

Razvoj standarda univerzalnog modela hidrografskih podataka

Rajnić, Boris

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Maritime Studies / Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:164:785059>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-25**

Repository / Repozitorij:

[Repository - Faculty of Maritime Studies - Split -
Repository - Faculty of Maritime Studies Split for
permanent storage and preservation of digital
resources of the institution](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU
POMORSKI FAKULTET**

BORIS RAJNIĆ

**RAZVOJ STANDARDA UNIVERZALNOG
MODELA HIDROGRAFSKIH PODATAKA**

DIPLOMSKI RAD

SPLIT, 2020.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
POMORSKI FAKULTET**

STUDIJ: POMORSKA NAUTIKA

**RAZVOJ STANDARDA UNIVERZALNOG
MODELA HIDROGRAFSKIH PODATAKA**

DIPLOMSKI RAD

MENTOR:

doc. dr. sc. Ivica Pavić

STUDENT:

Boris Rajnić

(MB:0171271271)

SPLIT, 2020.

SAŽETAK

Prateći svjetski trend tehnoloških razvoja, Međunarodna hidrografska organizacija (engl. *International Hydrographic Organization – IHO*) posljednjih dvadeset godina provodi transformaciju u „digitalno doba“ te iz tog razloga intenzivno radi na donošenju i razvoju standarda koji će se implementirati na svjetskoj razini, a služiti će standardiziranju načina prikupljanja, obrade, razmjene i distribucije digitalnih podataka. Ovaj rad ima za cilj prikazati razvoj standarda univerzalnog modela hidrografskih podataka te specifikacije digitalnih proizvoda koji se razvijaju prema okviru koji razvija IHO. U tom smislu IHO je razvio standard univerzalnog modela hidrografskih podataka odnosno Standard S-100. Uz analizu standarda prikazana je i objašnjena njegova struktura. Propisanim okvirom standarda univerzalnog modela hidrografskih podataka osigurana je standardizacija digitalnih podataka i informacija kojima će se prvenstveno služiti hidrografske organizacije. Viši cilj je osiguranje sigurnosti plovidbe brojnim tehnološkim inovacijama u području pomorstva. U radu je prikazana i uloga IHO-a i Hrvatskog hidrografskog instituta (HHI), postojeći standardi koji se odnose na elektroničke navigacijske karte, primjena standarda univerzalnog modela hidrografskih podataka te Registar geoprostornih informacija koji se razvija u okviru ovog standarda.

Ključne riječi: *standard, hidrografija, digitalni podatci, univezalni model*

ABSTRACT

Following the global trend of technological development, the International Hydrographic Organization – IHO has been transforming into the "digital age" for the last twenty years and for this reason is working intensively on the adoption and development of standards that will be implemented worldwide, and will serve standardizing the way digital data is collected, processed, exchanged and distributed. This paper aims to present the development of standards for a universal hydrographic data model and specifications for digital products that are being developed according to the framework developed by the IHO. In that sense, the IHO has developed the standard of the universal model of hydrographic data – Standard S-100. Along with the analysis of the standard, its structure is presented and explained. The prescribed framework of standards for the universal model of hydrographic data ensures the standardization of digital data and information that will primarily be used by hydrographic organizations. The higher goal is to ensure the safety of navigation through numerous technological innovations in the field of maritime affairs. The paper also presents the role of IHO and the Croatian Hydrographic Institute (HHI), the existing standards related to electronic navigation charts, the application of the universal hydrographic data model standard and the Register of Geospatial Information being developed within this standard.

Keywords: *standard, hydrography, digital data, universal model*

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. MEĐUNARODNA HIDROGRAFSKA ORGANIZACIJA.....	3
2.1. HRVATSKI HIDROGRAFSKI INSTITUT.....	6
3. ELEKTRONIČKE NAVIGACIJSKE KARTE	8
4. POSTOJEĆI STANDARDI I SPECIFIKACIJE ZA ELEKTRONIČKE KARTE	11
4.1. STANDARD S-52.....	12
4.2. STANDARD S-53.....	13
4.3. STANDARD S-57.....	14
4.4. STANDARD S-58.....	15
4.5. STANDARD S-60.....	16
4.6. STANDARD S-61.....	17
4.7. STANDARD S-62.....	17
4.8. STANDARD S-63.....	18
4.9. STANDARD S-64.....	19
4.10. STANDARD S-65.....	20
4.11. STANDARD S-66.....	23
4.12. STANDARD S-99.....	23
5. UNIVERZALNI MODEL HIDROGRAFSKIH PODATAKA	25
5.1. STRUKTURA STANDARDA S-100.....	28
5.2. RADNA SKUPINA S-100.....	35
5.3. PODLOGA ZA TESTIRANJE STANDARDA S-100	35
6. PRIMJENA UNIVERZALNOG MODELA HIDROGRAFSKIH PODATAKA.....	38
6.1. E-NAVIGACIJA.....	38
6.2. POMORSKA SIGNALIZACIJA	40
6.3. BATIMETRIJA VISOKE REZOLUCIJE	41

7. METAPODATCI	44
8. SPECIFIKACIJE PROIZVODA	48
9. REGISTAR GEOPROSTORNIH INFORMACIJA.....	52
10. ZAKLJUČAK	55
LITERATURA.....	57
POPIS SLIKA	62

1. UVOD

Razvoj standarda univerzalnog modela hidrografskih podataka omogućit će proizvodnju velikog broja digitalnih proizvoda koji će biti od izuzetne važnosti hidrografskoj i pomorskoj djelatnosti. Primjenom okvira koji propisuje standard univerzalnog modela hidrografskih podataka odnosno standard S-100 osigurana je standardizacija digitalnih podataka i informacija kojima se služi široka zajednica uključena u hidrografsku djelatnost i pomorstvo. Primarni cilj je povećati učinkovitost i sigurnost plovidbe.

Ovaj rad ima za cilj istražiti i prikazati razvoj standarda univerzalnog modela hidrografskih podataka te proučiti proizvode koji su nastali prema okviru koji ovaj standard propisuje. Kako bi se shvatila potreba za nastankom i razvojem standarda S-100, prikazat će se i dosadašnji standardi IHO-a. Uz standard S-100 analizirat će se i komponente od kojih se sastoji, primjena univerzalnog modela hidrografskih podataka, važnost metapodataka te Registar geoprostornih informacija.

Kako je i hidrografska djelatnost ušla u novo digitalno doba, IHO je razvio standard koji će osigurati ujednačenost u kreiranju, prijenosu, upotrebi te nadogradnji podataka. Standard je prvenstveno namijenjen standardizaciji razmjene podataka između različitih hidrografskih organizacija država članica što između ostalog uključuje kodiranje, validaciju i sprječavanje zloupotrebe podataka.

Rad se sastoji od uvoda, glavnog dijela i zaključka, a podijeljen je na deset poglavlja. U uvodnom razmatranju prikazan je problem i predmet rada, ciljevi i struktura rada. U drugom poglavlju opisana je krovna organizacija hidrografske djelatnosti (IHO) te HHI. Treće poglavlje prikazuje elektroničke navigacijske karte (engl. *Electronic Navigational Chart*) te vrste i značajke istih. U četvrtom poglavlju analizirani su i prikazani standardi temeljem kojih su izrađene postojeće ENC. Prikazani su standardi od S-52 do S-66 te S-99. Važnost tih standarda je reguliranje i upravljanje nastankom okvira za proizvodnju i upotrebu ENC te načine njihovog prikaza. Peto poglavlje prikazuje standard univerzalnog modela hidrografskih podataka, njegovu strukturu, posao Radne skupine zadužene za razvoj standarda te podlogu za testiranje. U šestom poglavlju objašnjene su neke od primjena standarda S-100 koje su prepoznate kao značajnije i to e-Navigacija, pomorska signalizacija i batimetrija visoke rezolucije. Sedmo poglavlje opisuje metapodatke, vrste i ulogu te njihov značaj. U osmom poglavlju prikazane su specifikacije

proizvoda koji su nastali na temelju standarda S-100. To su serije standarda razvijene od strane organizacija uključenih u razvoj samog standarda S-100. Registar geoprostornih informacija te njegovi podregistri prikazani su u devetom poglavlju. U završnom, desetom poglavlju, iznesena su zaključna razmatranja.

2. MEĐUNARODNA HIDROGRAFSKA ORGANIZACIJA

Povijest svjetske ujedinjenosti u hidrografskim nastojanjima počinje Hidrografskom konferencijom održanom u Washingtonu 1899. godine. Ova međunarodna konferencija označava početak pregovora o suradnji na području hidrografije na svjetskoj razini. Nakon dvije konferencije u Petrogradu koje su održane 1908. i 1912. godine uslijedila je konferencija u Londonu 1919. godine na kojoj je odlučeno osnovati stalno tijelo koje će brinuti o hidrografskoj službi. Konferenciji su prisustvovala 24 države. Dvije godine nakon toga (1921. godine) osnovan je Međunarodni hidrografski ured (engl. *International Hydrographic Bureau – IHB*) sa sjedištem u Kneževini Monako. Veliku ulogu u osnutku i razvoju IHB imao je Princ Albert I od Monaka koji je i osigurao sjedište Ureda. IHB je temeljem Međunarodne konvencije o IHO-u 1970. godine promijenio naziv u IHO. IHB je ostao postojati sve do 2017. godine nakon čega mijenja svoje ime u Tajništvo IHO-a. Od 24 države prisutne na konferenciji osnivanja IHB-a njih 19 je odmah postalo članicama. Trenutno IHO broji 93 države članice od kojih je nekoliko suspendirano zbog neispunjavanja svojih obaveza prema IHO-u. IHO je međuvladina konzultativna i tehnička organizacija koja pri Ujedinjenim narodima ima status promatrača. [47]

Strukturu IHO-a danas čine Skupština, Tajništvo, Vijeće, odbori i pododbori te radne skupine i ostale službe. Kao što je rečeno, današnje Tajništvo predstavlja nekadašnji IHB, a Skupština nekadašnju Međunarodnu hidrografsku konferenciju. Međunarodna hidrografska konferencija je do 2017. upravljala radom IHO-a kada je donesena nova Konvencija o IHO-u. Ova konferencija sastajala se svakih pet godina na redovitoj osnovi, a postojala su i izvanredna zasjedanja ovisno o potrebi. Tri su odbora koji trenutno djeluju pod IHO-om i to Odbor za hidrografske službe i standarde (engl. *Hydrographic Services and Standards Committee – HSSC*), Međuregionalni koordinacijski odbor (engl. *Inter-Regional Coordination committee – IRCC*) te Financijski odbor (engl. *Finance Committee – FC*). [47]

Važnost IHO-a ogleda se u standardizaciji načina poslovanja kako bi se osigurala sigurnost plovidbe. Pod sigurnošću plovidbe podrazumijeva se osiguranje navigacijsko sigurnosnih podataka i informacija kroz službena izdanja pomorskih navigacijskih karata u analognom te danas sve više digitalnom obliku. Nekoliko je ciljeva kojima se vodi IHO, a upravo iz tih ciljeva proizlaze sve aktivnosti kojima se bave već dugi niz godina. Glavni cilj zbog kojeg je ova organizacija i osnovana je promoviranje hidrografske djelatnosti na

globalnoj razini sa svrhom osiguranja sigurnosti plovidbe te povećanje svjesnosti o važnosti hidrografije. IHO nastoji svojim radom osigurati i pružiti globalnu pokrivenost hidrografskim podacima te osigurati standardizaciju i uniformnost podataka različitih hidrografskih organizacija. Kako bi to postigli potrebno je osigurati usklađenost djelatnosti i poslovanja velikog broja nacionalnih hidrografskih organizacija. Svojim poslovanjem potrebno je osigurati i razvoj hidrografske znanosti i kroz nacionalne organizacije te samu krovnu organizaciju. Kroz ove ciljeve nastale su brojne aktivnosti kojima se IHO bavi. Najvažnija aktivnost je osiguranje podataka za izradu pomorskih karata, postizanju uniformnosti tih karata i navigacijskih publikacija, donošenje metoda za provedbu hidrografskih izmjera, itd. Važnost IHO-a je i u donošenju i razvoju međunarodnih hidrografskih standarda. Kroz te standarde se osigurava postojanje međunarodnih i nacionalnih propisa vezanih uz hidrografsku djelatnost.

Propisi koje donosi IHO dispozitivnog su karaktera te između ostalog svojim sadržajem ne obuhvaćaju upravne ili organizacijske standarde osim stručno-tehničkih standarda za obavljanje hidrografske djelatnosti. Kao i sve ostale organizacije vezane uz pomorstvo tako i IHO na međunarodnoj razini donosi propise koji predstavljaju minimum zahtjeva. Tako svaka nacionalna organizacija ne može ići ispod tog minimuma, ali u skladu s tim propisima može podići ljestvicu zahtjeva. Republika Hrvatska ima svoj Zakon o hidrografskoj djelatnosti koji je nastao tako što su korišteni propisi i preporuke IHO-a i Međunarodne pomorske organizacije (engl. *International Maritime Organization – IMO*) čime su stvoreni transparentni i ujednačeni uvjeti za obavljanje hidrografskih premjera te izradu navigacijskih karata.

Jedna od najznačajnijih djelatnosti IHO-a predstavlja donošenje, razvoj i održavanje publikacija. Svaka publikacija IHO-a, ovisno o kategoriji, označena je odgovarajućim slovom iza kojeg slijedi broj te naziv publikacije. Pet je kategorija publikacija IHO-a i to:

- batimetrijske publikacije (B),
- publikacije o jačanju kapaciteta (C),
- razne publikacije (M),
- periodičke publikacije (P) te
- standardi i specifikacije (S). [18]

Tu su još i druge publikacije te nacrti publikacija. Pod drugim publikacijama smatra se trenutno samo publikacija S-4 Međunarodne kratice (engl. *International Abbreviations*) kako zahtijeva Međunarodno elektrotehničko povjerenstvo (engl. *International Electrotechnical Commission – IEC*) IEC 61174.¹ Na snazi je trenutno verzija 4.8.0 iz 2018. godine. Pod nacrtima publikacija nalaze se publikacije koje čekaju odobrenje država članica primjerice C-51, P-7, S-49. [18]

Batimetrijske publikacije označavaju se brojevima od 1 do 12 te se najviše odnose na Opću batimetrijsku kartu oceana – GEBCO (engl. *General Bathymetric Chart of the Oceans*). Odnose se i na informacije vezane uz batimetrijske podatke, GEBCO-v digitalni atlas, povijesni pregled, IHO-IOC GEBCO Cook Book koji se odnosi na tehnički referentni priručnik o tome kako izgraditi batimetrijske koordinatne mreže, kao i smjernice za tzv. *Crowdsourced Bathymetry* koji se odnosi na zbirku mjerenih dubina s brodova koristeći klasične navigacijske uređaje pri obavljanju rutinskih pomorskih operacija. [18]

Publikacije za jačanje, odnosno izgradnju kapaciteta, odnose se na obuku u hidrografiji i pomorskoj kartografiji, priručnik o tehničkim aspektima Konvencije UN-a o pravu mora, knjigu o teoriji i praksi vezano za morske mijene, smjernice o infrastrukturi prostornih podataka. Ukupno je osam C publikacija. Najvažniji je Priručnik o hidrografiji kojim se reguliraju tehnički aspekti prikupljanja hidrografskih podataka ultrazvučnih dubinomjera. Slijedeći propise ove publikacije sve nacionalne hidrografske organizacije mogu prikupiti podatke koji će biti ako ne jednake onda približno jednake točnosti na svjetskoj razini. [18]

Pet publikacija M kategorije odnose se prvenstveno na pravne i tehničke dokumente kojima se uređuje status organizacije i zaposlenih. M publikacije čine temeljni dokumenti IHO-a, potreba za hidrografskim uslugama odnosno istraživanjima, rezolucije IHO-a, pravila za osoblje te povijest IHO-a i Tajništva IHO-a.

Periodičke publikacije obuhvaćaju Godišnjak IHO-a, godišnja izvješća o radu, zapisnici Skupštine IHO-a te međunarodni časopis pod imenom *International Hydrographic Review* koji objavljuje recenzirane radove o svim područjima hidrografije i tome srodnim temama. [18]

Peta kategorija publikacija IHO-a koja se označava slovom S su standardi i specifikacije te oni predstavljaju najvažniju skupinu publikacija koju razvija IHO. Pomoću

¹ International Electrotechnical Commission Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - Electronic chart display and information system (ECDIS) - Operational and performance requirements, methods of testing and required test results.

ovih standarda omogućena je provedba standardizacije u raznim područjima, a najznačajnija je standardizacija hidrografskog premjera jer se njome definiraju zahtjevi pouzdanosti prikupljanja hidrografskih podataka u određenim područjima svjetskih mora. Kada je nastala, publikacija S-4 se odnosila na izradu međunarodnih INT (engl. *International Navigational Charts*) karata te su iz tih standarda nastali brojni nacionalni standardi koji su omogućili približno jednak izgled pomorskih papirnatih karata. Važni su i standardi izrade elektroničkih karata te razvoj budućih standarda za elektroničke karte što se prvenstveno odnosi na standard S-100. Tendencija je da ovi standardi serije S-10x zamjene dosadašnje standarde za elektroničke karte.

U nastavku rada ukratko je opisan razvoj i djelatnost HHI-a kako bi se prikazala njegova važnost u okviru hidrografske djelatnosti Republike Hrvatske.

2.1. HRVATSKI HIDROGRAFSKI INSTITUT

Prva znanstveno utemeljena i sustavna hidrografska istraživanja na Jadranu sežu u sam početak 19. stoljeća, a istraživanja koje je obavio Charles François Beautemps-Beaupré (francuski hidrograf) označila su temelj svih kasnijih istraživanja Jadranskog mora. Dakle, tada je hidrografsku djelatnost na Jadranu provela Francuska vlada. Nakon Francuske, vlast na Jadranu preuzima Austrijska Carevina odnosno kasnije Austro Ugarska Monarhija. Sve do 1860. godine Jadransko more nije imalo organiziranu hidrografsku djelatnost. Iste godine se u Trstu otvara Hidrografski zavod. Taj je zavod dugi niz godina mijenjao sjedište i naziv. Za vrijeme dok je na hrvatskoj obali Jadrana poslove obavljao Hidrografski zavod u Puli, Tobias Freiherr von Österreicher bio je zadužen za sustavan premjer Jadranskog mora nakon čega je nastala nova karta Jadrana. Prve karte su nastale u prvoj polovici 19. stoljeća, a izdane su u obliku atlasa. Atlas je sadržavao dvije opće te 22 kursne karte i sedam preglednih listova na kojima su se nalazile panorame važnijih luka i njihovih prilaza. [14]

Od kraja 1944. središte hidrografske djelatnosti na Jadranu po drugi put postaje Split i to nakon 15 godina. Prvi put Split je bio središte hidrografske djelatnosti od 1922. godine uz Dubrovnik i Tivat. Od 1937. organizacija se naziva Hidrografski institut mornarice te kao takav obavlja svoju djelatnost i nakon Drugog svjetskog rata. Institut od tada neprekidno djeluje sa sjedištem u Splitu i radi na pravom znanstvenom razvoju hidrografske djelatnosti. Nakon osamostaljenja RH Institut ponovno mijenja ime, i to najprije u Republički hidrografski institut, zatim Državni hidrografski institut te na

posljedku Hrvatski hidrografski institut. HHI obavlja hidrografsku djelatnost od interesa za Republiku Hrvatsku od kada je postao javna ustanova temeljem Zakona o hidrografskoj djelatnosti. [14]

Djelatnost HHI-a je propisana Zakonom o hidrografskoj djelatnosti te Pomorskim zakonikom. HHI svoju djelatnost obavlja kroz hidrografski, oceanološki, kartografski, nautički, informatički i reprodukcijski odjel te kroz odjel menadžmenta plovnih objekata, računovodstvenog (financijski i komercijalni) i pravnog (kadrovski i opći) odjela. Djelatnost HHI-a je doprinos povećanju sigurnosti plovidbe u smislu hidrografske djelatnosti kroz hidrografsku izmjeru mora i marinsku geodeziju kao i objava službenih pomorskih navigacijskih karata i priručnika, nautičkih publikacija, izdavačko-tiskarski poslovi, poslovi Nacionalnog koordinatora za pomorske sigurnosne informacije (engl. *Maritime Safety Information – MSI*). HHI predstavlja Hrvatsku u IHO-u te u drugim međunarodnim organizacijama koje se bave hidrografijom. Dužnost HHI je i obavljanje znanstvenoistraživačke djelatnosti i aktivnosti u svrhu osnaživanja jadranske orijentacije Hrvatske. [14]

Republika Hrvatska donosi kroz rad HHI-a svoje nacionalne propise koji mogu biti stroži od međunarodnih propisa. Svi propisi nastaju u skladu s preporukama IHO-a, IMO-a te Međunarodne udruge svjetioničarskih službi (engl. *International Association of Light Authorities – IALA*). HHI djeluje u sastavu Ministarstva mora, prometa i infrastrukture, a surađuje s Hrvatskom ratnom mornaricom, lučkim kapetanijama, Ustanovom za održavanje pomorskih plovnih putova te ostalim nacionalnim hidrografskim organizacijama pomorskih zemalja.

3. ELEKTRONIČKE NAVIGACIJSKE KARTE

Pomorske karte klasificirane su prema namjeni, sadržaju i mjerilu a dijele se na navigacijske, informativne te pomoćne. Navigacijske karte mogu biti generalne, kursne i obalne karte te lučki planovi i posebne karte. Informativna karta može biti batimetrijska koja se koristi za prikaz dubina ili sedimentološka za prikaz vrsta naslaga na morskom dnu. Pomoćne karte kao i informativne ne smiju se koristiti za navigaciju. Službene karte koje se koriste za pomorsku navigaciju mogu biti službene papirnate i elektroničke karte.

Razvojem elektroničke navigacije nametnula se potreba stvaranja i daljnjeg razvoja ENC. Razvojem ENC papirnate karte počele su gubiti na značenju jer su se brodari odlučili uglavnom na korištenje ENC. Najveću ulogu u razvoju ENC imao je IHO, a zatim i IMO. Uloga IMO-a je bila razviti pravni okvir za mogućnost primjene na brodovima kroz izmjene Međunarodne konvencije o zaštiti ljudskog života na moru (engl. *Safety of Life at Sea – SOLAS*). Zadatak IHO-a je bio razviti standarde i to one tehničke kako bi se osigurala ujednačenost izrade ENC u pogledu formata, strukture i sadržaja. Razvoj ENC započinje krajem 80-ih godina prošlog stoljeća.

Od 1. srpnja 2012. godine za SOLAS brodove ENC postaju obvezne. Kako bi se takva karta mogla prikazati na brodovima postoje posebni uređaji zvani ECDIS² uređaji.

Na temelju službenih kartografskih baza podataka izrađuje se ENC odnosno iz hidrografskih izvornika i baza podataka koje posjeduju hidrografske organizacije. Za svako pojedino mjerilo karte standardima IHO-a je određen sadržaj karte. Elektronička karta predstavlja prijelaz iz analognih podataka u one digitalne. Digitalni podatci mogu nastati pretvaranjem analognih podataka ili kreiranjem novih digitalnih podataka. Elektronička pomorska karta može biti rasterska ili vektorska karta. Takva karta, neovisno o vrsti, sadrži sve neophodno za sigurnu navigaciju. Osim toga, može sadržavati i neke dodatne informacije pored onih koji se nalaze na klasičnoj papirnoj karti (primjerice smjerovi plovidbe). Sve elektroničke pomorske navigacijske karte izrađuju se u skladu sa standardima i specifikacijama koje izdaje IHO. U ovisnosti o mjerilu karte i standardom za to pojedino mjerilo može se dopuniti sadržaj karte. U RH je za izradu elektroničkih navigacijskih karata zadužen HHI. Hrvatski hidrografski institut trenutno izdaje 232 ENC ćelije, a one su dostupne preko PRIMAR-a koji je regionalni koordinacijski centar za

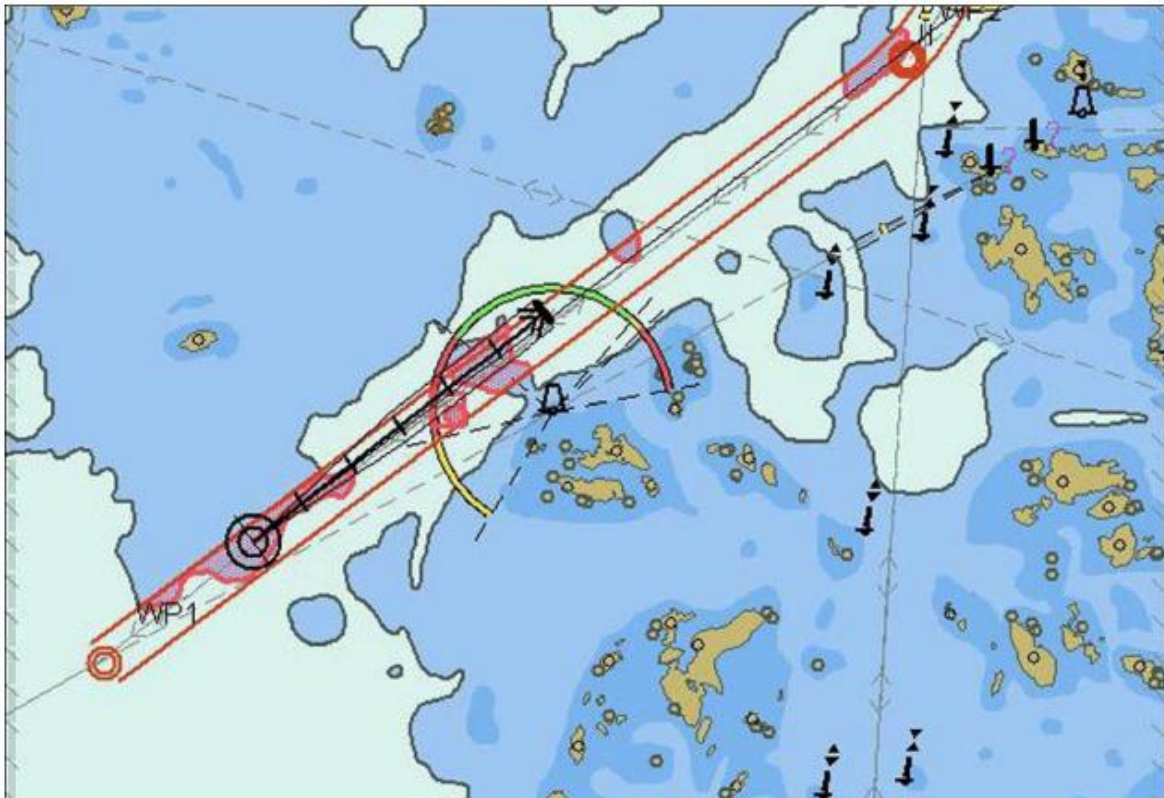
² Electronic Chart Display and Information System – ECDIS informacijski sustav s mogućnošću prikaza elektroničkih navigacijskih karata.

distribuciju ENC-a (engl. *Regional Electronic Nautical Charts Coordinating Centers – RENC*) i njegove mreže ovlaštenih distributera. [15]

Rasterska navigacijska karta (engl. *Raster Nautical Chart – RNC*) najjednostavniji je oblik elektroničke karte jer predstavlja kopiju papirne pomorske karte u digitalnom obliku. RNC se dobiva video ili digitalnim skeniranjem papirne pomorske karte. Oblik prikaza kod RNC je digitalni grafički format gdje se prikaz sadržaja temelji na točki odnosno pikselu. Svakim pikselom određuje se boja i razina osvjetljenja karte, a brojem piksela određuje se rezolucija karte. U procesu skeniranja nastaje pravokutna mreža piksela koji se tako raspoređuju u određeni redak i stupac kojima je upravo iz tog razloga moguće dodijeliti jedinstveni broj položaja. Kako se RNC dobiva skeniranjem papirne, kvaliteta izrađene karte ovisi o kvaliteti skeniranja, a tako i vrijeme potrebno za izradu rasterske karte ovisi o vremenu potrebnom za skeniranje. Sve RNC izrađuju se prema standardu IHO-a S-61 *Product Specification for Raster Navigational Charts* koji je ujedno i jedini standard za RNC. U okviru ECDIS-a postoji i sustav za prikaz rasterskih karata koji se zove RCDS sustav (engl. *Raster Chart Display System*) pomoću kojeg se mogu prikazati samo one RNC koje su nastale na temelju službenih karata, iako postoje slučajevi kada se rasterske karte ne prihvaćaju za upotrebu u okviru SOLAS-a i pravila V/20. [24]

Kada se govori o elektroničkim navigacijskim kartama obično se misli na vektorske karte. Vektorski sustavi podrazumijevaju nizove crta odnosno vektora pomoću kojih se spremaju ili prikazuju različite vrste informacija. Oblik prikaza kod vektorskih karata je digitalni grafički format gdje se prikaz sadržaja temelji na meta-informacijama definiranim tim vektorima. Za razliku od pravokutne mreže koja se koristi kod rasterskih karata, u vektorskom sustavu podatak se zapisuje pomoću zadanih koordinata. Elementi se na elektroničkim kartama mogu prikazati kao točka, crta ili područje. Točke se mogu definirati referentnim koordinatama, najčešće zemljopisnom širinom i dužinom. Prikaz na vektorskoj karti dobiva se vektorskom analizom koju izvršava program nakon koje se na prikazu grafički ispisuju konture obale i svi ostali sadržaji odabrani za prikaz. Za razliku od rasterskih karata, kod vektorskih povećanjem karte (krupnije mjerilo) može se povećati broj dostupnih informacija. Isto tako promjenom mjerila se mijenja izgled obale odnosno njezinih kontura. Na ECDIS-u se može odabrati koje se informacije želi prikazati na karti jer je karta organizirana u obliku tematskih slojeva. Osnovu za izradu vektorskih karata predstavlja standard IHO-a S-57 *Transfer Standard for Digital Hydrographic Data*. Karte koje su izrađene prema S-57 mogu se održavati ručno ili automatski. [45]

Na Slici 1. nalazi se dio prikaza ćelije ENC-a na zaslonu ECDIS-a.



Slika 1. Prikaz ENC podataka na zaslonu ECDIS-a [30]

ENC su se razvijale zbog potrebe za povećanjem sigurnosti plovidbe u elektroničkoj navigaciji i predstavljaju integrirani dio elektroničkih navigacijskih sustava koje se mogu upotrebljavati s drugim navigacijskim sredstvima i sustavima. Na ECDIS-u se prikazuju podatci dobiveni iz GPS (engl. *Global Positioning System*) i diferencijalnog GPS uređaja, radara (*radar overlay*), dubinomjera, žirokompasa, itd. Razvoj elektroničkih karata pretpostavlja se uz razvoj standarda za digitalnu kartografiju, ECDIS-a i općenito ENC.

4. POSTOJEĆI STANDARDI I SPECIFIKACIJE ZA ELEKTRONIČKE KARTE

IHO neprekidno radi na razvoju hidrografske djelatnosti na globalnoj razini, a upravo to postiže osiguravajući standardizaciju cjelokupnog spektra djelatnosti za sve države članice odnosno različite nacionalne hidrografske organizacije. Kao što je već rečeno, standardi i specifikacije kao posebna kategorija publikacija IHO-a mogu se smatrati kao najvažnija i najznačajnija vrsta publikacija. Upravo je pomoću njih osigurana standardizacija obuke i sposobnosti kartografa i hidrografa (S-5A, S-5B, S-8A, S-8B), međunarodnih INT karata kroz simbole, kratice, pojmove, itd. te hidrografskih premjera (S-44 *Standards for Hydrographic Surveys* trenutno na snazi peto izdanje iz 2008.). Zadnjih 20 godina IHO ulaže velike napore u razvoj standarda za elektroničke karte i digitalne podatke, u početku kroz standarde S-57 i S-52, a od 2010. godine i kroz standard S-100 kada je objavljena njegova prva verzija.

Važnost standardizacije je i u pomorskim sigurnosnim informacijama kroz standard S-53. Prvi dokument je nastao 1996. godine na zahtjev pododbora za radiokomunikacije kao zajednički dokument IHO-a, IMO-a i Svjetske meteorološke organizacije (engl. *World Meteorological Organization – WMO*) za pomorske sigurnosne informacije.

Iznimno je važan hidrografski rječnik, S-32 *Hydrographic Dictionary*, koji predstavlja mjerodavan dokument za sve korištene pojmove i definicije u hidrografiji i standardima i publikacijama IHO-a. Rječnik je dostupan na stranicama IHO-a i definicije su dane na engleskom, francuskom, španjolskom, kineskom i indonezijskom jeziku. Za održavanje rječnika odgovorna je radna grupa hidrografskog rječnika (engl. *Hydrographic Dictionary Working Group – HDWG*).

Vezano za postojeće standarde IHO-a koji su primjenjivi na opremu ECDIS uređaja te na podatke koji se koriste na snazi su:

- S-52 izdanje 6.1(.1) – listopad 2014. godina – *Specifications for Chart Content and Display Aspects of ECDIS* (s razjašnjenjima lipanj 2015.),
- S-52 *Annex A* izdanje 4.0(.2) – listopad 2014. godina – *IHO ECDIS Presentation Library* (s razjašnjenjima srpanj 2017.),
- S-57 izdanje 3.1 – studeni 2000. godina – *IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data*,

- S-61 izdanje 1.0 – siječanj 1999. godina – *Product Specification for Raster Navigational Charts (RNC)*,
- S-63 izdanje 1.2.1 – ožujak 2020. godina – *IHO Data Protection Scheme* i
- S-64 izdanje 3.0.2 – srpanj 2017. godina – *IHO Test Data Sets for ECDIS*. [34]

Verzija standarda S-57 3.1 treba se koristiti s dopunom *Supplement 3* te s Dokumentom za održavanje (*Maintenance Document 8*). Standard S-61 će se koristiti jedino ako ECDIS koji se koristi podržava RCDS način rada.

Za hidrografske organizacije kao proizvođače ENC propisuje se primjena sljedećih standarda:

- S-11 Dio A izdanje 3.1.0 – veljača 2018. Godina – *Guidance for the Preparation and Maintenance of International (INT) Chart and ENC Schemes*,
- S-58 izdanje 6.1.0 – rujan 2018. godina – *ENC Validation Checks*,
- S-62 trenutno izdanje – svibanj 2020. godina – *Data Producer Codes* i
- S-65 izdanje 2.1.0 – svibanj 2017. godina – *ENCs: Production, Maintenance and Distribution Guidance*. [34]

U nastavku rada analiziraju se postojeći standardi i specifikacije IHO-a za elektroničke karte. Analizirani su standardi od S-52 do S-66 te standard S-99 koji se odnose na potreban sadržaj elektroničkih karata, izradu i načine provjere valjanosti karata, sheme zaštite, setove za testiranje ECDIS-a, održavanje i distribuciju ENC, itd.

4.1. STANDARD S-52

Standard S-52 propisuje specifikacije za sadržaj karata te aspekte prikaza ECDIS-a. Njegovo trenutno izdanje je 6.1(1) iz listopada 2014. godine, a sadrži i pojašnjenja izdana u lipnju 2015. godine. Svrha je ove specifikacije doprinijeti sigurnoj upotrebi ECDIS-a tako da se osiguraju osnovna te dodatne razine koje će služiti za prikaz podataka potrebnih za ENC. Nadalje, svrha je i razvoj standardizacije te način upotrebe simbola i boja odgovarajućih objekata te da se odrede ograničenja prikaza podataka i odgovarajuća usklađenost sa simbolima koji se mogu pronaći na klasičnim papirnatim kartama. Zaslone prikaza na ECDIS-u treba biti takav da ni u kome slučaju ne dođe do dvosmislenosti prikazanih simbola ili podataka te da ne postoji nesigurnost značenja boja. Svrha standarda S-52 je i postaviti odgovarajući obrazac prikaza zaslona na osnovu kojeg će se pomorci

služiti, neovisno u kojem dijelu svijeta plove, bez mogućnosti nedoumice. Rad na ovom standardu započeo je sredinom 1980-ih godina, a prvi nacrt koji je sadržavao minimum zahtjeva prikaza ENC podataka i sadržaja na zaslonu ECDIS-a te metode za ažuriranje i kriterije razmjene digitalnih podataka između hidrografskih organizacija donesen je u svibnju 1987. IHO i IMO su paralelno radili na donošenju standarda potrebnih za ECDIS. Prvi takav standard usvojio je IMO kroz rezoluciju A.817(19)³ naziva *Provisional Performance Standards for ECDIS*. Standard S-52 je razvio IHO kako bi se povećala sigurnost te poboljšala učinkovitost plovidbe tako da se osigura ispunjavanje zahtjeva propisanih za standarde rada ECDIS-a (*IMO Performance Standards for ECDIS*) te upotreba hidrografskih podataka koje pružaju nacionalne hidrografske organizacije država članica. Ovim standardom zahtjeva se način prikaza podataka sistemskih elektroničkih navigacijskih karata (engl. *System Electronic Navigational Chart – SENC*) na ECDIS-u. SENC predstavlja bazu podataka koja nastaje transformacijom ENC-a iz S-57 za potrebe ECDIS-a. S-52 se sastoji od specifikacija za sadržaj karata te aspekata prikaza zaslona ECDIS-a gdje se općenito opisuju zahtjevi i metode prikaza podataka na ECDIS-u. Zatim sadrži *Annex A*, *Annex C* i *Appendix I*. *Annex B* je brisan u prethodnoj verziji. U *Annex-u A* koji se sastoji od dva dijela pruža se detaljan opis boja i simbola te uputa za simbolizaciju. *Annex C* propisuje postupak za kalibraciju zaslona. *Appendix I* sadrži uputstvo za ažuriranje ENC-a. [5, 19]

4.2. STANDARD S-53

Standard S-53 predstavlja zajednički priručnik o pomorskim sigurnosnim informacijama punog naziva *Joint IMO/IHO/WMO Manual on Maritime Safety Information*. Trenutno je na snazi izdanje iz siječnja 2016. godine. Iako se IMO smatra začetnikom stvaranja ovog standarda, sve tri organizacije (IMO, IHO i WHO) su zadužene za održavanje svog dijela ovog priručnika. Ovim standardom osiguran je niz procedura za sve zainteresirane za izradu navigacijskih upozorenja ili izdavanje meteoroloških prognoza i upozorenja kroz GMDSS (engl. *Global Maritime Distress and Safety System*). Najviše se odnosi na postupke za pružanje i osiguranje pomorskih sigurnosnih informacija i meteoroloških informacija odnosno prognoza putem WWNWS (engl. *World-Wide Navigational Warning Service*) koje su regulirane rezolucijom IMO-a A.706(17) te pomoću WWMIWS (engl. *World-Wide Met-ocean Information and Warnings Service*)

³ Trenutno izdanje MSC.232(82)

reguliran s rezolucijom IMO-a A.1051(27). Uputa je pravovremeno pružiti pomorcima kratke, nedvosmislene i jasne informacije kako bi se osigurala sigurnost plovidbe. Kako je pomorska industrija izuzetno multinacionalna, priručnik je pisan što je više moguće u skladu s IMO SMCP (engl. *Standard Marine Communication Phrases*) odnosno Priručnikom o standardnim pomorskim komunikacijskim frazama (rezolucija IMO A.918(22)). U skladu s tim propisano je pružanje svih meteoroloških informacija na engleskom jeziku putem NAVTEX uređaja ili SafetyNET službe. Standardom S-53 ne pruža se primjer tekstova za svaki mogući događaj nego se prikazanim načelima može sastaviti poruka za bilo koje navigacijsko upozorenje te je tako pokriveno i pisanje svih vrsta opasnosti i izdavanje meteoroloških prognoza i upozorenja. S-53 propisuje strukturu i format poruka navigacijskih upozorenja. Nadalje, uspostavljeno je dvadesetjedno NAVAREA⁴ područje. Informacije vezane uz traganje i spašavanje ne pripadaju grupi pomorskih sigurnosnih informacija i kao takve se moraju pružiti putem nekih drugih institucija zaduženih za traganje i spašavanje u skladu s propisanim postupcima. Uz NAVAREA područja dana su METAREA⁵ područja te su propisani resursi i odgovornost njihovih koordinatora. *Appendix 1* sadrži listu kontakata za NAVAREA i METAREA koordinate i koordinate pod-područja. [20]

4.3. STANDARD S-57

Standard IHO-a S-57 *IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data* predstavlja temeljni standard za digitalne vektorske karte. Njegova trenutna verzija glavne knjige odnosno dokumenta je izdanje 3.1 iz studenog 2000. godine. Prvo izdanje standarda objavljeno je 1992. godine. Izdanje 2.0 objavljeno je dvije godine kasnije. Izdanje 3.0 objavljeno je 1996. godine. Nakon što je 2000. godine objavljeno izdanje 3.1 stalo se s razvojem kako bi se osiguralo dovoljno vremena proizvođačima ECDIS-a i pružateljima podataka da razviju opremu. S-57 je standard koji se primjenjuje za način razmjene digitalnih hidrografskih podataka između nacionalnih hidrografskih organizacija, proizvođača i korisnika, a primarno služi kao standard za proizvodnju ENC. Glavna knjiga standarda sastoji se od tri dijela i dva dodatka (*Appendix A i B*). Dio 1 odnosi se na općeniti uvod koji sadrži opseg, strukturu, reference, definicije, usklađenost, uputstva za

⁴ Geografsko područje mora dodijeljeno za koordinaciju emitiranja navigacijskih upozorenja. Svijet je podijeljen u 16 područja i još je pet područja za arktički dio (dva za Kanadu, dva za Rusiju i jedan za Norvešku).

⁵ Geografsko područje mora dodijeljeno za koordinaciju emitiranja pomorskih meteoroloških informacija.

održavanje. U drugom dijelu opisuje se teoretski model podataka koji je osnova standarda. Dio 3 sadrži strukturu podataka i format kojim se implementiraju modeli podataka. Važan dio je standard ISO/IEC 8211 za enkapsulaciju podataka kojim je propisan postupak kodiranja i organiziranja podataka i on se nalazi u *Annex-u A*. Nakon što se stalo s razvojem S-57 planiran je bio početak razvoja izdanja 4.0 koji bi uključivao dodatne razine podataka kao što su batimetrija visoke rezolucije ili podataka koji se mijenjaju s protekom vremena (razina vode/mora). Izdanje 4.0 standarda S-57 nikada nije razvijeno jer je odlučeno razviti novi standard S-100 *IHO Universal Hydrographic Data Model* odnosno Univerzalni model hidrografskih podataka. Novi standard se počeo razvijati kako ne bi došlo do miješanja S-57 i dijela standarda o ENC specifikaciji proizvoda (*Appendix B.1*). Postoje neka ograničenja standarda S-57 zbog kojih se počeo razvijati standard S-100 o kojima će biti više riječi u nastavku rada. S-57 u svom *Appendix-u A* sadrži katalog objekata koji predstavlja shemu podataka ovog standarda i on se bazira na osnovu teoretskog modela opisanog u Dijelu 2 glavne knjige. Katalogom objekata se klasificira objekte iz stvarnog svijeta pomoću odgovarajuće klase obilježja, atributa i njihovih vrijednosti. *Appendix-i* ovog standarda su podijeljeni na *Appendix A*, *Appendix B.1* i *Appendix B.2*. Uz navedenu podjelu standarda, tu su još i razni dokumenti koji služe za objašnjenje standarda, dopune, korekcije, itd. pomoću kojih se formatira i upravlja ENC podacima. [6, 21]

4.4. STANDARD S-58

Provjere ispravnosti odnosno validacija ENC-a obavlja se u skladu sa standardom IHO-a S-58 *ENC Validation Checks* trenutnog izdanja 6.1.0 iz rujna 2018. godine. Standard S-58 bio je prije *Appendix B.1*, *Annex C* izdanja 3.1 standarda S-57. Njime se određuje zahtjev za minimalne provjere koje bi proizvođači alata za validaciju ENC-a trebali integrirati u softver za provjeru validacije. Takav softver za provjeru validacije ENC-a trebaju koristiti hidrografske organizacije kako bi se osigurala usklađenost ENC podataka sa standardom S-57 i *Appendix-om B.1 ENC Product Specification*. S-58 pruža kontrolne liste za provjeru pojedinačnih ENC ćelija kao i dodatne kontrole za setove razmjene ENC-a (engl. *ENC Exchange Sets*). Provjere valjanosti ENC-a i ENC podataka izvršavaju se kako bi se osiguralo da niti jedno od navedenog ne sadrži pogreške koje bi ometale rad i prikaz ENC-a na ECDIS-u.

Tri su vrste pogrešaka koje se mogu javiti i to su:

- upozorenje (engl. *Warning – W*),
- teža greška (engl. *Error – E*) te
- kritična greška (engl. *Critical Error – C*). [22]

Kada se javi upozorenje ne dolazi do vidljivog narušavanja rada ECDIS-a i prikaza ENC-a. Pri pojavi greške narušava se kvaliteta ENC-a u vidu prikaza ili upotrebe karte, ali se time ne javlja značajna opasnost u pogledu navigacije. Kritična greška uzrokuje neispravnost rada ECDIS-a tako da se karta ne može učitati ili se podatci prikazuju na takav način koji dovodi do nemogućnosti njihove upotrebe. Pri pojavi kritične greške narušava se sigurnost plovidbe. S-58 sadrži i *S-58 Edition 6.1 Test Datasets* gdje se mogu pronaći obrasci za testiranje setova podataka te obrasci za pružanje povratnih informacija od korisnika. Ovim standardom se osigurava ispravnost proizvedenog ENC-a bez smetnji pri radu u navigaciji za sigurnost plovidbe. [22]

4.5. STANDARD S-60

Standard S-60 *User's Handbook on Datum Transformations involving WGS 84*. Na snazi je trenutno treće izdanje iz srpnja 2003. godine s posljednjim ispravkom 2008. godine. S-60 sadrži konstante pretvorbe i formule za povezivanje lokalnih i regionalnih geodetskih datuma s WGS-84. S-60 je nastao iz Tehničkog izvješća (TR8350.2 treće izdanje 1997. godina) objavljenog od NIMA agencije⁶ (engl. *National Imagery and Mapping Agency*) Sjedinjenih Američkih Država. Održavanje ovog standarda provodi se u skladu s održavanjem i izmjenama navedenog Tehničkog izvješća od strane NIMA-e. S-60 omogućuje pretvaranje podataka i vrijednosti koje su dobivene mjerenjima iz nekih drugih sustava u WGS koordinatni sustav. Ovaj standard sadrži 6 dodataka (*Appendix-a*) u kojima se mogu pronaći konstante elipsoida za lokalne datume, geodetske datume WGS-84, konstante pretvorbe, razne jednadžbe, formule i parametre za računanje geografskih datuma te pojašnjenja i definicije kako bi se WGS-84 mogao neometano koristiti. [23]

⁶ Današnja Nacionalna geoprostorno-obavještajna agencija (NGA) koja djeluje pri ministarstvu obrane SAD-a, a zadužena je za prikupljanje podataka geoprostorne inteligencije u svrhu osiguranja nacionalne sigurnosti.

4.6. STANDARD S-61

Jedini standard koji se odnosi na RNC je S-61 *Product Specification for Raster Navigational Charts*. Postoji samo jedno izdanje ovog standarda i ono je stupilo na snagu 1999. godine. Standard se sastoji od uvoda i definicija te zahtjeva za RNC i to slikovne datoteke, metapodatke te načine ažuriranja. U *Annex-u A* opisuje se način rada RCDS. Standardom S-60 definira se minimum zahtjeva za RNC kako bi se osigurala dosljednost nacrtu standarda za izvedbe RCDS-a te sve tehničke specifikacije RNC-a i mogućnosti ažuriranja. Prepušteno je nacionalnim hidrografskim organizacijama odlučiti o strukturi podataka pri proizvodnji RNC-a. Rezolucijom IMO-a MSC.86 (70) dopušten je RCDS način rada u ECDIS-u za područja koja nisu pokrivena ENC ćelijama. Pri takvom načinu rada potrebno je paralelno koristiti ažurne papirnate pomorske karte. Održavanje RNC provodi se na sličan način kao i pomorskih papirnatih karata. Ažuriranje se provodi putem Oglasa za pomorce (engl. *Notice to Mariners*) ili putem radijskih oglasa i mora se provoditi istim kontinuitetom kao i za papirnate karte. Kao i o strukturi podataka tako i o metapodacima koji se koriste odlučuje nadležna nacionalna hidrografska organizacija koji izdaje RNC. Metapodatci koji bi trebali biti pruženi su podatci o proizvođaču u skladu s *Annex-om A Appendix-a A* standarda IHO-a S-57, broj RNC-a te broj karte (onda kada se razlikuje od RNC broja), datum izdavanja, datum izdanja karte od kojeg je RNC nastao, datum zadnjeg ispravka kao i prethodnih ispravaka, mjerilo karte, horizontalni i vertikalni datum, smjer sjevera, jedinice za dubinu i visinu, rezolucija karte, mehanizmi za pretvorbu geografskih pozicija u RNC koordinate, paleta boja za dnevni i noćni rad te rad tijekom sumraka. [24]

4.7. STANDARD S-62

Standard S-62 *List of IHO Data Producer Codes* predstavlja popis država članica IHO-a i drugih država koje pružaju službene navigacijske karte i publikacije te nacionalnih hidrografskih organizacija tih država i njihovih pripadajućih oznaka odnosno kodova. Također, tu su navedene i sve ostale organizacije, agencije ili privatne tvrtke koje proizvode bilo kakve podatke u skladu sa standardima i publikacijama IHO-a te svim ostalim standardima koji su nastali na osnovu standarda IHO-a, a ne pripadaju nacionalnim organizacijama država članica nego se mogu klasificirati kao neslužbeni. Popis agencija za proizvodnju ENC-a prvotno je objavljen kao *Annex A Appendix-a A* standarda S-57 pod nazivom *IHO Codes for Producing Agencies*. Trenutno izdanje je iz svibnja 2020. godine.

Odluka o izdvajanju ovog popisa iz standarda S-57 i stvaranju posebne publikacije odnosno novog standarda donesena je iz razloga čestih izmjena kodova proizvođača koje su učestalije nego sama izmjena S-57. Nakon što je objavljen standard S-100 i pripadajući Registar geoprostornih informacija S-100 odlučeno je sve poslove vezane uz kodove proizvođača podataka registra obavljati unutar registra. Registar je podijeljen na glavni dio u kojem se nalaze kodovi država ili skupina država i na dodatak u kojem se nalaze sve ostale organizacije ili agencije odnosno subjekti zaduženi za proizvodnju službeno odobrenih nautičkih proizvoda u skladu sa Poglavljem V SOLAS konvencije. Republici Hrvatskoj kao državi članici IHO-a pripada kod države HR te je službenoj agenciji (Hrvatski hidrografski institut) dodijeljen kod 80 HR. Hidrografski ured Ujedinjenog Kraljevstva (UKHO) označen je kodom 540 GB. Kod DE dodijeljen je Njemačkoj a njihov nacionalni hidrografski ured (BSH) ima kod 180 DE. Kako je hidrografska služba Sjedinjenih Američkih Država izuzetno kompleksna i sastoji se od više odvojenih organizacija svakoj od njih dodijeljen je zaseban kod. Kod SAD-a je US, a primjerice Nacionalna oceanska služba ima kod 550 US. Nacionalna geoprostorna obavještajna agencija – NGA ima dva koda i to 551 US i 554 U4. [25]

4.8. STANDARD S-63

Standard S-63 *IHO Data Protection Scheme* donosi shemu zaštite podataka ENC-a. Trenutno je na snazi izdanje 1.2.1 iz ožujka 2020. godine. Metode zaštite informacija i ENC podataka kao i standard enkripcije ENC podataka opisani su u okviru ovog standarda. U skladu s ovim standardom provodi se i ažuriranje ENC-a. Također, sigurnosne konstrukcije i operativne procedure koje treba slijediti kako bi se osigurala uspješnost implementacije sheme zaštite definirane su ovim standardom. Na razvoju ovog standarda radila je radna skupina za shemu zaštite podataka IHO-a (engl. *Data Protection Scheme Working Group – DPSWG*), a on se bazira na shemi zaštite koju je prvi razvio i primijenio PRIMAR. Svrha zaštite podataka je zaštita od piratstva podataka, selektivni pristup i autentičnost. Time se sprječava neovlaštena upotreba ENC podataka tako da se podatci enkriptiraju, ograničava se pristup samo onim ćelijama za koje korisnik posjeduje licencu i osigurava se autentičnost podataka tako da dolaze samo od ovlaštenih izvora. Shema zaštite propisana ovim standardom ne propisuje kako zaštititi podatke onda kada njima rukuju krajnji korisnici nego samo propisuje postupke zaštite pri proizvodnji. Kako bi se smanjila veličina datoteka uvijek se prije enkripcije vrši njihovo komprimiranje te se nakon

dekripcije na uređaju krajnjih korisnika vrši dekomprimiranje. U okviru ove sheme postoje četiri vrste sudionika čija je uloga održavanje, enkripcija, kupovina ili pak izrada korisničke dozvole. Sudionici su administrator sheme (engl. *The Scheme Administrator*), poslužitelji podataka (engl. *The Data Server*), klijenti – korisnici podataka (engl. *The Data Client*) i proizvođači originalne opreme (engl. *The Original Equipment Manufacturer – OEM*). Shema predviđa postojanje samo jednog administratora sheme, dok ostalih može biti više. Administrator sheme održava i koordinira Shemom te brine o radu sudionika prema uspostavljenim pravilima. Ulogu administratora obavlja Tajništvo IHO-a te je ono zaduženo za brigu o sveukupnoj dokumentaciji vezanoj uz ovaj standard. Poslužitelji podataka rade na enkripciji i označavanju ENC podataka u skladu s pravilima i postupcima opisanim u ovom standardu te oni izdaju licence pomoću kojih klijenti vrše dekripciju ENC podataka. Posao poslužitelja podataka obavljaju hidrografske organizacije, tvrtke koje stvaraju dodanu vrijednost postojećih proizvoda, RENC-ovi, itd. Klijenti su svi oni koji posjeduju ECDIS (najčešće su to brodovi). OEM ima zadatak izrade korisničke dozvole (engl. *User permit*) putem koje krajnji korisnik može izvršiti dekripciju podataka. OEM izrađuje dozvole na osnovu jedinstvenog identifikacijskog ključa (koda) koji dobije od administratora. Strukturu ovog standarda čine glavni dio koji se može podijeliti na četiri dijela kojima se opisuju komponente standarda, struktura i format seta za razmjenu, obaveze sudionika te poruke pogrešaka i upozorenja te tri *Annex*-a (A, B i C) i dva *Appendix*-a (1 i 2). [26]

Važno je naglasiti kako trenutno postoje dvije sigurnosne sheme IHO-a za digitalne podatke. Prva je shema standarda S-63 koja se koristi za ENC i ECDIS, a oslanja se na standard S-57. Druga shema IHO-a je shema standarda S-100 koja je trenutno u postupku testiranja, a namjera je njezina upotreba za seriju standarda S-10x. [26]

4.9. STANDARD S-64

Publikacija IHO-a S-64 *IHO Test Data Sets for ECDIS* sadrži brojne setove podataka za testiranje ECDIS-a. Trenutno izdanje na snazi je 3.0(2) iz srpnja 2017. godine. Standard se sastoji od priručnika za uporabu i brojnih skupova podataka za testiranje ECDIS-a kao što je propisano standardom IEC 61174. U priručniku za uporabu mogu se pronaći dokumenti i uputstva koja služe za organizaciju i razumijevanje korištenja skupova podataka za testiranje ENC-a te su pojašnjeni svi testovi i očekivani rezultati tih testova uz elemente podataka i njihovu lokaciju. Testovi su izrađeni na osnovu ostalih

standarda IHO-a za ENC i ECDIS. Standardi S-32 i S-65 pružaju dodatne informacije koje poboljšavaju razumijevanje ovih testova. Setovi se podataka sastoje od enkriptiranih i dekriptiranih ENC ćelija te podataka o rasterskim kartama. Testovi su podijeljeni u 6 skupina te obuhvaćaju primjerice područje učitavanja i ažuriranja karata, zaslona prikaza karte, simbola i objekata na karti, navigacijska upozorenja, itd. Svaki test sadrži opis tog testa, uputstvo za provedbu testa kao i očekivani rezultat. Svrha provedbe ovih testova je osigurati ispravan rad i prikaz elektroničke karte na ECDIS-u te proizvođačima olakšati provedbu testiranja. [27]

4.10. STANDARD S-65

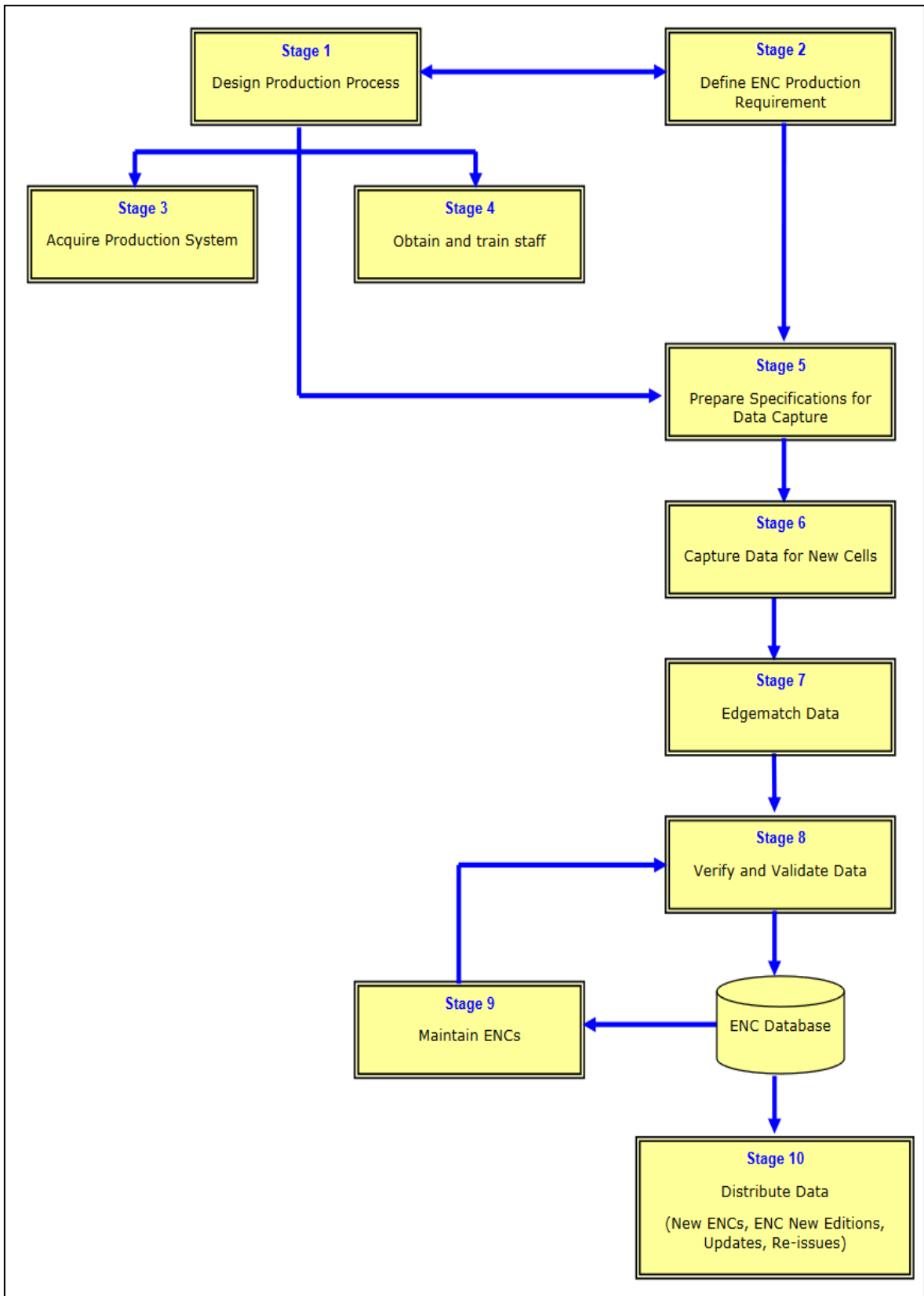
Standard IHO-a S-65 predstavlja standard koji pruža smjernice za proizvodnju, održavanje i distribuciju ENC, a nosi naziv *ENCs: Production, Maintenance and Distribution Guidance*. Na snazi je izdanje 2.1.0 iz svibnja 2017. godine koje donosi potrebne zahtjeve, smjernice i procese proizvodnje, distribucije i održavanje ENC-a. Namijenjen je prvenstveno hidrografskim organizacijama, ali i svim službenim subjektima zaduženim za proizvodnju ENC-a. Za stvaranje ovog standarda korišteni su brojni standardi i publikacije IHO-a (S-52, S-57, S-58, S-62, S-63, M-3, S-4, S-11, S-8, S-66, C-47) kao i rezolucije IMO-a (MSC.232 (82), A.817 (19) s izmjenama i dopunama MSC.64 (67) i MSC.86 (70)) te SOLAS konvencija. [28]

Ukupno je deset razina na koje se može podijeliti cjelokupna proizvodnja, distribucija i održavanje ENC-a, a prikazane su na Slici 2.

Te razine su kako slijedi:

- postupak produkcijskog dizajna,
- definiranje ENC produkcijskih zahtjeva,
- stjecanje proizvodnog sustava,
- prikupljanje i osposobljavanje osoblja,
- priprema specifikacija i standarda za prikupljanje podataka,
- prikupljanje podataka za nove ćelije,
- rubno preklapanje podataka,
- verifikacija i validacija podataka,
- održavanje ENC-a i
- distribucija ENC podataka. [28]

Distribucija se obavlja kroz nove ENC, nova izdanja ENC-a, ažuriranja ENC, itd. Svaka pojedina razina ima određeni broj koraka za jednostavniju koordinaciju posla. U okviru proizvodnje uspostavlja se i sustav upravljanja kvalitetom (engl. *Quality Management System*) kako bi se osiguralo zadovoljenje propisanih normi. Zadatak je RENC-a uspostaviti mrežu distributera ENC podataka. Hidrografske organizacije nakon kreiranja novih ENC-ova ili njihovih novih izdanja ili reizdanja šalju ih RENC-u nakon čega oni putem mreže distributera dopijevaju do krajnjih korisnika. Standard S-65 sadrži i *Annex A* naziva *High Density (HD) ENC Production and Maintenance Guidance* izdanog u siječnju 2020. godine.



Slika 2. Faze proizvodnje elektroničke navigacijske karte [28]

Ovaj *Annex* predstavlja vodič za proizvodnju i održavanje HD ENC-a (engl. *High Density ENC*). HD ENC je elektronička navigacijska karta visoke gustoće u smislu podataka o dubini. Batimetrija visoke gustoće relativno je nova pojava u hidrografskoj djelatnosti, koja se detaljno analizira u šestom poglavlju. [29]

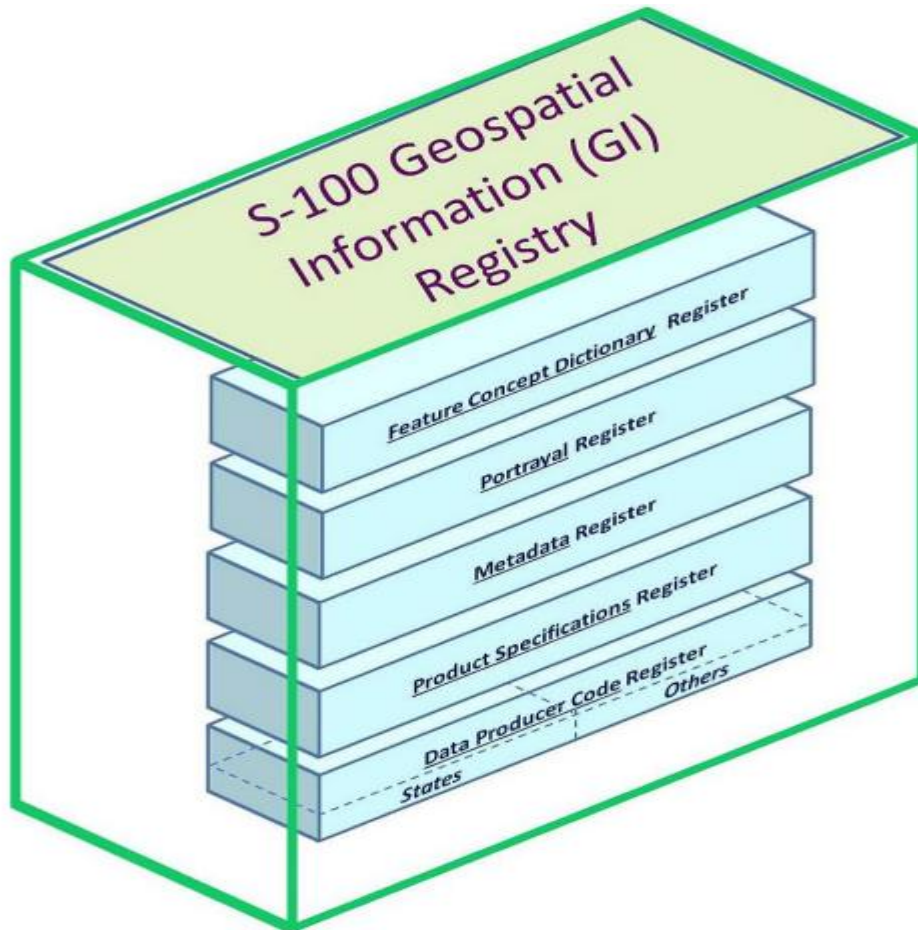
4.11. STANDARD S-66

Kako bi se otklonile nesigurnosti u tumačenju terminologije vezane uz ENC donesen je standard S-66 *Facts about Electronic Charts and Carriage Requirements*. Njegovo trenutno važeće izdanje je 1.1.0 iz siječnja 2018. godine. Prvo izdanje ovog standarda nastalo je u suradnji hidrografskih organizacija RENC-ova PRIMAR i IC-ENC. Svrha ovog standarda nije zamijeniti nacionalna ili međunarodna pravila i propise nego pojasniti i otkloniti nejasnoće do kojih može doći pri radu s ENC-om ili ECDIS-om. U Standardu S-66 istaknuto je na početku što su navigacijske karte te koje vrste elektroničkih navigacijskih karata postoje i kako ih prepoznati, gdje ih nabaviti i kako ih održavati, razlike između različitih vrsta opreme, pojedinosti o ECDIS-u, itd. S-66 sadrži pet međusobno povezanih cjelina s tim da je peta cjelina zapravo *Appendix* koji sadrži izvore, rječnik i literaturu koja će pomoći u razjašnjavanju nejasnoća. Standard je pisan u skladu sa SOLAS konvencijom i zahtjevom za posjedovanjem karata koje su održavane i ažurirane za namjeravano putovanje. Prvi dio standarda odnosi se na pregled elektroničkih karata i vezanih propisa. Drugi dio pojašnjava zahtjeve država zastave za upotrebu ECDIS-a. Treći dio pokriva trening i osposobljavanje o ECDIS-u. U četvrtom dijelu opisani su tehnički detalji o elektroničkim kartama poput formata podataka, prikaza zaslona, mjerila, itd. za vektorske i rasterske karte. [30]

4.12. STANDARD S-99

Standard S-99 *Operational Procedures for the Organization and Management of the S-100 Geospatial Information Registry* čije je trenutno izdanje 1.1.0 iz studenog 2012. godine nastao je kao potreba nakon stvaranja standarda S-100 koji predstavlja okvir za razvoj geoprostornih standarda za hidrografske i uz njih vezane podatke. Uz standard S-100 razvijen je i registar geoprostornih informacija, a kroz S-99 donijet je niz uloga, odgovornosti i postupaka za upotrebu i održavanje glavnog registra i registara od kojih se glavni registar sastoji. U nastavku rada bit će više riječi o organizaciji ovog registra. U standardu S-99 definirane su uloge i zaduženja u okviru registra. Uloge su vlasnik i

upravitelj glavnog registra te vlasnik i upravitelj (upravitelji) pojedinih registara. Vlasnik glavnog registra i njegovih podregistara je IHO, a za upravitelja se određuje primjereni subjekt od strane Tajništva IHO-a. [31]



Slika 3. Prikaz odnosa glavnog registra i registara koji ga čine [31]

Slika 3. je preuzeta iz standarda S-99 iz 2012. godine te se može zaključiti kako danas organizacija glavnog registra nije jednaka u potpunosti. Trenutno nema registra metapodataka kao takvog nego je on sadržan u drugim registrima.

5. UNIVERZALNI MODEL HIDROGRAFSKIH PODATAKA

Kako bi se zadovoljila potreba za razvojem digitalnih proizvoda i usluga IHO je razvio novi standard naziva S-100 *Universal Hydrographic Data Model* koji će biti osnova za široki spektar buduće serije standarda S-1xx, S-2xx, S-3xx i S-4xx. Standard S-100 predstavlja okvir za razvoj nove generacije ENC-a kao i svih ostalih proizvoda i usluga nužnih za hidrografsku i pomorsku primjenu te Geografskog informacijskog sustava (engl. *Geographic Information Systems – GIS*). S-100 predstavlja standard koji pruža detaljan opis postupaka i pravila za razmjenu hidrografskih i srodnih geoprostornih podataka između hidrografskih organizacija država članica IHO-a kao i drugih uključenih organizacija, institucija, agencija i subjekata te njihovu distribuciju proizvođačima, pomorcima ili drugim korisnicima. [32]

Standard S-100 se u najvećoj mjeri oslanja na geoprostorne standarde serije 19100 koji su razvijeni od strane Tehničkog odbora 211 Međunarodne organizacije za standardizaciju (ISO/TC211). [33]

Specifikacije proizvoda čiju osnovu za razvoj predstavlja standard S-100 razvijaju se u područjima sustava nadzora pomorskog prometa (eng. *Vessel Traffic System – VTS*) VTS-a⁷, AtoN-a (engl. *Aids to Navigation*), itd. U praksi se ovim standardom podrazumijeva standardiziranje metoda za razmjenu informacija između VTS-a, pružatelja usluga AtoN, hidrografskih organizacija i brodova.

IHO je za svoje potrebe odredio raspon oznaka od S-101 do S-199 kojima će se označavati svi proizvodi ove serije standarda S-100. Rasponi iznad navedenog rezervirani su za druge organizacije s kojima se surađuje na razvoju proizvoda na temelju digitalnih podataka. IALA ima na raspolaganju oznake S-201 do S-299. Iako još ne postoje niti su predloženi standardi Međuvladine oceanografske komisije (engl. *Intergovernmental Oceanographic Commission – IOC*), rezervirane oznake su S-301 do S-399. Oznake S-4xx na raspolaganju su skupini za usklađivanje ENC podataka za unutarnje plovne puteve (engl. *Inland ENC Harmonization Group*), združenoj komisiji za oceanografiju i pomorsku meteorologiju (engl. *Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology*) i Međunarodnu elektrotehničku komisiju – Tehnička komisija 80 (engl. *International Electrotechnical Commission - Technical Committee 80*). Radna skupina

⁷ Inter VTS Exchange Format (IVEF)

NATO-a za kreiranje posebnih vojnih ENC slojeva (engl. *Additional Military Layers – AML*) ima na raspolaganju oznake S-501 do S-525. [32]

Tek kada standard S-100 bude u potpunosti testiran, siguran za upotrebu i formalno dostupan korisnicima za svakodnevnu upotrebu, onda će se i ostatak niza serije standarda ostalih organizacija koje su uključene finalizirati i pustiti u upotrebu.

Prva verzija standarda S-100 objavljena je kao nacrt 2008. godine. Prvo izdanje kao publikacija IHO-a S-100 objavljeno je 1. siječnja 2010. godine i tada ga se smatralo međunarodnim standardom za geoprostorne podatke mora. Na razvoju S-100 radi uz IHO još nekoliko organizacija i to IALA, WMO, IMO i IEC. Svaka od navedenih je zadužena za svoj segment razvoja i krajnju integraciju u seriju standarda. Standard S-100 je razvijen umjesto izdanja 4.0 standarda S-57. Intencija je da se u budućnosti standard S-57 u potpunosti zamijeni standardom S-100. Iako je razvijen kao zamjena novom izdanju, ni u kome slučaju ne predstavlja nastavak standarda S-57 nego potpuno zaseban standard, iako, jednim dijelom, njegova osnovna prednost predstavlja povezivanje svih dobrih karakteristika standarda S-57 i S-52. Nakon što je razvoj posljednjeg izdanja standarda S-57 3.1 zaustavljen, prošlo je skoro deset godina do prvog izdanja standarda S-100. [33]

Odluka o razvoju standarda S-100 je donesena iz razloga ograničenja koje ima S-57 te zbog potrebe prelaska u novo doba informacijskih tehnologija – novo doba upotrebe digitalnih podataka. Gotovo jedina svrha standarda S-57 je pružanje osnove postupaka za kodiranje ENC-a kako bi se mogli upotrebljavati na ECDIS-u. Standard S-57 se ne koristi za razvoj u području GIS-a. Održavanje standarda S-57 se nije pokazalo učinkovitim zbog čestih zastoja u razvoju novih izdanja. Standard S-57 strukturiran na sadašnji način ne može pružiti buduće zahtjeve digitalne razmjene podataka. Navedeno predstavlja samo neka ograničenja standarda S-57. S-57 je omogućio i standardizirao razmjenu digitalnih podataka između hidrografskih organizacija u cilju stvaranja ENC-a, ali razmjena podataka između različitih organizacija nije moguća. Upravo tu mogućnost donosi S-100. Standard S-100 uključuje višestruke formate za kodiranje podataka koji omogućuju povezivanje širokog spektra proizvoda i usluga.

Dakle, standard S-100 ne predstavlja standard o konkretnom proizvodu ili usluzi niti predstavlja digitalni format podataka nego pruža okvir za razvoj velikog broja proizvoda ili usluga koje se tiču hidrografske i pomorske djelatnosti te razvoja GIS-a. Ono što karakterizira ovaj standard je to što omogućuje razvoj slikovnog prikaza podataka na ECDIS-u, podataka razmještenih u mreže (engl. *gridded data*), trodimenzionalni prikaz i prikaz podataka koji se mijenjaju protekom vremena (morske struje, razina mora). Idući

korak u odnosu na ostale poznate standarde je u činjenici kako je kroz standard S-100 napušten okvir tradicionalne hidrografije kroz batimetriju visoke rezolucije, klasifikaciju morskog dna te stvaranje pomorskog geografskog informacijskog sustava.

Nova generacija ENC-a planira se kroz S-101 što znači da će tako nastati i nova generacija ECDIS-a, ali to ne znači kako će dosadašnji standardi S-57 i S-52 postati nevažeći. Standard S-101 će moći podržavati ECDIS i ENC standard S-57.

Ideja o razvoju standarda S-100 započela je 2000. godine, a od 2001. je sam razvoj uključen u radni program IHO-a. Radna skupina za razvoj održavanja i primjenu prijelaznih standarda (engl. *Transfer Standards Maintenance and Applications Development Working Group – TSMAD*) je do 2015. bila zadužena za rad na standardu S-100, kada je rad preuzela radna skupina za standard S-100 (engl. *Working group – S-100WG*). Trenutno je na snazi četvrto izdanje objavljeno 2018. godine. Drugo izdanje objavljeno je 2015., a treće 2017. godine. [33]

Ciljevi standarda S-100 su:

- Uskladiti S-100 s ISO standardima za geografske informacije.
- Pružanje podrške velikom broju morskih ili hidrografskih podataka, proizvoda i korisnika.
- Razdvojiti sadržaj podataka od formata za kodiranje, omogućujući neutralni format za bilo koji proizvod.
- Omogućiti fleksibilnu upravljivost koja će se prilagoditi promjenama. Intencija je razvoj standarda serije S-1xx koji će se moći nadograditi sa svrhom ažuriranja standarda bez potrebe za izradom novog izdanja.
- Osigurati i pružiti korisnicima registar usklađen s ISO standardima kojim će upravljati IHO, a koji će se sastojati od drugih registara poput rječnika koncepata obilježja (engl. *feature concept dictionary*), katalog obilježja proizvoda (engl. *product feature catalogue*) koji će biti fleksibilni i sposobni za upravljanje proširenjima.
- Osigurati i pružiti odvojene registre za različite korisničke zajednice ovisno o njihovim potrebama. [33]

Ažuriranje proizvoda izvodit će se putem takozvanog koncepta *plug and play* koji omogućuje jednostavnost nadogradnje pokretanjem programa bez ikakvih dodatnih koraka.

5.1. STRUKTURA STANDARDA S-100

Strukturu standarda S-100 čini 15 dijelova i 9 poddijelova. Neki od poddijelova sadrže i dodatke. Slijedom poglavlja ovog standarda korisniku se pruža odgovarajući okvir za razvoj i održavanje hidrografskih i srodnih podataka, proizvoda i registara u digitalnom obliku. Pomoću metoda i alata opisanih u standardu može se upravljati, analizirati, obrađivati, prihvaćati, pristupati, prezentirati i prenositi podatke u digitalnom obliku između širokog spektra korisnika. U nastavku je dana podjela na dijelove i poddijelove ovog standarda:

- Dio 1 Jezik konceptualne sheme (engl. *Conceptual Schema Language*)
- Dio 2 Upravljanje IHO geoprostornim registrima informacija (engl. *Management of IHO Geospatial Information Registers*)
- Dio 2a Registar rječnika koncepata obilježja (engl. *Feature Concept Dictionary Registers*)
- Dio 2b Registar opisa podataka (engl. *Portrayal Register*)
- Dio 3 Model općih obilježja (engl. *General Feature Model and Rules for Application Schema*)
- Dio 4a Metapodatci (engl. *Metadata*)
- Dio 4b Metapodatci slikovnih i podataka u mreži (engl. *Metadata for Imagery and Gridded Data*)
- Dio 4c Metapodatci – kvaliteta podataka (engl. *Metadata – Data Quality*)
- Dio 5 Katalog obilježja (engl. *Feature Catalogue*)
- Dio 6 Referentni koordinatni sustavi (engl. *Coordinate Reference Systems*)
- Dio 7 Prostorna Shema (engl. *Spatial Schema*)
- Dio 8 Slikovni i podatci u mreži (engl. *Imagery and Gridded Data*)
- Dio 9 Opis organizacije simbola i pravila za prikaz obilježja proizvoda S-100 (engl. *Portrayal*)
- Dio 9a Opis upotrebe programskog jezika Lua (engl. *Portrayal – Lua*)
- Dio 10 Formati za kodiranje (engl. *Encoding Formats*)
- Dio 10a Shema kodiranja ISO/IEC 8211 (engl. *ISO/IEC 8211 Encoding Schema*)
- Dio 10b GML kodiranje (engl. *GML Encoding*)
- Dio 10c HDF5 kodiranje (engl. *HDF5 Encoding*)

- Dio 11 Specifikacije proizvoda (engl. *Product Specifications*)
- Dio 12 Postupci za održavanje standarda S-100 (engl. *S-100 Maintenance Procedures*)
- Dio 13 Programski jezik za pisanje programskih skripti (engl. *S-100 Scripting Language*)
- Dio 14 Mrežna komunikacija (engl. *Online Communication Exchange*)
- Dio 15 Enkripcija i zaštita podataka (engl. *Encryption and Data Protection*) [33]

U prvom dijelu definiraju se jezik konceptualne sheme i osnovne vrste podataka koje će koristiti cjelokupna zajednica IHO-a uključena u standarde koji proizlaze iz S-100. Za programski jezik izabran je jezik za unificirano modeliranje (engl. *Unified Modelling Language – UML*) koji je standardizirani jezik za modeliranje u području softverskog inženjeringa prema ISO IEC 19501:2005. Za određivanje geografskih informacija koristi se kombinacija statičkih strukturnih dijagrama UML-a i skup osnovnih definicija tipova podataka. U ovom dijelu nalaze se smjernice pomoću kojih se opisuje postupak kreiranja standardiziranih geografskih informacija i modela usluga koji predstavljaju osnovu za postizanje interoperabilnosti. Dana su osnovna pravila i smjernice za upotrebu UML-a za kreiranje geografskih informacije te rad na njima. U Dijelu 1 nalaze se sve potrebne definicije i izrazi te upute za rad s UML-om. [33]

U Dijelu 2 se pomoću procedura provodi održavanje i objavljivanje registara koji se sastoje od identifikatora dodijeljenih geografskim i hidrografskim informacijama i metapodacima. U ovom dijelu su opisane sve uloge, zaduženja i odgovornost uprave zadužene za upravljanje glavnim registrom i registrima od kojih se glavni sastoji. Utvrđene su obveze vlasnika registara i njihovih upravitelja, korisnika te grupa zaduženih za kontrolu registara. Pod pojmom registra podrazumijevaju se popisi pojmova kojima se jednostavno upravlja. Rječnik koncepata obilježja je dokument kojim se određuju sve hidrografske definicije koje se mogu koristiti za opisivanje geografskih informacija i podataka. Dio 2a određuje neophodne elemente informacija koje su potrebne kako bi se osigurala identifikacija i definiranje registriranih stavki. Rječnikom koncepata obilježja određeni su neovisni skupovi definicija obilježja, atributa, popisanih vrijednosti, vrsta informacija pomoću kojih se mogu opisivati geografski i hidrografski podatci te metapodatci. Na osnovu rječnika koncepata obilježja (engl. *Feature Concept Dictionary –*

FCD) može se izraditi katalog obilježja (engl. *Feature Catalogue*). Katalog obilježja je dokument koji sadrži opise sadržaja podatkovnih proizvoda. [33]

Pet je različitih stavki koje mogu biti registrirane u FCD i to:

- koncept obilježja ili svojstva iz stvarnog svijeta,
- koncept atributa,
- koncept nabrojanih vrijednosti,
- koncept informacija i
- popis oznaka. [33]

Jedan od registara IHO-a bit će registar koji propisuje načine prikaza podataka. Upravo način prikaza i opisa podataka se nalazi u ovom dijelu. Opisnim registrom odnosno registrom prikaza podataka određeni su skupovi definicija za simbole točke, simbole uzoraka, stilova kompleksnih linija i simbola u boji. Na osnovu ovog registra može se kreirati katalog načina prikaza podataka (engl. *Portrayal Catalogue*). Registri za prikaz podataka i informacija mogu biti i izvor za kreiranje sličnih registara nekih drugih zajednica zaduženih za geografske informacije. Ukupno je 19 mogućih stavaka koje se mogu pronaći u registru za način prikaza podataka. To su primjerice Pixmap (vrsta formata za slikovne datoteke), simboli, ispuna područja, način i prioriteta prikaza, font, stilovi linija, profili boja, itd. [33]

U Dijelu 3 predstavljen je model općih obilježja (engl. *General Feature Model – GFM*) koji se smatra konceptualnim modelom obilježja, njihovih karakteristika i poveznica. Ovaj dio pruža sva pravila za razvoj aplikacijske sheme za bilo koji proizvod koji će se kreirati prema standardu S-100. Dio 3 bavi se konceptualnim modeliranjem obilježja i njihovih svojstava iz stvarnog svijeta i informacijama i njihovim atributima. Model koji se koristi u standardu S-100 je nastao iz GFM-a ISO 19109. Ovaj dio podrazumijeva dvije vrste objekta i to obilježja i vrste informacija. Obilježja se definiraju zajedno s njihovim svojstvima. Vrste informacija posjeduju samo svojstva tematskih atributa, a koriste se za prijenos informacija između obilježja. [33]

U Dijelu 4 se kroz njegova tri poddijela pruža specifikacija za opisivanje, validaciju i razmjenu metapodataka o skupovima geografskih podataka koje proizvode hidrografske organizacije. U ovom kontekstu metapodatci koriste se za pružanje dodatnih informacija o identifikaciji, prostornom opsegu, kvaliteti, prostornom referentnom sistemu, itd. Primarno se metapodacima opisuju digitalni geografski podatci. Osim opisanih postupaka za

razumijevanje i kreiranje metapodataka ovaj dio se odnosi i na načela i zahtjeve za standardizaciju geografskih informacija. Tri su vrste metapodataka i to obavezni, uvjetni i neobavezni. Postoji minimum zahtjeva za metapodatke kod kojeg se određeni broj elemenata mora prikazati kako bi se zadovoljio ovaj dio standarda. U dijelu 4c nalaze se potrebne informacije za pravilno opisivanje svojstava geografskih podataka. Pomoću pruženih postupaka i načela omogućena je sposobnost procjene korisniku hoće li prikupljeni podatci biti od koristi. Prema ISO 19115 definirano je približno 300 elemenata metapodataka, a u ovom dijelu opisuje se način upotrebe tih elemenata u kontekstu standarda S-100. [33]

Dijelom 5 propisan je standardni okvir za organiziranje i izvješćivanje o razredima pojava iz stvarnog svijeta u smislu skupa geografskih podataka. Propisana je metodologija klasificiranja obilježja i načini njihovog organiziranja s ciljem prikaza korisniku. Svaki proizvod bi trebao imati svoj katalog obilježja. Pomoću ovog kataloga u obliku geografskih digitalnih podataka se prikazuju apstrakcije iz stvarnog svijeta. [33]

S obzirom da se lociranje svakog objekta odnosno određivanje pozicije radi pomoću koordinata Dio 6 opisuje sve elemente potrebne za definiranje načina referenciranja pomoću koordinatnih sustava i datuma. Ovisno o referentnom koordinatnom sustavu i datumu korištenom pri prikupljanju podataka, a u slučaju prebacivanja u druge koordinantne sustave, u ovom dijelu nalaze se uputstva za prebacivanje koordinata iz jednog sustava u drugi. Isto tako pružaju se načini promjene projekcije karte. Referentni koordinantni sustav može biti u sklopu registra ili ga organizacija definira određenim dokumentom. Referentni koordinantni sustav mora biti stalan tijekom vremena, ne smije ga se mijenjati. [33]

Dio 7 sadrži opis Prostorne Sheme. Opseg prostornih zahtjeva u standardu S-100 je puno manji nego što je opseg prema ISO 19107, a upravo na tom standardu započinje Prostorna Shema. Tako za sada ova Shema sadrži samo dio zahtjeva ISO standarda. Trenutno je Shemom određena samo geometrija za potrebe digitalnih podataka. U ovom dijelu se nalaze dijelovi zahtjeva standarda ISO 19107 koji predstavljaju minimum zahtjeva za nodimenzionalne, jednodimenzionalne, dvodimenzionalne i 2,5-dimenzionalne prostorne sheme. Geometrija kakva se koristi u okviru ove Sheme određuje se na temelju tri kriterija i to: složenost, dimenzionalnost i funkcionalna složenost. Dvije su razine kompleksnosti što uključuje geometrijski primitiv i složenu geometriju. Kao što je spomenuto, četiri su razine dimenzionalnosti. Funkcionalna kompleksnost odnosi se jedino na vrste podataka. Kroz ovaj dio opisani su razni matematički pojmovi, vrste interpolacija,

formule za izračune, itd. Kroz čitav standard dana je shema isprogramiranih kodova napisanih općenito jezikom za unificirano modeliranje kako bi se mogli primijeniti na što veći broj slučajeva. [33]

U Dijelu 8 nalaze se zahtjevi vezano uz slikovne i podatke u mreži. Standard S-100 podržava nekoliko vrsta podataka među kojima se nalaze slikovni i podatci u mreži. Potonji predstavljaju uobičajeni način prikaza geografskih podataka te iz tog razloga postoji veliki broj standarda koji ih reguliraju. Slika je zapravo posebna vrsta strukture podataka u mreži koji se mogu predstaviti vizualno. Pojam slika je izraziti širok pojam jer se većina skupova podataka koji se nalaze u mreži mogu prikazati tako da formiraju sliku. Velika prednost standarda S-100 je to što omogućuje usklađenost s raznim vanjskim izvorima podataka. Podatci dobiveni hidrografskim mjerenjima mogu se prikazati na nekoliko načina. Ti podatci najčešće se odnose na mjerene dubine mora što znači da taj podatak predstavlja vrijednost u nekoj točki. Za prikaz takvih podataka postoji više vrsta mrežnih struktura i to pravilna mrežna (rešetkasta) podjela, nepravilna rešetka s promjenjivim veličinama pojedinih ćelija i kao trokutasta nepravilna mreža (engl. *Triangular Irregular Networks – TIN*). Za prikaz hidrografskih podataka pomoću slika koriste se slike dobivene iz senzora za aerofotosnimanje ili iz LIDAR (engl. *Light Detection and Ranging*) sustava. Svi ti načini prikaza pokriveni su standardom S-100, a osnova za razvoj predstavlja serija standarda ISO 19100. Konkretno se Dio 8 standarda S-100 bazira na standardu ISO 19129 jer pruža specifičnije smjernice. Trenutno S-100 pokriva samo rešetkasti prikaz, prikaz skupom točaka i TIN prikaz. Slikovni prikaz podataka u ovom dijelu se promatra kao vrsta rešetkastog prikaza podataka. Dakle, ovaj dio propisuje organizaciju te načine i strukturu prikaza georeferentnih podataka i povezanih metapodataka. Kod prikaza podataka u rešetkama moguća je i trodimenzionalnost kreiranjem kubičnih ćelija. [33]

U Dijelu 9 definirani su i prikazani modeli, struktura i formati koje će računalo moći pročitati u sklopu kataloga gdje su opisani podatci. U ovom dijelu ne propisuje se sadržaj kataloga nego se daje uputstvo kako kreirati potreban sadržaj. Važno je naglasiti kako su pruženi samo mehanizmi za prikaz dvodimenzionalnih vektorskih podataka i za pokrivenost podataka (engl. *Coverage data*⁸), ali ne i uputstva i strukturu simbola za trodimenzionalne opise. Dio 9a odnosi se na potrebne izmjene u Dijelu 9 kako bi se mogli

⁸ Georelacijski model podataka koji pohranjuje vektorske podatke (lokaciju i opis geografskih obilježja)

koristiti mehanizmi napisanih programskih skripti, a bazira se na Dijelu 13 standarda S-100. [33]

U Dijelu 10 odnosno u tri poddjela prikazana je struktura i formati za kodiranje podataka kako bi se omogućila razmjena različitih digitalnih podataka između organizacija. Struktura, shema i formati za kodiranje i enkapsulaciju su razvijeni na osnovu standarda ISO/IEC 8211:1994. Ovim dijelom određeni su mehanizmi potrebni za razmjenu podataka, načini kodiranja pomoću GML-a (engl. *Geography Markup Language*), smjernice za upotrebu shema. GML pruža shemu za razmjenu podataka između računala i daje uvid u srž GML-a kroz prikaz njegovih komponenti koje se koriste za kodiranje proizvoda i usluga koji nastaju prema standardu S-100. U ovom dijelu prikazane su samo one komponente geografskog označnog jezika koje su potrebne za rad prema standardu S-100. GML je dio programskog jezika za označavanje podataka (engl. *EXtensible Markup Language – XML*), i smjernice za rad donesene su u skladu s standardom ISO 19136. U posljednjem dijelu objašnjen je hijerarhijski format podataka HDF5 (engl. *Hierarchical Data Format*) koji se koristi za pohranu i organiziranje velike količine podataka, a prikladan je za načine prikaza podataka u okviru standarda S-100 (*imagery and gridded data*). HDF5 koristi format otvorenog koda te je njime definirana struktura za prijenos podataka. Opseg ovog dijela ograničen je samo na format podataka u okviru HDF5 potrebnih za rad kroz standard S-100. HDF5 se koristi zbog mogućnosti rada s podacima visoke složenosti i skalabilnosti⁹. [8, 33]

U Dijelu 11 definira se specifikacija podatkovnog proizvoda kao precizan tehnički opis nekog geoprostornog podatkovnog proizvoda koji se razvija prema standardu S-100. Ovaj dio pruža opis strukture za takve proizvode prema hidrografskim zahtjevima. Cilj je pružiti takvu strukturu koja će biti jednostavna i nedvojbena za bilo koji proizvod koji nastane prema standardu S-100. Specifikacijom se opisuju sva obilježja, atributi i relacije za aplikacije i njihovo preslikavanje na skupove podataka. Specifikacije proizvoda trebaju se pisati na način da budu čitljive i za čovjeka i za računalo. Ako nije moguće napraviti jedan dokument koji će moći koristiti i čovjek i računalo, tada se može napraviti sažetak u XML formatu za računalo. U ovom dijelu su prikazani načini i smjernice za proizvodnju i nabavku podataka. Svaka struktura specifikacije trebala bi se sastojati od kratkog pregleda specifikacije, opsega specifikacije, opisa proizvoda, sadržaja i strukture podataka, referentnog sustava, kvalitete podataka i načina prikupljanja podataka. Sadržaj se još može

⁹ Veličina koja opisuje ovisnost potrebnih resursa u odnosu na količinu podataka. Pod resursima se podrazumijeva veličina memorije, vrijeme potrebno za obradu podataka, itd.

proširiti i s uputstvima za održavanje, dodatnim informacijama, metapodacima, itd. Kako bi se ovaj dokument osigurao od hakerskih napada preporuka je koristiti digitalne potpise posebno za one proizvode koji se odnose na navigaciju. [33]

Obzirom na to da se u početku rada sa standardom S-100 i pri njegovoj implementaciji može doći do grešaka ili do nepravilnosti, Dio 11 pruža postupke za održavanje zahvaljujući kojima se takvi problemi mogu otkloniti na ujednačen način. Uz postupke i smjernice za održavanje, ovdje se još nalaze i načini ažuriranja i objavljivanja različitih dijelova standarda S-100. Ovim dijelom nisu propisani postupci održavanja registara iz razloga što svaki registar ima određene vlastite postupke održavanja. Za održavanje standarda zadužena je radna skupina koja će poslove održavanja obavljati u skladu s ovim dijelom. Pod ažuriranjem standarda podrazumijeva se objava novog izdanja te revizija ili pojašnjenje određenih dijelova standarda. Svaka izmjena će biti napravljena po potrebi. [33]

U Dijelu 13 propisani su i određeni mehanizmi za pisanje programskih skripti podržanih ovim standardom. Programske skripte omogućuju obradu skupova podataka standarda S-100, a pisane su u Lua programskom jeziku odnosno programskim jezikom dizajniranim za ugrađenu upotrebu u aplikacijama. [33]

U Dijelu 14 opisani su postupci i komponente za određivanje načina mrežne razmjene informacija. Razmjenjivati se mogu skupovi podataka ili podatci koji su kontinuiranog karaktera. Potonji su takvi da zahtijevaju dinamičan tok informacija. Postupci koji se nalaze u ovom dijelu odnose se na razmjenu podataka odnosno informacija između aplikacija ili uređaja te oni podržavaju različite komunikacijske obrasce za razne potrebe u pomorstvu. [33]

Dio 15 se odnosi na preporuke za zaštitu hidrografskih i prostornih podataka koji su prikupljeni i obrađuju se prema standardu S-100. Kako bi se osiguralo da zaštitna shema radi ispravno treba slijediti sigurnosnu konstrukciju i operativne postupke opisane u ovom dijelu. Cilj ovog dijela je osigurati da izgrađeni sustav radi neometano i sigurno bez neovlaštenog rada na sustavu. Specifikacijom proizvoda određuje koji će sve dijelovi proizvoda i dokumenata biti zaštićeni i kodirani. Enkripcija odnosno kodiranje vrši se putem jedinstvenog koda koji se koristi za sve datoteke unutar jednog proizvoda. [33]

U prilogu A standarda S-100 nalaze se izrazi koji se mogu okarakterizirati kao specifični za ovaj standard i njegov opseg. Uz izraze koji se mogu pronaći dana je i njihova definicija radi lakšeg razumijevanja standarda. Izrazi su posloženi abecedno te se uz definiciju može pronaći i izvor iz kojeg je definicija preuzeta. [33]

5.2. RADNA SKUPINA S-100

Radna skupina standarda S-100 zadužena je za razvoj, održavanje, izmjenu i dopunu standarda S-100 i standarda S-99. Radna skupina obavlja i poslove nadzora upravljanja i razvoja Registra geoprostornih informacija. Također, u suradnji s tijelima IHO-a i drugim povezanim subjektima savjetuje o razvoju i unaprjeđivanju tehničkih podataka standarda čija je osnova S-100. Radna skupina neprestano prati razvoj bitnih međunarodnih standarda. Ona predstavlja podružnicu HSSC-a i za posao koji obavi od njih mora dobiti odobrenje. HSSC je tehničko upravljački odbor IHO-a čiji su osnovni zadatci promoviranje i koordinacija radnih skupina zaduženih za razvoj standarda, specifikacija i smjernica neophodnih za službene proizvode i hidrografske službe. Održavanja koja provodi ova radna skupina trebaju biti u skladu s Dijelom 12 standarda S-100 o postupcima održavanja (engl. *Maintenance Procedures*) i rezolucijom IHO-a 2/2007 s izmjenama i dopunama. Po naputcima HSSC-a radna skupina treba raspravljati o novim temama te ga shodno tome i izvještavati. [33]

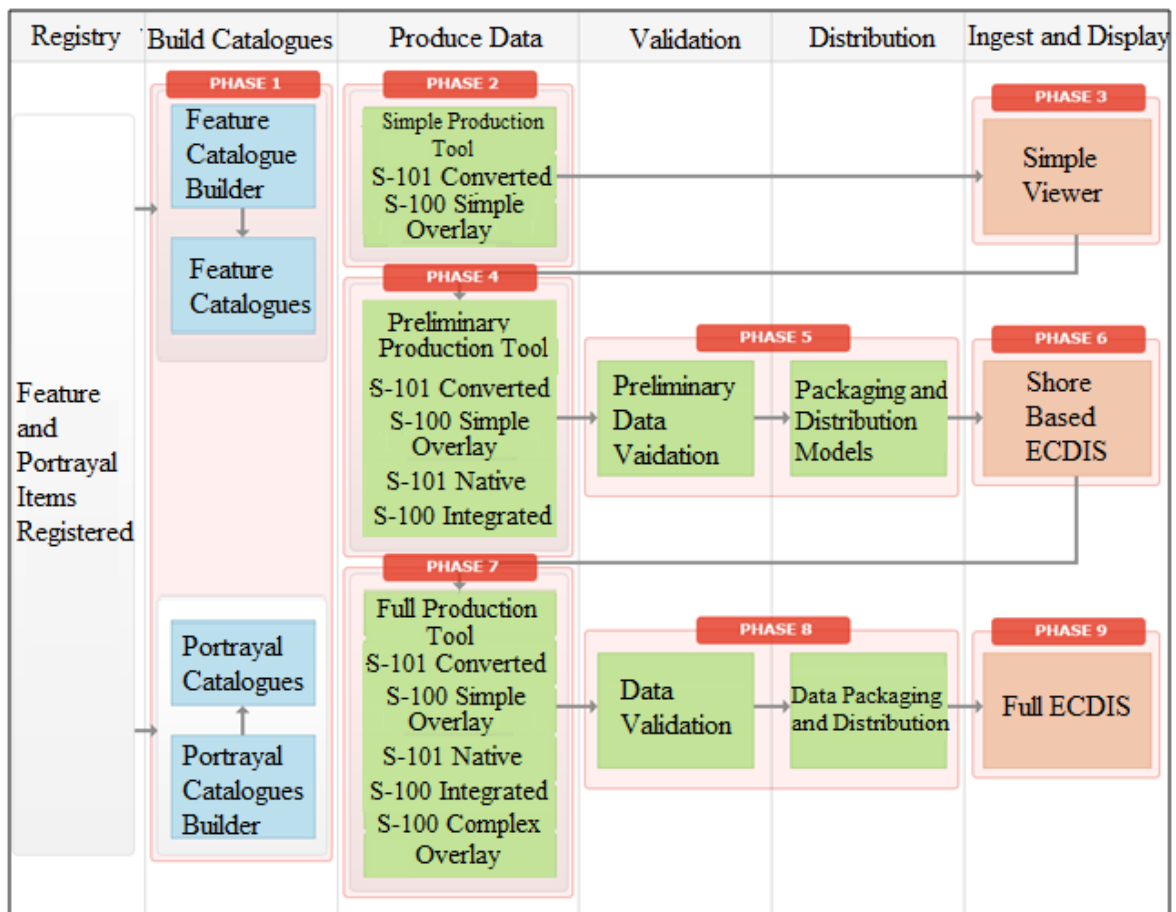
Radna skupina ima određene projektne timove koji su zaduženi za određene zadatke. Primjerice projektni tim S-101PT je zadužen za razvoj standarda S-101 *Electronic Navigational Chart Product Specification*. Glavni zadatak koji ima najviši prioritet ovog projektnog tima je razvoj i objava izdanja 2.0.0 uz nadzor i praćenje implementacije S-101 standarda kroz S-100. S-102PT je zadužen za razvoj izdanja 3.0.0 standarda S-102 *Bathymetric Content Specification*. Cilj je projektnih timova osigurati razinu spremnosti 4 pojedinih standarda serije S-100. Ideja o razinama spremnosti je preuzeta od NASA-inih razina tehničke spremnosti, a cilj im je opisati stanje ideje od samog istraživanja od proizvoda koji se redovno koristi. Za opisivanje tehničke spremnosti postoji devet razina, ali za opis spremnosti standarda S-100 određeno je pet razina. Pomoću ovih razina jednostavno je odrediti kolika je spremnost standarda za potpunu implementaciju i svakodnevnu upotrebu. Peta razina znači da je proizvod ili sustav potpuno razvijen te je pušten u uporabu. [33]

5.3. PODLOGA ZA TESTIRANJE STANDARDA S-100

IHO je uspostavio podloga za testiranje kako bi se odredile faze provjere funkcionalnosti digitalnih proizvoda standarda S-100. Podloga za testiranje se sastoji od nekoliko podsustava i ukupno devet faza provjere. Provjerom u posljednjoj fazi dobiva se ECDIS u potpunosti spreman za rad i upotrebu. Faze su provjera kataloga, pretvaranje

digitalnih podataka, jednostavan pregled, preliminarni skupovi podataka, validacija, testiranje na kopnu, upotpunjavanje skupova podataka, validacija i provjera gotovog ECDIS-a. [32] Na Slici 4. je prikazana shema odvijanja tih faza i potrebnih koraka za provjeru ispravnosti.

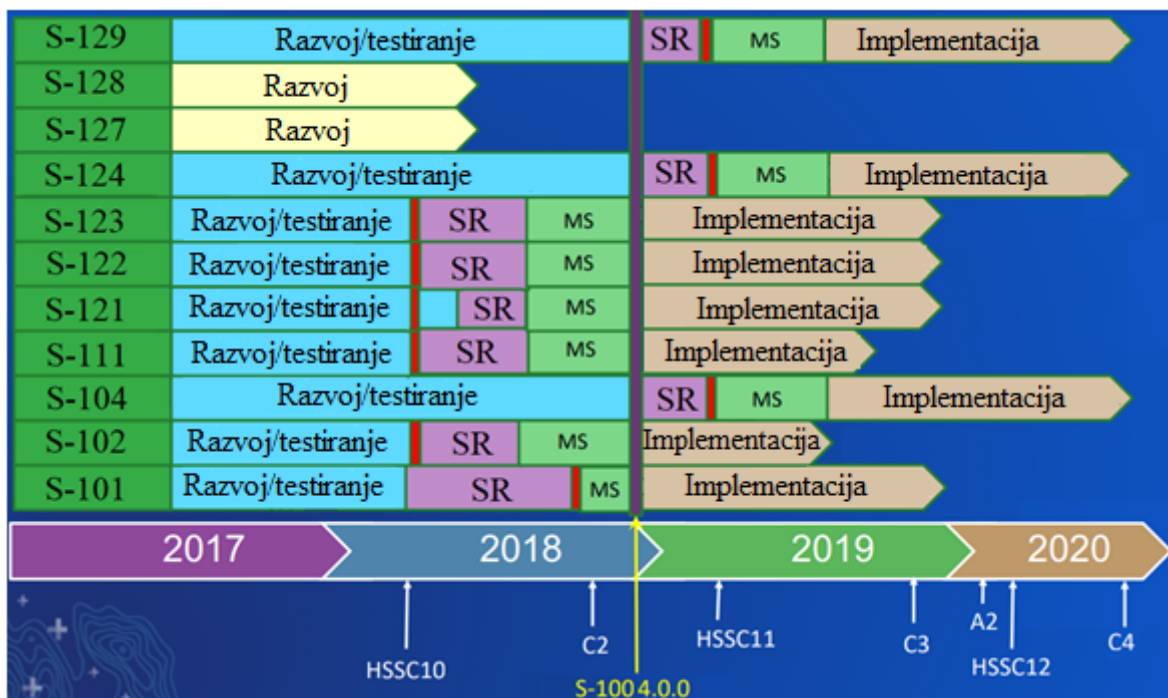
Podloga za testiranje pruža okvir i infrastrukturu razvojnim programerima za razvoj specifikacija digitalnih proizvoda. Na temelju povratnih informacija korisnika i zainteresiranih strana osigurava se napredak cijelog sustava.



Slika 4. Faze podloge za testiranje standarda [42]

Agencija za hidrografiju Republike Koreje intenzivno radi na testiranju digitalnih proizvoda nastalih na osnovu standarda S-100. Prve pokusne plovidbe odrađene su pred kraj 2016. godine u lukama Gunsan i Busan, a naglasak je bio na testiranju specifikacija S-101 i S-102. Cilj ovih pokusnih plovidbi bio je testirati rad ECDIS-a S-100 te kvalitetu prikaza podataka iz specifikacija S-101, S-102, S-111, S-122, S-124 i S-129. Rezultati pokusnih plovidbi su dostavljeni S-100WG kako bi se unaprijedio razvoj specifikacija. Prilikom testiranja praćeni su načini prikaza podataka, sigurnosnih kontura te područja

opasnih za plovidbu. Rezultati pokusnih plovidba pokazuju kako treba osigurati bolju usklađenost prikaza podataka jer je dolazilo do preklapanja istih podataka. Nadalje, prikaz određenih podataka nije potreban jer su već prikazani u okviru ENC-a što se primjerice odnosi na područja Zaštićenog pomorskog dobra odnosno Morska zaštićena područja (engl. *Marine protected area – MPA*). Također se pokazala potreba za interoperabilnosti specifikacija. [41]



Slika 5. Faze razvoja i implementacije pojedinih specifikacija, po uzoru na [32]

Na slici 5. prikazane su faze razvoja u kojima se nalaze neke od specifikacija digitalnih proizvoda čija je osnova za nastanak standard IHO-a S-100. Oznaka A je simbol za Skupštinu IHO-a, C za Vijeće, SR za pregled specifikacije od strane dionika uključenih u razvoj te je MS simbol za državu članicu IHO-a. Većina specifikacija je još uvijek u fazi implementacije i objavi prvog izdanja. Najviše se razvija specifikacija S-102 čije je trenutno izdanje 2.0.0 iz 2019. godine. Jedan od razloga za kašnjenje u razvoju i implementaciji specifikacija je neusklađenost podataka. Razlog tome je uključenost velikog broja različitih hidrografskih organizacija. Drugi razlog je djelomična nestabilnost infrastrukture standarda S-100. U otklanjanju ovih problema ulažu se brojni naponi IHO-a i S-100WG.

6. PRIMJENA UNIVERZALNOG MODELA HIDROGRAFSKIH PODATAKA

Zahvaljujući razvoju standarda S-100, okvir koji on pruža, omogućava upotrebu u područjima pomorstva, točnije navigacije, hidrografske djelatnosti te mnogih drugih organizacija vezanih za pomorstvo i povećanje sigurnosti plovidbe. U nastavku su prikazane neke od primjena standarda S-100. Jedna od primjena je za sada u razvoju koncepta e-Navigacije. Zatim je prikazana primjena u području pomorske signalizacije i na kraju uloga standarda u razvoju batimetrije visoke rezolucije.

6.1. E-NAVIGACIJA

Razvoj sve većih brodova može se jednim dijelom pripisati ekonomiji volumena. Ekonomija volumena je takav način poslovanja gdje se što većom prevezenom količinom tereta troškovi prijevoza po jedinici tereta smanjuju. S druge strane, današnji se mega brodovi ne bi mogli graditi da nije došlo do napretka u tehnologiji i tehnici. Razvojem tehnologija, a pogotovo onih informatičkih brodovi sve više postaju visoko tehnološke jedinice. Na jednom brodu može se pronaći relativno velik broj elektroničkih uređaja koji koriste modernu tehnologiju. U svijetu postoji trend razvoja bespilotnih letjelica i cestovnih prijevoznih sredstava koji ne zahtijevaju vozača. Analogno tome, i pomorska industrija je odlučila pratiti trend razvoja brodova bez posade. Kako je još uvijek nezamislivo vidjeti jedan mega brod kako plovi bez posade za sada se mogu susresti samo brodovi koji posjeduju izuzetno visoki stupanj autonomije (ali ne i onaj najveći). Kako bi to sve bilo moguće prije nekoliko godina osim na razvoju autonomnih brodova započeo je i razvoj koncepta e-Navigacije. IMO definira e-Navigaciju kao *harmonizirano prikupljanje, integriranje, razmjenu, prezentiranje i analiziranje svih bitnih informacija u pomorstvu, na brodu i na obali, uz pomoć elektroničkih uređaja, a s ciljem poboljšanja navigacije na principu „od veza do veza“, te svih pratećih servisa kako bi se postigle sigurnija navigacija i zaštita morskog okoliša.*[1] Osnovu za razvoj koncepta e-Navigacije predstavlja ujedinjavanje svih pomorskih navigacijskih sustava i obalnih usluga. E-Navigacija je 2006. godine prvi put uključena u radni program Odbora za pomorsku sigurnost IMO-a (engl. *Maritime Safety Committee – MSC*) za poboljšanje komunikacije i organizacije plovidbe.[1] Sve je veći broj brodova, a prognoze predviđaju sve veći rast. Razlog tome je pomorski prijevoz kao najjeftiniji oblik prijevoza. Kako bi ovaj koncept

zaživio sve sadašnje i buduće potrebe korisnika treba sagledati i u skladu s time razvijati e-Navigaciju. [9]

Vezano za pomorske navigacijske sustave, potrebno je raditi na povezivanju onih dosadašnjih (Automatski identifikacijski sustav – AIS, radar, GPS, ECDIS, itd.) i relativno budućih¹⁰ (s-AIS, VDES, e-Loran, *Application Specific Message*– ASM, itd.) s velikim brojem brodskih senzora, korisničkih sučelja, softvera i obalnih usluga. Pod obalnim uslugama podrazumijevaju se sve one usluge koje pružaju VTS, Koordinacijski centar za traganje i spašavanje, obalne države, države zastave, hidrografske organizacije, itd. Naravno, veliku ulogu zasigurno ima posada broda. [11]

MSC kontinuirano radi na razvoju e-Navigacije te su tako u 2019. godini rezolucijom MSC 467(101) donijeli Smjernice¹¹ kojima se definiraju i usklađuju format i struktura pomorskih usluga u kontekstu ovog koncepta. Preporuka je ove Rezolucije i njenih dodataka da univerzalni model hidrografskih podataka standarda S-100 predstavlja temelj za format podataka i informacija koji će se pružati tim pomorskim uslugama. Od ukupno petnaest navedenih pomorskih usluga Rezolucijom, za njih četiri IHO je dobio odgovornost u pogledu njihovog donošenja i pružanja. Te usluge obuhvaćaju pomorske sigurnosne informacije, navigacijske karte, navigacijske publikacije i usluge hidrografskih informacija i informacija o okolišu u realnom vremenu. Posljednjom se uslugom pružaju dvije vrste podataka i informacija u stvarnom vremenu i to podatci o razini mora (engl. *Tidal Data*) i o površinskim strujama (engl. *Surface Current*). Navodi se potreba pružanja ovih podataka u digitalnom obliku, a njihova moguća primjena je osim za sigurnost plovidbe i kao podrška odlučivanju u žurnim situacijama, održivo korištenje obalnog područja, itd. Preporuka je navigacijske publikacije izdavati u digitalnom formatu pri čijoj izradi treba pratiti relevantne tehničke standarde serije standarda S-100. [2]

Konceptom arhitekture e-Navigacije definirano je sedam strukturnih stupova od strane IMO-a s ciljem boljeg razumijevanja samog koncepta. Sedam strukturnih stupova čini arhitektura potrebna za razvoj e-Navigacije, brodska oprema projektirana za implementaciju e-Navigacije, portfelj pomorskih usluga, alternativni načini pozicioniranja i inovativne tehnologije za točno pozicioniranje bez GPS uređaja, infrastruktura na obali za primjenu e-Navigacije te definirana struktura podataka za implementaciju e-Navigacije. [1] Zajednička struktura podataka u pomorstvu (engl. *Common Maritime Data Structure* –

¹⁰ Relativno budućih jer je trenutna primjena tih uređaja gotovo zanemariva.

¹¹ Annex of IMO resolution MSC.467(101) - Guidance on the Definition and Harmonization of the Format and Structure of Maritime Services in the Context of e-Navigation.

CMDS) trebala bi se izgraditi na temelju novog formata elektroničkih karata S-100. Svrha je CMDS-a olakšati razmjenu, integraciju i korištenje podataka među navigacijskim informacijskim sustavima ili uslugama. Glavni čimbenici e-Navigacije su brod, obalna infrastruktura i komunikacija. [1, 12]

S-AIS (engl. *Satellite AIS*) je uređaj koji omogućava komunikaciju klasičnog AIS uređaja s niskoorbitnim satelitima jer tako komunikacija nije ograničena dometom vrlo visokih frekvencija (engl. *Very High Frequency – VHF*). Za komunikaciju u konceptu e-Navigacije veliku važnost predstavlja VHF sustav za razmjenu podataka (engl. *VHF Data Exchange System – VDES*) i NAVDAT (engl. *navigational data*) kao poboljšanje navigacijskog teleksa (engl. *navigational telex – NAVTEX*). Pomoću njega bilo bi moguće primati korekcije za elektroničke karte ili prijedlog rute od strane VTS-a. Alternativni načini pozicioniranja GPS-u (kao dio Globalnog navigacijskog satelitskog sustava) su eLoran, eRadar i R-Mode. Najučinkovitijim se pokazao e-Loran.[11] Svrha je e-Navigacije poboljšanje sigurnosti plovidbe, zaštita okoliša, povećanje učinkovitosti i smanjivanje troškova, poboljšano upravljanje ljudskim resursima što bi se omogućilo kroz smanjenje ljudskih pogrešaka nizom upozoravajućih indikatora, boljom pokrivenošću ENC kartama, integracijom brodova i obalnih centara, plovidbu optimalnim rutama i brzinama, standardizaciju i automatizaciju postupaka izvješćivanja, rad na obučavanju posade, itd. Uspješnost koncepta e-Navigacije oslanja se na standard S-100.

6.2. POMORSKA SIGNALIZACIJA

Objekti pomorske signalizacije razvijeni su kako bi se povećala sigurnost plovidbe bilo da se radi o plovidbi u području teritorijalnog mora ili unutarnjih morskih voda. Na otvorenom moru ne može se često sresti objekte pomorske signalizacije. Prema engleskoj literaturi objekti pomorske signalizacije nazivaju se *Aids to Navigation* ili skraćeno AtoN. AtoN predstavlja skup objekata koji se postavljaju uz obalu ili granice plovnih područja, a koriste se kako bi označili područje sigurno za plovidbu, smjer plovidbe, položaj opasnosti ili kao pomoć pri određivanju pozicije.

AtoN se definira kao *uređaj, sustav ili usluga, koji/a se nalazi izvan broda, a dizajniran/a je i upotrebljava se kako bi se poboljšala sigurnost i učinkovitost plovidbe pojedinog broda ili pomorskog prometa*. [17] U engleskom jeziku često dolazi do miješanja pojma *Aids to Navigation* s pojmom *navigation aids – NAVAIDS*. Potonji označava svaki uređaj na brodu koji služi navigaciji. Objekti pomorske signalizacije su signalne plutače,

radiofarovi, svjetleće oznake, signalne postaje, AIS. Obično se dijele na nepomične i plutajuće. Usluge koje pruža AtoN sustav trebaju se bazirati na formalnim analizama obrazaca i rizika koje donosi pomorski promet.

Odašiljači AIS uređaja mogu se postaviti na nepomične ili plutajuće objekte kako bi pružili brodovima svoju poziciju i svrhu i na udaljenosti od 20 nautičkih milja od samog objekta. Dakle, puno prije nego što oznaka bude vidljiva oku. Tako posada broda može na vrijeme poduzeti potrebne radnje vezane uz manevriranje. Takvi objekti nazivaju se *AIS AtoN*. Tri su vrste takvih uređaja i to oni koji sadrže AIS odašiljač, zatim oni koji ne sadrže takav odašiljač nego informacije o postojanju objekta odašilje obalna postaja te uređaji koji zapravo ne postoje nego su virtualni, a informacije o njima odašilje se putem obalnih postaja. Ove uređaje moguće je vidjeti jedino na ECDIS-u ili pak radarima koji podržavaju AIS. [40]

U kontekstu rada spominje se AtoN jer je prepoznata njegova važnost te se radi na razvijanju standarda S-201 *Aids to Navigation Product Specification* koji pruža zajedničku strukturu za razmjenu informacija o AtoN-u između uprava za pomorsku signalizaciju (engl. *lighthouse authority*), hidrografskih organizacija i ostalih povezanih organizacija. Osnovu za razvoj predstavlja izdanje 4.0.0 standarda S-100. S-201 razvija se pod vodstvom IALA-e te je trenutno izdanje nacрта spremno za pregled nadležnih subjekata.

6.3. BATIMETRIJA VISOKE REZOLUCIJE

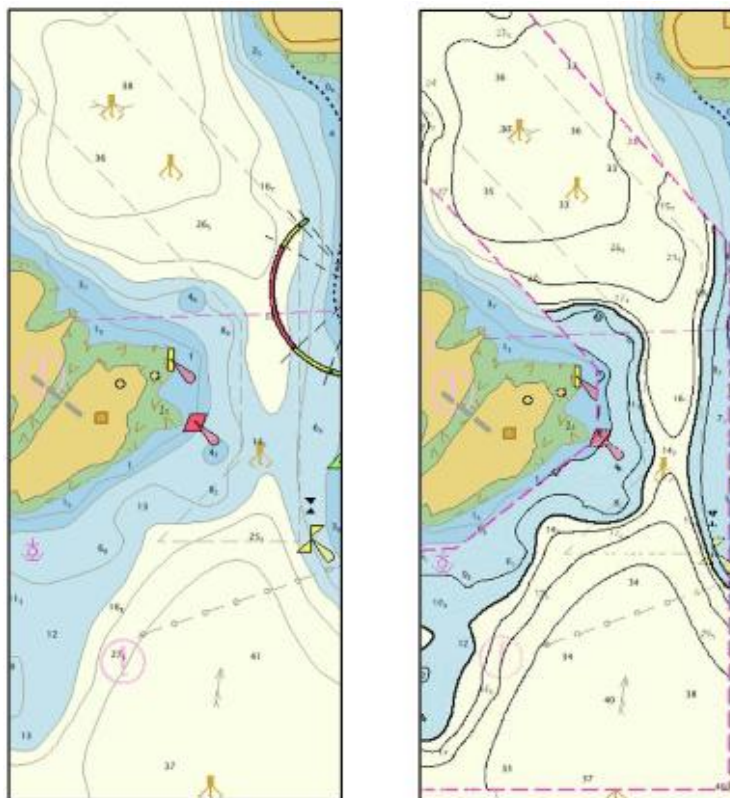
Potreba za razvojem elektroničkih karata za navigaciju koje će pružati bolje i preciznije podatke o dubini javila se kao zahtjev zbog sve većih dimenzija brodova u odnosu na lučka područja i prilaze, smanjenim dubinama ispod kobilice kao rezultat sve većeg gaza brodova, ograničene mogućnosti manevriranja mega brodova u određenim područjima, itd. Iz navedenih razloga započelo se s konceptom batimetrije visoke rezolucije.

Upotrebom elektroničkih navigacijskih karata koje podržavaju batimetriju visoke rezolucije moguće je preciznije utvrditi sigurnosne margine plovnog područja. Takva karta skraćenog naziva HD ENC pruža detaljniji prikaz dubina i oblika morskog dna. Pomoću ovakvih karata pruža se bolji uvid u stanje ispod kobilice broda. Većom rezolucijom batimetrijskih mjerenja podrazumijevaju se veće gustoće mjerenja dubina što za cilj ima jasnije prikazati sigurnosne konture na zaslonu ECDIS-a. HD ENC kartama nastoji se pružiti korist poboljšanja svjesnosti o situaciji, boljeg planiranje plovidbe kao i uvid u

dubinu ispod kobilice kao najkritičniju točku plovidbe područjima ograničene dubine u odnosu na gaz broda. Takve karte mogu biti pomorcima od izuzetne važnosti.

U izvještaju Radne skupine zadužene za ENC (engl. *ENC Working Group – ENCWG*) iz 2018. godine navodi se rad Australskog hidrografskog ureda (engl. *Australian Hydrographic Office – AHO*) koji je među prvima započeo s radom na HD ENC. AHO je 2017. godine izdao dvije ovakve karte za područje luke Cairns. Paralelno na razvoju HD ENC-a radio je i UKHO koji je za prvo probno područje odredio Humber estuarij na istočnoj obali Ujedinjenog Kraljevstva. Druga faza projekta UKHO bila je područje luke Avonmouth. Humber je izabran zbog izrazito čestih promjena dubina dok je područje luke Avonmouth izabrano zbog specifičnosti izmjena morskih mijena i jakih morskih struja, vrste morskog dna i položaja prilaza luci. UKHO je po završetku projekta izradio nove ENC ćelije koje sadrže batimetriju visoke rezolucije.

Na Slici 6. prikazana je usporedba klasičnog ENC-a i HD ENC-a. Sa slike se može zaključiti kako se na HD ENC-u proširio opseg područja sigurnog za plovidbu te su jasnije konture ucrtanih dubina. Naravno, ovisno o strukturi dna, izradom HD ENC-a opseg područja sigurnog za plovidbu može se proširiti ili smanjiti.



Slika 6. Usporedba klasičnog ENC-a (lijevo) i HD ENC-a (desno) [29]

U početku su se HD ENC izrađivale prateći standard S-65 i *Annex A* u skladu sa standardima S-4, S-44, S-57 i S-58. Postoje dvije opcije za kreiranje HD ENC i to kreiranje potpuno nove karte ili pak integriranje batimetrijskih podataka u već postojeću ćeliju ENC-a. Ograničenje pri izradi karte predstavlja pravilo standarda S-58 da veličina ne smije biti veća od 5 megabajta. Prema standardu S-65 ove karte se trebaju održavati po minimumu zahtjeva kao i obične ENC. Ako kvaliteta HD batimetrijskih podataka padne ispod razine A1 ili A2 Kategorija zona pouzdanosti (engl. *Category Zone of Confidence – CATZOC*), treba provesti održavanje ili povući tu ENC ćeliju iz upotrebe.

Nakon što je razvijen standard S-100 i ostali niz na njemu baziranih standarda povećao se niz preporuka, pravila, postupaka i uputstava koja treba slijediti pri kreiranju HD ENC. Standardi S-101 koji se odnosi na specifikacije ENC-a (novi standard za ENC) i S-102 *Bathymetric Surface Product Specification* jedni su od mjerodavnijih standarda za izradu HD ENC-a. S-101 će biti u istoj mogućnosti za prikaz kontura dubina mjerenja visoke gustoće kao što je to i ENC izrađen po pravilima standarda S-57. S-102 se smatra batimetrijskim komplementom ENC-u u ECDIS-u. S-102 omogućuje trodimenzionalan prikaz morskog dna. Iako je nedostatak S-102 velika memorija datoteke na čijem se otklanjanju radi, razvijena tzv. rešetkasta batimetrija (engl. *gridded bathymetry*) pružat će važnu potporu u plovnicima i plitkim područjima. [16]

7. METAPODATCI

U kontekstu ovog poglavlja na početku će se objasniti što je to informacija, a što podatak. Metapodatci danas imaju izuzetno široko područje upotrebe. Čovjek se susreće s njima gotovo svakodnevno, a moguće kako nije upoznat s tim što oni zapravo predstavljaju. U ovom poglavlju bazirat će se na značaju metapodataka prilikom upotrebe prostornih podataka.

Informacija je novo znanje primatelja koje mu pomaže u rješavanju problema, mijenjanju motrišta ili stajališta. Dakle, informacija je spoznaja o nečemu što uzrokuje promjenu ponašanja primatelja. Informacija je sadržaj onoga što neki sustav razmjenjuje s vanjskim svijetom radi prilagođavanja okoline sebi ili sebe okolini. Informacija nastaje kada se ostvari neka pojava čiji ishod nije bio unaprijed poznat. Informacija umanjuje ili otklanja početnu neodređenost (entropiju) promatrane pojave ili sustava. Informacija se prenosi komunikacijom posredstvom signala (medija) korištenjem komunikacijskog sustava. Informacija se može promatrati s njezinog sintaktičkog, semantičkog, pragmatičkog i estetskog motrišta. Podatak predstavlja simbolički i formaliziran prikaz činjenica, pojmova i instrukcija, pogodan za komuniciranje, interpretaciju i obradu uz pomoć ljudi ili strojeva. Podatak je u osnovi poruka koja se može i ne mora iskoristiti. Ako postoji i najmanja vjerojatnost da se poruka jednoznačno i točno iskoristi, te predstavlja neosporivu činjenicu, tada predstavlja informaciju. Svojstva objekata i njihovih odnosa u prostoru i vremenu izražavamo podacima. Podatak je u suštini nesupstancijalne naravi, i primarno postoji kao misaoni objekt. Podatak je spoznaja o nečemu što ne uzrokuje promjenu ponašanja primatelja, to nam je već poznato.

Najjednostavnija definicija metapodataka bila bi kako su to dodatni podatci o podacima koji se već posjeduju. Zbog izuzetne važnosti metapodataka ova definicija nije svrsishodna pa ju je potrebno proširiti. Metapodatci dakle, dodatno opisuju određene podatke te bi oni trebali biti sveobuhvatni. Metapodatci tako mogu biti podatci ili pak informacije koje opisuju određena obilježja već poznatih podataka. Općenito rečeno metapodatci mogu biti zapravo bilo koji podatci ali svi oni neće imati jednaku vrijednost.

Ovisno o upotrebi i području upotrebe metapodataka, određuju se različiti standardi metapodataka te minimum metapodataka za određene podatke. Postoji nekoliko vrsta metapodataka a prema funkciji mogu se podijeliti na opisne, administrativne te strukturalne.[13] Metapodatci mogu imati strukturirani i nestrukturirani dio. Od velikog

značaja je upravo odgovoriti na pitanje u čemu je važnost metapodataka. Jedna od prvih vrijednosti metapodataka bila je upravo ta što su omogućili vrlo jednostavno pretraživanje. Ako se, primjerice, zna naziv, autor, datum nastanka, vrsta, opis, lokacija itd. vrlo je jednostavno doći do traženog. A upravo to predstavljaju metapodatci. Koristeći metapodatke stvaraju se poveznice između informacija ili dokumenata. Važnost metapodataka ogleda se u učinkovitom načinu pronalaska, upotrebe te nadzora ključnih procesa u poslovnim ciklusima. Nadalje, važnost se osim u učinkovitoj organizaciji dodatnih podataka pronalazi i u mogućnosti jednostavnijeg i efikasnijeg uvida u određene aktivnosti sustava. Metapodacima se mogu smatrati svi oni podatci koji u kontekstu hidrografske izmjere uključuju sveukupnu kvalitetu prikupljenih podataka, naziv skupa podataka, izvor, pozicijsku nesigurnost, autorska prava, itd.

Na papirnatim pomorskim kartama dostupni su samo podatci koji se nalaze ucrtani na određenoj poziciji (svjetlo, plutača, hrid, podmorski kabel, dubina, itd.) i ništa osim toga. Razvojem elektroničke navigacije, a zatim i elektroničkih karata proširen je i opseg podataka koji se mogu prikazati na takvim elektroničkim kartama. Svi podatci nisu stalno prikazani nego se može odabrati željeni opseg podataka u određenom trenutku. Primjerice, na karti može biti prikazana samo oznaka pozicije nekog svjetla dok njegovim označavanjem i odabirom dobivamo niz drugih podataka o poziciji, dubini, karakteristikama svjetla i slično. Upravo su to metapodatci. Za karte metapodatci mogu biti i referentni koordinatni sustav, verzija formata (rasterski ili vektorski), tko je prikupio podatke, kvaliteta podataka (točnost i preciznost), identifikacija izvora, itd.

U najvećoj mjeri razvojem informacijskih i informatičkih tehnologija omogućen je i razvoj prostornih baza podataka. Tako se započelo na stvaranju i razvoju GIS-a te su stvorene predispozicije za stvaranje novih načina za upravljanje prostornim podacima. U ovako bitnim segmentima, kao što je kartografija, podatci bi trebali biti standardizirani kako bi se jednostavnije mogli koristiti i kako ne bi došlo do preklapanja ili krivog tumačenja. U Hrvatskoj je Državna geodetska uprava zadužena za uspostavu sustava metapodataka u području upotrebe i razvoja prostornih podataka u GIS okruženju kroz Nacionalnu infrastrukturu prostornih podataka – NIPP¹². Metapodatci u okviru NIPP-a su razrađeni u Specifikaciji metapodataka NIPP-a v.2.1. [39]

Kako bi prostorni podaci postali dio NIPP sustava, moraju se osigurati njihovi popratni metapodatci. Metapodatci NIPP-a omogućuju:

¹² Područje Državne geodetske uprave Republike Hrvatske.

- identifikaciju izvora prostornih podataka (npr. tematskih karata, aero ili satelitskih snimaka, registra geografskih imena i dr.),
- njihovu kategorizaciju,
- određivanje njegovog položaja u prostoru,
- procjenu njegovog vremenskog okvira,
- kvalitetu,
- mogućnost pristupa i korištenja i
- kome se obratiti za preuzeti podatke te druge informacije. [39]

Nekoliko je trendova razvoja sustavne katalogizacije metapodataka. To su Dublin Core Metadata Initiative¹³, INSPIRE¹⁴ i NIPP katalogi metapodataka. Za uspješno povezivanje različitih sustava metapodataka potrebna je strukturna poveznica između metapodataka. ISO normiranje metapodataka imalo je izrazito veliku važnost i utjecaj na nastanak INSPIRE, a NIPP metapodatci, uz nacionalne potreba, zadovoljavaju i INSPIRE zahtjeve. Svaki metapodatak NIPP-a ima element kojim se NIPP metapodatak uspoređuje s ISO i INSPIRE metapodacima, a to omogućuje razmjenu te interoperabilnost metapodataka.

Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture donijelo je Pravilnik o uvjetima i načinu obavljanja djelatnosti hidrografske izmjere ovlaštenih pravnih osoba (Narodne novine 120/2018 31.12.2018). U ovom Pravilniku u Poglavlju 5 naveden je minimum potrebnih informacija kod atribucije podataka jer je taj minimum važan kako bi se osigurala upotreba podataka izmjere raznim korisnicima s različitim zahtjevima. Propisani minimum uključuje sljedeće:

- općenito o izmjeri npr. svrha, datum, područje, korištena oprema, naziv platforme za izmjeru,
- korišteni geodetski referentni sustav, tj. horizontalni i vertikalni datum uključujući veze s geodetskim referentnim okvirom temeljenim na Međunarodnom terestričkom referentnom sustavu (npr. WGS84) ako se koristi lokalni datum,
- postupke kalibracije i rezultate kalibracije,
- metodu korekcije brzine zvuka,

¹³ Respektabilna međunarodna neprofitabilna organizacija koja se bavi normiranjem metapodataka za razne strukovne, tematske i poslovne potrebe.

¹⁴ INSPIRE inicijativu koja povezuje nacionalne infrastrukture prostornih podataka. Infrastructure for SPatial Information (INSPIRE) je direktiva 2007/2/EZ Europskoga parlamenta i Vijeća Europske Unije od 14. ožujka 2007. koja se odnosi na prostorne podatke i podržava kreiranje politike vezane uz okoliš.

- datum za određivanje plime i oseke i metode redukcije,
- dostignute nesigurnosti i odgovarajuće razine pouzdanosti,
- sve posebne ili izvanredne okolnosti i
- pravila i mehanizme korištene pri prorjeđivanju podataka. [37]

Pravilnikom je propisano kako bi digitalni zapis izmjere za svoj sastavni dio trebao imati metapodatke te ispunjavati IHO S-100 Standard za metapodatke o otkriću onda kada taj standard bude usvojen.[37] Do njegovog usvajanja određuje se upotreba standarda ISO 19115. Tehnički odbor 211 ISO-a je osnovan kao geografsko informacijski odbor za razvoj vezanih standarda 1944. godine. Razvijeni standardi dio su skupine prostornih standarda ISO 19000 te sadržavaju i standard metapodataka. Popis metapodataka koji se koristi za vlastite podatke izmjere trebao bi biti razvijen od strane tijela odgovornih za kvalitetu izmjere.

ISO norme za metapodatke koriste UML (engl. *Unified Modeling Language*) statički strukturni dijagram ISO IDL (engl. *Interface Definition Language*) i UML OCL (engl. *Object Constraint Language*) kao jezik konceptualne sheme. Na stranicama IHO-a stoji kako su metapodatci u XML formatu ili tekstualnom obliku. ENC podatci Nacionalne agencije za istraživanje oceana i atmosfere (engl. *National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA*) su prikazani prema standardu S-57 IHO-a te se za svaki pojedini sloj mogu pogledati metapodatci.

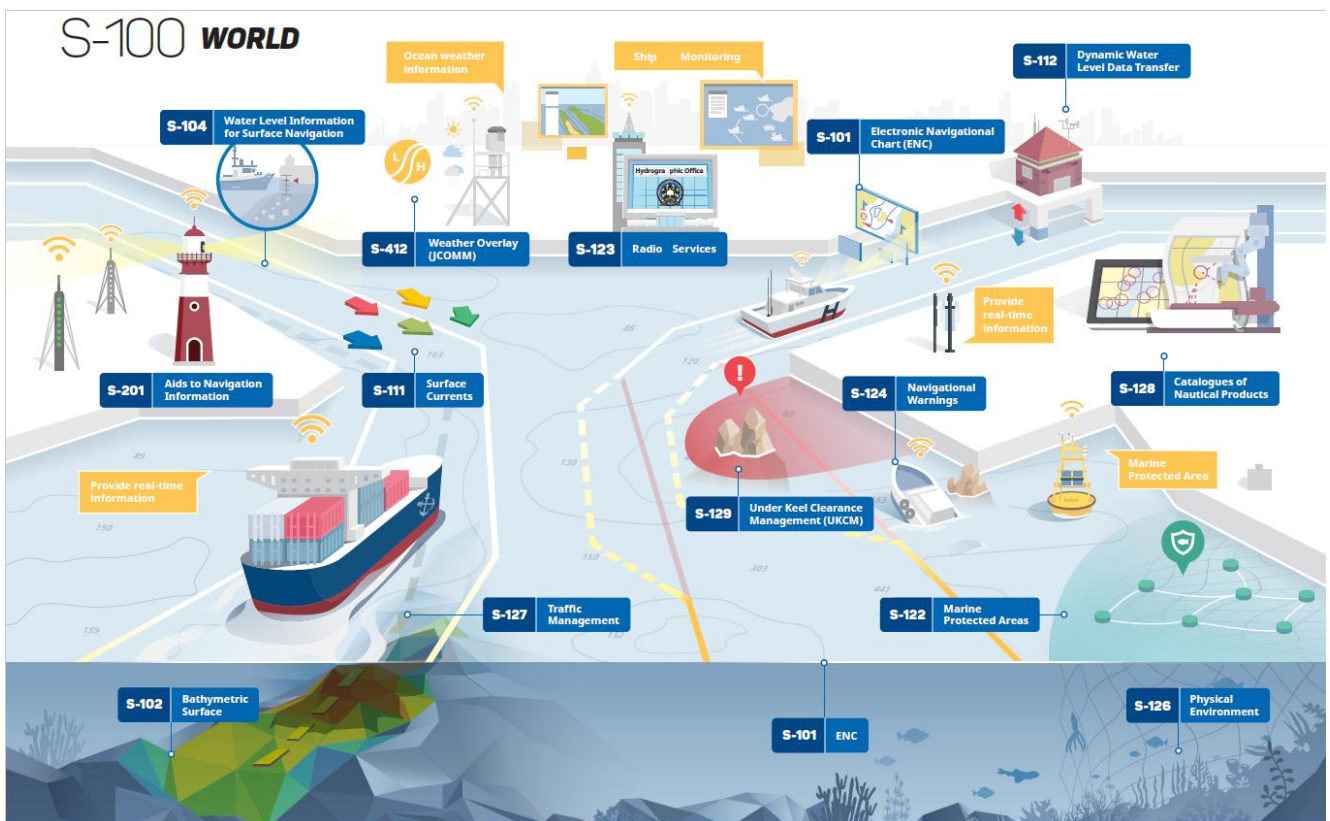
U stvaranju Geoprostorne baze podataka za otkrivanje potencijalno zagađujućih morskih predjela (engl. *Potentially Polluting Marine Sites Geospatial database – PPMS Geo-DB*) u velikoj mjeri se koriste odredbe univerzalnog modela hidrografskih podataka standarda S-100 IHO-a te GML. Uz navedeno još se koriste i odredbe ISO 19115:2003. [7]

Metapodatci se koriste u standardu S-100 jer mogu zadovoljiti brojne potrebe i namjene. Metapodatci mogu sažeti opise sadržaja i kvalitete, podatke za kontakt i distribuciju podataka. Metapodatci pružaju opširnije informacije o pokrivenosti podataka te njihovom održavanju, sadržaju i detaljima vezanim uz stvaranje podataka. Metapodacima se osigurava informacija o formatu prijenosa i prostornog prikaza podataka. U okviru standarda S-100 metapodatke se najviše koristi kako bi se prikazala kvaliteta prikupljenih podataka. [33]

8. SPECIFIKACIJE PROIZVODA

Nekoliko je organizacija, odnosno ustanova, koje razvijaju svoje proizvode u skladu sa standardom S-100. Uz IHO to su WMO, IALA, IMO te IEC. Svatko od njih u području svoga djelovanja razvija određene proizvode koji se temelje na S-100. Serije standarda S-1xx, S-2xx, S-3xx i S-4xx smatraju se specifikacijama proizvoda odnosno određenih usluga koje će biti dostupne prvenstveno pomorcima putem ECDIS-a ali i svim ostalim zainteresiranim korisnicima. Većina specifikacija je za sada u fazi implementacije i testiranja dok se neke od njih još uvijek razvijaju. U nastavku se daju osnovne značajke specifikacija proizvoda čija je osnova standard S-100 i to S-101, S-102, S-111, S-121, S-127, S-129, S-211, S-240 i S-401.

Slika 7. prikazuje koncept integracije digitalnih proizvoda nastalih na temelju okvira koji propisuje standard S-100.

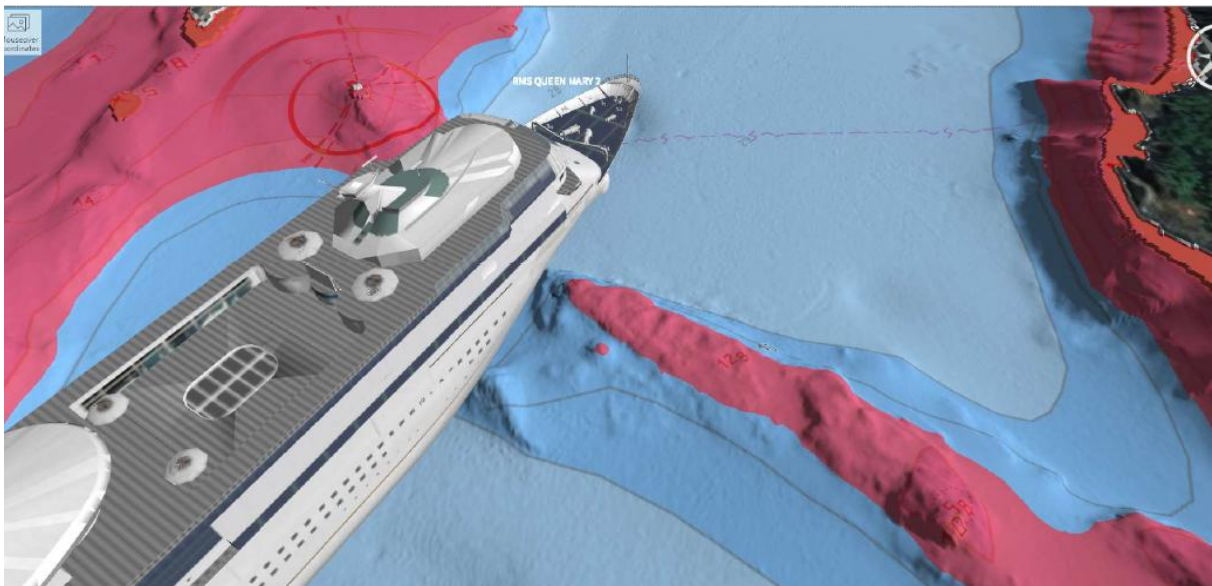


Slika 7. Koncept integriranih digitalnih proizvoda standarda S-100 [32]

S-101 predstavlja novi standard za elektroničke karte za koji se smatra kako će u budućnosti zamijeniti standard S-57. S-101 uz sadržaj i strukturu određuje i načine

kodiranja podataka, informacija i metapodataka za kreiranje i upotrebu nove generacije ENC. Nacionalnim hidrografskim organizacijama putem ove specifikacije pružene su sve komponente koje treba slijediti kako bi se proizveo ENC, a proizvođačima ECDIS sve komponente rada za pravilan prikaz takvih karata. Ovom specifikacijom omogućeno je korištenje ENC kreiranih temeljem standarda S-57 na ECDIS-u S-101, dakle postojeće ENC nisu isključene iz upotrebe. Na snazi je izdanje S-101 1.0.0 iz 2018. godine. [43]

S-102 *Bathymetric Surface* je specifikacija koja se bavi batimetrijskom djelatnošću. Ovom specifikacijom moguće je kreirati četverokutnu mrežu koja predstavlja model dubina mora, rijeka i jezera. Skup podataka koji se prikazuju na takvoj mreži odnose se na procijenjene vrijednosti dubine i procjene nesigurnosti povezane s vrijednostima dubine. Jedna od mogućnosti ove specifikacije na kojoj radi Norveška hidrografska služba (engl. *Norwegian Hydrographic Service – NHS*) u suradnji s PRIMAR RENC-om i tvrtkom Kongsberg je trodimenzionalni prikaz dubina na zaslonu ECDIS-a. Proizvod koji nastane prema ovoj specifikaciji, primjerice 3D prikaz dubina moći će se koristiti kao jedan od slojeva ENC-a prikazan na ECDIS-u. Trenutno izdanje S-102 je 2.0.0 iz 2019. godine. Od svih standarda odnosno specifikacija koje se razvijaju prema S-100, najviše se radi i razvija S-102 te za to ključnu ulogu imaju norveška i koreanska hidrografska organizacija. Na Slici 8. je prikaz dijela projekta *S-102 Demonstrator Project* koji provodi Norveška. [36, 43, 44]



Slika 8. Projekt „*S-102 Demonstrator*“ [44]

Predmet specifikacije S-111 su površinske struje (engl. *Surface Currents Product Specification*). Poznavanje površinskih struja odnosno površinskih cirkulacija vodenih masa od velike je važnosti za sigurnost plovidbe jer te struje utječu na zanos broda. Kako bi se povećala učinkovitost i sigurnost plovidbe prikaz kretanja površinskih struja može biti u okviru jednog od slojeva prikaza ENC-a. Na zaslonu bi se prikazivali smjer i brzina površinskih struja. Trenutno je na snazi izdanje 1.0.0 iz 2018. godine. [43]

S-121 *Maritime Limits and Boundaries* je specifikacija koja se bavi granicama na moru odnosno određenim obuhvatima morskih područja. U ovoj specifikaciji nalaze se postupci i načini za kodiranje i razmjenu digitalnih podataka koji se odnose na granice na moru određene prema Konvenciji Ujedinjenih naroda o pravu mora. Model područja upravljanja zemljištem (engl. *Land Administration Domain Model – LADM*) koji je u početku smatran konceptijskim modelom katastarskih podataka kasnije je prihvaćen kao model za sve vrste prostornih podataka. LADM je kreiran u skladu sa standardom ISO 19152. Kasnije su u opseg LADM-a uključena i morska područja te je S-121 kompatibilan s tim modelom kako bi se omogućila implementacija oba standarda za upisnike pomorskih područja i stvaranje pomorskog katastra. Trenutno je na snazi izdanje 1.0.0 iz 2019. godine. [4, 43]

S-127 *Marine Traffic Management* je specifikacija namijenjena uslugama pomorskog prometa kao što su peljarenje, određivanje pomorskih ruta, sustavi izvješćivanja s brodova, itd. S-127 je vektorska specifikacija koja je razvijena kako bi pružila uputstva za kodiranje opsega i prirode upravljanja pomorskim prometom u pogledu navigacijskih namjena. Skupovi podataka u okviru ove specifikacije odnose se na dostupnost i pouzdanost usluga koje se pružaju brodovima za vrijeme plovidbe. Potrebno je naglasiti kako se ovdje ne radi o geografskim informacijama poput onih dostupnih na ENC-u nego o pojednostavljenoj geometriji za prikaz lokacije dostupnosti usluga. Trenutno je na snazi izdanje S-127 1.0.0 iz 2018. godine. [43]

S-129 *Under Keel Clearance Management* je specifikacija nastala kao potreba za određivanjem plana plovidbe od veza do veza u skladu s raspoloživim dubinama i gazom broda. Informacije i podatci o dubini ispod kobilice mogu se prikazati kao jedan od slojeva na ECDIS-u. Sustav upravljanja dubinom ispod kobilice (engl. *under keel clearance management system – UKCM system*) najčešće koriste peljari u lukama gdje dolazi do ograničenog manevarskog područja zbog dubine akvatorija i velikog gaza broda. Pomoću tog sustava peljari imaju informacije u gotovo realnom vremenu o dubini ispod kobilice. Sustav u obzir uzima nekoliko čimbenika, a neki od njih su dubina ovisno o morskim

mijenama, brzini broda, brodskom čučnju (engl. *squat effect*), dinamičkom kretanju broda, itd. S-129 je specifikacija koja pruža načine kodiranja opsega i načina upotrebe proizvoda UKCM-a za potrebe navigacije. Trenutno je na snazi izdanje 1.0.0 iz 2019. godine. [43]

IALA radi na razvijanju standarda serije S-2xx u skladu sa standardom S-100. Ove specifikacije će pokrivati područja djelatnosti IALA-e, AtoN-a, sustava nadzora i upravljanja pomorskim prometom, sustava za pozicioniranje i sustava za komunikaciju. Ranije je spomenut standard odnosno specifikacija S-201 *Aids to Navigation*. Uz ovu specifikaciju tu su još i S-210 *Inter-VTS Exchange Format*, S-211 *Port Call Message Format*, S-230 *Application Specific Messages*, S-240 *DGNSS Station Almanac*, S-245 *eLoran ASF Data*, itd. Veliki broj ovih specifikacija se još uvijek razvija ili su samo osmišljene odnosno planirane, a najbliže objavljivanju prvog izdanja su specifikacije S-201, S-211 i S-240. Specifikacija S-211 pruža format za razmjenu informacija, primarno onih vremenskih, koje se odnose na procijenjeno vrijeme napuštanja luke i dolaska u luku. S-240 pruža strukturu za razmjenu informacija o DGNSS stanicama (engl. *Differential Global Navigation Satellite System*). Tu se mogu pronaći informacije o imenu i oznaci stanice, poziciji, statusu, frekvenciji, itd. [17, 43]

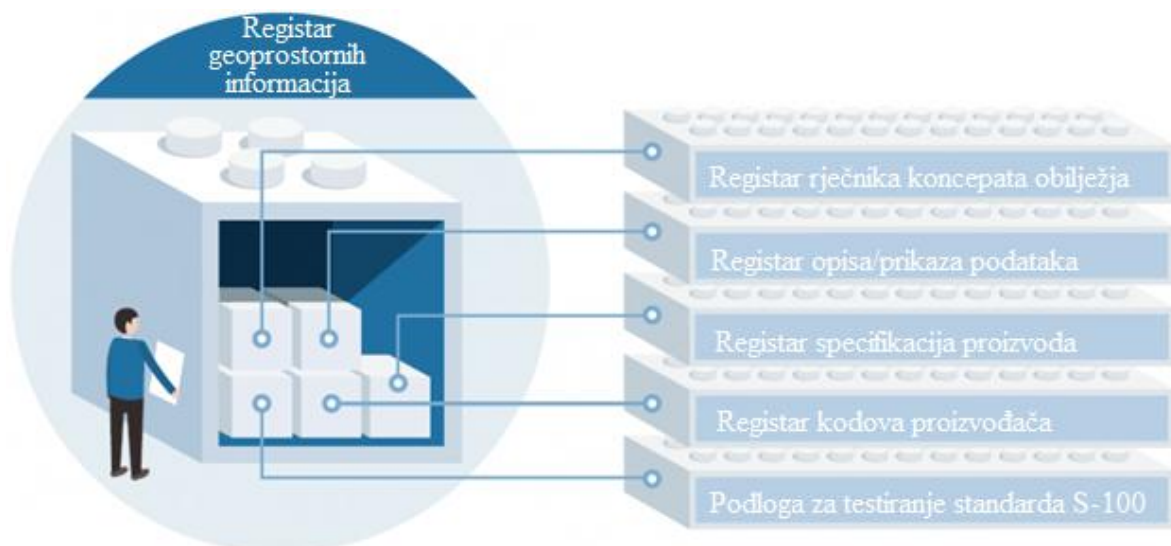
Trenutno postoji četiri specifikacije iz serije S-400 i to su S-401 *Inland ENC*, S-402 *Bathymetric Contour Overlay for Inland ENC*, S-411 *Sea Ice Information* i S-412 *Weather Overlay*. S-401 *Inland ENC* je specifikacija koja određuje sadržaj i strukturu te načine za kodiranje informacija i metapodataka potrebnih za kreiranje i upotrebu ENC karata namijenjenih unutarnjoj plovidbi. U ovoj specifikaciji mogu se pronaći potrebne komponente za proizvodnju karata kao i uputstva za prikaz takvih karata na *Inland ECDIS*-u koji se koristi na brodovima koji plove unutarnjim vodama. Trenutno je ova specifikacija još uvijek u fazi razvoja i još nije objavljeno prvo izdanje nego se radi na nacrtu. Za razvoj je zadužena skupina IHO-a za usklađivanje (engl. *Inland ENC Harmonization Group*). S-411 je vektorska specifikacija koja pruža okvir za upotrebu podataka o kretanju leda.

9. REGISTAR GEOPROSTORNIH INFORMACIJA

U sklopu standarda S-100 razvijen je i Registar geoprostornih informacija (engl. *S-100 Geospatial Information Registry*) koji se sastoji od nekoliko registara u kojima se mogu pronaći informacije i okvir vezano uz hidrografsku djelatnost, nautičke publikacije, kretanje leda, ENC za unutarnju plovidbu, itd. *GI Registry* predstavlja online bazu podataka i cjelokupan informacijski sustav u kojem se nalazi skup registara koji sadrže organizirane popise hidrografskih podataka. Svaki od registara je nova baza podataka koja sadrži tablice s identifikatorima stavaka i objekata i opise pridruženih stavaka. Te stavke se opisuju raznim vrstama informacija poput imena i naziva, definicija i kodova. Registar je počeo s radom u listopadu 2016. godine.

Registar geoprostornih informacija sastoji se od pet registara i to:

- registar rječnika koncepata obilježja,
- registar opisa/prikaza podataka,
- registar specifikacija proizvoda,
- registar kodova proizvođača i
- podloga za testiranje standarda S-100. [42]



Slika 9. Registar geoprostornih informacija, po uzoru na [32]

Slika 9. prikazuje shemu Registra geoprostornih informacija.

Informacijama iz registra korisnici mogu slobodno pristupati dok su izmjene u registrima moguće samo onim tijelima koji upravljaju registrom. Registri uključuju

upravljački i administrativni okvir kojim je određen način upravljanja sadržajem tih registara. Upravljanje sadržajem podrazumijeva izmjenu sadržaja odnosno unos ili brisanje podataka i informacija te održavanje samog registra. Cjelokupan sadržaj registra važan je i koristi zajednici koja razvija svoje proizvode u skladu sa standardom S-100. [42]

Stavke unutar Registra organizirane su prema određenim domenama u odnosu na vlasnike i pružatelje podataka. Vlasnici tih domena su IHO, IALA, WMO i IEC. Svatko od njih je zadužen za upravljanje svojom domenom. Domena IHO-a je *IHO Hydro*, Svjetska meteorološka organizacija ima dvije domene i to *WMO ICE* i *WMO Weather*, IALA je zadužena za *IALA AIS*, *IALA AtoNs* i *IALA VTS*. Tu su još i domene *Inland ENC*, *Port ENC*, *AML* i *IEC*. [42]

U sklopu Registra postoje dva tijela odgovorna za upravljanje i kontroliranje rada i kvalitete registara. Ta tijela su Tijelo za kontrolu domene (engl. *Domain Control Body – DCB*) i Izvršno nadzorno tijelo (engl. *Executive Control Body – ECB*). DCB čine predstavnici svake domene i njihov posao je predstavljanje svoje domene i iznošenje potrebe i prijedloga za izmjenu ili nova izdanja. Predstavnike domena smatra se glasnogovornicima te domene. ECB također čine predstavnici svake domene te je njihov posao nadzor i savjetovanje upravitelja registara i arbitriranje o odlukama i sporovima koji nastanu vezano uz registre. [42]

Ukupnu infrastrukturu standarda S-100 uz Registar geoprostornih informacija čine i proizvodnja kataloga obilježja (engl. *Feature Catalogue Builder – FCB*) i kataloga prikaza podataka (engl. *Portrayal Catalogue Builder – PCB*). Katalogom obilježja opisuju se sadržaji podatkovnih proizvoda dok katalog prikaza podataka sadrži simbole, boje, fontove, stilove linija, simbole za označavanje područja, funkcije koje se koriste za dodjelu simbola obilježjima iz stvarnog svijeta, itd. Pod proizvodnjom kataloga smatraju se softverski alati pomoću kojih će se kreirati katalozi proizvoda nastalih na osnovu standarda univerzalnog modela hidrografskih podataka. Katalozi se izrađuju na osnovu podataka preuzetih iz registara koncepta obilježja odnosno prikaza podataka. Na osnovu dobivenih kataloga izrađuje se i ECDIS nove generacije, ECDIS S-100.

Prednost ovih registara je mnogo fleksibilniji način upravljanja ključnim elementima standarda S-100 i svih proizvoda nastalih u skladu s njim. Područje opsega standarda je podložno izrazito brzim i nepredvidivim promjenama te je iz tog razloga potrebno imati mehanizam brzog djelovanja. Implementacija i održavanje se provodi mnogo brže nego što je bio slučaj sa standardom S-57. Svaka stavka koja se nalazi u

registru nikada se iz njega ne briše nego može biti u jednom od četiri stanja (valjano, nevaljano, zamijenjeno ili povučeno). [3, 10]

Uloga je Registra geoprostornih informacija omogućiti učinkovitu uporabu katalogiziranih informacija i podataka o prostoru te njihovih metapodataka s ciljem jednostavnijeg stvaranja i razvoja specifikacija proizvoda. Registri podržavaju veću raznolikost informacija i podataka te stoga podržava učinkovitu interoperabilnost. Registar je nastao kao potreba za prikupljanjem i evidentiranjem te upravljanjem i održavanjem raznih stavki koje se razvijaju prema okviru standarda S-100. Registar rječnika koncepata obilježja te registar prikaza podataka su popisi ili pak rječnici stavaka poput hidrografskih podataka. Na temelju tih popisa kreiraju se katalogi obilježja i prikaza podataka. Koncept podrazumijeva definiciju objekta, informacije ili pojave iz prirode. [42]

Registar specifikacija proizvoda je popis svih specifikacija proizvoda koji su nastali na temelju standarda S-100 te sadrži metapodatke poput sadržaja, svrhe i značaja, izdanja i dostupnosti tih specifikacija. Registar rječnika koncepata obilježja obuhvaća domene za ENC i *Inland* ENC, nautičke publikacije, rasprostranjenost leda, itd. [31]

Registar služi kako bi se pojednostavio postupak razvoja ECDIS-a S-100. Informacije i podatci koji se prikupe obrađuju se kroz registar prikaza podataka i kroz rječnik koncepata obilježja nakon čega se kreiraju katalogi obilježja i prikaza podataka. Uz specifikacije proizvoda i ove kataloge radi se na kreiranju ECDIS-a.

IHO je vlasnik registra i njegovih podregistara, a Tajništvo IHO-a određuje tko će upravljati registrima. Trenutno dostupno izdanje registra je 2.1.

10. ZAKLJUČAK

Standard S-100 predstavlja prvi projekt za standardizaciju podataka u digitalnom dobu IHO-a. Implementacijom ovog standarda omogućuje se upotreba i razmjena podataka ne samo između hidrografskih organizacija nego i raznih drugih organizacija, a dizajniran je tako da se omoguće nadogradnje za upotrebu što većeg broja različitih tipova hidrografskih i geoprostornih podataka.

Sa serijom standarda odnosno specifikacija digitalnih proizvoda koji nastaju prema standardu S-100 omogućit će se jednostavnija i manje rizična plovidba u lukama s intenzivnim prometom ili specifičnostima akvatorija luke u pogledu dubina, morskih struja, manevarskog prostora, itd.

Sam standard S-100 ne podrazumijeva digitalni proizvod nego pruža okvir, načine i postupke kreiranja digitalnih proizvoda. Kako i samo ime standarda govori radi se o univerzalnom modelu za široki spektar hidrografskih podataka i mogućnosti koje on donosi. On ne uključuje samo razvoj nove generacije ENC-a i uređaja za prikaz tih karata, nego i batimetriju visoke rezolucija, podatke o kretanju leda, informacije o vremenu, morskim mijenama, morskim strujama i još mnogo toga.

Zahvaljujući razvijanju standarda S-100 u skladu sa standardima ISO 19100, S-100 omogućuje integraciju podataka u sustave prostornih i pomorskih podataka i sustave upravljanja prostorom. U usporedbi sa svim ostalim standardima, S-100 ima izrazito naprednu strukturu i organizaciju podataka koja omogućuje lako održavanje i ažuriranje. Velika prednost je jednostavnost načina ažuriranja jednostavnim pokretanjem programa koji će sam obaviti nadogradnju bez potrebnih dodatnih koraka i učešća korisnika.

Registar infrastrukture geoprostornih podataka IHO-a predstavlja informacijski sustav u kojem se vode popisi podataka i informacija. U okviru standarda S-100, IHO vodi registar koji nudi mogućnost pohrane različitih hidrografskih informacija.

Za povećanje učinkovitosti i sigurnosti plovidbe te komunikacije između brodova i obalnih postaja postoji jasna potreba za razvojem opreme koja će podržavati podatke dobivene iz bilo kojeg kraja svijeta. Najčešće su za prikupljanje tih podataka zadužene nacionalne hidrografske organizacije te je nužna njihova standardizacija. Potencijalni problem može predstavljati puno brži razvoj same tehnologije u odnosu na vrijeme potrebno za donošenje, razvoj i implementaciju standarda koji će pružiti okvir i postupke za upotrebu i standardizaciju takvih tehnologija.

Mogućnost trodimenzionalnog prikaza morskog dna predstavlja izrazito zahtjevan posao u koji će napore morati uložiti sve nacionalne hidrografske organizacije. U početku, zbog nedovoljnog iskustva i troškova, samo najznačajnije svjetske luke bit će prve koje će imati mogućnost trodimenzionalnog prikaza područja luke. To je od izuzetnog značaja za današnje mega brodove koji na raspolaganju imaju ograničeni prostor za manevriranje zbog svoje veličine te konfiguracije morskog dna. Standardi se već razvijaju te je za sada samo mali broj svjetskih luka uspio izraditi trodimenzionalan prikaz morskog dna u području luke.

Razlog za uvođenje standarda S-100 je između ostalog potreba za proširenje na veći broj korisnika kako bi se osigurala međunarodna standardizacija. S razvojem e-Navigacije u okvir standarda uključio se veliki broj dionika jer s novim izdanjima S-100 će se poboljšati i osigurati pravilnija i učinkovitija upotreba hidrografskih podataka i informacija, posebno onih digitalnih.

Unatoč već četvrtom izdanju u posljednjih deset godina od kada je prvo izdanje objavljeno, implementacija u stvarnom svijetu odvija se poprilično polako. To se pogotovo odnosi na implementaciju digitalnih proizvoda koji nastaju prema okviru standarda S-100. Predviđeni se rokovi, na svjetskoj razini, za implementaciju sve više prolongiraju, a razlozi za to su razni.

Nedvojbeno je kako će standard S-100 u budućnosti predstavljati osnovu za organizaciju i razvoj hidrografske djelatnosti i svih pomorskih aktivnosti.

LITERATURA

Knjige i znanstveni radovi

- [1] Bošnjak, R.: *Sinteza sustava upravljanja plovidbom u e-Navigaciji*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017., Dostupno na:
<https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A835/datastream/PDF/view>,
(pristupljeno 18.5.2020.).
- [2] Bradarić, Ž.: *Pomorske usluge u kontekstu e-Navigacije*, Kapetanov glasnik br. 37, Split, 2019., str. 15-19.
- [3] Choi, H.; Oh, S.; Hwang, S.: *A Study of Development and Application on S-100 Registry*, Transportation Research Procedia, 21, 263–268. Dostupno na:
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.03.096>, 2017.
- [4] Flego, V.; Roić, M.: *Koncepcijsko usklađivanje upisa pomorskih područja*, Zbornik radova 10. Simpozija ovlaštenih inženjera geodezije, 2017., str. 16-20.
- [5] Kasum, J.; Bićanić, Z.; Karamarko, A.: *Predvidivi razvoj tehnologije izrade pomorskih karata i publikacija*, Naše more, Sveučilište u Dubrovniku, Dubrovnik, 52(1-2)/2005, str. 50-56.
- [6] Lovrinčević, D.; Kljajić, I.: *Overview of Standards for Electronic Navigational Charts*, NAŠE MORE [Internet], 61(3-4):52-59., 2014., Dostupno na:
<https://hrcak.srce.hr/127212>, (pristupljeno 18.06.2020.).
- [7] Masetti, G; Calder, B.: *Design of a standardized geo-database for risk monitoring of potentially polluting marine sites*, Environ Syst Decis 34, Dostupno na:
<https://doi.org/10.1007/s10669-013-9486-x>, 2013., str. 138-149.
- [8] Oh, D.; Park, D.; Lim, Y.; Park, S.: *Methods of GML-Based Representation of S-101 ENC Vector Data*, 5th International Conference on IT Convergence and Security (ICITCS), Dostupno na: <https://doi.org/10.1109/icitcs.2015.7292996>, 2015.
- [9] Park, D.; Park, S.: *E-Navigation-supporting data management system for variant S-100-based data*, Multimedia Tools and Applications, 74(16), 6573–6588. Dostupno na: <https://doi.org/10.1007/s11042-014-2242-5>, 2014.

- [10] Rojas, E. M.: *IHOs-100: The new IHO hydrographic geospatial standard for marine data and information*. Dostupno na:
https://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2009/html/nonref/3_26.pdf,
(pristupljeno 18.5.2020.).
- [11] Tomović, M; Lušić, Z.: *E-Navigacija*, Kapetanov glasnik br. 37, 2019., Split, str. 20-29.
- [12] Ward, N.: *Turning maritime data into information*, International Association of Institutes of Navigation World Congress, Prag, 2015.

Mrežne stranice

- [13] Hrvatska enciklopedija, Metapodatci, Dostupno na:
<https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=40384>, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [14] HHI, Hrvatski hidrografski institut, Dostupno na: <http://www.hhi.hr/>, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [15] HHI Elektronička pomorska navigacijska karta, Dostupno na:
<http://www.hhi.hr/staticpages/index/enc>, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [16] Hydro International, New Challenges for Digital Chart Production, Dostupno na:
<https://www.hydro-international.com/content/article/new-challenges-for-digital-chart-production>, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [17] IALA S-201 Product Specification Edition 1.0.0 – October 2019, Dostupno na:
<https://www.iala-aism.org/technical/data-modelling/iala-s-200-development-status/s-201/>, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [18] Publikacije IHO-a, Dostupno na: <https://iho.int/en/iho-publications>, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [19] IHO Publication S-52, Specifications for chart content and display aspects of ECDIS, Dostupno na: <https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-52/S-52%20Edition%206.1.1%20-%20June%202015.pdf>, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [20] IHO Publication S-53, Manual on maritime safety information (MSI), Dostupno na:
https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-53/S_53_JAN16_E.pdf, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [21] IHO Publication S-57, Transfer standard for digital hydrographic data, Dostupno na:
<https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-57/31Main.pdf>, (pristupljeno 18.5.2020.).

- [22] IHO Publication S-58, ENC Validation checks, Dostupno na:
https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-58/S-58_Edition_6.1.0_Sept18.pdf,
(pristupljeno 18.5.2020.).
- [23] IHO Publication S-60, User's handbook on datum transformations involving WGS 84, Dostupno na: https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-60/S60_Ed3Eng.pdf,
(pristupljeno 18.5.2020.).
- [24] IHO Publication S-61, Product specification for raster navigational charts (RNC),
Dostupno na: <https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-61/S61E.pdf>, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [25] IHO Publication S-62, List of data producer codes, Dostupno na:
<https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-61/S61E.pdf>, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [26] IHO Publication S-, Data protection scheme, Dostupno na:
https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-63/S-63_2020_Ed1.2.1_EN_Draft_Clean.pdf, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [27] IHO Publication S-64, Test data sets for ECDIS, Dostupno na:
https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-64/S-64_Download_Links_Document.pdf, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [28] IHO Publication S-65, ENC Production, maintenance and distribution guidance,
Dostupno na: https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-65/S-65_ed2%201%200_June17.pdf, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [29] IHO Publication S-65 Annex A, High Density (HD) ENC Production and Maintenance Guidance, Dostupno na: https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-65/S-65%20Annex%20A_Ed%201.0.0_Clean_Final.pdf, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [30] IHO Publication S-66, Facts about Electronic Charts and Carriage Requirements,
Dostupno na: https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-66/S-66%20Edition%201.1.0_Final_Clean.pdf, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [31] IHO Publication S-99, Operational Procedures for the Organization and Management of the S-100 Geospatial Information Registry, Dostupno na:
https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-99/S-99_Ed1.1.0_Nov12_EN.pdf,
(pristupljeno 18.5.2020.).
- [32] IHO Publication S-100 introduction, Universal hydrographic data model, Dostupno na: <http://s100.iho.int/S100/home/s100-introduction>, (pristupljeno 18.5.2020.).

- [33] IHO Publication S-100, Universal hydrographic data model, Dostupno na: https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-100/S-100_Ed%204.0.0_Clean_17122018.pdf, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [34] IHO Standards in Force, Dostupno na: <https://iho.int/en/standards-in-force>, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [35] IMO E-Navigation strategy implementation plan–update 1, Dostupno na: https://iho.int/uploads/user/About%20IHO/International_Organisations/E-Navigation/English/MSC_Circ1595%20-%20E-Navigation%20Strategy%20Implementation%20Plan%20-%20Update%201.pdf, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [36] Lauritzen, H.: *PRIMAR S-100 development*, PRIMAR, Dostupno na: <https://iho.int/uploads/user/Inter-Regional%20Coordination/WENDWG/Joint%20RENC%20and%20WENDWG9/PRIMAR%20S-100%20development%201.2.pdf>, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [37] Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, Pravilnik o uvjetima i načinu obavljanja djelatnosti hidrografske izmjere ovlaštenih pravnih osoba, Dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2018_12_120_2418.html, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [38] Nacionalna infrastruktura prostornih podataka, Državna geodetska uprava, Što je NIPP?, Dostupno na: <https://www.nipp.hr/default.aspx?id=22>, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [39] Nacionalna infrastruktura prostornih podataka, Državna geodetska uprava, Metapodaci, Dostupno na: <https://www.nipp.hr/default.aspx?id=24>, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [40] Office of Coast Survey, National Oceanic and Atmospheric Administration, Portrayal of AIS Aids to Navigation, Dostupno na: <https://nauticalcharts.noaa.gov/publications/portrayal-of-ais-aids-to-navigation.html>, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [41] Office of Coast Survey, National Oceanic and Atmospheric Administration, S-100 sea trials: working toward harmonized navigation products, Dostupno na: <https://www.nauticalcharts.noaa.gov/updates/s-100-sea-trials-working-toward-harmonized-navigation-products/>, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [42] S-100 Geospatial Information Registry, Dostupno na: <http://registry.iho.int/main/main.do>, (pristupljeno 18.5.2020.).

- [43] S-100 Based Product Specifications, Dostupno na: <https://iho.int/en/s-100-based-product-specifications>, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [44] S-102 Demonstrator Project, Dostupno na: <https://s102.no/>, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [45] Službeni list Europske unije L 324, Provedbena uredba komisije (EU) 2018/1973 o izmjeni Provedbene uredbe Komisije (EU) br. 909/2013 o tehničkim specifikacijama za elektronički prikaz navigacijskih karata i informacijski sustav za unutarnju plovidbu, 2018., Dostupno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1973&from=EN>, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [46] Strategy for the development and implementation of e-Navigation, Annex 20, MSC 85/26/Add.1, Dostupno na: <https://iho.int/uploads/default/m/s/msc85-26-add-1-annex-20.pdf>, (pristupljeno 18.5.2020.).
- [47] The IHO and its Secretariat – an updated history, Dostupno na: https://iho.int/uploads/user/pubs/misc/M-10_2019_EN.pdf, (pristupljeno 18.5.2020.).

POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz ENC podataka na zaslonu ECDIS-a.....	10
Slika 2. Faze proizvodnje elektroničke navigacijske karte	22
Slika 3. Prikaz odnosa glavnog registra i registara koji ga čine	24
Slika 4. Faze podloge za testiranje standarda.....	36
Slika 5. Faze razvoja i implementacije pojedinih specifikacija	37
Slika 6. Usporedba klasičnog ENC-a (lijevo) i HD ENC-a (desno).....	42
Slika 7. Koncept integriranih digitalnih proizvoda standarda S-100.....	48
Slika 8. Projekt „S-102 Demonstrator“	49
Slika 9. Registar geoprostornih informacija.....	52