

# Analiza zmienności powierzchniowych prądów morskich na obszarze Ławicy Słupskiej i jej okolic w okresie lata i zimy 2020 roku.

Weronika Pucek

Link do projektu: <https://drive.google.com/drive/folders/1-ulNKFR0cnJWogjdEOjpSG20oPk4RjdO?usp=sharing>

---

## Abstrakt

Powierzchniowe prądy morskie są głównie wywoływane przez wiatry, zasolenie oraz temperaturę wody. W zależności od sezonu, powyżej wymienione wartości zmieniają się, co indykowałoby, że prędkości i kierunki prądów powierzchniowych są zmienne w zależności od sezonu. Sukcesywne wyznaczenie, w jaki sposób prądy powierzchniowe zmieniają się w zależności od sezonu, pozwoliłoby na lepsze zarysowanie jak czynniki takie jak powierzchniowe prądy morskie wpływają na przykład na: przemieszczanie się osadów dennych lub na siedliska ptaków i ryb w rejonie Morza Bałtyckiego. Do analizy zmienności prądów przypowierzchniowych zostaną zasięgnięte dane dla sezonów letniego i zimowego z roku 2020 z portalu SatBałtyk prowadzonego przez Instytut Oceanologii PAN. Analizy i wizualizacja wyników zostaną przeprowadzone w programie RStudio. Uzyskane zostaną wykresy porównujące prędkości oraz kierunki prądów dla okresów letniego i zimowego. Następnie zostanie opisana różnica wartości prędkości i kierunków prądów powierzchniowych dla dwóch wytypowanych sezonów.

## Uwagi

Z uwagi na charakter danych dwóch zaplanowanych wykresów nie udało się utworzyć:

- Dwa wykresy x (prędkość) i y (miesiąc) dla lata i zimy prezentujące średnią prędkość prądów powierzchniowych dla wybranych miesięcy.
- Ostatni wykres prezentowałby by różnice między dwoma wcześniej wykonanymi wykresami. Różnica ta byłaby zaprezentowana poprzez wykorzystanie nałożenie na siebie tych dwóch wykresów i opisanie występujących różnic w prędkości.

Udało się wyizolować dane dotyczące dat i czasu z plików .nc, lecz nie udało się ich przypisać do wartości prędkości i kierunków.

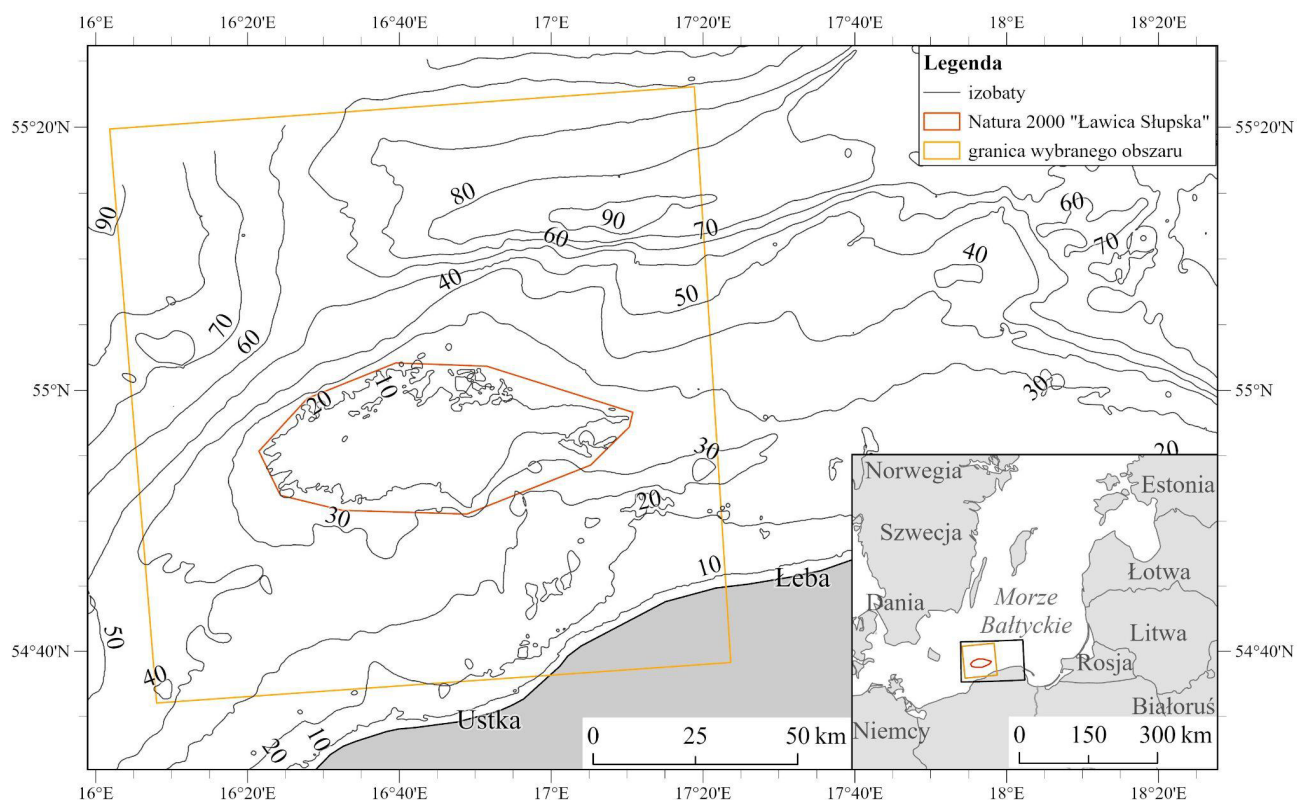
Również, zważywszy na rozmiar danych, obszar analizy został zmniejszony do wybranego poligonu na Bałtyku.

## Wstęp

Prądy morskie na Morzu Bałtyckim są wywoływane przez takie czynniki jak: naprężenie wiatru na powierzchni morza, wychylenie swobodnej powierzchni morza oraz przyspieszenie Coriolisa (Piłczyński K., 2020). Prądy morskie powierzchniowe są wywoływane głównie przez wiatr i panujące warunki pogodowe na Morzu Bałtyckim. Zważywszy na różnice meteorologiczne w sezonach letnim i zimowym można założyć, że kierunki i prędkości prądów powierzchniowych na Bałtyku mogą się od siebie różnić w zależności od sezonu.

Obszar poddany analizie zaznaczony jest na Ryc. 1 i jego powierzchnia wyniosła około 6668 km<sup>2</sup>. W jego granicach znajduje się obszar Natura 2000 „Ławica Słupska” położony na południowej części Bałtyku. Jest to obszar chroniony znajdujący się około 22 km na północ od Ustki i ma powierzchnię wynoszącą ok. 801 km<sup>2</sup>.

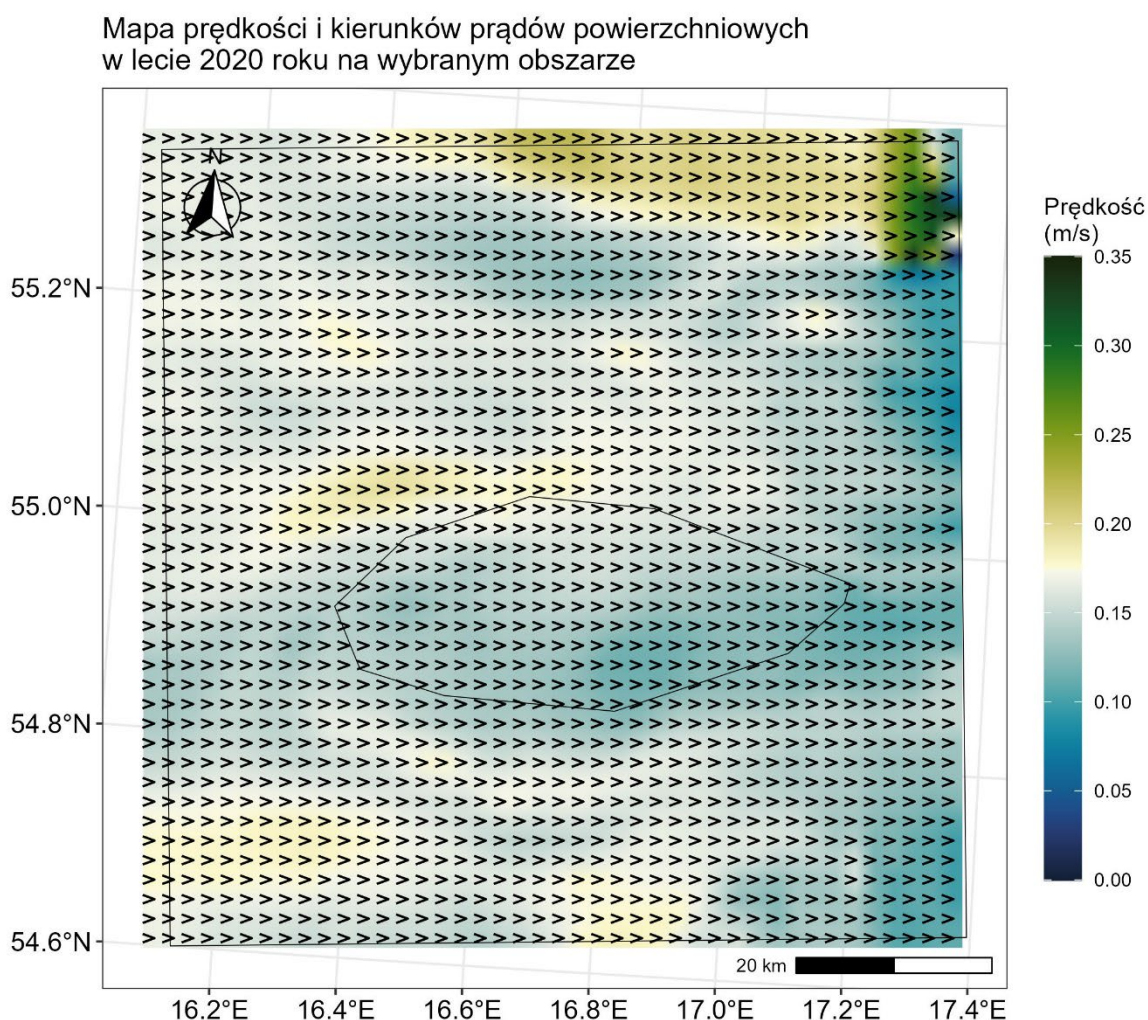
Porównane zostały kierunki i prędkości prądów powierzchniowych na wybranym obszarze Ławicy Słupskiej i jej okolic dla dwóch sezonów w 2020 roku. Jako sezon letni wzięto pod uwagę miesiące od czerwca do sierpnia. Zważywszy na rozmiar danych sezon ten został skrócony od 15 czerwca do 15 sierpnia. Jako sezon zimowy wzięto pod uwagę miesiące od 1 grudnia 2020 roku do 1 lutego 2021 roku.



Ryc. 1. Położenie obszaru Natura 2000 „Ławica Słupska” na Morzu Bałtyckim.

## Wyniki

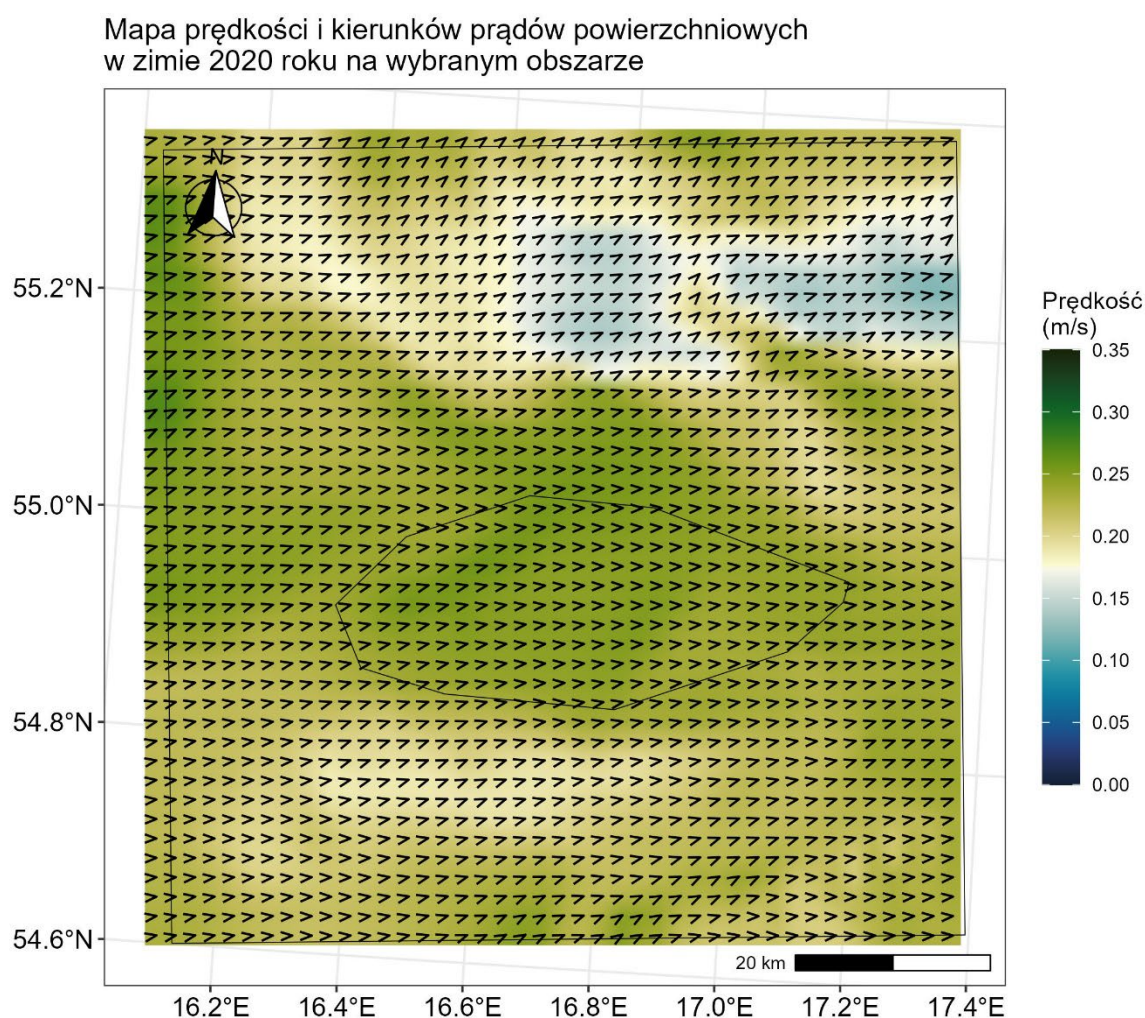
Poniżej, na Ryc. 2, przedstawiona została mapa uśrednionych prędkości i kierunków prądów powierzchniowych na wybranym obszarze Ławicy Słupskiej i jej okolic. Zwizualizowane wyniki reprezentują warunki prądów powierzchniowych w okresie letnim (15.06 - 15.08). Zaczynając od opisu kierunków prądów powierzchniowych, widoczne jest, że na całości wykresu prądy poruszają się głównie w kierunku wschodnim. Świadczy to o tym, że w okresie letnim 2020-go roku taki kierunek poruszania się prądów powierzchniowych przeważał. Wartości prędkości są już bardziej zróżnicowane. Średnio, wartości prędkości na obszarze analizy znajdują się w granicach ok. 0,1-0,2 m/s. W części północno-wschodniej od Ławicy Słupskiej prędkości rosną na sile i wynoszą ok. 0,2-0,35 m/s. W samym obszarze Ławicy Słupskiej prędkości są mało od siebie zróżnicowane i mają wartości ok. 0,1-0,15 m/s, gdzie w części południowo-wschodniej osiągają najwyższe wartości.



*Ryc. 2. Kierunki i prędkości prądów powierzchniowych w lecie 2020 roku na obszarze Ławicy Słupskiej i jej okolic.*



Poniższa rycina (Ryc. 3) przedstawia mapę uśrednionych wartości prędkości i kierunków prądów powierzchniowych dla sezonu zimowego (1.12.2020 – 1.02.2021) na obszarze analizy. W sezonie zimowym przeważają kierunki wschodnie i północno-wschodnie prądów powierzchniowych. W części północnej mapy, kierunki skłaniają się lekko na północ w porównaniu do reszty. Wartości prędkości prądów w porównaniu do sezonu letniego (Ryc. 2) są wyższe. Na obszarze analizy, średnio wartości prędkości wynoszą ok. 0,2-0,25 m/s. W części północno-wschodniej mapy prędkości natomiast spadają do ok. 0,1-0,15 m/s. W obrębie granicy Ławicy Słupskiej wartości prędkości są silne w porównaniu do obszarów w jej okolicach. Wartości prędkości prądów powierzchniowych tam wahają się ok. 0,23-0,3 m/s. Większe prędkości występują też przy zachodniej granicy obszaru analizy, gdzie osiągają wartości ok. 0,20-0,3 m/s.

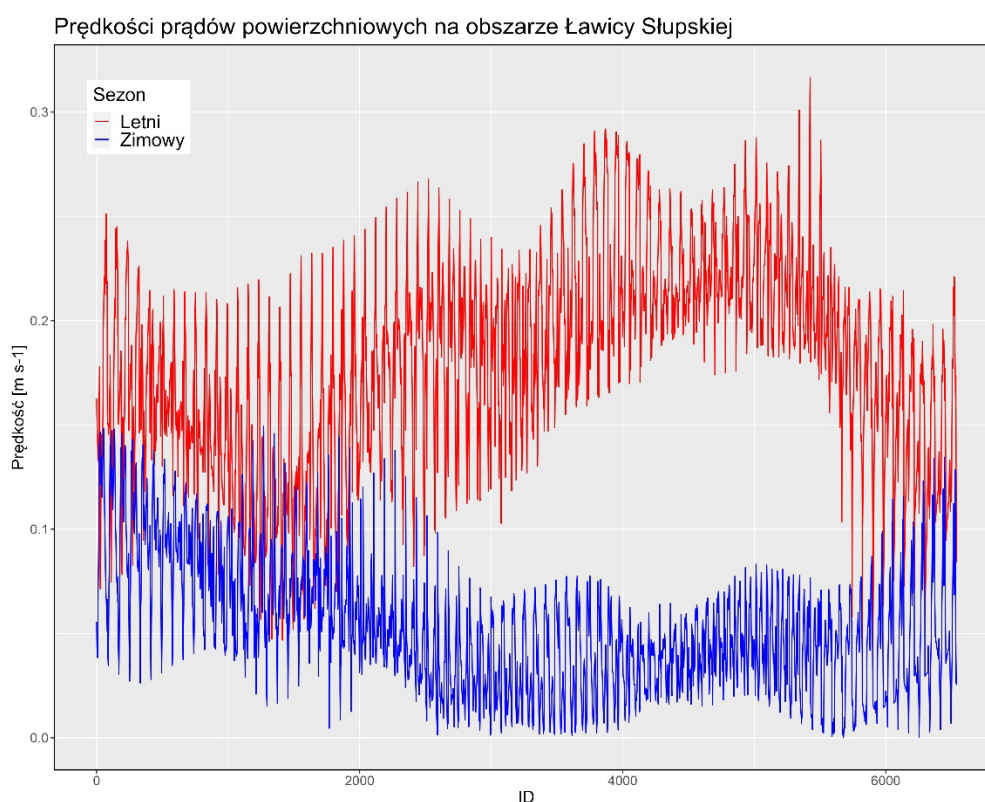


*Ryc. 3. Kierunki i prędkości prądów powierzchniowych w zimie 2020 roku na obszarze Ławicy Słupskiej i jej okolic.*

Poniższa rycina (Ryc. 4) przedstawia wykres zmienności prędkości prądów powierzchniowych w sezonie letnim i zimowym. Na osi x przedstawione są indeksy poszczególnych pomiarów. Na osi y prędkości prądów powierzchniowych wyrażone w m/s. Pomiary są posegregowane w kolejności rosnącej, czyli ID = 0 odnosi się do daty początkowej zebranych danych. Czyli dla sezonu letniego jest to data 15.06.2020, a dla sezonu zimowego 1.12.2020.

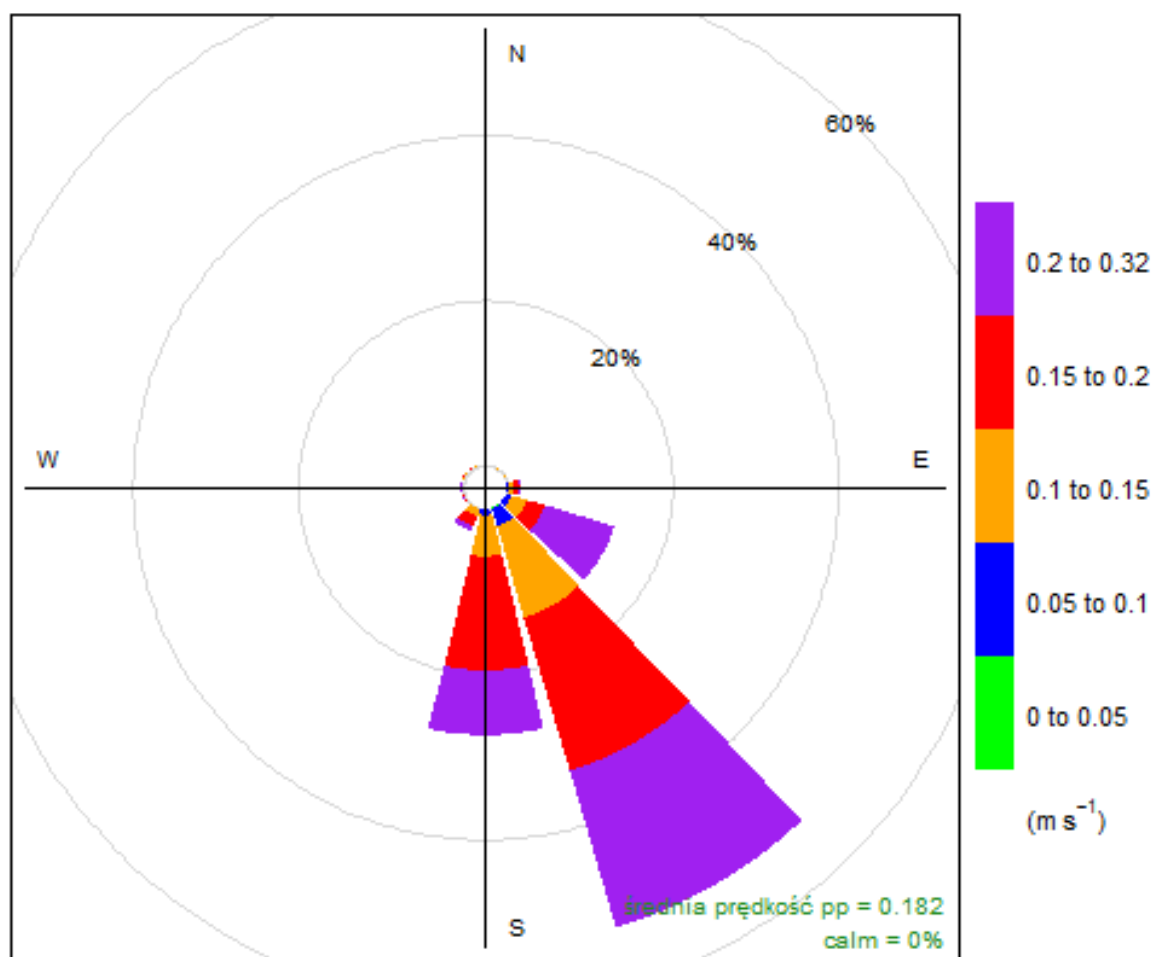
Przechodząc do opisu zmienności wartości prędkości prądów powierzchniowych widoczne jest to, że wartości prędkości są większe dla sezonu letniego. Wartości zaczynają rosnąć mniej więcej w połowie osi x i wtedy prędkość maksymalna dla sezonu letniego zostaje osiągnięta (0,29-0,33 m/s). Tam, gdzie wartości prędkości dla sezonu letniego wzrastają, tam spadają dla sezonu zimowego. Od mniej więcej połowy osi x wartości prędkości dla zimy spadają i zostaje wtedy osiągnięta minimalna wartość (0 m/s). Wykres ten świadczy, więc o tym, że wraz z nasileniem się lata (wzrostem temperatury) prędkości prądów powierzchniowych wzrastają, a wraz z nasileniem się zimy (zmniejszenie się temperatury) prędkości maleją.

Jest to sprzeczne z wieloma badaniami, gdyż okresy sztormowe, czyli okresy cechujące się silnym wiatrem i w skutek silnymi falami, występują w okresach zimowych (Jania i Zwoliński, 2011).



Ryc. 4. Prędkości prądów powierzchniowych na obszarze Ławicy Słupskiej w 2020 roku.

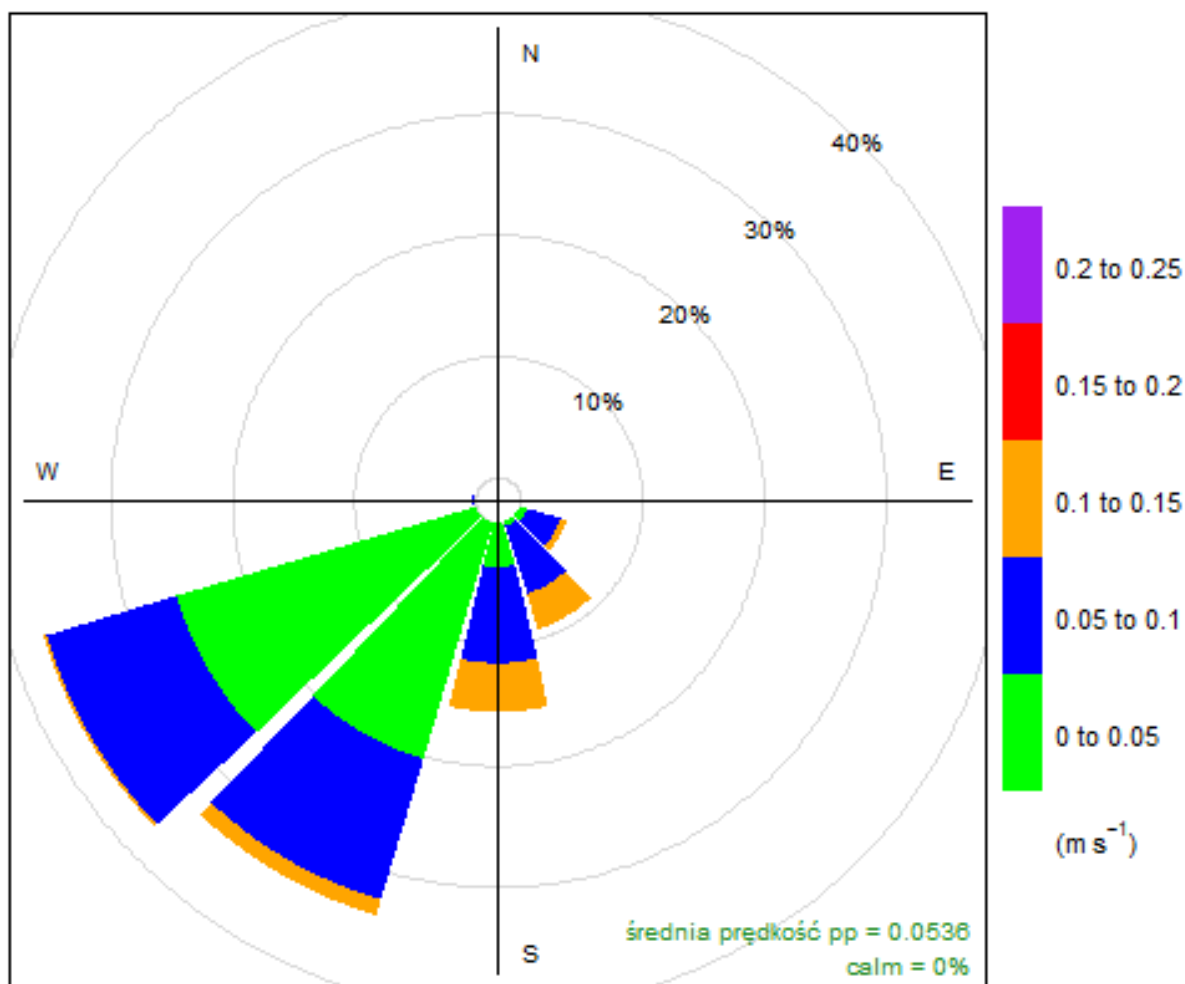
Poniższy wykres (Ryc. 5) przedstawia różę kierunków prądów powierzchniowych i ich prędkości dla sezonu letniego. Na początek, najbardziej zauważalny jest kierunek prądów powierzchniowych, który występował najczęściej w sezonie letnim. Jest nim kierunek południowo-wschodni i przeważa w ok. 50%. W kierunku tym prądy powierzchniowe osiągały zmienne wartości prędkości, od 0,1 do 0,32 m/s. Kolejnym kierunkiem, który występował w ok. 23-24% przypadkach był kierunek południowy. W tym kierunku prądy osiągały głównie prędkości w granicach od 0,15 do 0,2 m/s. Prądy powierzchniowe praktycznie wcale nie poruszały się w kierunkach innych niż tych wyżej wymienionych i nie osiągały prędkości niższych niż 0,1 m/s. Średnia prędkość prądów powierzchniowych została również obliczona i znajduje się w prawym dolnym rogu wykresu róży wiatrów (0,182 m/s).



### **Częstość kierunków prądów powierzchniowych w lecie 2020 (%)**

*Ryc. 5. Częstość kierunków prądów powierzchniowych na obszarze Ławicy Słupskiej i jej okolic razem z rozkładem ich prędkości w lecie 2020 roku.*

Na poniższym wykresie (Ryc. 6) zaprezentowana jest częstość kierunków i prędkości prądów powierzchniowych w okresie zimowym. Kierunkiem, który najbardziej przeważał w tym okresie jest kierunek południowo-zachodni i występował on w ok. 33-38% przypadków. Prędkości w tym kierunku wynosiły od 0 do 0,1 m/s dla kierunków bardziej przesuniętych na zachód i od 0 do 0,15 dla kierunków bardziej zwróconych na południe. W kierunku południowym prądy powierzchniowe występowały w ok. 15% przypadków i osiągały największe prędkości (0-0,15 m/s). W mniejszej częstości prądy powierzchniowe występowały dla kierunku południowo-wschodniego (ok. 10%) i nie występowały wcale w kierunkach innych niż wyżej wymienione. Średnia prędkość prądów powierzchniowych wyniosła 0,0536 m/s.



### Częstość kierunków prądów powierzchniowych w zimie 2020 (%)

Ryc. 6. Częstość kierunków prądów powierzchniowych na obszarze Ławicy Słupskiej i jej okolic razem z rozkładem ich prędkości w zimie 2020 roku.

## Spis rycin

Ryc. 1. Położenie obszaru Natura 2000 „Ławica Słupska” na Morzu Bałtyckim. ....	2
Ryc. 2. Kierunki i prędkości prądów powierzchniowych w lecie 2020 roku na obszarze Ławicy Słupskiej i jej okolic. ....	3
Ryc. 3. Kierunki i prędkości prądów powierzchniowych w zimie 2020 roku na obszarze Ławicy Słupskiej i jej okolic. ....	4
Ryc. 4. Prędkości prądów powierzchniowych na obszarze Ławicy Słupskiej w 2020 roku. ....	5
Ryc. 5. Częstość kierunków prądów powierzchniowych na obszarze Ławicy Słupskiej i jej okolic razem z rozkładem ich prędkości w lecie 2020 roku. ....	6
Ryc. 6. Częstość kierunków prądów powierzchniowych na obszarze Ławicy Słupskiej i jej okolic razem z rozkładem ich prędkości w zimie 2020 roku. ....	7

## Bibliografia

Piłczyński K., 2020, Warunki meteorologiczne i hydrologiczne oraz charakterystyka elementów fizycznych, chemicznych i biologicznych Południowego Bałtyku w 2018 roku, Rozdział: Warunki hydrologiczne i hydrodynamiczne, Podrozdział: Prądy morskie i wymiana wód, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, s. 34-36

Jania, J.A., Zwoliński, Z., 2011. Ekstremalne zdarzenia meteorologiczne, hydrologiczne i geomorfologiczne w Polsce. Landform Analysis, Vol. 15, s. 51–64.