

kmdr por. Stanisław PIETRZAK

Biuro Hydrograficzne Marynarki Wojennej

PORÓWNANIE CYFROWYCH MAP MORSKICH WYKONANYCH W STANDARDZIE ENC/S-57 I DNC/VPF W KONTEKŚCIE ICH WYKORZYSTANIA W SYSTEMACH ECDIS

WSTĘP

Wraz ze wzrostem zapotrzebowania zarówno na mapy cyfrowe typu rastrowego jak i wektorowego coraz częściej zaczęła się pojawiać potrzeba standaryzacji tego typu produktów tak, aby można było je wykorzystywać w jak największej liczbie różnego rodzaju systemów, wymieniać między państwami, producentami, użytkownikami, itd.

Jednym ze standardów, który definiuje wszystkie aspekty związane z wymianą danych geograficznych jest „Standard Wymiany Cyfrowej Informacji Geograficznej (ang. Digital Geographic Information Exchange Standard – DIGEST). Na podstawie tego standardu, między innymi dla potrzeb nawigacyjnego zabezpieczenia działań Marynarki Wojennej USA, opracowano specyfikację produkcji „Cyfrowej Mapy Nautycznej” (ang. Digital Nautical Chart – DNC).

Natomiast aspekty związane z wymianą danych hydrograficznych definiuje „Standard Wymiany Cyfrowych Danych Hydrograficznych” (ang. IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data – S-57). Na podstawie tego standardu opracowano specyfikację produkcji „Elektronicznej Mapy Nawigacyjnej” (ang. Electronic Navigational Chart – ENC).

DNC są wektorowymi produktami cyfrowymi, które opisują wybrane obiekty świata rzeczywistego, ważne ze względu na prowadzenie bezpiecznej żeglugi, w formacie umożliwiającym prowadzenie przy wykorzystaniu komputera nawigacji i operacji militarnych. DNC ma również możliwość przedstawiać pewną liczbę nie nautycznych obiektów.

Dane DNC są wykorzystywane w różnych zastosowaniach włączając w to strategiczne i taktyczne planowanie oraz logistyczne i nawigacyjne zabezpieczenie. DNC ma szeroki zbiór obiektów, szczególnie związanych z informacją o lądzie; jednakże obecnie produkt ten głównie powstaje na podstawie nautycznych map morskich.

ENC jest również wektorowym produktem cyfrowym, ale bardziej ukierunkowanym na prowadzenie nawigacji na morzu. Zawiera on szczegółowy opis obiektów hydrograficznych i niebezpieczeństw, które mogą być wykorzystane do uruchamiania alarmów w systemach ECDIS. ENC wraz

z systemami ECDIS muszą być zgodne z szeregiem specyfikacji wykonawczych oraz standardów przeznaczonych do ich produkcji i testowania, które z kolei muszą być zgodne z konwencją IMO o Bezpieczeństwie Życia na Morzu (ang. Safety Of Life At Sea – SOLAS).

Produkty ENC jak i DNC powstawały (i w większości nadal powstają) na podstawie nawigacyjnych (nautycznych) map papierowych, a więc ich zawartość w większości jest odzwierciedleniem zawartości map papierowych.

1. ORGANIZACJA DANYCH

Chociaż obydwa produkty w większości zawierają te same dane to ich organizacja jest całkowicie odmienna. Nie można stwierdzić, że produkty te nie mogą „współpracować” ze sobą, być wspólnie produkowane i aktualizowane, ale też nie można przyjąć, że są to identyczne produkty tylko w innych „opakowaniach”.

Produkty te znacznie różnią się w następujących kwestiach związanych z organizacją danych:

- sposób grupowania obiektów (podziału na warstwy),
- schemat kodowania danych,
- metadane,
- precyzja systemów współrzędnych.

1.1. Podział na warstwy

W produktach DNC dane dzielone są wg zdefiniowanego schematu na przylegające do siebie czworoboki (ang. tiles). W każdym czworoboku znajdują się informacje na temat sąsiednich czworoboków, co pozwala w sposób ciągły (ang. seamlessly) prezentować te dane na monitorze komputera. Poza tym dane są dzielone na kilka lub kilkanaście warstw tematycznych.

ENC wykorzystują elastyczny, mniej sformalizowany schemat generowania komórek co oznacza, że producent danych definiuje zasięg geograficzny produkowanych komórek. Dane w tym schemacie są zorganizowane w dwie grupy, zwane również super warstwami.

1.2. Schemat kodowania danych

W DNC kodowanie elementów świata rzeczywistego, jak również obiektów nie mających swoich reprezentantów w świecie rzeczywistym realizowane jest poprzez schemat kodowania obiektów i atrybutów FACC (ang. *Feature and Attribute Coding Catalogue*). FACC jest zbiorem obiektów, atrybutów i ich wartości tworzących standardowy system kodowania danych i jednocześnie umożliwiający bezpośredni do nich dostęp.

W ENC schemat kodowania danych jest oparty o „Katalog obiektów i

atrybutów IHO”, który dostarcza środków do opisu jednostkowych fragmentów świata rzeczywistego. Katalog zawiera opis każdej klasy obiektów. Dany opis obejmuje definicję klasy i wykaz atrybutów, które są przypisane do danej klasy. Specyfikacja Produkcji ENC zawiera wykaz klas obiektów i atrybutów (w tym również obowiązkowych) dopuszczonych do stosowania w ENC.

1.3. Metadane

W ENC i DNC są wykorzystywane metadane, które możemy podzielić na:

- metadane wykorzystywane przez narzędzia do zapytań baz danych o lokalizację geograficzną zbiorów danych, ich nazwy, daty ostatnich aktualizacji, itd.,
- metadane opisujące pojedyncze obiekty, klasy obiektów, warstwy lub grupy obiektów. Są one niezbędne aby precyzyjnie zdefiniować zbiory danych.

DNC jest zbudowane z wielu warstw informacyjnych, dla których mogą być dołączane, poprzez warstwę „Jakość Danych” (ang. Data Quality) metadane. Są one również dołączane na poziomie bibliotek i całych zbiorów.

ENC posiada metadane, które w sposób ogólny opisują komórkę ENC jak również metadata, które mogą być wykorzystane na poziomie pojedynczych obiektów, klas obiektów oraz wybranych grup obiektów.

1.4. Precyzja systemów współrzędnych

Współrzędne geograficzne (długość i szerokość) w DNC są przechowywane w dziesiętnych stopnia. Rozdzielczość pozioma dla współrzędnych geograficznych nie może być większa od 0,000005° (0,02 sekund łukowych) dla bibliotek Generalnych i Brzegowych i 0,000003° (0,01 sekund łukowych) dla bibliotek Podejściowych i Portowych.

W ENC w rzeczywistości wykorzystuje się 4 bajty na zapisanie współrzędnych geograficznych. Nie ma ograniczeń co do precyzji, można ją zwiększać poprzez zarezerwowanie większej liczby bajtów na współrzędne. Zalecana precyzja to 0,0000001.

W praktyce oznacza to, że dane eksportowane z ENC do DNC będą zaokrąglane i w konsekwencji mniej dokładne.

1.5. Aktualizacja

Jedną z bardziej niejednoznacznych różnic pomiędzy DNC i ENC jest mechanizm aktualizacji danych.

Aktualizacja ENC jest realizowana poprzez mechanizm przyrostowej aktualizacji, który przy wykorzystaniu identyfikatorów (tzw. ID), identyfikuje obiekty wymagające aktualizacji, a następnie je modyfikuje. Stosowanie tego mechanizmu jest możliwe przy stosunkowo niskim poziomie integracji

topologicznej, co zmusiło twórców specyfikacji ENC do zastosowania poziomu 2 „łańcuch – węzeł”.

Aktualizacja DNC jest realizowana poprzez tzw. łatę binarną (ang. binary patch), która zastępuje dane z poprzedniej wersji. Ten sposób aktualizacji jest konieczny, ponieważ produkt ten ma wysoki poziom integracji topologicznej.

Obecnie DNC wykorzystuje dwa (2 i 3) poziomy topologii, które są realizowane poprzez format wymiany VPF (Vector Product Format). Intencją twórców tej specyfikacji było, aby wszystkie produkty VPF posiadały ten sam poziom topologii, nawet jeśli nie jest to wymagane przez standard DIGEST.

Natomiast zastosowanie przy tym poziomie topologii, tak jak w ENC, przyrostowej aktualizacji prowadziłyby do konieczności wprowadzania bardzo dużej liczby poprawek.

I tak uaktualnienie jednej tablicy VPF prowadziłyby do konieczności wprowadzenia setek lub tysięcy zmian w innych tablicach, np. przesunięcie krawędzi mogłoby skutkować koniecznością aktualizacji wszystkich powierzchni, krawędzi i węzłów dołączonych w zbiorze danych.

2. ZAWARTOŚCI ZBIORÓW DANYCH

Katalogi obiektów i atrybutów wykorzystywane w modelach danych ENC i DNC w dużym stopniu nakładają się co oznacza, że produkty te mogą przenosić mniej więcej te same informacje.

Istnieje jednak grupa obiektów i atrybutów, głównie związanych z obszarem łądu, które są zdefiniowane tylko w DNC. Do takich obiektów, między innymi, możemy zaliczyć:

- bagno, trzęsawisko,
- drzewa,
- boisko sportowe, stadion,
- kopalnia.

Z drugiej strony, w ENC jest znacznie więcej zdefiniowanych atrybutów dla obiektów nawigacyjnych i niebezpieczeństw takich jak:

- pławy,
- stawy,
- światła,
- przeszkody nawigacyjne,
- obszary niepomierzone,
- wraki.

Analizując zawartość zbiorów danych DNC i ENC na poziomie obiektów, atrybutów i wartości atrybutów można zauważyć wiele konfliktów i niezgodności.

Na przykład „Obszar kotwiczenia” jest przykładem konfliktu na poziomie obiektu. Specyfikacja Produkcji DNC zezwala na prezentacje przestrzenną tego obiektu w postaci punktu (P), linii (L) i obszaru (A), natomiast specyfikacja ENC na prezentacje w postaci punktu i linii.

Obiekt „Stawa kardynalna” jest przykładem konfliktu na poziomie atrybutów. I tak w ENC obiekt ten posiada atrybut „ELEVAT”, który pozwala na podanie wartości jego wysokości, mierzonej od określonego pionowego układu odniesienia, natomiast w DNC nie ma takiej możliwości.

„Sygnał mgłowy” jest przykładem niezgodności na wszystkich trzech poziomach. W ENC występuje on jako oddzielny obiekt natomiast w DNC jest atrybutem, między innymi, stawy kardynalnej.

Występują również znaczne różnice w definiowaniu i przechowywaniu niektórych obiektów i atrybutów.

3. DEFINIOWANIE RELACJI

Specyfikacja produkcji ENC dopuszcza stosowanie relacji „Master – Slave” pomiędzy niektórymi obiektami punktowymi znajdującymi się na tej samej pozycji.

W ENC możliwe jest także tworzenie, z obiektów łączących się ze sobą w sposób funkcjonalny, kolekcji (obiektów nadrzędnych) poprzez ich agregację (ang. *aggregation*) oraz asocjację (ang. *association*). Używane są do identyfikacji dwóch lub więcej obiektów, łączących się ze sobą funkcjonalnie.

Tworzenie relacji „Master-Slave” oraz kolekcji nie jest możliwe w DNC.

4. PREZENTACJA DANYCH

Zarówno standard DIGEST jak i S-57 nie definiuje zasad dotyczących prezentacji i wyświetlania danych. Przyjęto w nich zasadę, że zobrazowanie informacji jest niezależne od jej przechowywania. Oznacza to, że zbiory danych w tych standardach nie przechowują informacji o sposobie ich wyświetlania. Założono, że modele prezentacji danych powinny dostarczać aplikacje wykorzystujące te dane.

Tego rodzaju rozwiązanie zastosowano w koncepcji ECDIS, gdzie system ten jest zasilany danymi wyprodukowanymi na podstawie Specyfikacji Produkcji ENC, a następnie są one wyświetlane według modelu prezentacji zdefiniowanego w S-52.

Do prezentacji danych VPF w tym również produkowanych według Specyfikacji Produkcji DNC zdefiniowano symbole w wojskowej specyfikacji MIL-DTL-89045 (GeoSym).

5. WYKORZYSTANIE PRODUKTÓW ENC I DNC W SYSTEMACH ECDIS/ECS

Pomimo, że ENC i DNC w większości powstają na podstawie nawigacyjnych (nautycznych) map papierowych, a ich zawartość jest podobna to z punktu widzenia wykorzystania w systemach ECDIS/ECS znacznie się różnią. Jedną z podstawowych przyczyn tych niezgodności jest cel wykorzystania produktów.

ENC jest typowym produktem hydrograficznym, funkcjonującym w ramach jednej spójnej koncepcji systemu ECDIS, w której celem nadrzędnym jest, aby system ten spełniał wszelkie wymagania związane z bezpieczeństwem żeglugi na morzu i gdzie zdefiniowano bardzo istotne kwestie sposobu aktualizacji, wykorzystania i prezentacji danych.

Z kolei DNC nie jest typowym produktem hydrograficznym rozbudowanym o dodatkowe możliwości w zakresie gromadzenia informacji związanych z bezpieczeństwem żeglugi. Został on zaprojektowany do celów militarnych związanych między innymi z nawigacyjnym wsparciem okrętów Marynarki Wojennej USA.

Biorąc pod uwagę możliwość korzystania przez okręty Marynarki Wojennej RP z obydwu produktów jednocześnie przy założeniu, że na określone obszary morskie posiadamy dane ENC, a na inne DNC, musimy zdać sobie sprawę z istotnych trudności i ograniczeń z tym związanych, wynikających z różnic omówionych powyżej.

System ECDIS wykorzystujący dane ENC i DNC musiałby dla obydwu produktów posiadać:

- odrębne mechanizmy ich aktualizacji i tworzenia formatu systemowego,
- możliwości rozwiązywania konfliktów związanych z niezgodnościami między modelami danych,
- możliwości rozwiązywania konfliktów związanych z prezentacją danych,
- odrębne mechanizmy do uruchamiania alarmów,
- możliwość harmonijnego przejścia z jednego typu danych na drugi.

Biorąc pod uwagę bezpieczeństwo żeglugi na morzu można stwierdzić, że koncepcja takiego wykorzystywania danych nie jest właściwa co oznacza, że systemy ECDIS instalowane na okrętach MW RP powinny wykorzystywać do prowadzenia nawigacji tylko dane ENC.

Nie oznacza to jednak, że DNC jest produktem nie nadającym się do prowadzenia nawigacji.

Jest on powszechnie wykorzystywany w systemach ECDIS-N przez Marynarkę Wojenną USA należy jednak pamiętać, że koncepcja budowy tych systemów zakładała od samego początku wykorzystanie danych DNC (a nie ENC), a ich prezentowanie przy wykorzystaniu biblioteki GeoSym (a nie S-52).

PODSUMOWANIE

ENC jest typową mapą nawigacyjną podczas gdy DNC może dostarczać

dodatkowe informacje z reguły przeznaczone do zastosowań militarnych. Potocznie mówi się, że DNC są „szersze”, a ENC mają większą „głębnię”. W praktyce oznacza to, że w prostszym modelu danych DNC istnieje możliwość gromadzenia większego zakresu tematycznego danych, z kolei w bardziej złożonym modelu danych ENC gromadzi się mniejszy zakres tematyczny danych, ale precyzyjniej je opisuje.

Fundamentalna niespójność pomiędzy DNC i ENC wywodzi się ich Specyfikacji Produkcji, a pośrednio - ze standardów DIGEST i S-57.

Należy pamiętać, że nie są to produkty takie same tylko w innych „opakowaniach”. Z tego powodu pełna konwersja danych z jednego formatu do drugiego nie jest możliwa. W praktyce producent danych musi zdawać sobie sprawę, co traci produkując dane DNC z ENC i jeśli jest to możliwe wybierać najbardziej optymalne rozwiązania dla danej sytuacji geoprzestrzennej.

W związku z tym, że w świecie istnieje potrzeba migracji danych z jednego do drugiego modelu danych to problem ten, rozumiany jako możliwość pełnej automatycznej konwersji danych, jest rozważany na forach międzynarodowych między innymi przez grupę roboczą do spraw Harmonizacji Informacji Hydrograficznej (HIHWG) powołaną przez DGIWG i IHO.

Na dzień dzisiejszy nie udało się stworzyć mechanizmu, który w sposób pełny (lub zadawalający) realizowałby to zadanie. Zakłada się że, będzie to proces długofalowy polegający na stopniowym harmonizowaniu standardów DIGEST i S-57 i w konsekwencji dojdzie do stworzenia takiego mechanizmu (aplikacji). Z drugiej strony istnieją opinie, że w odleglejszej perspektywie czasowej, problem rozwiąże się samoistnie poprzez migrację zarówno danych ENC jak i DNC do tworzonego przez IHO nowego Standardu Geoprzestrzennych Danych Hydrograficznych (S-100).

Biorąc pod uwagę wymagania IMO i IHO, co do funkcjonalności i zawartości zbiorów danych, na podstawie których można prowadzić nawigację bez map papierowych, to obydwa produkty spełniają te wymagania. W praktyce oznacza to, że obydwa produkty mogą być wykorzystywane w certyfikowanych systemach ECDIS, mających prawo być podstawowymi środkami do prowadzenia nawigacji na okrętach i statkach. W zdecydowanej większości systemy te są certyfikowane na jeden standard danych, którym jest ENC. Zdaniem autora wynika to z faktu, że ENC jest składnikiem jednej spójnej koncepcji ECDIS, której celem nadrzędnym jest bezpieczeństwo żeglugi. Koncepcja ta znajduje coraz szersze zastosowanie w praktyce.

DNC są również wykorzystywane do prowadzenia nawigacji, jednak w znacznie mniejszym zakresie. Według wiedzy autora, jedynie wojskowe systemy Navy ECDIS (ECDIS-N), instalowane na okrętach Marynarki Wojennej USA są certyfikowane na ten standard danych.

Biuro Hydrograficzne Marynarki Wojennej posiada pełne pokrycie polskich obszarów morskich danymi zarówno w standardzie ENC/S-57 jak i DNC/VPF. Niestety mapy DNC nie znajdują szerszego zastosowania, a próby

współpracy w tym zakresie z NGA (National Geospatial - Intelligence Agency) nie powiodły się. Na szczęście nie można tego powiedzieć o mapach ENC, które z każdym rokiem znajdują coraz więcej użytkowników w Marynarce Wojennej RP i morskim środowisku cywilnym. Fakt ten zmusza BHMW do podejmowania wszelkich możliwych działań, aby zapewnić temu produktowi jak najwyższą jakość i aktualność. Zdaniem autora jest oczywiste, że już w niedalekiej przyszłości będą one powszechnie wykorzystywane w nawigacji morskiej i zastąpią analogowe pomoce nawigacyjne w tym papierowe, nawigacyjne mapy morskie.

BIBLIOGRAFIA

1. Publikacja DGIWG „Standard wymiany Cyfrowych Danych Geograficznych (DIGEST)”, edycja 2.0, czerwiec 1997,
2. Publikacja Specjalna IHO nr S-57 „Standard Wymiany Cyfrowych Danych Hydrograficznych” edycja 3.1, listopad 2000, IHO
3. Publikacja Specjalna IHO nr S-52: "Specifications for Chart Content and Display Aspects of ECDIS"
4. Rezolucja IMO A.817(19) Performance Standards for Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS)”
5. Publikacja IEC P 61174 System Obrazowania Elektronicznej Mapy i Informacji Nawigacyjnej (ECDIS)
6. Publikacja NGA MIL-PRF-89023 „DNC Performance Specification – Digital Nautical Chart”, 19 December 1997
7. Publikacja NGA MIL-H-89201A “Military Specifications” i MIL-H-89201/1-9 “Harbor, Approach, and Coastal Charts (HAC)”
8. Publikacja MIL-STD-2407 „Vector Product Format”

Recenzował dr hab. inż. kpt. ż.w. Adam Weintrit, profesor Akademii Morskiej w Gdyni

