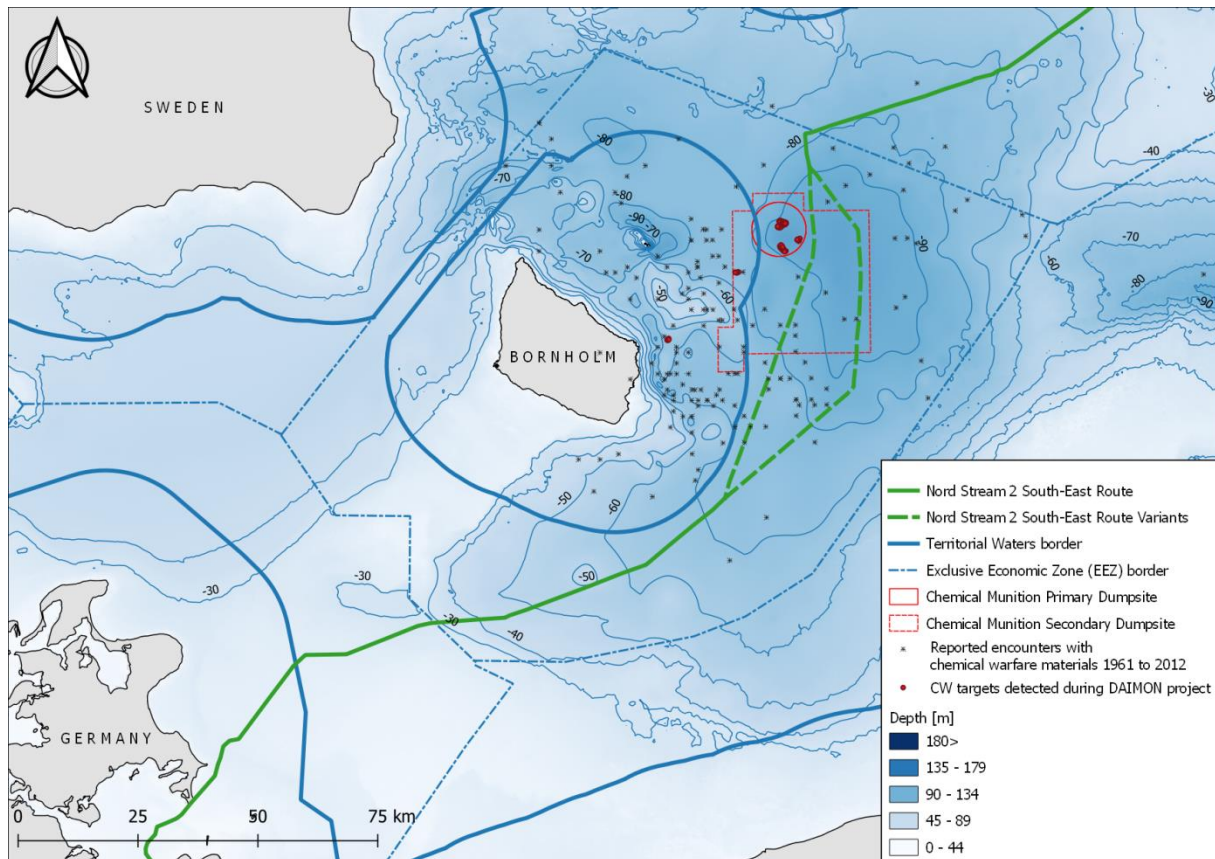


Opinia o konsekwencjach wyboru trasy rurociągu NordStream 2

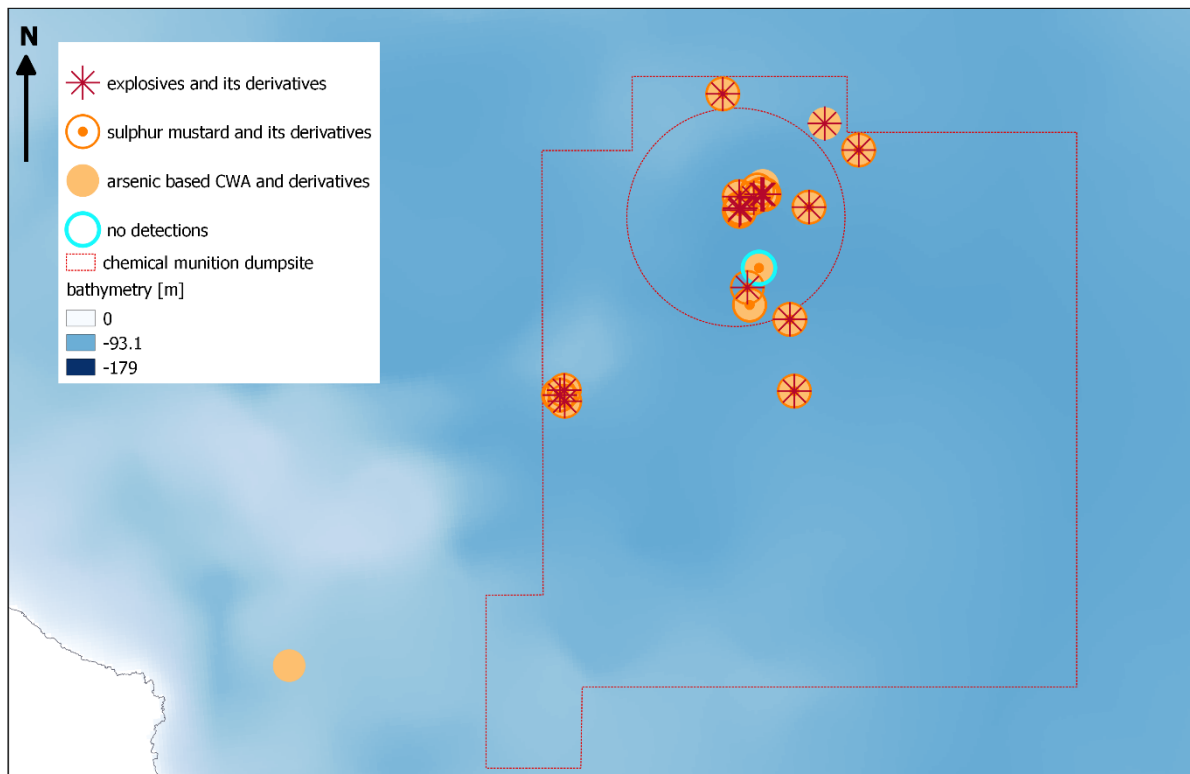
Autorzy: J. Bełdowski, J. Jakacki, J. Andrzejewski, M. Szubska.



Rysunek 1 Lokalizacja nowych wariantów trasy rurociągu NS2

W oparciu o przedstawione przez stronę duńską dokumenty dokonaliśmy digitalizacji projektowanej trasy NS2 w dwóch wariantach południowo-wschodnich. Należy jednak zauważyć, że niska jakość mapy nie pozwoliła na precyzyjną lokalizację trasy, i może być obciążona błędem do kilkuset metrów. Nowa trasa przebiega poprzez obszar zatopienia amunicji chemicznej na Głębi Bornholmskiej. Omija ona pierwotny obszar zatopień, przebiega jednakże przez obszar rozszerzony, wyznaczony ze względu na niską precyzję nawigacji w latach czterdziestych. W rejonie tym znajduje się około 40 000 ton amunicji chemicznej, z czego większość stanowi iperyt (ok 80%) zaś pozostałe to środki oparte o arsen – CLARK I i II oraz Adamsyt (Tobias Knobloch et al., 2013). Próbkę pobrane w programach CHEMSEA, MODUM i DAIMON wykazały w tym rejonie obecność Bojowych Środków Trujących w osadach dennych, czasami w oddaleniu rzędu 200 m od wykrytych obiektów (Rysunek 2). Związki te mogą mieć wpływ na ekosystem (Hoher et al., 2019), zwłaszcza ekosystem denny. Symulacje przeprowadzone w ramach programu MODUM wykazały, że skażone osady mogą być przemieszczane w wyniku oddziaływania prądów przydennych, nawet na znaczne odległości

(Beldowski et al., 2016)



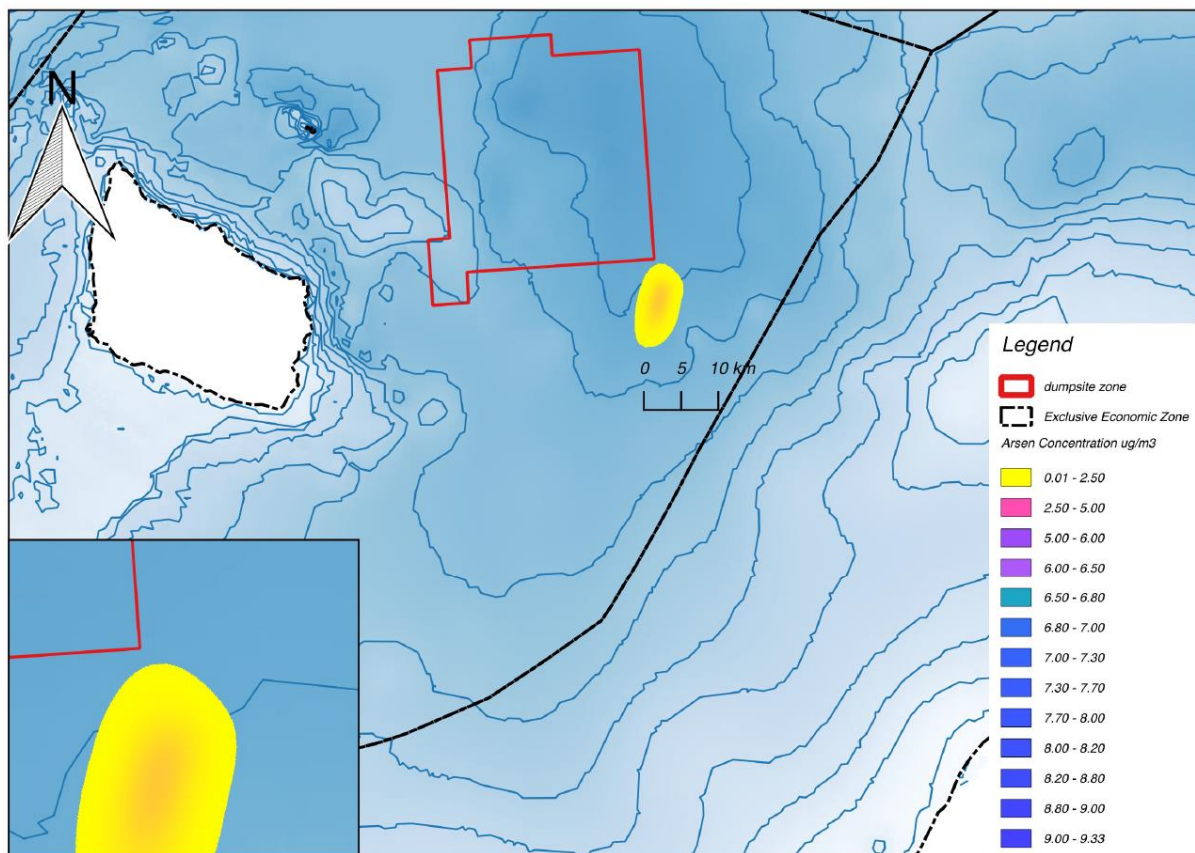
Rysunek 2 Wykrycia BST w rejonie Głębi Bornholmskiej

Należy więc wnioskować, że wariant trasy przebiegający bliżej pierwotnego składowiska jest niekorzystny, ze względu na możliwą resuspensję skażonych osadów i ich uwolnienie do ekosystemu, zaś wariant dalszy przebiega w pobliżu miejsc, gdzie już w przeszłości dokonywano przypadkowych wyłowieni (rysunek 1), i jest także nie pozbawiony ryzyka.

Aby określić możliwe skażenie transgraniczne wykonano numeryczną symulację dla punktu najbliższej polskiej wyłącznej strefy ekonomicznej. Użyto najnowszego modelu wykonanego na potrzeby projektu Interreg DAIMON. Jako źródło zanieczyszczeń wybrano osady zanieczyszczone w stopniu wysokim, ale realistycznym. Przyjęto najwyższe stężenia produktów degradacji iperytu i arsenowych BST wykryte w projekcie DAIMON.

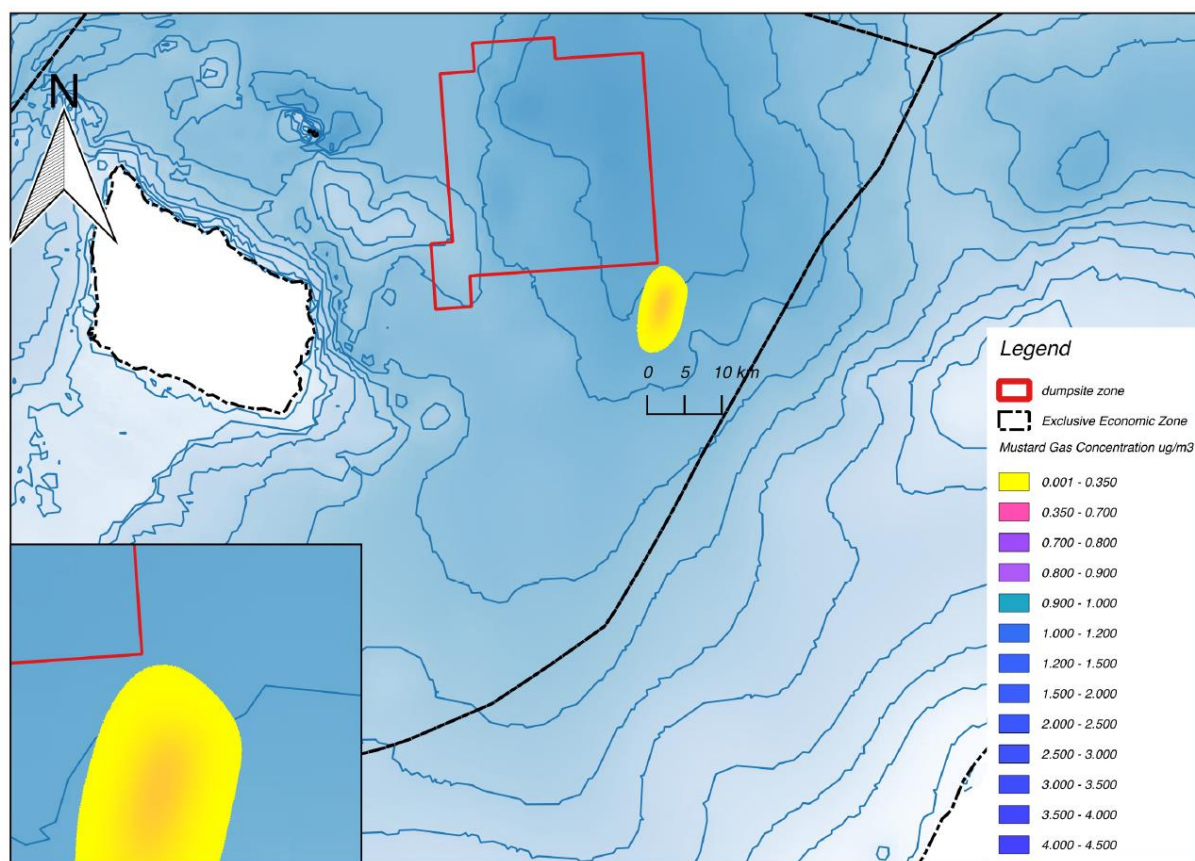
Zaprezentowane wyniki pochodzą z symulacji numerycznych przeprowadzonych za pomocą systemu modelu HRDM (High Resolution Dispersion Model) opracowanego na potrzeby projektu DAIMON. Model składa się z dwóch zasadniczych części. Pierwsza, to system operacyjny eBalticGrid wykonujący raz dziennie symulację dostarczając zarówno prognozy stanu Bałtyku jak również reanalizę. Obliczenia są wykonywane za pomocą trzech modeli przekazujących sobie wzajemnie dane – modelu atmosfery (WRF), modelu hydrodynamicznego (Parallel Ocean Program, POP) oraz modelu złodzenia (CICE). Rozdzielczość horyzontalna tych modeli wynosi odpowiednio 10 km, 2 km i 2 km. Druga część systemu to model który przeskalowuje statycznie dane prądów przydennych z modelu hydrodynamicznego do rozdzielczości 50 m a następnie wykonuje integrację rozprzestrzeniania się umieszczonego w centrum domeny wycieku w czasie. Wyniki są zapisywane co godzinę a warunkiem początkowym jest trójwymiarowa funkcja Gaussa której całka po całej płaszczyźnie jest równa

zadanemu warunkowi początkowemu. Wyniki zostały zaprezentowane w postaci rozkładów koncentracji umieszczonych na mapie. Dodatkowo w celu lepszej orientacji umieszczona została skala odległości oraz wynik został powiększony.



Rysunek 3 Koncentracja Arsenowych BST w 96h po wycieku

Symulacje przeprowadzono dla sytuacji, w której wyciek BST jest jednorazowy, zaś resuspensja osadu dotyczy warstwy o miąższości 10cm z obszaru równego 1m^2 . Jak przedstawiono na rysunku, rozlew zawiesiny nie dociera do obszaru polskiej EEZ, jednakże prowadzi do skażenia dość dużego obszaru. W przypadku resuspensji większego obszaru skażonego BST, lub długotrwałej emisji (np. kolejnego zaburzania skażonych osadów) mogło by dojść do oddziaływań transgranicznych – np. poprzez kolejne wystąpienia resuspensji w wyniku naturalnych prądów przydennych na skażonym wcześniej obszarze. Należy zatem upewnić się, że osady na trasie rurociągu nie zawierają BST, a jeśli by zawierały, unikać zaburzania ich powierzchni w sposób ciągły, np. poprzez przerwy w układaniu.



Rysunek 4 Koncentracja lperytu w 96h po wycieku

References

- Beldowski, J., Klusek, Z., Szubska, M., Turja, R., Bulczak, A.I., Rak, D., Brenner, M., Lang, T., Kotwicki, L., Grzelak, K., Jakacki, J., Fricke, N., Ostin, A., Olsson, U., Fabisiak, J., Garnaga, G., Nyholm, J.R., Majewski, P., Broeg, K., Soderstrom, M., Vanninen, P., Popiel, S., Nawala, J., Lehtonen, K., Berglind, R., Schmidt, B., 2016. Chemical Munitions Search & Assessment-An evaluation of the dumped munitions problem in the Baltic Sea. *Deep-Sea Res Pt II* 128, 85-95.
- Hoher, N., Turja, R., Brenner, M., Nyholm, J.R., Ostin, A., Leffler, P., Butrimaviciene, L., Barsiene, J., Halme, M., Karjalainen, M., Niemikoski, H., Vanninen, P., Broeg, K., Lehtonen, K.K., Berglind, R., 2019. Toxic effects of chemical warfare agent mixtures on the mussel *Mytilus trossulus* in the Baltic Sea: A laboratory exposure study. *Marine Environmental Research* 145, 112-122.
- Tobias Knobloch, Jacek Bełdowski, Claus Böttcher, Martin Söderström, Niels-Peter Rühl, Sternheim, J., 2013. Chemical Munitions Dumped in the Baltic Sea. Report of the ad hoc Expert Group to Update and Review the Existing Information on Dumped Chemical Munitions in the Baltic Sea (HELCOM MUNI) Baltic Sea Environmental Proceedings. HELCOM, p. 129.