

# Zadania na okres próbny do Działu Silników

*Jesień 2023*

## **Info dla członków działu**

W tym pliku mają się znaleźć zadania na okres próbny dla rekrutów. Jeżeli macie pomysł na zadanie to zapiszcie poniżej, w zakładce zadania do wyboru, mniej więcej tak, jak zostało to zrobione w przykładzie (zadanie 0). Zachęcam również do wpisywania się do roli mentora. Dzięki temu mentor dostaje dodatkową parę rąk do pomocy przy swoich projektach, jak i zwiększa się ilość osób, które mogą być wprowadzane w arkana działu. Warunkiem zostania mentorem jest wymyślenie zadania rekrutacyjnego, w pełni zdefiniowanie tego zadania oraz przydzielenie rekrutowi deadline'u (najlepiej 1-2 miesiące). Najlepiej żeby zadanie nie było uzależnione od osób trzecich (zamówienia, obróbka, inne działy itp.). Ewentualnymi zamówieniami powinien zająć się mentor, koniecznie przed rozpoczęciem okresu próbnego i przydzieleniem zadania do rekruta (jeżeli jednak to by się nie udało, to termin wykonania zadania powinien zwiększyć się o czas oczekiwania na zamówione materiały).

\*mentor - osoba wprowadzająca danego rekruta w koło. Jest również pierwszą osobą kontaktową dla rekruta w kwestii wykonywanego zadania dla rekrutów

## **Info dla rekrutów**

Każdy rekrut powinien wybrać sobie jedno zadanie do dnia: ... . Po wyborze zadania należy napisać do swojego mentora i dogadać szczegóły zadania. Niewykonanie lub nieterminowe zrealizowanie zadania wiąże się z utratą rangi silnikowca. Brak rangi działowej wiąże się z wydaleniem z koła.

## **Zadania do wyboru**

### **0. Zawody w wyciąganiu silnika z wody (przykład...)**

**Typ zadania:** projektowo - warsztatowe

**Mentor:** Michał Kowalski

**Termin:** 30 sekund

**Rekrut wykonujący:** Kacper Marciniak

# 1. Wykonaj dyszę ablacyjną

*Produce an ablative nozzle*

**Typ zadania:** Projektowo-warsztatowe

*Task type: design and workshop*

**Mentor:** Sebastian Król

**Termin:** 1.5 miesiąca

*Deadline: 1.5 month*

**Rekrut wykonujący:**

Proponowany materiał na dyszę:

- 70% żywica
- 25% grafit
- 5% korek

*Suggested materials:*

- 70% resin
- 25% graphite
- 5% cork

wymiary dyszy:

- średnica gardła dyszy fi 7 mm
- średnica wylotowa dyszy fi 14 mm
- średnica zewnętrzna dyszy fi 41 mm

*nozzle dimensions:*

- Throat diameter fi 7 mm
- exit diameter fi 14 mm
- nozzle outside diameter fi 41 mm

Należy zaprojektować i wykonać odpowiednią formę do odlewania. Następnie podejść do próby wykonania dyszy. Pamiętaj o uszczelnieniu pomiędzy dyszą a komorą spalania.

*Design and produce a mold. Then produce a nozzle. Remember about a seal between the nozzle and combustion chamber.*

Zadanie uznaje się za zaliczone po wykonaniu dyszy nadającej się do lotu.

*The task is recognized as completed after the flight worthy nozzle is produced.*

\*Jeśli nie miałeś nigdy styczności z odlewami z żywicy najprawdopodobniej będziesz potrzebował do tego kilka podejść między którymi będziesz musiał przeprojektować i od nowa wykonać formę. Dlatego nie zwlekaj na ostatnią chwilę z wykonaniem swojego zadania!

*\*If you have never used any resin then more than likely you will need multiple attempts to the design and casting process. Manage your time wisely and begin right away.*

## 2. Wykonaj liner do silnika Spark S3

*Produce thermal liner for Spark S3 solid rocket motor*

**Typ zadania:** Projektowo-warsztatowa

*Task type: design and workshop*

**Mentor:** Sebastian Król

**Termin:** 2 miesiąca (zwróć uwagę że są święta, zarządzaj czasem z uwagą!)

*Deadline: 2 months (manage your time wisely, the christmas is coming)*

**Rekrut wykonujący:**

Wymagania:

- Liner powinien być na tyle **sztywny** aby możliwe było uszczelnienie go o-ringiem (od środka) bez obaw o uszkodzenia lineru.
- grubość ściany lineru powinna wynosić **0.5-1.5 mm** (cieńszy preferowany)
- liner powinien być za długi tak aby można było go dociąć na wymiar w przyszłości
- liner powinien pasować **lekko, lecz bez luzów** do komory spalania (rura aluminiowa fi 45 x 2)
- długość ziarna **210 mm** dla *Spark S3 Max*, bądź **150 mm** dla *Spark S3*. Do długości ziarna należy dodać odpowiedni margines, gdzie liner będzie zachodził za dyszę/zatyczkę

*Design requirements:*

- *The liner should be **stiff enough** to allow for sealing with an o-ring from the inside*
- *Thickness of the liner should be within **0.5-1.5 mm** (thinner is preferred)*
- *The liner should be longer than required, so it can be cut to final dimensions*
- ***Free running fit** between the liner and the combustion chamber should be achieved (the combustion chamber is made out of fi 45x2 mm aluminium tubing)*
- *Length of the propellant grain is **210 mm** for Spark S3 Max and **150 mm** for Spark S3. To the length of the grain sufficient margin should be added to allow the liner to interface with the nozzle and the forward enclosure*

Zadanie uznaje się za zaliczone po wykonaniu lineru nadającego się do lotu.

*The task is recognized as completed after the flight worthy liner is produced.*

*\*Liner jest to warstwa izolacji termicznej w silniku raketowym. Najczęściej w postaci cienkościennej rury do której wklejane jest ziarno. celem lineru jest uniemożliwienie spalania*

po zewnętrznych warstwach ziarna, oraz zapobieganiu przetopieniu się silnika w kałużę ciekłego metalu

*\*Ziarno jest to paliwo stałe w silnikach rakietowych zarówno hybrydowych jak i na paliwa stałe*

*\*Thermal liner is a layer of thermally insulating material inside of a rocket motor. Usually it is shaped like a thin walled tube into which the propellant grain is glued. The purpose of thermal liner is to prevent the burning of outside surfaces of the propellant as well as isolating the combustion chamber casing from hot combustion products.*

### 3. Stojak do silnika C

**Typ zadania:** Projektowe

**Mentor:** Dominik Jaszczyk

**Termin:** 1,5 miesiąca od rozpoczęcia

**Rekrut wykonujący:**

Zaprojektuj w dowolnym programie do modelowania 3D stojak na silnik C. Stojak ma utrzymać w jedynej osi zarówno komorę spalania jak i butlę. Wymagana jest swoboda obrotu, oraz drobne (kilku centymetrowe ruchy) wzdłuż osi silnika. Ważne aby konstrukcja mogła utrzymać butlę, oraz komorę spalania nawet gdy te nie są ze sobą połączone.

### 4. Obliczenie silnika na paliwo stałe

(Calculations for solid fuel engine)

**Typ zadania:** Obliczeniowy-researchowy (Type: calculations-research)

**Mentor:** Kacper Krysiński

**Termin:** 1,5 miesięcy (ewentualne przedłużenie z odpowiednim uzasadnieniem)

(Deadline: 1,5 months ( optional postponing after appropriate justification))

**Rekrut wykonujący:**

(Recruit executing)

Stwórz Excela do obliczeń parametrów silnika na paliwo stałe. Następnie korzystając z niego, oblicz silnik, w którym przebadasz, mój drogi rekrucie, dwa różne paliwa twojego wyboru oraz dwie konfiguracje ziarna typu BATES (średnica zewnętrzna ziarna, średnica portu). Dla ułatwienia należy przyjąć  $p_e = 1$  bar. Ciśnienie w komorze spalania w żadnym etapie spalania ziarna nie może wynieść więcej niż 40 bar oraz ciąg maksymalny nie może wynieść więcej niż 200N. Wszystkie dostępne wzory można znaleźć na stronie [Richard Nakka's Experimental Rocketry Site \(nakka-rocketry.net\)](http://RichardNakka'sExperimentalRocketrySite(nakka-rocketry.net)) Po zrobieniu obliczeń poproszę także, abyś sprawdził swoje wyniki w Openmotorze (za darmo). Zrobione zadanie proszę przesłać na Discorda.

(Do an Excel file for calculations of solid fuel engine. Afterwards, using this Excel, compute the engine, in which, my dear recruit, you will investigate two different solid fuels of your choice and two configurations of the BATES fuel grain (outer diameter of grain, diameter of port). For simplifying calculations,  $p_e=1$  atm. Under no circumstances should the pressure of the chamber be bigger than 40 atm and maximum thrust be bigger than 200N. All useful formulas can be found on [Richard Nakka's Experimental Rocketry Site \(nakka-rocketry.net\)](http://RichardNakka'sExperimentalRocketrySite(nakka-rocketry.net))

website. I would like to ask you to check the Excel file with the output of the Openmotor app (free). In the end I would like to get a completed task in the private message on Discord.

Dane wejściowe (założone przez ciebie): (Input data (chosen by you))

- ilość segmentów  $N$  (number of segments)
- średnica gardła dyszy  $d_t$  (throttle diameter)
- średnica powierzchni dyszy na wylocie  $d_e$  (exit diameter of the nozzle)
- średnica zewnętrzna ziarna  $D$  (outer diameter of grain)
- średnica portu  $d$  (port diameter)
- regresja paliwa  $r$  (fuel regression)
- gęstość paliwa  $\rho$  (fuel density)
- indywidualna stała gazowa  $R_s$  (the individual molar gas constant)
- wykładnik adiabaty  $k$  (adiabat exponent)

Dane wyjściowe: (Output data)

- $A_t$  - powierzchnia gardła dyszy (throttle area)
- $A_e$  - powierzchnia wylotu dyszy (exit of the nozzle area)
- $m$  - masa paliwa (fuel mass)
- $L$  - długość ziarna (jednego segmentu)
- (Length of the fuel grain (one segment))
- $A_{b0}$  - powierzchnia spalania początkowa (initial burn area)
- $A_{bmax}$  - powierzchnia spalania maksymalna (maximum burn area)
- $A_{bf}$  - powierzchnia spalania końcowa (final burn area)
- $\dot{m}_0$  - strumień masy początkowy (initial mass flow)
- $\dot{m}_{max}$  - strumień masy maksymalny (maximum mass flow)
- $\dot{m}_f$  - strumień masy końcowy (final mass flow)
- $v_e$  - prędkość przy wylocie z dyszy (nozzle exit velocity)
- $F_0$  - ciąg początkowy (initial thrust)
- $F_{max}$  - ciąg maksymalny (maximum thrust)
- $F_f$  - ciąg końcowy (final thrust)
- $c^*$  - prędkość charakterystyczna (characteristic velocity)
- $c_f$  - współczynnik ciągu (thrust coefficient)
- $T_{ch}$  - temperatura w komorze spalania (chamber temperature)
- $Me$  - liczba Macha przy wylocie z dyszy (exit nozzle Mach)
- $p_0$  - ciśnienie początkowe (initial pressure)
- $p_{max}$  - ciśnienie maksymalne (maximum pressure)
- $p_f$  - ciśnienie końcowe (final pressure)
- $I_t$  - impuls całkowity (total impulse)

Nagroda za wykonanie zadania w terminie to piwo Piast sztuk x1 500ml i uścisk ręki mentora (mnie). W razie pytań jestem dostępny na Discordzie lub Messengerze.  
(Reward for doing a task in time is beer "Piast" x1 500ml and handshake from mentor (me).  
In case of questions, I am available on Discord and Messenger.)

## 5. Projekt skrzyń do transportu rakiety R5

**Typ zadania:** Projektowe

**Mentor:** Seweryn Pola

**Termin:** 1,5 miesiąca od rozpoczęcia

**Rekrut wykonujący:**

Należy zaprojektować i zbudować system transportu rakiety R5, na przykład w formie skrzynek wygodnych w noszeniu. Rakieta musi być możliwa do umieszczenia w samochodzie i odpowiednio zabezpieczona w czasie jazdy. Zadanie obejmuje wykonanie projektu (zalecany program Solidworks) oraz kosztorysu wszystkich elementów zawartych w złożeniu. Po przyjęciu do działu zalecane jest wykonanie projektu.

## 6. Sito do sitowania proszków

*Sieve for sieving powder*

**Typ zadania:** Warsztatowo-projektowe

*Task tupe: design and workshop*

**Mentor:** Sebastian Król

**Termin:** miesiąc

*Deadline: a month*

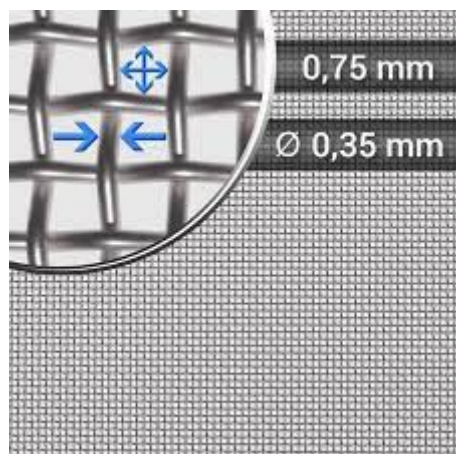
**Rekrut wykonujący:**

Wykonaj sito z dostępnych materiałów (drukarka 3D to Twój przyjaciel)

*Make a sieve out of available materials (3D printers are your friend here)*

Dostępne materiały:

- Siatka 75 um (zdjęcie poglądowo)



- obręcze drewniane do haftowania w dwóch rozmiarach (zdjęcie poglądowo)



- Kleje/żywice/śruby/taśmy etc. (UWAGA!, proszę trzymać się klejami z dala od siatki!)
- Różne inne graty które znajdziesz na warsztacie

*Available materials:*

- 75 um Mesh (photo above)
- Embroidery hoops (photo above)
- Glues/resins/bolts/tapes etc. (Warning!, keep the adhesives away from the mesh!)
- Junk that is found around our workshop

Sito powinno mieć możliwość stackowania, posiadać pokrywę i zbiornik na przesiany materiał. Wszystkie łączenia pomiędzy poziomami sita, zbiornika i pokrywy powinny być dostatecznie szczelne. W miarę możliwości unikać drobnych szczelin pomiędzy elementami sita oraz ostrych kątów w celu ułatwienia utrzymania adekwatnej czystości sita w trakcie użytkowania.

*The sieve should be stackable, have a lid and a container at the bottom. All of the connections between different levels of the sieve, the lid and the container should be tight enough not to let any powder outside. Avoid small gaps between the mesh and the body and sharp corners to make the cleaning process easier.*



(Zdjęcie poglądowe jak wyglądają komercyjne sita, maszyna do wibrowania nie jest uwzględniona w zadaniu i na chwilę obecną nie istnieje)

*(this is how a commercial sieving machine looks like, the vibration inducer is not required by this task and does not exist at the moment)*



## 7. Symulacja rakiety wodnej

*Computer simulation of a water rocket*

**Typ zadania:** Symulacyjne

*Task type: simulation*

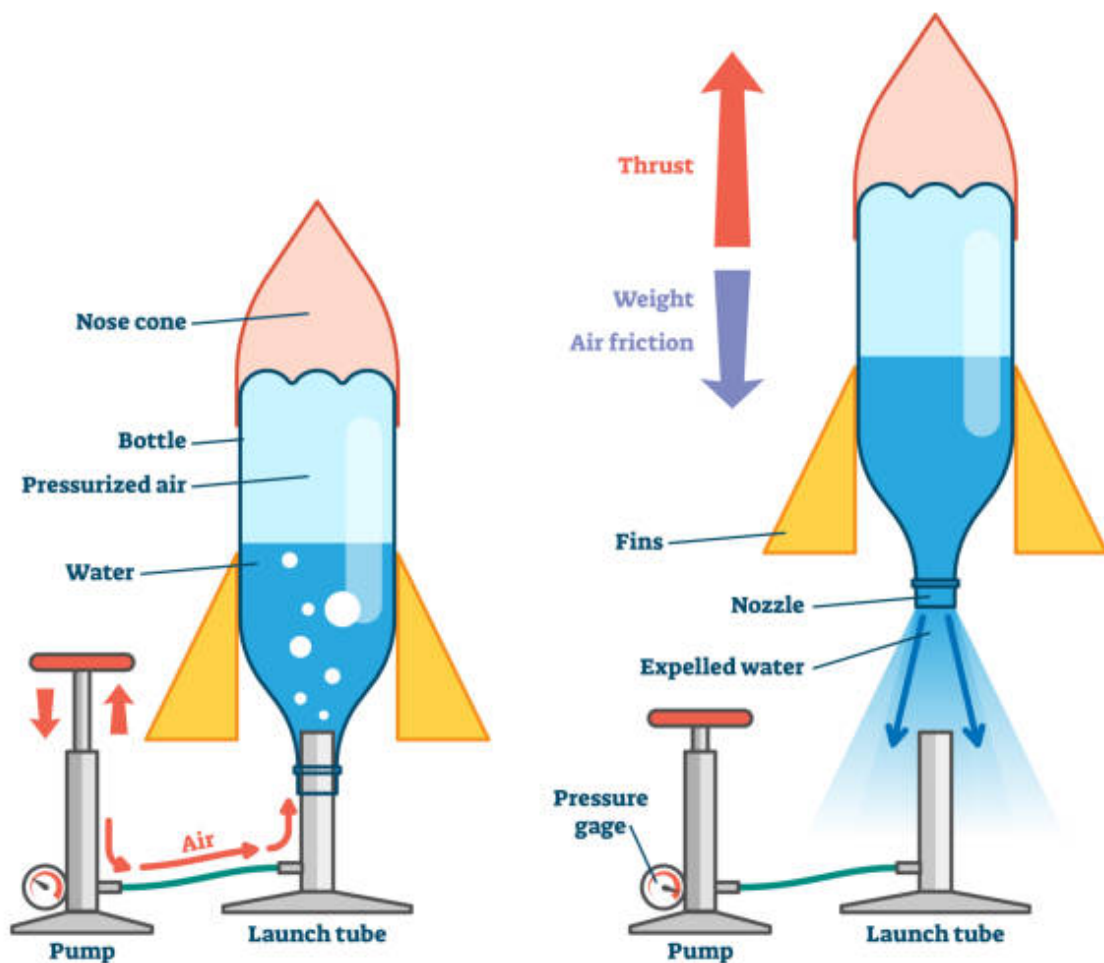
**Mentor:** Sebastian Król

**Termin:** 2 miesiące (4 lutego)

*Deadline: 2 months*

**Rekrut wykonujący:** Manfred

# WATER ROCKET



Napisz program w dowolnym języku programowania (najlepiej taki gdzie możesz łatwo wykonać wykresy, np. Jupyter w pythonie) w którym zasymulujesz pracę prostej rakiety na wodę.

*Write a code in any programming language (preferable jupyter in python) which will simulate an operation of a water rocket*

Symulacja powinna uwzględniać 3 etapy pracy takiej rakiety:

1. zejście z wyrzutni (when applicable)
2. faza ciekła
3. faza gazowa

*The simulation should include 3 phases of a typical water rocket operation*

1. Launch rail take off (when applicable)
2. Liquid phase
3. Gas phase

Na wejściu do symulacji powinny znajdować się wszelkie potrzebne wartości.  
Natomiast na wyjściu powinno się znaleźć:

- Dostarczony impuls
- Impuls właściwy
- Delta V rakiety
- wykres ciągu od czasu
- wykres masy rakiety od czasu

*The input should include all the necessary parameters required for the simulation.*

*The output should include:*

- Delivered impulse
- Specific impulse
- Delta V
- Thrust history
- Rocket mass history

Bonus za możliwość tworzenia symulacji wielu rakiet za jednym uruchomieniem programu w celu poszukiwania optymalnej konstrukcji.

*Possibility of generating multiple runs in one go in order to better search for an optimum design is welcome.*

Dodatkowe **GRUBE** punkty za GUI i schludny, udokumentowany kod

*Additional BIG points for GUI and for neat, documented code*

Obowiązkowa literatura:

*Obligatory literature:*

- [https://www.npl.co.uk/skills-learning/outreach/water-rockets/wr\\_booklet\\_print.pdf](https://www.npl.co.uk/skills-learning/outreach/water-rockets/wr_booklet_print.pdf)

**8.**

**Typ zadania:** projektowo - wykonawcze

*Task type: simulation*

**Mentor:** Miłosz Kozycz

**Termin:** 1 miesiąc

## 9. Kręcenie Ziarna

**Typ zadania:** Trudne (projektowo-wykonawcze)

**Mentor:** Dominik Jaszczyk

**Termin:** 3 miesiące

Rekrut wykonujący:

Spin casting jest metodą wytwarzania paliwa polegającą na obracaniu cylindryczną formą tak, aby paliwo zastygło na ściankach formy. Pozwala to uzyskać wymaganą geometrię bez stosowania, wysoce problematycznego, rdzenia. Metoda ta stosowana jest głównie przy wykonywaniu parafinowych segmentów paliwa. Proces sprowadza się do określenia masy która będzie miała wymaganą objętość, podgrzania do możliwie wysokiej temperatury, nie przekraczającej temperatury rozkładu, przelania do paliwa do formy i końcowo utrzymaniu ruchu obrotowego do momentu zastygnięcia segmentu. Alternatywnie do formy można wsypać parafinę w formie stałej, a następnie podgrzewać formę, co pozwala dużo dokładniej odmierzyć wymaganą ilość prefabrykatu, jednak może to rodzić pewne problemy (np. brak możliwości użycia niektórych materiałów).

Zadanie polegać będzie na wykonaniu maszyny zdolnej do wykonywania spin castingu (kręcenia rurą), a także na wykonaniu segmentu paliwa. Wymagania projektowe to:

- Możliwość wykonania z materiałów dostępnych na naszym warsztacie
- Zdolność do wykonywania ziaren o średnicy portu od 10 mm
- Brak konieczności użycia ciężkich maszyn lub maszyn numerycznych
- Samodzielność konstrukcji

W celu wykonania zadania trzeba będzie wykonać również liner - kompozytową rurę izolującą termicznie korpus komory spalania, a następnie umieścić w niej ziarno. W tym celu trzeba będzie:

- Wykonać rurę/walce na który zostanie nawinięty kompozyt
- Wykonać liner przy użyciu żywicy oraz wybranego włókna
- Umieścić wykonany segment wewnątrz linera

## 10. Mieszalnik

**Typ zadania:** Trudne (projektowo-wykonawcze)

**Mentor:** Dominik Jaszczyk

**Termin:** 1,5 miesiąca

Rekrut wykonujący: Rumeysa

Mieszalnik jest możliwie mało aerodynamicznym obiektem mającym zakłócić przepływ w silniku hybrydowym. Szczególnie przydatny jest w przypadku użycia paliw o wysokiej regresji (np. parafiny), ponieważ pozwala na utrzymanie w komorze spalania oderwanych od ziarna cząstek przez znacznie dłuższy czas, dzięki czemu większa część masy paliwa zareaguje z utleniaczem.

Zadanie polegać będzie na wykonaniu mieszalnika do komory spalania o średnicy wewnętrznej 55 mm. Wymagania projektowe to:

- Wykonanie bez użycia ciężkich maszyn oraz maszyn numerycznych
- Bezpieczeństwo użycia - jeśli mieszalnik się rozpadnie to nie może zatkać dyszy
- Wykonanie z materiałów dostępnych na warsztacie

*Powodzenia!*

