

Elektroniczna konsola nawigacyjna

Założenia projektowe

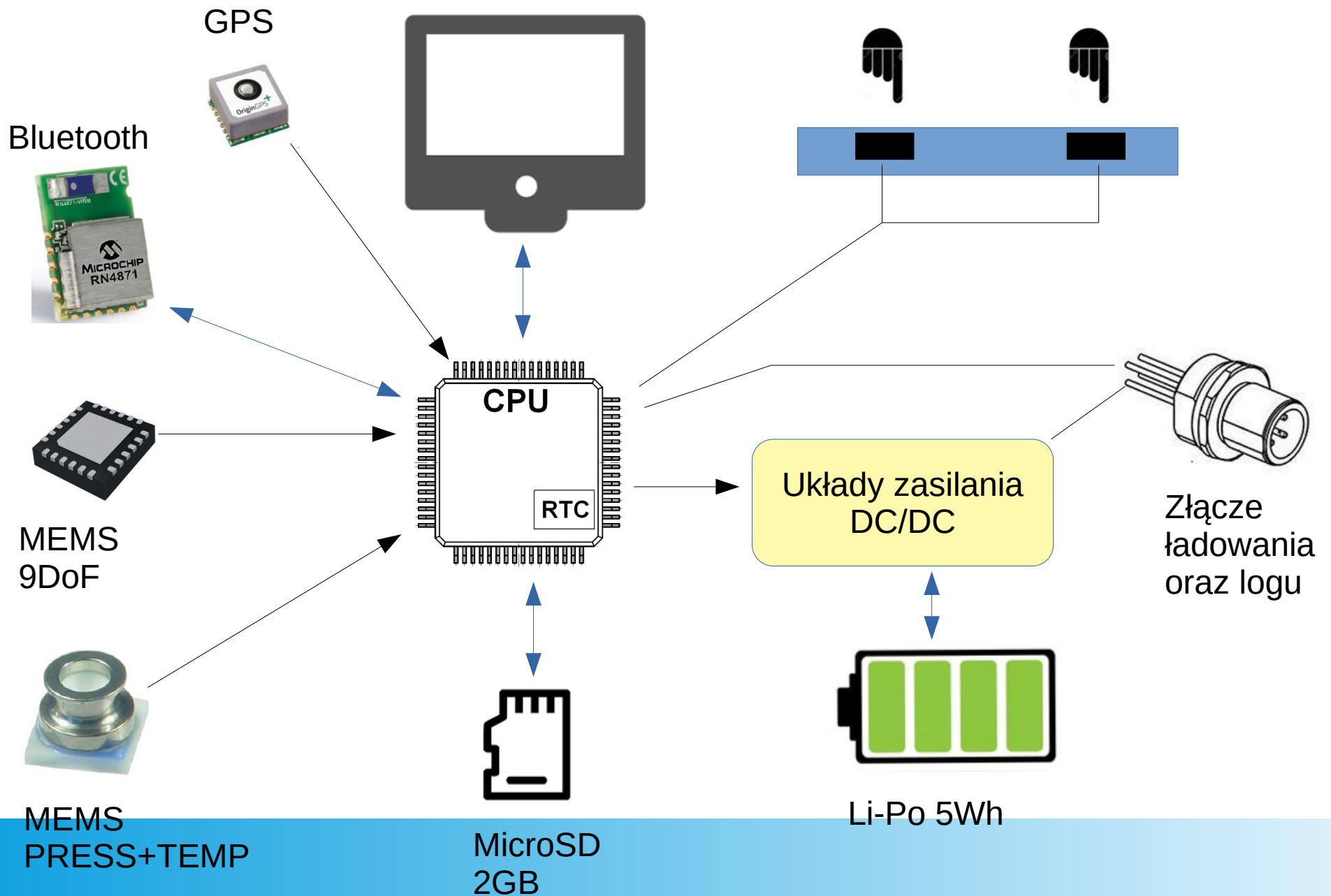
- Urządzenie ma wspomagać nurka pod wodą
- Oblicza i wyświetla istotne informacje :
głębokość, kurs, prędkość, czas w zanurzeniu
- Oblicza w pamięci bieżące położenie w
przestrzeni 3D
- Rejestruje w wybranych momentach pełen
zestaw parametrów
- Zapis uzupełniają odczyty GPS (jeśli uda się je
zdobyć)

Budowa zewnętrzna

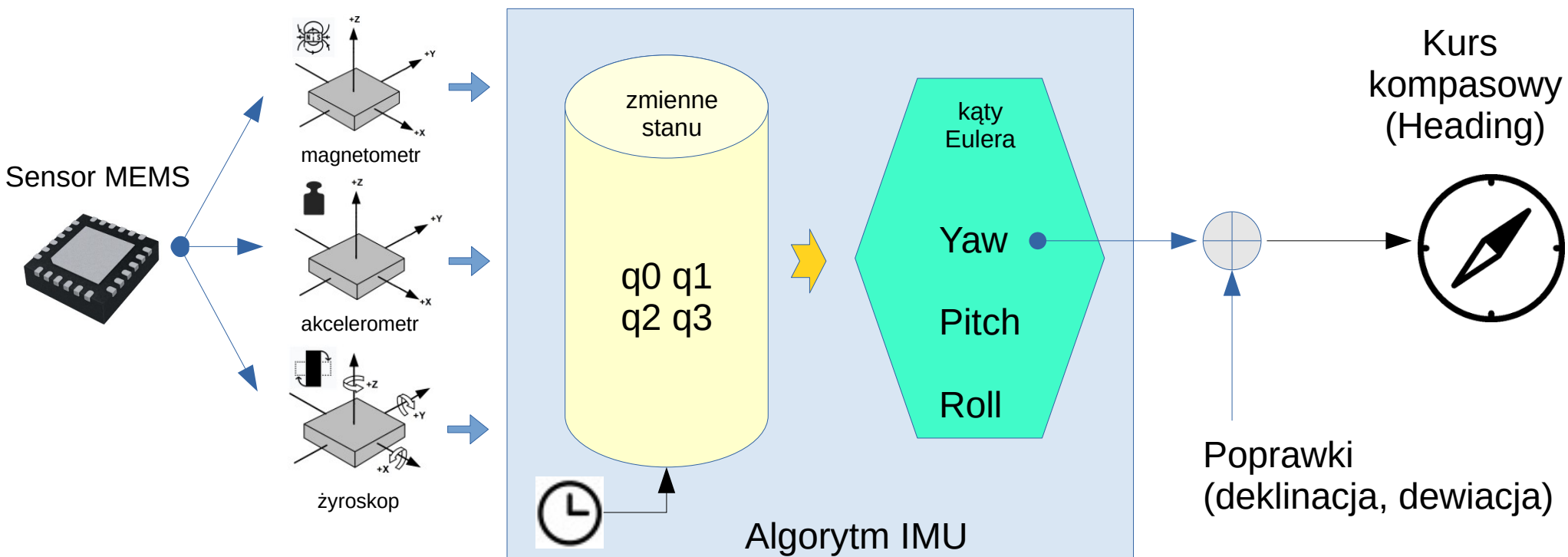
1. Mocowanie uniwersalne górne
2. Szczelina sensora oświetlenia zewnętrznego (nie zakrywać)
3. Dodatkowa dioda LED koloru czerwonego – sygnalizacja funkcji specjalnych (np. ładowanie baterii)
4. Wyświetlacz / ekran
5. Przycisk górny (NEXT)
6. Przycisk dolny (SET, REC, HOLD)
7. Gniazdo zewnętrzne – do ładowania i podłączenia logu prędkościomierza
8. Mocowanie uniwersalne dolne



Schemat blokowy

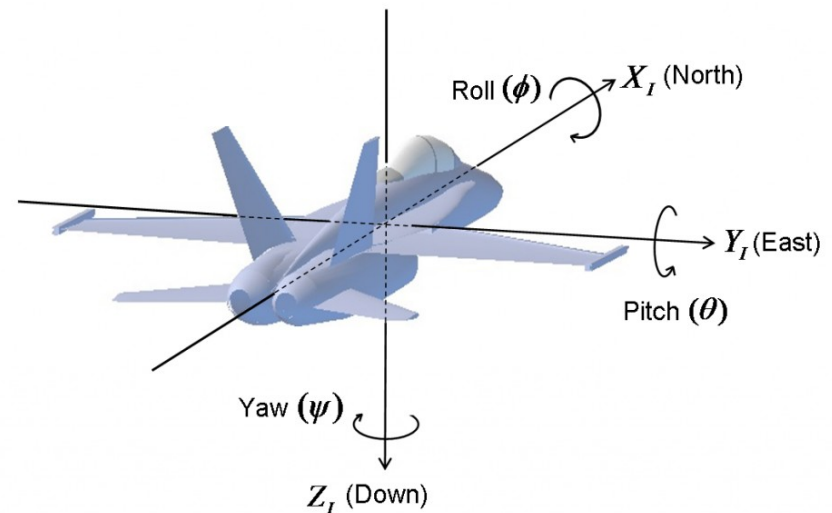


Obliczanie kierunku

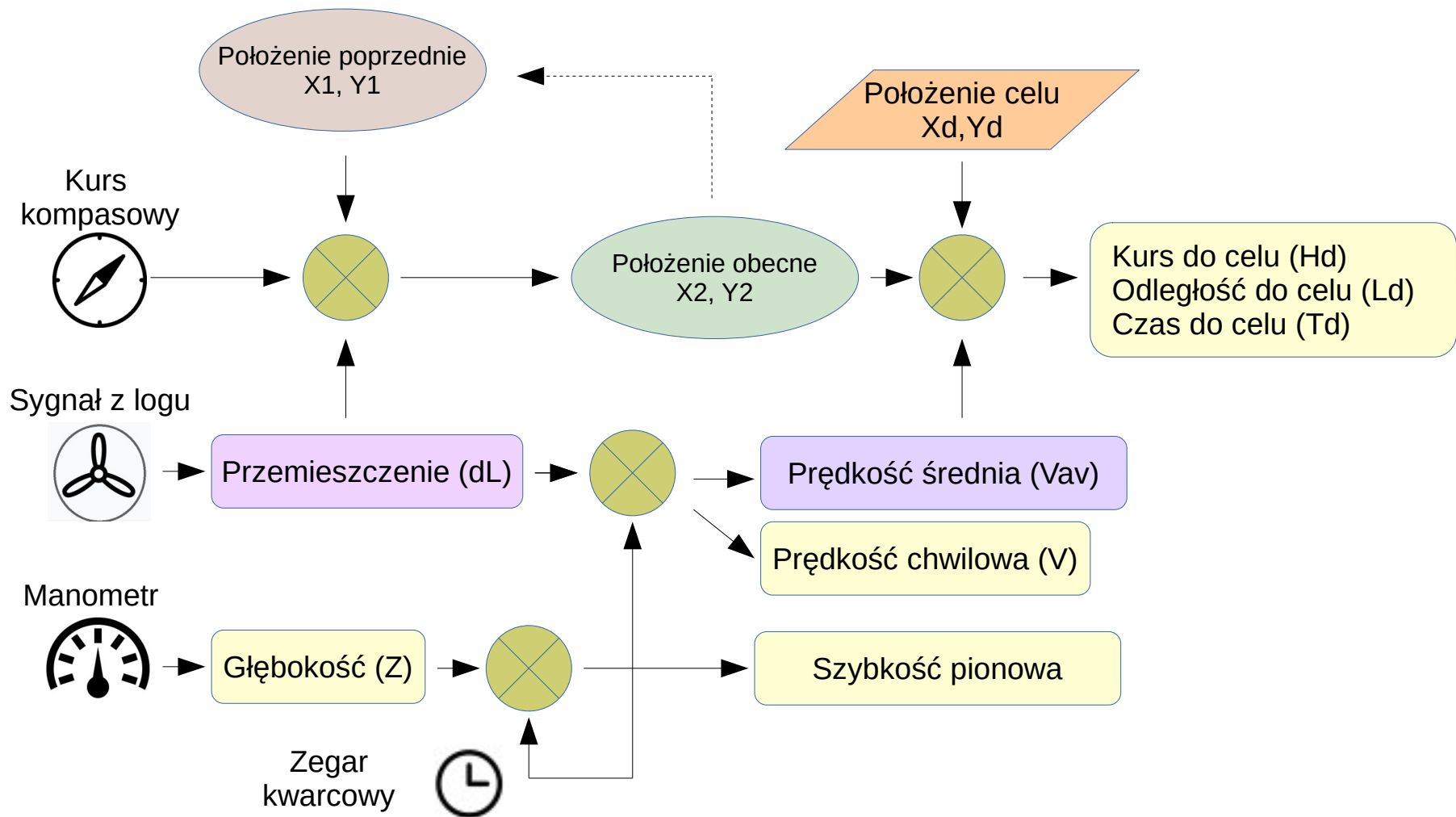


Układ współrzędnych

- Z uwagi na wykorzystywanie kątów Eulera, wewnątrznie stosowany układ współrzędnych NED (North-East-Down)
- Kąt Yaw jest podstawą do wyznaczenia kierunku kompasowego (Heading)

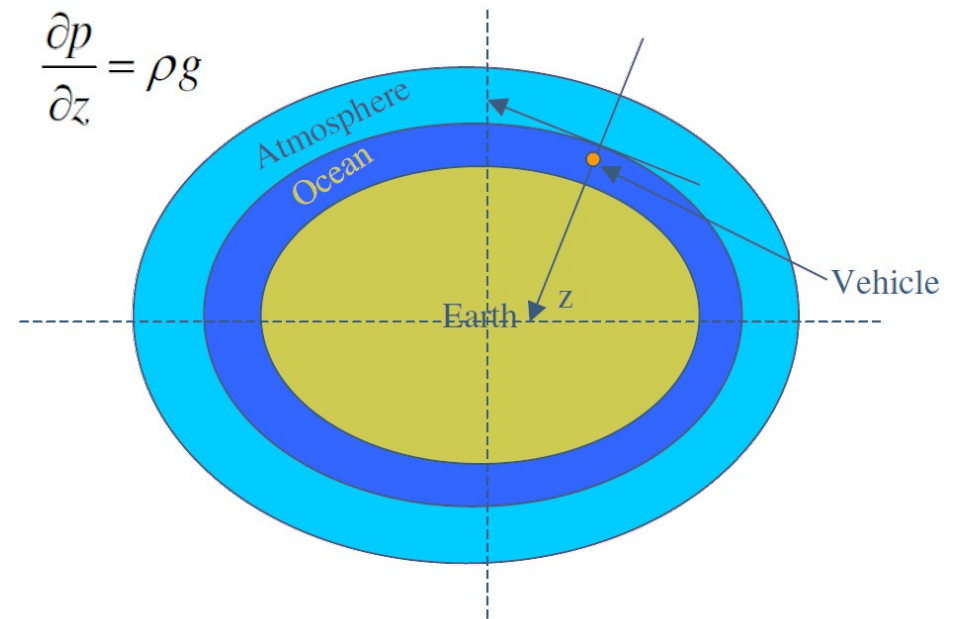


Obliczenia położenia



Wyznaczanie głębokości

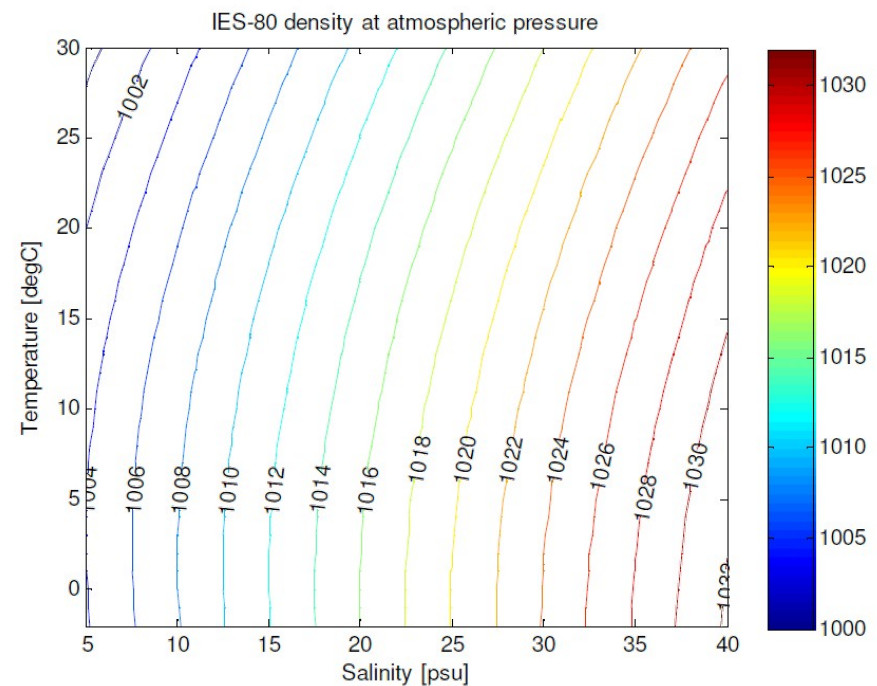
- ✓ Istnieje powiązanie 1-1 między ciśnieniem i głębokością
- x Gęstość ośrodka ρ zależy od głębokości
- x Przyspieszenie ziemskie g zależy od szerokości geograficznej
- x Ciśnienie atmosferyczne nie jest wartością stałą



Obliczenia głębokości a zasolenie

Zasolenie jest istotne do wyznaczenia gęstości wody, a więc i głębokości

- Gęstość wody rośnie wraz z ciśnieniem
- Gęstość wody maleje ze wzrostem temperatury
- Gęstość wody morskiej rośnie ze wzrostem zasolenia
- Zakładamy jednorodność ośrodka w całym zakresie głębokości



Przyspieszenie ziemskie

$$g(\varphi, h) \approx 9,780318 (1 + 0,0053024 \sin^2 \varphi - 0,0000058 \sin^2 2\varphi) - 3,086 * 10^{-6} * h$$

gdzie: φ – szerokość geograficzna, h – wysokość m.n.p.m

dla $\varphi \in (0 \dots 90)$, $h \in (0 \dots 1000 \text{ m}) \Rightarrow g \in (9,7772 \dots 9,8322)$; $9,8047 \mp 0,56 \%$

Przyspieszenie ziemskie :

- na równiku : 9,78030
- na biegunie: 9,83332
- najmniejsze : 9,7639
- największe : 9,8337

Przyjęta wartość stała :

$$g = g_N = 9,80665 \text{ m/s}^2$$

Błąd dla obliczeń

– poniżej 1%

Obliczanie głębokości - wzory

$$P = P_{hydr} + P_{atm}$$

gdzie

P_{hydr} – ciśnienie słupa wody

P_{atm} – ciśnienie atmosferyczne

$$P_{hydr} = \rho \cdot g \cdot h \Rightarrow$$

$$h = (P - P_{atm}) / (\rho \cdot g)$$

gdzie

h – wysokość słupa wody

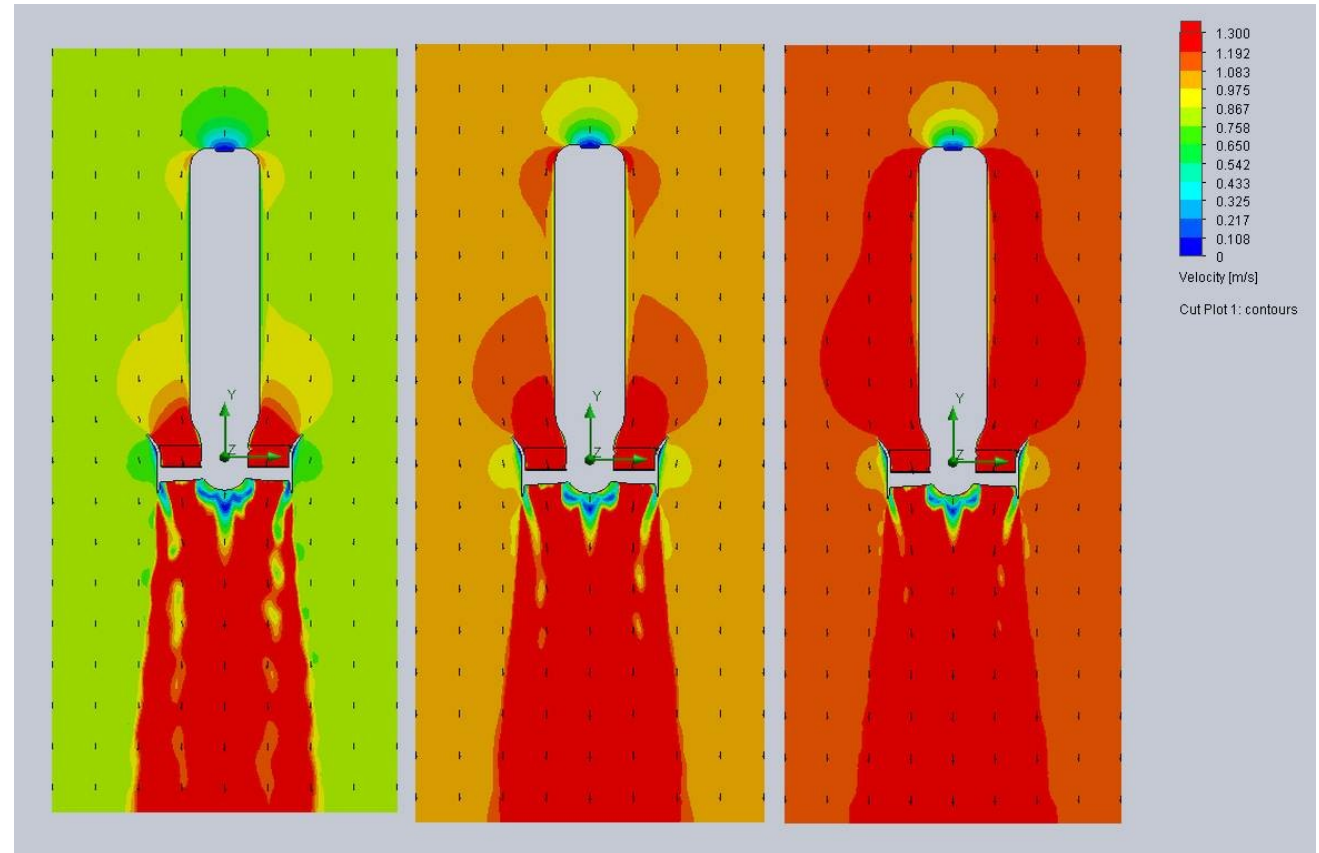
ρ – gęstość ośrodka

g – przyspieszenie ziemskie

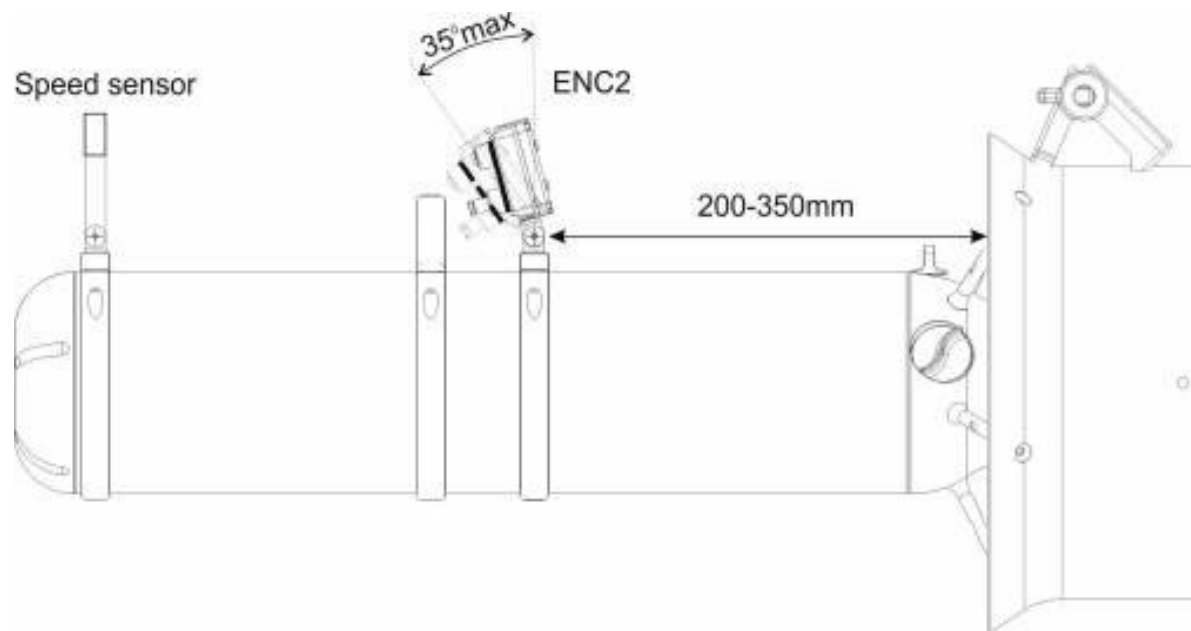
- Ciśnienie atmosferyczne musi być mierzone przez urządzenie w sposób ciągły, nawet w stanie wyłączenia
- g przyjmujemy jako stałe
- ρ obliczamy przy każdym pomiarze

Pomiar prędkości

- Skuter płynąc zaburza rozkład ciśnienia
- Zaburzenie zmienia się zależnie od prędkości płynięcia
- Można wybrać punkt, w którym brak zaburzeń



Zalecany sposób montażu



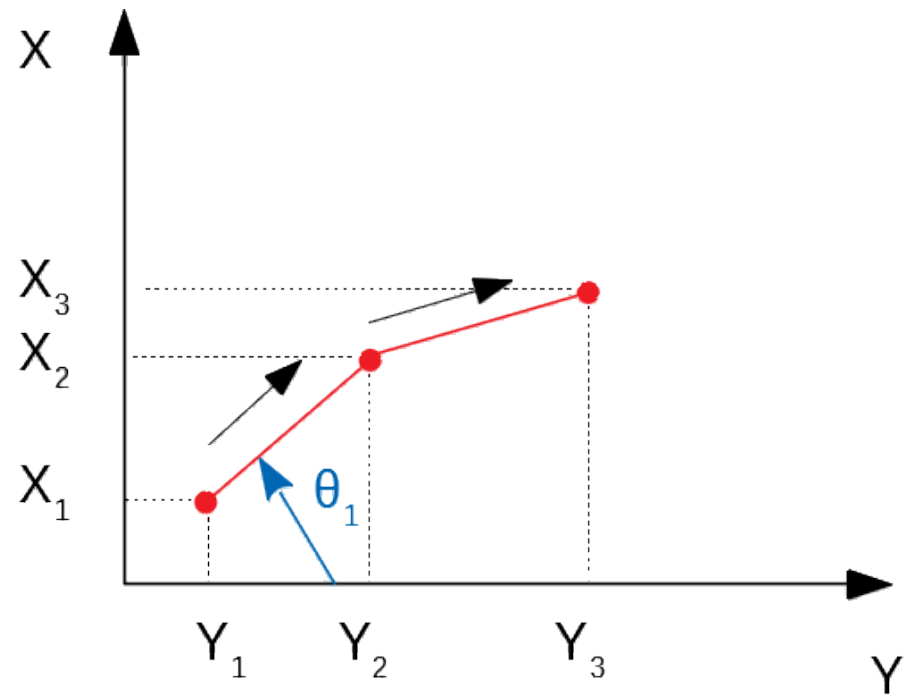
- Czujnik prędkości w obszarze najmniejszych zaburzeń wody
- Nawigacja w obszarze najmniejszych zaburzeń pola magn.
- Obserwacja i zapis kamerą możliwe i wygodne

Arytmetyka położenia

- Obliczenia prowadzone z dużą częstotliwością pozwalają przybliżyć dowolną krzywą złożeniem odcinków prostych

$$X_{N+1} = X_N + V \cdot \Delta t \cdot \cos \theta$$

$$Y_{N+1} = Y_N + V \cdot \Delta t \cdot \sin \theta$$



Obliczenia nawigacyjne

- Do zapisanego celu

$$L = \sqrt{(X_D - X)^2 + (Y_D - Y)^2 + (Z_D - Z)^2}$$

$$\theta = \text{atan}\left(\frac{Y_D - Y}{X_D - X}\right)$$

$$t = L / V_{\text{średnie}}$$

- Do powrotu

$$L = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$$

$$\theta = \text{atan}(Y / X)$$

$$t = L / V_{\text{średnie}}$$

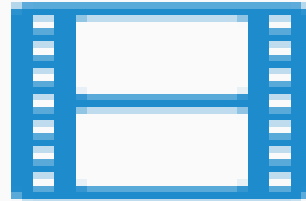
- Kurs ustalany w płaszczyźnie X-Y
- Odległość liczona zawsze w przestrzeni X-Y-Z
- Czas ustalany na podstawie prędkości średniej z ostatnich 30 sekund

Tryby działania

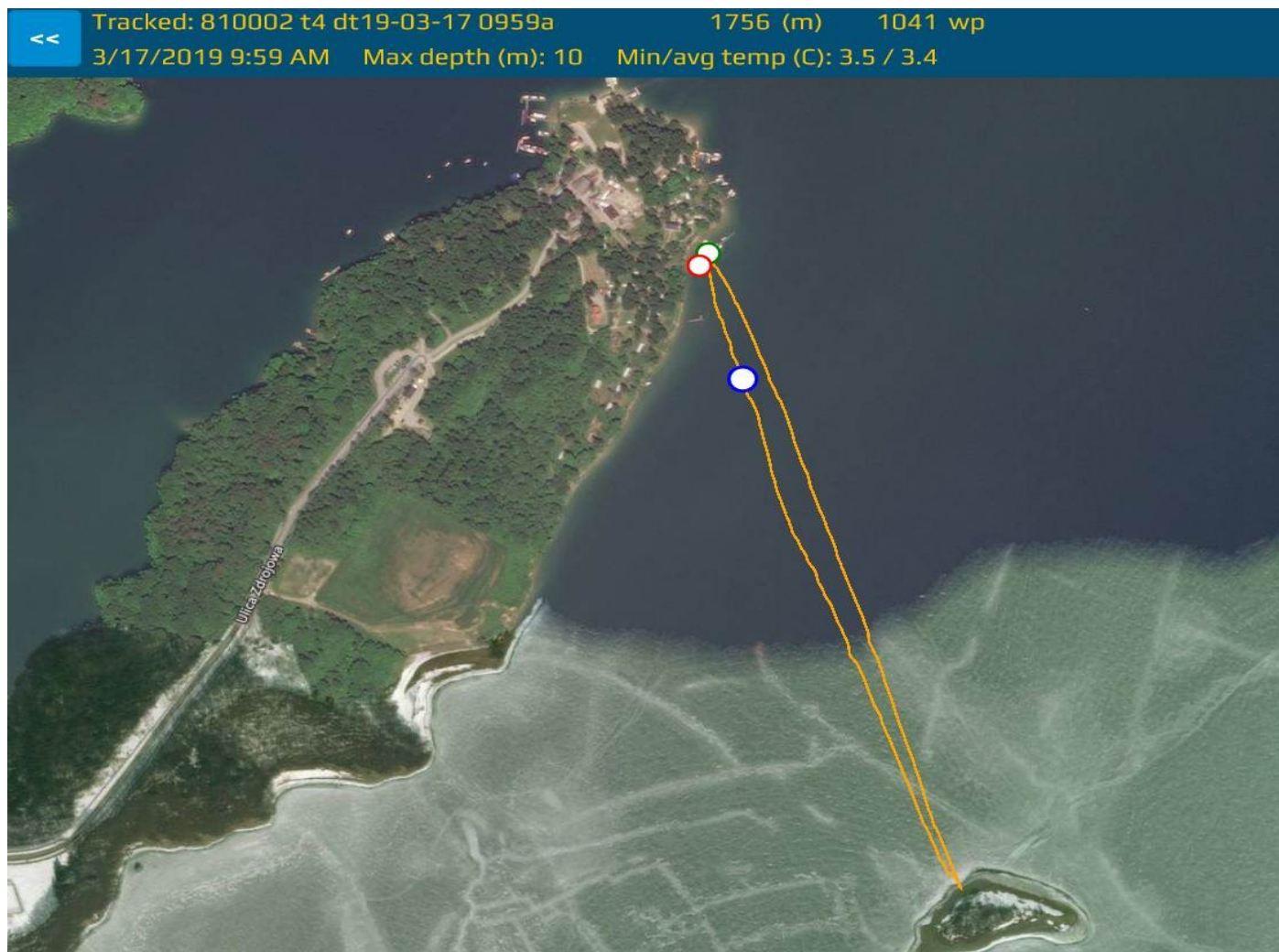
- Rzeczywisty – drogę i prędkość mierzymy dzięki podłączeniu sensora logu
- Inercyjny – zakładamy pływanie ze stałą prędkością średnią (log odłączony)
- Sterowanie obliczeniami – tryb REC i HOLD

	REC	HOLD
Obliczanie prędkości	TAK	TAK
Obliczanie położenia	TAK	NIE
Zapis danych	TAK	NIE
Szacowanie kursu i odległości	TAK	NIE

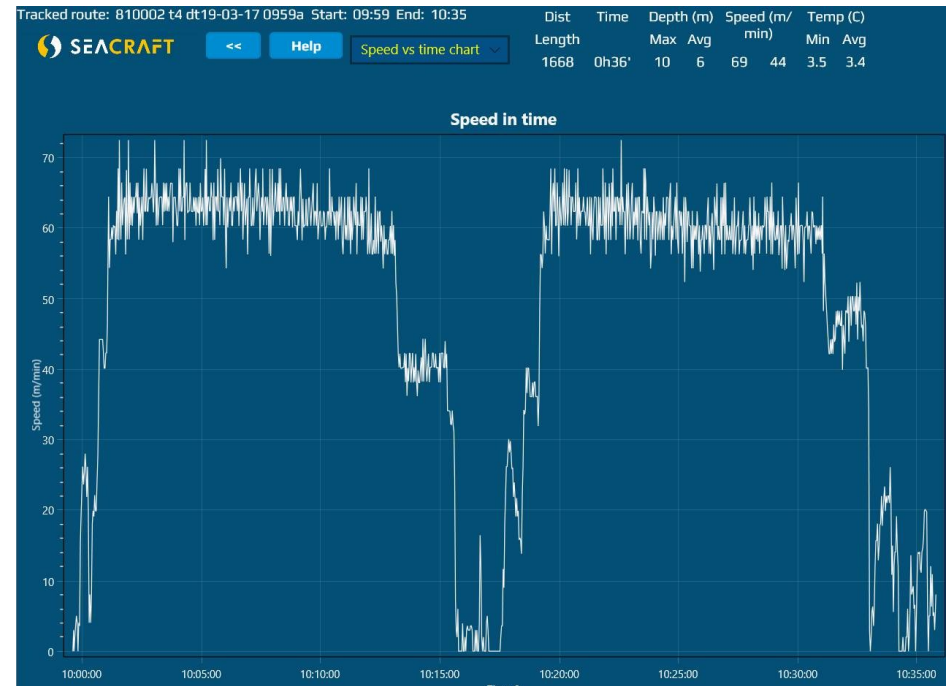
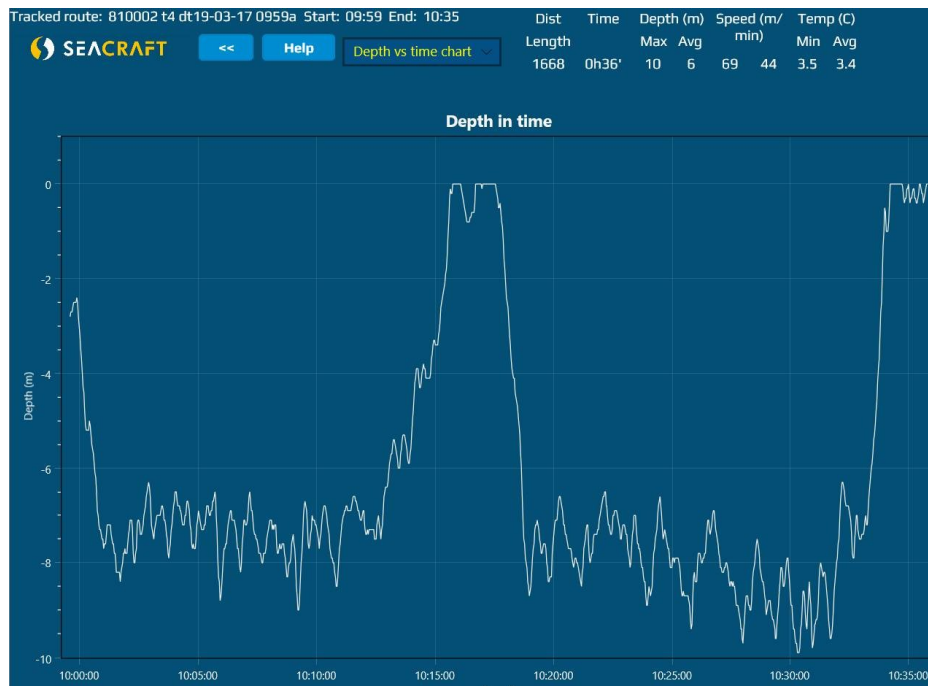
Przykład działania



Zapis danych - położenie



Zapis – głębokość i prędkość



Dziękuję za uwagę.