



## Scenariusz lekcji

<b>Moduł:</b>	Ucieleśniając wykresy natężenia światła			
<b>Godziny nauczania:</b>	60-90 minut			
<b>Poziom klasy/przedział wiekowy:</b>	Klasy 7–9 (13–15 lat)			
<b>Krótki opis:</b>	<p>Celem tego modułu jest rozwinięcie jakościowego rozumowania kowariacyjnego oraz kształtowanie intuicyjnego rozumienia pojęcia funkcji i wykresów funkcji.</p> <p>Uczniowie tworzą i eksplorują wykresy (funkcji) za pomocą eksperymentów ucieleśnionych. Wykorzystując swoje smartfony z oprogramowaniem PhyPhox biorą udział w eksperymentach – poprzez ruch dłoni zmieniają natężenie światła, badają te zmiany, głównie poprzez graficzną interpretację na ekranie w czasie rzeczywistym, mogą także interpretować zmiany wartości zmierzonego natężenia światła.</p> <p>Uczniowie mają okazję tworzyć i obserwować wiele funkcji z różnymi kształtami wykresów, próbować poruszając rękami „wytworzyć” kształt opisany na dostarczonych wykresach w czasie rzeczywistym, a także interpretować i pracować z wykresami.</p> <p>Moduł prowadzi do intuicyjnego zrozumienia formalnej definicji funkcji. Dzięki kontekstowi pomiaru natężenia światła i dyskusji na temat „niemożliwych wykresów” uczniowie w praktyczny sposób samodzielnie odkrywają i definiują funkcje oraz potrafią rozróżnić wykresy zależności funkcjonalnych i niefunkcjonalnych, na etapie przeddefinicyjnym.</p>			
<b>Zasady projektowania:</b>	<b>Badanie</b>			
	<b>Sytuacyjność</b>			
	<b>Narzędzia cyfrowe</b>			
	<b>Ucieleśnienie</b>			
<b>Myślenie funkcjonalne:</b>	<b>Wejście – Wyjście</b>			
	<b>Współzmiennność</b>			
	<b>Przyporządkowanie</b>			
	<b>Obiekt</b>			
<b>Cele nauki:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <b>Znaczące:</b> Budowanie intuicyjnej wiedzy uczniów w oparciu o eksperyment z reprezentacjami różnych funkcji ciągłych, od eksperymentu do wykresu i odwrotnie</li> <li>✓ <b>Wykonanie:</b> budowanie zrozumienia wykresów i doświadczenie tworzenia wykresów poprzez poruszanie rękami, obserwację w czasie rzeczywistym i analizowanie wpływu ruchu ręki na kształt wykresu , a także odtwarzanie niektórych dostarczonych wykresów poprzez ruch ręki</li> <li>✓ <b>Uczenie się oparte na zapytaniach:</b> Odkrywanie:</li> </ul>			

Materiał ten udostępnia zespół [FunThink Team](#), instytucja odpowiedzialna: Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie.

Mirosława Sajka ( [mirosława.sajka@up.krakow.pl](mailto:mirosława.sajka@up.krakow.pl) )

Roman Rosiek ( [roman.rosiek@up.krakow.pl](mailto:roman.rosiek@up.krakow.pl) )



O ile nie zaznaczono inaczej, niniejsza praca i jej zawartość objęte są licencją Creative Commons ([CC BY-SA 4.0](#)). Wyłączone są logo finansowania i ikony CC/ikony modułów.

Wsparcie Komisji Europejskiej dla produkcji tej publikacji nie stanowi poparcia dla treści, które odzwierciedlają jedynie poglądy autorów, a Komisja nie może zostać pociągnięta do odpowiedzialności za jakiegokolwiek wykorzystanie informacji w niej zawartych.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- graficzne interpretacje zmian natężenia światła w czasie</li> <li>- zależności funkcjonalne i niefunkcjonalne na etapie przeddefiniyjnym</li> <li>✓ <b>Cyfrowe:</b> PhyPhox (bezpłatne oprogramowanie), smartfony uczniów.</li> <li>✓ <b>Fenomenologia dydaktyczna:</b> Współmienność odległości w czasie podczas ruchu ręki, matematyczny opis.</li> </ul> <p><b>Cele nauki:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Budowanie, rysowanie, analizowanie i interpretowanie wykresów różnych funkcji ciągłych</li> <li>✓ Sprzężenie ruchów rąk z ich przedstawieniem w postaci krzywej na wykresie (w obu kierunkach: od ruchu ręki do wykresu i od wykresu do ruchu ręki)</li> <li>✓ Odkrycie – w praktyce na etapie przeddefiniyjnym – warunków definiowania pojęcia funkcji</li> </ul>
--	--

## Zajęcia

### Sugerowane narzędzia/materiały:

- Telefony komórkowe z zainstalowaną bezpłatną aplikacją PHYPHOX,
- komputer stacjonarny/laptop z przeglądarką internetową,
- ekran projekcyjny,
- projektor,
- arkusz,
- materiały informacyjne

**Szacowany czas trwania:** 60-90 minut

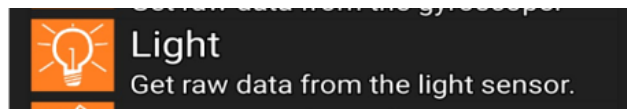
Lekcja prowadzona jest z wykorzystaniem urządzeń mobilnych uczniów oraz bezpłatnej aplikacji PhyPhox.

Poniżej opisujemy, jak korzystać z aplikacji i jak wyświetlić widok aplikacji na projektorze, aby był widoczny dla wszystkich uczniów. Rysunek 1 przedstawia okno PhyPhox.



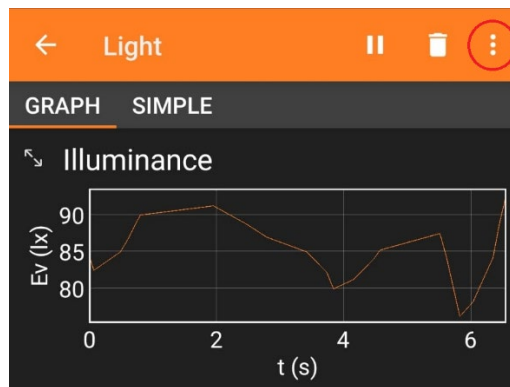
Rysunek 1. Okno aplikacji

Wybieramy opcję Światło.



Rysunek 2. Wybrana opcja: Światło

Aby udostępnić dane z telefonu na ekranie projekcyjnym wybieramy górne menu po prawej stronie (patrz rysunek 3, czerwony krąg).



Rysunek 3. Przykład

Następnie wybieramy w aplikacji podświetloną poniżej opcję „Zezwól na dostęp zdalny” (Rysunek 4).



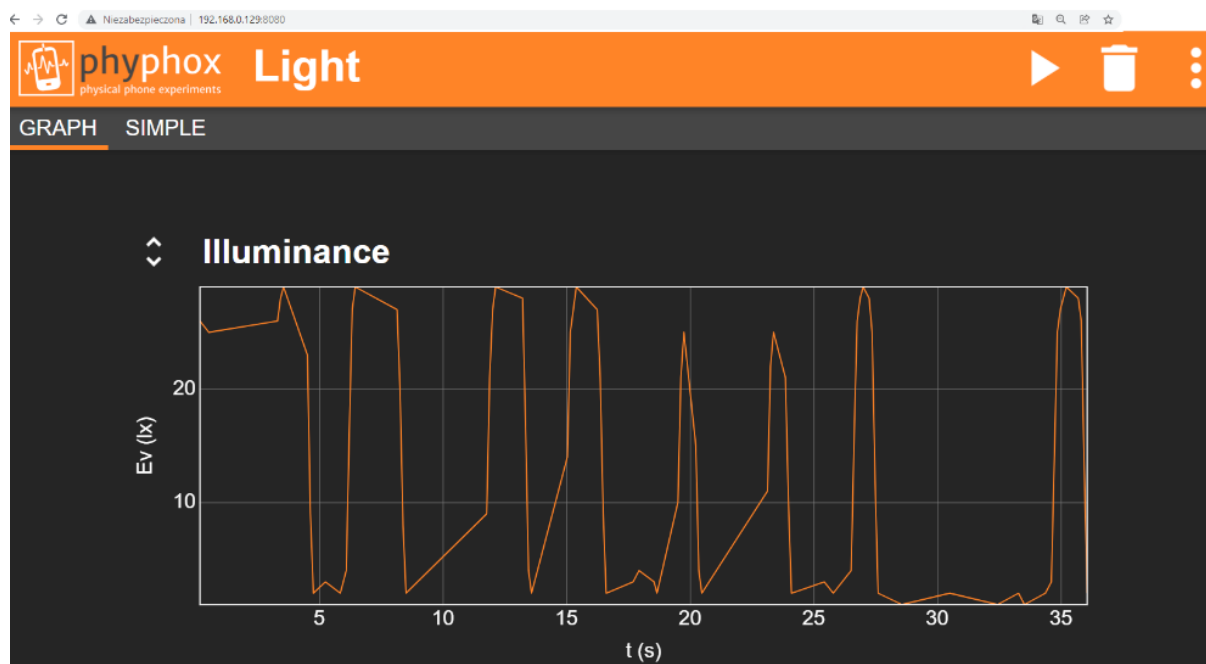
Rysunek 4. Przykład konfiguracji projekcji w klasie

Wpisz adres podany na dole (Rysunek 4) aplikacji w pasku adresu przeglądarki internetowej na komputerze podłączonym do projektora. Pamiętaj, że telefon powinien być podłączony do tej samej sieci Wi-Fi co komputer. Jeśli w klasie nie ma sieci Wi-Fi, włącz hotspot w telefonie i podłącz komputer do tej sieci. Za pomocą czujnika światła zakrytego ręką będziemy rejestrować zmiany natężenia światła na przestrzeni np. 35 sekund, wyświetlać i analizować te zmiany na wykresie utworzonym w aplikacji na ekranie projektora w klasie.

## Angażowanie

### Activity 1.

Rozpoczynamy pomiar. Wybrany uczeń powoli przesuwa rękę nad telefonem (odległość 1 do 15 cm) przez np. 35 sekund, a PhyPhox rejestruje zmiany oświetlenia na osi Y w funkcji czasu t.



Rysunek 5. Okno aplikacji podczas pomiaru widoczne na ekranie komputera/projeckji.

W kolejnej fazie lekcji uczniowie swobodnie eksperymentują i zauważają różne zależności. Uczniowie odpowiadają na następujące pytania:

- Jak wygląda wykres po zbliżeniu otwartej dłoni, np. ze stałą prędkością, do czujnika, coraz bardziej ograniczając dostęp światła?
- Jak wygląda wykres po oddaleniu ręki od czujnika, np. przy stałej prędkości?
- Jak zmienia się wykres w miarę przyspieszenia lub zwalniania ruchu ręki?
- Co się stanie, gdy zatrzymasz rękę w pewnej odległości, zasłaniając częściowo czujnik światła?
- Co się stanie, gdy przestaniesz zasłaniać czujnik światła? A co jeśli całkowicie to zakryjesz?

## Angażowanie/ Eksploracja

### Activity 2.

Każdy uczeń próbuje wygenerować wykres podobny do tego, który utworzył na projektorze z innym uczniem (Rysunek 5). Uczniowie przesuwiają dłonie nad swoimi smartfonami z aplikacją PhyPhox zaznaczoną opcją „Światło”.

## Badanie

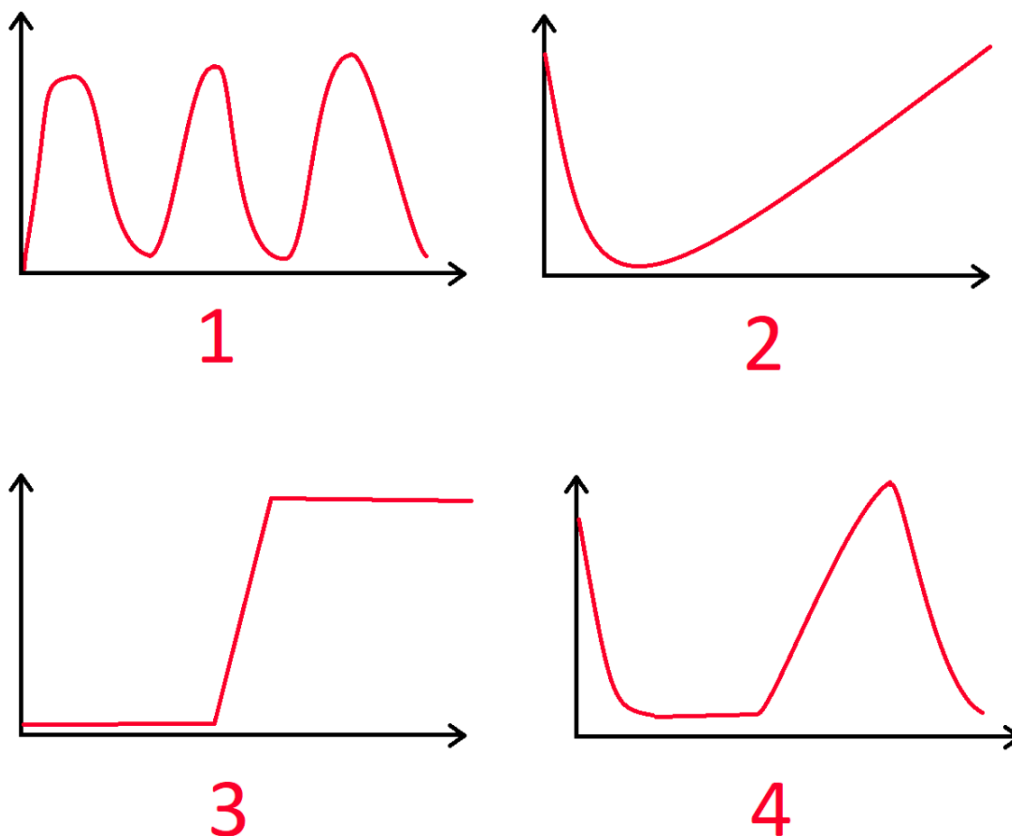
---

### Activity 3.

---

Zadanie ucznia (tak samo jak w karcie pracy dla ucznia).

Uczniowie pracują indywidualnie na swoich smartfonach. Każdy uczeń musi poruszać rękami w taki sposób, aby wygenerować podane kształty:



Rysunek 6. Przykłady wykresów, które można utworzyć przy użyciu opcji ŚWIATŁO w Phyphox.

Uczniowie zapisują wyniki swojej pracy w postaci zrzutów ekranu. Nauczyciel indywidualnie, wybiórczo sprawdza pracę uczniów, którzy zgłaszają swoje zrzuty ekranu.

## Angażuj/Odkrywaj/Oceniaj

---

### Activity 4.

---

Zadanie ucznia (tak samo jak w karcie pracy dla ucznia).

Uczniowie pracują w parach.

Każdy uczeń ma za zadanie naszkicować na dostarczonej karcie pracy własny wykres zmian natężenia światła w czasie, tworząc ciekawy i oryginalny kształt (inny niż na rysunku 5 i rysunku 6). W parach pokazują to sobie wzajemnie. Zadaniem kolegi z klasy jest odtworzenie tego kształtu w aplikacji.

Uczeń, który wymyślił kształt, ocenia, czy zadanie zostało wykonane poprawnie.

Uczeń, który go tworzy, ocenia, czy zadanie da się wykonać.

Na koniec ćwiczenia uczniowie zgłaszają kształty, których nie można odtworzyć. Nauczyciel omawia je z uczniami, a uczniowie podają powody, dla których są one niewykonalne.

## Badać

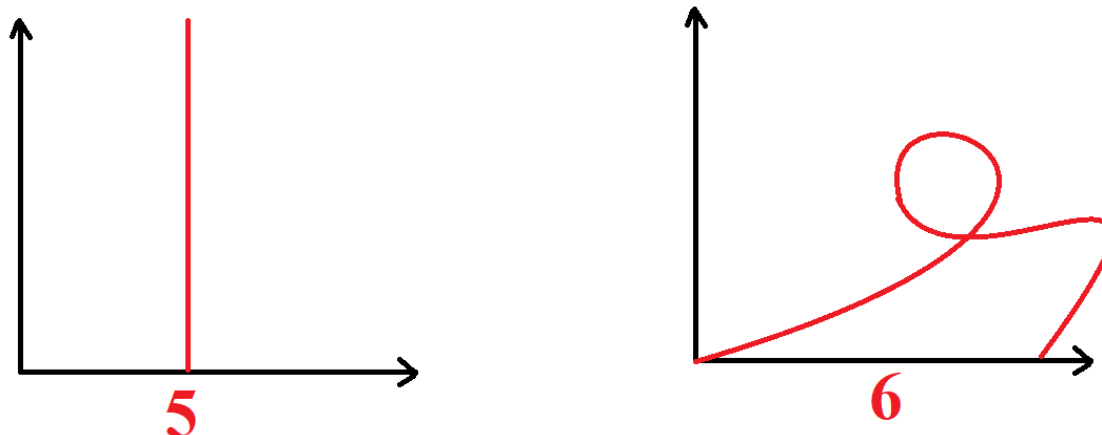
---

### Activity 5.

---

Zadanie ucznia (tak samo jak w karcie pracy dla ucznia).

Jeśli nie pojawi się żaden z niemożliwych kształtów lub kształt nr. 5 i/lub nie. 6 nie pojawiają się, nauczyciel podaje do dyskusji następujące przykłady:



Rysunek 7. Przykłady wykresów, których nie można utworzyć przy użyciu opcji LIGHT w PhyPhox.

Uczniowie dyskutują i wyrażają swoje opinie i uzasadnienia.

Uczniowie odkrywają, że na tych wykresach czas leży na osi poziomej, zatem nie można cofnąć czasu (nr 6) ani nie można dokonać pomiarów nieskończonej ilości różnych wartości oświetlenia w jednej chwili (nr 5) ani nawet w więcej niż jednej chwili (nieformalne odkrycie drugiego warunku definicji funkcji – „istnieje dokładnie jedna wartość funkcji”).

Zauważmy też, że w danym momencie istnieje pewne natężenie światła, które możemy wyznaczyć i zmierzyć, czyli wykres natężenia światła w czasie będzie widoczny przez cały czas. (nieformalne odkrycie pierwszego warunku definicji funkcji - „dla każdego argumentu z dziedziny istnieje jakaś wartość”).

## Stawianie hipotez / Badanie

### Activity 6.

Zadanie ucznia (tak samo jak w ulotce dla ucznia).

Analiza wykresu.

Nauczyciel: - Przeczytajmy zalecane natężenie światła dla następujących czynności.  
(Nauczyciel wyświetla tabelę i wykres na projektorze)

rozpoznawanie rysów twarzy	20 luksów
wykonywanie prostych czynności	50 luksów
kuźnia, warsztat/garaż	200 luksów
obsługa komputera, praca biurowa	500 luksów
montaż precyzyjny, mikromechanika, pracownia jubilerska	1000 luksów



W odniesieniu do powyższego wykresu przedyskutuj następujące pytania:

- A. Czy natężenie światła w 6. sekundzie było wystarczające do pracy biurowej?
- B. Kiedy natężenie światła było wystarczające do prac jubilerskich?
- C. Jakie było największe natężenie światła podczas tego pomiaru?
- D. Kiedy natężenie światła było wystarczające do rozpoznania rysów twarzy, ale przestało wystarczać do prostych zadań?
- E. Co się stało z intensywnością światła pomiędzy 4. a 5. sekundą?
- F. Co się stało z intensywnością światła pomiędzy 3. a 4. sekundą?

Uczniowie uzasadniają swoje odpowiedzi.



## Badanie

---

### Activity 7.

---

Zadanie ucznia (tak samo jak w karcie pracy dla ucznia).

Tworzenie wykresu spełniającego dodatkowe warunki.  
Zachęcamy uczniów do stworzenia w programie Phyphox wykresu przedstawiającego ilość światła wystarczającą do prostych zadań, ale niewystarczającą do pracy w garażu/warsztacie.

Nauczyciel: Na co musisz zwrócić uwagę, aby poprawnie wykonać ten wykres? (Uczniowie tworzą dowolny wykres przedstawiający natężenie światła mieszczące się w przedziale od 50 lx do 200 lx)

## Rozszerzenie

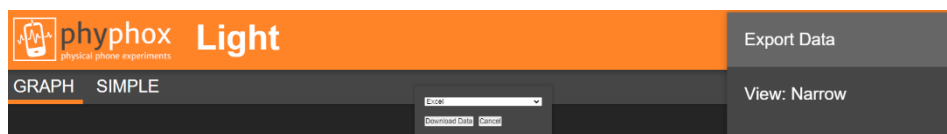
---

### Activity 8.

---

Zadanie ucznia (tak samo jak w karcie pracy dla ucznia).

Po wykonaniu wybranego pomiaru eksportujemy jego dane liczbowe. Sposób eksportu danych przedstawiono na rysunku 8.



Rysunek 8. Jak wybrać opcje eksportu danych (np. do Excela)

Dzięki temu możemy kontynuować pracę na danych.

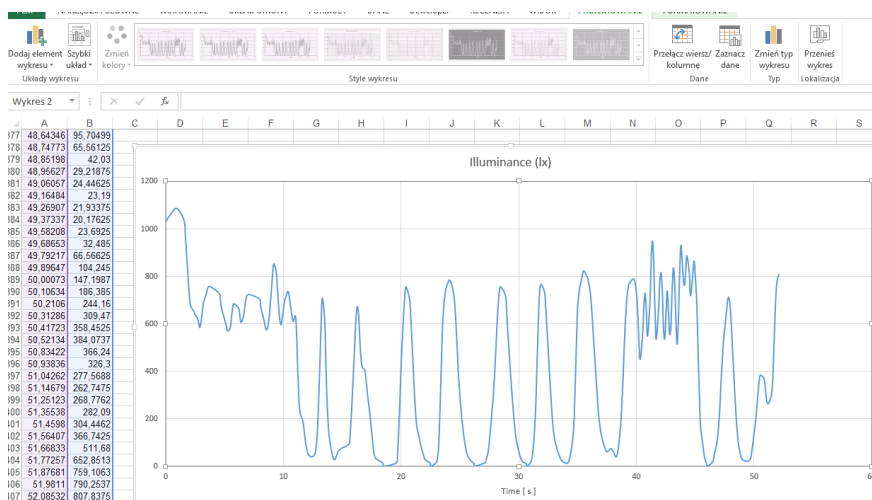
Należy zaznaczyć, że dane eksportowane w takim formacie zawierają bardzo dużą liczbę par (x,y).

	A	B
1	Time (s)	Illuminance (lx)
2	0	1032,403687
3	0,421469906	1062,296265
4	0,935274333	1087,414917
5	1,554419073	1037,42749
6	1,656635635	979,1512451
7	1,760736208	902,7887573
8	1,863095114	823,6624756
9	1,967237562	745,5412598
10	2,069268343	685,5062256
11	2,171321521	669,1787109
12	2,375662093	654,1074829
13	2,479913864	640,2912598
14	2,688291312	624,7174683
15	2,790473135	604,8724976
16	2,892668343	584,7774658
17	2,994846156	607,8875122
18	3,097050375	646,571228
19	3,201133864	687,2650146
20	3,30593001	705,6012573
21	3,409071729	721,9287109
22	3,511218864	738,0050049
23	3,717591104	758,1012573
24	4,54394475	728,2087402
25	4,648126989	696,8099976
26	4,750288239	662,6474609
27	4,852869021	645,5662231
28	4,955047458	627,4799805
29	5,057233187	609,3949585
30	5,161316364	587,5412598
31	5,265481625	568,7012329
32	5,469873656	582,2662354
33	5,572110479	622,2049561
34	5,674290062	661,8937378
35	5,776469996	684,7525024

Rysunek 9. Widok serii danych w programie Excel

Uczniowie zapoznają się w ten sposób z drugą obok wykresu reprezentacją funkcji - zbiorem uporządkowanych par i korzystając z narzędzi cyfrowych (arkusz kalkulacyjny) dokonują przejścia od jednej reprezentacji do drugiej.

Możemy przekazać takie serie danych uczniom lub nauczycielowi informatyki i poprosić uczniów o narysowanie własnych wykresów w domu lub na zajęciach z informatyki (np. w arkuszu kalkulacyjnym, patrz rysunek 10).



Rysunek 10. Seria danych i wykres w arkuszu kalkulacyjnym