



NARODOWE CENTRUM NAUKI

# OPUS-29

Wniosek o finansowanie projektu badawczego

[wydruk roboczy]

Zastosowanie aerożeli ze zredukowanego tlenku grafenu do adsorpcyjnego rozdzielania lekkich olefin od parafin: badanie nad mechanizmem adsorpcji.

dr inż. Maksymilian Henryk Plata Gryl

Politechnika Gdańska

## WNIOSEK NOWY/POWTÓRZONY

Czy wniosek obejmujący zadania badawcze pokrywające się z zadaniami wskazanymi w niniejszym wniosku był składany w poprzedniej edycji konkursu OPUS?

NIE

## INFORMACJE PODSTAWOWE

Tytuł w języku polskim	Zastosowanie aerożeli ze zredukowanego tlenku grafenu do adsorpcyjnego rozdzielania lekkich olefin od parafin: badanie nad mechanizmem adsorpcji.
Tytuł w języku angielskim	Novel application of reduced graphene oxide aerogels for the adsorptive separation of light olefins from paraffins: fundamental mechanistic insight into the adsorption
Słowa kluczowe w języku polskim	adsorpcja, grafen, aerożel, olefiny, parafiny, adsorbent, gazy
Słowa kluczowe w języku angielskim	adsorption, grafen, aerogel, olefin, paraffin, adsorbent, gases
Czas realizacji [w miesiącach]	48
Obszar badawczy	ST - Nauki ścisłe i techniczne
Panel dyscyplin	ST8 - Inżynieria procesów i produkcji (t.j. procesy i modele chemiczne, lądowe, środowiskowe, mechaniczne, biomechaniczne, energetyczne, transportowe, biologiczne)
Pomocnicze określenia identyfikujące	ST8_01 - Inżynieria chemiczna, chemia techniczna, inżynieria środowiska, inżynieria sanitarna, inżynieria procesowa ST5_06 - Materiały porowate, ceramiczne, szkła ST8_14 - Inżynieria środowiska, m.in. zrównoważone projektowanie, oczyszczanie ścieków i wody, recykling, regeneracja lub odzysk związków, wychwytywanie i składowanie dwutlenku węgla, czyste technologie, chemiczne aspekty gospodarki o obiegu zamkniętym

## STRESZCZENIE [w języku angielskim]

Production of olefins by steam cracking of naphtha or ethane is the single most energy- and greenhouse gases (GHG) emission-intensive process in the petrochemical industry. Large volume production of olefins, makes even small improvements of the process very rewarding for the sustainability, which is crucial for the transition towards the net-zero GHG emissions economy. Separation and purification of steam cracking products, the olefin-paraffin separation in particular, by the high-pressure cryogenic distillation is one of the most challenging operations, due to the low thermodynamic efficiency and high energy consumption.

Currently, the adsorption is perceived as a viable and energy-efficient alternative, provided that highly selective adsorbents can be engineered. Despite over 40 years of research on zeolites, activated carbons, metal-organic frameworks (MOFs), covalent-organic frameworks (COFs) or mesoporous silicas, no practical solution was proposed yet. Recently, aerogels made of the reduced graphene oxide (rGO) have emerged as materials capable of connecting unique 2D properties of the graphene with practical 3D objects. Anticipated as technology enhancing materials in different application, reduced graphene oxide aerogels (rGOAs) have a tremendous potential also in the field of adsorption.

Based on our previous research, we hypothesize that rGOAs will be able to selectively adsorb paraffins and olefins by the combination of thermodynamic and kinetic mechanisms. The ultimate objective of the project is to identify the strengths and potential obstacles of pristine aerogels as adsorbents for selective adsorption of paraffin and olefins, and to set the ground for the further progress and research.

Therefore, there are three main goals of the project: (1) to understand fundamental principles behind the adsorption of paraffins and olefins on pristine rGOAs, and their correlation to the aerogels structure, using both experimental (state-of-the-art adsorbent characterization techniques, and static and dynamic gas adsorption) and theoretical (DFT calculations) approaches, (2) to estimate the selectivity from the single component adsorption data, (3) verify the selectivity of the adsorption in binary component systems, and determine the competitive adsorption effect.

To achieve this objectives a series of rGOAs will be synthesized, in the first stage of the project, by the chemical reduction induced self-assembly (sol-gel method) using different reducing agents. Apart from the reducing agent type, the conditions of the freeze-drying process on aerogels structure and adsorption properties will be examined. Physicochemical structure of aerogels will be analyzed using SEM, XPS, BET isotherms, FTIR, Raman spectroscopy, and inverse gas chromatography (IGC). Detailed characterization of aerogels, together with the single component adsorption data, will provide the answer to the following question: To what extent pristine rGOAs can adsorb olefins and paraffins, and how it is related to the physicochemical structure of aerogels?

The effect of olefin structure on adsorbate-adsorbent interaction will be determined based on the adsorption data for different types of probes: (1) alkane-alkene (effect of the double bond), (2)  $\alpha$ -olefins and  $\beta$ -olefins (effect of the position of the double bond in the alkene chain), (3) olefinic C6 structural isomers and corresponding paraffins (effect of the kinetic diameter of the molecule; size exclusion and kinetic sieving effects, (4) cyclohexane, cyclohexene, 1,4-cyclohexadiene (effect of the cyclic structure).

The selectivity of aerogels will be estimated, first, from the single component adsorption data (volumetric and dynamic gas adsorption), and later confirmed with binary component adsorption tests (dynamic gas adsorption), with representative compounds (e.g., ethane-ethylene, propane-propene, cyclohexane-cyclohexene).

The pioneering nature of the project urges us to put emphasis on producing the high quality data that will go beyond the current knowledge, and provide foundation for further research, both basic and applied. Hopefully, we will be able to provide fundamental mechanistic insights on the rational design and engineering of rGOAs that will eventually force other research areas beyond adsorption, such as catalysis, energy storage, sensors or polymer additives.

WNIOSKODAWCA

Status wnioskodawcy	1. Uczelnia
---------------------	-------------

## PODMIOTY REALIZUJĄCE

<b>1. Politechnika Gdańska</b>	
Nazwa podmiotu w języku angielskim	Gdansk University of Technology
Adres siedziby	ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, pomorskie, Polska
Adres kontaktowy	ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, pomorskie, Polska
Informacje kontaktowe	Telefon: 58 347 14 74 E-mail: <a href="mailto:proren@pg.edu.pl">proren@pg.edu.pl</a> Adres strony internetowej: <a href="http://pg.edu.pl">http://pg.edu.pl</a>
Elektroniczna skrzynka podawcza ESP (ePUAP)	/politechnikagdanska/projekty
Adres do doręczeń elektronicznych (ADE)	
Kierownik podmiotu / Osoba uprawniona do reprezentacji	prof. dr hab. inż. Dariusz Mikielwicz, Prorektor ds. Nauki
NIP	5840203593
REGON	000001620
KRS	-

# OPIS SKRÓCONY

[w języku angielskim]

# OPIS SZCZEGÓŁOWY

[w języku angielskim]



# STRESZCZENIE POPULARNONAUKOWE

[w języku polskim i angielskim]

Olefiny (węglowodory nienasycone, alkeny), a w szczególności etylen i propylen, są kluczowe w produkcji polimerów i materiałów z tworzyw sztucznych (tzw. plastików). Globalne zapotrzebowanie na olefiny przekracza obecnie 300 milionów ton rocznie, czyli około 35 kg na jednego człowieka. Proces produkcji olefin (kraking parowy nafty) jest jednym z najbardziej energochłonnych i wysokoemisyjnych procesów przemysłowych, opartym w dużej mierze o energię produkowaną ze źródeł nieodnawialnych. Dla przykładu, szacunkowe roczne zużycie energii do produkcji etylenu (3.5 EJ) jest zbliżone do całkowite zapotrzebowania energetycznego Kazachstanu (3.7 EJ). Ze względu na wielkotonażową produkcję, nawet pozornie niewielka poprawa efektywności energetycznej procesu może przynieść znaczną korzyść, i ułatwić osiągnięcie zerowych emisji netto w przemyśle.

Poza etylenem i propylenem, produkty krakingu parowego zawierają parafiny (węglowodory nasycone), inne olefiny oraz węglowodory aromatyczne. Ze względu na niską temperaturę wrzenia i bardzo zbliżone właściwości fizykochemiczne, olefiny o wysokiej czystości są oddzielane od ich parafinowych odpowiedników za pomocą skomplikowanego procesu destylacji kriogenicznej, prowadzonego w warunkach bardzo niskiej temperatury i wysokiego ciśnienia. Mimo technologicznej dojrzałości, destylacja kriogeniczna ma niską sprawność termodynamiczną, dlatego znalezienie alternatywnej, energooszczędnej, metody rozdzielania parafin i olefin mogłoby znacznie poprawić efektywność energetyczną procesu.

Adsorpcja, tj. akumulacja cząstek na powierzchni ciała stałego (adsorbentu), jako metoda rozdzielania, może być realną alternatywą, pod warunkiem, że dostępne będą wystarczająco selektywne adsorbenty. Adsorpcyjne techniki rozdzielania znalazły szerokie uznanie ze względu na niskie zapotrzebowanie energetyczne, prostotę w projektowaniu, obsłudze i utrzymaniu, oraz elastyczność procesu. Niestety, pomimo ponad 40 lat badań, nie zaproponowano jeszcze skutecznego rozwiązania, problemu separacji olefin, opierającego się na adsorpcji. Niemniej, poszukiwania nowych adsorbentów trwają, napędzane wysokim współczynnikiem zysku do ryzyka. W ostatnim czasie aerożele na bazie zredukowanego tlenku grafenu (rGO, ang. reduced graphene oxide), stały się obiektem zainteresowania, jako materiał mający szansę zrewolucjonizować przemysł, poprzez zintegrowanie unikalnych właściwości dwuwymiarowego grafenu z praktycznymi, trójwymiarowymi obiektami. Ich potencjał jest dostrzegany, także w adsorpcji.

Aerożele ze zredukowanego tlenku grafenu (rGOAs, ang. reduced graphene oxide aerogels) otrzymywane są metodą zol-żel z zawiesiny wodnej tlenku grafenu (GO, ang. graphene oxide) i suszenia sublimacyjnego, lub w nadkrytycznym CO<sub>2</sub>. Struktura rGOA zbudowana jest z nakładających się na siebie, w sposób uporządkowany lub nie, płatków rGO. W wyniku tego powstaje hierarchiczna struktura mezoporowata o powierzchni właściwej od kilku do kilkuset metrów kwadratowych na gram. Właściwości fizykochemiczne powierzchni aerożeli są determinowane przez obecność znacznej ilości niesparowanych elektronów, defektów w heksagonalnej strukturze rGO, oraz grup funkcyjnych zawierających atomy tlenu. Z tego powodu, rGOA mogą oddziaływać ze związkami chemicznymi na różne sposoby, w tym poprzez oddziaływania van der Waalsa, hydrofobowe, elektrostatyczne czy wiązania wodorowe.

Na podstawie ograniczonej liczby informacji, na temat adsorpcji z fazy gazowej na rGOA, można domniemać, że ich struktura fizykochemiczna może sprzyjać adsorpcyjnemu rozdzielaniu parafin i olefin, z wykorzystaniem mechanizmu termodynamicznego (oddziaływania pomiędzy olefinami/parafinami i rGOA) i mechanizmu kinetycznego (różnice w rozmiarach cząsteczek parafin i olefin). Celem projektu jest uzyskanie odpowiedzi na następujące pytania:

1. Do jakiego stopnia rGOAs mogą adsorbować olefiny i parafiny, i jak jest to powiązane ze strukturą aerożeli?
2. Jak struktura olefin wpływa na adsorpcję na rGOAs?
3. Czy różnica w adsorpcji parafin i olefin jest na tyle duża żeby określić rGOA mianem adsorbentów selektywnych?
4. W jaki sposób ko-adsorpcja (adsorpcja konkurencyjna), w układach dwuskładnikowych, wpływa na sprawność rozdzielania?
5. Czy jest miejsce na poprawę selektywności rozdzielania rGOAs?

W ramach projektu zsyntezowane zostaną próbki aerożeli, których struktura zostanie szczegółowo przebadana za pomocą nowoczesnych technik analitycznych. Wyniki te, wraz z wynikami badań adsorpcji różnych olefin i parafin, wykorzystane zostaną do opisu mechanizmu adsorpcji. Innowacyjny charakter projektu kładzie nacisk na zapewnienie wysokiej jakości zebranych danych, które będą wykraczały poza obecny stan wiedzy i zapewnią podstawę przyszłych badań, zarówno w zakresie badań podstawowych, jak i aplikacyjnych. Wyniki projektu mają potencjał na wykorzystanie nie tylko w dziedzinie adsorpcji ale, także katalizy, materiałów polimerowych, czujników, czy materiałów do magazynowania energii.

Olefins (unsaturated hydrocarbons, alkenes), in particular ethylene and propylene, are vital building blocks of polymers and plastics. The global production of olefins exceeds 300 million tonnes annually (roughly 35 kg per living person), with the prediction to increase. The typical olefins production process (steam cracking of naphtha) is extremely energy intensive, emissive, and mostly fueled by non-renewable energy sources. For example, the estimated annual energy demand for production of ethylene (3.5 EJ) is similar to the total energy consumption of Kazakhstan (3.7 EJ). Due to the large volume production of olefins even small improvements in the process efficiency offers large rewards to the sustainability, which is crucial for the transition towards the net-zero-greenhouse emissions economy.

Apart from ethylene and propylene, steam cracking products contains corresponding paraffins (saturated hydrocarbons), other olefins and aromatic hydrocarbons. Owing to the low boiling point and very similar physicochemical properties, polymer grade olefins are separated from their respective paraffins in the train of cryogenic distillation columns operating under extreme conditions (low temperature, high pressure). Despite the maturity, the distillation suffers from the low thermodynamic efficiency and high energy consumption. Finding an efficient alternative could reduce the energy intensity of the olefin production by several orders of magnitude.

The adsorption, *i.e.*, adherence and accumulation of molecules onto a solid surface (adsorbent), can be a feasible separation strategy, provided that highly selective adsorbents can be engineered. Adsorptive separations have wide application due to several advantages, *e.g.*, energy efficiency, simple design, ease of operation and maintenance, or flexibility. However, despite over 40 years of research on different types of adsorbent, no practical solution to the paraffin/olefin separation problem was proposed. Nevertheless, the search for selective adsorbents continues, because of the high reward to risk ratio. Recently, aerogels made of reduced graphene oxide (rGO) have emerged as technology enhancing materials capable of connecting unique 2D properties of the graphene with practical 3D objects, also in the field of adsorption.

Reduced graphene oxide aerogels (rGOAs) are obtained by the sol-gel method from the graphene oxide (GO) dispersion, followed by the freeze- or supercritical-drying. The rGOA structure is composed of closely stacked and partially overlapping rGO flakes, which can have random or oriented arrangement, resulting in the hierarchical mesoporosity and wrinkled texture. The surface area of rGOAs can range between tens to few hundreds  $\text{m}^2/\text{g}$ . Chemistry of the rGOAs surface is dominated by delocalized  $\pi$ -electrons, defects in the hexagonal ring structure, and residual oxygen functional groups. Therefore, the surface can interact in different ways with adsorbates including van der Waals, hydrophobic, electrostatic, hydrogen bonds or ion- $\pi$  interactions.

Although few reports about the gas phase adsorption on rGOA are available, we hypothesize that highly interconnected porous structure and the  $\pi$ -electron-rich surface can be of high importance for the adsorption of olefins and paraffins, and will enable selective adsorption based on the difference in olefin/paraffin – rGOA surface strength of interactions (thermodynamic mechanism) and difference in the kinetic diameter of molecules (kinetic mechanism). Therefore project aims at addressing the following questions:

1. To what extent pristine rGOAs can adsorb olefins and paraffins, and how it is related to the physicochemical structure of aerogels?
2. How the structure of an olefin affect the interaction with rGOAs, compared to a corresponding paraffin?
3. Is the difference between olefins and paraffins adsorption big enough to call pristine rGOAs a selective adsorbent?
4. To what extent competitive adsorption is compromising separation efficiency?
5. Is there a room for improvement in terms of selectivity and capacity of rGOAs?

In the course of the project a number of aerogels will be synthesized and comprehensively characterized with the state-of-the-art methods. Results of the adsorption test with different olefin and paraffin probe compounds, in single and binary systems, will be correlated with aerogels and olefins structure to reveal mechanisms of the adsorption.

The pioneering nature of the project urges us to put emphasis on producing high quality data that will go beyond the current knowledge, and provide foundation for further research, both basic and applied. Hopefully, we will be able to provide fundamental mechanistic insights on the rational design and engineering of rGOAs that will eventually force other research areas beyond adsorption, such as catalysis, energy storage, sensors or polymer additives.

## KWESTIE ETYCZNE

<b>1. Badania na ludzkich zarodkach oraz materiale pozyskanym z ludzkich zarodków i płodów</b>	
Czy w planowanych badaniach będą wykorzystywane ludzkie zarodki?	NIE
Czy w planowanych badaniach wykorzystane będą tkanki lub komórki pochodzące z ludzkich zarodków lub płodów?	NIE
Czy w planowanych badaniach będą wykorzystywane ludzkie embrionalne komórki macierzyste (hESCs)?	NIE
<b>2. Badania z udziałem ludzi</b>	
Czy planowane badania odbywają się z udziałem ludzi?	NIE
Czy planowane badania polegają na aktywnej interwencji fizycznej lub psychologicznej dotyczącej uczestników badania?	NIE
Czy w planowanych badaniach wykorzystywany będzie ludzki materiał genetyczny?	NIE
Czy planowane badania są eksperymentem medycznym zgodnie z ustawą z dnia 5 grudnia 1996 r. o zawodzie lekarza i lekarza dentysty (Dz. U. z 2018 r. poz. 617 ze zm.)?	NIE
Czy planowane badania stanowią niekomercyjne badanie kliniczne, które wymaga rejestracji w Centralnej Ewidencji Badań Klinicznych ( <a href="https://www.clinicaltrialsregister.eu/">https://www.clinicaltrialsregister.eu/</a> ) zgodnie z ustawą z dnia 6 września 2001 r. Prawo Farmaceutyczne (Dz. U. z 2017 r. poz. 2211 ze zm.) oraz ustawą z dnia 20 maja 2010 r. o wyrobach medycznych (Dz. U. z 2017 r. poz. 211 ze zm.)?	NIE
<b>3. Ludzkie komórki/tkanki</b>	
Czy w planowanych badaniach wykorzystywane będą ludzkie komórki lub tkanki dostępne komercyjnie, inne niż wskazane w punkcie 1?	NIE
Czy w planowanych badaniach wykorzystywane będą ludzkie próbki biologiczne pozyskane w projekcie lub pochodzące ze źródeł niekomercyjnych?	NIE
<b>4. Dane osobowe</b>	
Czy planowane badania wiążą się z przetwarzaniem danych osobowych?	NIE
Czy w planowanych badaniach wykorzystywane będą dane osobowe pochodzące z innych źródeł, spoza podmiotu realizującego badania?	NIE
<b>5. Zwierzęta</b>	
Czy w planowanych badaniach wykorzystywane będą zwierzęta kręgowie lub głowonogi?	NIE
Czy w planowanych badaniach wykorzystywany będzie materiał biologiczny pochodzący od zwierząt (np. krew, mocz lub inne)?	NIE
Czy w planowanych badaniach wykorzystywane będą zwierzęce tkanki, komórki lub linie komórkowe dostępne komercyjnie?	NIE
<b>6. Współpraca naukowa z krajami spoza Unii Europejskiej</b>	
Czy działania związane z badaniami podejmowanymi w krajach spoza UE stanowić mogą ryzyko pojawienia się wątpliwości natury etycznej?	NIE
Czy w badaniach planowane jest użycie lokalnych zasobów ludzkich, kulturowych lub naturalnych, np. udziału ludzi, zwierząt, roślin, materiału genetycznego ludzi lub zwierząt, szczątków ludzkich, materiału o wartości historycznej, roślin lub zwierząt chronionych itp.?	NIE
Czy w ramach badań planowany jest import lub eksport materiału badawczego z krajów spoza UE?	NIE

Jeśli zaplanowane badania obejmują kraje o niskim lub średnim dochodzie, czy przewiduje się podział korzyści wynikających z realizacji projektu?	NIE
Czy sytuacja w tym kraju mogłaby narazić osoby biorące udział w badaniach na ryzyko?	NIE
<b>7. Środowisko, zdrowie i bezpieczeństwo (w tym badania na materiale genetycznie zmodyfikowanym)</b>	
Czy planowane badania obejmują wykorzystanie mikroorganizmów, organizmów, tkanek lub komórek genetycznie modyfikowanych (GMO, GMM)?	NIE
Czy planowane badania dotyczą gatunków zwierząt lub roślin chronionych lub obszarów chronionych?	NIE
Czy planowane badania wymagają użycia czynników lub warunków, które mogą być szkodliwe dla ludzi, w tym personelu badawczego?	NIE
<b>8. Dziedzictwo kulturowe</b>	
Czy w badaniach planowane jest użycie zasobów dziedzictwa kulturowego, w tym ludzi, flory i fauny, ich materialnych pozostałości, materialnych i niematerialnych wytworów kultury oraz obszarów chronionych ze względu na ich wartość kulturową?	NIE
<b>9. Nadużycia i podwójne zastosowanie</b>	
Czy w badaniach planowane jest wykorzystanie lub wytworzenie produktu podwójnego zastosowania (np. patogeny, oprogramowanie, technologie), które wymagają autoryzacji eksportowej zgodnie z Rozporządzeniem UE 428/2009?	NIE
Czy planowane badania mogą potencjalnie być źródłem nadużyć, przestępstw, ataków terrorystycznych?	NIE

Opis działań podjętych w celu zapewnienia wykonywania badań zgodnie z zasadami dobrej praktyki w danej dziedzinie/dyscyplinie naukowej oraz informacja, czy jakieś zgody zostały już wydane, bądź informacje, jak te warunki zostaną spełnione [w języku angielskim]

### Oświadczenie

Oświadczam, że

- w przypadku planowania badań wymagających pozyskania zgód, opinii, zezwoleń lub pozwoleń właściwych organów/komisji zobowiązuję się do ich uzyskania przed rozpoczęciem realizacji badań, których dotyczą;
- jestem świadoma/y wymogu przekazania do NCN w raportach rocznych i końcowym wszystkich uzyskanych zgód, opinii, zezwoleń lub pozwoleń niezbędnych do realizacji projektu;
- jestem również świadoma/y, że prowadzenie badań bez wymaganych zgód, opinii, zezwoleń lub pozwoleń stanowić może podstawę do nierozliczenia projektu z koniecznością zwrotu części lub całości środków.

b.d.

## PLAN BADAŃ [w języku polskim i angielskim]

Lp.	Nazwa zadania	Podmioty
1	Synteza tlenku grafenu i prace przygotowawcze	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Politechnika Gdańska</li> </ul>
	Synthesis of the graphene oxide and preparatory work	
2	Synteza i badanie właściwości aerożeli z zredukowanego tlenku grafenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Politechnika Gdańska</li> </ul>
	Synthesis and characterization of reduced graphene oxide aerogels	
3	Badanie adsorpcji olefin i parafin w układach jednoskładnikowych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Politechnika Gdańska</li> </ul>
	Analysis of olefin and paraffin adsorption in single component systems	
4	Badanie adsorpcji olefin i parafin w układach dwuskładnikowych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Politechnika Gdańska</li> </ul>
	Analysis of olefin and paraffin adsorption in binary component systems	
5	Całościowa analiza wyników	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Politechnika Gdańska</li> </ul>
	Analysis of research project outcomes	

## ZBLIŻONE ZADANIA BADAWCZE

Czy kierownik (PI) ubiega się o finansowanie wskazanych we wniosku zadań badawczych również z innych źródeł?	NIE
Czy kierownik (PI) realizuje/realizował zadania badawcze zbliżone do zadań objętych tym wnioskiem?	TAK
Kierownik (PI) jest	AUTOREM OPISÓW PROJEKTU

## Opis zbliżonych zadań i uzasadnienie konieczności ich finansowania [w języku angielskim]

Należy wskazać realizowane i zrealizowane zadania badawcze, co do których mogłoby zajść podejrzenie podwójnego finansowania w przypadku uzyskania finansowania na zadania badawcze objęte niniejszym wnioskiem. Wyjaśnienie powinno w sposób jednoznaczny wskazywać różnice pomiędzy zadaniami badawczymi i zawierać uzasadnienie konieczności finansowania zadań badawczych w niniejszym wniosku.

In the project UMO-2019/35/N/ST8/04226 (Preparation and investigation of carbon-based 3D porous structures (aerogels) structural properties and intermolecular interactions at solid/gas interface) research tasks included the investigation of intermolecular interaction at gas-solid interface. The purpose was to characterize the surface properties of synthesized aerogels and to correlate it to synthesis parameters. This lead to the interesting observations e.g. about nanoroughness of the reduced graphne oxide aerogels or size exclusion of molecules. In the proposal the interactions with solid surface will also be investigated, with similar tool (i.e. dynamic gas adsorption), however it will focus on the adsorption and selectivity mechanisms of olefins and paraffins. The research effort will be shifted to adsorption of hydrocarbons rather than investigation of aergoels properties, although the two are inseparable to some degree. In conclusion, the outcomes of previosuly realised research tasks helped to formulate research hypotheses of this project proposal. In the author's opinion it can betreated as a direct continuation of the process of understanding the reduced graphene oxide aerogels properties and their applicability in processes where physical and chemical phenomena occuring at the solid-gas interface are important.

## Podmioty

Politechnika Gdańska	
Czy podmiot ubiega się o finansowanie wskazanych we wniosku zadań badawczych również z innych źródeł?	NIE

## WSPÓŁPRACA MIĘDZYNARODOWA

Czy projekt realizowany we współpracy międzynarodowej?

NIE



## ZESPÓŁ BADAWCZY

**1. Maksymilian Plata Gryl, Kierownik (PI)**

Podmiot	Politechnika Gdańska
Zakres prac [w języku angielskim]	PI will be responsible for planning of the research, supplying the project with required consumables, execution of experimental activities, analysis of the data, dissemination of the results, financial control and general supervision over reliable, well-timed implementation of the project (general managing of the project). PI will also train the investigator/technician/ and PhD student on research tasks that he/she will be intended to participate in.

**2. Wykonawca\_1, Wykonawca**

Podmiot	Politechnika Gdańska
Zakres prac [w języku angielskim]	Technician contract work will include cooperation with the PI to conduct specific scientific activities related to the project. Primary task will be the synthesis of the graphene oxide. Moreover, technician will be involved in maintaining experimental setups (e.g., gas cylinders or filters replacement, waste disposal).
Wymagane kwalifikacje [w języku angielskim]	At least bachelor degree in chemistry, chemical technology, materials science, nanotechnology or related sciences. Previous experience with nanomaterials synthesis would be appreciated.

**3. Stypendysta/Student/Doktorant\_1, Stypendysta/Student/Doktorant**

Podmiot	Politechnika Gdańska
Zakres prac [w języku angielskim]	The PhD student will work as a part of the research team to conduct scientific activities related to the project and dissemination of results. She/he will provide ideas to design and conduct new experiments. Apart from the PhD courses and duties, the student will focus on the synthesis of reduced graphene oxide aerogels and analysis of the thermodynamic aspects of the olefin/paraffin adsorption on aerogels. Partial maintenance of gas adsorption experimental setup will be also within responsibilities of the doctoral student.
Wymagane kwalifikacje [w języku angielskim]	Master in chemistry, chemical engineering, materials science, nanotechnology or related technical sciences. Previous experience with gas adsorption processes.

**4. Stypendysta/Student/Doktorant\_2, Stypendysta/Student/Doktorant**

Podmiot	Politechnika Gdańska
Zakres prac [w języku angielskim]	The PhD student will work as a part of the research team to conduct scientific activities related to the project and dissemination of results. She/he will provide ideas to design and conduct new experiments. Apart from the PhD courses and duties, the student will focus on the synthesis and characterization of reduced graphene oxide aerogels and analysis of kinetic aspects of the olefin/paraffin adsorption on aerogels. Partial maintenance of experimental setup for aerogels characterization (especially nitrogen sorption analyser) will be also within responsibilities of the doctoral student.
Wymagane kwalifikacje [w języku angielskim]	Master in chemistry, chemical engineering, materials science, nanotechnology or related technical sciences. Previous experience with porous materials characterization methods.

## KIEROWNIK PROJEKTU (PI)

**dr inż. Maksymilian Plata Gryl**

Podmiot

Politechnika Gdańska

Stopień doktora

Czy kierownik (PI) posiada stopień doktora?

TAK

Rok nadania stopnia

2022

Dyscypliny naukowe (zgodnie z Klasyfikacją dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych)

Lp.	Kod i nazwa	Dyscypliny naukowe (zgodnie z Klasyfikacją dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych)
1	2.10 - inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka	Główna dyscyplina naukowa

Dane osobowe

Imię	Maksymilian
Drugie imię	Henryk
Nazwisko	Plata Gryl
PESEL	90080216552
Data urodzenia (rrrr-mm-dd)	1990-08-02
Płeć	Mężczyzna
Obywatelstwo	Polska

Informacje kontaktowe

Telefon	+48 660 671 159
Adres e-mail	maksymilian.plata-gryl@pg.edu.pl
Elektroniczna skrzynka podawcza ESP (ePUAP)	/MPlataGryl/domyslna

Adres zamieszkania

Kraj	Polska
Województwo	pomorskie
Kod pocztowy	80-180
Miejscowość	Gdańsk
Ulica, numer domu, numer lokalu	Warszawska 96A/29

Adres korespondencyjny

Kraj	Polska
Województwo	pomorskie
Kod pocztowy	80-180
Miejscowość	Gdańsk
Ulica, numer domu, numer lokalu	Warszawska 96A/29

Elektroniczny identyfikator naukowca	
Elektroniczny identyfikator naukowca	0000-0001-5031-2908
Rodzaj identyfikatora	ORCID

Zatrudnienie				
Lp.	Nazwa podmiotu w języku polskim	Nazwa podmiotu w języku angielskim	Stanowisko w języku polskim	Stanowisko w języku angielskim
1	Politechnika Gdańska	Gdansk University of Technology	adiunkt - pracownik badawczy	post-doc

## ANKIETY CZŁONKÓW ZESPOŁU [w języku angielskim]

**KIEROWNIK (PI)****dr inż. Maksymilian Henryk Plata Gryl****PRZEBIEG KARIERY NAUKOWEJ****Information on education, academic degrees/titles and employment**2023-December 2025

Post-doc in IDUB PLATINUM OPUS/NCN project: *Design and characterization of hybrid membranes containing nanoporous inorganic materials for selective molecular separations*, DEC-3/2023/IDUB/I.1/Pt.

Gdansk University of Technology

Faculty of Civil and Environmental Engineering

2022 - certificate of Software Tester, Software Development Academy (RIS: 2.22/00104/2015)

2020-2024

Principal Investigator in the project: *Preparation and investigation of carbon-based 3D porous structures (aerogels) structural properties and intermolecular interactions at solid/gas interface*, National Science Centre, 2019/35/N/ST8/04226.

Gdansk University of Technology

Faculty of Chemistry

2016-2018

PhD in Chemical Sciences (20.09.2022)

Gdansk University of Technology

Faculty of Chemistry

Topic: *Preparation and characterization of asphaltene based adsorbents for gas-solid adsorption systems*

2016-2018

Investigator in the BitumSorbent project (LIDER/036/573/L5/13/NCBR/2014): Studies on properties of sorbents prepared from bitumen

Gdansk University of Technology

Faculty of Chemistry

2014-2016

Master of Science in Chemical Technology (01.09.2016)

Gdansk University of Technology

Faculty of Chemistry

Topic: *Studies on sorption properties of stationary phases based on petroleum fractions for gas chromatographic separations*

2010-2014

Bachelor of Science in Chemical Technology (16.04.2014)

Gdansk University of Technology

Faculty of Chemistry

Topic: *Wastewater treatment with the use of carbon nanotubes*

**Research stays at home and abroad**

07.03.2025-24.03.2025 - Italy, National Research Council - Institute on Membrane Technology (ITM-CNR) - research stay under supervision of prof. Alberto Figoli. Topic: *Characterization and permeability tests of hybrid membranes*.

15.11.2020-15.05.2021 - Germany, Universität Leipzig, Faculty of Chemistry and Mineralogy, Institute of Chemical Technology- research internship as a part of the InterPhD2 programme under supervision of prof. Roger Gläser. Topic: *Characterization of microporous zeolites for the separation of dihydrogen isotopologues*

## Prizes and awards

2018/2019 academic year- rector's scholarship for best PhD students

2017/2018 – 2020/2021 academic years - scientific scholarship for best PhD student in the InterPhD2 programme

## Other significant achievements

Recipient and PI in the project (PRELUDIUM-18): Preparation and investigation of carbon-based 3D porous structures (aerogels) structural properties and intermolecular interactions at solid/gas interface, National Science Centre, UMO-2019/35/N/ST8/04226

Co-authorship of two patents:

1. Momotko M., Boczkaj G., Plata-Gryl M., Makowiec S., Method for producing a sorbent, in particular for gas chromatography, Pat.236734, Priority date: 19.12.2018.

2. Momotko M., Boczkaj G., Plata-Gryl M., Makowiec S., Method for producing a sorbent, in particular for gas purification, Pat.241267, Priority date: 19.12.2018.

Co-authorship of publications in international scientific journals listed in JCR list: Advances in Colloid and Interface Science (IF: 16.0), Chemical Engineering Journal (IF: 15.1), Journal of Hazardous Materials (IF: 13.6), Separation and Purification Technology (IF: 8.6), Food Chemistry (IF: 8.8), Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects (IF: 5.2), Journal of Chromatography A (IF: 3.8).

## PUBLIKACJE NAUKOWE

1. Plata-Gryl M., Castro-Muñoz R., Gontarek-Castro E., Miralrio A., Boczkaj G., *Graphene oxide aerogels for adsorptive separation of aromatic hydrocarbons and cycloalkanes* (**2024**), artykuł, Chemical Engineering Journal, ISSN: 1385-8947

Liczba cytowań (bez autocytowań): 3

Otwarty dostęp: tak, DOI 10.1016/j.cej.2024.152782

Status publikacji: opublikowane, *Publikacja do pobrania z systemu*

2. Plata-Gryl M., Castro-Muñoz R., Gontarek-Castro E., Boczkaj G., *Separation of C6 hydrocarbons on sodium dithionite reduced graphene oxide aerogels* (**2024**), artykuł, Journal of Chromatography A, Online ISSN: 1873-3778; Print ISSN: 0021-9673

Liczba cytowań (bez autocytowań): 1

Otwarty dostęp: nie, DOI 10.1016/j.chroma.2024.465357

Status publikacji: opublikowane, *Publikacja do pobrania z systemu*

3. Plata-Gryl M., Castro-Muñoz R., Boczkaj G., *Chemically reduced graphene oxide based aerogels - Insight on the surface and textural functionalities dependent on handling the synthesis factors* (**2023**), artykuł, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, ISSN: 0927-7757

Liczba cytowań (bez autocytowań): 7

Otwarty dostęp: tak, DOI 10.1016/j.colsurfa.2023.132005

Status publikacji: opublikowane, *Publikacja do pobrania z systemu*

4. Plata-Gryl M., Boczkaj G., Policicchio A., Figoli A., Galiano F., Castro-Muñoz R., *Facilitated water transport in composite reduced graphene oxide pervaporation membranes for ethanol upgrading* (**2024**), artykuł, Separation and Purification Technology, ISSN: 1383-5866

Liczba cytowań (bez autocytowań): 7

Otwarty dostęp: nie, DOI 10.1016/j.seppur.2023.125782

Status publikacji: opublikowane

5. Plata-Gryl M., Momotko M., Makowiec S., Boczkaj G., *Characterization of diatomaceous earth coated with nitrated asphaltenes as superior adsorbent for removal of VOCs from gas phase in fixed bed column* (**2022**), artykuł, Chemical Engineering Journal, ISSN: 1385-8947

Liczba cytowań (bez autocytowań): 15

Otwarty dostęp: tak, DOI 10.1016/j.cej.2021.130653

Status publikacji: opublikowane

6. Plata-Gryl M., Momotko M., Makowiec S., Boczkaj G., *Highly effective asphaltene-derived adsorbents for gas phase removal of volatile organic compounds* (2019), artykuł, Separation and Purification Technology, ISSN: 1383-5866  
Liczba cytowań (bez autocytowań): 22  
Otwarty dostęp: nie, DOI 10.1016/j.seppur.2019.05.041  
Status publikacji: opublikowane
7. Plata-Gryl M., Momotko M., Makowiec S., Boczkaj G., *Application of cyanated asphaltenes in gas-phase adsorption processes for removal of volatile organic compounds* (2019), artykuł, Chemical Papers, ISSN: 0366-6352  
Liczba cytowań (bez autocytowań): 5  
Otwarty dostęp: tak, DOI 10.1007/s11696-019-00938-z  
Status publikacji: opublikowane
8. Plata-Gryl M., Jungnickel C., Boczkaj G., *An improved scalable method of isolating asphaltenes* (2018), artykuł, Journal of Petroleum Science and Engineering, ISSN: 0920-4105  
Liczba cytowań (bez autocytowań): 19  
Otwarty dostęp: nie, DOI 10.1016/j.petrol.2018.04.039  
Status publikacji: opublikowane
9. Fedorov K., Plata-Gryl M., Khan J.A., Boczkaj G., *Ultrasound-assisted heterogeneous activation of persulfate and peroxymonosulfate by asphaltenes for the degradation of BTEX in water* (2020), artykuł, Journal of Hazardous Materials, ISSN: 0304-3894  
Liczba cytowań (bez autocytowań): 188  
Otwarty dostęp: tak, DOI 10.1016/j.jhazmat.2020.122804  
Status publikacji: opublikowane
10. Castro-Muñoz R., Cabezas R., Plata-Gryl M., *Mangiferin: A comprehensive review on its extraction, purification and uses in food systems* (2024), artykuł, Advances in Colloid and Interface Science, Online ISSN: 1873-3727; Print ISSN: 0001-8686  
Liczba cytowań (bez autocytowań): 38  
Otwarty dostęp: nie, DOI 10.1016/j.cis.2024.103188  
Status publikacji: opublikowane

## DOKONANIA ARTYSTYCZNE

b.d.

## BADANIA NAUKOWE FINANSOWANE PRZEZ NCN

DANE POBRANE AUTOMATYCZNIE

Tytuł: **Otrzymywanie i badanie właściwości powierzchniowych trójwymiarowych porowatych struktur węglowych (aerożeli) oraz oddziaływań międzycząsteczkowych na granicy faz gaz-ciało stałe.**

Nr rejestracyjny:  
2019/35/N/ST8/04226

Źródło(a) finansowania: NCN, Nazwa konkursu: PRELUDIUM-18

Kwota: **210 000 PLN**

Podmiot realizujący:  
**Politechnika Gdańska**

Data rozpoczęcia realizacji: **2020-07-20**, Data zakończenia realizacji: **2024-07-19**

Wynik oceny:  
brak wyniku oceny - projekt w trakcie realizacji/raport w przygotowaniu/raport w trakcie oceny

**Lista najważniejszych publikacji będących rezultatem projektu:**

**Publikacje w czasopismach:**

- Maksymilian Plata Gryl, Roberto Castro-Muñoz, Grzegorz Boczkaj, Chemically reduced graphene oxide based aerogels - Insight on the surface and textural functionalities dependent on handling the synthesis factors, COLLOIDS AND SURFACES A-PHYSICOCHEMICAL AND ENGINEERING ASPECTS, 675, 132005, Elsevier, 2023, - Opublikowane
- Maksymilian Plata Gryl, Roberto Castro-Muñoz, Emilia Gontarek-Castro, Grzegorz Boczkaj, Separation of C6 hydrocarbons on sodium dithionite reduced graphene oxide aerogels, Journal of Chromatography A, -, 465357, Elsevier, 2024, - Opublikowane
- Maksymilian Plata Gryl, Roberto Castro-Muñoz, Emilia Gontarek-Castro, Alan Miralrio, Grzegorz Boczkaj, Graphene oxide aerogels for adsorptive separation of aromatic hydrocarbons and cycloalkanes, Chemical Engineering Journal, 493, 152782, Elsevier, 2024, - Opublikowane
- Maksymilian Plata Gryl, Grzegorz Boczkaj, Alfonso Policicchio, Alberto Figoli, Francesco Galiano, Roberto Castro-Muñoz, Facilitated water transport in composite reduced graphene oxide pervaporation membranes for ethanol upgrading, Separation and Purification Technology, 332, 125782, Elsevier, 2024, - Opublikowane

b.d.

**INNE PROJEKTY BADAWCZE**

b.d.

**NAJWAŻNIEJSZE OSIĄGNIĘCIE NAUKOWE**

Research on preparation and investigation of carbon-based aerogels structural properties and intermolecular interactions at solid/gas interface, financed by the PRELUDIUM project (UMO-2019/35/N/ST8/04226). Conducted studies revealed the effect of aerogels' synthesis parameters on their physicochemical properties. The importance of reductant on aerogels' properties was also demonstrated and for the first time the use of sodium dithionite as effective reductant was reported, and announced in the international scientific journal from the JCR list. Publications that were the result of the project implementation are, to the best of our knowledge, the first instances of the inverse gas chromatography application to the characterization of physicochemical properties of reduced graphene oxide aerogels. They are also one of the first examples of using reduced graphene oxide aerogels in gas-solid adsorption processes. It put the PI and his coworkers at the forefront of research in that field. Last but not least, a cooperation was established with scientist from Università della Calabria (Italy) and Tecnológico de Monterrey (Mexico). Project results helped to formulate hypotheses that are foundation of this project proposal.

WYNAGRODZENIA I STYPENDIA

Wynagrodzenia i stypendia								
Lp.								
1					Rok 2026	Rok 2027	Rok 2028	Rok 2029
	Nazwa	dr inż. Maksymilian Henryk Plata Gryl			170 000	170 000	170 000	170 000
	Rodzaj udziału	Kierownik (PI)						
	Podmiot	Politechnika Gdańska						
	Rodzaj zatrudnienia	wynagrodzenie pełnoetatowe						
	Okres pobierania wynagrodzenia [w miesiącach]	48						
	Wynagrodzenie całkowite [PLN]				680 000			
2					Rok 2026	Rok 2027	Rok 2028	Rok 2029
	Nazwa	Wykonawca_1			18 000	18 000	18 000	18 000
	Rodzaj udziału	Wykonawca						
	Podmiot	Politechnika Gdańska						
	Rodzaj zatrudnienia	wynagrodzenie dodatkowe						
	Okres pobierania wynagrodzenia [w miesiącach]	48						
	Wynagrodzenie całkowite [PLN]				72 000			
3					Rok 2026	Rok 2027	Rok 2028	Rok 2029
	Nazwa	Stypendysta/Student/Doktorant_1			60 000	60 000	78 000	78 000
	Rodzaj udziału	Stypendysta/Student/Doktorant						
	Podmiot	Politechnika Gdańska						
	Rodzaj zatrudnienia	stypendium/wynagrodzenie studenta lub doktoranta						
	Okres pobierania wynagrodzenia [w miesiącach]	48						
	Wynagrodzenie całkowite [PLN]				276 000			



4			Rok 2026	Rok 2027	Rok 2028	Rok 2029
	Nazwa	Stypendysta/Student/Doktorant_2	60 000	60 000	78 000	78 000
	Rodzaj udziału	Stypendysta/Student/Doktorant				
	Podmiot	Politechnika Gdańska				
	Rodzaj zatrudnienia	stypendium/wynagrodzenie studenta lub doktoranta				
	Okres pobierania wynagrodzenia [w miesiącach]	48				
	Wynagrodzenie całkowite [PLN]		276 000			

## APARATURA

Lp.	Aparatura	Podmiot	Rok zakupu lub wytworzenia	Koszt jednostkowy [PLN]	Liczba	Dofinansowanie z podmiotu realizującego (jeśli dotyczy) [PLN]	Wnioskowane dofinansowanie z NCN [PLN]
1	Analizator adsorpcji gazów/oparów	Politechnika Gdańska	2026	250 000	1	0	250 000
	Gas adsorption analyzer						
	Opis [w języku angielskim]	High-end physical adsorption analyser for fast and precise analysis of porosity (surface area, pore volume and pore size distribution in the micro-mesopore range) with high throughput of samples. The available pore analysis range should be between 3.5-5000 angstroms. The porosity calculation methods should include: density functional theory (DFT), t-plot, Horvath-Kawazoe, Barrett-Joyner-Halenda (BJH) and Dubinin. The instrument should be able to analyse physical adsorption of liquid nitrogen at cyogenic temperature, and other gases like Ar, Kr or CO2, or vapours of hydrocarbons. Pressure controllers precision should be up to 0.0001 umHg. The sorption analyser should be equipped with sample preparation (degassing) module.					
	Uzasadnienie konieczności zakupu [w języku angielskim]	Textural properties (surface area, pore size distribution, pore volume) evaluation is one of the most important analyses for hydrocarbons adsorption behaviour explanation in porous aerogels. It will be the primary analytical tool in the project. The high precision analyser, especially in the micropore range is required, because micropores volume is relatively small, yet may be important in the understanding of adsorption mechanism. Thus the measurement with the high resolution in the low relative pressure region is necessary. High-end equipment will also ensure the reliability of data. With this, textural data generated in the project (which will be disseminated in open data repositories) will be easily available for other researchers for analysis and comparison (even many years after completion of the projcet).					
2	Zbiornik na ciekły azot	Politechnika Gdańska	2026	10 000	1	0	10 000
	Liquid nitrogen tank						
	Opis [w języku angielskim]	A container designed for the storage and transportation of liquid nitrogen with the volume of at least 35L and portable base (with wheels).					
	Uzasadnienie konieczności zakupu [w języku angielskim]	Liquid nitrogen will be used at multiple stages of the project: aerogels synthesis, aerogels characterization (nitrogen adsorption) and dynamic adsorption tests (cryogenic trap for protection of vacuum pump). Therefore a portable and user-friendly tank, with sufficient volume, is required for the pick up of liquid nitrogen from the university central pick-up point.					

3	Stanowisko do badania adsorpcji dynamicznej gazów w układach jedno/wieloskładnikowych	Politechnika Gdańska	2026	80 500	1	0	80 500
	Dynamic, single/multicomponent gas adsorption analysis setup						
	Opis [w języku angielskim]	The experimental setup will consist of three major parts: inlet gas preparation module, gas adsorption column, adsorbent regeneration system and outlet gas composition analysis. The system will include, among others: 8L gas cylinders (x6, ~2100 PLN), gas reducers (x6, ~2400 PLN), mass flow controllers (x4, ~15000 PLN), solenoid valves (~3400 PLN), mixer (~300 PLN), heater (~500 PLN), temperature controllers (~600 PLN), microcontrollers (x4, ~1400 PLN), electrical connections (~400 PLN), gas fitting VCR type of equivalent (~4000 PLN), thermal insulation materials (~800 PLN), stainless steel and brass capillaries (~2500 PLN), pressure transducers (~8000 PLN), flowmeter (~600 PLN), 6 port 2-position solenoid injection valve with sampling loop (~15000 PLN), gas composition analyser (8000 PLN), vacuum pump (~10000 PLN), cryotrap (3000 PLN), controll and data acquisition unit (2000 PLN). The circulation thermostat, for temperature controll, will be purchased separately because it will be also used for temperature controll in graphene oxide and reduced graphene oxide aergoels synthesis. The part of the setup will be also the trolley for transportation of gas cylinders (~500 PLN).					
	Uzasadnienie konieczności zakupu [w języku angielskim]	The project proposal provides for construction of a new, versatile single/multiple component dynamic adsorption setup. It will be used to analyse the paraffin/olefin adsoprtion mechanism, especially of its kinetic component but also to analyse the mechanism of competitive adsorption on the surface of reduced graphene oxide aerogels.					
4	Termostat cyrkulacyjny	Politechnika Gdańska	2026	30 000	1	0	30 000
	Circulating thermostat						
	Opis [w języku angielskim]	A thermostat capable of ciruclating the cooling medium and with temperature controll range o -75 to 150 Celsius degrees.					
	Uzasadnienie konieczności zakupu [w języku angielskim]	Circulating bath is required for precise temperature control in the synthesis of graphene oxide and reduced graphene oxide aerogels. Moreover, it will be used later as component of the dynamic adsorption setup for adsorption process temperature control.					
Razem:							370 500

INNE KOSZTY

Inne koszty bezpośrednie						
Lp.			Rok 2026	Rok 2027	Rok 2028	Rok 2029
1.	Nazwa / opis [w języku angielskim]	Materials for synthesis of graphene oxide and reduced graphene oxide aerogels	24 000	15 000	7 000	0
	Kategoria	Materiały i drobny sprzęt				
	Podmiot	Politechnika Gdańska				
	Kwota łącznie [PLN]		46 000			
	Uzasadnienie i kalkulacja [w języku angielskim]					
	Research plan assumes focusing on the GO synthesis during first 6 months of the project. The purpose is to synthesized all the GO required for experimental works in the course of the project. New samples of aerogels shouldn't be synthesized past the second half of the 3rd year of the project. Estimated prices are given in PLN. Materials for synthesis of graphene oxide and reduced graphene oxide aerogels: graphite (~1000), potassium permanganate (~2500), sulfuric acid (~4000), ortophosphoric acid (~1500), teflon-lined hydrothermal reactors (x4, ~5000), laboratory glassware (~2500), filtration consumables for high purity water generator - ion exchange resin modules etc. (~15000), chemical reductants for aerogels synthesis (~4000), various consumables for synthesis setup e.g. teflon-lined magnetic stirrers (~500), resistance temperature sensor (~2200), laboratory tubing (~1000), spatulas (~300), cleaning solvents (~1500) etc., deionised water (~2500), liquid nitrogen (~2500).					
2.	Nazwa / opis [w języku angielskim]	Materials for characterization of reduced graphene oxide aergoels	15 000	15 000	5 000	2 500
	Kategoria	Materiały i drobny sprzęt				
	Podmiot	Politechnika Gdańska				
	Kwota łącznie [PLN]		37 500			
	Uzasadnienie i kalkulacja [w języku angielskim]					
	Consumable materials and chemicals for characterization of aerogels. Infrared spectroscopy consumables, e.g. KBr, sample holders, desiccants, organic solvents (~5000 PLN), consumables for nitrogen adsorption tests, e.g., N5.0 nitrogen, helium, CO2, Ar, Kr gases, liquid nitrogen, sample holders (~15000 PLN), materials for Boehm titration, e.g., sodium hydroxide, sodium carbonate, sodium bicarbonate, hydrochloric acid, glassware (~3000 PLN), materials for inverse gas chromatography, e.g., gas fittings 1/8" and 1/16", ferrules, silanized glass wool, stainless steel or quartz tubes, high purity carrier gases (~14500 PLN).					

3.	Nazwa / opis [w języku angielskim]	Materials for gas adsorption tests	17 500	25 000	10 000	2 500
	Kategoria	Materiały i drobny sprzęt				
	Podmiot	Politechnika Gdańska				
	Kwota łącznie [PLN]		55 000			
	Uzasadnienie i kalkulacja [w języku angielskim]					
	Materials for analysis of gaseous hydrocarbons dynamic adsorption on aerogels. Consumables include, among others: high purity olefins and paraffins standards (~12500 PLN), N5.0 nitrogen, synthetic air, propane, propylene, ethane, ethylene (~12500 PLN), glassware for sample/standards preparation (~3000 PLN), gas chromatography consumables, e.g., vials, membranes, liners, ferrules, gas fittings (~6000 PLN), fused silica capillary tubing (~6000 PLN), analytical gas chromatography columns for separation of hydrocarbons in multicomponent gas adsorption tests (~10000), gas-tight syringes for gas sampling (~3000 PLN), gas sampling bags for preparation of gaseous mixtures (~2000 PLN).					
4.	Nazwa / opis [w języku angielskim]	Conferences, workshops, short-term research stays	10 000	25 000	25 000	10 000
	Kategoria	Wyjazdy służbowe				
	Podmiot	Politechnika Gdańska				
	Kwota łącznie [PLN]		70 000			
	Uzasadnienie i kalkulacja [w języku angielskim]					
	Cost of results presentation (dissemination, meetings) at international conferences, by research team members. Estimation assumes that one conference may be attended by more than one research team member. Below are examples of conferences of interest. -70th Chemical and Process Engineering Conference CHISA 2026 (~16000 PLN) -International Conference on Advanced Smart Materials and Material Engineering ICASMME 2026 (~18000 PLN) -International Conference On Materials Science And Engineering (~16000 PLN) -International Congress on Separation and Purification Technology (~20000 PLN) Research team members can also participate in selected workshops or short-term research stays.					
5.	Nazwa / opis [w języku angielskim]	Office supplies and personal protective equipment	2 500	1 000	1 000	500
	Kategoria	Materiały i drobny sprzęt				
	Podmiot	Politechnika Gdańska				
	Kwota łącznie [PLN]		5 000			
	Uzasadnienie i kalkulacja [w języku angielskim]					
	Office essentials required for day to day work, e.g., paper, notebooks, toner, folders, mailing supplies, writing instruments (~1500 PLN). Equipment for personal protection and minimization of exposure to hazards that may cause workplace injuries, e.g., gloves, goggles, face masks, lab coats etc. (~3500 PLN)					

OPEN ACCESS

Nazwa podmiotu	Koszty pośrednie OA (%)	Koszty pośrednie Open Access [PLN]				RAZEM [PLN]
		Rok 2026	Rok 2027	Rok 2028	Rok 2029	
1. Politechnika Gdańska	2.00	14 950	7 780	7 840	7 190	37 760

POZOSTAŁE KOSZTY POŚREDNIE

Nazwa podmiotu	Pozostałe koszty pośrednie (%)	Pozostałe koszty pośrednie [PLN]				RAZEM [PLN]
		Rok 2026	Rok 2027	Rok 2028	Rok 2029	
1. Politechnika Gdańska	20.00	149 500	77 800	78 400	71 900	377 600

## POMOC PUBLICZNA

<b>1. Politechnika Gdańska</b>	
Czy finansowanie będzie stanowiło pomoc publiczną?	NIE
Kierownik (PI) i osoby reprezentujące podmiot zapoznały się z zasadami występowania pomocy publicznej	TAK



## ZESTAWIENIE KOSZTÓW PODMIOTÓW

Politechnika Gdańska					
Koszty pośrednie OA (%)	2,00				
Pozostałe koszty pośrednie (%)	20,00				
	Rok 2026	Rok 2027	Rok 2028	Rok 2029	Razem [PLN]
Koszty bezpośrednie, w tym:	747 500	389 000	392 000	359 500	1 888 000
- koszty wynagrodzeń i stypendiów, w tym:	308 000	308 000	344 000	344 000	1 304 000
-- wynagrodzenia etatowe	170 000	170 000	170 000	170 000	680 000
-- wynagrodzenia dodatkowe	18 000	18 000	18 000	18 000	72 000
-- stypendia i wynagrodzenia studentów i doktorantów	120 000	120 000	156 000	156 000	552 000
- koszty aparatury naukowo-badawczej, urządzeń i oprogramowania	370 500	0	0	0	370 500
- inne koszty bezpośrednie	69 000	81 000	48 000	15 500	213 500
Koszty pośrednie, w tym:	164 450	85 580	86 240	79 090	415 360
- koszty pośrednie OA	14 950	7 780	7 840	7 190	37 760
- pozostałe koszty pośrednie	149 500	77 800	78 400	71 900	377 600
Koszty ogółem	911 950	474 580	478 240	438 590	2 303 360

## ZESTAWIENIE CAŁKOWITYCH KOSZTÓW NA POSZCZEGÓLNE LATA REALIZACJI

	Rok 2026	Rok 2027	Rok 2028	Rok 2029	Razem [PLN]
Koszty bezpośrednie, w tym:	747 500	389 000	392 000	359 500	1 888 000
- koszty wynagrodzeń i stypendiów, w tym:	308 000	308 000	344 000	344 000	1 304 000
-- wynagrodzenia etatowe	170 000	170 000	170 000	170 000	680 000
-- wynagrodzenia dodatkowe	18 000	18 000	18 000	18 000	72 000
-- stypendia i wynagrodzenia studentów i doktorantów	120 000	120 000	156 000	156 000	552 000
- koszty aparatury naukowo-badawczej, urządzeń i oprogramowania	370 500	0	0	0	370 500

- inne koszty bezpośrednie	69 000	81 000	48 000	15 500	213 500
Koszty pośrednie, w tym:	164 450	85 580	86 240	79 090	415 360
- koszty pośrednie OA	14 950	7 780	7 840	7 190	37 760
- pozostałe koszty pośrednie	149 500	77 800	78 400	71 900	377 600
Koszty ogółem	911 950	474 580	478 240	438 590	2 303 360

## PLAN ZARZĄDZANIA DANYMI [w języku angielskim]

<b>1. Opis danych oraz pozyskiwanie lub ponowne wykorzystanie dostępnych danych</b>
Sposób pozyskiwania i opracowywania nowych danych i/lub ponownego wykorzystania dostępnych danych
The project will generate data including experimental numerical, textual, and graphic data. All data will be generated and processed by qualified and trained person, taking advantage on their expertise and experience. The data will be collected by appropriate apparatus, software, and procedures depending on the type of analytical technique used (e.g. IGC, FTIR, GC, Raman spectroscopy). Structure, type and units of the data will be detailed in a README file associated with data-set. Existing data will only be used for purpose of comparison. It will be extracted from literature, mainly scientific papers and available databases. It will not be a part of data-sets shared in open-access repository.
Pozyskiwane lub opracowywane dane (np. rodzaj, format, ilość)
Most data files will not exceed 1024 KB. Three main types of the data will be generated: numerical data (records of measured output signal from detectors), textual data (instructions, procedures, reports etc.), graphic data (charts, photographs, posters etc.). Most of the data will be processed on dedicated software attached to the analytical instrument. The primary format for the data will be the native format of instrument software. To ensure accessibility and interoperability of the data, it will be converted to ASCII type file if needed. No more than 100 GB of data is anticipated to be collected during realisation of research project. Part of collected data will be textual and will be saved as text, MS Word, pdf documents, graphic presentations. Numerical analog data will be captured in spreadsheets or data tables and saved as .csv or .txt files.
<b>2. Dokumentacja i jakość danych</b>
Metadane i dokumenty (np. metodologia lub pozyskiwanie danych oraz sposób porządkowania danych) towarzyszące danym
Data acquisition equipment will be operated according to manufacturer's manual, by qualified operator. For experiments, procedures available in scientific literature or self-developed procedures will be used. Files and folders will be named according to convention established by project's researchers. Metadata (README file) will be generated to describe data-sets. Data may be accompanied by the contextual documentation e.g. text files which detail the experimental procedures and conditions. Selected data will be facilitated by open research data repository (The Bridge of Data from Gdańsk University of Technology, certified by Core Trust Seal) with metadata compatible with commonly used standards and schemas, such as DataCite. Metadata description will be stored in JSON format. Author will be identified and authorized by ORCID number.
Stosowane środki kontroli jakości danych
Data will be obtained by trained personnel using fully functional equipment (ensured by analysis of standard samples) and accompanied by metadata file. For quantitative and qualitative analysis high quality standard materials and procedures will be used. Experiments will be performed, at least, in duplicate. Technical problems with the data files will be indicated by the instrument's software and corrective actions will be taken. To ensure quality and interoperability of the data, instrument native format will be converted to .txt or/and .csv. For reports and graphics .pdf and .tiff or .png format will be preferred. Collected data will be controlled by researchers and if data will be invalid, corrective actions will be performed according to established scientific standards.
<b>3. Przechowywanie i tworzenie kopii zapasowych podczas badań</b>
Przechowywanie i tworzenie kopii zapasowych danych i metadanych podczas badań
Data-sets will be stored in three locations: (1) memory of a computer that is a part of a given analytic equipment, (2) memory of a researcher's computer (available space ca. 200 GB), and (3) OneDrive cloud service (A1 to faculty license) providing synchronization and backup of files from the researcher's computer. Between computers in the workplace, data will be transferred by external storage devices. Integrity and accessibility to the data stored on the storage devices in the workplace will be checked periodically.
Sposób zapewnienia bezpieczeństwa danych oraz ochrony danych wrażliwych podczas badań

In the workplace, data-sets will be stored in the memory of password-secured computers. Computers that are connected to the Internet will have installed antivirus software to prevent data being stolen. Data on external storage devices will be stored in places under the control of project's researchers that prevent unauthorized access by third parties. Open access data will be stored in the Bridge of Data repository, run by Gdansk University of Technology and certified by Core Trust Seal.

#### 4. Wymogi prawne, kodeks postępowania

Sposób zapewnienia zgodności z przepisami dotyczącymi danych osobowych i bezpieczeństwa danych w przypadku przetwarzania danych osobowych

Project research plan, objectives or task are not meant to process personal data other than the researchers basic data. It will be used only for publication purpose if agreed by given researcher.

Sposób zarządzania innymi kwestiami prawnymi, np. prawami własności intelektualnej lub własnością. Obowiązujące przepisy

The ownership and management of any intellectual property developed in collaboration relating to the project remain in the equal rights of the Gdansk University of Technology and researchers, in accordance with Polish law and institutional regulations (Resolution of the Senate of the Gdańsk University of Technology No. 117/2021/XXV of 19 May 2021 [https://link.pg.edu.pl/GdańskTech\\_intprop](https://link.pg.edu.pl/GdańskTech_intprop)).

#### 5. Udostępnianie i długotrwałe przechowywanie danych

Sposób i termin udostępnienia danych. Ewentualne ograniczenia w udostępnianiu danych lub przyczyny embarga

Project's researchers will have unlimited access to the files created during this project. Data will be transferred between researchers on memory storage devices or by email. To share data with third parties, data may be uploaded to the open research data repository (The Bridge of Data from Gdańsk University of Technology). Each uploaded data-set will be assigned with DOI number and will be shared as openly as possible (under the CCBY or CC0 license, metadata will always be under CC0). Data-sets may be also submitted to supplementary materials sections of peer-reviewed journals. Data will be published when it will be complete and processed. Moreover, data can be accessed upon request via direct contact with the project PI. Possible restrictions for data sharing: (1) patent application, (2) incomplete and not representative data, (3) collected data maybe embargoed for up to 3 years to allow publication by students/researchers.

Sposób wyboru danych przeznaczonych do przechowania oraz miejsce długotrwałego przechowywania danych (np. repozytorium lub archiwum danych)

All original raw data files will be preserved along with reports in digital form and stored at PI computer (being a part of the University infrastructure). The trustworthy repository Bridge of Data from Gdansk University of Technology, certified by Core Trust Seal, will be the main data repository for archivization of the data selected for long term storage. Data deposited in the repository will be automatically categorized for long term storage, without expiration date. Moreover, all data not selected for sharing will be stored by PI for at least 10 years after the project is finished and access to them will be possible on direct request with the PI consent.

Metody lub narzędzia programowe umożliwiające dostęp do danych i korzystanie z danych

Access to selected data-sets will be provided by the open-access repository Bridge of Data (trustworthy repository from Gdansk University of Technology certified by Core Trust Seal). Data sets published as a supporting information to peer-reviewed publications will be accessible on a given journal website. Moreover data can be accessed upon request via direct contact (e.g. email) with the project PI, if there is no restrictions for data-sets sharing. Research data will be stored using commonly used file formats. For numerical data, e.g. signal from the detector, it will be .csv or .txt format. Those files can be easily processed by any standard software used for scientific computations e.g. Matlab, Scilab, R, Excel. In case of graphic files .tiff or .png format will be preferred.

Sposób zapewniający stosowanie unikalnego i trwałego identyfikatora (np. cyfrowego identyfikatora obiektu (DOI)) dla każdego zestawu danych

Repository, to which selected data-sets will be uploaded, ensures that each data-set submission is assigned with the DOI number. In case of data-sets being a part of publication in peer-reviewed journals (as a supporting information), publisher is assigning the DOI number. If data-sets will be shared in any other way, they will be accompanied with REDAME file, which will clearly identify content of data-sets.

#### **6. Zadania związane z zarządzaniem danymi oraz zasoby**

Osoba (np. funkcja, stanowisko i instytucja) odpowiedzialna za zarządzanie danymi (np. data steward)

Open Science Competence Center ([pg.edu.pl/openscience](http://pg.edu.pl/openscience)) established by the Gdansk University of Technology will be responsible for DMP and quality of metadata descriptions in the repository. Project PI (Maksymilian Plata Gryl) will be responsible for the procedures assessment and overall data quality.

Środki (np. finansowe i czasowe) przeznaczone do zarządzania danymi i zapewnienia możliwości odnalezienia, dostępu, interoperacyjności i ponownego wykorzystania danych

No additional resources will be required to manage data. Storage and archiving of the data will be inseparable part of the research project and data processing. Data will be stored in a trustworthy open access repositories Bridge of Data provided by Gdansk University of Technology. With the repository being established and run by the institution, it ensures cost-free data preservation, complimentary DOI assignment, and sustainable data sharing.

**OŚWIADCZENIA ADMINISTRACYJNE****OŚWIADCZENIA KIEROWNIKA (PI)**

Oświadczam, że

1. zadania badawcze objęte niniejszym wnioskiem nie są i nie były finansowane z NCN ani z innego źródła;
2. w przypadku ubiegania się lub uzyskania finansowania zadań badawczych objętych tym wnioskiem z innego źródła niż NCN:
  - a) w razie uzyskania finansowania z NCN
    - zrezygnuję z ubiegania się o finansowanie z innego źródła
  - albo
    - powiadomię osobę upoważnioną do reprezentowania podmiotu będącego wnioskodawcą o rezygnacji ze środków przyznanych na realizację zadań badawczych przez Dyrektora NCN;
  - b) w razie uzyskania finansowania z innego źródła
    - powiadomię osobę upoważnioną do reprezentowania podmiotu będącego wnioskodawcą o rezygnacji z ubiegania się o finansowanie w tym konkursie NCN
  - albo
    - zrezygnuję z przyjęcia finansowania z innego źródła;
3. w przypadku zakwalifikowania wniosku do finansowania wyniki badań uzyskane w wyniku realizacji projektu badawczego będą poddane ewaluacji i opublikowane w wydawnictwie/wydawnictwach o zasięgu międzynarodowym;
4. w przypadku zakwalifikowania wniosku do finansowania wyrażam zgodę na zamieszczenie, wraz z informacją o wynikach konkursu, na stronie podmiotowej NCN, popularnonaukowego streszczenia projektu;
5. zapoznałem się z zasadami doręczania decyzji Dyrektora NCN;
6. wyrażam zgodę na dokonanie weryfikacji wniosku przy pomocy oprogramowania antyplagiatowego oraz umieszczenie treści wniosku w bazie danych oprogramowania;
7. zapoznałem się z treścią Kodeksu Narodowego Centrum Nauki dotyczącego rzetelności badań naukowych i starania o fundusze na badania i zobowiązuję się do jego stosowania;
8. w przypadku uzyskania finansowania zobowiązuję się do przebywania przez co najmniej 50% czasu trwania projektu na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej i pozostawania w dyspozycji podmiotu realizującego projekt na zasadach określonych w Regulaminie przyznawania środków na realizację zadań finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki w zakresie projektów badawczych.

**Akceptacja oświadczenia: TAK**

**OŚWIADCZENIA KIEROWNIKA PODMIOTU / OSOBY UPRAWNIIONEJ DO REPREZENTACJI**

Oświadczam, że

1. zadania badawcze objęte niniejszym wnioskiem nie są i nie były finansowane z NCN ani z innego źródła;
2. w przypadku ubiegania się lub uzyskania finansowania zadań badawczych objętych tym wnioskiem z innego źródła niż NCN:
  - a) w razie uzyskania finansowania z NCN
    - zrezygnuję z ubiegania się o finansowanie z innego źródła
  - albo
  - zrezygnuję ze środków przyznanych na realizację zadań badawczych przez Dyrektora NCN
  - b) w razie uzyskania finansowania z innego źródła
    - zrezygnuję z ubiegania się o finansowanie w tym konkursie NCN
  - albo
  - zrezygnuję z przyjęcia finansowania z innego źródła;
3. działając w imieniu podmiotu, który reprezentuję, w przypadku uzyskania finansowania projektu badawczego zobowiązuję się do:
  - a) włączenia projektu badawczego do planu zadaniowo-finansowego podmiotu;
  - b) zatrudnienia kierownika projektu badawczego oraz wykonawców niezbędnych do realizacji projektu badawczego na zasadach zgodnych z wnioskiem i warunkami konkursu;
  - c) zatrudnienia kierownika projektu na cały okres realizacji projektu na podstawie umowy o pracę na co najmniej połowę pełnego wymiaru czasu pracy;\*
  - d) zapewnienia warunków do realizacji prowadzonych badań, w tym udostępnienia przestrzeni biurowej/laboratoryjnej oraz aparatury naukowo-badawczej niezbędnej do realizacji tych badań;
  - e) zapewnienie obsługi administracyjno-finansowej realizacji projektu badawczego;
  - f) sprawowania nadzoru nad realizacją projektu badawczego i prawidłowością wydatkowanych na ten cel środków finansowych;
4. w przypadku zakwalifikowania wniosku do finansowania wyrażam zgodę na zamieszczenie, wraz z informacją o wynikach konkursu, na stronie podmiotowej NCN, popularnonaukowego streszczenia projektu;
5. zapoznałem się z zasadami doręczania decyzji Dyrektora NCN;
6. wyrażam zgodę na dokonanie weryfikacji wniosku przy pomocy oprogramowania antyplagiatowego oraz umieszczenie treści wniosku w bazie danych oprogramowania;
7. zapoznałem się z treścią Kodeksu Narodowego Centrum Nauki dotyczącego rzetelności badań naukowych i starania o fundusze na badania i zobowiązuję się do jego stosowania;
8. jestem świadomy/a, że w przypadku przedłużenia czasu realizacji projektu, jestem zobowiązany/a do kontynuacji zatrudnienia kierownika projektu na podstawie umowy o pracę na co najmniej połowę pełnego wymiaru czasu pracy przez cały okres przedłużenia okresu realizacji projektu, przewidzianego we wniosku\*
9. podmiot, który reprezentuję, nie pozostaje pod zarządem komisarycznym ani nie znajduje się w toku likwidacji lub postępowania upadłościowego.

\*nie dotyczy osób pobierających świadczenia emerytalne z systemu ubezpieczeń społecznych

**Akceptacja oświadczenia: TAK**

## OCHRONA DANYCH OSOBOWYCH

### INFORMACJA O ZASADACH PRZETWARZANIA DANYCH OSOBOWYCH

Administratorem Pani/Pana danych osobowych jest Narodowe Centrum Nauki z siedzibą w Krakowie przy ul. Twardowskiego 16, 30-312 Kraków. Kontakt do Inspektora Ochrony Danych: [iod@ncn.gov.pl](mailto:iod@ncn.gov.pl). Pani/Pana dane będą przetwarzane w celach:

- a) dokonania oceny wniosku o finansowanie projektu badawczego,
- b) nadzoru, obsługi finansowo-księgowej, kontroli w trakcie jak i po zakończeniu projektu, oceny jego realizacji i rozliczenia umów o finansowanie - w przypadku przyznania środków finansowych na realizację projektu badawczego,
- c) przeprowadzania ewaluacji realizacji zadań Centrum, sprawozdawczości, upowszechniania w środowisku naukowym informacji o ogłaszanych przez Centrum konkursach.

Pełna treść klauzuli informacyjnej odnośnie przetwarzania Pani/Pana danych znajduje się na stronie internetowej:

<https://www.ncn.gov.pl/dane-osobowe>.