

2. CZAS

SCENARIUSZ 2.1. Budowa zegara słonecznego

Poziom nauczania

Gimnazjum

Przedmioty

Geografia, matematyka

Cele edukacyjne

Przygotowanie uczniów do wykorzystania wiedzy matematycznej służącej do rozwiązywania problemów z zakresu różnych dziedzin życia codziennego

Nabywanie umiejętności obserwacji i opisu zjawisk fizycznych zachodzących w otaczającym świecie

Zrozumienie zasady „działania” zegara słonecznego

Główne zagadnienia

Pozorny ruch Słońca po niebie

Pojęcie południa słonecznego

Krótki opis

Uczniowie budują zegar słoneczny w celu obserwacji „ruchu Słońca” po niebie. Skalują go na podstawie codziennych obserwacji położenia oraz długości cienia gnomonu. Szacują, z możliwie największą dokładnością, czas występo-

wania południa słonecznego, który odpowiada najkrótszemu cieniowi. Następnie określają czas na podstawie wskazań zegara słonecznego.

Czas trwania zadania

Jedna jednostka lekcyjna

Środki dydaktyczne

Drewniany patyk o długości co najmniej 50 cm (gnomon)

Poziomica

Taśma miernicza, małe chorągiewki lub kamienie do zaznaczania położenia końca cienia

Notatnik

Przygotowanie

Przygotować teren pod budowę zegara słonecznego oraz powielić Instrukcję dla uczniów

Umiejętności

Zbieranie i porządkowanie danych w tabelach

Analizowanie danych i ocena dokładności pomiarów

Wspólne rozwiązywanie problemów

Literatura pomocnicza

Alojzy Woś, *Meteorologia dla geografów*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 1996

2.1.1. WPROWADZENIE

Pozorny ruch Słońca po niebie od dawna był wykorzystywany przez ludzi do określania czasu. Już w starożytności znany był zegar słoneczny i możliwe było określanie czasu. Ponadto pomiary położenia Słońca na niebie umożliwiły obliczenie wielkości Ziemi. Dziś pomiary czasu przy pomocy zegara słonecznego mają jedynie wartość historyczną ze względu na znacznie dokładniejsze i niezależne od warunków atmosferycznych współczesne techniki pomiarowe. Pomimo to zegar słoneczny, będący prostym przyrządem pomiarowym, umożliwia wyznaczanie innych wielkości fizycznych. Obserwując długość i kierunek cienia pomiędzy godziną 11:00 a 13:00 czasu lokalnego, można wyznaczyć południe słoneczne oraz kierunek północny. Ponadto dwa razy do roku (pierwszego dnia wiosny oraz jesieni) na podstawie pomiarów wysokości Słońca nad horyzontem w południe słoneczne (wysokość ta jest równa kątowi padania promieni słonecznych) można obliczyć szerokość geograficzną miejscowości, w której przeprowadzany jest pomiar.

2.1.2. OPIS SPOSOBU PROWADZENIA ZAJĘĆ

Wyjaśniamy uczniom cel budowy zegara słonecznego. Objaśniamy czynności krok po kroku, tak jak to jest zapisane w punktach poniżej.

1. Zajęcia można prowadzić tylko w słoneczny dzień, gdy przedmioty rzucają wyraźne cienie.

2. Należy wybrać płaski obszar, wolny od przeszkód terenowych, a następnie wbić w ziemię drewniany patyk, zwracając szczególną uwagę na to, by był prostopadły do powierzchni gruntu. Poprawność ustawienia gnomonu (patyka) sprawdzamy i ewentualnie korygujemy przy pomocy poziomic. Mierzymy wysokość gnomonu i zapisujemy w notatniku.

3. Uczniowie zaznaczają przy pomocy małej chorągiewki lub kamyka położenie końca cienia oraz – wykorzystując zegarki – zapisują w tabeli czas wykonania czynności.

Uwaga: Należy pamiętać, że w Polsce latem przechodzi się na tzw. czas letni, czyli w południe słoneczne w danej miejscowości zegarki wskazują czas o godzinę późniejszy.

4. Uczniowie mierzą przy pomocy taśmy mierniczej odległość końca cienia od gnomonu. Dodatkowo, wykorzystując kompas, mogą zmierzyć kąt azymutalny cienia zegara słonecznego.

5. Uczniowie powtarzają pomiary co najmniej co godzinę, zapisując wyniki w tabeli.

6. Prowadzimy dyskusję nad otrzymanymi wynikami. Szukamy pomiaru, dla którego kierunek cienia znajduje się najbliżej kierunku północnego. Cień gnomonu jest wówczas najkrótszy, zaś czas pomiaru – najbliższy południu słonecznemu. Możemy zwiększyć częstotliwość pomiarów zbliżonych w czasie do południa tak, aby lepiej oszacować czas południa słonecznego.

7. Innego dnia (lecz w tym samym tygodniu) uczniowie znowu obserwują cień zegara i na podstawie tabeli z wynikami ustalają godzinę. Zapisują wyniki, a następnie porównują je ze wskazaniami własnych zegarków.

8. W klasie przeprowadzamy dyskusję na temat dokładności poczynionych obserwacji.

Pytania do dyskusji

1. Jak wygląda dzienna droga Słońca po niebie?
2. Czy położenie i pozorna wędrówka Słońca po niebie zmienia się w ciągu roku?
3. Jaki jest azymut oraz wysokość Słońca nad horyzontem (kąta elewacyjny Słońca) w czasie południa słonecznego? Jak zmienia się wysokość Słońca nad horyzontem w ciągu roku?
4. Jak zmienia się w ciągu roku azymut Słońca w czasie jego wschodu i zachodu?
5. Jakie czynniki wpływają na dokładność oszacowań czasu południa słonecznego (lokalnego)?

Rozszerzenie zakresu zajęć

Uczniowie posiadający wiedzę z zakresu funkcji trygonometrycznych mogą obliczyć kąt, jaki tworzy Słońce z horyzontem (kąta elewacyjny Słońca, wysokość Słońca nad horyzontem). Korzystają w tym celu z pomiaru długości gnomonu oraz długości jego cienia. Koniec gnomonu, jego punkt styku z podłożem oraz koniec cienia tworzą trójkąt prostokątny, w którym znane są długości obu przyprostokątnych. Stosując elementarną funkcję trygonometryczną tangens, obliczamy kąt elewacyjny Słońca. Na podstawie dziennych obserwacji wykreślamy zależności kąta elewacyjnego od czasu. Pomiarów mogą być powtarzane w różnych porach roku w czasie południa słonecznego – wówczas uczniowie będą mogli prześledzić roczne zmiany kąta elewacyjnego Słońca (wysokość Słońca nad horyzontem).

Pomiary czasu lokalnego południa słonecznego można rozszerzyć o ustalenie kierunków geograficznych, gdyż w czasie górowania Słońca cień zegara słonecznego wskazuje dokładnie kierunek północny. Wyniki te można porównać ze wskazaniami kompasu. Nawet przy bardzo dokładnych pomiarach oba kierunki nie będą się pokrywały ze względu na *deklinację magnetyczną*.

W dniach równonocy wiosennej i jesiennej pomiary kąta elewacyjnego w czasie górowania słonecznego umożliwiają obliczenie szerokości geograficznej. Wyniki obliczeń szerokości geograficznej uczniowie mogą porównać ze wskazaniami GPS-u lub odczytać z mapy topograficznej danego rejonu.

SCENARIUSZ 2.2. Pomiary czasu

Poziom nauczania

Gimnazjum

Przedmioty

Fizyka, matematyka

Cele edukacyjne

Opanowanie podstawowych zasad wykonywania serii pomiarów

Obliczanie średniej arytmetycznej i odchyleń od średniej

Interpretacja wyników pomiarów

Główne zagadnienia

Rozdzielczość przyrządu pomiarowego

Dokładność pomiaru

Poprawianie dokładności przez uśrednianie wyników

Krótki opis

Uczniowie powinni ostrożnie traktować tak zwane prawidłowe odpowiedzi na pytania, takie jak np.: *Która jest godzina? W tym celu będą porównywać wiele różnych pomiarów czasu. Pozwoli to im intuicyjnie rozpoznawać wadliwe wyniki.*

Posługując się wieloma zegarami jednocześnie, będą notować wskazywany przez nie czas. Pomiary czasu będą przebiegać z minut i sekund na sekundy. Uzyskane liczby będą służyły do ilustracji matematycznych technik uśredniania i obliczania odchyleń od średniej.

Czas trwania zadania

Jedna jednostka lekcyjna

Środki dydaktyczne (dla każdego ucznia)

Jeden dowolnego typu zegarek z sekundnikiem

Papier i przybory do pisania

Instrukcja dla uczniów

Wskazany jest także kalkulator z funkcjami dodawania, odejmowania, mnożenia i dzielenia

Przygotowanie

Przygotować dla klasy przynajmniej 10 zegarów

Umiejętności

Pojęcie średniej arytmetycznej

Sporządzanie wykresów (histogramów)

2.2.1. WPROWADZENIE

Kiedy ludzie wykonują pomiary, zwykle pragną dowiedzieć się czegoś na temat jakości uzyskanych wyników. Z reguły pada pytanie: „Na ile moja odpowiedź odbiega od prawidłowej?” albo „Czy otrzymałem prawidłowy wynik pomiaru?” Zakładają, że istnieje wzorzec, z którym można porównać zmierzone wartości.

Czasami jednak naukowcy mierząc jakąś wielkość, szczególnie jeśli robią to po raz pierwszy, mogą nie mieć wzorca, z którym mogliby porównać otrzymane wyniki. Dlatego, jeśli posiadamy jeden instrument do wykonywania danego pomiaru i nie mamy powodu, żeby wątpić w rejestrowane wyniki, uznajemy te wyniki za standard. Jest to rozsądne założenie.

Problem powstaje wtedy, kiedy jest wiele instrumentów pomiarowych, albo gdy ktoś uważa, że jest w stanie uzyskać „właściwe” lub „lepsze” od innych wyniki. Mówi się, że ktoś, kto ma dwa zegarki nie wie, która jest godzina. W tym przypadku uczeń, jako osoba wykonująca pomiary, musi zdecydować, co zrobić z dwoma różnymi wynikami, który z nich wybrać i jakim standardem się posłużyć. Wiarygodny wynik otrzymujemy na podstawie serii pomiarów, w których poszczególne pomiary nieco się różnią.

Rozdzielczość i dokładność używanych zegarów

Liczba cyfr lub najmniejsza jednostka czasu, która może być niezawodnie odczytana przez osobę patrzącą na zegar, nazywana jest rozdzielczością urządzenia. A więc zegar cyfrowy, który pokazuje 12:30:21 (co znaczy 12 godzin, 30 minut i 21

sekund) ma rozdzielczość około jednej sekundy, ponieważ możemy odczytywać jego wskazania mniej więcej co sekundę. Zegar analogowy, który ma tylko wskazówkę godzinową i minutową, ma rozdzielczość około jednej minuty, chyba że możemy określić położenie wskazówki minutowej pomiędzy znacznikami minut.

Rozbieżność pomiędzy wskazaniem zegara, który może być odczytywany z rozdzielczością jednej sekundy, a wskazaniem standardowego źródła może wynosić zaledwie ułamek sekundy, ale może też być dużo większa – sięgać nawet kilku godzin. Zdolność zegara do utrzymywania prawidłowego czasu nazywana jest dokładnością. Oznacza to, że jeśli mamy zegar, który spieszy się 10 minut każdego dnia, to nadal możemy odczytywać jego wskazania z rozdzielczością jednej sekundy, ale jego dokładność jest równa 10 minut na dobę. Czasami mówi się, że taki zegar pokazuje czas z błędem dziesięciu minut na dobę.

Pierwsze zegary określały czas poprzez liczenie spadających kropli wody, ziaren piasku. Nie były one szczególnie dokładne, ponieważ wielkość kropelek wody czy ilość spadającego piasku trudno precyzyjnie kontrolować. Później konstruowano zegary, które odmierzały czas poprzez: wahnięcia wahadła, drgania widełek stroikowych, mechaniczne drgania w elektrycznie stymulowanych kryształach i rezonansowe drgania atomów. Każdy kolejny zegar był dokładniejszy od swojego poprzednika, dzięki wzrostowi stabilności i powtarzalności leżących u podstaw cyklicznych procesów fizycznych.

Aby wszystkie zegary pokazywały ten sam czas, powinny być jednocześnie ustawione na tę samą godzinę, mieć identyczne mechanizmy i znajdować się w takim samym otoczeniu. To zdarza się rzadko. Zegary z reguły ustawiane są w różnych chwilach, na podstawie sygnałów czasu z różnych źródeł, a także mają różną dokładność, odmienną konstrukcję i znajdują się w różnym otoczeniu. Dlatego w danym zbiorze zegarów prawdopodobnie będziemy mogli zaobserwować nieznaczne różnice we wskazywanym przez nie czasie. Z takimi różnicami w wartościach pomiaru będziemy mieli do czynienia w większości instrumentów używanych do mierzenia różnych wielkości fizycznych, np. temperatury (termometry), odległości (taśmy miernicze) itp.

W przypadku np. karmienia domowego kota czy psa kilkuminutowe przesunięcie pory posiłku między jednym dniem a drugim może nie mieć znaczenia. Są jednak sytuacje, kiedy pomiary czasu muszą być niezwykle dokładne. Przykładem może być Globalny System Nawigacyjny (GPS – *Global Positioning System*). Powszechnie już dostępne ręczne odbiorniki GPS, wielkości telefonu komórkowego, mierzą i wyświetlają swoje położenie na kuli ziemskiej z dokładnością do kilku metrów. Odbiornik GPS oblicza położenie na podstawie sygnałów czasu odbieranych jednocześnie z kilku satelitów systemu GPS krążących stale wokół Ziemi. Błąd jednej mikrosekundy (1/1 000 000 sekundy) tego systemu może spowodować błąd w odczycie położenia o więcej niż 300 metrów! Pożądana dokładność i rozdzielczość zegara zależy więc od planowanego zastosowania. Musimy sami ustalić odpowiednie wymagania, jakie musi spełniać nasz przyrząd.

Standardy czasu

Przed wprowadzeniem w końcu dziewiętnastego wieku komunikacji kolejowej na świecie istniało tylko kilka szerszej uznawanych standardów czasu. Prócz nich każda społeczność posługiwała się własnym czasem odniesionym do południa słonecznego w danej miejscowości – momentu, kiedy Słońce góruje na niebie – lub obliczanym według jakiegoś innego zjawiska astronomicznego. Kiedy ktoś zmieni swoje położenie o 15° długości geograficznej (około 1600 kilometrów wzdłuż równika), wtedy czas górowania Słońca zmienia się o jedną godzinę. W celu ułatwienia planowania transkontynentalnych rozkładów jazdy wprowadzono strefy czasowe. Kolej potrzebowała jednolitego systemu określania czasu i dlatego system taki wprowadziła.

Obecnie wszystkie strefy czasowe odnoszone są do południka 0°, który przechodzi przez Greenwich w Anglii. W Greenwich mieści się wielkie obserwatorium astronomiczne. Zostało ono stworzone w celu standaryzacji czasu na potrzeby nawigacyjne brytyjskiej floty morskiej. Dlatego czas w Greenwich w Anglii uznawany jest za wzorzec i nazywany Czasem Greenwich (GMT – Greenwich Mean Time) lub Czasem Uniwersalnym (UT) albo niekiedy Czasem Zulu. Słowa „Zulu” używa się, gdy w łączności radiowej ze statkiem lub samolotem trzeba przeliterować jakiś wyraz. „Zulu” oznacza wtedy literę Z. Czas „Zulu” to czas południka „Zero”.

Wzorcowy czas podawany jest w różnych krajach na podstawie wskazań bardzo dokładnych zegarów, które liczą drgania różnych atomów w ściśle określonych warunkach. Amerykańska stacja radiowa o nazwie WWV bez przerwy podaje czas po angielsku na radiowych falach krótkich o częstotliwości 5, 10, 15, 20 i 25 MHz z Boulder w Kolorado. Częstotliwości nadawania są także bezpośrednio kontrolowane przez atomowe wzorce czasu. Rząd kanadyjski utrzymuje podobny serwis w języku angielskim i francuskim za pośrednictwem radiostacji CHU na falach krótkich o częstotliwości 7,335 i 14,670 MHz. Jest też wiele innych serwisów tego typu na całym świecie.

Globalny System Nawigacji (*Global Positioning System*)

W skład systemu GPS wchodzi grupa satelitów, które nadają sygnały czasu z niezwykle dokładnych, atomowych zegarów znajdujących się na ich pokładach. W związku z tym odbiorniki GPS mogą określać czas z dokładnością porównywalną do dokładności zegarów atomowych. Odbiornik GPS bierze poprawkę na opóźnienie związane z czasem, jakiego potrzebuje sygnał na pokonanie drogi od satelity do naziemnego odbiornika. Jest to możliwe dzięki temu, że odbiornik zna położenie satelity i swoje własne, w związku z czym może pokazywać z dużą dokładnością ten sam czas, co zegar atomowy satelity, i w większości zastosowań może taki zegar atomowy zastąpić.

Telekomunikacja

Komunikowanie się komputerów zależy od pomiaru czasu, który musi być o wiele bardziej dokładny niż tempo, w którym napływają dane. Jeśli do przesyłania danych za pośrednictwem Internetu używamy modemu 14,4 kbitów/sekundę, to nowy bit informacji może być przekazywany do modemu co 1/14 400 sekundy, czyli w czasie 70 mikrosekund. Dlatego zegar komputera musi być na tyle czuły, aby wyodrębnić przedziały czasu o długości 70 mikrosekund, i musi być wystarczająco dokładny, aby

między wysyłaniem a odbieraniem sygnałów komputerowych nie stracić synchronizacji zegarów o więcej niż o ułamek 70 mikrosekund. Te warunki spełniane są z łatwością przez kryształy kwarcowe, które mogą drgać mechanicznie z wybraną częstotliwością od dziesięciu tysięcy do wielu miliardów razy na sekundę. Drgania są elektronicznie zliczane przez obwód cyfrowy, który w ten sposób oblicza, ile upłynęło czasu.

2.2.1. OPIS SPOSOBU PROWADZENIA ZAJĘCIA

Przygotowanie

1. Zbieramy przynajmniej dziesięć działających zegarów, które pokazują czas z rozdzielczością jednej sekundy, oraz kopiujemy dla każdego ucznia egzemplarz *Instrukcji dla uczniów*.

2. Wyznaczamy po jednym uczniu do obsługi każdego zegara oraz ustalamy, który uczeń będzie podawał czas wzorcowy.

Wystarczy, jeśli uczniowie w klasie będą mieli ręczne zegarki o rozdzielczości jednej sekundy. Można też posłużyć się zegarami ściennymi, wiszącymi w różnych szkolnych pomieszczeniach. Każdy uczeń musi być przygotowany do zapisywania czasu, musi także widzieć lub słyszeć osobę, która podaje czas wzorcowy.

Wykonanie pomiarów

1. W miejscu centralnym ustawiamy ucznia, który podaje czas wzorcowy.

2. W 30 minut i 0 sekund po pełnej godzinie uczeń ten daje innym sygnał do zanotowania czasu wskazywanego przez ich zegary (z dokładnością do jednej sekundy). Dla ułatwienia na dziesięć sekund przed wyznaczoną godziną można zacząć odliczanie od dziesięciu w dół.

Pomiary można rozpocząć w dowolnie wybranym czasie, ale przy wyborze 30 minut po pełnej godzinie zwiększamy szanse na to, że wskazania zegarów będą różniły się jedynie minutami i sekundami. Wszystkie jednak pokażą tę samą godzinę. W innej sytuacji trzeba wykonać nieco bardziej skomplikowane obliczenia arytmetyczne.

Różne zakresy zajęć

Porównanie wykresów zrobionych dla zegarów o różnej dokładności pomoże lepiej zrozumieć istotę doświadczenia.

Nauczyciel wykonuje obliczenia i wykresy po lekcji, a później prezentuje je i omawia w klasie. Można poprosić bardziej zaawansowanych uczniów o samodzielne wykonanie obliczeń i wykresów.

Zadanie I. Która jest godzina?, czyli obliczanie czasu średniego (każdy uczeń wykonuje samodzielnie)

1. Nauczyciel ogląda przykładowy *Arkusz pomiarów czasu* (Tabela 1) oraz podane w nim instrukcje. Do takiego arkusza, znajdującego się w *Instrukcji dla uczniów*, należy wpisać wyniki uzyskane przez wszystkich uczniów.

2. Obliczamy zmierzoną liczbę sekund od ostatniej pełnej godziny dla każdego pomiaru, np. 30 min i 10 sek. = $30 \times 60 + 10 = 1810$ sek.

3. Dodajemy liczby sekund i dzielimy przez liczbę uczestników. Otrzymujemy w ten sposób średnią liczbę sekund od ostatniej pełnej godziny.

4. Zamieniamy otrzymane sekundy na minuty i sekundy, a wynik notujemy w *Arkuszu pomiarów czasu*.

Zadanie II. Czy nasze zegary są dokładne?, czyli sporządzanie histogramu wyników i odchylenie od średniej (każdy uczeń wykonuje samodzielnie).

1. Obliczamy różnicę pomiędzy czasem, który został zmierzony, a czasem średnim, odejmując mniejszą wartość od większej tak, aby wynik był dodatni (czyli bierzemy zawsze *wartość bezwzględną* różnicy).

2. Dodajemy wszystkie różnice. Dzielimy otrzymaną sumę przez liczbę uczestników. W ten sposób otrzymujemy średnie odchylenie, które jest miarą tego, na ile poszczególne pomiary różnią się od czasu średniego.

3. Wykreślamy odchylenia poszczególnych pomiarów od wartości średniej. Każdy przedział czasowy ma szerokość 10 sekund. Zapisujemy średnią liczbę sekund w środkowym polu. Wpisujemy krzyżyk (X) w przedziale oznaczającym liczbę sekund, jaka upłynęła od pełnej godziny. Taki rodzaj wykresu nazywa się histogramem.

Jak zmieniłyby się wykres, gdybyśmy mieli mniej dokładne zegary? Jak wyglądałby wykres, gdyby zegary były bardziej dokładne?

Rozszerzony zakres zajęć

Jeżeli mamy do dyspozycji odbiornik GPS, możemy się nim posłużyć do ustawienia zegarów. Wskazania czasu wyświetlane na odbiorniku GPS będą najdokładniejsze ze wszystkich nam dostępnych. Zwracamy uwagę na to, jak zmienia się obliczone średnie odchylenie, kiedy wskazania zegarów są dokładniejsze.

Jeżeli mamy dostęp do komputerowego arkusza kalkulacyjnego, można zautomatyzować obliczenia.

Możemy zapoznać uczniów z pojęciami z dziedziny statystyki, takimi jak odchylenie standardowe i wariancja.

Ocena osiągnięć uczniów

1. Czy uczniowie potrafią odpowiedzieć na pytanie: Czym różniłyby się histogram, gdyby mieli dokładniejsze lub mniej dokładne zegary.

Odp.: *byłby dokładniejszy*: krzyżyki zgrupowane bliżej siebie, *byłby mniej dokładny*: krzyżyki bardziej rozrzucone.

2. Czy uczniowie potrafią zapisywać wskazania zegara? Czy jakiś wynik powinien być odrzucony? Jeżeli jakiś pojedynczy wynik jest zupełnie nieodpowiedni, na przykład zegar, z którego był odczytany, nie chodzi, to taki wynik należy oczywiście odrzucić.

3. Uczniowie powinni podać przykłady pomiarów czasu, które kiedykolwiek wykonywali, oraz porównać dokładność, którą mogli wtedy osiągnąć, z dokładnością, która była im wtedy potrzebna.

4. Uczniowie powinni wiedzieć, że przed przystąpieniem do planowanego zadania należy ustalić, jaka rozdzielczość i dokładność przyrządów pomiarowych będzie im potrzebna.

Przykład wypełnienia *Arkusza pomiarów czasu* i histogramu

Numer uczestnika	Czas zapisu (godz. min. sek.)	Sekundy od ostatniej pełnej godziny (sek.)	Średnia (sek.)	Różnica od średniej (sek.)	Średnia wartość wszystkich różnic
1	12 30 8	1800		6,9	
2	12 20 54	1794		12,9	
3	12 30 1	1801		5,9	
4	12 30 15	1815		8,1	
5	12 31 1	1861		54,1	
6	12 30 25	1825	1806,9	18,1	16,08
7	12 30 3	1803	Średnia liczba sekund od pełnej godziny	3,9	Średnie odchylenie
8	12 30 7	1807		0,1	
9	12 29 22	1782		44,9	
10	12 30 1	1801		5,9	
11					
12					
13					
14			Suma podzielona przez liczbę uczestników		Różnica sum podzielona przez liczbę uczestników
15					
10	= liczba uczestników	18069	= suma	160,8	= różnica sum
		średni czas (minuty)	(sekundy)		
		30	5,9		

