UNIWERSYTET PRZYRODNICZY WE WROCŁAWIU

KSZTAŁCENIE W POWIĄZANIU Z BADANIAMI NAUKOWYMI – DLA KOGO I JAK TO ZROBIĆ?

ZAANGAŻOWANIE STUDENTÓW W REALIZACJĘ BADAŃ NA UPWR

Jan **Kapłon**, Tomasz **Hadaś**

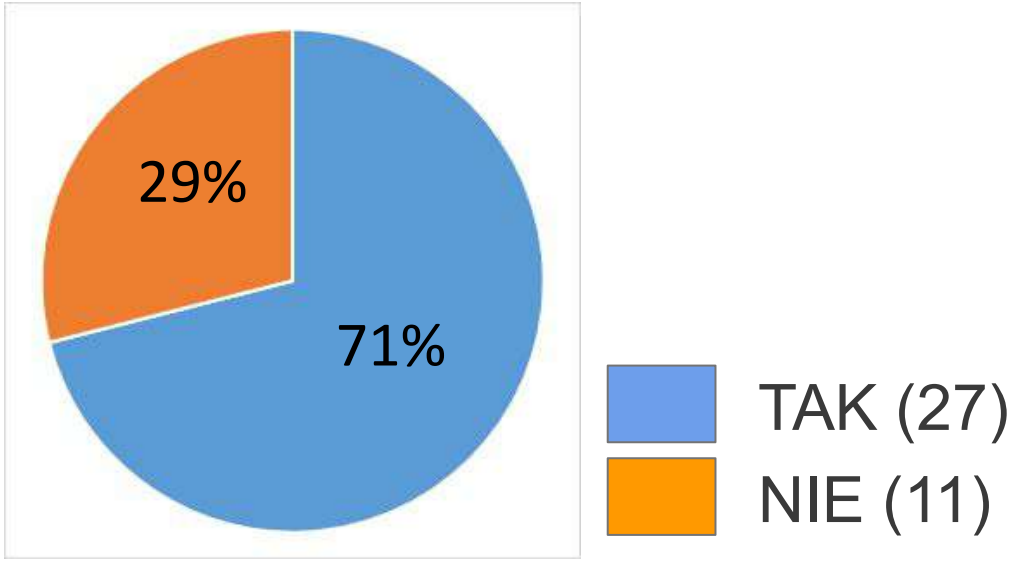
V Forum – Kształcenie w zakresie geodezji, kartografii i hydrografii - jakość i innowacyjność.
Politechnika Morska w Szczecinie

23-24 listopada, 2023

PRZEDMIOTY POWIĄZANE Z BADANIAMI NAUKOWYMI - DEKLARACJA WG. SYLABUSÓW

(TYLKO PRZEDMIOTY W IGiG)

Studia I stopnia:

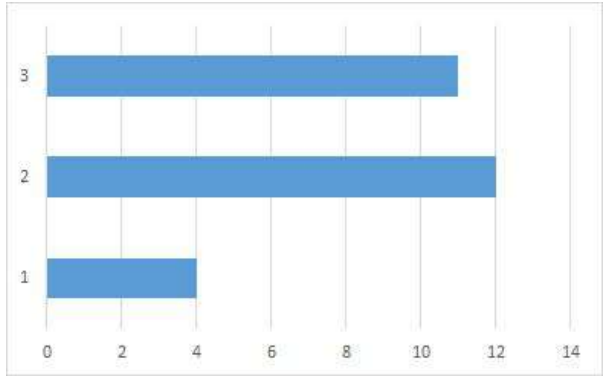


Kierownik przedmiotu:

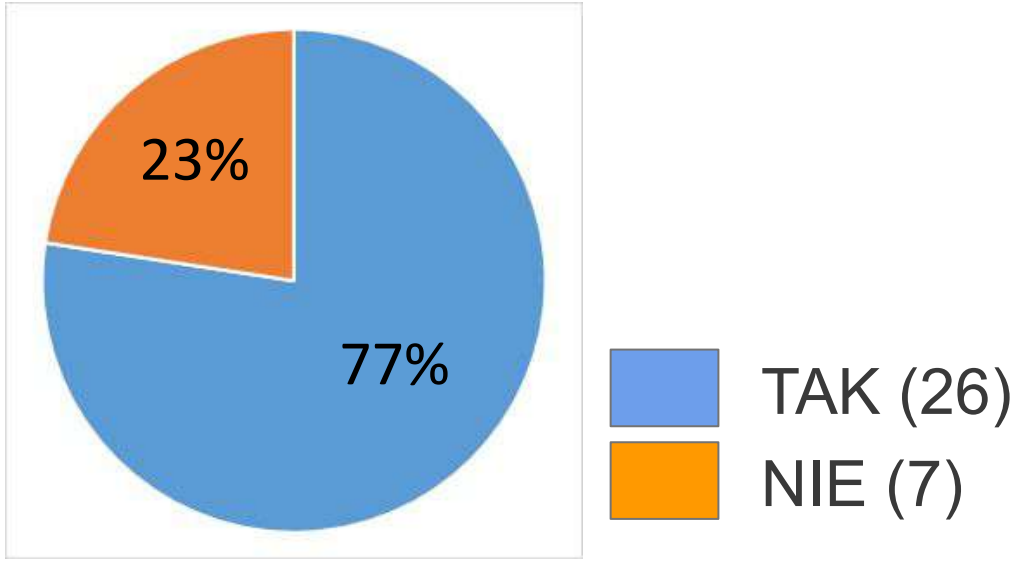
Bez projektu (11)

Wykonawca (12)

Lider (4)



Studia II stopnia:

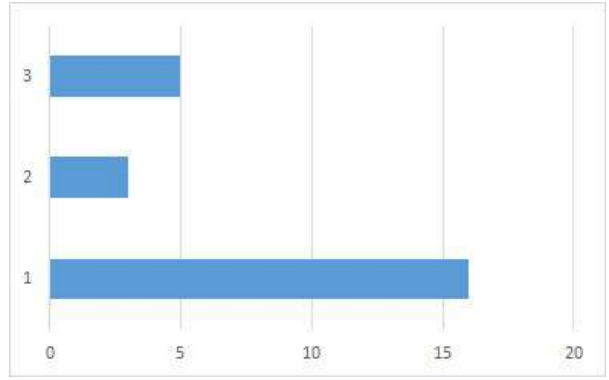


Kierownik przedmiotu:

Bez projektu (5)

Wykonawca (3)

Lider (16)



Projekty realizowane w IGiG (Aktualnie)

	Tytuł projektu	Wartość	Źródło finansowania
Geodezja satelitarna			
1	Fundamental techniques, models and algorithms for a Lunar Radio Navigation system	315 000 zł	ESA, Przychody z usług
2	Precyzyjne pozycjonowanie GNSS w czasie rzeczywistym - serwis online	1 488 371 zł	NCBR, LIDER
3	Wykorzystanie satelitów niskorbitujących do realizacji międzynarodowych ziemskich układów odniesienia	184 220 zł	NCN, PRELUDIUM
4	Ewolucja ziemskiego pola grawitacyjnego (EAGLE)	2 196 000 zł	NCN, SONATA BIS
5	Precyzyjne pozycjonowanie multi-GNSS oparte o stochastyczne modelowanie zegara	468 000 zł	NCN, PRELUDIUM BIS
6	Symultaniczna estymacja troposfery techniką Precyzyjnego Pozycjonowania Punktu	735 510 zł	NCN, OPUS-LAP
	SUMA	**5 387 101 zł**	
Geoinformatyka i teledetekcja			
7	Opracowanie metodologii bazującej na głębokim uczeniu pozwalającej na powtarzalną klasyfikację chmur punktów lotniczego skaningu laserowego o różnej charakterystyce	138 416 zł	NCN, PRELUDIUM
8	Nowa wielowymiarowa struktura danych do zmienno-skalowej reprezentacji modelu przestrzennego	490 520 zł	NCN, OPUS
9	Badania procesu wyzwalania wstrząsów przez sztuczne zbiorniki wodne przy pomocy identyfikacji skupisk oraz technik uczenia maszynowego	23 760 zł	NCN, OPUS
10	Opracowanie innowacyjnego narzędzia optymalizującego usługi e-marketingu	282 900 zł	WARR, Bon na innowacje
11	Wyjaśnienie i łagodzenie obciążeń statystycznych w prognozach mobilności ludzi	206 298 zł	NCN, PRELUDIUM
	SUMA	**1 141 894 zł**	
Interdyscyplinarne (InSAR + LiDAR + GNSS w badaniu przemieszczeń i deformacji)			
12	EPOS - System Obserwacji Płyty Europejskiej (EPOS-PL+)	**8 731 000 zł**	POiR
13	GATHERS - Integration of Geodetic and imAging TecHniques for monitoring and modelling the Earth's surface defoRmations and Seismic risk	**800 000 €**	EU H2020
	SUMA	**12 451 000 zł**	

Rozszerzona oferta dydaktyczna

Przedmioty do wyboru:

- „Teledetekcja środowiska”, studia I stopnia
- „Bezzałogowe Statki Latające w geodezji”, studia I stopnia
- „Teledetekcja GNSS”, studia II stopnia
- „Geodezja planetarna”, studia II stopnia
- …

Specjalności na studiach II stopnia

- **Geodezja satelitarna** (od 2019): „Analiza i przetwarzanie obserwacji satelitarnych”, „Nawigacja satelitarna”, „Dynamika orbit sztucznych satelitów Ziemi”, …
- **Teledetekcja** (od 2022): „Przetwarzanie chmur punktów”, „Satelitarna teledetekcja pasywna”, „Teledetekcyjne monitorowanie deformacji powierzchni terenu”, …

Wykorzystanie danych z projektów w dydaktyce

Wykorzystanie danych z projektów na zajęciach kierunku GiK:

1. EPOS-PL+: Ćwiczenia terenowe z pomiarów podstawowych, **(studia I stopnia)**.
2. EPOS-PL+: Systemy GNSS w pomiarach geodezyjnych.
3. EPOS-PL+/GATHERS: Numeryczne modele terenu.

---

4. H2020 GATHERS: Zaawansowane metody opracowania danych, **(studia II stopnia)**.
5. EPOS-PL+/GATHERS: Teledetekcyjne Monitorowanie Deformacji Powierzchni Terenu,
6. EPOS-PL+: Bezzałogowe Systemy Latające w geodezji.
7. EPOS-PL+/GATHERS: Dynamika orbit sztucznych satelitów.
8. EPOS-PL+/GATHERS: Satellite Measurement Techniques (ERASMUS).
9. EPOS-PL+: Przetwarzanie chmur punktów.
10. EAGLE: Geodezja planetarna.
11. OPUS “Galileo”: Analiza i przetwarzanie danych satelitarnych.

SKN GEODETÓW

kampanie pomiarowe w Marklowicach (EPOS-PL+)

Rok studiów	11.2021	04.2022	11.2022	04.2023	10.2023	RAZEM STUDENTÓW
I	0	0	1	0	0	**1**
II	12	12	2	3	8	**37**
III	0	0	7	8	3	**18**
IV	0	0	1	0	1	**2**
I MSU	0	0	0	1	0	**1**
II MSU	0	0	0	0	1	**1**

niwelacja techniczna

GNSS statyczne

GNSS RTN

Wakacyjne obozy naukowe

Szczeliniec Wielki

12 osób /rok

- niwelacja precyzyjna
- pomiary kątowo-liniowe
- statyczne pomiary GNSS

Jaskinia Niedźwiedzia

10 osób /rok

- niwelacja precyzyjna
- skaning laserowy

WOM Śnieżka/Dom Śląski

7 osób

- skaning laserowy

PRACE DYPLOMOWE (EPOS-PL/EPOS-PL+, H2020 GATHERS)

INŻYNIERSKIE:

1. K. Kuchta: Wyznaczenie deformacji terenu na obszarze KWK Bytom z zastosowaniem satelitarnych zobrazowań radarowych.
2. P. Tomzik: Integracja radarowych danych satelitarnych pochodzących z misji satelitarnej Sentinel-1 oraz ALOS-PALSAR do monitorowania deformacji powierzchni terenu na wybranym przykładzie.
3. K. Stuchły: Wyznaczanie deformacji terenu na obszarze Górnego Śląska z zastosowaniem satelitarnych zobrazowań radarowych.
4. S. Frąckowiak: Wyznaczanie deformacji terenu na obszarze KWK Marcel z zastosowaniem satelitarnych zobrazowań radarowych.
5. T. Lewandowski: Wyznaczanie deformacji powierzchni terenu na obszarach zurbanizowanych z wykorzystaniem satelitarnej interferometrii radarowej.
6. P. Patynowski: Zalety pozycjonowania multi GNSS z wykorzystaniem niskobudżetowych odbiorników.
7. J. Roszak: Wyznaczenie drgań z użyciem odbiornika low-cost GNSS.

MAGISTERSKIE:

1. D. Teodorczyk: Integracja radarowych danych satelitarnych pochodzących z misji Sentinel-1 oraz TerraSAR-X do monitorowania deformacji powierzchni terenu na obszarze Górnego Śląska.
2. K. Caban: Klasyfikacja chmur punktów skaningu laserowego pozyskanych przez bezzałogowy system latający.
3. A. Oskwarek: Analiza dokładności danych skaningu laserowego pozyskanych przez bezzałogowy system latający wyposażony w skaner Livox Horizon.
4. W. Radecka: Analiza porównawcza produktów fotogrametrycznych uzyskanych ze zdjęć niskiego pułapu, w zależności od dokładności środków rzutów i liczby fotopunktów.
5. M. Mikoś: Multi-GNSS precise point positioning using stochastic modeling of the clock parameter.
6. A. Nowak: Optimization of GNSS satellite orbit prediction strategies.
7. P. Patynowski: Doskonalenie metod satelitarnego pozycjonowania precyzyjnego z wykorzystaniem niskokosztowych odbiorników multi - GNSS.
8. M. Andrzejewski: Analiza przemieszczeń w czasie i po wstrząsach sejsmicznych z użyciem danych GNSS.
9. M. Paszek: Assessment of the systematic behavior of InSAR coherence based on crop types variability.
10. H. Pierzchała: Opracowanie i budowa programu do obliczenia i analizy podwójnych różnic obserwacji GNSS w języku Python z użyciem modułu georinex.

Prace dyplomowe - Sukcesy (na przykładzie 2021)

Stowarzyszenia Geodetów Polskich, 2021/2022:

- **Dominik Teodorczyk** - *"Integracja radarowych danych satelitarnych pochodzących z misji Sentinel-1 oraz TerraSAR-X do monitorowania deformacji powierzchni terenu na obszarze Górnego Śląska"* (**EPOS-PL+**)
- **Adam Pałęcki** - *"Korekcja geometrii danych skaningu laserowego ze względu na błędy osiowe skanera Velodyne HDL-32E"*
- **Karolina Stuchły** - *"Wyznaczanie deformacji na obszarze Górnego Śląska z zastosowaniem satelitarnych zobrazowań radarowych"* (**EPOS-PL+**)

IV Konkurs Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii, 2021:

- **Tymon Lewandowski** „*Wyznaczanie deformacji powierzchni terenu na obszarach zurbanizowanych z wykorzystaniem satelitarnej interferometrii radarowej*" (**EPOS-PL+**)
- **Maciej Lackowski** „*Ocena możliwości wykorzystania rezyduów obserwacji GNSS do wykrywania przemieszczeń punktów*" (**GATHERS, EPOS-PL+**, **aktualnie pracownik UPWr**)
- **Grzegorz Marut** „*Modelowanie opóźnienia troposferycznego w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem niskokosztowych odbiorników GNSS URANUS*" (**UPWr spin-off**, **aktualnie w SD UPWr**)

POLSA, 2021:

- **Marta Pasternak** "Wyznaczenie faz fenologicznych zbóż uprawnych z zastosowaniem danych Sentinel-1 oraz Sentinel-2"
- **Grzegorz Marut** „*Modelowanie opóźnienia troposferycznego w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem niskokosztowych odbiorników GNSS URANUS*" (**UPWr spin-off**, **aktualnie w SD UPWr**)
- **Marcin Mikoś** "*Ocena dokładności wyznaczenia pozycji przy pomocy zegarków sportowych w odniesieniu do pozycji odbiornika geodezyjnego*" (**aktualnie w SD UPWr**)
- **Natalia Oreńczak** "*Wyznaczenie zmian topnienia lodowca na Grenlandii z wykorzystaniem danych Sentinel-1 i Amplitude tracking*"

GŁÓWNY URZĄD GEODEZJI I KARTOGRAFII

SGP

Konkurs Prac Dyplomowych
dla kierunku geodezja i kartografia

PRACE DYPLOMOWE

których wyniki wykorzystano w projektach:

Karol Kretowicz (2021). Analiza przesunięć centrów fazowych tanich anten GNSS. Praca magisterska. UPWr, Wrocław.

Rysunek 8.7 Pomiar antenami U-blox ANN-MB-00-00 prowadzony dnia 25.02.2021 r.

Wyznaczenie wartości PCO dla grupy anten GNSS low-cost typu u-blox ANN-MB-00-00 wykazało niepoprawność danych PCO (Phase Center Offset) dla tego typu anteny opublikowanych w pracy:

Krietemeyer Andreas, Hans van der Marel, Nick van de Giesen, and Marie Claire ten Veldhuis (2020). High Quality Zenith Tropospheric Delay Estimation Using a Low-Cost Dual-Frequency Receiver and Relative Antenna Calibration." Remote Sensing 12 (9). https://doi.org/10.3390/RS12091393

student wykazał, że model z literatury jest gorszy nawet od tzw. modelu pustego oraz wyznaczył w sposób względny parametry PCO anten ANN-MB-00-00 (uśrednienie z 8 sztuk) umożliwiające precyzyjniejsze pozycjonowanie.

Model anteny u-blox ANN-MB-00-00 z pracy magisterskiej zastosowano w badaniach prowadzonych w projekcie NCN OPUS-LAP "*Symultaniczna estymacja troposfery techniką Precyzyjnego Pozycjonowania Punktu*"

Publikacje z udziałem studentów

Realizowane w związku z projektami

1. **Nowak A.**, Zajdel R., Sośnica K. (2023). Optimization of orbit prediction strategies for GNSS satellites. Acta Astronautica, Vol. 209 No. , Oxford, England 2023, pp. 132-145;
   DOI: 10.1016/j.actaastro.2023.04.040
   URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576523002138?via%3Dihub

2. **Mikoś M.**, Kaźmierski K., Sośnica K. (2023). Characteristics of the IGS receiver clock performance from multi-GNSS PPP solutions. GPS Solutions, Vol. 27 No. 55, Berlin - Heidelberg 2023, pp. 1-13;
   DOI: 10.1007/s10291-023-01394-9
   URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s10291-023-01394-9

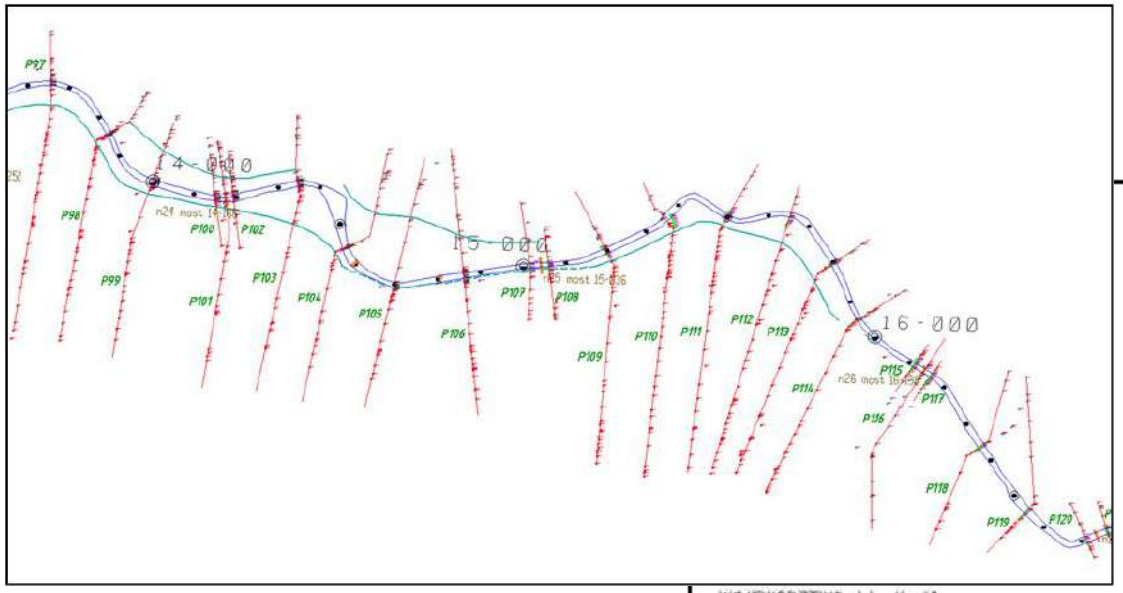
3. Kaźmierski K., Dominiak K.**, Marut G.** (2023). Positioning performance with dual-frequency low-cost GNSS receivers. Journal of Applied Geodesy, Vol. online No. , Berlin, Germany 2023, pp. 1-13;
   DOI: 10.1515/jag-2022-0042
   URL: https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/jag-2022-0042/html

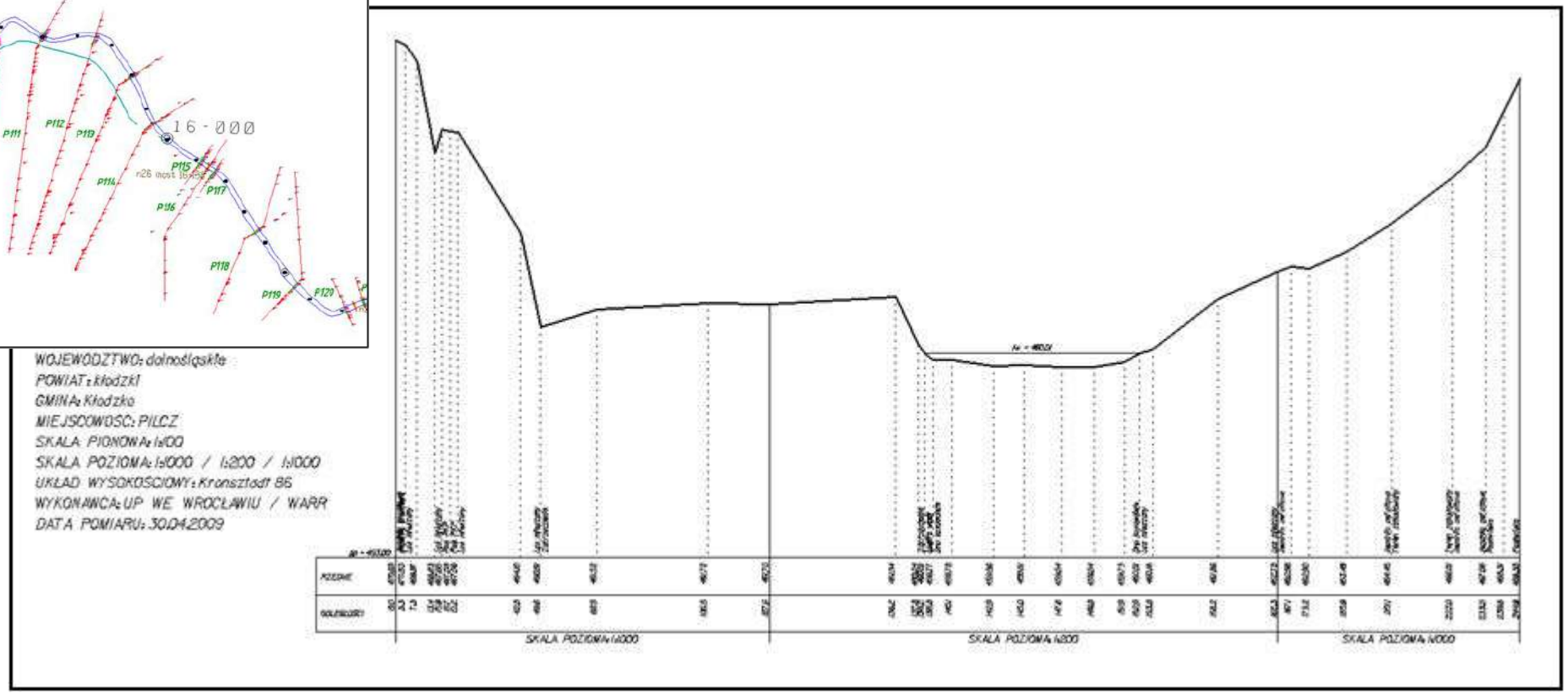
4. **Mikoś M., Nowak A., Lackowski M.**, Sośnica K. (2022). Wkład systemu satelitarnego Galileo w rozwój geodezji. Przegląd Geodezyjny, Vol. XCIV No. 3, Warszawa 2022, pp. 21-24
   DOI: https://doi.org/10.15199/50.2022.3.3

5. **Wielgocka N.**, Hadaś T., Kaczmarek A., **Marut G.** (2021) Feasibility of Using Low-Cost Dual-Frequency GNSS Receivers for Land Surveying, Sensors, Vol. 21 (6) No. 1956, Basel, Switzerland, pp. 1-14
   DOI: 10.3390/s21061956
   URL: https://www.mdpi.com/1424-8220/21/6/1956

PROJEKTY ZLECONE (1)

Przekroje poprzeczne doliny rzeki Biała Lądecka w km 0+000 – 35+012 (łącznie 450 km przekrojów)



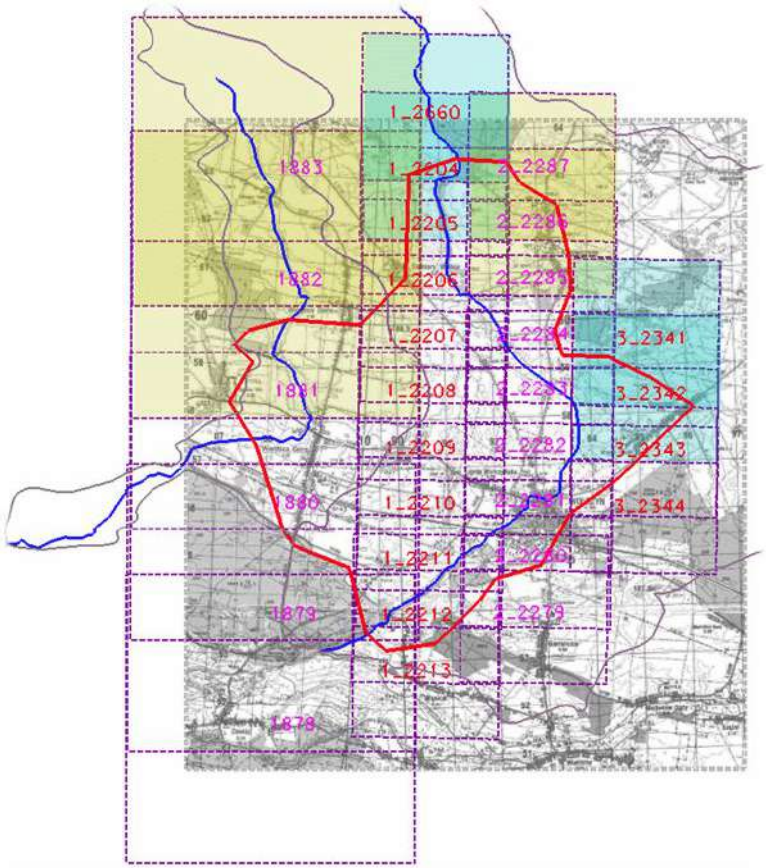


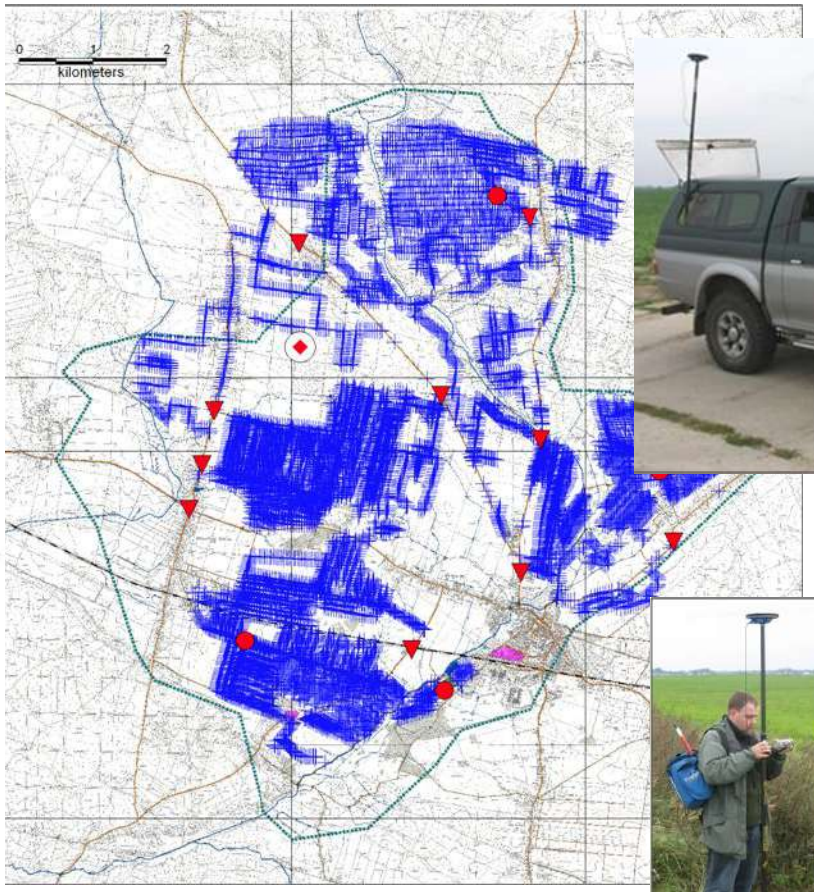
Zleceniodawca:
Wrocławska Agencja Rozwoju Regionalnego S.A.

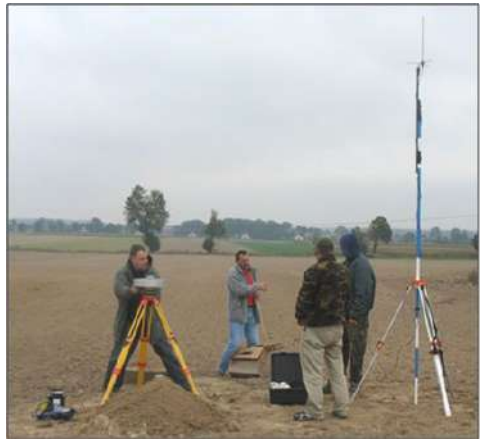
Zaangażowanych 12 studentów
(pomiary RTN, Tachimetria)

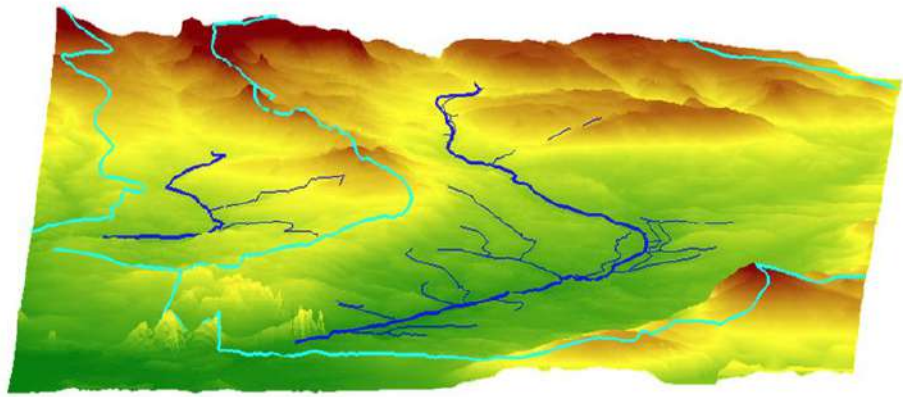
Projekty zlecone (2)

~200 km² NMT dla utworzenia modelu spływu deszczowanych odpadów drożdżowni Wołczyn (Lesaffre S.A.)





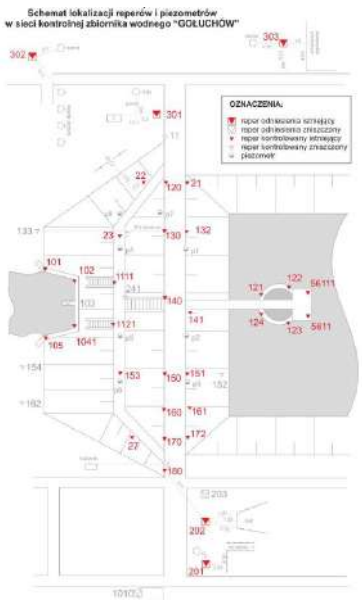


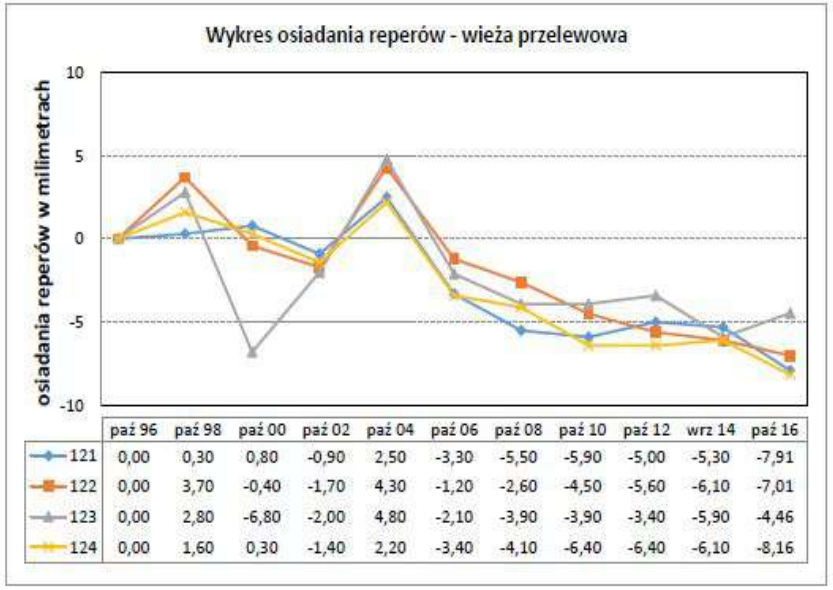


Zaangażowanych 4 studentów
(pomiary RTK, niwelacja)

PROJEKTY Z BIZNESEM

2016-2021: Badania osiadań zapór ziemnych zbiorników wodnych w okresie eksploatacji



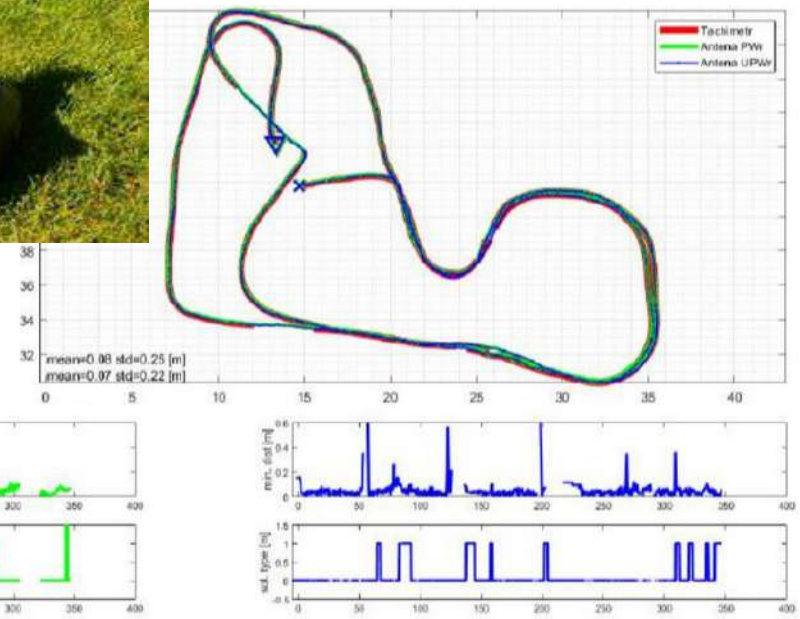


	paź 96	paź 98	paź 00	paź 02	paź 04	paź 06	paź 08	paź 10	paź 12	wrz 14	paź 16
121	0,00	0,30	0,80	-0,90	2,50	-3,30	-5,50	-5,90	-5,00	-5,30	-7,91
122	0,00	3,70	-0,40	-1,70	4,30	-1,20	-2,60	-4,50	-5,60	-6,10	-7,01
123	0,00	2,80	-6,80	-2,00	4,80	-2,10	-3,90	-3,90	-3,40	-5,90	-4,46
124	0,00	1,60	0,30	-1,40	2,20	-3,40	-4,10	-6,40	-6,40	-6,10	-8,16

Zaangażowanie trojga studentów:

- pomiary terenowe (niwelacja precyzyjna) pod nadzorem opiekuna z IGiG,
- wyrównanie ścisłe pomiarów,
- wizualizacja osiadania reperów z wykorzystaniem wyników historycznych,
- efekty wykorzystane w ramach 3 prac inż.

2018-2021: Niskokosztowy moduł nawigacji dla kosiarki autonomicznej



Zaangażowanie jednej studentki:

- instalacja i konfiguracja sensorów (IMU, GNSS, lustro, …),
- pomiary terenowe (tachimetria) + opracowanie
- wizualizacja wyników pozycjonowania

Staże wakacyjne IGiG (publiczny nabór)

3-miesięczny staż dla studenta (VII - IX) pod opieką pracownika IGiG, wynagrodzenie 3000 zł brutto / mies.

Tematy 2021:

1. *Ulepszenie modelu obliczeniowego georeferencji dla map deformacji DInSAR*
2. *Implementacja modelu mobilności ludzi w języku Python*
3. *Sztuczna inteligencja i dane teledetekcyjne w modelowaniu obszarów podatnych na osuwanie*
4. *System pomiarowy do potrzeb funkcjonowania torowiska* -> **wyróżnienie** w V edycji Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej "Transport Kolejowy 2022 Przeszłość - Teraźniejszość - Przyszłość"; Urząd Transportu Kolejowego

Tematy 2022:

1. *Budowa systemu wyboru stacji permanentnych GNSS oparty na analizie jakościowej plików RINEX*.
2. *Monitoring deformacji infrastruktury za pomocą satelitarnych danych radarowych*.
3. *Aktualizacja i wdrożenie bazy danych wrocławskich torowisk*.

Tematy 2023:

1. *Opracowanie modelu miejskiego 3D w formacie CityGML na podstawie danych otwartych dla wybranego fragmentu miasta Wrocławia*
2. *Satelitarne zobrazowania radarowe dla precyzyjnego rolnictwa*
3. *Stworzenie operacyjnego serwisu dostarczającego predykcji orbit satelitów nawigacyjnych*
4. *Wagowanie obserwacji GNSS w czasie absolutnej kalibracji anten GNSS*
5. *Przetwarzanie danych przestrzennych w celu przygotowania ich do prezentacji na platformie 3D GIS*
6. *Opracowanie aplikacji w środowisku webowym opartej na silniku CesiumJS do wizualizacji danych przestrzennych 3D*
7. *Analiza jakości orbit kombinowanych satelitów nawigacyjnych*

Szkoła Doktorska UPWr

SD UPWr:

- nabór: 30 osób / rok w skali całej uczelni (9 dyscyplin B+/A/A+) + stypendia NCN na >=36 mies.
- 11 doktorantów z GiK (12 ILGiT): 3 (I rok) + 4 (II rok) + 4 (III rok)
- 8 absolwentów UPWr, 3 zagranicznych

	PL #1	PL #2	PL #3	PL #4	PL #5	PL #6	PL #7	PL #8	INT #1	INT #2	INT #3	**SUMA**
SKN	TAK	TAK	TAK	TAK		TAK		TAK				**6**
Projekt	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK	TAK				TAK	**8**
Publikacja	TAK	TAK		TAK	TAK		TAK		TAK	TAK	TAK	**8**
RAZEM	**3**	**3**	**2**	**3**	**2**	**2**	**2**	**1**	**1**	**1**	**2**	

Zatrudnienie studentów: formy wynagrodzenia

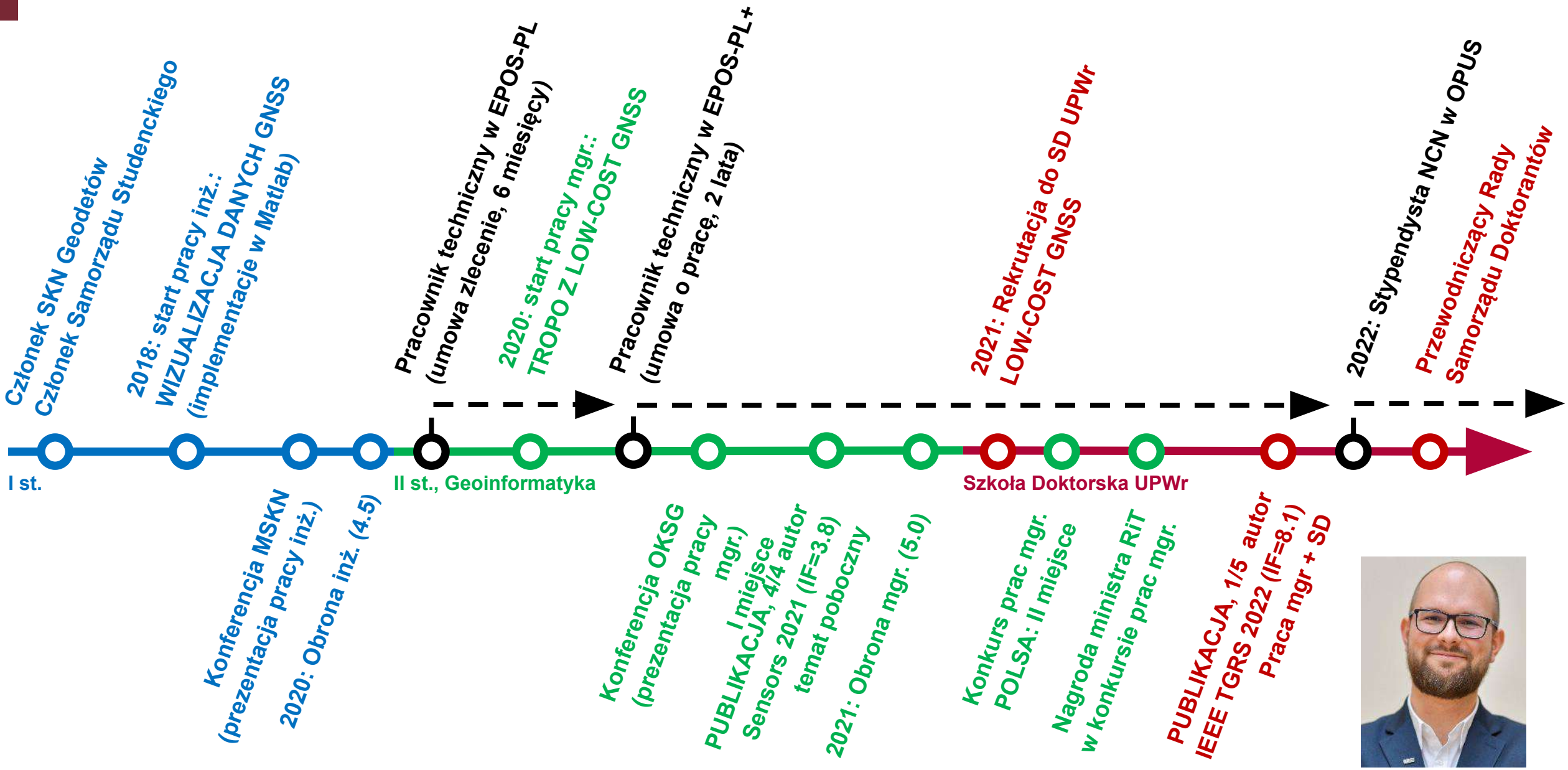
1. Stanowiska techniczne (technik i starszy technik) w formie umowy o pracę na czas określony w wymiarze 0,5 - 1,0 etatu: EPOS-PL+ (2020-2023): 7 osób, stawki 3500 - 5800 zł brutto/brutto na miesiąc.

2. Stypendia IGiG w formie umowy o dzieło, stawki 3000 zł brutto/brutto na miesiąc.

3. Stypendia NCN w wysokości 1000 zł brutto (= netto) / miesiąc.

4. Zatrudnienie w pracach badawczych i zleconych przez instytucje/przemysł: umowy zlecenie, stawki 23 - 50 zł brutto za godzinę; płatne z kosztów bezpośrednich lub pośrednich.

Success story 1 – Grzegorz Marut



Success story 2 – Natalia Wielgocka

I st.

Członek SKN Geodetów

2017: start pracy inż.: POMIARY GNSS SMARTFONEM

Konferencja MSKN (prezentacja pracy inż.) II miejsce

2019: Obrona inż. (5.0)

II st., Geodezja satelitarna

Projekt: Pozycjonowanie GNSS – kosiarki autonomiczne (umowa o dzieło)

2019: start pracy mgr.: LOW-COST GNSS

PUBLIKACJA 1/2 autor, GEODETA Praca inż.

Konkurs prac inż. SGP: II miejsce

2020: Obrona mgr. (5.0)

2020: Pracownik techn. w EPOS-PL+ (umowa o pracę)

PUBLIKACJA, 1/4 autor Sensors 2021 (IF=3.8) Praca mgr

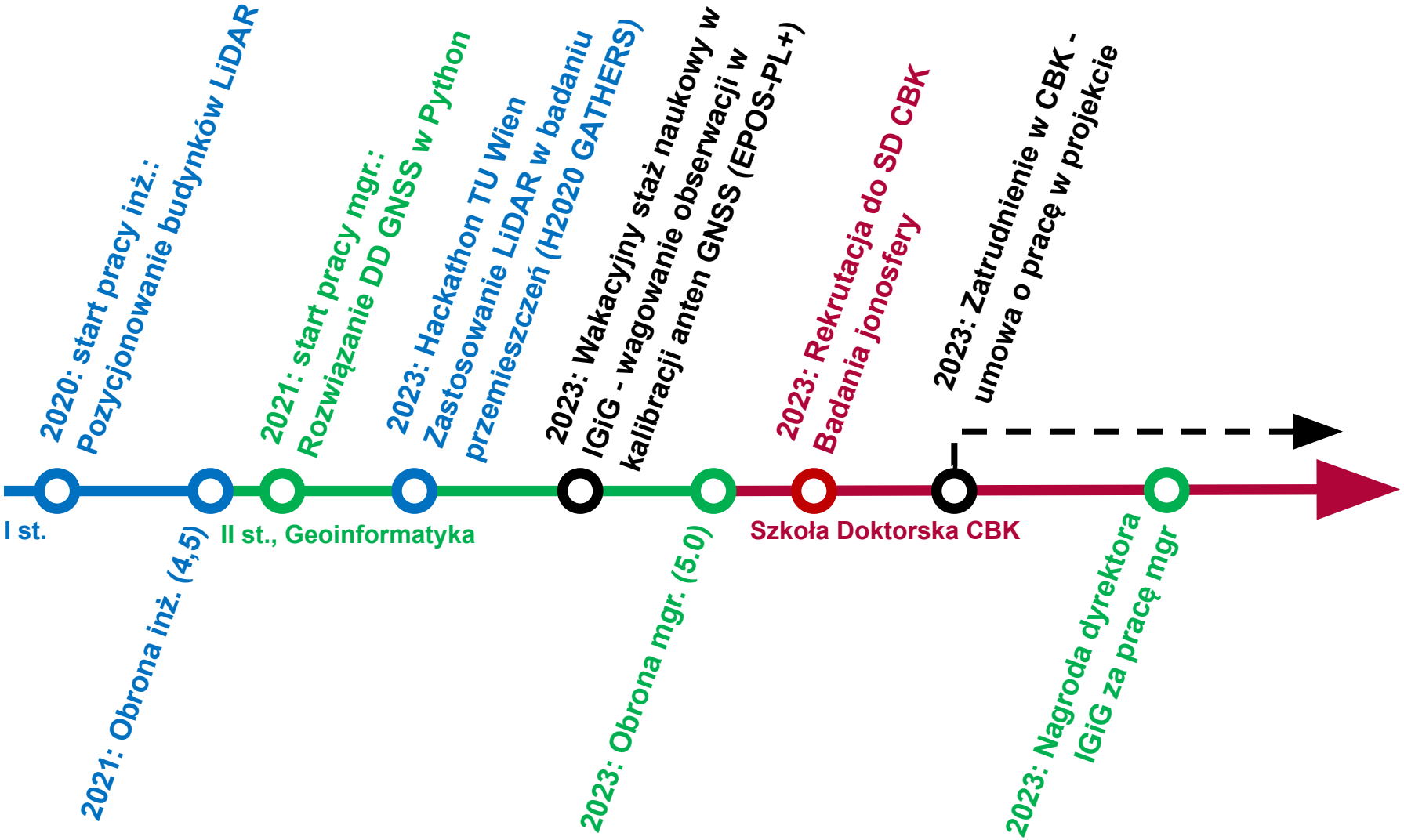
Szkoła Doktorska UPWr

2021: Rekrutacja do SD UPWr Integracja InSAR, LiDAR i fotogrametrycznych

PUBLIKACJA, 2/4 autor Geod Cart 2021 (IF=1.2)

PUBLIKACJA, 2/4 autor Int J Dig Earth 2021 (IF=5.1)

Success story 3 – Hubert Pierzchała



Modelowa ścieżka

1. Członek SKN.
2. Uczestnik obozów naukowych lub wykonawca (prostych) prac w projekcie.
3. Praca inż. jak wynik pkt. 2; prezentacja na sejmiku SKN.
4. Zatrudnienie (pracownik techniczny lub umowa zlecenie) w projekcie.
5. Praca mgr. powiązana tematycznie z projektem.
6. Publikacja (współ-) autorska + wniosek o nagrodę za pracę mgr.
7. Praca w projekcie / biznesie (B+R?), lub rekrutacja do SD.

Zalety:

- wysoki poziom zrozumienia tematyki -> wysoki poziom badań,
- wyniki znajdują zastosowanie w projekcie (gwarancja innowacyjności).

Wada: wąska specjalizacja -> gdzie zatrudnienie?

Zagrożenia

- trudność w znalezieniu “talentów” na wczesnym etapie edukacji;
- nadmierne obciążenie projektowe studenta - gorsze wyniki w nauce, zniechęcenie do pracy naukowej;
- inwestycja czasu opiekuna (+ środków projektowych) obarczona sporym ryzykiem “porażki”;
- znużenie tematem (opiekunem?);
- tematyka często nieatrakcyjna dla biznesu;
- …

Wnioski

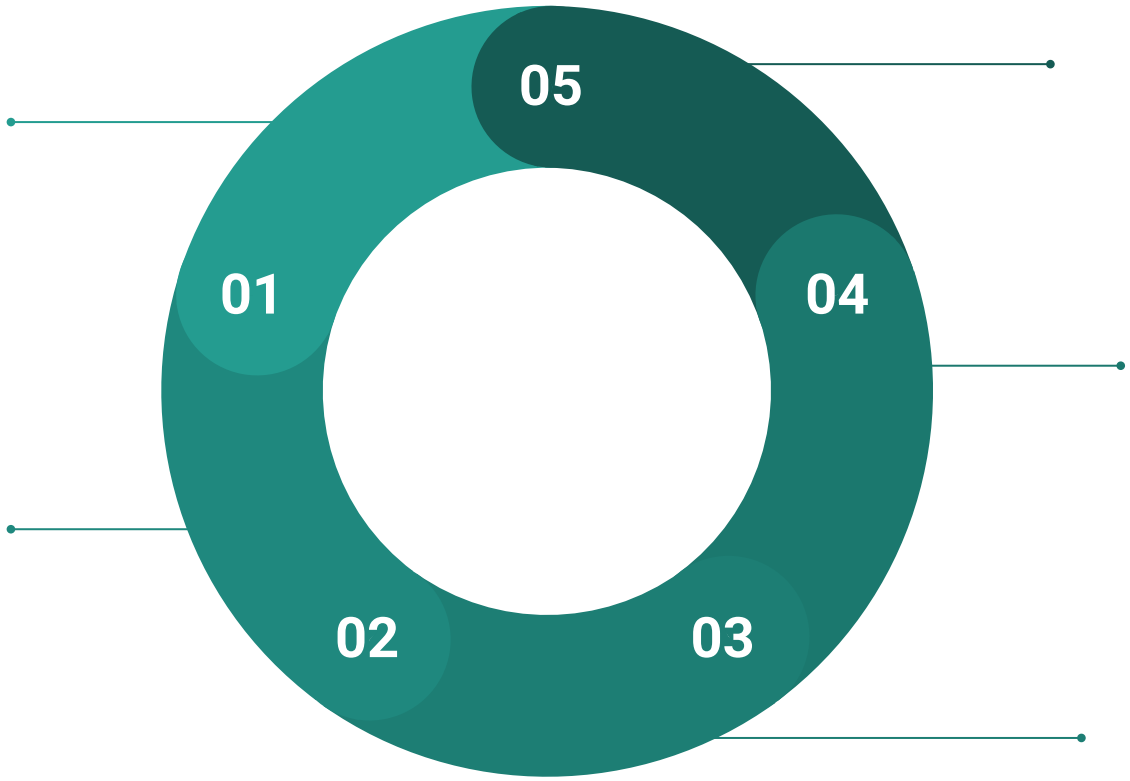
Kształcenie w powiązaniu z badaniami naukowymi – dla kogo i jak to zrobić?

Pozyskanie projektów

Projekty zgodne z aktualnymi kompetencjami badawczymi jednostki

Zatrudnienie studentów

- Ujawnienie ponadprzeciętnych studentów (źródło: SKN),
- Wzrost kompetencji studentów,
- Likwidacja barier (np. personalnych),
- Zachęta do pracy naukowej (np. finansowa).



Aplikacje do szkół doktorskich

- Pozyskanie kandydatów do SD w oparciu o innowacyjne tematy prac doktorskich, w powiązaniu z projektami badawczymi
- Publikacje

Identyfikacja potrzeb

- Zmiany w profilu kształcenia,
- Nowe przedmioty i specjalizacje,
- Identyfikacja nowych obszarów badań.
- Formułowanie tematów prac doktorskich

Prace dyplomowe związane z projektami

- Formułowanie tematów prac zgodnie z kompetencjami badawczymi,
- Zlecanie tematów powiązanych z projektami
- Pierwsze publikacje

Kształcenie w powiązaniu z badaniami naukowymi – dla kogo i jak to zrobić?

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Dziękuję za uwagę.

Jan KAPŁON
Instytut Geodezji i Geoinformatyki
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

jan.kapłon@upwr.edu.pl
www.upwr.edu.pl / www.igig.up.wroc.pl

Tomasz HADAŚ
Instytut Geodezji i Geoinformatyki
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

tomasz.hadas@upwr.edu.pl
www.upwr.edu.pl / www.igig.up.wroc.pl