

Jacek ŁUBCZONEK<sup>1</sup>

## Wspomaganie projektowania systemu sensorów obserwacyjnych na śródlądowych drogach wodnych z wykorzystaniem oprogramowania ArcGIS

### 1. WPROWADZENIE

W ostatnich latach obserwuje się tendencje rozwijania nawigacji śródlądowej głównie w zakresie utworzenia rzecznych systemów informacyjnych pokrywających swoimi usługami strategiczne odcinki dróg wodnych. Zadaniem rzecznych systemów informacyjnych jest dostarczenie zharmonizowanych usług informacyjnych wspierających zarządzanie ruchem i transportem w żegludze śródlądowej oraz jego koordynację z innymi gałęziami transportu. W obecnej dobie automatyzacji, większa część informacji rzecznej związanej ze świadczeniem odpowiednich usług informacyjnych pozyskiwana jest za pomocą sensorów rejestrujących dane w czasie rzeczywistym. Ze względu na przestrzenny charakter systemu, sensory muszą tworzyć uporządkowaną sieć, dostosowaną do warunków terenowych. W rzecznych systemach informacyjnych stosowane są dwa rodzaje sensorów obserwacyjnych: radary oraz kamery rejestrujące obraz w paśmie widzialnym oraz podczerwieni.

Podstawowym sensorem w nawigacji jest radar, który jest wykorzystywany zarówno przez jednostkę pływającą jak również stanowi podstawowy element lądowych systemów zarządzania ruchem statków (VTS, Inland VTS). W pierwszym przypadku zadaniem sensora radarowego jest dostarczenie informacji o obiektach znajdujących się wokół statku podczas przemieszczenia się lub postoju jednostki, natomiast w drugim przypadku sensory radarowe tworzą system lądowy, który powinien dostarczać informacje związane z ruchem jednostek na drogach wodnych objętych zakresem obserwacji. Dzięki temu, operator w stacji brzegowej może w sposób ciągły monitorować jednostki znajdujące się na akwenie, co umożliwia wypracowanie i podjęcie odpowiednich decyzji związanych z zarządzaniem ruchem statków.

---

<sup>1</sup> Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Nawigacyjny

Kamery rejestrujące w paśmie widzialnym i podczerwieni są uzupełnieniem lub często zamiennikiem sensorów radarowych na wodach śródlądowych. Związane jest to z dostarczeniem rzeczywistego obrazu monitorowanego obszaru lub koniecznością wyłączenia niektórych odcinków z obserwacji radarowej. Druga przyczyna jest często związana z przebiegiem dróg śródlądowych, których potencjalne pokrycie radarowe powoduje równoczesne oddziaływanie promieniowania na środowisko naturalne, w tym na obszary zamieszkałe i użytkowane przez człowieka.

Biorąc pod uwagę efektywność i wydajność systemu obserwacyjnego, powinien on cechować się całkowitym pokryciem akwenu oraz dostarczać ciągłej informacji geolokacyjnej. Związane jest to z zapewnieniem odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa żeglugi w tzw. trudnej sytuacji lokalnej oraz ochrony sąsiadujących populacji ludzkich i infrastruktury przed potencjalnym niebezpieczeństwem z jej strony. Istota efektywności systemu przejawia się również w późniejszej możliwości fuzji informacji pochodzącej z wielu różnych sensorów na wspólnym wskaźniku. W związku z powyższym, przestrzenne rozmieszczenie sensorów obserwacyjnych jest pierwszym i jednym z ważniejszych etapów w projektowaniu rzecznych systemów informacyjnych.

## **2. CHARAKTERYSTYKA OBSZARU RIS W ASPEKTCIE PLANOWANEGO SYSTEMU INLAND VTS**

Zadaniem RIS jest dostarczanie zharmonizowanych usług informacyjnych wspierających zarządzanie ruchem i transportem w żegludze śródlądowej, łącznie – gdy tylko jest to technicznie możliwe – ze współdziałaniem z innymi rodzajami transportu . RIS ma na celu zwiększenie bezpieczeństwa i efektywności procesu transportu oraz pełne wykorzystanie śródlądowych dróg wodnych. Część informacji rzecznej pozyskiwana jest za pomocą różnych sensorów, co automatycznie wiąże się z określoną usługą informacyjną oraz ich odbiorcami. W związku z tym, że Centrum RIS może udzielać informacji na poziomie zarządzania ruchem [1], podstawowym systemem w tym zakresie powinien być system radarowy oraz śledzenia i namierzania statków. Świadczenie takich usług związane jest z utworzeniem Centrum VTS.

Wymogi dotyczące zarządzania ruchem lokalnym (VTS ) reguluje Rozporządzenia Komisji Wspólnoty Europejskiej [8]. Centrum VTS powinno zapewniać odpowiedni poziom bezpieczeństwa żeglugi w tzw. trudnej sytuacji lokalnej oraz ochrony sąsiadujących populacji ludzkich i infrastruktury przed potencjalnym niebezpieczeństwem ze strony żeglugi.

Do trudnych sytuacji lokalnych zaliczono:

- a) wąski tor wodny i/lub mielizny;
- b) wąskie zakola;
- c) mosty wąskie i/lub dużo mostów;
- d) akwen z silnymi prądami wodnymi i/lub prądami poprzecznymi;
- e) tor wodny z regulacją ruchu, np. ruch jednokierunkowy;
- f) rozgałęzienie dróg wodnych;
- g) duże natężenie ruchu.

Zakres śródlądowych dróg wodnych objętych świadczeniem usług RIS obejmuje w części południowej obszar Międzyodrza oraz w północnej obszar Szczecińskiego Węzła Wodnego, w którym drogi wodne graniczą z wewnętrznymi wodami morskimi. Szczeciński Węzeł Wodny jest połączeniem wód śródlądowych oraz wewnętrznych wód morskich w porcie Szczecin oraz z Odrą przez jezioro Dąbie. Biorąc pod uwagę charakter tych dwóch części obszaru RIS, można sklasyfikować je jako wody tranzytowe w obszarze Międzyodrza, natomiast w przypadku Szczecińskiego Węzła Wodnego można zidentyfikować szereg miejsc, które warunkują powstanie tzw. trudnych sytuacji lokalnych. Miejsca te to w szczególności [11]:

- 1) okolice zwodzonego mostu kolejowego w Podjuchach na Regalicy,
- 2) skrzyżowanie dróg wodnych w rejonie ujścia rzeki Parnicy na Regalicy:
  - a. połączenie wewnętrznych dróg morskich, dróg śródlądowych
  - b. korzystanie ze szlaków wodnych przez użytkowników żeglugi rekreacyjnej,
  - c. bliskość przystani jachtowych na jeziorze Dąbie,
- 3) most kolejowy na Odrze Zachodniej (zmiana organizacji ruchu na ruch lewostronny od mostu kolejowego do wyspy Jaskółczej),
- 4) most Długi na Odrze Zachodniej,
- 5) rejon połączenia dróg wodnych rzeki Odry Wschodniej, rzeki Regalicy i rzeki Odry Zachodniej z Przekopem Klucz – Ustowo,
- 6) most kolejowy na rzece Parnica,

Dodatkowo należy, już na tym etapie, uwzględnić dalszy rozwój miasta Szczecin obejmujący tereny nadodrzańskie [7]. Związane jest to z uchwaleniem planu zagospodarowania przestrzennego terenów nadodrzańskich w centrum miasta Szczecina [6], a dotyczy modernizacji zagospodarowania terenów Łasztowni, Kępy Parnickiej oraz wysp: Jaskółczej, Grodzkiej i Zielonej. Niewątpliwie przełoży się to na rozwój żeglugi rekreacyjnej,

co będzie dodatkowym czynnikiem warunkującym trudną sytuację lokalną na śródlądowych drogach wodnych.

Biorąc pod uwagę powyższe czynniki związane z utrudnieniami żeglugi, powstanie systemu VTS powinno objąć obligatoryjnie wody w obrębie Szczecińskiego Węzła Wodnego, oraz fakultatywnie pozostałe akweny RIS. W rejonie SWW z pewnością powinno być powołane Centrum VTS śródlądowego, które powinno nadzorować ruch jednostek. Ze względu na skomplikowaną geometrię szlaków wodnych, występowaniem licznych mostów, bliskości obszarów zurbanizowanych, dedykowanym systemem powinien być kombinowany system sensorów, składający się z sensorów radarowych oraz kamer.

### **3. ASPEKTY ZWIĄZANE Z PROJEKTOWANIE SYSTEMU SENSORÓW OBSERWACYJNYCH**

Systemy VTS powinny cechować się wysoką wydajnością operacyjną. W zakresie sensorów obejmuje to systemy radarowe, AIS, kamery CCTV oraz sensory hydrometeorologiczne [3]. Biorąc pod uwagę z reguły dużą rozpiętość przestrzenną dróg wodnych, istotnym elementem jest wybór lokalizacji sensorów, które powinny dostarczać miarodajnych informacji operatorowi VTS.

Czynnik lokalizacyjny jest bardzo istotny w przypadku sensorów radarowych [2] oraz kamer CCTV, ponieważ jest on bezpośrednio związany z wyznaczeniem zakresu obserwacji dróg wodnych. Zadanie to jest często trudne do zrealizowania, ze względu na złożoność geometryczną dróg śródlądowych w płaszczyźnie planimetrycznej oraz pokrycia terenu, który znajduje się w ich bliskim sąsiedztwie.

W przypadku projektowania systemu radarowego należy uwzględnić dwa podstawowe kryteria lokalizacyjne:

- Kryterium minimalizacji obszarów cieni radarowych
- Kryterium dostępności serwisu radarowego

Pierwsze kryterium związane jest z maksymalizacją pola obserwacji sensora radarowego. Spełnienie tego warunku sprowadza się jednocześnie do minimalizacji cieni radarowych, w których obserwacja jest niemożliwa bądź też uzależniona jest od wysokości jednostki. Drugie kryterium określa dostępność serwisu radarowego w systemie VTS. Dostępność, zdefiniowana jest jako procentowy okres czasu, w którym pomoc bądź system pomocy nawigacyjnych, realizują wymagane funkcje w zakresie ustalonych warunków. Sama niedostępność może być spowodowana poprzez planowane bądź nieplanowane przerwy.

Dostępność systemu jest uzależniona od typu systemu, zdefiniowanego przez IALA, która jest przedstawiona w tabeli 1.

**Tabela 1.** Dostępność serwisów radarowych [3]

	Kategoria serwisu radarowego		
	Podstawowa	Standardowa	Zaawansowana
Rekomendowana dostępność dla serwisu radarowego	99%	99.6%	99.9%

Dostępność serwisu radarowego jest ściśle związane z możliwością pokrycia obserwacją dróg wodnych przez sensor bądź też system sensorów. W przypadku sieci sensorów należy uwzględnić szczególnie obszary wspólnej obserwacji, które znacząco wpływają na zwiększenie czasu dostępności systemu czy też umożliwiają odpowiednia kalkulację ogólnej dostępności systemu pod kątem określonej kategorii systemu.

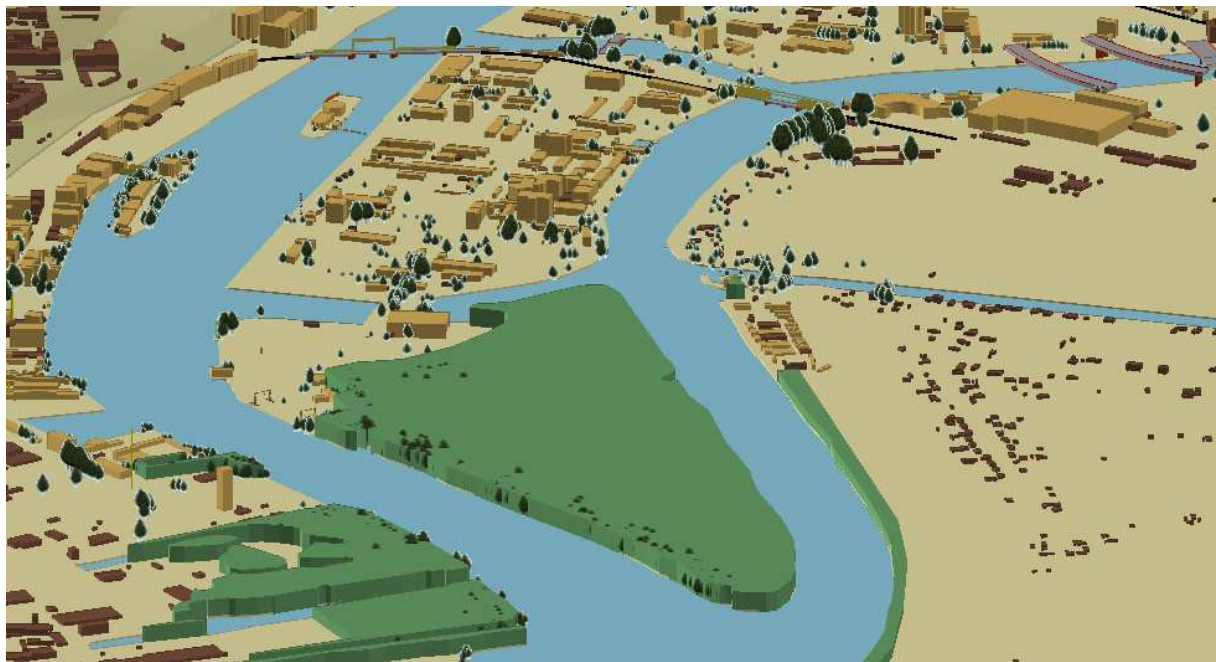
Wymagania związane z wydajnością serwisu CCTV są uzależnione od natężenia ruchu jednostek, typu serwisu (podstawowy, standardowy, zaawansowany), uwarunkowaniami regionalnymi, pokryciem obszaru VTS czy też docelowym przeznaczeniem, co związane jest z określeniem funkcjonalności tego systemu. Kamery mogą być wykorzystane w obszarach o mniejszym natężeniu ruchu, jako rozwiązanie bardziej ekonomiczne bądź też jako sensor uzupełniający obserwację radarową. Głównym zadaniem kamer jest identyfikacja typu i nazwy jednostki. W niektórych sytuacjach, określonych przez właściwy urząd, kamera powinna również mieć możliwość śledzenia obiektu. Dostępność serwisu CCTV nie jest odgórnie określona i powinna być ustalona przez odpowiedni organ VTS. Główną wadą kamer CCTV może być wpływ zewnętrznych źródeł światła, obniżających jakość rejestrowanego obrazu. W związku z powyższym, w przypadku kamer CCTV należy uwzględnić następujące główne kryteria lokalizacyjne:

- Maksymalizacja pola obserwacji kamery
- Wpływ zewnętrznych warunków oświetleniowych na pracę kamery.

Zarówno w przypadku radarów jak również kamer CCTV, kryteria lokalizacyjne są związane z wyborem odpowiedniego miejsca platformy, określeniem jej wysokości oraz wykonaniem odpowiednich analiz przestrzennych. W zależności od charakteru lokalizacji, może być to związane z adaptacją istniejącej platformy bądź też określeniem czy weryfikacją parametrów platformy proponowanej. Z kolei przeprowadzenie odpowiednich analiz wymaga opracowania odpowiedniego trójwymiarowego modelu akwatorium oraz wykorzystania odpowiednich narzędzi GIS, takich jak np. analiza widoczności.

#### 4. WYKORZYSTANIE OPROGRAMOWANIA ARCGIS DO PRZESTRZENNEGO PLANOWANIA SENSORÓW OBSERWACYJNYCH

Obecnie do lokalizacji sensorów obserwacyjnych można wykorzystać oprogramowanie GIS. Umożliwia ono przygotowanie podstawowego projektu, za pomocą którego można zrealizować przestrzenne planowanie sensorów obserwacyjnych. Na podstawie wcześniejszych badań, do przeprowadzenia analiz przestrzennych należy opracować trójwymiarowy model akwatorium oraz jego odpowiednik w postaci rastrowej. Pierwszy model umożliwia przeprowadzenie analizy w sensie interpretacyjnym, tj. zbliżonej do obserwacji, która mogłaby być przeprowadzona w warunkach rzeczywistych. W modelu tym można uwzględnić wiele różnych obiektów, które stanowią istotne przeszkody w obserwacji radarowej czy kamer CCTV, takie jak np. budynki, urządzenia portowe, roślinność, składy ładunków. Widok fragmentu Szczecińskiego Węzła Wodnego przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Fragment opracowanego modelu 3D obszarów nadodrzańskich miasta Szczecina

Przykład szczegółowej analizy, obejmującej ocenę pola obserwacji skrzyżowania dróg wodnych w rejonie ujścia rzeki Parnicy do Regalicy (połączenie administracyjnych wewnętrznych wód morskich z wodami śródlądowymi) z masztu na nabrzeżu Dąbrowieckim przedstawiono na rysunku 2.





**Rys. 2. Analiza widoczności z wykorzystaniem modelu trójwymiarowego**

Za pomocą drugiego modelu można przeprowadzić analizę o charakterze ilościowych, związaną z analizą każdej komórki rastra reprezentującej rzeczywisty fragment terenu oraz jego pokrycia. Dzięki takiej analizie można wyznaczyć rzeczywisty obszar obserwacji w płaszczyźnie planimetrycznej, określić wielkość cieni radarowych, obszarów wspólnej obserwacji czy wysokości obiektów widocznych. Do uproszczonego modelowania wiązki radarowej oraz ustalania sektorów promieniowania można odpowiednio wykorzystać parametry analizy widoczności, które zestawiono w tabeli nr 2.

**Tabela 2.** Zestawienie parametrów analizy widoczności i odpowiedników radarowych

Analiza widoczności	Radar
Odległość minimalna	Minimalna odległość wykrywania
Odległość maksymalna	Maksymalna odległość wykrywania
Kąt pionowy	Szerokość kątową wiązki radarowej w pionie
Kąt poziomy	Ustawianie sektorów promieniowania

Do przeprowadzenia analizy widoczności należy opracować odpowiedni model rastrowy, reprezentujący numeryczny model pokrycia terenu. Efektywność tej metody zależy w głównym stopniu od dokładności oraz szczegółowości numerycznego modelu pokrycia terenu. Obecnie NMPT można opracować zasadniczo trzema metodami: kartograficzną, fotogrametryczną oraz na podstawie skaningu lotniczego. Modele te charakteryzują się zróżnicowaną dokładnością, co również związane jest z kosztami danych. Mając na uwadze duży obszar dróg wodnych o zróżnicowanej i złożonej geometrii NMPT, co pociąga za sobą duże koszty pozyskania danych, metodyka opracowania NMPT w tym przypadku ukierunkowana jest maksymalizację stosowania uproszczonych modeli opracowanych

na podstawie cyfrowych materiałów kartograficznych oraz pomiarów terenowych. Fragment modelu rastrowego, o rozdzielczości 1 m, zilustrowano na rys. 3.



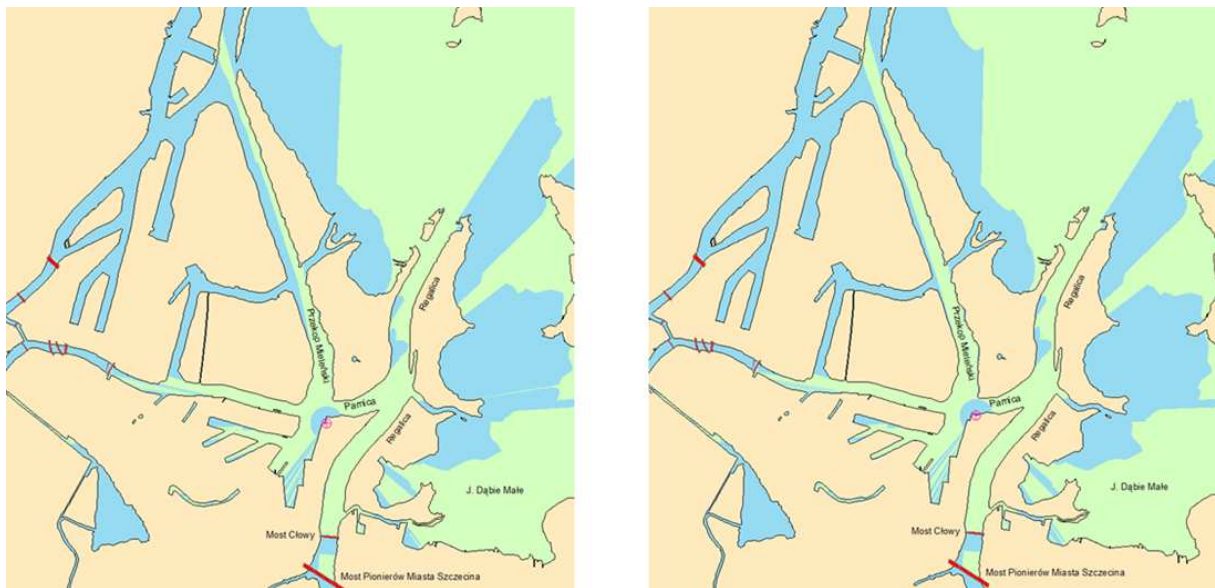
**Rys. 3. Model rastrowy numerycznego modelu pokrycia terenu**

Na poniższych rysunkach zilustrowano wyniki przeprowadzonej analizy, dla platformy radarowej umiejscowionej w okolicach nabrzeża Dąbrowieckiego portu Szczecin. Celem analizy była ocena efektywności obserwacji radarowej na wewnętrznych wodach morskich i śródlądowych, łącznie z przyległym Jeziorem Dąbie oraz Dąbie Małe. W pierwszym podejściu lokalizację sensora radarowego umiejscowiono na istniejącym maszcie, w analizie uwzględniono obserwację obiektów o minimalnej wysokości 2 m (rys. 4). Obszar widoczny jest oznaczony kolorem zielonym. Jak można zauważyć, obserwacją radarową nie jest objęta lewa część Przekopu Mieleńskiego, część wód Regalicy, część obszaru pomiędzy Mostem



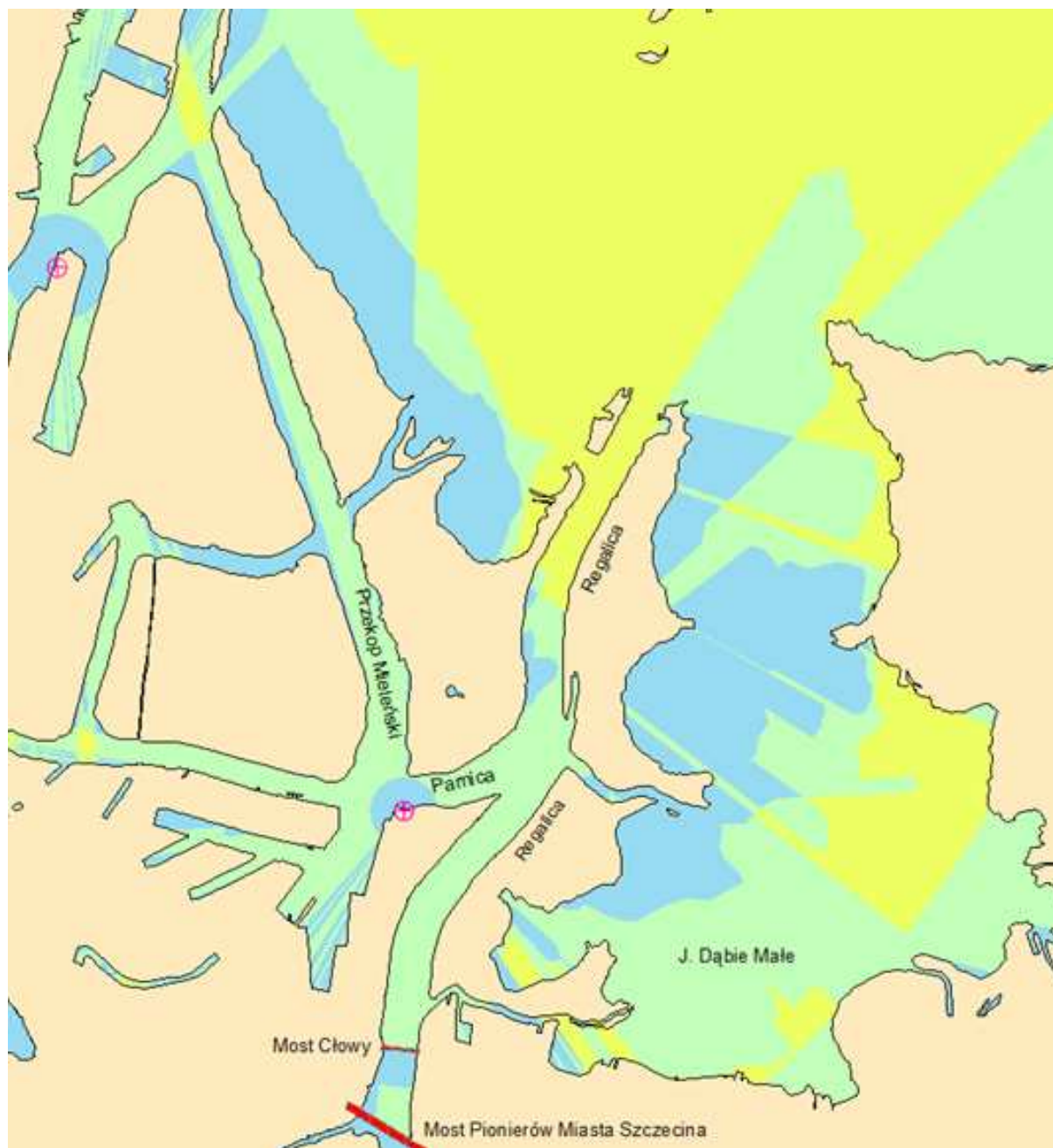
Cłowym oraz Pionierów Miasta Szczecina oraz wody jeziora znajdujące się za wyspami, obszar wokół radaru spowodowany szerokością kątową wiązki radarowej w pionie.

W drugim podejściu pozycja sensora została przesunięta o odległość ok. 60 m w kierunku północno-wschodnim. Po przeprowadzeniu analizy można stwierdzić, że nastąpiło znaczne zwiększenie obszaru obserwacji radarowej w Przekopie Mieleńskim oraz w mniejszym stopniu na wodach pozostałych. Już tylko ten przypadek planowania lokalizacji sensora radarowego wskazuje na efektywną stosowalność narzędzi GIS w przestrzennym planowaniu serwisu radarowego.



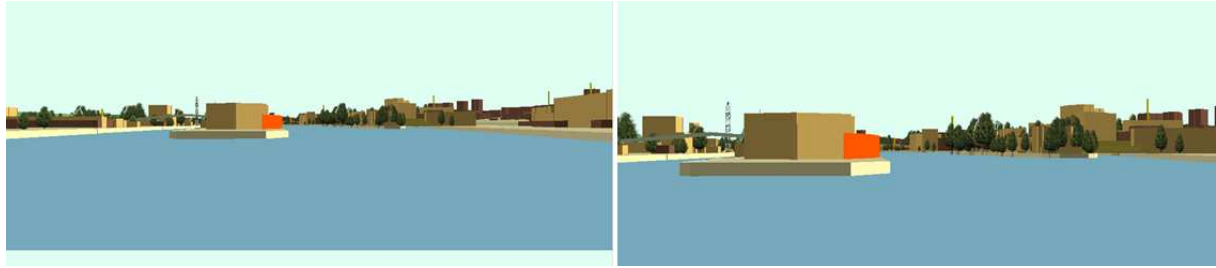
**Rys. 4. Analiza widoczności z istniejącego masztu oraz nowej lokalizacji (oznaczono odpowiednim symbolem)**

Na poniższym rysunku (rys. 5) zilustrowano przykład oceny pokrycia radarowego z dwóch sensorów radarowych. Pierwsza lokalizacja sensora znajduje się na nabrzeżu Dąbrowieckim, natomiast druga na elewatorze Ewa. Oprócz standardowego wyniku, wyznaczającego pole obserwacji, zilustrowano obszar wspólnej obserwacji przez dwa sensory (kolor żółty). Jak można zauważyć, obopólne pokrycie występuje w znacznej mierze na jeziorze Dąbie. Takie analizy są szczególnie przydatne podczas oceny wspólnego pokrycia radarowego oraz wynikającej z tego ewentualnej kalkulacji dostępności serwisów radarowych.



**Rys.5. Analiza widoczności wykorzystaniem dwóch sensorów radarowych z jednoczesnym wyznaczeniem obszarów wspólnej obserwacji**

Analogicznie jak w przypadku radaru, analizę widoczności można stosować do przestrzennego planowania kamer CCTV. W oprogramowaniu ArcGIS, podczas przeprowadzenia analiz z wykorzystaniem modelu trójwymiarowego, można dodatkowo wykorzystać parametr ustawienia kąta widzenia z punktu obserwacji. Takie analizy pozwalają na odpowiednie dobranie parametrów technicznych kamer, np. powiązanych z dostosowaniem ogniskowej urządzenia do szerokości obserwowanego toru wodnego. Przykład analizy dla różnych kątów widzenia kamery zilustrowano na rys. 6.



Rys.6. Analiza kąta widzenia kamery umieszczonej na moście kolejowym (Odra Zachodnia). Z lewej strony kąt widzenia  $50^{\circ}$ , natomiast z prawej  $80^{\circ}$

## 5. WNIOSKI

W pracy zaprezentowano wykorzystanie oprogramowania ArcGIS w aspekcie przestrzennego planowania sensorów obserwacyjnych na śródlądowych drogach wodnych. Biorąc pod uwagę aspekty projektowania serwisów informacyjnych VTS można stwierdzić, że narzędzia GIS umożliwiają efektywne planowanie radarów i kamer CCTV w sensie lokalizacyjnym. Dla potrzeb zwiększenia efektywności planowania, należy uwzględnić szereg innych czynników eksploatacyjno-technicznych, które i tak często są powiązane z lokalizacją samego sensora.

W przypadku sensorów radarowych dodatkowo należy zmodyfikować wynikowy obraz analizy widoczności. Tradycyjna metoda analizy widoczności nie uwzględnia zniekształceń obrazu radarowego, w tym dwóch podstawowych wynikających z charakterystyki wiązki radarowej – zniekształcenia wynikającego z szerokości wiązki radarowej (parametr decydujący o szerokości kątowej echa) oraz czasu trwania impulsu radarowego (parametr decydujący o długości promieniowej echa). Obraz wynikowy analizy widoczności w takiej postaci powinien jeszcze bardziej zwiększyć efektywność przestrzennego planowania sensorów radarowych.

**WSPOMAGANIE PROJEKTOWANIA SYSTEMU SENSORÓW OBSERWACYJNYCH  
NA ŚRÓDLĄDOWYCH DROGACH WODNYCH  
Z WYKORZYSTANIEM OPROGRAMOWANIA ARCGIS**

**Streszczenie**

Sensory obserwacyjne, takie jak radary i kamery CCTV odgrywają istotną rolę w systemach VTS. Dostarczają one podstawowych i niezbędnych informacji związanych z aktualną sytuacją nawigacyjną panującą na torach wodnych, które niewątpliwie mają istotny wpływ na zachowanie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa żeglugi. Podstawowa funkcjonalność systemu jest uwarunkowana implementacją systemu radarowego, jak również systemu kamer CCTV. Efektywność systemu radarowego jest uzależniona od uwzględnienia wielu czynników techniczno-eksploatacyjnych oraz przestrzennych, związanych z odpowiednią lokalizacją sensora. W artykule przedstawiono metodę wspomagania przestrzennego planowania sensorów obserwacyjnych z wykorzystaniem oprogramowania ArcGIS.

**SUPPORTING DESIGN OF OBSERVATIONAL SENSORS SYSTEM  
ON INLAND WATERWAYS BY USING ARCGIS SOFTWARE**

**Summary**

Observation sensors such as radar and CCTV cameras play an important role in the VTS system. They provide basic and necessary information related to the state of the navigation conditions in the fairway, which will undoubtedly have a significant impact on the appropriate degree of safety. The basic functionality of the system is determined by the radar system implementation, as well as CCTV system. The effectiveness of the radar system is dependent on many factors including technical and operational, and the spatial location associated with the appropriate sensor. The paper presents a method to support spatial planning observation sensors using ArcGIS software.

**LITERATURA**

- [1] Dziennik Ustaw z 2008 r. Nr 171 poz. 1057, Ustawa z dnia 4 września 2008 r. o zmianie ustawy o żegludze śródlądowej
- [2] IALA Guideline 1056 – Establishment of VTS Radar Services Edition 1 June 2007
- [3] IALA Recommendation V-128 On Operational and Technical Performance Requirement for VTS Equipment - Edition 3.0, June 2007
- [4] Łubczonek J. (2007), Location of radar stations based on viewshed analysis, Polish Journal of Environmental Studies, vol. 16, No 6B, Olsztyn .
- [5] Łubczonek J. (2008), Application of GIS techniques in VTS radar stations planning, International Radar Symposium, Wrocław
- [6] Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego „Międzyodrze – Kępa Parnicka, Wyspa Zielona”, Dziennik Urzędowy Województwa Zachodniopomorskiego Nr 63 poz. 1707, 2009.09.09
- [7] Paszkowski Z. W., Planowanie transformacji szczecińskich wysp Międzyodrza, czasopismo naukowo-dydaktyczne, Przestrzeń i Forma, nr 12, 2009, PAN Gdańsk

- [8] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 414/2007 z dnia 13 marca 2007 r. w sprawie wytycznych technicznych dotyczących planowania, wdrażania i wykorzystania operacyjnego usług informacji rzecznej (RIS), o których mowa w art. 5 dyrektywy 2005/44/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie zharmonizowanych usług informacji rzecznej (RIS) na śródlądowych drogach wodnych we Wspólnocie
- [9] Stateczny A., Łubczonek J., Sobczak M., Produkcja komórek map elektronicznych dolnej Odry, Konferencja Inland Shipping 2009, Akademia Morska Szczecin
- [10] Stateczny A., Łubczonek J., System AIS Dolnej Odry, Konferencja Inland Shipping 2009, Akademia Morska Szczecin
- [11] Woś K., Trojanowski J., Jędrzychowski K., Analiza nawigacyjna śródlądowych dróg wodnych dolnego odcinka rzeki objętego obowiązkiem wdrożenia systemu RIS, Akademia Morska, Szczecin 2010 (materiały niepublikowane)