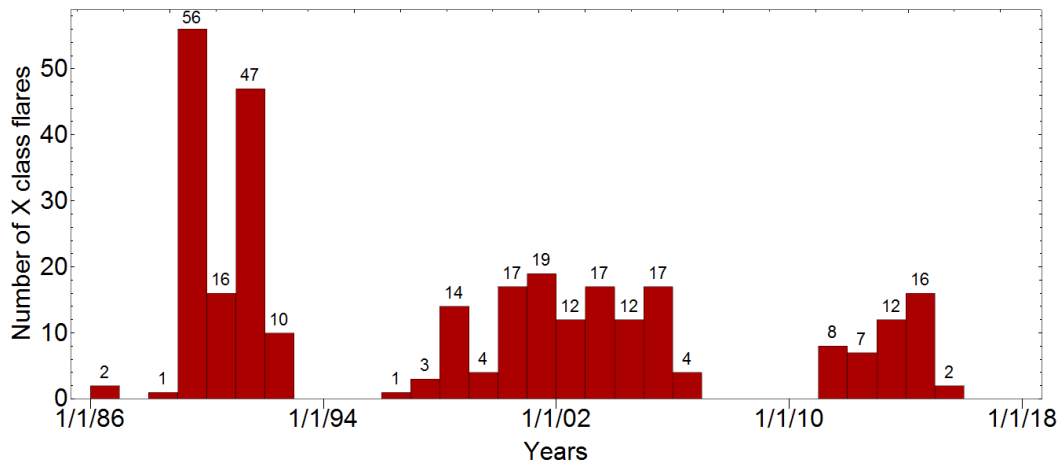


FIGURE 6. X class flares.

It is clearly visible that the solar activity, expressed in the number of the most energetic flares, systematically decreases in the last three decades. As in the case of sunspots, the lowest activity was noticed in cycle 24. In cycle 22, at the maximum of solar activity, we observe as many as 620 and 56 M and X class flares, respectively. In cycle 24, there were respectively only 205 and 16 such flares, which is about 3 times less. In the case of flares the observed trend in decreasing solar activity is even more significant in comparison with the solar activity expressed by the Wolf number. Additionally, before cycle 24 we observe a very long period when such intense bursts were not observed at all. Thus, until

2011, not a single X-class flare took place. In cycle 24 compared to the previous cycles, these types of flares were observed for a much shorter period of time (M class for 8 years, X class for only 7 years). In the case of cycle 23 such flares were observed though 12 and 11 years, respectively. It is worth noting that the flares, which are a source of high-energy radiation, can only generate negative changes in the Earth's ionosphere. They cannot be the source of geomagnetic disturbances.

Geomagnetic storm (changes in the global Earth's magnetic field) was observed immediately after the Carrington burst in 1859. It allowed to link the activity of the Sun with disturbances of the Earth's magnetosphere. However, at that time, there was no known mechanism that could explain this close relationship. Only after over a hundred years another high-energy phenomenon occurring in the solar corona was discovered [10]. These ejections were called Coronal Mass Ejection (CME). This discovery was possible thanks to coronagraphs (telescopes that generate artificial solar eclipses using the aperture called the occulting disc) placed in outer space. In coronagraphs CMEs are observed in visible light in the form of bright blobs moving away from the sun. They move at different speeds, have various shapes and different angular sizes [11, 12]. CMEs are huge blobs of coronal plasma ejected into space and if they are ejected towards our planet, they can reach it after several hours or days, generating geomagnetic storms. Thus, our special attention is paid to those CMEs that are formed in the center of the solar disk. These types of ejections, directed towards our planet, often appear in coronagraphic images as halo events [13], as they are seen as an envelope covering the entire occulting disc (their angular width is therefore 360 degrees). CME, similarly to flares, are closely related to strong magnetic fields, therefore their sources are most often located near active areas (groups of spots) or prominences.

Many space missions have contributed to the study of CMEs. The first coronal mass ejection was observed on December 14, 1971 using OSO-7 coronagraph [14]. The SOHO satellite provided the most interesting information on CMEs. This satellite has been observing the Sun continuously since 1996 using LASCO coronagraphs. Figure 7 presents the number of CMEs recorded by SOHO/LASCO observations and included in the SOHO/LASCO catalog ([https://cdaw.gsfc.nasa.gov/CME\\_list/](https://cdaw.gsfc.nasa.gov/CME_list/)).

Figure 7 looks quite surprising. As we can see, the occurrence rate of CMEs is not correlated with the Wolf number. During the period of



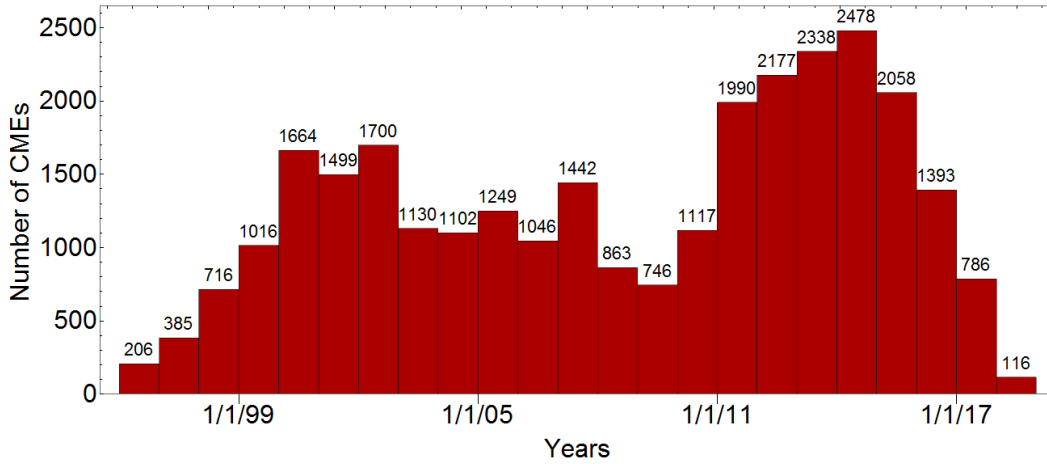


FIGURE 7. Number of CMEs in the last two solar cycles 23 and 24.

solar inactivity (2005-2010) we do not observe a decrease in the number of ejections. Additionally, we observe a much higher occurrence rate of CME during the maximum of cycle 24 compared to the maximum of cycle 23. Despite generally low magnetic activity of the Sun in cycle 24, the number of CMEs exceeds cycle 23 by 9.5%. Their number, however, drops drastically at the end of the cycle, so eventually cycle 25 will start with more than seven times less the CME occurrence rate compared to cycle 24. It is worth analysing whether this specific trend in the frequency of CMEs applies to the entire population of events or whether it depends on their physical properties.

The most frequently analysed parameters used to describe the CMEs are their speeds, angular widths and directions of propagation. This is because they allow to predict the possible impact of a given event on Earth. These basic kinematic attributes of CMEs are included in the SOHO/LASCO catalogue and were used in our analysis.

Coronal ejections move very fast. Their average speed is around 450 km/s and the fastest of them reach speeds of 3000 km/s [15]. They can therefore reach Earth in just 15-18 hours. Figure 8 shows the frequency of appearance of slow ( $V < 300$  km/s), medium ( $300 < V < 800$  km/s) and fast ( $V > 800$  km/s) CMEs. The exact values of occurrence rate of these groups of CMEs in the discussed solar cycles are presented in Table 2.

TABLE 2. Occurrence rate of CMEs in respective ranges of speeds.

Cycles	Number of CMEs in respective ranges of velocities [km/s]		
	$v < 300$	$300 < v < 800$	$v > 800$
23	5223	7477	498
24	7656	7089	202

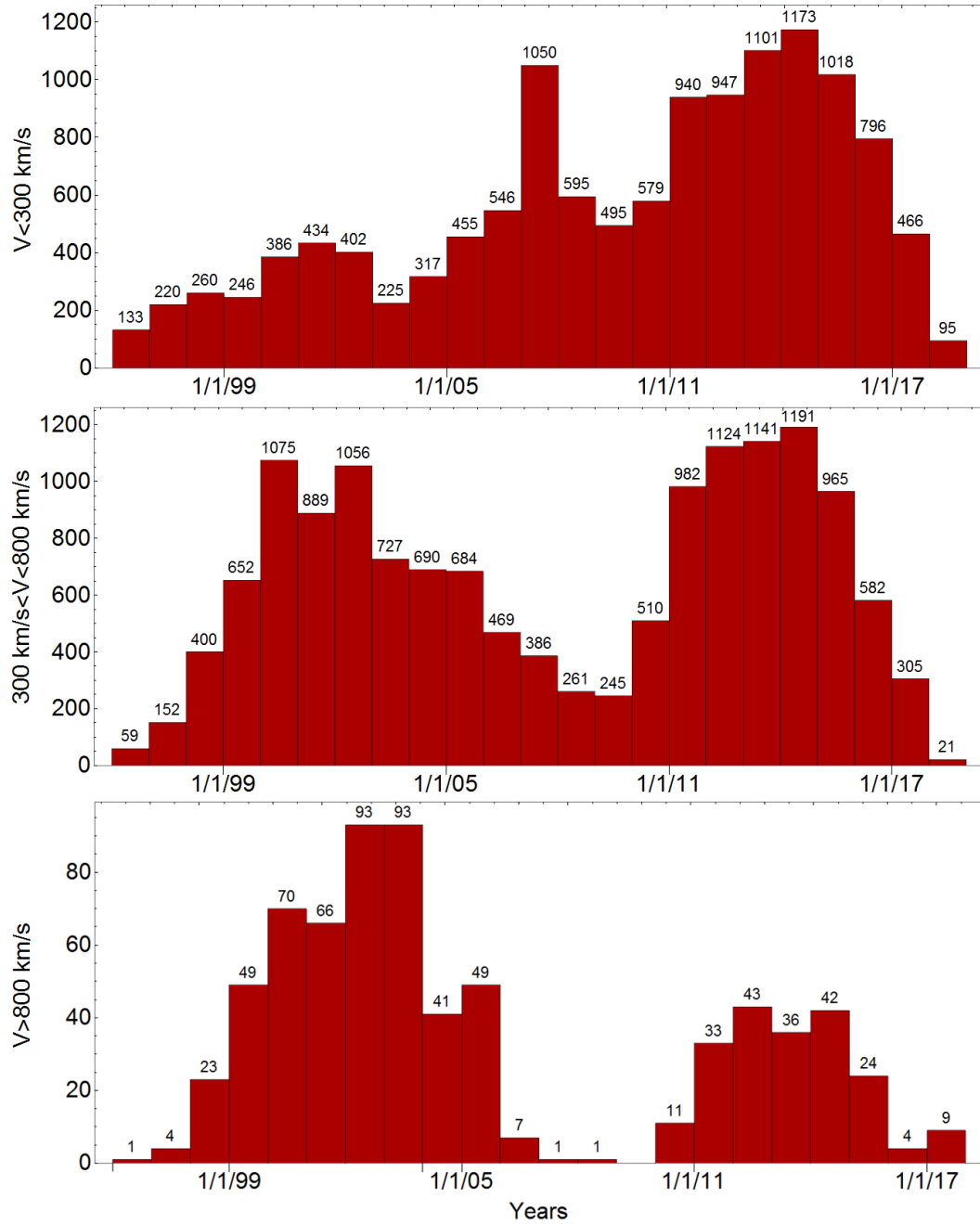


FIGURE 8. Occurrence rate of CMEs in different velocity ranges. Upper panel is for CMEs with  $V < 300$  km/s, mid panel is for CMEs with  $300 < V < 800$  km/s and bottom panel is for CMEs with  $V > 800$  km/s. Histograms presents data for the last two solar cycle (data available from SOHO satellite).

The frequency of CMEs significantly depends on their speed. The amount of slow bursts increases over time, peaking during the maximum period of cycle 24. It is interesting that during the period of the greatest decline in solar activity (2009) there is a clear local peak in the amount of ejections. The situation is different for medium velocity ejection. In this case the intensity of the events reflects the cycles

of solar activity, although there is no perfect correlation with the Wolf Number. The solar cycle 24 in the case of these bursts is more intense than the cycle 23. So this is the opposite behaviour to that observed for the Wolf number. There is a very good correlation between the fastest CMEs and the Wolf Number. There is a clear downward trend in the frequency of these ejection with time. Some differences can be observed in the shapes of the respective histograms. The occurrence rate of CMEs after reaching its maximum value, unlike sunspots, does not drop sharply, it is stretched over time with successive smaller peaks. The most energetic bursts are not only associated with solar spots, but also with prominences. At the end of the maximal phase of activity, we record the energetic CMEs generated by the prominences from polar regions (polar crown prominences). The fastest CMEs ( $V > 800$  km/s) constitute only a small fraction of all CMEs. Contrary to the slowest events, they are practically unobserved in the minimum of solar activity between cycles 23 and 24. Only a certain number (11) such events appears in 2010.

Summarizing, we can say that only the most energetic events well reflect the occurrence of sunspots, they are clearly correlated with the Wolf Number, i.e. with a strong and complex magnetic field. Slow ejections are not at all correlated with spots. They are less energetic and their production does not require very strong magnetic fields. Therefore, they can be generated by areas with a weaker magnetic field, which are not able to form a sunspot, but sufficient for the generation of coronal plasma ejections (streamers, coronal holes, chromospheric supergranules).

The second important parameter describing CMEs is their angular width. This parameter specifies the angular extent of ejection around the occulting disk. Recorded CMEs have angular widths from  $\sim 2^\circ$  to  $360^\circ$ , where the full angle means the so-called halo CMEs. It is important to notice that ejections recorded by coronagraphs are subject to projection effects. For this reason, angular widths of CMEs are overestimated, particularly those that arise in the central part of the solar disk. The most striking manifestation of the projections effect are the halo events having formally angular width  $360^\circ$  although their actual angular width often does not exceed  $60^\circ$ . Figure 9 shows the occurrence rate of CMEs for different classes of CMEs divided according to their angular widths.

The occurrence rate of narrow CMEs (width  $< 20^\circ$ ) is not correlated with solar activity cycles. Similar to slow ejections ( $V < 300$  km/s), the

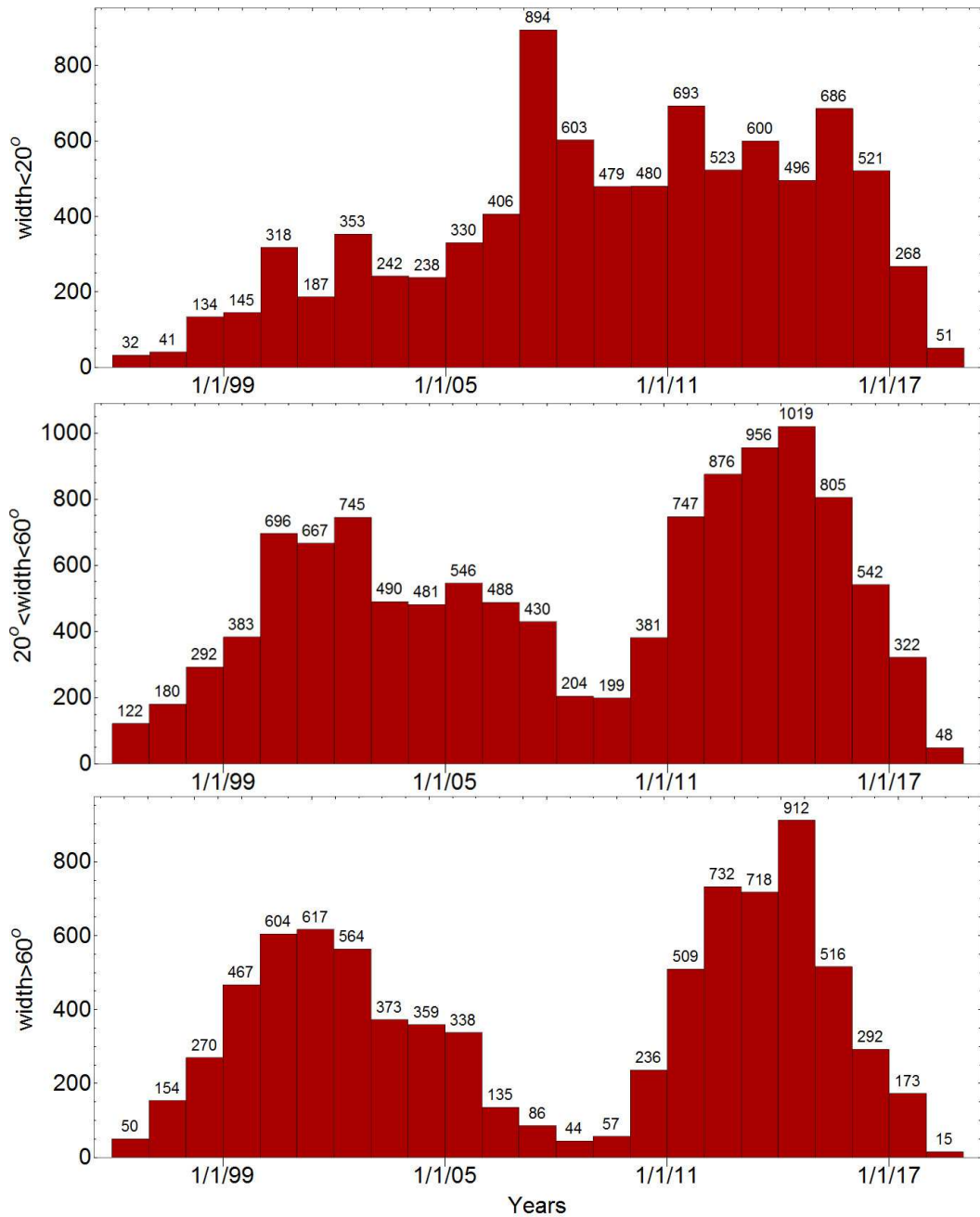


FIGURE 9. Occurrence rate of CMEs divided according to their angular width. The upper panel CMEs with width  $<20^\circ$ , the mid panel CMEs with  $20^\circ < \text{width} < 60^\circ$ , the bottom panel CMEs with width  $>60^\circ$ .

amount of narrow events increases over time. The cycle 23 was characterized by a very small number of narrow coronal mass ejections. They were the most numerous in 2007, which corresponded to the end of the cycle 23. A similar relationship occurred for slow CMEs. Even during the minimum between cycles 23 and 24, the number of narrow events exceeds their maximum number during the cycle 23. It seems that the narrow and slow ejections are the same kind of CME and are generated

in the same way from areas with a weaker magnetic field, not related to spots.

CMEs most frequently achieved angular sizes between  $20^\circ$  and  $60^\circ$ . The mean angular size for cycle 23 and 24 is  $56^\circ$  and  $53^\circ$ , respectively. CMEs having angular width greater than  $20^\circ$  occurred much less frequently during the minimum between the considered solar cycle, as opposed to the narrowest events. Generally, the frequency of their occurrence reflects the 11-year activity cycle. On the basis of the histogram, it can also be seen that the number of the CMEs in the cycle 24, for all the considered ranges of angular width, exceeds the cycle 23.

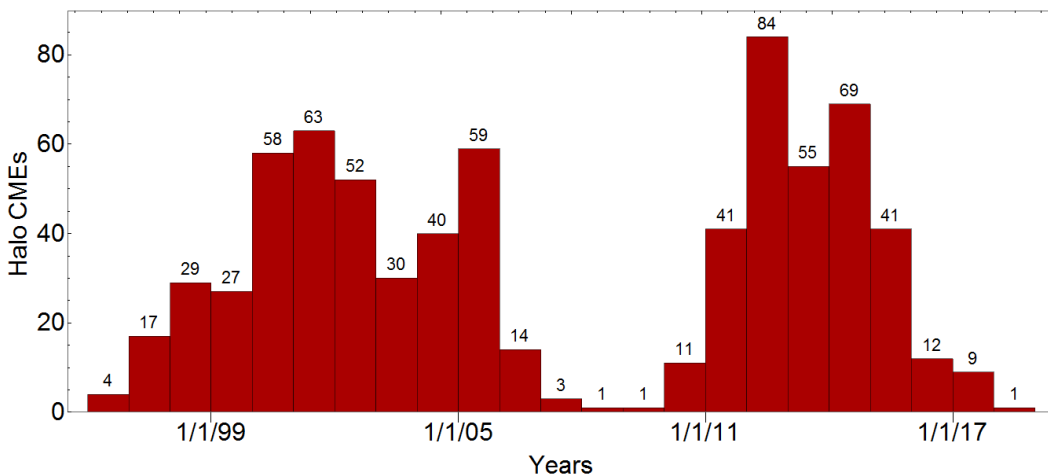


FIGURE 10. Occurrence rate of halo CMEs.

Figure 10 shows the frequency of the halo CMEs. In the case of the halo CMEs, we can note some interesting observations. First of all, in both cycles we observe an almost identical number of very energetic ejections as halo events. Secondly, in the period of the highest solar activity in cycle 24 (84 halo CMEs), we observe much more halo events compared to the same period in cycle 23 (63 halo CMEs). This is the opposite tendency to that observed in the case of the fastest CMEs. This anomalous behaviour can only be explained by the physical conditions of the interplanetary medium. As a result of the extraordinary minimum of solar activity between cycles 23 and 24, the density of the interplanetary medium decreased significantly. At that time, the solar wind was very weak, which led to a decrease in the density and pressure of the interplanetary medium. In such an environment, CMEs could more easily eject and expand. Therefore, in cycle 24 we recorded many more CMEs compared to cycle 24, which additionally had larger angular widths. This is a very important observation. The properties of CMEs depend not only on the properties of the solar corona in which they erupt, but also on

the conditions of the medium in which they propagate. This observation may be important for forecasting geomagnetic disturbances in the vicinity of our planet. This is discussed in the next section.

## Geomagnetic disturbances

The activity of the Sun has a direct impact on our planet. This interaction consists of two essential elements. First, magnetized plasma in the form of CMEs can hit the Earth generating geomagnetic disturbances. These disturbances cause change in the global structure of the Earth's magnetic field and may not appear until 14 hours after the eruption on the Sun. Second, a shock wave is generated when the coronal mass ejection reaches a velocity greater than that of the Alfvén waves in a given medium. Then, the solar energetic particles (SEP) are produced and reach the Earth after a few minutes. These particles, mostly protons, are the most dangerous for the technology and astronauts in space.

Energetic particles begin to be produced by the fast CME soon after they erupt. They have relativistic energies, therefore they reach our planet not much later than light (approximately 10 minutes later). Therefore, it is much more difficult to predict their appearance in the vicinity of Earth than the CMEs themselves. This is an important challenge for scientists studying space weather.

SEPs can also cause the precipitation of nitrates in the atmosphere near the poles, which then settle in the ice sheet. The intensity of the SEP fluxes can be inferred from the abundance of nitrates in the ice sheet. In this way, it was estimated that the strongest geomagnetic storm took place during the Carrington flare in 1859 [16]. As we can see, there is no problem with studying the historical activity of the Sun. The biggest problems arise when we want to predict solar activity and SEPs or geomagnetic storms. Additionally, charged particles act on the Earth's atmosphere causing its dissociation and ionization, which results, for example, in the enlargement of the ozone hole [17].

Formally, it is assumed that SEP takes place when the flux of 10 MeV protons exceeds the level of 1pfu [ $1 \text{ pfu} = 1 \text{ p cm}^{-2}\text{s}^{-1}\text{sr}^{-1}$ ]. Figure 11 shows the number of SEP events during cycles 22-24 (upper panel) and the average values of the SPE fluxes over 5-minute time intervals (bottom panel). Both panels are based on the records from the GOES satellites.



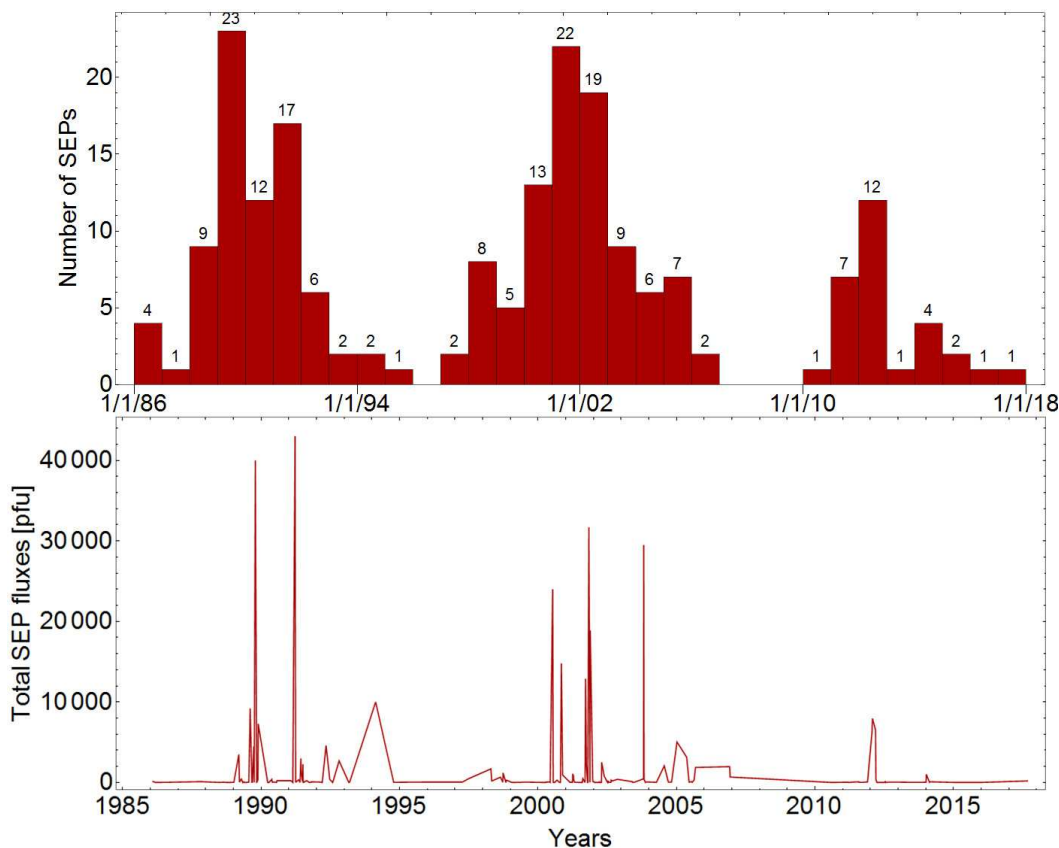


FIGURE 11. In the respective panels numbers of SEPs versus time (upper panel) and the average values of the SPE fluxes over 5-minute time intervals (bottom panel) are present.

This figure shows that the number of SEPs decreases with time. There were about 50% fewer SPE events in the period of maximum activity in cycle 24 compared to the corresponding periods in cycles 22 and 23. The total number of SEP events for cycles 23 and 24 was 93 and only 29, respectively. This confirms the thesis that during this cycle there were few, very energetic bursts. This cycle was dominated by a huge number of weak ejections. This is also confirmed by the observation of SPE fluxes presented in the bottom panel. In cycle 24, no SEPs having fluxes greater than 10000 pfu were recorded. In the previous activity cycles, single SPEs could have particle fluxes several times larger. It is also worth noting that the first SEP event in the cycle 24 took place only in August 2010, this was 21 months after the beginning of the cycle. For comparison, the activity associated with the particle energy fluxes in cycle 23 started 16 months after its beginning. In 2013, there was a sudden and drastic decline in SEP phenomena, corresponding to the phase of decline after the first maximum of cycle 24. It can be seen that the amount of energetic particles produced by solar activity has been

systematically decreasing in the last three decades. The influence of solar activity on the Earth is clearly decreasing. As mentioned above, CMEs also generate geomagnetic storms. Geomagnetic storms are a temporary disturbance to the Earth's magnetosphere. This disturbance consists in a sharp decrease in the global Earth's magnetic field. Geomagnetic storms are caused by interplanetary coronal mass ejections with enough energy to reach Earth. CMEs that reach Earth are called interplanetary magnetic clouds. They are made of coronal plasma into which a twisted magnetic field is frozen. Such a magnetic structure, by interacting with the Earth's magnetosphere, causes its annihilation and thus weakens the barrier of the Earth's magnetic field, allowing energy particles to freely affect the immediate vicinity of our planet. As mentioned before, the main effect is the reduction of the Earth's global magnetic field. Therefore these changes can be measured in different places on Earth. There are many indicators that define the intensity of these disorders. They are discussed later in the paper.

Magnetic storms were discovered by Alexander von Humboldt. From May 1806 to June 1807, von Humboldt conducted every night research on magnetic declination in Berlin. On the night of December 21, 1806, he observed the northern lights and strong changes in the magnetic field. He linked these phenomena and called a "magnetic storm" [18]. Later observations confirmed that such phenomena are global in nature. Initially, research on geomagnetic disturbance and solar activity was conducted independently. However, a few years after the discovery of the cyclicity of the number of spots [1], a similar property was noticed for changes in magnetic declination [19]. Long-term observations linked geomagnetic activity to the sunspot cycle.

The direct cause of the global change in the Earth's magnetic field during a geomagnetic storm is the so-called ring current, i.e. the drift around Earth of charged particles of the outer Van Allen radiation belt. Its intensity is measured based on the Dst index. It is an hourly indicator of the intensity of this current, expressed in nanotesla and determined on the basis of measurements from several magnetometric stations located near the Earth's equator. On this basis, geomagnetic storms are classified as intense ( $Dst \leq -100$  nT), moderate ( $-100$  nT  $< Dst < -50$  nT), or weak ( $Dst > -50$  nT) [20]. The figure 12 shows the average daily value of Dst based on data provided by the World Data Center for Geomagnetism, Kyoto. It can be seen from this diagram that the disturbances of the Earth's magnetic field are clearly correlated with the cycle of solar activity. Cycle 24 is much weaker in this indicator, practically

during this period no strong geomagnetic storms were observed despite the fact that at the same time a lot of potentially geo-effective halo was observed. Conversely, in cycle 23 very many intense geomagnetic storms with an index  $Dst > 100$  were observed. During this period, very violent disturbances with  $Dst$  below 200 nT were also noted.

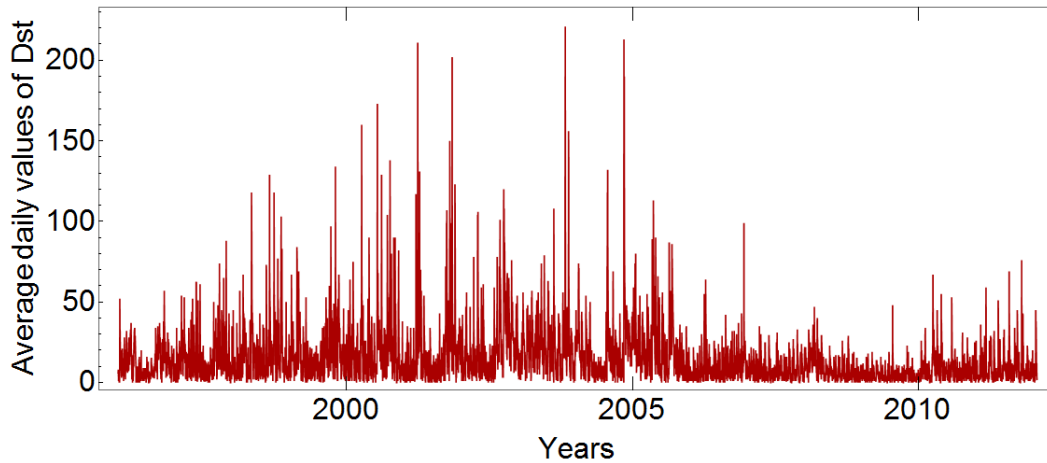


FIGURE 12. The average daily value of  $Dst$  index during the last two solar cycles.

Another parameter used to describe the disturbances of the Earth's magnetosphere is the  $K_p$  index. It is a measure of auroral activity. It is estimated using data from 13 ground-based magnetometers, collected and published by the NOAA space weather forecasting centre and the German Research Centre (GFZ).

The  $K_p$  index is determined from data obtained from 13 observatories. Local levels of magnetic field disturbances are measured at three-hour intervals and then  $K_s$  index is determined for each of the measuring stations, which can take 28 values on the scale:  $0o$ ,  $0+$ ,  $1-$ ,  $1o$ ,  $1+$ ,  $2-$ ,  $2o$ ,  $2+$ , ...,  $8o$ ,  $8+$ ,  $9-$ ,  $9o$ . Based on such  $K_s$  indices, the global value of the  $K_p$  index is calculated, the name of which comes from “planetarische Kennziffer” (meaning “planetary index”). Sometimes other similar indexes are used.

Figure 13 shows the total number of geomagnetic storms in the period of time 1996-2018. The black line presents only the number of intense storms with  $K_p \geq -7$ . In general, the frequency of polar magnetic storms correlates with the cycles of solar activity and reflects well the Wolf Number. It is worth noting that in the period from 2007 to 2009, no intense magnetic storms were observed. However, during this a quiet period of solar activity, storms of moderate intensity were recorded. These storms are probably not related to the CME but to the fast solar

wind generated by coronal holes. When the global solar magnetic field change magnetic polarization, coronal holes, usually observed near the solar poles, appear near the solar equator. Then they generate a fast solar wind affecting our planet and generating moderate geomagnetic disturbances.

It is important that in the cycle 23 (1996-2008) there were 814 and in the cycle 24 only 344 geomagnetic disturbances recorded. Thus, once again we observe not only an extremely low minimum between cycles 23 and 24, but also a significantly reduced geomagnetic activity in cycle 24.

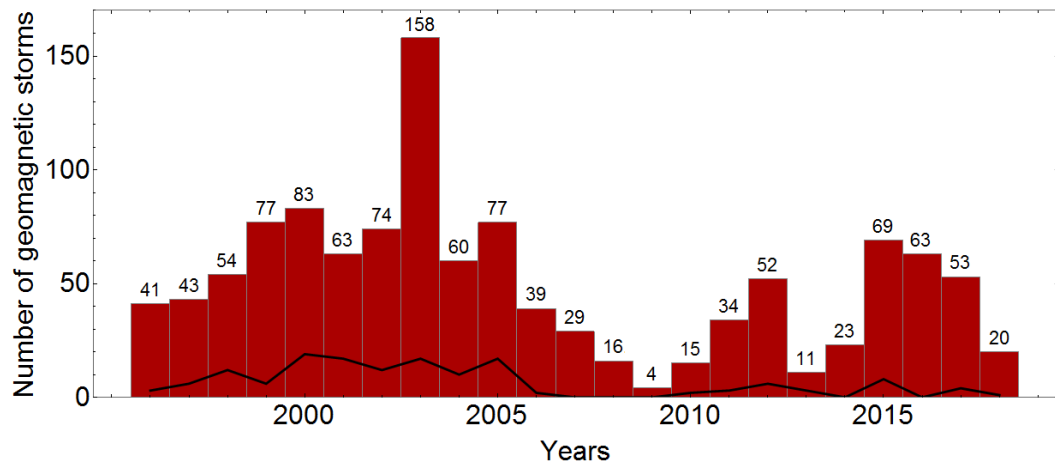


FIGURE 13. The histogram shows the number of geomagnetic storms in the period of time 1996-2018. The dark line presents only the number of intense storms with  $K_p \geq -7$ .

## Conclusions

The aim of the study was to characterize the Sun during the last three decades. A number of indicators and databases using various observation instruments were used for this purpose. This work was important for two reasons. First, in the last decades, there has been a real breakthrough in the study of our nearest star. It was caused by the appearance of a series of new instruments placed in space. Second, the Sun is currently in an anomalous phase in terms of its activity. Clearly, we have seen a systematic decline in solar activity for three decades. It could have a significant impact on climate change on Earth. This behaviour of the Sun must cause our concern. The current work has provided some interesting results. They are presented in the following points:

The last cycle of solar activity (24<sup>th</sup>) was different from the previous cycles in all respects (intensity, length, shape). Starting from the solar cycle 22, there is a clear declining trend in solar activity. This tendency is observed in the case of sunspots, groups of spots, strong flares, fast CMEs ( $v > 800$  km/s), and SEPs. This declining tendency is not observed in the case of less energetic CMEs. This trend is not observed in the case of low and medium speed CMEs. Medium speed CMEs have an 11-year cycle of solar activity, but peaks of the cycles 23 and 24 are comparable. The slowest CMEs ( $V < 300$  km/s) are not correlated with the cycles of solar activity. Their frequency systematically increases with time. Low-energy CMEs appear to be associated with magnetic field structures not directly related to the spots (coronal holes, chromospheric supergranulation, streamers). Observations of the Sun show that after the cycle 23 of activity was completed, the structure of the magnetic field on the Sun was very complicated [21]. Additionally, as a result of low solar activity (low solar wind intensity), the interplanetary medium has become thinner. This significantly facilitated the eruptions and expansions of CMEs in the last cycle of solar activity. This thesis is supported by the frequency of wide CMEs, in particular halo events. Despite a clear decrease in activity and a decrease in the amount of very energetic CMEs in the cycle 24, we observe a significant population of wide ejections. This trend is observed despite the significant decrease in the number of sunspots and the fast CMEs. Lowering the pressure of the interplanetary medium greatly facilitates the expansion of the CMEs. The properties of the ejections depend not only on the conditions in the corona where the eruption occurs, but also on the conditions in the interplanetary medium. A consequence of the “rarefied” interplanetary medium is the occurrence of a large number of halo events in the cycle 24. Despite the decline in activity, their number is the same as in the cycle 23. The number of geomagnetic storms, however, is clearly lower in the cycle 24 compared to the cycle 23. It is known that halo ejections generate magnetic storms. This observation additionally shows that although in cycle 24 the ejections easily expand and reach wide angular dimensions, at the same time they must be significantly diluted. Such rarefied halo ejections (with a lower average intensity of the magnetic field) are not able to generate magnetic disturbances, even after reaching the Earth’s orbit. The geomagnetic disturbance closely mimics the solar cycle of activity expressed in terms of the Wolf Number.

## References

- [1] Schwabe S. H., 1843, *Astronomische Nachrichten*, 21, 233
- [2] Eddy J. A., 1976, *Science*, 192, 1189
- [3] Spörer G., 1887, *Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft (Leipzig)*, 22, 32323
- [4] Hale G. E., 1908, *Astrophysical Journal*, 8, 315
- [5] Babcock H. D., 1959, *Astrophysical Journal*, 130, 364
- [6] McComas D. J., Ebert R. W., 2008, *Geophysical Research Letters*, 35, 18
- [7] Hoyt D. V., Schatten K. H., 1998, *Solar Physics*, 181, 491
- [8] Carrington R. C., 1859, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 20, 13
- [9] Hodgson R., 1859, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 20, 15
- [10] Brueckner G. E., 1974, *IAU Symposium*, 57, 333
- [11] Hundhausen A. J., Sawyer C. B., House L., 1984, *Journal of Geophysical Research*, 89, 2639
- [12] Schwenn R., 1996, *Astrophysics and Space Science*, 243, 187
- [13] Howard R. A., Michels D. J., Sheeley Jr N. R., 1982, *The Astrophysical Journal Letters*, 263, 101
- [14] Tousey J. D. F., Bartoe J. D. Bohlin G. E., 1973, *Solar Physics*, 33, 265
- [15] Gopalswamy N., 2004, *Astrophysics and Space Science Library*, 317, 201
- [16] Reames D. V., 2004, *Advances in Space Research*, 34, 381
- [17] Jackman C. H., DeLand M. T., Labow G. J., 2005, *Journal of Geophysical Research*, 110, 9
- [18] von Humboldt A., 1808, *Annals Physics*, 29, 425
- [19] Sabine E., 1851, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 141, 103
- [20] Gonzalez W. D., Joselyn J. A., Kamide Y., 1994, *Journal of Geophysical Research*, 99, 5771
- [21] Michalek G., Gopalswamy N., Yashiro S., 2019, *The Astrophysical Journal*, 880, 16





Larisa S. Kudashkina oraz Ivan L. Andronov w Częstochowie (2015).

# R Scti: close alternating pulsation periods or chaos in the RV Tau-type star?

Larisa S. Kudashkina and Ivan L. Andronov

Department “Mathematics, Physics and Astronomy”  
Odessa National Maritime University, Odessa 65029, Ukraine

**Abstract.** Results of analysis of 60 010 data photometric observations from the AAVSO international database are presented, which span 120 years of monitoring. The periodogram analysis shows the best fit period of 70.74d, a half of typically published periods for smaller intervals. Contrary to expectation for deep/shallow minima, the changes between them are not so regular. There may be series of deep (or shallow) minima without alternations. There may be two acting periods of 138.5 days and 70.74, so the beat modulation may be expected. The dependence of the phases of deep minima argue for two alternating periods with a characteristic life-time of a mode of 30 years. These phenomenological results better explain the variability than the model of chaos.

## Introduction

R Sct = BD–05 4760 = IRAS 18448–0545 = HIP 92202. This star belongs to RV Tauri-type variables (RVA). RV Tauri stars are generally considered to be post-AGB stars with low initial masses [1]. They are metal-poor supergiants of intermediate spectral type which show a pulsation variability with a light curve characterized by alternating deep and shallow minima [2]. The abundance ratios show that they have experienced first dredge-up at the bottom of the red giant branch. Based on their infrared dust excesses, RV Tau stars are classified into two groups: those with extensive warm dust and those without evidence of dust in the near-infrared region. R Sct is the brightest star in the visible in the latter group. R Sct has a reported period of 147 days. The

effective temperature varies from 4750 to 5250 K; the spectral type may vary as late as M3 at minimum phase [3].

First paper on the star, which is listed in the ADS, is dated 1890, and is devoted to the description of the spectrum [4]. The GCVS [5] provides ephemeris with different periods for 15 light curve intervals. The smallest value of the period that occurs is 137<sup>d</sup>.4, and the largest is 152<sup>d</sup>.5.

## Observations

For the analysis, we have used the data published by the American Association of Variable Stars observers (AAVSO, [6]). We have used long-term photometrical observations – visual ones and that with the filter V. After the cleaning the data by removing outliers, 60 010 data points remained in the range JD 2414459.4 - 2458470.851 (1898-2018), totally, 120 years of observation. As the star shows complicated photometric behaviour typical to the RV Tau-type, it got this classification [5].

Earlier, we have already investigated photometric behavior of several RV Tauri stars. In total, more than 40 objects of the RVA and RVB types were studied, their periodogram analysis was carried out [7, 8, 9], the mean light curves [10, 11] and phase portraits [12, 13] were plotted, the behavior of the mean brightness, amplitude and phase with time [14]. For almost all the stars studied, fairly regular mean curves were obtained over the entire observation interval, which were then smoothed by a trigonometric polynomial, and thus an atlas of mean curves was created [15], similar to the atlas of mean curves for Mira Ceti-type stars [16]. But not in the case of R Scuti! For this object, the maximum peak on the periodogram does not reflect the star’s variability over the entire observation interval, and the average light curve with this period is very “smeared”.

## Periodogram analysis

Periodogram Analysis was made using the trigonometric polynomial least square approximations of orders  $s = 1, 2$  and 4. The test function  $S(f)$  is the ratio of the variance of the approximation to the variance of observations [17-20]. The algorithm was realized in the software MCV

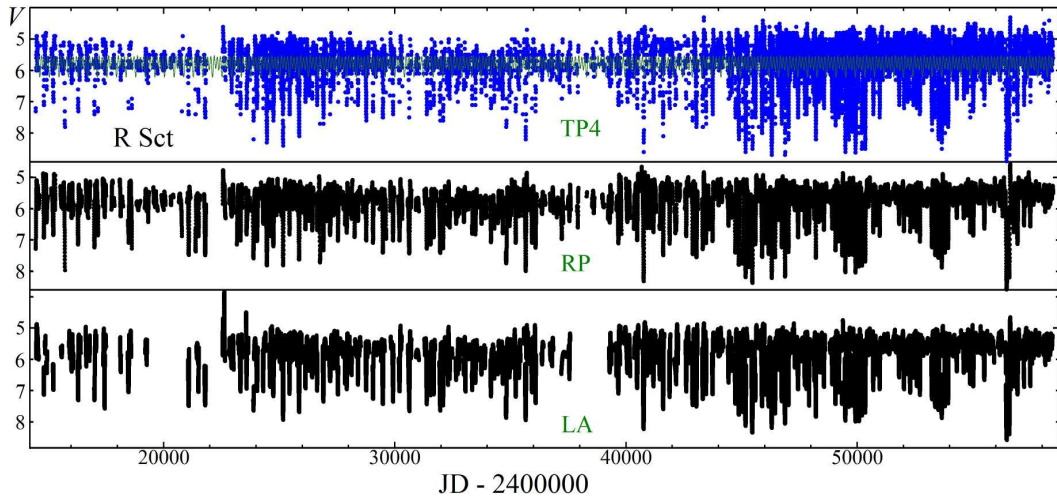


FIGURE 1. Observations of R Sct from the AAVSO database (blue dots) and its approximations using the trigonometric polynomial of order  $s = 4$  (TP4, up), running parabola (RP, middle), local approximations (LA, bottom).

[21, 22].

$$x(t) = C_1 + \sum_{j=1}^s (C_{2j} \cos(j\omega t) + C_{2j+1} \sin(j\omega t)). \quad (2)$$

Few values of  $s$  are used to test for possible multi-harmonic periodic variations.

The results of the periodogram analysis are shown in Fig. 2. The best period for the entire data set is  $138^{\text{d}}.34$  for  $s = 1$ . The peak for  $s = 4$  corresponds to the elements

$$\text{Min.}JD = 2447423.07 + 414.95 \cdot E \quad (3)$$

The corresponding phase light curve is shown in Fig. 3. It shows drastic phase shifts, whereas the approximation corresponds to a stable light curve. As there was a peak close to  $70^{\text{d}}$ , which is 6 times smaller than the apparent value  $414^{\text{d}}.95$ , we also made the approximation with  $s = 6$ . The corrected period is  $P = 415^{\text{d}}.03 \pm 0^{\text{d}}.01$ , and the mean minimum is shifted by  $0.02P$ . Thus both curves are shown in Fig. 3.

However, it is not possible to obtain a good mean light curve with this period. In addition to the  $70^{\text{d}}.74$  period, which is close to the 2:1 (1.96) ratio, there is also a peak at the  $276.68$  period value, which is a doubling of the formal period and is 3.91 with a  $70^{\text{d}}.74$  period. We have not found anywhere in the literature mentions of a period twice as long as the formal one. However, with this longest period, the best mean light curve is obtained. It is clearly seen how the phase of deep brightness minima changes (Fig. 3).

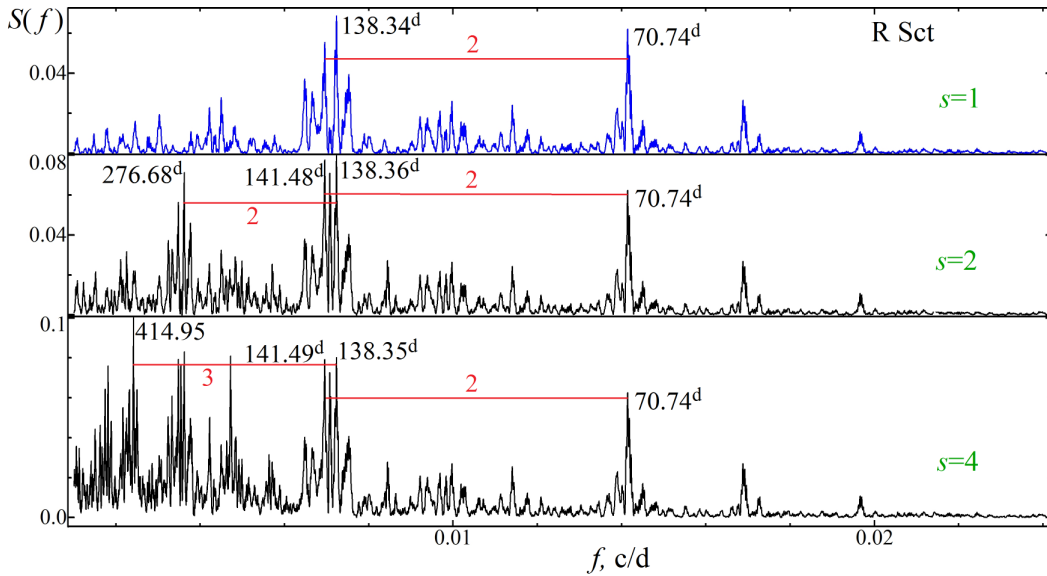


FIGURE 2. Periodogram  $S(f)$  of R Sct obtained using the trigonometric polynomial of orders  $s = 1, 2, 4$ . The highest peaks are marked with corresponding periods. The horizontal red lines show pairs of peaks with an integer ratio 2 or 3.

## Scalegram analysis

Scalegram analysis was made using the algorithm of the weighted running parabola approximation (RP) introduced by Andronov (1997; [23]) and extended by Andronov [18]. The corresponding test-functions are shown in Fig. 4. The maximum of the  $S/N=SNR$  (signal-to-noise ratio) occurs at  $\Delta t = 32^d$ . The corresponding approximation is shown in Fig. 1. Contrary to the multi-harmonic approximation with a constant period and constant shape of the phase curve, the RP approximation follows significant changes of the amplitude. The analysis of the light curve shows deep and shallow minima, as well as humps.

The  $\Lambda$ -scalegram Andronov [18] shows three peaks corresponding to “periods” of  $P_{\Lambda 1} = 70^d$  (and a corresponding effective semi-amplitude  $R_{\Lambda 1} = 446$  mmag),  $P_{\Lambda} = 135^d$  ( $R_{\Lambda} = 460$  mmag). Much weaker peak corresponds to  $P_{\Lambda 3} = 284^d$ ,  $R_{\Lambda 3} = 274$  mmag.

## Times of minima

Looking for complicated behaviour of the light curve, we have made determination of individual extrema. For this, we have used the software MAVKA [28]. The near-extremal intervals were marked, with a total number 609.

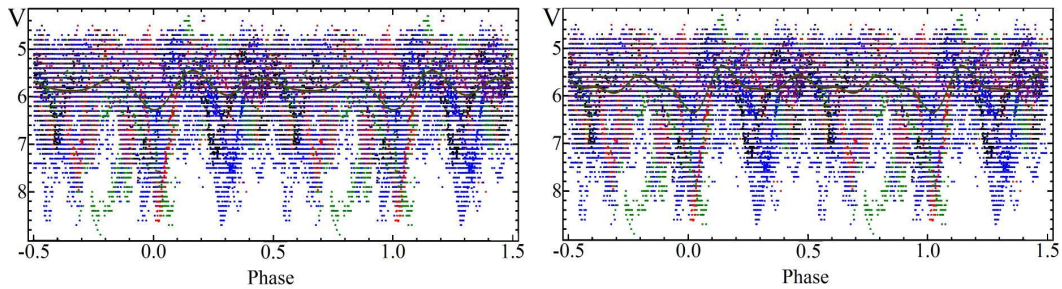


FIGURE 3. Phase light curves for the trigonometric polynomial approximations of degree  $s = 4$  (left) and  $s = 6$  (right). Observations are shown as dots, the approximations – by lines.

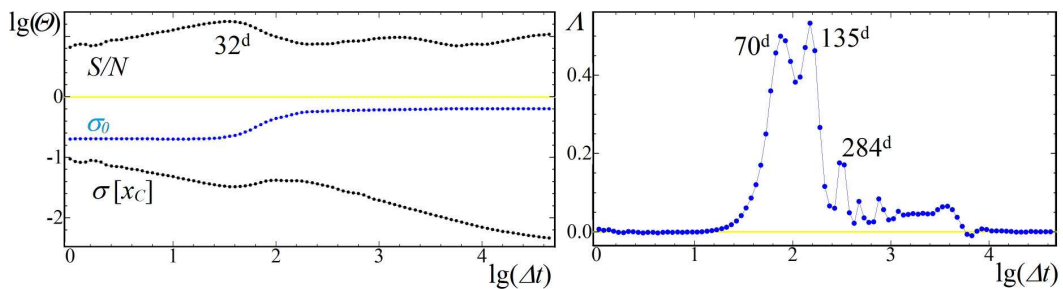


FIGURE 4. Left: The scalegrams  $\sigma_0$ ,  $\sigma[x_C]$ ,  $S/N$ . Right:  $\Lambda(\Delta t)$  scalegram. The numbers correspond to the filter half-width  $\Delta t$  (left) and “effective periods” (right).

These data were approximated with a polynomial of statistically optimal degree, similar to the compilation of the catalogue of the individual characteristics of pulsations of semi-regular stars [24]. Other methods like “the asymptotic parabola” [25-27] and “parabolic spline” [28]. Andrych (2020; [29]) tested effectivity of different methods. As the observations are distributed very irregularly, many of the extrema have short intervals. So finally we decided to use a single method – polynomials, which are characterized by smaller number of parameters.

The dependence of the height of the maxima and the minima on time is shown in Fig. 5. It shows relatively smaller scatter for the maxima from  $3^{\text{m}}.85$  to  $6^{\text{m}}.46$  and a larger one from  $5^{\text{m}}.10$  to  $8^{\text{m}}.58$  for the minima.

These ranges partially overlap, so the data are shown at different panels. Moreover, one may suggest a binary character of the brightness of minima. So we classify the minima as faint ( $m \geq 6^{\text{m}}.45$ ) and bright ones.

The time intervals between the maxima  $\delta t_{\text{max}}$  (separately, also minima  $\delta t_{\text{min}}$ ) are shown in Fig. 6. The range of values is  $18^{\text{d}}$  -  $2232^{\text{d}}$  and  $16^{\text{d}}$  -  $1813^{\text{d}}$  for the maxima and minima, respectively. The upper limit



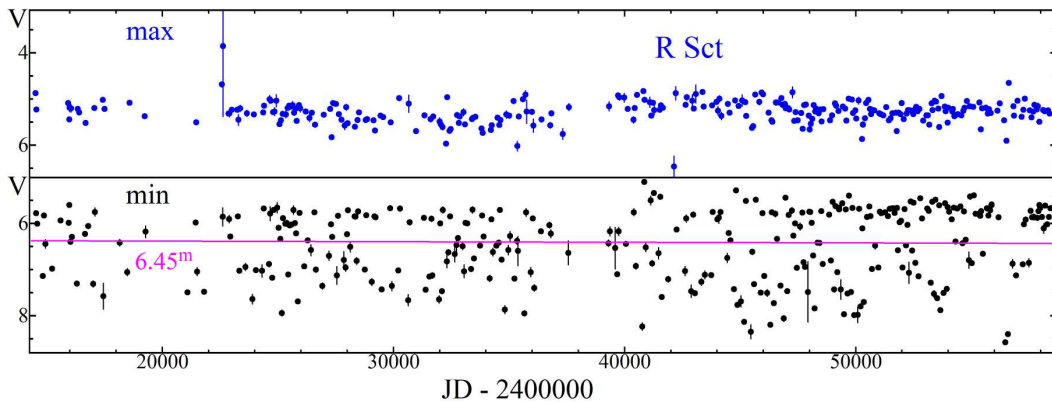


FIGURE 5. The brightness at maxima and minima vs. time. While the maxima may show a smooth wave with  $\sim 20^{\text{d}}.000$ , the minima show different types (“shallow and deep”, or “bright and faint”). The violet line shows a border between these two types.

is due to the gap of observations more than a century ago, during and near the World War I, and thus has no physical meaning.

The intervals show condensation to the values  $P \sim 70^{\text{d}}$  and its integer multipliers. However, there are many points between the expected equidistant horizontal lines. The “multiple” periods at this diagram are due to missing extrema – some because they are within error corridor of the observations, some because of missing observations due to invisibility of the star at the day. The scatter is rather large, showing phase drifts of the individual cycles.

As the observations show such strong period/phase changes, we apply another method.

At first, we have decreased the number of minima timings to 129, using only “deep” minima with a brightness  $m \geq 6^{\text{m}}.45$ . The “shallow” minima may be partially hidden/biased by observational errors. Additionally, we have used seven moments of minima published by Hübscher [30]. They are close to our results, and unfortunately fill no gaps in the AAVSO data. Similarly, we tried to fill the gap with “shallow” minima near JD 2437000. They show larger scatter, and do not improve cycle number count.

The individual time intervals  $\delta t$  were divided by a preliminary value of the period  $P = 71^{\text{d}}.74$ . If these (non-integer) cycle counts  $\delta E = \delta t/P$  were  $\leq 7$ , the values  $\delta t$  were summed, as well as the rounded values  $\delta J = \text{int}(\delta E + 0.5)$ . The ratio of these sums had given another estimate of the period  $P_{\delta} = \Sigma(\delta t)/\Sigma(\delta J) = 12401.65442/175 = 70^{\text{d}}.713$ , close to the value from the periodogram. The values of  $\delta t$  are shown in Fig. 6.

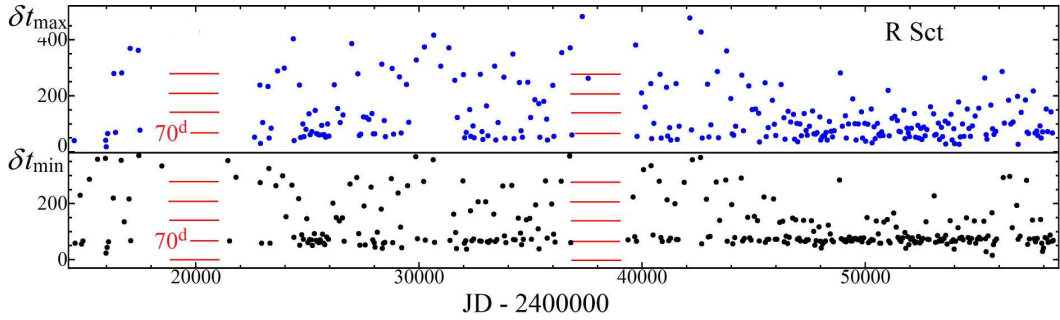


FIGURE 6. Dependence of the time intervals  $\delta t$  for the maxima and minima. The horizontal red lines are multipliers of  $70^d$ , an approximate period. For a constant period nad observations without gaps, all the points should be at a horizontal line corresponding to the basic period. The multiplied values correspond to absent (or very shallow) extrema.

One may see apparent lines, what argues in a systematic period difference from that obtained. One may note a “cell”-type structure of the phases. We tried to change the trial period with a small step, to see the structure of the phase changes. Taking into account that the phase may cross the limiting values  $-0.5$  and  $+0.5$ , we have shown the diagram in triple, formally increasing the phase from  $-0.5$  to  $1.5$ . Thus any minimum is shown in triple with a shift of 1.

Finally, we adopted a value of  $P = 70^d.5$ . It was used to compute the phases, even if the usually assumed period is twice larger. The initial epoch was arbitrary set to the moment of the first detected deep minimum:

$$Min.JD = 2414814.02382 + 70.5 \cdot E. \quad (4)$$

In Fig. 7, the phases are shown according to the ephemeris (Eq. (3)). For comparison, we have shown “artificial” moments of minima computed according to the table of interval-based ephemerids listed in the GCVS. While they are in a reasonable coincidence with our results, the ephemeris after JD 2445000 is very different for the observed minima, possible, due to a miscomputation of the number of cycles.

The red line shows the period  $P = 70^d.74$ , which corresponds to the highest peak at the periodogram for  $s = 1$ , which is also seen for other  $s$ . The decreasing black line corresponds to a half of the second significant peak of the periodogram of  $138^d.35$ , also marked at Fig. 2. These two “periods” are not very good approximations because of phase shifts.

The strange situation with two “periods” argues for an absence of the true period. As the next approximation, one may suggest that one period ( $\sim 70^d.8$ ) may be switched to another ( $\sim 69^d.8$ ) and vice versa.

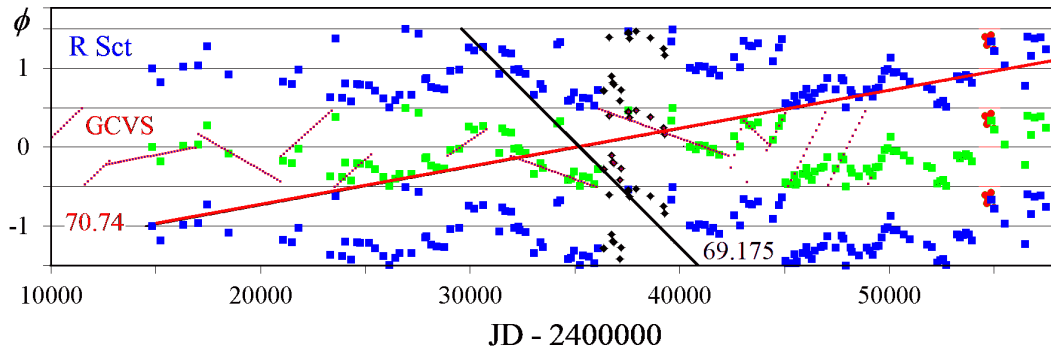


FIGURE 7. Dependence of phases of deep (green and blue points) and selected shallow (black) minima. Red circles in the narrow interval JD 2454604–55016 correspond to 7 data points compiled by Hübscher [30] and do not contradict our findings. For suitability of looking for phase jumps, these data are shown in triple.

The approximated light curve is shown in Fig. 8 at a different time scale than in Fig. 1. Here one may see deep and shallow minima, as well as very low-amplitude waves. At these time intervals, where the oscillations vanish, the numeration of the cycles are unsure. There is no alternation between deep and shallow minima. The duration of the series of deep minima is different.

## Discussion

As noted by some authors, R Sct is one of the most irregular stars in its class of pulsating variables. R Sct has such large variations in the depth of the minimums that it is often difficult to determine in the cycles of the formal period which minimums are primary (main) and which are secondary. Gillet [31] writes that for R Sct each frequency peak shows a multi-component structure which is not encountered within power spectra deduced from hydrodynamic stellar models. This means that the pulsation of R Sct is never strictly periodic.

The multi-component structure of the frequency signal is characteristic of many stars. However, among this class of objects there are those that show practically “clean” peaks in a frequency ratio of 2:1. According to the type of periodograms, we previously divided the stars into three groups: group I includes objects showing the periodogram typical form of RV Taurus stars, and the ratio of the periods of the two main peaks is indicated. Group II includes objects whose periodograms contain signs of multiperiodicity (Multi-p) or vice-versa, only one clear peak, instead of two (Single-p). Group III includes objects whose periodograms are

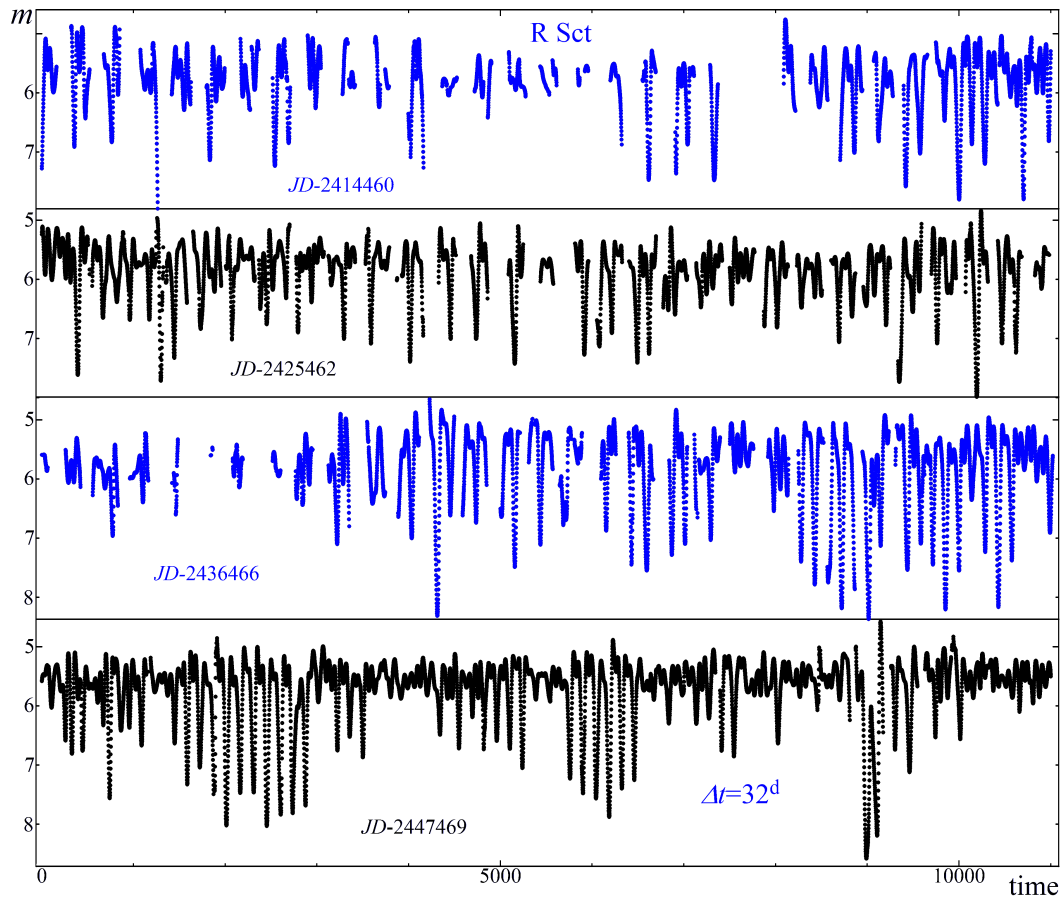


FIGURE 8. The "Running parabola" (RP) approximation of all data, which were split into 4 equal intervals for better time scale. The adopted filter half-width is  $\Delta t = 32^d$ . The time step between the points is  $1^d$ .

highly noisy mainly due to the small number of observations. They do not show the typical details of RV-type stars [9, 10]. According to this classification, R Sct can be placed in at least two different groups (1 and 2), depending on the interval of its light curve.

For the appearance of stochastic behavior with a small number of excited modes, two factors are required: resonant coupling of modes and nonlinear phase drift that interferes with mutual synchronization. Also, the linear coupling of modes with close frequencies plus the inertia of the medium can lead to stochastic behavior [32]. These conditions can be realized in R Sct, if, as indicated by a number of authors, this star is still on the AGB in the stage of a thermal-pulsation cycle of flare combustion of helium [3]. An additional inflow of energy from a flare violates the stationary self-oscillation regime, bringing the star into a state of low-dimensional deterministic chaos, that is, into a state on the verge of disappearance of regular self-oscillation regimes.

On the other hand, the violation of the regularity of the oscillations

can be caused by the complex interaction of shock waves propagating in the photosphere and the extended atmosphere of the star. These effects can also be superimposed on the impact from the dust envelope [33, 34]. We previously studied the influence of shock waves on the light curve for long-period variables that are located on the AGB and, possibly, are closely related to RV Tauri-type stars [35, 36]. It is also impossible not to take into account random changes in the period, for example, as a result of a change in the convection mode.

## Conclusion

Our work is based on R Sct observations published by the American Association of Variable Stars observers (AAVSO, [6]) for 120 years.

The periodogram analysis was carried out. The best period for the entire data set is  $138^{\text{d}}.34$  for  $s = 1$ . For  $s = 4$  elements for a phase light curve with a period  $414^{\text{d}}.95$  are obtained. Also, this period was refined to the value  $415^{\text{d}}.03$ .

The scalegram analysis was carried out. Three peaks were revealed corresponding to the values of the periods 70, 135 and 284 days.

Thus, the main period is interrupted with phase shifts. Due to this, arises the apparent conclusion that the star has two periods and switches between them.

An alternate model for variability of R Sct is due to non-linear chaos [37]. It shows beat-like nearly periodic modulation of amplitudes and phases. Our analysis argues for “switches” between close periods with a characteristic time of  $\sim 29$  years.

**Acknowledgements.** We acknowledge with thanks the variable star observations from the AAVSO International Database contributed by observers worldwide and used in this research. This work is in a frame of the international projects “Inter-longitude astronomy” [38] and “Astroinformatics” [39].

## References

- [1] Jura M., 1986, ApJ, 309, 732
- [2] Mantegazza L., 1991, Astronomy and Astrophysics. Suppl. Ser., 88, 255
- [3] Matsuura M. et al., 2002, Astronomy and Astrophysics, 387, 1022
- [4] Espin T. E., 1890, MNRAS, 51, 11

- [5] Samus N. N. et al., 2017, *Astronomy Reports*, 61, 80; <http://sai.msu.su/gcvs/gcvs/>
- [6] Kafka S., 2020, Observations from the AAVSO International Database, <https://www.aavso.org>
- [7] Kudashkina L. S. et al., 1998, *Proc. 29th Conf. Var. Star. Res.*, Brno, Czech Rep., 126
- [8] Kudashkina L. S., 2019, *Astrophysics*, 62, 4, 556
- [9] Kudashkina L. S., 2020a, *Odessa Astron. Publ.*, 33, 34
- [10] Kudashkina L. S., 2020b, *Annales Astronomiae Novae*, 1, 199
- [11] Kudashkina L. S., 2020c, *Astronomical and Astrophysical Transactions*, 31, 4, 451
- [12] Kudashkina L. S., Andronov I. L., 2017a, *Odessa Astron. Publ.*, 30, 93
- [13] Kudashkina L. S., Andronov I. L., 2017b, *Częstochowski Kalendarz Astronomiczny*, ed. Bogdan Wszolek, 14, 283; arXiv:1711.09029
- [14] Kudashkina L. S., Andronov I. L., Grenishena L. V., 2013, *Częstochowski Kalendarz Astronomiczny*, ed. Bogdan Wszolek, 9, 211
- [15] Andronov I. L., Chinarova L. L., 2003, *Astronomical Society of the Pacific Conf. Ser.*, 292, 401
- [16] Kudashkina L. S., Andronov I. L., 1996, *Odessa Astron. Publ.*, 9, 108
- [17] Andronov I. L., 1994, *Odessa Astron. Publ.*, 7, 49
- [18] Andronov I. L., 2003, *ASPC*, 292, 391
- [19] Andronov I. L., 2020, *Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation*, 1st Edition. Edited by Petr Skoda and Fathallahman Adam., ISBN: 978-0-128-19154-5. Elsevier, 2020, p. 191-224
- [20] Andronov I. L., Breus V. V., Kudashkina L.S., 2020, *Mathematical Modelling of Astrophysical Objects and Processes*, in: “Development Of Scientific Schools Of Odessa National Maritime University”: Collective monograph. Riga, Baltija Publishing, p. 3-29
- [21] Andronov I. L., Baklanov A. V., 2004, *Astronomical School’s Report*, 5, 264-272
- [22] Andronov I. L., Baklanov A. V., 2004, <https://soft.softodrom.ru/ap/Multi-Column-View-MCV-p7464>
- [23] Andronov I. L., 1997, *Astronomy and Astrophysics. Suppl. Ser.*, 125, 207
- [24] Chinarova L. L., Andronov I. L., 2000, *Odessa Astron. Publ.*, 13, 116
- [25] Marsakova V. I., Andronov I. L., 1996, *Odessa Astron. Publ.*, 9, 127
- [26] Andronov I. L., 2005, *ASPC*, 335, 37
- [27] Andrych K. D., Andronov I. L., Chinarova L. L., Marsakova V. I., 2015, *Odessa Astron. Publ.*, 28, 158
- [28] Andrych K. D., Andronov I. L., Chinarova L. L., 2020a, *Journal of Physical Studies*, 24, 1902
- [29] Andrych K. D., Tvardovskyi D. E., Chinarova L. L., Andronov I. L., 2020b, *Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso*, 50, 557
- [30] Hübscher J., 2011, *Open European Journal on Variable Stars*, 131, 1
- [31] Gillet D., 1992, *Astronomy and Astrophysics*, 259, 215
- [32] Rabinovich M. I., 1978, *UFN*, 125, 1, 123
- [33] Gillet D. et al., 1989, *Astronomy and Astrophysics*, 215, 316
- [34] Yudin R. V. et al., 2003, *Astronomy and Astrophysics*, 412, 405
- [35] Kudashkina L. S., Rudnitskij G. M., 1988, *Peremennye Zvezdy*, 22, 925
- [36] Kudashkina L. S., Rudnitskij G. M., 1994, *Odessa Astron. Publ.*, 7(1), 66



- [37] Buchler J. R., Kolláth Z., 2003, in: Y. Nakada et al. (eds.), *Mass-Losing Pulsating Stars and their Circumstellar Matter*, Kluwer Academic Publishers, p. 59-66
- [38] Andronov I. L. et al., 2003, *Astronomical & Astrophysical Transactions*, 22, 793
- [39] Vavilova I. B., Yatskiv Y. S., Pakuliak L. K., Andronov I. L. et al., 2016, *Proceedings of the International Astronomical Union*, 12 (S325), 361

# Third components with elliptical orbits in the eclipsing binaries: BD And, SV Cam, V0836 Cyg and XZ CMi

**Dmytro E. Tvardovskyi**

Odessa I. I. Mechnikov National University, Odessa, Ukraine  
Department “Mathematics, Physics and Astronomy”, Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine

**Abstract.** This is our regular research in the field of cyclic O-C changes and third components. In this article the results of new investigation of four eclipsing binary systems are presented. The systems studied are: BD And, SV Cam, XZ CMi and V0836 Cyg. All of them have cyclic O-C curve with linear (BD And, SV Cam and XZ CMi) or parabolic trend (V0836 Cyg). Cyclic period changes might correspond to the presence of the third component and parabolic trend could be caused by mass transfer between components of binary system. We computed the mass transfer rate, minimum possible mass of the third component and their errors for each of the researched stars.

**Key words:** O-C curve, mass transfer, third component, elliptical orbit; individual: BD And, SV Cam, V0836 Cyg, XZ CMi

The stars of which O-C is investigated are well-known eclipsing binaries, observed over a long period of time. As an outcome, a lot of photometric observations were gathered by amateur and professional astronomers. All available data from databases AAVSO [1] and BRNO [2] was used in this research as well as results of the previous investigations made by other authors. Firstly, we took some important parameters from the General Catalogue of Variable Stars (GCVS, [3]) and accounted for the results derived by other researchers. They are listed in Table 1.

TABLE 1. Some parameters of the studied eclipsing binaries.

Stellar systems	Initial epoch (JD-2400000)	Period (days)	$M_1$ [ $M_\odot$ ]	$M_2$ [ $M_\odot$ ]	Reference
BD And	45253.417	2.043926	$1.145 \pm 0.053$	$1.004 \pm 0.047$	[4]
SV Cam	52500.3873	0.4629057	$1.47 \pm 0.06$	$0.87 \pm 0.06$	[5]
V0836 Cyg	52500.1133	0.593072	$1.29 \pm 0.07$	$0.57 \pm 0.03$	[6]
XZ CMi	44853.4903	0.6534122	1.7	0.7	[7]

For XZ CMi errors of the masses were not computed in any article, related to this star. Thus, they were estimated as 7% of the masses of components. This number was calculated as average value of masses errors for components of 400 eclipsing binary stars (article is in preparation).

Secondly, all previous articles were analyzed. Table 2 summarizes previously published results, while Figs. 1-4 show the O-C diagrams of the four systems.

TABLE 2. General description of the most important results from publications of other authors.

Stellar system	BRNO points	AAVSO points	3 <sup>rd</sup> component's mass	Orbital elements
BD And	170	44	[4], [5]	[5]
SV Cam	1575	153	[8], [9], [10], [11], [12], [13]	[6], [7], [8], [9], [10], [10], [11], [12], [13]
V0836 Cyg	210	20	-	-
XZ CMi	184	18	[14]	[14], [15]

In the figures pink dots denote BRNO observations while blue ones are moments of minima which were computed using AAVSO data. The black line represents our model approximation, in addition the  $\pm 1\sigma$  and  $\pm 2\sigma$  confidence intervals are shown, where  $1\sigma$  is an unbiased estimate of the r.m.s. deviation of the points from the fit.

Below we describe the main points of the processing algorithm:

1. Collecting data from database BRNO;
2. Downloading observations from AAVSO;
3. Splitting AAVSO data onto separate minima;

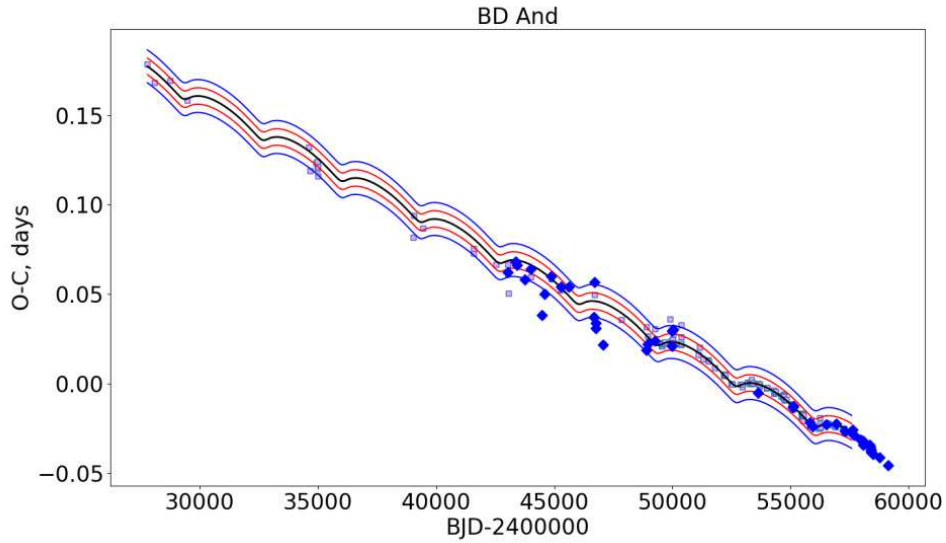


FIGURE 1. O-C curve of BD And.

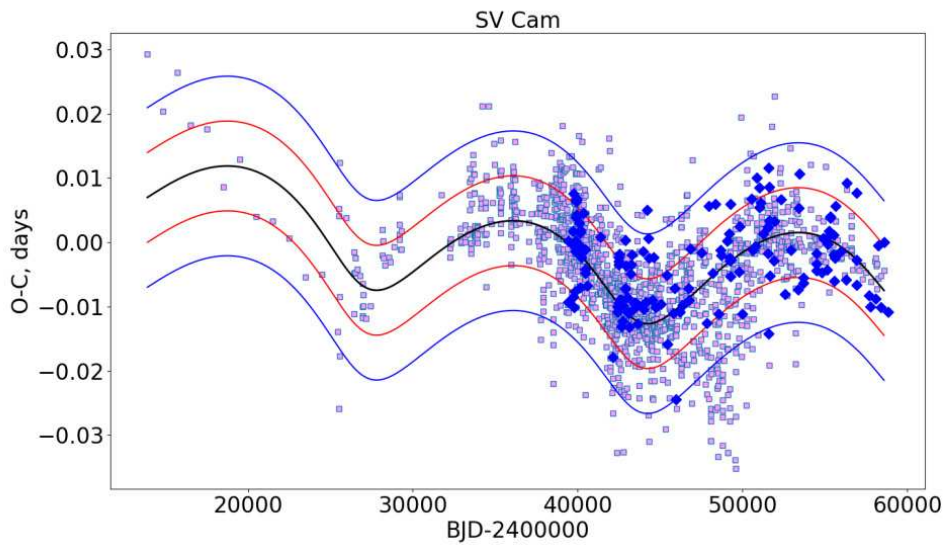


FIGURE 2. O-C curve of SV Cam.

4. Derivation of moments of minima times;
5. Joining data form BRNO and obtaining moments of minima;
6. Obtaining O-C for each minimum;
7. Plotting O-C curves and calculating parameters of cyclic changes and parabolic trend using least-squares method;
8. Estimating period of cyclic variations (supposing that cyclic changes are periodic);
9. Computing parameters of the physical processes that cause such changes.

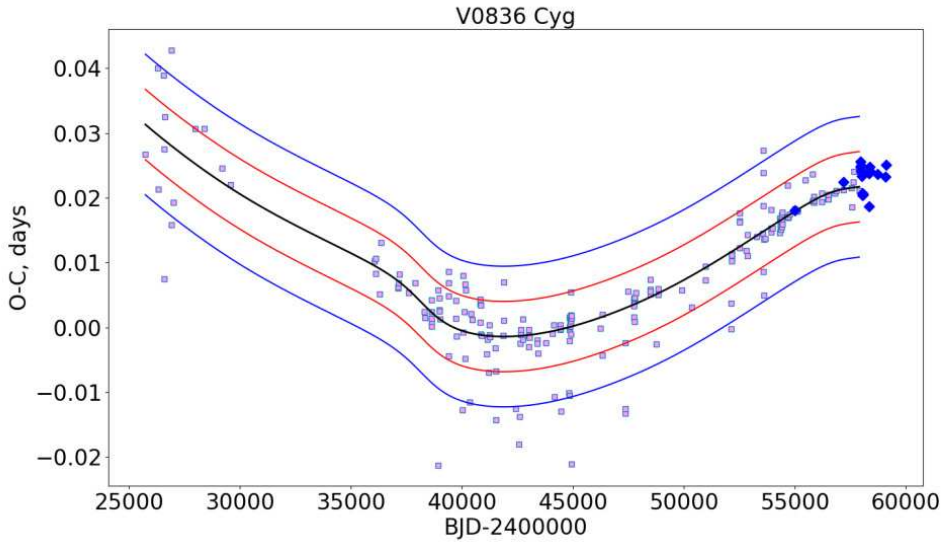


FIGURE 3. O-C curve of V0836 Cyg.

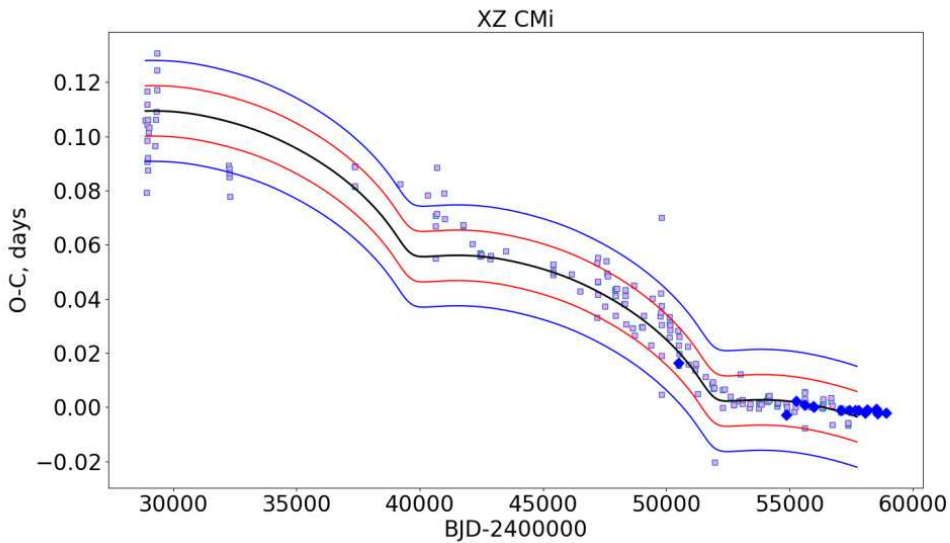


FIGURE 4. O-C curve of XZ CMi.

For calculating moments of minima from AAVSO observations the software MAVKA was actively used. This code was kindly provided by K.D. Andrych and I.L. Andronov [16-18]. As the result, 235 minima were obtained.

Discussion of the used methods was published in an earlier investigation of the Odessa variable stars researchers group [25-27].

TABLE 3. Results of calculations and O-C approximation parameters.

Value	BD And	SV Cam	V0836 Cyg	XZ CMi
$\alpha, 10^{-12} \frac{1}{days}$	-	11.6±2.3	100.5±4.8	-
$\beta, 10^{-6}$	-6.87±0.02	-1.15±0.21	-8.72±0.43	-4.33±0.03
$\gamma, days$	0.362±0.001	0.021±0.005	0.190±0.009	0.232±0.002
$a \sin i, 10^6 km$	111±3	188±3	101±7	256±8
$e, 1$	0.586±0.046	0.317±0.019	0.610±0.046	-0.686±0.035
$\omega, rad$	5.193±0.047	4.232±0.051	0.126±0.074	1.121±0.078
$t_0, MJD$	3338±9	6588±136	9128±334	3615±112
$T, days$	9347±123	10052±286	10330±987	8711±432
$\dot{M}, 10^{-9} \frac{M_{\odot}}{year}$	-	5.1±1.4	22.6±1.8	-
$M_3, M_{\odot}$	0.118±0.009	0.199±0.073	0.135±0.032	0.299±0.020

**Acknowledgements.** This research was done as the part of the projects Inter-Longitude Astronomy [21, 22], UkrVO [23, 24] and AstroInformatics [25] as well as previous researches. We sincerely thank Ivan L. Andronov for fruitful discussions and AAVSO and BRNO databases for providing data for this research. In addition, we are grateful to Kateřyna D. Andrych and Ivan L. Andronov [28-30] for providing software MAVKA that made this investigation possible.

## References

- [1] American Association of Variable Stars Observers, <https://www.aavso.org/>
- [2] Brno Regional Network of Observers, <http://var2.astro.cz/ocgate/?lang=en>
- [3] Samus N. N. et al, 2017, *Astronomy Reports*, 61, 1, 80, 2017ARep...61...80S
- [4] Chun-Hwey Kim et al., 2014, *The Astrophysical Journal*, 788, 134
- [5] Manzoori D., 2016, *Astronomische Nachrichten*, DOI:10.1002/asna.201512356
- [6] Yakut K. et al., 2005, *MNRAS*, 363, 1272
- [7] Mardirossian F., Giuricin G., 1981, *Astronomy & Astrophysics*, 96, 415
- [8] Albayrak B. et al., 2001, *Astronomy and Astrophysics*, 376, 158
- [9] Özeren F. F. et al , 1997, *Communications of the Konkoly Observatory*, 100, 393
- [10] Dave Van Buren, 1986, *The Astronomical Journal*, 92, 1, 136
- [11] Hildtich R. W., Harland D. M., McLean B. J., 1979, *MNRAS*, 187, 797
- [12] Frieboes-Conde H., Herczeg T., 1973, *Astron. Astrophys. Suppl.*, 12, 1
- [13] Zhi-Hua Wang, Li-Ying Zhu, 2020, *Research in Astr. and Astrophysics*, 20, 8
- [14] Rook I. B. et al, 2005, *Bulletin of the American Astronomical Society*, 37, 1174
- [15] Andrych K. D., Andronov I. L., 2019, *Open European Journal on Variable Stars*, 197, 65
- [16] Andrych K. D., Andronov I. L., Chinarova L. L., 2017, *Odessa Astr. Publ.*, 30, 57
- [17] Andrych K. D., et al. 2015, *Odessa Astron. Publ.*, 28, 158
- [18] Andronov I. L. et al., 2017, *ASP Conf. Ser.*, 511, 43
- [19] Breus V. et al., 2015, *Advances in Astronomy and Space Physics*, 5, 17
- [20] Andronov I. L. et al., 2003, *Astronomical & Astrophysical Transactions*, 22, 793



- [21] Vavilova I. B. et al., 2017, IAU Symp., 325, 361
- [22] Vavilova I. B. et al., 2012, Kosmichna Nauka i Tekhnologiya (in Russian), 17, 74
- [23] Vavilova I. B. et al., 2012, Kinematics and Physics of Celestial Bodies, 28, 2, 85
- [24] Vavilova I. B. et al., 2012, Kinematics and Physics of Celestial Bodies (in Russian), 28, 2, 59
- [25] Tvardovskyi D. E., et al. 2018, Odessa Astron. Publ., 31, 103
- [26] Tvardovskyi D. E., Marsakova V. I., Andronov I. L., 2020, Journal of Physical Studies, 24, 3, 3904, 8
- [27] Tvardovskyi D. E., 2019, arXiv: 1911.12415 (AASP, 2020, submitted)
- [28] Andrych K. D., Andronov I. L., Chinarova L. L., 2019, Journal of Physical Studies, 24, 1, 1902, 10
- [29] Andronov I. L., Andrych K. D., Chinarova L. L., 2020, AAN, 1, 179
- [30] Andronov I. L., et al. 2020, Communications of the Byurakan Astrophysical Observatory (ComBAO), 67, 251

\* \* \*



Dmytro E. Tvardovskyi

# OmniSkyNET – network of sensors dedicated to monitoring of reentries of artificial objects

Przemysław Żołądek<sup>1,2</sup>, Stanisław Kozłowski<sup>1</sup>,  
Sławomir Hus<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Cilium Engineering, Cilium Engineering Sp. z o.o., 87-100 Toruń, ul. Łokietka 5

<sup>2</sup> Comets and Meteors Workshop, ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa, Poland

<sup>3</sup> Sybilla Technologies, Toruńska 59/004, 85-023 Bydgoszcz, Poland

**Abstract.** This article provides a brief description of the OmniSkyNET system. OmniSkyNET is a network of optical detectors designed for observations of deorbiting satellites and space debris. Deorbiting objects are observed from multiple locations, the trajectory and orbit of the object are calculated from initially reduced data using dedicated cloud services. The network is fully autonomous, inexpensive, and can be easily deployed in various locations including remote places without demanding infrastructure requirements.

## Introduction

At the end of 2020 there were 2666 operational satellites orbiting the Earth. The total number of objects with the diameter larger than 10 cm is estimated to be approximately 29000. These travel around the planet on various orbits but the majority of them can be found on LEO (Low Earth Orbits). It is easy to notice that only a small percentage of such objects can be described as operational artificial satellites. The above mentioned numbers change rapidly and will be outdated as soon as this article is published. A good example is the latest launch of 143 satellites onboard a SpaceX rocket on January 21st 2021. These recently launched satellites belong to the Starlink superconstellation, a large

communication satellite array with a total number of planned satellites much larger than total number of all other satellites currently present on Earth's orbits. Apart from active satellites there is also a large number of satellite remnants produced during satellite collisions. Cosmos 2551 and Iridium 33 collision that took place on February 10th 2019 produced more than 600 particles of various sizes. Mission Shakti, an anti-satellite weapon test performed by the Indian Army was a source of 270 new objects. A large number of space debris in the Earth's vicinity may initiate an uncontrolled cascade of collisions, a phenomenon called Kessler Syndrome [1] making our space neighbourhood unusable for further space exploration. Monitoring of the objects in the Earth's orbit is one of the most important tasks of the European Space Agency Space Situational Awareness program. The OmniSkyNET system presented in this article is designed and built by Cilium Engineering, Sybilla Technologies and the Nicolaus Copernicus Astronomical Center under the contract with European Space Agency. The network is operational since August 2020.



FIGURE 1. OmniSky OSS2 station in Chełm, 2020-08-11.

## Reentry rates

The OmniSkyNET network has been designed as a deorbit event detection system optimised for detection of events caused by artificial satellites and space debris. Natural phenomenon like meteors and fireballs can



FIGURE 2. OmniSky OSS3 station, Queen Jadwiga Astronomical Observatory, Rzepiennik Biskupi, 2020-08-13.

also be detected and processed. OmniSky stations produce data that can be also valuable for other applications (astrophysics, geophysics). The system is modular and can be easily upgraded in the future when a better hardware becomes available. The main goal of OmniSky is, however, the detection of deorbit events caused by debris larger than 1-2 centimeters. Once the event is detected by two or more stations, the final trajectory and orbit can be computed. The final orbital parameters may lead to the identification of the object. An identified object can then be removed from the list of known satellites or space debris. The number of observed deorbit events along with the corresponding object size may be used to improve the theoretical models describing the population of objects in the Earth's orbit. According to existing models and observations there are about 400 reentries of the objects larger than 10 cm over each year. This corresponds to -1 magnitude events (or brighter). The number of reentries caused by smaller particles has been estimated using ESA MASTER 2009 [2] and later MASTER 8.0.1 models. With 750000 particles orbiting the Earth with sizes between 1 cm and 10 cm, the expected number of reentry events is 15000 annually. Assuming perfect detection efficiency and typical number of clear nights there is a chance to observe 2.2 deorbit events per year with the three station system located in Poland.

## Equipment and methods

OmniSkyNET is composed of autonomous observing stations and a cloud-based data processing center. Every observing station contains four HD cameras with wide angle lenses covering most of the sky. Stations are designed to work in various atmospheric conditions, in the rural areas without modern infrastructure. Stations communicate with the cloud using a broadband network connection (if available) or using the GSM network. Raw images from the cameras are astrometrically reduced to the size and form that is reasonable for transferring using a low bandwidth connection. Deorbit events are observed with a methodology similar to that used by fireball networks. The same deorbit event can be observed from two or more stations, collected data can be used to calculate the trajectory and orbit. According to simulations the most optimal configuration of the network is a triangle with 200 km distances between the stations. In such configuration the observed volume of space is sufficiently large, the cost of the network is reasonable and the spatial precision for most of the registered events is better than 50 m (one of the project's requirements). When comparing to typical meteor observations the expected initial altitudes and velocities of the artificial satellites are significantly lower. With low velocities and weak ablation (compared to meteoroids) long trajectories, even for faint events, are expected. The expected limiting magnitude of the system is +5 magnitude, which corresponds to 1-2 cm objects entering the atmosphere with an initial velocity of 8 km/s. All detections are initially reduced by the onboard data processing units, converted to FITS format and sent to the cloud. The cloud services perform geometrical and time filtering, selected FITS files (recognized as files corresponding to the common object observed from multiple stations) are used to calculate the trajectory and orbital elements. The standard planes method is used for calculations of meteoroids orbits [3], for geocentric orbits, the NAIF SPICE library routines are used [4]. All calculated parameters are stored in the database, corresponding FITS files from the stations are stored on the server for at least a few months. The system can be controlled by a dedicated UI, the operator can control all station parameters and calculation results via a dedicated web service. For advanced control and troubleshooting there are also alternative communication channels available (SSH, telnet etc.). One of the goals of the project is the integration of the OmniSkyNET system with other existing fireball network. The Polish Fireball Network [5] modified some automated stations to be fully compatible with the



OmniSkyNET system, the data from these stations can be processed the same way as for other OmniSky stations. Integration with FRIPON network [6] is not straightforward because of the different data processing pipeline and large distance to nearest FRIPON stations, however tools for data conversion have also been prepared.

## First observations and results

The first station (OSS1) has been deployed on February 5th 2020 at the Central Geophysical Observatory in Belsk. Deployment was preceded by two years of preparatory work, with detailed simulations and design. The station is located on the roof of a building, close to other geophysical instruments used by the observatory. Belsk, located 50 km south-west of Warsaw is a place with a relatively dark sky. Traces of light pollution are visible mostly over the northern horizon, moreover, it is a place with good infrastructure and with observatory staff available. During the first half of the year the OSS1 Belsk station has been tested and calibrated, software and minor hardware improvements were made during this initial period. The second station started to observe on August 11th, 2020, just before the Perseids maximum. The station is located in Chelm, on the building next to the existing Polish Fireball Network PFN32 station (see Fig. 1). Two days later the third station has been installed at the Queen Jadwiga Astronomical Observatory in Rzepiennik Biskupi. The station is located on the top of a 20-m tower with excellent coverage of the horizon (see Fig. 2). The Perseids maximum was a great test case for the whole system. Some important improvements have been applied as a result of analysis of the first multiple station data. Since September 1st, 2020 the OmniSkyNET system delivers good quality trajectories and orbits which are stored in the database. The station firmware is still being fine-tuned and improved, especially in the field of efficiency and code optimisation. Since the middle of August 2020 the OmniSky system properly detected and calculated 432 trajectories and orbits. All observed events were caused by meteoroids entering the Earth's atmosphere. The individual radiants for all calculated trajectories are presented in Fig. 3. A distinct group is visible at declination  $+58^\circ$ , representing the Perseids meteoroid stream. A diffuse group along the ecliptic with typical initial velocities close to 30 km/s represents the Taurid complex, a large group of interrelated meteorid streams with Northern and Southern Taurids as a main members of the complex.



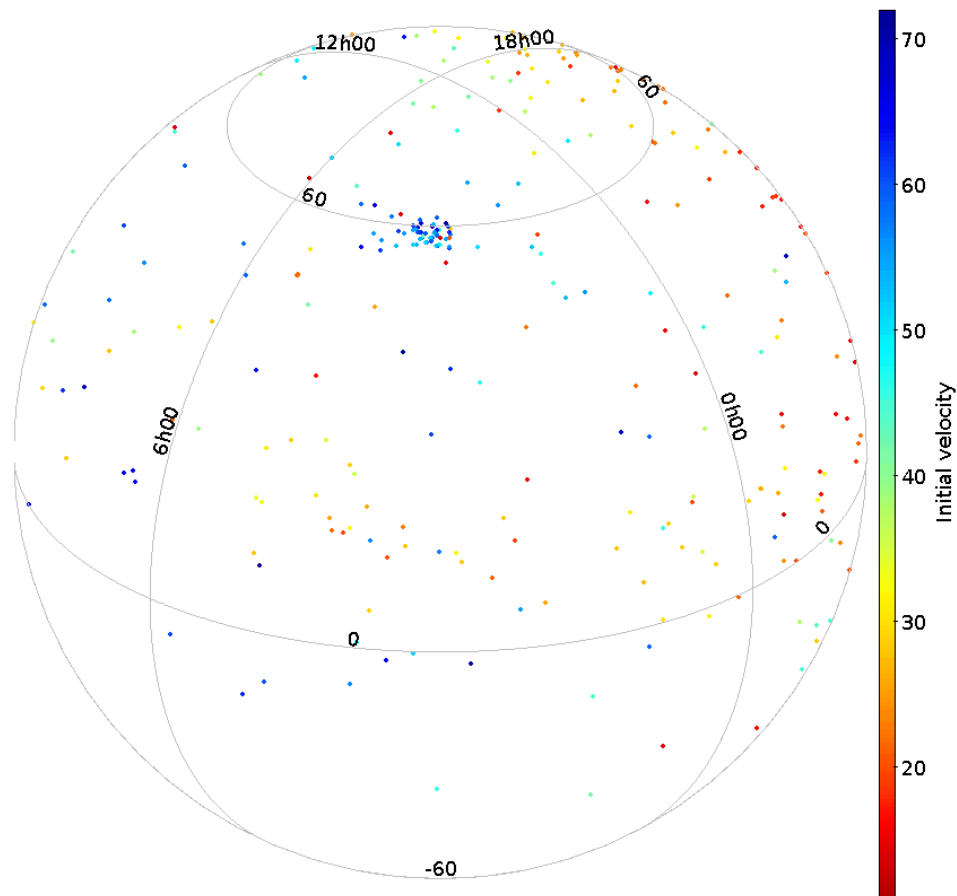


FIGURE 3. Radianths calculated for observed reentries (in this case meteoroids reentries) since August 2020. The Perseids are visible as a distinct group visible at the declination  $+58^\circ$ .

A map with all calculated trajectories is presented in Fig. 4. Three existing stations are represented by three large dots. Calculated trajectories are located mostly over the south-eastern part of Poland, the system at this stage is able to cover 25 percent of the country's area. Some trajectories are detected over Belarus, Ukraine, Czech Republic and Slovakia, the distant cases were calculated with usage of the data from automated PFN stations integrated with the system. The positional precision calculated for every individual point of the trajectory has been calculated and shown on the map. Precision up to 10 m can be reached in the area between the stations, typical precision for events located outside the 200 km triangle is between 30 m and 100 m. Until the beginning of 2021 there have been no artificial satellite/debris deorbit event detected so far. The expected number of deorbit events is 2.2 per year assuming typical weather but the network is fully operational since August 2020 (4.5 months). With low number of expected deorbit events and generally bad weather during the winter season it is an expected

result. During clear nights the system detects dozens of meteors, typically 5-10 double/triple station meteors per night are detected. It is worth mentioning that the OmniSkyNET system is optimised for slow and long deorbit events, making it less sensitive to short, fast and faint meteors. Such behavior of the system was noticed during the Perseids maximum when the number of detected Perseids was lower than expected while the number of much slower Kappa Cygnids was surprisingly high.

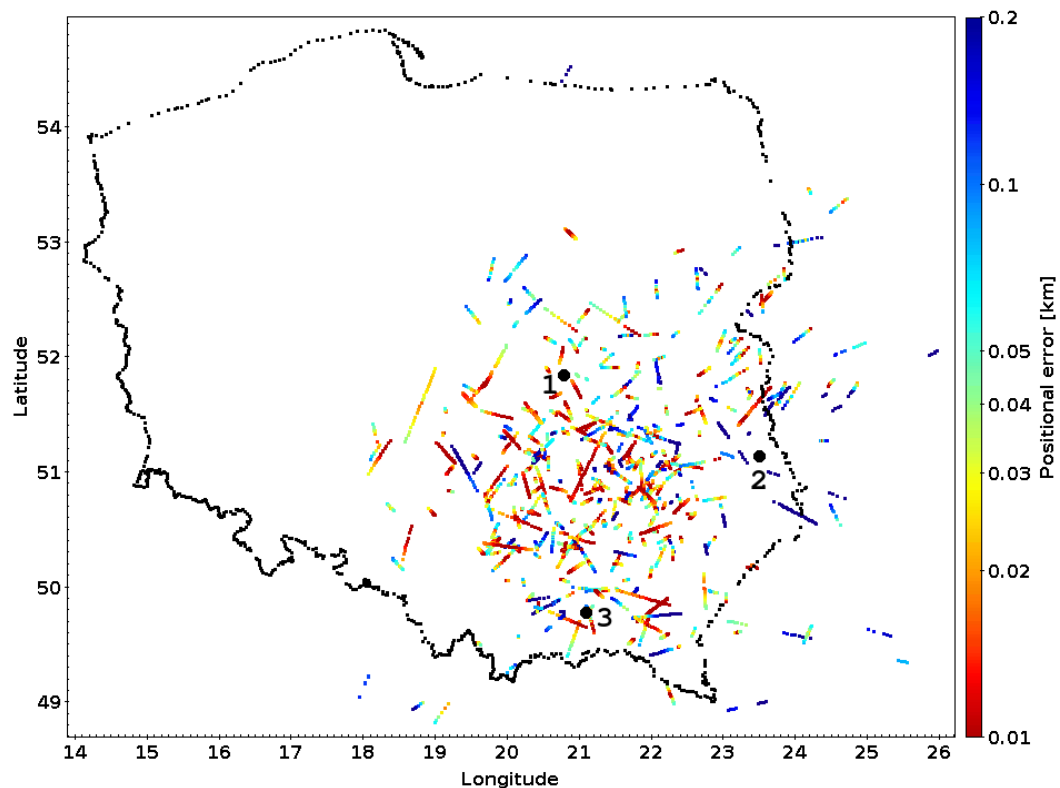


FIGURE 4. Trajectories calculated for the all double and triple station events with positional errors. Best efficiency and precision is observed on the area delimited by three observing stations. Trajectories are also observed outside the existing system, with lower precision.

## Summary

The first segment of the OmniSkyNET system has been operational since August 2020. More than 400 trajectories and orbits have been calculated automatically. All observed events were caused by meteoroids entering the Earth's atmosphere. At this stage of the project the automatically calculated results are manually verified and various improvements to the calculation routines and detection modules are implemented. We expect to observe first deorbit event caused by space debris in the first half of

2021. Positive results will help to extend the OmniSkyNET network in the future.

**Acknowledgements.** This project is supported by European Space Agency under the Polish Industry Incentive Scheme, contract no. 4000127215. Special acknowledgements to the Institute of Geophysics Polish Academy of Sciences, Atmospheric Physics Department and the staff of the COG Belsk, also to Maciej Maciejewski, operator of the PFN32 station in Chełm for providing the location for the OSS2 station. Special thanks to dr. Bogdan Wszolek, director of the Queen Jadwiga Astronomical Observatory, where the OSS3 station is installed.

## References

- [1] Kessler D. J., Cour-Palace B. G. Z., 1978, *Journal of Geophysical Research*, 83, 2637
- [2] Flegel S., Gelhaus J., Wiedemann C. et al., 2009, *Proc. of the Fifth European Conf. on Space Debris*, (ed. H. Lacoste), ESA-SP, 672, id.15
- [3] Acton C. H., 1996, *Planetary and Space Science*, 44, 65
- [4] Ceplecha Z., 1987, *Bulletin of the Astronomical Institute of Czechoslovakia*, 38, 222
- [5] Wiśniewski M., Żołądek P., Olech A. et al., 2017, *Planetary and Space Science*, 143, 12
- [6] Colas F., Zanda B., Bouley S. et al., 2020, *Astronomy & Astrophysics*, 644, 53

# Physiology and dysfunction of the excretory system in the microgravity environment

Natalia Bubrowska i Mirosław Krośniak\*

Department of Food Chemistry and Nutrition, Jagiellonian University Medical College, Cracow, Poland

\* Corresponding author

(The lecture presented during the Euro Moon-Mars Workshop, hosted by Queen Jadwiga Astronomical Observatory in Rzepiennik Biskupi in October 22, 2020)

**Abstract.** There is mounting evidence that astronauts exposed to the microgravity environment are more likely to develop kidney stones. Increased bone resorption and the accompanying hypercalciuria largely contribute to the increased saturation of urine with calcium oxalate and calcium phosphate. In addition, other environmental and dietary factors, such as decreased urine volume, pH, reduced mechanical load on the body, changes in metabolism, decreased plasma volume, may adversely affect urine composition and increase the risk of stone formation during space flight. The current dietary recommendations for astronauts include fluid intake above 2 liters per day, adequate calcium intake, increased potassium and citrate intake, limited dietary protein intake (up to 1 g/kg/day), and reduced sodium and purine intake. Pharmacological intervention mainly consists in taking anti-resorptive bisphosphonates, potassium citrates and pyrophosphates. To sum up, the research conducted so far suggests that it is justified to follow dietary recommendations by astronauts to reduce the propensity of the urinary environment to form stones. Pharmacological treatment should be directed, inter alia, increasing urine volume, reducing bone loss and preventing a decrease in urine pH. Success in reducing the risk of stone formation in astronauts

would also be potentially significant for the rest of those with kidney stones.

## Introduction

Outer space, and microgravity in particular, pose a great challenge to the human body. These specific conditions largely affect the body of the cosmonaut, especially in the long run. Short-term space flights up to a few days cause the following phases: increase in gravity (take-off), microgravity (orbit) and a sharp increase in gravity (return to Earth). These conditions mainly affect the circulatory system and the movement of blood around the cosmonaut. They are well understood and their negative effects can be prevented by proper exercise and training.

A much greater challenge from the side of the cosmonaut's organism is prolonged exposure to the micro-g environment. Typical symptoms such as dizziness, nausea related to labyrinth disorders, mainly head swelling, decreased haemopoiesis, muscle lock or bone decalcification are eliminated by a set of appropriate exercises on training devices.

However, proper operation of the excretory system presents a great challenge. To prevent muscle loss, diets should be rich in protein. Nitrogen compounds are produced from proteins in the body's metabolism, which are dangerous to the cosmonaut and must be removed from the body by the excretory system. An additional function of the excretory system is the removal of excess water, minerals supplied with food and metabolites of some drugs used by cosmonauts. This function is especially important in long-term flights and can be crucial for the course of space missions. The operation of the excretory system under microgravity drastically changes the hydrodynamics of the entire system. In terrestrial conditions, the force of gravity facilitates the movement of urine and its components from the kidneys towards the opening of the urethra. However, in space conditions, this strength is lacking, which increases the risk of kidney stones in a cosmonaut. Additionally, microgravity promotes: changes in hydration status and calcium homeostasis [1], reduced mechanical loads on the body [2], reduced hematopoiesis [3], changes in metabolism [4], the presence of nanobacteria [5] and a reduction in plasma volume by 10-15% [6].

## **Factors increasing the risk of kidney stones in the micro-g environment**

An increased risk of kidney stones can have a significant impact on the health of crew members and the success of the entire mission. The formation of kidney stones shows symptoms not only in the form of renal colic, which limits the efficiency of astronauts, but may also carry the risk of complications such as hematuria, hydronephrosis and organ infection [7].

Up to 2007, 14 cases of kidney stones in 12 American astronauts (10 men, 2 women) had been documented, with 9 stone episodes observed in 7 crew members after the mission. There have also been numerous cases of kidney stones among Russian cosmonauts [8].

Nanobacteria behaving like microbes have a very slow multiplication rate (the rate of doubling is about 3 days) on Earth. They promote the rapid precipitation of calcium phosphate from blood and other body fluids and have the ability to concentrate phosphorus from dilute solutions. In microgravity-simulated cell culture conditions, nanobacteria reproduce approximately 5 times faster [9, 10].

The first mentions of an increased risk of kidney stones in astronauts come from, among others, from the biochemical analyzes of astronaut urine samples. Changes in the urinary environment such as hypercalciuria and hyperuricemia, decreased urine volume and increased urinary calcium oxalate and calcium phosphate saturation, as well as decreased urinary citrate excretion (hypocytaturia), which are one of the most common causes of nephrolithiasis, have been observed. Presumably, the development of hypercalciuria is caused by a significantly increased activity of osteoclasts, which results in the loss of up to 1.5% of bone mass per month. Loss of calcium in the bone leads to concerns about the risk of fractures and an increased long-term risk of osteoporosis [5].

A drop in urine volume below 1.5 liters/day can cause kidney stone development under microgravity conditions, while urine volume levels of 2.5-3 liters/day can serve as an effective anti-stone treatment. The consequence of this is the problem of transporting water to the orbit and the costs of this project. In order to reduce them, various methods of recovering water from water vapor contained in the air or even in urine and feces are used [11].

Another factor that increases the risk of kidney stones is poor diet due to its effect on lowering urine pH. During the mission, decreased fluid



intake and dietary intake of potassium, magnesium and phosphorus were also observed, as well as increased sodium intake. The collected data clearly indicates that short- and long-term missions induce risk factors for the formation of kidney stones, which also persist after the flight [12-14].

There are many studies supporting the above information. During a 6-month space mission, two astronauts collected urine and saliva samples 3-5 times. The samples were also collected  $75 \pm 5$  days prior to the start of the mission. Samples were taken after the morning breakfast. Urine was collected using a standard NASA device. In astronauts 1 and 2, total bone mineral density decreased, (1.4% and 0.9%) respectively. In addition, there were observed: decrease in urine urea/creatinine ratio (32% and 24%), decrease in urine phosphorus/creatinine ratio (52% and 30%), increase in urine calcium/creatinine ratio (increase to 116% and 27%) and an increase in urea in saliva (up to 48% and 195%) and phosphorus (up to 29% and 46%). The astronaut who showed greater changes in urine minerals had a greater reduction in bone mineral density [15]. As shown by the meta-analysis, bone mineral density depends on the location of the skeleton in relation to the gravity vector and is not the same for the whole organism (lower in the lumbar spine/pelvis and lower limbs) [16].

Bone mineral density was also studied in astronauts during 4-6-month missions of the International Space Station. Crew members had access to resistance training equipment: Advanced Resistance Exercise Equipment (ARED) or Temporary Resistance Exercise Equipment (TRED). Regardless of exercise, the risk of kidney stone formation increased during space flights, which was due to, among others, lower urine volume during flight in all groups. It should be remembered that the crew only partially responds to non-pharmacological remedial measures [16-18].

Other researchers analyzed the effect of urine volume on the risk of kidney stone formation in 356 astronauts. Urine biochemistry was performed and the relative supersaturation of calcium oxalate, sodium urate, struvite and uric acid saturation was calculated. The levels of urine supersaturation with stone-forming salts were inversely proportional to the amount of urine excreted both before and after space missions [19].



Kidney stone 4mm.

Calcium oxalate kidney stone, 7 mm long.

Uric acid stones.

## Dietary recommendations to reduce the risk of kidney stones in astronauts

The current dietary recommendations for astronauts include fluid intake of more than 2 liters per day. The increased need for fluids is caused by: cosmic motion sickness, intensive work inside and outside the vehicle, inconvenience of urinating in a micro-g environment. Increased fluid intake leads to a reduction in the concentration of minerals (oxalates, phosphates, urates), and thus limits their ability to crystallize.

Calcium intake by astronauts should be above 800 mg per day due to the high loss of calcium from bones. In most people with urolithiasis, a high level of calcium in the diet promotes hypercalciuria, increases the saturation of urine with calcium oxalate or calcium phosphate. However, a recent epidemiological study found that those with higher calcium intakes had a lower incidence of stones than those with lower intakes [20].

TABLE 1. Calcium content in selected products [21].

Product	Calcium (mg/100 g)
edam fat cheese	867
sardine in tomatoes	250
soybeans, dry seeds	240
almonds	239
parsley	193
hazelnuts	186
natural yoghurt 2% fat	170
white beans, dry seeds	163
apricot yoghurt 1.5% fat	133
sunflower seeds	131
milk 3.2% fat	118
fatty cottage cheese	88
white cabbage	67
peanuts	58
broccoli	48
whole chicken eggs	47
wholemeal rye bread	25
kiwi	25

The daily norm of potassium for astronauts should be 3500 mg/day. Potassium deficiency may increase the risk of developing nephrolithiasis, as indicated by numerous studies [22, 23, 24].

It has also been found that increasing potassium intake or its supplementation reduces urinary calcium excretion. Low levels of calcium in the urine reduce the risk of kidney stone formation [25].

Protein consumption should be limited to about 1 g/kg/day in astronauts at increased risk of developing kidney stones. Based on the average body weight of an astronaut, the caloric requirement from protein should be 300-400 kcal, which translates into 12-15% of the total caloric intake. A diet high in animal protein has been shown to increase the risk of kidney stones. Scientists have observed several mechanisms explaining protein-induced hypercalciuria. One theory suggests that excessive consumption of animal protein increases the content of sulfur-containing amino acids (e.g. methionine) that can be metabolized to sulfuric acid. Increased urinary sulfate excretion, due to the metabolism of sulfur-containing amino acids, has been found to directly increase urinary calcium excretion [26].

The recommended sodium intake should be less than 3500 mg/day. Increasing dietary sodium intake has been shown to promote hypercalciuria by reducing tubular calcium reabsorption. If a calcium-rich diet is taken in addition, most of the calcium will be absorbed and contribute to the development of hypercalciuria. Increased sodium levels in the urine may also contribute to the formation of sodium urate (at a urine pH above 5.5) or promote the formation of calcium oxalate stones [27].

The daily norm of magnesium should be 350 mg for men and 280 mg for women [14, 28, 29].

Oxalates also play an important role in a diet that minimizes the risk of kidney stone formation. Oxalates are present in urine due to food, but mainly due to the metabolic changes of ascorbic acid and glyoxalic acid (55% to 70%). Hence, hyperoxaluria is mainly due to increased endogenous production, as seen in primary type 1 and type 2 hyperoxaluria. Although some food sources of oxalate may increase the risk of kidney stone formation (Table 2), its low absorption and variable bioavailability from food sources limit the overall proportion of oxalate in kidney stones. In order for oxalate crystals to form in the urine, additional factors are necessary that favor crystallization. The most common factors of this type include an excess of magnesium, calcium and mucopolysaccharides, as well as an acidic pH [30].

TABLE 2. Shockate content in selected food products [31].

Product	The content of social acid (mg/100g)
spinach	320-1260
tea	300-2000
cocoa	500-900
rhubarb	275-1336
sorrel	270-730
beets, root	124-450
coffee	50-150
potatoes	20-141
carrot	5-60
lettuce	5-20
cauliflower	0-21

Uric acid is another important dietary component that reduces the risk of kidney stones. There is a strong association between high levels of uric acid in the urine and the formation of calcium oxalate stones. Uric acid is the end product of purine metabolism in the human body. Hyperuricemia is most often caused by the excessive consumption of products containing large amounts of purines (e.g. offal, beef, poultry, fish and meat products). Restricting purine in the diet generally normalizes uric acid excretion.

TABLE 3. Uric acid content in selected food products [32-34].

Product	Uric acid (mg/100g)
sardine	350
trout	300
salmon	170
carp	160
sole	130
cod	110
herring	200
sprat	800
pork meat	150
chicken	175
liver, kidneys, lungs	515-555
broccoli	160
pepper	150
leek	150
brussels sprouts	140

Urine citrate is also an important determinant of calcium-inhibiting activity. Citrate binds with calcium in the urine to form a soluble salt with it and thus reduces the concentration of free calcium ion. This reduces the calcium saturation in urine. Citrate also has the ability to

interact with the surface of calcium oxalate and calcium phosphate crystals to inhibit their growth.

Dietary citrate is rapidly and almost (96% to 98%) completely absorbed from the gastrointestinal tract. Factors that contribute to the low level of urinary citrate are potassium deficiency and hunger [14].

## **Diagnosis and treatment of kidney stones in astronauts**

Pharmacological intervention should be aimed at increasing urine volume, reducing bone loss, and preventing a decrease in urine pH.

Anti-resorptive bisphosphonates are often used, which reduce bone loss during flight, but may interfere with slow and often incomplete post-flight regeneration [16, 18].

Bisphosphonates are the most commonly used anti-resorptive drugs with the best documented anti-fracture properties. Oral bisphosphonates are the most commonly used first-line drugs [35, 36]. Another possible anti-kidney stone approach investigated by NASA involves a combination of bisphosphonate resistance exercise, which has been shown to reduce urinary calcium excretion on missions to the International Space Station (ISS) [37].

Another remedy are potassium citrates, which reduce the calcium saturation in urine, inhibiting the crystallization of its salts and entering into soluble compounds with it.

They have been used by NASA as an anti-stone formation agent during short flights [38]. Research on this topic was carried out on 30 long-term space flights of space station crew members. Before, during and after spaceflight, 24-hour urine samples were collected to assess the risk of developing kidney stones. Crew members were divided into two groups, only one consuming citrate daily. Reduced urinary calcium excretion has been observed in astronauts treated with potassium citrate. Increased urine pH in the treated group decreased the risk of urinary stones [39].

Pyrophosphate has also been found to be an effective inhibitor since, even at relatively low concentrations in urine, it has the potential to inhibit calcium oxalate crystal growth. Moreover, pyrophosphates reduce the absorption of calcium in the intestines by influencing the formation of 1,25 (OH)<sub>2</sub> – vitamin D [11, 40].

The experience of the first astronauts also documented the importance of exercise in preventing calcium loss. During just a few hours of weightlessness, their bones lost significant amounts of calcium. After a month, bones will lose a few percent of their mass, and the calcium released from them goes to the kidneys, where it initiates the formation of deposits. During subsequent space flights, the astronauts performed a carefully designed system of exercises to reduce the loss of calcium in the bones. Tensing skeletal muscles and carrying loads through the bones while walking or running stimulate the bones to attach more calcium [41].

One of the elements of the diagnosis of kidney stones in astronauts staying in the microgravity environment may become a new tool examining changes in bone mineral balance – differences in the composition of the Ca isotope in blood and urine. Measurement of naturally occurring Ca isotopes could help reduce the duration of experimental bone metabolism studies, accelerating the time to discover new treatments for metabolic bone disease, according to the researchers. The Ca isotope technique may also provide knowledge on the short-term dynamics of bone metabolism [42].

The bone condition of astronauts is assessed using imaging radiography, which has developed from projection radiography, through single photon absorptiometry (SPA), to double X-ray absorptiometry (DXA) and quantitative computed tomography (qCT) [43].

All the technologies presented were used to assess the bone health of astronauts, however, due to the lack of appropriate equipment on board a spacecraft, bone density measurements were performed on Earth (before and after space flight), which indicates some limitations of this methodology.

Bone formation and resorption can also be assessed by the biochemical by-products of osteoblasts and osteoclasts. Osteoblasts secrete bone-characteristic alkaline phosphatase, osteocalcin, and tissue alkaline phosphatase. In turn, during bone resorption, osteoclasts release hydroxyproline, fragments of type I collagen, as well as pyridinoline and deoxypyridinoline. Biochemical markers produced by osteoblasts and osteoclasts are tested in urine and serum to estimate bone turnover during space missions [44, 45].

At the University of Washington, scientists are developing a suite of ultrasound-based stone management technologies to diagnose and treat



kidney stones on Earth or in space. There are three basic system technologies: S-mode, BWL and UP. S-mode is an ultrasonic imaging mode optimized for visualizing kidney stones. Burst Wave Lithotripsy (BWL) is a method of breaking down kidney stones into smaller pieces. Ultrasound Drive (UP) is the application of the force of acoustic radiation to facilitate the movement of the stone or stone fragments towards the exit of the kidney or to push the stone back into the kidney and allow for treatment at a later date [46].

## Discussion

Gaining knowledge about the impact of space on human health is very difficult and expensive, not only from a technical but also a medical point of view. Firstly, small teams of several people participating in missions of different duration are analyzed. Thus, obtaining statistical significance sufficient to distinguish between actual biological effects and random variability is the main problem researchers are facing.

Currently, nutritional and pharmacological interventions are recommended to treat and prevent the risk of kidney stone formation in astronauts. However, they are only a supportive element, as no definitive dietary or pharmacological solution has been found that would completely eliminate the risk of kidney stone formation, especially during long-term space missions. The basic remedies include, among others: anti-resorptive bisphosphonates, potassium citrates or pyrophosphates. These methods, however, apart from their undoubted advantages, also have their disadvantages. Pharmacological treatment with anti-resorptive bisphosphonates, despite reducing bone loss during flight, may interfere with slow and often incomplete post-flight regeneration. Bone loss due to microgravity is therefore a significant and unresolved threat to astronauts.

The issue of the diet itself is also not fully settled. Studies on the effect of protein (type and amount) on bones are inconclusive, some indicate that high-protein diets are harmful to bones [47, 48], while others suggest that high protein consumption has a protective effect on bones [49, 50]. Hence the conclusion that the effect of protein on bones depends on many factors – among them the influence of other dietary components (calcium, energy, etc.) and physical activity are the key [51, 52].

One of the elements of the diagnosis of kidney stones in astronauts living in the microgravity environment is the analysis of changes in bone mineral balance. There are many studies confirming bone loss during space flight [53, 54], however, there are few such analyzing different regions of the backbone. It is also difficult to find data on the temporal kinetics of bone loss, the relationship between bone and bone cell function and, above all, individual variability.

While the problem of kidney stone formation in space is not yet a problem for all astronauts, it is estimated that their importance will increase as missions lengthen and immediate transport to Earth becomes more problematic.

However, this statement is contradicted by data from long-term missions. The increased risk of calcium phosphate stone formation appeared only at the beginning of the flight. These data suggest that the early phase (30 days) of space flight may generate conditions where the risk of stone formation is greater than in the later phases of the mission. This may be related to the initial physiological responses to microgravity and the organism's subsequent adaptation to the new environment, or different eating habits among longtime members of international crews. These data are consistent with short flight data, where the risk of both calcium oxalate and calcium phosphate stones has increased during short space missions [55].

Success in reducing the risk of stone formation in astronauts would also be potentially significant for the rest of those with kidney stones.

## References

- [1] Zerath E., 1998, *Adv. Space Res.*, 21, 1049
- [2] Robling A. G., Turner C. H., 2009, *Crit. Rev. Eukaryot. Gene Expr.*, 19, 319
- [3] Özçivici E., 2013, *Turk. J. Haematol.*, 30, 1
- [4] Smith S. M., Abrams S. A., Davis-Street J. E. et al., 2014, *Annu. Rev. Nutr.*, 34, 377
- [5] Liakopoulos V., Leivaditis K. et al., 2012, *Int Urol Nephrol*, 44, 1893
- [6] Jones J. A., Cherian S. F., Barr Y. R., Stocco A., 2008, *Aviat Space Environ Med.*, 79, 707
- [7] Scales C., Smith A., Hanley J., Saigal C., 2012, *Eur. Urol.*, 62, 160
- [8] Pietrzyk R. A., Jones J. A. et al., 2007, *Aviat. Space Environ. Med.*, 78, 9
- [9] Kajander E. O., Cifcioglu N. et al., 2003, *Urol. Res.*, 31, 47
- [10] Cifcioglu N., Haddad R. S. et al., 2005, *Kidney Int.*, 67, 483
- [11] Kassemi M., Thompson D., 2016, *Am. J. Physiol. Renal Physiol.*, 311, 531
- [12] Sibonga J., Pietrzyk R. et al., 2008, *HRP evidence book: Risk of renal stone formation*

- [13] Jones J., Pietrzyk R., Whitson P., 2008, *Principles of Clinical Medicine for Space Flight* (M. Barratt, S. Pool eds.), New York: Springer
- [14] Zerwekh J. E., 2002, *Nutrition*, 18, 857
- [15] Bilancio G., Cavallo P., Lombardi C. et al., 2019, *Aerosp. Med. Hum. Perform.*, 90, 43
- [16] Stavnychuk M., Mikolajewicz N., Corlett T. et al., 2020, *npj Microgravity*, 6, 13
- [17] Vico L., van Rietbergen B., Vilayphiou N. et al., 2017, *J. Bone Miner. Res.*, 32, 2010
- [18] Smith S. M., Heer M., Shackelford L. C. et al., 2015, *Bone.*, 81, 712
- [19] Whitson P. A., Pietrzyk R. A., Sams C. F., 2001, *Aviat. Space Environ. Med.*, 72, 368
- [20] Curhan G. C., Willett W. C. et al., 1993, *N. Engl. J. Med.*, 328, 833
- [21] Kunachowicz H., Nadolna I. et al., 2005, *Tabele składu i wartości odżywczej żywności*, Wyd. PZWL, Warszawa
- [22] Taylor E. N., Stampfer M. J., Curhan G. C., 2004, *J. Am. Soc. Nephrol.*, 15, 3225
- [23] Curhan G. C., Willett W. C. et al., 1997, *Ann. Intern. Med.*, 126, 497
- [24] Morris R. C. Jr, Schmidlin O., Tanaka M. et al., 1999, *Semin. Nephrol.*, 19, 487
- [25] Lemann J. Jr, Pleuss J. A., Gray R. W., 1993, *J. Nutr.*, 123, 1623
- [26] Walser M., Browder A. A., 1959, *J. Clin. Invest.*, 38, 1404
- [27] McCarron D. A., Rankin L. I., Bennett W. M. et al., 1981, *Am. J. Nephrol.*, 1, 84
- [28] Whitson P. A., Pietrzyk R. A., Morukov B. V., Sams C. F., 2001, *Nephron.*, 89, 264
- [29] Whitson P. A., Pietrzyk R. A., Pak C. Y. C., 1997, *J. Urol.*, 158, 2305
- [30] Wilson D. M., Smith L. H. et al., 1989, *Urolithiasis*, (V. R. Walker, R. A. Sutton et al., eds.) New York: Plenum, 453
- [31] Orzeł D., Biernat J., 2012, *Wybrane zagadnienia z toksykologii żywności*, Wyd. UP, Wrocław
- [32] Cameron J. S., Moro F., Simmonds H. A., 1993, *Pediatr. Nephrol.*, 7, 105
- [33] Swatowski A., Książek P., 2004, *Nefrologia*, (Książek A., Rutkowski B., red.) Wydawnictwo Czelej, Lublin, 475
- [34] Coe F. L., Moran E., Kavalach A. G., 1976, *J. Chronic. Dis.*, 29, 793
- [35] Lorenc R., Głuszko P. i in., 2017, *Endokrynologia Polska*, 68, 1
- [36] Kanis J. A., McCloskey E. V., Johansson H. et al., 2013, *Osteoporos. Int.*, 24, 23
- [37] Leblanc A., Matsumoto T., Jones J. et al., 2013, *Ostoeoporos. Int.*, 24, 2105
- [38] Malieckal D. A., Goldfarb D. S., 2020, *Curr. Opin. Nephrol. Hypertens.*, 29, 232
- [39] Whitson P. A., Pietrzyk R. A., Jones J. A. et al., 2009, *J. Urol.*, 182, 2490
- [40] Basavaraj D. R., Biyani C. S. et al., 2007, *EAU-EBU Update Series*, 5, 126
- [41] Thrash A. M., Thrash C. l., 1982, *Nutrition for Vegetarians*, New Lifestyle Books
- [42] Channon M. B., Gordon G. W., Morgan J. L. et al., 2015, *Bone.*, 77, 69
- [43] Webber C. E., 2006, *Phys. Med. Biol.*, 51, 169
- [44] Greenblatt M. B., Tsai J. N., Wein M. N., 2017, *Clin. Chem.*, 63, 464
- [45] Kuo T., Chen C., 2017, *Biomark. Res.*, 5, 18
- [46] Simon J. C., Dunmire B., Bailey M. R., Sorensen M. D., 2016, *J. Space Saf. Eng.*, 3, 50
- [47] Sellmeyer D. E., Stone K. L. et al., 2001, *Am. J. Clin. Nutr.*, 73, 118

- [48] Heer M., Baecker N. et al., 2017, Appl. Physiol. Nutr. Metab., 42, 537
- [49] Sukumar D., Ambia-Sobhan H. et al., 2011, J. Bone Miner Res., 26, 1339
- [50] van den Hooven E. H., Ambrosini G. L. et al., 2015, Am. J. Clin. Nutr., 102, 1035
- [51] Zwart S. R., Smith S. M., 2005, Int. SportMed J., 6, 199
- [52] Zwart S. R., Rice B. L., Dlouhy H. et al., 2018, Am. J. Clin. Nutr., 107, 834
- [53] Vico L., van Rietbergen B. et al., 2017, J. Bone Miner. Res., 32, 2010
- [54] Orwoll E. S., Adler R. A., Amin S. et al., 2013, J. Bone Miner. Res., 28, 1243
- [55] Whitson P. A., Pietrzyk R. A., Pak C. Y., 1997, J. Urol., 158, 2305

\* \* \*



Natalia Bubrowska i Mirosław Krośniak



Prof. Virginia Trimble (Kraków, 2011).

# Observatory Directors I have known

## Virginia Trimble

<sup>1</sup> Department of Physics and Astronomy, University of California,  
Irvine CA 92697-4575 USA, vtrimble@uci.edu

<sup>2</sup> Queen Jadwiga Astronomical Observatory, Rzepiennik Biskupi, Poland

Because I am very old, there are many observatories in the world, and most of them change directors in some semi-regular pattern, this is a VERY large group of people. Considered here is a small subset of people who have affected my astronomical career in various ways, for good or for ill, or about whom I think I might have something interesting to say, or who have perhaps not been fully appreciated for all they have done and contributed. Nearly all are men; and there is no logical way of ordering them; because some observatories have had more than one director in that subset, and some of the directors have run more than one observatory.

An effort is made, for each entry, to suggest sources of further information, for instance Wikis, entries in the Biographical Encyclopedia of Astronomers (BEA), edited by Thomas Hockey (a third edition with other editors is in progress), an oral history, or extended obituary.

There are, I think, 12 sections, alternating between individuals and observatories. In no case have I been, or is it possible to be, complete about the scientific and other accomplishments of either the people or the institutions.

**1. Horace Welcome Babcock** (12 September 1913, Pasadena – 29 August 2003, Santa Barbara), director of the Mt. Wilson – Palomar (Hale) Observatories 1964-1978. H. W. Babcock son of H. D. Babcock, had many scientific accomplishments to his credit, including the 1953 pioneering idea that you could correct images for fluctuations due to the Earth's atmosphere (now called adaptive optics), the discovery of the first very strong magnetic fields in peculiar A stars, beginning with HD 118022 (78 Vir) in 1946, and the long-slit spectra of M31 (as part of his PhD



1938 thesis under N. U. Mayall) that first revealed something like a flat rotation curve out very far from the center of the galaxy. He spearheaded the development of a southern site at Las Campanas, though it never quite got the 200" telescope he wanted there, and the diversion of observatory resources from the existing California facilities to Chile was by no means universally popular with his staff.

He presented his thesis work both at the dedication of the McDonald Observatory in 1939 and at an east-coast meeting of the American Philosophical Society the same year, where he discussed the result with Jan Oort and Bertil Lindblad, both Milky Way mavens. At the time, his work was apparently well-regarded, but, long after, when I was compiling an ARA&A article on dark matter and asked him why he ended up following his father into mostly-solar research, his memory was that he had almost been laughed off the stage. Of great importance to women in astronomy, Babcock was the MtW-P director who decided that women would be allowed to apply for observing time in their own right. It is fairly well known that Margaret Burbidge (Sect. 11) in the 1950s had used time nominally assigned to her husband Geoffrey Burbidge (while he manned the dark room and cut big pieces of glass into little pieces to fit the spectrograph). But in 1965 Vera Cooper Rubin became the first woman to observe with the 200" under her own name, and in 1966 I became the first woman to observe at the 48" Schmidt.

Spencer Weart conducted an oral history with H. W. Babcock in July 1977, and George W. Preston wrote the 2007 US National Academy of Sciences Memoire. Babcock also appears in BEA first and second editions.

**2. Griffith Observatory** (Griffith Park, Los Angeles California). Dr. (and US Colonel) Dinsmore Alter (28 March 1888 Colfax, California – 20 September 1968 Berkeley California) was the founding director, serving 1935 to 1958, and then handing over to his assistant and acting director during World War II Clarence Cleminshaw. It was Alter who chose the initial equipment, organized the first planetarium shows, and decided that groups of school children should visit. All these activities continue (or did up until the pandemic) under his current successor Ed Krupp (who shares my interest in history of astronomy). My father took me to Griffith a number of times during the early 1950s, and the things I remember best are the Foucault pendulum, the Tesla coil, and a seismograph, which drew black, spikey lines on a roll of paper. A child who pushed the button to start it working was allowed to take a bit

of the paper home. Alter also presumably had some involvement with the gift shop, which featured booklets about the stars and planets. He actually served the US in both wars, a major in the Army in WWI and a colonel in transport division in WWII, on leave from the University of Kansas.

Did I ever meet Dr. Alter (PhD U. California 1916)? Almost certainly not. But it was his observatory that left me thinking astronomy might be a tolerable subject, in spite of the horrors of being required to look through the telescopes of an enthusiastic amateur astronomer uncle, who did not understand that, severely near sighted, I could not see the rings of Saturn or the moons of Jupiter or the companion of Mizar, or indeed Jupiter, Saturn, or Mizar themselves. But I could read those pamphlets!

Dinsmore Alter has a Wiki, but I did not immediately find obituaries or other attributes. There is a lunar crater named for him in the set approved in 1970 by the International Astronomical Union.

**3. Otto Hermann Leopold Heckmann** (23 June 1901, Opladen Germany – 13 May 1983 Göttingen Germany) directed, first, the Observatory of the University of Hamburg, where he was responsible for the installation of a very successful Schmidt telescope (1941-1962) and then the European Southern Observatory, for which he had been one of the foremost advocates from 1953 onward, as its founding Director General (1962-1969). His formal background was in astrometry, and his PhD dissertation dealt with positions and motions of the stars in the Praesepe cluster. He made major contributions to the completion of the AGK2 catalogue and initiated AGK3 (AGK – *Astronomische Gesellschaft Katalog*). World War II presented many difficulties. Observing was almost impossible, and he therefore took an interest in cosmology, writing the 1942 book *Theorien der Kosmologie*. Heckmann also, as a condition of holding the Hamburg directorship, joined the National Socialist German Worker's Party. It is known that he harmed no one in this regard, and even provided some shelter to colleagues at risk. Our paths crossed on four occasions, only one of which he was aware of.

First, as a Caltech astronomy graduate student, I was required to demonstrate some minimal capacity in foreign languages. I passed the French exam (on how to build a very old fashioned telescope) easily, and had the bright idea of fulfilling the German requirement by translating a German astronomy text for which no English version existed. Yes, *Theorien*. In three summer months, I had managed three pages, and wasn't very sure of them. Thus I enrolled in a German-for-scientists

class, passed the exam after 12 of 30 weeks, and dropped the course. Second, still at Caltech, it must have been the 1967/68 academic year when Kip Thorne organized a weekly general relativity colloquium. One of the visiting speakers was Alfred Behr (Whose obituary of Heckmann appeared in No. 33 of the ESO Messenger in 1983). He spoke on some cosmological topic, Thorne introducing him by saying it was not a Heckmann-Schücking-Behr cosmology. This got a laugh from the more knowledgeable members of the audience, of whom I was not one.

My thesis (Motions and Structure of the Filamentary Envelope of the Crab Nebula) was done, successfully defended, and submitted, upon instruction from my thesis advisor, Guido Münch, not to the more prestigious *Astrophysical Journal*, but to the somewhat struggling *Astronomical Journal*, edited 1967–74 by Lodewijk Woltjer (sect. 10).

The referee chosen by Woltjer was Otto Heckmann. He, remembering the case of his star cluster, and not realizing that my reference stars had nothing to do with the nebula, reported that my claim to having found absolute motions for the filaments, which could be traced back approximately to an expansion center was wrong. Luckily, the editor sided with the author, and the paper was accepted in time to appear in the September 1968 issue of AJ. It must surely be true that every graduate student in the world has felt at some time that their thesis was refereed by a Nazi, but in my case it really was.

Paper two from the thesis was submitted in February, 1970, also to Woltjer at the *Astronomical Journal* and refereed by Rudolph Leo Bernhard Minkowski (1895-1976) who had the fortune (good or bad) never to direct an observatory, but did serve in the German army through World War I, mostly on the eastern front. He found a truly horrendous mistake in the paper, which was duly revised and appeared in the October issue of AJ.

Fourth and finally, Heckmann was elected President of the International Astronomical Union for 1967 (Prague General Assembly) to 1970 (Brighton General Assembly), he therefore presided over the opening ceremony at the first IAU GA I ever attended. He must have done it well, for I came away feeling that my lifetime career goal was to be president of that organization. In this I have failed, but he is not the only IAU President to appear in these pages.

In addition to Behr's obituary, others appeared in *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society* (25, 274-276 by Walter Fricke) and in *Mitteilungen der Astronomische Gesellschaft* (60, 9-12, by H. H. Vogt).

Oh, and in case you wondered, Heckmann-Schücking-Behr cosmologies are highly anisotropic for instance because of rapid rotation. Engelbert Schücking was one of the three founders of the “Texas” Symposia on Relativistic Astrophysics, with Ivor Robinson and Alfred Schild.

**4. Smith College Observatory**, Western Massachusetts. Astronomy appeared in the Smith curriculum from its founding in 1872, and by 1888 there was an observatory on campus, in a brick building with a steel dome, funded by a donation from two trustees in honor of their wives, who were Smith graduates. The first director was Mary Byrd (1849-1934) who appears in BEA. In the early years, the astronomy faculty ranged from two to six, depending on how graduation requirements were designed. By the late 1960s, it was one (though the college had been part of the Four – later Five – College Astronomy Program since around 1960). The facilities consisted of a very senior 6" Gaertner refractor on the roof of the then new science building and a 16" Boller & Chivens reflector in the hills near Whately, Massachusetts. The one astronomer, Francis Stienon, had moved on at the end of academic year 1967-68, and the woman they wanted to hire in his place, Waltraut Seitter, asked for a year's delay before coming from Germany (where she returned after another year or two to become the first woman full professor of astronomy in the whole country). They hired a one-year fill-in, fresh out of graduate school, Dr. Virginia Trimble, so I guess I was director of Smith College Observatory for 1968-69. I at least visited the 16", thought briefly of equipping it to do atmospheric composition studies, but never actually used it. The rooftop refractor served to let a dozen or so students find the sun by day (we got pretty good at this when it was clear) and the stars by night (we were much less good at this). And a confession that has never appeared elsewhere is as follows:

One fine day, one of the Smith undergraduates in my introduction to astronomy class and I decided to take the doublet achromatic lens of the roof top telescope out of its mounting and clean it (which is definitely needed). The first thing we did was manage to knock a small chip out of the edge of the bi-convex part of the lens. We contemplated this for a moment, and I remembered that the main mirror at McDonald had not been rendered useless by some bullet holes, so we moved one of the postage stamps used to separate the two lenses to cover the chip, put it back in its mounting and into the telescope, and never told anybody. Neither Waltraut nor anyone else has ever asked past director Trimble how this came about. And that is more than enough about her as a director!



Smith College Observatory (from an old postcard).

I have just asked the current senior astronomer at Smith, Dennis Lowenthal, what became of the 6". It was, he reports, given to an amateur group even before he arrived there, and if they noticed the missing chip, they never complained either.



From left to right: Waltraut Seitter, Cecylia Iwaniszewska and Bogdan Wszolek. (Private residence of Waltraut Seitter, Germany, 1989).

**5. An unlikely pairing: Roderick Oliver Redman** (17 July 1905 Rodborough, near Stroud, Gloucestershire, England – 6 May 1976 Cambridge England) and **Michael Francis A'Hearn** (17 November 1940 Wilmington Delaware USA – 29 May 2017, University Park Maryland) had in common early athleticism and outstanding instrumental skills, significant service to their professional organizations and advisory boards, extended careers at one university and impressive records of advising PhD students there. Each also focused a large fraction of his work on a single class of astronomical objects, stellar motions and catalogable properties for Redman and comets for A'Hearn. I overlapped each at his home institution and have a silly story about each. Both have asteroids.

Redman received his PhD in 1930, at Cambridge, working with Arthur Stanley Eddington (whom I did NOT know, as he died in 1944) and in due course became Eddington's successor as director of The Observatories (combined University and Solar Physics) from 1947 until his retirement in 1972, at which time the Observatories were about to be merged with Fred Hoyle's Institute of Theoretical Astronomy (IOTA) to become the Institute of Astronomy (which survives and indeed has thrived). Redman has an article in BEA and a fine Royal Society (London) memoir by Roger F. Griffin and Richard Woolley.

A'Hearn received his PhD at the University of Wisconsin in 1966, with a thesis on the polarization of Venus (presumably the polarization of the light we receive from Venus) with three advisors otherwise unknown to the *Astronomy Genealogy Project*. He spent all of his subsequent career at the University of Maryland, where he had 18 PhD students. (Redman had 12 at Cambridge). The best current A'Hearn source is an obituary in the *Bulletin of the American Astronomical Society* (Vol. 52, No. 1) by his student Lucy McFadden, now retired from Goddard Space Flight Center. His most conspicuous astronomical success was as the Principal Investigator of Deep Impact, a NASA mission that sent a space craft to comet Temple 1 to drop a heavy weight and blast loose comet material to be studied.

Redman maintained an earlier Observatory tradition of occasional truly excellent teas, featuring baked good from both a local bakery and the kitchen of his wife, Canadian-born Kathleen. These were worth the walk of a block or so from IOTA by daylight, when the path was open. But at night, weekends, and holidays, the gate was locked. My office-mate, the late James Edgar Felten, at some point injured his ankle trying to get over the fence. He wrote to prof. Redman, complaining. The letter back, by return post, said: "Dear Felten: We do not encourage people to jump over the Observatory gate." and went on to explain that he might sign out a key, by application to the Observatory secretary. Redman always managed with one (when Hoyle had three) and could sometimes be caught doing his own typing, with great speed, but limited accuracy.

The University of Maryland had (perhaps still has) an observatory on grounds near the Gravity Building that hosted gravitational wave detectors built and operated by Joseph Weber. That observatory served primarily for elementary teaching and public outreach, with open nights the 5th and 20th of every month, come rain, snow, or blizzard. On open nights, a presumably knowledgeable graduate student was in charge of



the telescope and a faculty member gave a short talk on clear nights, a longer one under the clouds. I did my fair share of these for 20-some years.

The observatory had a roll-off roof, and one fine night, when I was the lecturer, the student rolled it right off its rails. What to do? A'Hearn was presumably the official director only his few years as department chair, but he was always the go-to person for the observatory. The student managed to contact Mike by phone. Soon up rolled a pickup truck, with Mike at the wheel and his wife, Maxine, riding shotgun. They had been on their way to a movie. Hmph! said the driver – (and believe me you have never been Humphed until you were humphed by Michael A'Hearn). He got out of the truck, did something to the gears and controls, frowned at both the student and me once the roof was back under control and drove off in clouds of dust and disapproval. Apparently I was eventually forgiven, however, because, some years later, when he was on the AAS Publications Board and I was an associate editor of the *Astrophysical Journal*, I tripped over the furniture while attempting to join a Pub Board meeting and landed four square on his by then quite capacious lap. I was not immediately ejected.

**6. Lick Observatory**, the first of the isolated mountain-top facilities, goes back to 1888 and has had a long run of distinguished directors. The three appearing here are Albert Edward Whitford (22 October 1905 Milton Wisconsin – 28 March 2002 Madison Wisconsin) director 1958-1968, Donald Edward Osterbrock (15 July 1924 Cincinnati Ohio – 11 July 2007 Santa Cruz California) director 1973-1981, after a bit of a complicated interregnum, and Robert Paul Kraft (16 July 1927 – 26 May 2015), director 1981-1991. Each has told much of his own story, in volumes of *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 24, 38, and 41 respectively, page 1 in each case, published in 1986, 2000, and 2003 respectively. Whitford recorded an oral history in 1984 (available from the website of the American Institute of Physics Center for the History of Physics); Osterbrock is the subject of a 2013 National Academy of Sciences memoir by Gregory A. Shields, and an obituary of Kraft appears in volume 47 (2017) of the *Bulletin of the American Astronomical Society*. Each served a term as president of the American Astronomical Society: Whitford 1967-70 (including a bit of the end of the term of Bengt Strömgren who returned to Denmark), Osterbrock 1988-90, and Kraft (the first to be competitively elected, over Jesse Greenstein) 1974-76. Whitford coordinated the first of the astronomy decadal surveys in 1962. Kraft was president of the International Astronomical Union (1997-2000).

Whitford was the moving force in getting the 120" telescope up and running (never an easy task!). He was also concerned about the number of astronomers who would want to use it. The Lick staff should, he felt, come first (they were eventually integrated with the faculty of the University of California at Santa Cruz). Both UC Berkeley and UC Los Angeles already had an astronomer or two, and he worried that they might be using Lick as a recruiting tool to build up their astronomy faculties. Thus when UC San Diego decided to appoint Margaret and Geoffrey Burbidge (she of course already a well-known observer) to its faculty he was not pleased. Roger Revelle, of Scripps Institute at UCSD helped to smooth over the difficulties. But, said Whitford, no more! This attitude, that there were four, and only four, astronomical campuses in the UC system was firmly defended by Osterbrock as his successor.

I was appointed to an assistant professorship at UC Irvine (founded in 1965) in 1971, having originally been told by the then department of physics that I would be entitled to apply for observing time at Lick. After I was already settled in at Irvine, there came a letter signed by Osterbrock, saying most firmly that UCI was NOT an astronomical campus, and I was NOT entitled to apply for time. As late as 1984, in his oral history, Whitford said firmly that there were astronomers on four campuses of the University of California, UCSC, UCB, UCLA, and UCSD. I was by then a full professor at UCI and about to be joined by our second astronomer, Gary Chanan, who, with Jerry Nelson, Terry Mast, and perhaps a few others, was to play a leading role in the design and construction of the Keck telescopes, with their segmented, actively-controlled-mirrors.

Soon after taking over the Lick reins, Bob Kraft convened an observatory review panel to advise him and asked me to serve on it. (We had been acquainted since his, and my, days at Caltech in the 1960s). One of the items on the agenda was the under-utilization of the relatively new 40" Nickel telescope; Kraft proposed to open this to use by astronomers from outside the UC system. "Um," says I, "Does this mean that every astronomer in the world can apply for Lick time except those at UC Irvine, Riverside, Davis, and Santa Barbara?" (Merced did not yet exist; and San Francisco is purely medical). Bob was clearly surprised, not having been aware of the restriction, and promptly changed the rules.

Kraft was the director who played the largest role in bringing the

UC system into partnership with the California Institute of Technology to develop, build, and operate the Keck telescopes. It was essential for the chancellors of all eight relevant campuses to unify behind this, and therefore important that he could assure them he was director of a system-wide facility, and that the Keck Observatory would also belong to the University of California system, not to UCSC or some subset of the campuses. Undoubtedly someone else would have made him aware of the exclusionary policy if I hadn't. An NAS (US National Academy of Sciences) memoir of Kraft is currently being written by Sandra M. Faber, a prize-winning member of the unified staff.

**7. Riccardo Giacconi** (6 October 1931 Genoa, but a Milanese at heart – 9 December 2018 San Diego, California) was the founding director of the Space Telescope Science Institute (managing organization for the Hubble Space Telescope) 1981-1993 and the Director General of the European Southern Observatory from 1993 to 1999, when he had already slightly exceeded official retirement age. Before those positions he was both the administrative and scientific leader of American X-ray astronomy, and afterwards as president of Associated Universities Inc. (1999-2004), which administers the National Radio Astronomy Observatory, he had managerial responsibilities at still longer wavelengths.



Riccardo Giacconi

His achievements in all of these roles were monumental. The 2002 Nobel Prize in Physics was for that early X-ray work, the rocket flight that discovered Scorpius X-1 and the X-ray background and the Uhuru satellite that found several hundred additional X-ray sources, though planned when something like 10 were known. His efforts toward what,

much later, became the Chandra X-ray Observatory (launched in July 1999, 30 years after he planned a larger LOXT (Large Orbiting X-ray Telescope)) give him 500,000 seconds of discretionary observing time. This he used to image the Chandra Deep Field South (south so that follow-up observations could be done at ESO in Chile).

Giacconi has told his own story (2008, *Secrets of the Hoary Deep*, *Johns Hopkins University Press*), and it is an absolutely fascinating tale.

The index includes neither the American Astronomical Society nor the International Astronomical Union. He was, however, somewhat active in both, receiving the 1966 Warner Prize (achievements by scientists at most 35 years of age) in 1966 from the AAS and serving as vice-chair and chair (1975, 1976) of the High Energy Astrophysics Division of which he had been a founding member in 1969 and remaining part of it at least until 1996. Giacconi was elected to the International Astronomical Union in 1967, initially in Commission 44 (Astronomical Observations from outside the Terrestrial Atmosphere), and then at the next 1970 General Assembly, he signed on as a founding member of Commission 48 (High Energy Astrophysics).

Giacconi's contributions at both STSCI and ESO were monumental, getting the former ready for the launch of HST, coping when that launch was delayed (1986-90) by the explosion of the Challenger Shuttle, then at ESO overseeing the actual construction of the Very Large Telescope and getting the Council and member countries behind the idea of being the European organization to partner with the United States (represented by NRAO) and Japan to construct the Atacama Large Millimeter/submillimeter Array. His AUI/NRAO term witnessed the funding and development of the Greenbank Telescope, in its time the largest fully-steerable single radio dish. For details of all this, I must refer you to his autobiography.

I enter the story twice, peripherally. First, after the Challenger disaster, Riccardo wondered about how to make best use of the STScI facilities and make sure that when launch actually occurred they would be ready to handle the flood of data expected. He discussed the issues with very many people. My suggestion was to bring back into astronomy some of the new PhDs from the past decade or so who had not found jobs and had left the field. Chris McKee suggested something different and better, and the result was the Hubble Fellowship Program for new PhDs and later a prototype for programs associated with other NASA missions.

The second happened at the one AAS meeting ever held in Las Vegas, in January, 1984. At some relatively quiet moment, we were sitting at a small table next to a row of slot machines. Riccardo asked me if I had ever played one of them. I confessed I had not. He handed me a double fistful of quarters and aimed me at a relevant one-armed bandit. Bandit it was, and swallowed every one, with no payback. This was not, I suspect, what he had expected. But I walked back to the table saying, “You know, Riccardo, for that we could have had two glasses of good wine.” So we did.

Toward the end of Giacconi’s time at STScI, the Institute hosted the first meeting (September 1992) on “Women at Work: A Meeting on the Status of Women in Astronomy.” This resulted in the Baltimore Charter, listing needed improvements. Probably because my own experiences in astronomy have essentially all been happy ones, I have always found it a bit difficult to take such issues seriously. The situation for Black scientists is clearly very different.

**8. Yerkes Observatory**, founded in 1899 or thereabouts is another with a long, sometimes illustrious history, and a number of distinguished directors, many of whom I at least met. Mentioned here, for very different reasons, are **William Wilson Morgan**, **Bengt Strömgren** and **Richard Kron**. W. W. Morgan (3 January 1906 Bethesda Tennessee – 21 June 1994, Williams Bay, Wisconsin, director of both Yerkes and McDonald Observatories 1960-71) will never be forgotten as long as astronomers use MKK (Morgan Keenan Kellman) spectroscopic types, or explain why they are using some other sort. Later in his career, he coined the names N and cD for the very massive galaxies sometimes found at the centers of clusters. He has a BEA article, a Wiki, and a NAS memoir written by Donald E. Osterbrock (1997, vol. 72, 1-33). I met him very briefly at one or more AAS meetings. But he has recently become again slightly famous for another reason.

He was the thesis advisor of Nancy Grace Roman, for whom the Wide-field Infra-Red Space Telescope (WFIRST) has recently been renamed, and he did not speak to her for six months during her student-ship. In so far as this contributed toward her taking a position at NASA rather than in academe, we are his debtor! He was president neither of the American Astronomical Society nor of the International Astronomical Union. Bengt Strömgren (21 January 1908 Gothenburg Sweden – 4 July 1987 Copenhagen, director of Yerkes and McDonald 1952–1957) on the other hand was president of both, the IAU 1970-73 and the AAS



From left to right: William Wilson Morgan, Bengt Strömgren and Richard Kron.

1966-67, his term curtailed by his return to Denmark.

Strömgren has a Wiki, a BEA article and recounted his own life up to 1983 in *Annual Review of Astronomy & Astrophysics*, volume 21. In 1967, he was selected as the outstanding scientist in Denmark, entitling him and his family to live in the Carlsberg Mansion, initially the home of Niels Bohr. He was thus the host for the participants of IAU Colloquium 6 at an excursion from our meeting in Elsinor in September 1969. The Mansion literally had spigots running with Carlsberg beer, and I remember clearly at least the beginning of the reception in the garden. But it is a moment from his AAS presidency that puts him in this article. At the December 1966 AAS meeting in Los Angeles, I gave my first-ever conference talk on “The motion and structure of the filamentary envelope of the Crab Nebula”. This was the era of two parallel sessions through the three-day meeting, held between Christmas and New Years. As an unknown graduate student, I was placed last on one of the two sessions on the last afternoon, and the audience had dwindled considerably! But the other session had ended a bit earlier, and into the nearly empty room, in time for my talk, came half a dozen distinguished astronomers, led by President Strömgren. His asteroid is called Bengt (1846), because Strömgren had already been named for his astronomer father, Svante Elis. Morgan also has an asteroid, 3180, and an oral history conducted by David DeVorkin.

Third we meet Richard Kron, alive and well, and director of Yerkes 1989-2001. He shared with several others the sad task of deciding what to do with all kinds of items at the observatory when its ownership passed recently from the University of Chicago to a private foundation. Like Strömgren, he is a second-generation astronomer, son of Gerald Kron (1913-1912) director of the US Naval Observatory Station in Flagstaff Arizona (1965-1973) and Katherine C. Gordon, also an astronomer. But



Richard is here because he gave me a wonderful tour of the part of Athens where the Elgin marbles would have been if they weren't elsewhere, just before the start of the IAU General Assembly in Patras, Greece in 1982.

**9. The US Naval Observatory** is just going to have to sneak in here, because Kaj A. Strand (27 February 1907 Hellerup Denmark – 31 October 2000 Washington DC) was director there (1963-1977) and offered me a two-year postdoctoral position in 1968 to come make sense of their 2-micron infrared survey (He had previously been director at Dearborn Observatory 1947-58). His successor there was Gert Westerhout (15 June 1927 the Hague, Netherlands – 14 October 2012 Catonsville Maryland USA) who had previously been the head of the astronomy program at the University of Maryland when they figured out how to give me a visiting position from July to December each year from 1973 to 2003, so that my husband and I could work at the same places at the same time!

**10.** Two wonderful gentlemen directors: **Robert (Bob) Williams** (born 14 October 1940, Dunsmuir California) and **Lodewijk (Lo) Woltjer** (26 April 1930 Noordwijk the Netherlands – 25 August 2019 Geneva Switzerland) each directed two observatories and were good friends at least from 1987 when their two southern hemisphere observatories were focussing on Supernova 1987A in the Large Magellanic Cloud. It must mean something that the very first PhD thesis on the Crab Nebula, emphasizing polarization and magnetic fields was that of Woltjer, earning his degree in 1957 under Jan Oort in Leiden, while the second ever, emphasizing the emission of thermal gas ionized by an ultraviolet continuum, was that of Williams, earning his degree in 1965 under Donald E. Osterbrock at the University of Wisconsin. What about the third? Well it was that of Virginia Trimble on motions and structure of the filamentary envelope, leading to her degree in 1968 under Guido Münch at the California Institute of Technology. Each of them became president of the International Astronomical Union (Williams 2009-2012 and Woltjer 1994-1997). Trimble aspired to that position, but topped out as a vice president (1994-2000) and president of two of its divisions (Galaxies and the Universe 2000-03, Union-wide Activities 2003-06).

Each has told part of his own story, Woltjer in *Europe's Quest for the Universe* (EDP Sciences 2006) and Williams in *Hubble Deep Field and the Distant Universe* (Institute of Physics 2018), covering the periods of their better-known directorships and some of the trials and tribulations

thereof. Lodewijk Wolter was, first, director of the obscure Harriman Observatory of Columbia University (1967-74) and then of the European Southern Observatory (1975-1987 calendar years). He made it a condition of his taking on the job that the observatory Council approve establishing a group of research astronomers at ESO headquarters, so that it was not just a service organization. And it was the last Council meeting of his two-and-half terms that approved plans for what became the Very Large Telescope (VLT) in Chile.



Lodewijk Woltier (1930-2019)

Bob Williams was director of the Cerro Tololo Interamerican Observatory from 1986 to 1993 and of the Space Telescope Science Institute from 1993 to 1998. Over those years he convened various advisory committees, on one of which both Woltjer and Trimble served. Of course the Hubble Space Telescope accomplished many exciting things under Williams's directorship. But the item for which he is now most highly honored was devoting essentially all of his director's discretionary time to having HST stare at one essentially blank bit of sky. The product, the Hubble Deep Field, established beyond doubt that galaxies are a changing population and were very different (smaller, lumpier, different colors) when the universe was half or less of its present age than they are now. Deeper fields and radio and X-ray counterpart searches have led to much of our current understanding, limited though it is, of the formation and evolution of galaxies.

I had known Woltjer for almost exactly 50 years at the time he died and hope to know Williams and his wife Elaine for much longer than that!

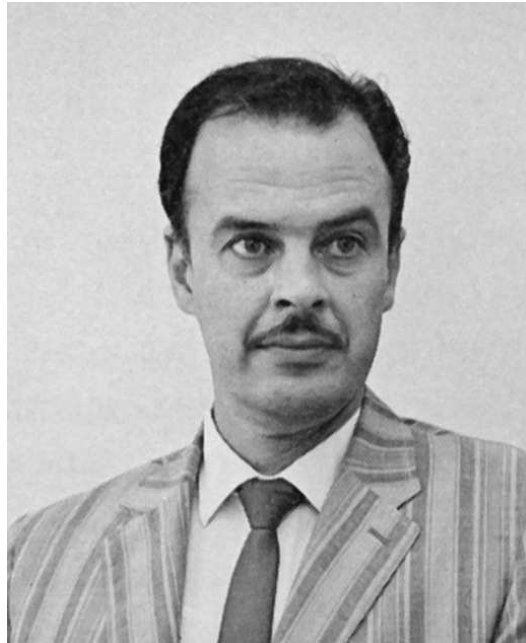
**11. Calar Alto Observatory** (and several different names in Spanish and German) at an altitude of 2168 meters in Almeria Province, Spain had its origins in the feeling in the (West) German astronomical community that their share of ESO observing time was not sufficient for their needs, coupled to the recognition that none of the observatory sites in Germany were suited to modern observing practices. Spain, on the other hand, had a smaller astronomical community but some more promising sites in its Sierra Nevada mountains to the south (Granada is the best-known city in the region).

It has even better sites in the Canary Islands, which now host very many astronomical installations. But it was the Spanish mountain site that was chosen for the collaboration, from which Germany withdrew in 2019, and the observatory is now under Spanish and Andalusian ownership.

The first telescope was a 1.23 meter (later joined by a 2.2 and a 3.5), and Otto Heckmann's Hamburg Schmidt, moved there in 1976. King Juan Carlos I of Spain presided over the inauguration on 28 September 1979.

The first official director was **Guido Münch Paniagua** (19 June 1921, San Cristobal de las Casas, Chiapas Mexico – 19 April 2020, Pasadena, California), simultaneous director of the Max Planck Institute for Astronomy in Heidelberg and holder of a professorship there, 1977-1989. He has a Wiki, a BEA article, an obituary in the *Bulletin of the AAS* (52, 0316, 2020), written by his son Christopher, and there was an oral history conducted by David DeVorkin in July 1977 (in the dome of the 60" telescope on Palomar Mountain) just before he headed permanently for Europe. There will be an NAS memoire when I get it written.

IAU Colloquium 117, held in Granada in 1989, was organized in his honor, and some of the papers (including an appreciation by Donald E. Osterbrock) cast light on his astronomical contributions, most associated with his earlier years at the University of Chicago (where he was a student of Chandrasekhar) and the California Institute of Technology (where his 17 or so graduate students included V. Trimble and other, better-known astronomers). He had been offered a position in Germany in 1958, by Reimar Lüst, during a sabbatical visit there, but felt the astronomical and financial climates of Germany were not a match to



Guido Münch Paniagua (1921-2020)

Mt. Wilson and Palomar.

A couple of decades later, not only was the German climate more favorable, that of southern California had, Guido felt, deteriorated seriously. He was one of the violent opponents to the development of the Las Campanas site and its 100" telescope by the Carnegie Institution, feeling that the \$5 million would have been much better spent on updating the 200" and its instrumentation. He also expected that the whole cooperative arrangement among Mt. Wilson, Palomar, and Caltech was going to fall apart, leaving astronomy there poverty-stricken. This to a certain extent has happened, though all three still exist and are significant players in American astronomy. That Guido was a native speaker of Spanish and his father had had native German was probably also a contributing factor. Münch and his third wife lived for some years in the town of Almeria, where she died, and he and his fourth wife moved back to Southern California. She also predeceased him.

Why is this section headed with the observatory name rather than the director's? Because there is a perfectly charming, much younger, Portuguese-born astronomer, **João Alves** (now at the University of Vienna) who was director at Calar Alto 2006-2010, when the positions had decoupled from the MPI (Max Planck Institute) directorship and Heidelberg professorship. I remained sporadically in touch with Guido over the intervening years from my PhD in 1968 until he was no longer very communicative, and it must have been some time in that 2006-10

interval when I mentioned something about Calar Alto to him, and he simply refused to believe that HIS observatory had a director of whom he had never even heard!

**Eleanor Margaret (Peachey) Burbidge** (12 August 1919 Davenport, near Manchester, England – 5 April 2020, San Francisco California) achieved many things in her 100 years on this earth (described in a BEA article, an obituary in *Observatory* magazine 142, 213-224, and with an NAS memoir being written by Sandra M. Faber to come) ending with her being named the very first fellow of the American Astronomical Society in 2019. She was, for a number of years, head of an Organized Research Unit (all three words being a bit hopeful) at the University of California San Diego. She and the ORU, called the Center for Astronomy and Space Science (CASS), had primary responsibility for one of the first-generation instruments for the Hubble Space Telescope. Her time as an acting observatory director, however, came much earlier, during the Second World War and while she was a student at University College London (UCL). The official director, C. Clive L. Gregory, remained in London for the duration, but was largely engaged in war work, leaving Margaret with most of the responsibility for the telescopes on the UCL campus and the larger ones at Mill Hill, while also carrying out some war work of her own, assembling range finders and devices used in aerial reconnaissance.



Eleanor Margaret Burbidge

She began attending meetings of the Royal Astronomical Society in 1941, and, in her oval history in 1978 (Geoffrey R. Burbidge her husband also did one in 1977), she described Eddington as “a crabby little man” who gazed into a corner of the room and gave an uninteresting talk.

Of course 20 years had passed since Eddington gave the relativity and eclipse talk that inspired Cecilia Payne (later Gaposchkin) to a career in astronomy. Fast forward to 1962, when UCSD appointed both Margaret and Geoff to staff positions. She thus became the first woman officially granted observing time at Lick, but also the “thin end of the wedge” to pry open University of California observing facilities to faculty on all the campuses.

For this, and for very many other things, I and the entire astronomy community are deeply grateful to Margaret Burbidge! She told the first 74 years of her own story in *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* (vol. 32, 1994).

She was also director of the **Royal Greenwich Observatory** for about 18 months, a story too sad to appear in this, I hope, cheerful celebration of my friends. Observatories in the image of their founding directors. Yes, George Ellery Hale was responsible for a large part of the origins and early history of Yerkes, Mt. Wilson, and Palomar Observatories, but you might have supposed that era was long over. It is not!

**12. Observatories in the image of their founding directors.** For today we find at least two observatories that I have been privileged to be a part of, which were created from scratch by one person: **Las Cumbres Observatory** (formally Las Cumbres Observatory Global Telescope Network) and the **Queen Jadwiga Observatory**.

**Wayne Rosing** (b. 1946) is quaintly described in his Wiki as an engineering manager. Past affiliations include DEC, Apple, Sun, some others I hadn’t heard of, and particularly Google, where he was vice-president of engineering from 2001 to 2005. When the company went public, employees received shares of considerable value. Wayne, who has always loved to design and build relatively small telescopes and polish mirrors decided that his share was going to offer to astronomers “We keep you in the dark!” that is, rings of 1 and 2 meter telescopes in northern and southern hemispheres, with such sophisticated scheduling that observing programs really could provide 24-hour coverage over most of the sky, weather, electrical supplies, absence of pandemics, etc. allowing. We had both been on the board of directors of a society that shall remain nameless in the period 1996-99. That I found him enormously impressive should not be surprising. Quite remarkably, he found me sufficiently impressive that he asked for my input early in the LCOGT development process and appointed me to his science advisory Committee in 2007.



I survived the terms of two or three successive additional directors, while Rosing was moving gradually into an advisory capacity, and was removed from the SAC only with the advent of the current director, Lisa Storrie Lombardi. **Queen Jadwiga Observatory** is also the creation of one man, **Bogdan Wszolek**. It exists on a single site, but is a multi-wavelength installation, and no two of its telescopes are the same. I'm not quite sure how we met, but I think it must have been because we were both friends of the late Konrad Rudnicki. Him I knew because we shared a few nights on the Palomar 48" Schmidt back in 1966-67, when he was doing supernova follow-up light curves and I was trying to calibrate line-emission images of the Crab Nebula. Unlike LCOGT, the Obserwatorium Astronomiczne Królowej Jadwigi is still firmly in the hands of its founding director (who I suspect is also a good deal younger than Rosing and I, but I wouldn't presume to ask), with the enthusiastic collaboration of his lovely wife Magdalena Wszolek and their children: astrobiologist Agata Kołodziejczyk, astronomer Agnieszka Kuźmicz and engineer Kamil Wszolek. On special occasions, they also launch small rockets and stratospheric balloons from the grounds of the Queen Jadwiga Observatory, which I believe has never happened from any of the now 10 or 12 sites of LCO.

I am deeply indebted to Director Wszolek for the opportunity to put these thoughts together (more perhaps raw materials for history of astronomy than history itself) and to his daughter Dr. Agnieszka Kuźmicz for turning a typed original document into something publishable!



In the Queen Jadwiga Observatory (June 8, 2015).  
From left to right: Michał Heller, Virginia Trimble and Bogdan Wszolek.



**ISSN 2719-3616**