

Poszukiwanie fal grawitacyjnych

Andrzej Królak

DBP: Zakład Astrofizyki

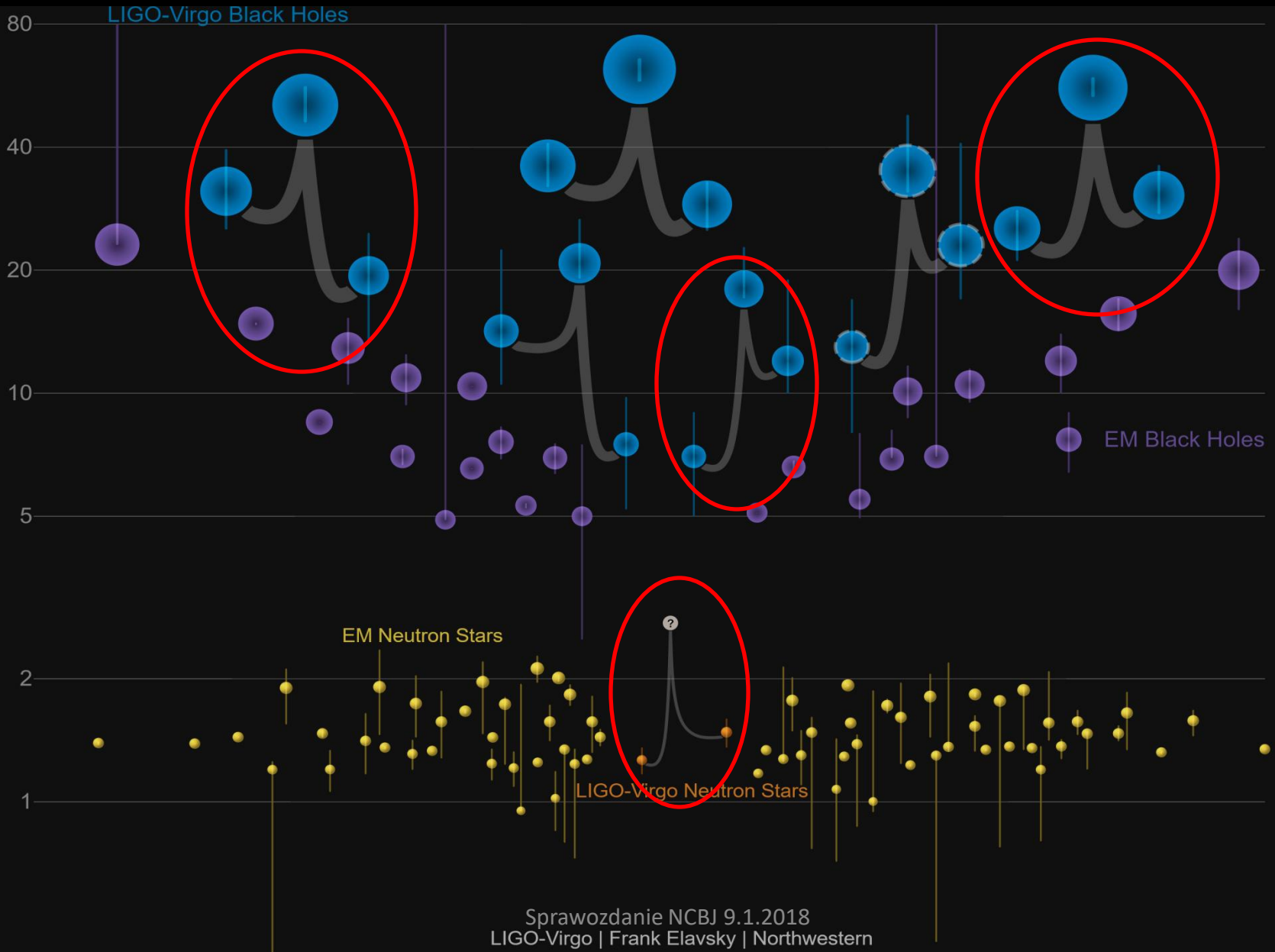
Nowe detekcje fal grawitacyjnych

Rok 2017 był niezwykle owocny:

- Wykryto trzy dalsze sygnały fal grawitacyjnych ze złania się układów podwójnych czarnych dziur
- Wykryto pierwszy sygnał fali grawitacyjnej ze złania się gwiazd neutronowych
- Po raz pierwszy dokonano wspólnych pomiarów z innymi obserwatoriami astronomicznymi
- Do obserwacji dołączył detektor Virgo

Za konstrukcję detektorów LIGO i pierwszą obserwację fal grawitacyjnych przyznano nagrodę Nobla z fizyki w 2017r.

Masy czarnych dziur i gwiazd neutronowych



Polgraw-Virgo

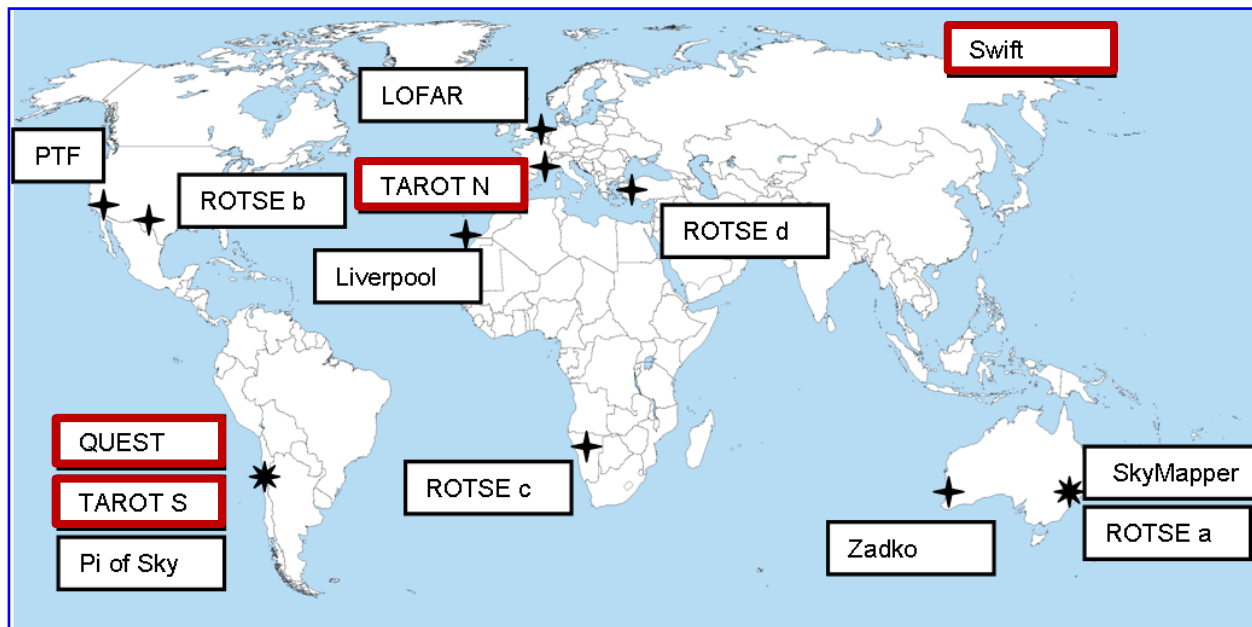
- 3 pracowników Zakładu Astrofizyki (prof. A. Królak, mgr inż. A. Kutynia, dr A. Zadrożny) i dr O. Dorosh – członkami zespołu Polgraw-Virgo i konsorcjum LIGO-Virgo
- Cztery obszary działalności:
 1. A. Królak (lider Polgraw) – udział w pracach Zarządu Virgo
 2. A. Zadrożny – wspólne obserwacje detektorów LIGO-Virgo i teleskopu Pi-of-the-Sky
 3. A. Królak, O. Dorosh – czł. grupy poszukiwania FG z rotujących gwiazd neutronowych (A.K. lider tej grupy)
 4. A. Kutynia – wkład w rozbudowę detektora Virgo

Ad.1:Działalność w Zarządzie Virgo

- Uroczyste zakończenie budowy detektora Advanced Virgo – udział A.K.
- Ogłoszenie pierwszej detekcji przez Virgo – konferencja na szczycie G7-Science pod Turynem – udział A.K.
- Ogłoszenie pierwszej detekcji FG ze zlania się gw. neutronowych i towarzyszących obserwacji astronomicznych – konferencja prasowa w Pałacu Staszica organizowana przez PAN - udział Dyr. NCBJ, członków Polgraw i polskich przedstawicieli projektów astronomicznych)
- ✓ **W wykładzie noblowskim Barry Barish podkreśla rolę Virgo i wymienia udział Polski**
 - Komunikaty dotyczące odkryć na stronach NCBJ (b. duża pomoc rzeczownika dr M. Pawłowskiego i Dyrekcji)

Na ogłoszonej dziś w Brukseli uaktualnionej mapie drogowej APPEC fale grawitacyjne zajmują prominentną rolę.

Ad. 2: Wspólne obserwacje detektorów LIGO i Virgo oraz obserwacji optycznych, rentgenowskich i radiowych : triggery z detektorów FG przesyłane do teleskopów



Winter/Summer Run
 Only Summer Run

**Obecnie 95
 obserwatoriów
 bierze udział w
 programie**

Teleskopy optyczne

TAROT SOUTH/NORTH

1.86° X 1.86° FOV

Zadko

25 X 25 arcmin FOV

ROTSE

1.85° X 1.85° FOV

QUEST

9.4 square degree FOV



SkyMapper

5.6 square degree FOV

Pi of the Sky

20° X 20° FOV

Palomar Transient Factory

7.8 square degree FOV

Liverpool telescope

4.6 X 4.6 arcmin FOV



Obserwacje

Swift Satellite

0.4° X 0.4° FOV



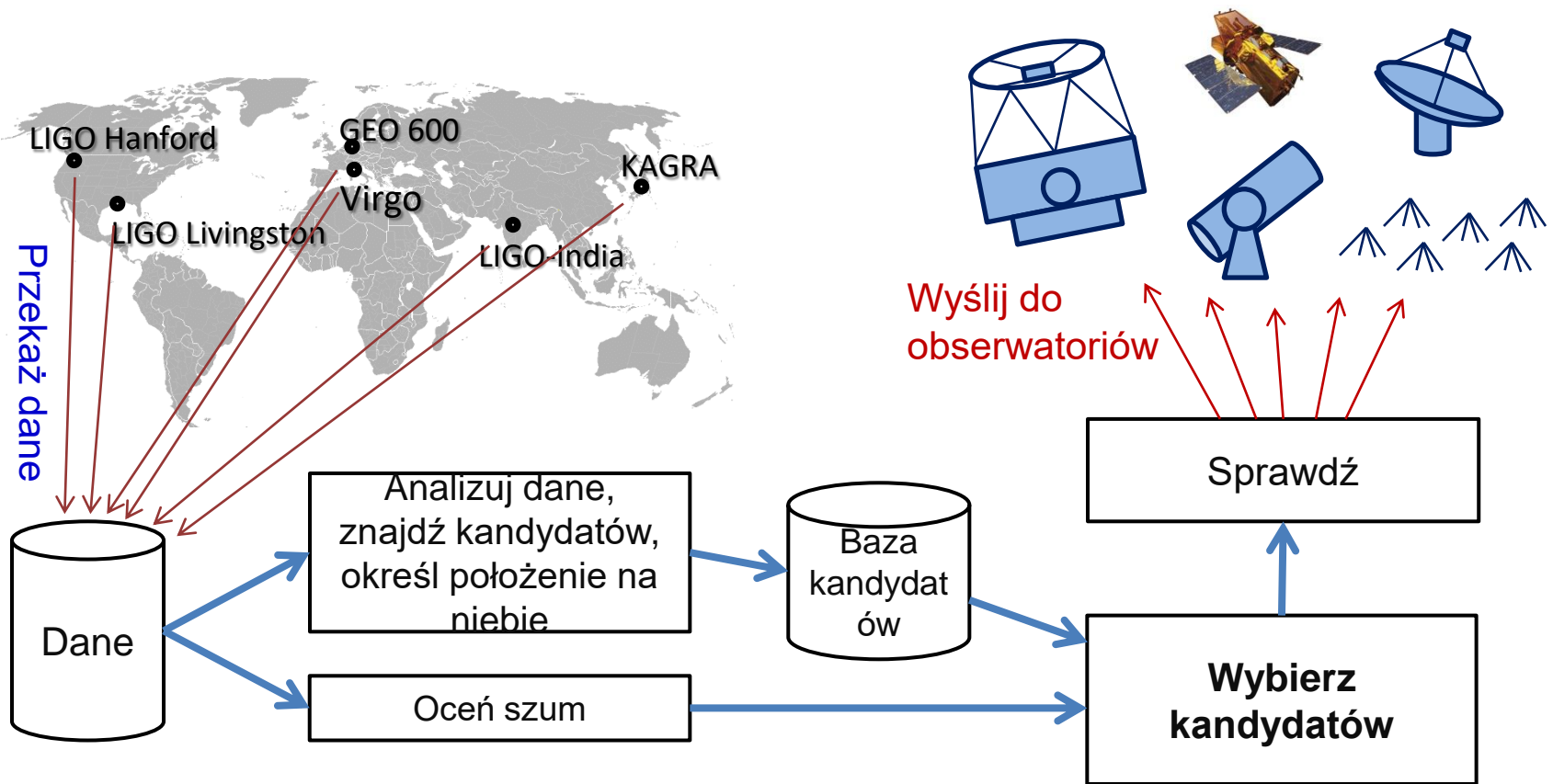
Obserwacje radiowe

LOFAR

10 – 250 MHz

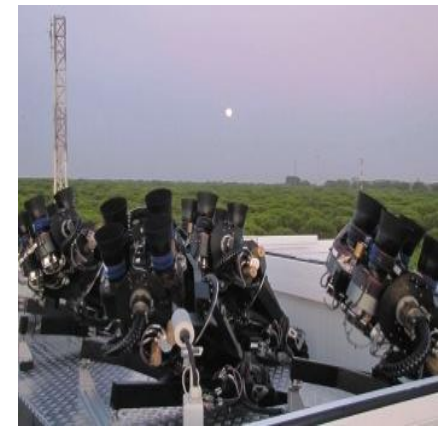


Generacja i wysyłanie alertów

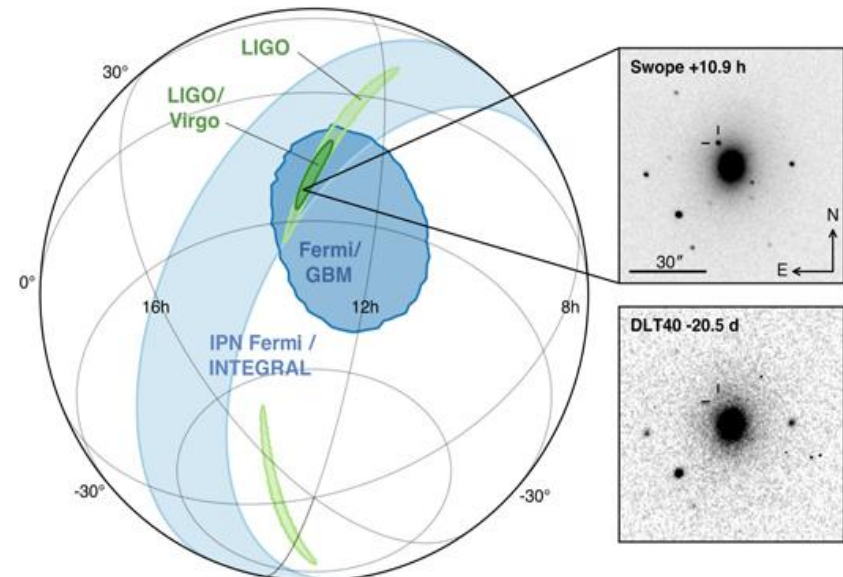


Ad.2: Udział Pi of the Sky w EM Follow-up (2017)

- Pi of the Sky prowadziło obserwacje podczas EM Follow-up (O2) 11.2016-08.2017
- Odpowiedziało na ponad 60% alertów (Analiza danych w trakcie)
- Wyniki dotyczące GW170817
 - Zostały włączone do głównej publikacji GW170817 (B. P. Abbott et al 2017 ApJL 848 L12)
 - Cwiek A. et al 2017 GCN 21783
- Publikacja wyników O1: A. Zadrożny et al. Proc. SPIE 10445, 104454I (2017)
- Inne:
 - Opracowanie proof-of-concept metody wykrywającej rozbłyski w oparciu o konwolucyjne sieci neuronowe

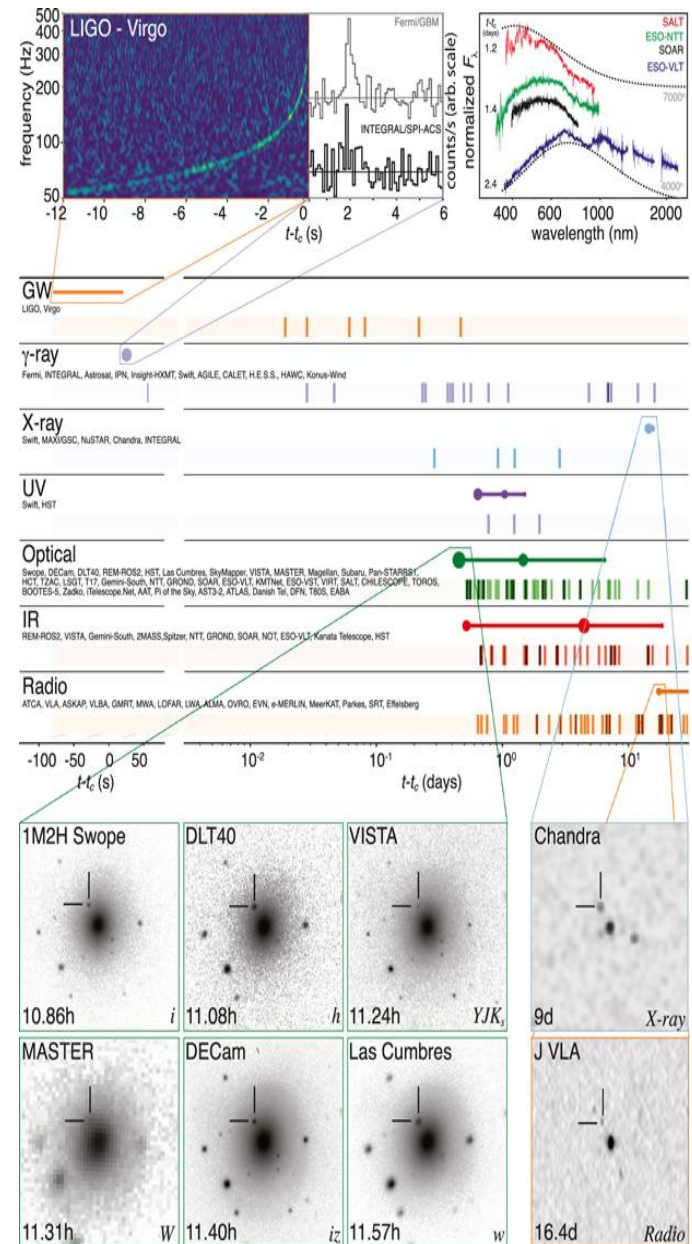


Pi of the Sky



• GW170817

- Pierwsze zaobserwowane zlanie gw. neutronowych
- Obserwacje błysku gamma i kilonowej
- Wyniki Pi of the Sky zostały włączone do głównej pracy nt. GW170817 (B. P. Abbott et al. 2017 ApJL 848 L12)
- Pi of the Sky zobrazowało pierwszej nocy 25% pierwszej estymacji pozycji pochodzącej z LIGO-Virgo



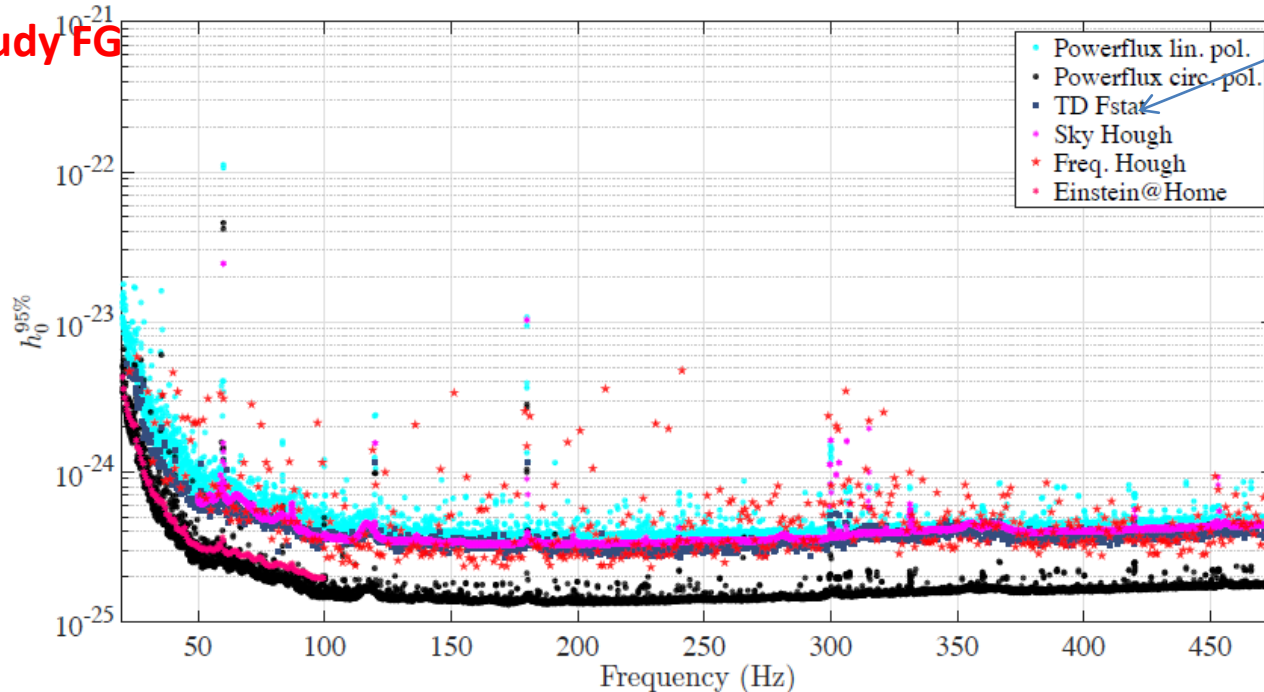
Optical

Swope, DECam, DLT40, REM-ROS2, HST, Las Cumbres, SkyMapper, VISTA, MASTER, Magellan, Subaru, Pan-STARRS1, HCT, TZAC, LSGT, T17, Gemini-South, NTT, GROND, SOAR, ESO-VLT, KMTNet, ESO-VST, VIRT, SALT, CHILESCOPE, TOROS, BOOTES-5, Zadko, iTelescope.Net, AAT, Pi of the Sky, AST3-2, ATLAS, Danish Tel, DFN, T80S, EABA

Ad.3: Poszukiwanie FG z rotujących gw. neutronowych po całym niebie

Brak detekcji

Górne ograniczenia na amplitudy FG



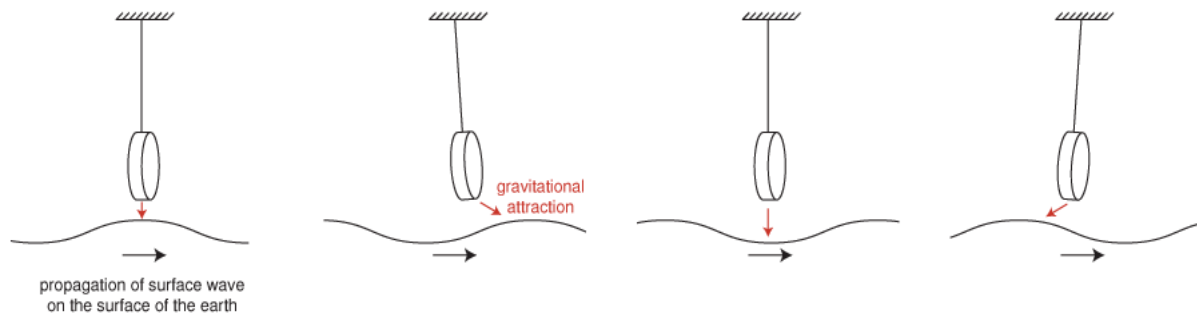
POLGRAW

Analiza dla wyższych częstotliwości ukończona

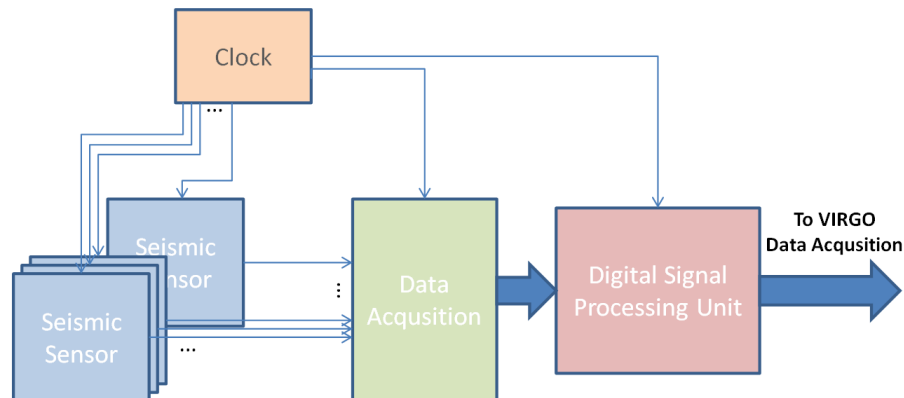
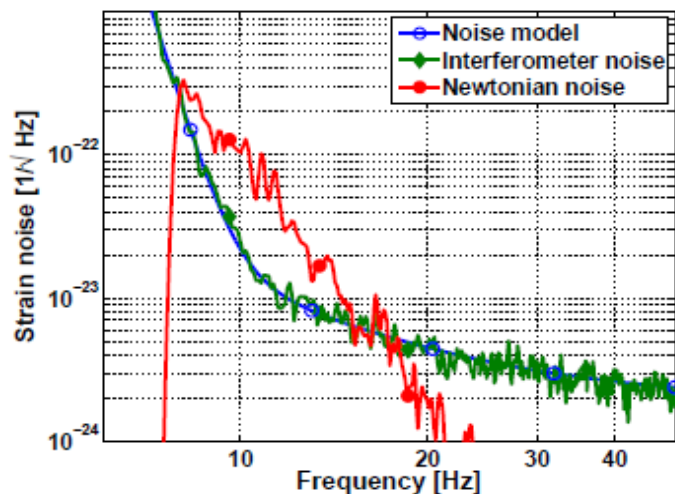
Praca przedstawiona konsorcjum LIGO-Virgo

FIG. 21. (Color online) Upper limit comparison for the four search pipelines used in this analysis. The curves represent the source strain amplitude h_0 at which 95% of simulated signals would be detected. Three of the pipelines (*FrequencyHough*, *SkyHough*, *Time-Domain \mathcal{F} -statistic*) present population-averaged limits over the full sky and source polarization, while one pipeline (*PowerFlux*) presents strict all-sky limits for circular-polarization (most favorable orientation – black) and linear-polarization (least favorable orientation – cyan) sources. Converting the *PowerFlux* upper limits to validated population-averaged upper limits would require extensive, band-dependent Monte Carlo simulations, but previous studies suggest that such limits would lie in a region similar to that of the other pipelines. In addition, the population-averaged upper limits from the most recent Einstein@Home search are shown for comparison [32]. The Einstein@Home search explored the low frequencies, and a narrower spindown range using a much longer coherence length (210 hours).

Ad. 4: Budowa układów elektronicznych do usuwania tzw. szumu newtonowskiego



Dominujące źródło szumu newtonowskiego – sejsmiczne fale powierzchniowe, w wyniku których powstają fluktuacje gęstości poblizu luster detektora.



Testy układu na miejscu detektora Virgo odbędą się w drugiej połowie stycznia b.r.