



MIESIĘCZNIK STOWARZYSZENIA  
ELEKTRYKÓW POLSKICH  
WYDAWANY PRZY WSPÓŁPRACY  
KOMITETU  
ELEKTRONIKI I TELEKOMUNIKACJI  
POLSKIEJ AKADEMII NAUK



Przeгляд

1/2014

ELEKROMUNIKACYJNY  
TELE-RADIO-ELEKTRONIKA-INFORMATYKA

ROK ZAŁOŻENIA 1928 • ROCZNIK LXXXVII • ISSN 1230-3496

Jacek JANUSZEWSKI\*

## Interfejsy i formaty danych w nawigacyjnych odbiornikach systemów satelitarnych

Od połowy lat dziewięćdziesiątych XX wieku amerykański system **GPS** (*Global Positioning System*), pierwszy w historii nawigacyjny system satelitarny (**NSS**) o zasięgu globalnym, umożliwiający określanie w dowolnym momencie bieżącej pozycji każdego użytkownika, zarówno stacjonarnego, jak i ruchomego, jest wykorzystywany w bardzo wielu różnych dziedzinach [2]. Obecnie (2014 r.) użytkownik może korzystać również z odmiany różnicowej tego systemu – **DGPS** (*Differential GPS*), z ponownie w pełni operacyjnego rosyjskiego systemu **GLONASS**, a także satelitarnych systemów wspomagających **SBAS** (*Satellite Based Augmentation System*), czyli europejskiego **EGNOS**, amerykańskiego **WAAS** i japońskiego **MSAS**. W budowie są dwa kolejne systemy **NSS** – Galileo i BeiDou (znany jeszcze do niedawna pod nazwą Compass), odpowiednio w Europie i Chinach oraz dwa kolejne **SBAS** – **GAGAN** i **SDCM**, odpowiednio w Indiach i Rosji [3], [17], [18].

W każdej dziedzinie dobór odbiornika **NSS** funkcjonującego autonomicznie (tzw. *stand alone*), z odmianą różnicową lub bez niej, czy też z **SBAS** lub bez niego – zwanego dalej odbiornikiem **GNSS** – i dobór jego parametrów, jest ściśle uzależniony od potrzeb i wymagań użytkownika. Jednym z najważniejszych parametrów decydujących o przydatności takiego odbiornika jest możliwość jego współpracy z innymi urządzeniami zewnętrznymi, zarówno tymi, do których odbiornik ów może zostać podłączony, jak i tymi, które można do niego podłączyć. Potrzeba komunikacji i kompatybilności z innymi urządzeniami oraz instalowanie u niektórych użytkowników odbiornika **GNSS** jako jednego z podzespołów innych systemów (urządzeń zintegrowanych) sprawiła, że odbiorniki te powinny mieć odpowiednią liczbę standardowych szybkich portów komunikacyjnych wraz z kompletem niezbędnych formatów transmisji danych [1], [6], [8], [17], [20].

Liczba i rodzaj urządzeń zewnętrznych, z którymi odbiornik **GNSS** może współpracować, zależą od użytkownika wykorzystującego ów odbiornik. Potrzeby poszczególnych użytkowników są bardzo zróżnicowane, ale z dużym prawdopodobieństwem

można stwierdzić, że największą liczbę owych urządzeń notuje się w przypadku odbiorników eksploatowanych w nawigacji morskiej. Zainstalowany bowiem na mostku nawigacyjnym jednostki pływającej stacjonarny odbiornik **GNSS** może pracować autonomicznie lub przez odpowiednie porty wejścia i wyjścia, umożliwiające przepływ danych w określonych formatach, może też współpracować jednostronnie lub dwustronnie z innymi urządzeniami znajdującymi się na tym mostku [5]. Najważniejsze z nich to: mapa elektroniczna, **ECDIS** (*Electronic Chart Display Information System*), radar i **ARPA** (*Automatic Radar Plotting Aids*), ploter, autopilot, **AIS** (*System Autonomicznej Identyfikacji*), echosonda, stawkowy terminal **GMDSS**, log, żyrokompas, komputer i drukarka. Wymiana danych między odbiornikami **GNSS** (na mostku nawigacyjnym statku takich odbiorników może być kilka, nawet cztery) a wymienionymi urządzeniami jest możliwa wyłącznie dzięki użyciu odpowiednio dobranych i dostosowanych do potrzeb interfejsów owych urządzeń wraz z ich portami komunikacyjnymi i formatem danych. Tym też zagadnieniom poświęcony jest niniejszy artykuł.

### INTERFEJSY ODBIORNIKÓW SATELITARNYCH

Termin interfejs jest pojęciem bardzo szerokim i różnie definiowanym w zależności od środowiska, w którym się go używa. Z punktu widzenia informatyki jest to zarówno układ łączący urządzenia systemu komputerowego w sposób umożliwiający ich współpracę, jak i program umożliwiający wymianę informacji między programami [9]. Innymi słowy jest to zestaw sprzętu lub oprogramowania służący do połączenia kilku części komputera lub kilku programów mających różne charakterystyki. W wielu publikacjach i instrukcjach obsługi nie używa się jednak terminu interfejs w sposób bezpośredni, tylko podaje się rodzaj i liczbę portów danego odbiornika [2]. Takie też rozwiązanie przyjęto w tym artykule.

Obecnie (2014 r.) na rynku jest dostępnych kilkaset różnego rodzaju modeli odbiorników **GNSS** kilkudziesięciu producentów. Głównym źródłem informacji o tych odbiornikach jest od dwudziestu już lat ich cykliczny przegląd, tzw. *Receiver Survey*, dołączany corocznie do styczniowego numeru renomowanego

\* Akademia Morska w Gdyni, Katedra Nawigacji,  
e-mail: jacekjot@am.gdynia.pl

■ Tabela 1. Liczba portów komunikacyjnych odbiorników nawigacyjnych systemów satelitarnych w latach 2011–2013

Parametr	Rok		
	2011	2012	2013
Liczba producentów	48	51	46
Liczba odbiorników nawigacyjnych	337	389	403
Liczba portów	1278	1455	1468
<b>Średnia liczba portów w odbiorniku</b>	<b>3,8</b>	<b>3,7</b>	<b>3,6</b>

amerykańskiego miesięcznika *GPS World*, zawierającego informacje nie tylko o samym systemie GPS i jego odbiornikach, ale również o odbiornikach wszystkich innych NSS oraz SBAS i ich wykorzystaniu w różnych dziedzinach [17].

Liczba odbiorników uwzględnianych w tym zestawie rośnie. I tak w roku 2011 było ich 450, rok później 483, a w 2013 roku już 502. W przeglądzie tym dla każdego odbiornika można znaleźć dane o kilkunastu (w 2013 roku 19) jego parametrach techniczno-eksploatacyjnych, wśród nich o liczbie portów komunikacyjnych (*no. of ports*) i ich rodzajach (*port type*) oraz szybkości transmisji (*baud rate*) [17].

Liczba portów komunikacyjnych, w zależności od producenta i modelu, wynosi najczęściej od jednego do kilkunastu, średnio portów tych jest cztery (tabela 1). Producentów odbiorników nawigacyjnych uwzględnionych w wymienionym przeglądzie jest corocznie około pięćdziesięciu.

W tabeli 2 natomiast zestawiono średnią liczbę portów odbiorników pięciu wybranych producentów w okresie sześciu ostatnich lat. Z tabeli wynika, że liczba ta jest tym większa, im bogatsza jest oferta producenta i większa renoma tego ostatniego; stąd też dwa pierwsze miejsca dwóch znanych wszystkim na świecie producentów, Trimble i Leica. Najwięcej jednak, bo aż 22 porty, ma obecnie model Cartesio PLUS(STA2065) firmy STMicroelectronics. Modele wymienionych w tabeli 2 firm Fastrax, Furuno, Leica, Trimble i u-blox liczą ich odpowiednio nie więcej niż 7, 2, 7, 11 i 4. Firma Furuno dopiero w 2013 roku wprowadziła na rynek nowe modele o dwóch portach, wcześniej wszystkie przez nią produkowane liczyły tylko jeden [14], [17], [19], [21], [22]. Z tego też powodu średnia liczba portów w przypadku tabeli 2 jest mniejsza, niż podana w tabeli 1.

■ Tabela 2. Średnia liczba portów komunikacyjnych odbiorników satelitarnych wybranych producentów w latach 2008–2013

Producent	Rok					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Fastrax	3,7	1,6	1,7	1,8	2,2	2,1
Furuno	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2
Leica	3,4	3,3	3,3	3,0	3,9	3,7
Trimble	4,1	3,9	3,7	3,8	4,3	4,4
u-blox	2,9	2,9	2,8	3,4	3,8	3,3
<b>Średnia</b>	<b>3,1</b>	<b>2,6</b>	<b>2,5</b>	<b>2,6</b>	<b>3,0</b>	<b>2,9</b>

W tabeli 3 podano, ile wśród kilkuset odbiorników systemów satelitarnych, przeznaczonych dla zastosowań nawigacyjnych, jest wyposażonych w dany port komunikacyjny lub możliwość funkcjonowania w wybranej sieci [17]. Zestawu dokonano dla trzech kolejnych lat 2011–2013, biorąc pod uwagę 9 najczęściej stosowanych rodzajów portów. Z tabeli tej oraz corocznych przeglądów *GPS World* wynikają poniższe wnioski.

• Zdecydowana większość, bo około 80% (337 z 450, 389 z 483 i 403 z 502, odpowiednio w latach 2011, 2012 i 2013) odbiorników jest przystosowana do zastosowań nawigacyjnych. Oznacza to, że również i wiele najnowszych modeli wprowadzanych na rynek jest przeznaczonych dla użytkowników szeroko rozumianej nawigacji. Należy tu także podkreślić, że odbiorniki GNSS obecnej generacji

■ Tabela 3. Zestawienie odbiorników nawigacyjnych mających wybrany rodzaj portu komunikacyjnego lub możliwość funkcjonowania w wybranej sieci

Rodzaj portu/sieci	Rok 2011		Rok 2012		Rok 2013	
	odbiorników 337		odbiorników 389		odbiorników 403	
	z danym portem	%	z danym portem	%	z danym portem	%
RS-232	157	47	176	45	204	51
USB	138	41	152	39	173	43
UART	65	19	86	22	81	20
RS-422	54	16	59	15	64	16
Ethernet	47	14	5	22	61	15
Bluetooth	50	15	70	18	88	22
CAN/NMEA	37	11	71	18	64	16
I <sup>2</sup> C	30	9	46	12	45	11
SPI	29	9	38	10	38	9

są przeznaczone nie dla jednej, ale kilku, niekiedy nawet dziewięciu, grup użytkowników. Nawigacja jest jedną z nich.

• W odbiornikach GNSS jest stosowanych kilkadziesiąt różnych portów komunikacyjnych i możliwości funkcjonowania w wybranej sieci. Najczęściej spotykane, bo w przeszło 40% odbiorników, to porty RS-232 i USB, kolejnych pięć – UART, Ethernet, RS-422, Bluetooth i CAN/NMEA – jest stosowanych w kilkunastu procentach odbiorników. Port, który w ciągu ostatnich lat jest spotykany coraz częściej, to jeden z wymienionych, a mianowicie *Bluetooth*.

• Co najmniej kilkanaście różnych portów spotyka się jedynie u niektórych producentów czy też w wybranych modelach innych producentów. Dla użytkowników o bardzo konkretnych wymaganiach niektórzy producenci wytwarzają specjalistyczne modele z opcją „w pełni konfigurowalne” (*fully configurable*), między innymi co do liczby i rodzajów portów. Można tu wymienić np. modele SABRE i JINGO firmy Nottingham Scientific Ltd.

• Przy niektórych modelach w rubryce „liczba portów” i „ich rodzaje” znajduje się adnotacja *not applicable* bądź *no response*, czyli odpowiednio: nie stosuje się i brak danych. W przeglądzie z 2013 roku takich odbiorników, na łączną liczbę 403, było odpowiednio 14 i 5.

• Dany port odbiornika może być skonfigurowany w dwóch różnych standardach, co oznacza, że – w zależności od decyzji użytkownika – może funkcjonować bądź w pierwszym, bądź w drugim z nich; np. odbiornik FM11 firmy ftech Radio Frequency Corporation ma jeden port, ale dwa standardy – UART i RS-232. Oznacza to, że liczba standardów, w których dany odbiornik może funkcjonować, jest większa od liczby jego portów.

■ Tabela 4. Procentowy rozkład sposobów informowania o szybkości transmisji danych w nawigacyjnych odbiornikach systemów satelitarnych w roku 2013

Informacja o szybkości transmisji	Liczba odbiorników	Udział procentowy
Jedna lub kilka szybkości	129	32
Przedział szybkości dopuszczalnych	182	45
Szybkość przyporządkowana danemu standardowi	30	8
Szybkość wybieralna	16	4
Szybkość konfiguralna	5	1
Szybkość w pełni konfiguralna	4	1
Szybkość zmienna	13	3
Nie dotyczy	12	3
Brak informacji	12	3
<b>Łącznie</b>	<b>403</b>	<b>100</b>

Liczba portów odbiornika, które mogą funkcjonować w jednym tylko standardzie, może wynosić jeden, dwa, trzy, cztery lub pięć; np. model AP10 Board Set firmy Trimble liczy cztery porty standardu RS-232 i pięć portów standardu Event.

Informacja o szybkości transmisji danych jest podawana w bardzo różnej formie. W tabeli 4 zestawiono 9 różnych sposobów zastosowanych w 403 odbiornikach w 2013 roku, podając dla każdego z nich liczbę odbiorników oraz odpowiadający jej udział procentowy [17]. Najczęściej informację o szybkości transmisji przekazuje się w postaci przedziału szybkości dopuszczalnych bądź jednej lub kilku wybranych szybkości. Najmniejszą i największą szybkość, bo 110 bit/s i 12 Mbit/s, odnotowano odpowiednio w przypadku odbiorników JUNO firmy Trimble i MB 800 Board firmy Ashtech.

## FORMATY DANYCH

Do przesyłania danych pomiędzy urządzeniami nawigacyjnymi stosuje się format NMEA, czyli standardowy format transmisji danych stworzony w USA przez National Marine Electronics Association. Jest to standard dla połączeń morskich urządzeń elektronicznych (*Standard for Interfacing Marine Electronics Devices*). Należy tu koniecznie wspomnieć o tym, że w terminologii angielskojęzycznej urządzenia elektroniczne obejmują w tym ujęciu również urządzenia radionawigacyjne i satelitarne. Format NMEA, w pierwszej wersji oznaczony symbolem 0180, został wprowadzony w celu zapewnienia komunikacji między dwoma statkowymi urządzeniami – odbiornikiem naziemnego systemu radionawigacyjnego Loran C [4] a autopilotem. Kolejna wersja, 0182, zwana również 0180 Complex, mogła już być stosowana i do innych urządzeń, ale nie umożliwiała przekazywania zbyt wielu komunikatów. Dopiero wersja 0183 mogła być, i jest nadal, wykorzystywana niemal we wszystkich urządzeniach nawigacyjnych, w tym również odbiornikach systemów satelitarnych GPS i GLONASS. Obecnie wersję tę, mimo że nie jest kompatybilna z poprzednimi, stosuje się powszechnie, a jej najnowsza odmiana to 2.3 [10], [11], [15].

Każdy komunikat formatu NMEA, zwany również sekwencją, rozpoczyna się symbolem amerykańskiego dolara \$, po którym figuruje kilka liter oraz właściwy komunikat liczący nie więcej niż 82 znaki, a kończy symbolem \* i liczbą kontrolną parzystości. Dwie pierwsze litery, tzw. prefiks, charakteryzują typ urządzenia bądź systemu, zaś kolejne – konkretny komunikat. Dla różnego typu urządzeń określono już ponad 60 prefiksów, w tabeli 5 podano 16 prefiksów trzech grup urządzeń – autopilotów, radiokomunikacji i szeroko rozumianej nawigacji, obejmującej również radionawigację naziemną i satelitarną. W tabeli tej uwzględniono wszystkie funkcjonujące w 2013 roku systemy nawigacyjne i satelitarne oraz urządzenia eksploatowane na statkach morskich. Można przyjąć z bardzo dużym prawdopodobieństwem, że z chwilą uruchomienia obecnie budowanych NSS, czyli Galileo i BeiDou, czy też wprowadzenia na rynek kolejnych nowych urządzeń, pojawią się nowe przyporządkowane im prefiksy [12], [13], [16].

W tabeli 6 zestawiono natomiast 26 wybranych komunikatów formatu NMEA wysyłanych przez sześć stacjonarnych odbiorników nawigacyjnych systemu GPS i jego odmiany różnicowej (prefiks GP) – dwa odbiorniki firmy Furuno, modele GP33 i GP80 oraz cztery odbiorniki profesjonalne czterech różnych firm – NM-100 firmy MAN, ap 10 Navigator firmy Leica, MX 200 firmy Magnavox i MX 512 firmy Simrad. W zestawie tym uwzględniono tylko te komunikaty, które są wysyłane przez co najmniej dwa modele.

Ze względu na fakt, że lata produkcji tych odbiorników mieszczą się w przedziale 20 lat (1991 – MX 200, 2011 – MX 512) i jest wśród nich zarówno model profesjonalny najwyższej klasy (NM-100), jak i model powszechnie stosowany przez użytkowników morskich, co najwyżej średniej klasy (GP33), zestaw ten można, i to z dużym prawdopodobieństwem, uznać za reprezentatywny. Z tabeli tej wynika, że najwięcej komunikatów wysyłają

odbiorniki przeznaczone dla jednostek morskich; komunikatów tych jest tym więcej, im wyższa jest klasa odbiornika, najmniej zaś modele, których zastosowania nie przewidziano w nawigacji morskiej. Liczba komunikatów charakteryzujących dany model waha się od 10 (NM-100) do 27 (MX 512). Takie komunikaty, jak BWC, GGA, GLL, RMC, XTE i ZDA, są wysyłane przez wszystkie wymienione modele.

■ Tabela 5. Format NMEA 0183, prefiksy wybranych urządzeń eksploatowanych w różnych dziedzinach nawigacji morskiej

Grupa urządzeń	Typ urządzenia	Prefiks urządzenia
Autopiloty	Magnetyczny	AP
	Żyroskopowy	AG
Radio-komunikacja	Automatyczny System Identyfikacji (AIS)	AI
	Cyfrowe Seletywne Wywołanie (DSC)	CD
	Radiotelefon (MF/HF)	CT
	Radiotelefon (VHF)	CV
	Urządzenia satelitarne	CS
Nawigacja, radionawigacja	Echosonda	SD
	GLONASS (nawigacyjny system satelitarny)	GL
	GPS (nawigacyjny system satelitarny)	GP
	Kompas magnetyczny	HC
	Mapa elektroniczna (ECDIS)	EC
	Radionamiernik	DF
	Radar i ARPA	RA
	radiopława (EPIRB)	EP
System zintegrowany GPS/GLONASS	GN	

Przykładowy zestaw danych komunikatu oznaczonego symbolem \$GPGGA dotyczącego parametrów określonej pozycji użytkownika:

072839,18	5431,08326	N	01833,27259	E	2	06	01,4	25,4	M	34,3	M
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>	<i>j</i>	<i>k</i>	<i>l</i>

gdzie:

*a* – czas określenia pozycji w godzinach, minutach, sekundach i setnych sekundy UTC,

*b* – szerokość geograficzna określonej pozycji w stopniach, minutach i stutysięcznych minuty,

*c* – półkula północna (N) lub południowa (S),

*d* – długość geograficzna określonej pozycji w stopniach, minutach i stutysięcznych minuty,

*e* – półkula wschodnia (E) lub zachodnia (W),

*f* – rodzaj określonej pozycji:

0 – brak pozycji określonej za pomocą systemu GPS,

1 – pozycja określona za pomocą systemu GPS,

2 – pozycja określona za pomocą odmiany różnicowej systemu GPS,

*g* – liczba satelitów wykorzystanych do określenia pozycji,

*h* – wartość współczynnika HDOP określonej pozycji,

*i* – wysokość anteny odbiornika nad poziomem morza (geoidą); w razie określania pozycji w opcji 2D jest to wysokość wprowadzona uprzednio ręcznie przez użytkownika, zaś w opcji 3D wysokość obliczona przez odbiornik,

*j* – wymiar wymienionych wysokości, M – metry,

*k* – różnica między elipsoidą układu WGS-84 a poziomem morza (geoidą),

*l* – wymiar wymienionej różnicy, M – metry.

O tym, z jaką dokładnością są przekazywane w komunikacie współrzędne określonej pozycji, zależy od odbiornika. W wymie-



■ Tabela 6. Komunikaty formatu NMEA 0183 niektórych stacjonarnych odbiorników nawigacyjnych systemu GPS i jego odmiany różnicowej

Symbol komunikatu \$GP...	Nazwa w języku angielskim	Znaczenie w języku polskim	Odbiornik					
			Furuno		MAN	MX 200	Mk10	MX512
			GP33	GP80				
AAM	Waypoint Arrival Alarm	Alarm dotarcia do punktu drogi	✓	✓				
APA	Autopilot Sentence A	Informacja dla autopilota o prawidłowym prowadzeniu statku wyznaczoną trasą z punktu początkowego		✓		✓		
APB	Autopilot Sentence B	Informacja dla autopilota o prawidłowym prowadzeniu statku wyznaczoną trasą z bieżącego punktu	✓	✓		✓	✓	✓
BOD	Bearing – Waypoint to Waypoint	Namiar między dwoma punktami drogi	✓	✓		✓	✓	✓
BWC	Bearing & Distance to Waypoint, Great Circle	Namiar i odległość do punktu drogi, po ortodromie	✓	✓	✓	✓	✓	✓
BWR	Bearing & Distance to Waypoint, Rhumb Line	Namiar i odległość do punktu drogi, po loksodromie	✓			✓	✓	✓
DTM	Datum	Parametry układu odniesienia	✓				✓	✓
GGA	Global Positioning System Fix Data	Informacja o pozycji określonej za pomocą systemu GPS	✓	✓	✓	✓	✓	✓
GLL	Geographic Position, Latitude/Longitude	Szerokość i długość geograficzna pozycji	✓	✓	✓	✓	✓	✓
GSA	GPS DOP and Active Satellites	Współczynniki DOP pozycji oraz numery PRN satelitów wykorzystanych w określaniu pozycji	✓		✓	✓	✓	✓
GSV	GPS Satellites in View	Parametry satelitów widzianych przez użytkownika nad horyzontem	✓				✓	✓
HSC	Heading Steering Command	Kurs dla sternika				✓	✓	✓
MSK	Control for a Beacon Receiver	Dane stacji referencyjnej					✓	✓
MSS	Beacon Receiver Status	Status odbiornika poprawek propagacyjnych					✓	✓
RMB	Recommended Minimum Navigation Information	Minimalna ilość informacji wysyłanych, gdy docelowy punkt drogi jest aktywny	✓	✓	✓		✓	✓
RMC	Recommended Minimum Navigation Information	Minimalna ilość informacji zdefiniowanych za pomocą systemu GPS	✓	✓	✓	✓	✓	✓
RTE	Routes	Punkty drogi tworzące trasę aktywną	✓	✓				✓
VDR	Set and Drift	Znos i dryf				✓	✓	✓
VHW	Water Speed and Heading	Kurs i prędkość po wodzie				✓	✓	✓
VPW	Speed Measured Parallel to Wind	Prędkość na kierunku wiatru					✓	✓
VTG	Track Made Good and Ground Speed	Kurs i prędkość nad dnem	✓	✓	✓		✓	✓
WCV	Waypoint Closure Velocity	Prędkość zbliżania się do punktu drogi		✓		✓	✓	✓
WPL	Waypoint Location	Punkt drogi		✓		✓	✓	✓
XTE	Measured Cross Track Error	Zmierzona wielkość zejścia poprzecznego z wyznaczonej trasy	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ZDA	Date and Time	Data i czas	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ZTG	UTC and Time to Go (to destination)	Czas dotarcia do punktu docelowego oraz czas, po jakim to nastąpi			✓	✓	✓	✓

nionym przykładzie są to stutysięczne minuty, spotyka się jednak również dziesięcioletnie minuty [10] czy też tysięczne [16].

Prócz komunikatów wymienionych w tabeli 6 prawie każdy odbiornik satelitalny wysyła też dodatkowe, najczęściej unikatowe, dotyczące swojego oprogramowania nawigacyjnego. Także i w tego rodzaju komunikatach ich opisy są w różnych odbiornikach różne, np. komunikat oznaczony symbolem SNU jest definiowany raz jako *Receiving Status* (odbiornik MX 200), a raz jako *Update Warning Flag* (odbiornik MX 512). Należy też wziąć pod uwagę fakt, że dwa komunikaty w języku angielskim mogą być tak samo opisane, np. komunikaty RMB i RMC, a znaczenie każdego z nich jest inne.

Ze względu na to, że figurujący po prefiksie GP trzyliterowy symbol charakteryzujący komunikat nie jest w zdecydowanej większości przypadków akronimem trzech słów, opis niektórych komunikatów w języku angielskim może być dla różnych odbiorników różny. W latach dziewięćdziesiątych XX wieku w nawigacji morskiej eksploatowane były bowiem nie tylko systemy satelitarne (Transit do chwili wyłączenia w roku 1996 i system GPS formalnie od chwili jego oficjalnego uruchomienia w 1995 roku, a praktycznie już od początku owej dekady), ale również trzy naziemne systemy radionawigacyjne (NSRN) o znaczeniu międzynarodowym, Decca Navigator i Omega, wyłączone z eksploatacji odpowiednio w 2000 i 1997 roku oraz eksploatowany z powodzeniem po dzień dzisiejszy Loran C [4]. Dlatego też niektóre odbiorniki satelitarne produkowane w tym okresie miały również możliwość sygnalizowania wartości linii pozycyjnych wybranego NSRN (najczęściej systemu Decca Navigator lub Loran C) odpowiadających współrzędnym geograficznym pozycji określonej za pomocą systemu satelitarnego. Odbiorniki te oraz odbiorniki w pełni zintegrowane z odbiornikami jednego, dwóch, czy nawet trzech wymienionych NSRN były przystosowane do wysyłania komunikatów dotyczących parametrów nie tylko systemu GPS, ale także wszystkich NSRN, **DCN** – *Decca Navigator*, **OLN** – *Omega Lane Number*, **LCD** – *Loran C Signal Data*.

Szczegółowy opis danych przekazywanych we wszystkich komunikatach można znaleźć w instrukcjach fabrycznych jedynie niektórych (w większości profesjonalnych) odbiorników. Dla większości z nich opis ten ogranicza się do wybranych komunikatów, zazwyczaj tych najważniejszych i/lub najczęściej wykorzystywanych bądź do podania tylko symboli przekazywanych komunikatów. Ogólne informacje o poszczególnych komunikatach można też znaleźć na stronach internetowych wielu instytucji i organizacji [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16].

\* \* \*

● Odbiorniki nawigacyjnych systemów satelitarnych są eksploatowane na bardzo wielu i jednocześnie bardzo różnych obiektach, od stacjonarnych stanowisk badawczych, poprzez samochody

i samoloty, do raket międzykontynentalnych, co wymaga zastosowania odpowiednio dobranych interfejsów.

● Na rynku jest dostępnych kilkaset różnego rodzaju i klas odbiorników nawigacyjnych kilkudziesięciu producentów, które – dzięki odpowiednim interfejsom – zapewniają obustronną wymianę danych z wyspecjalizowanymi urządzeniami.

● Liczba i rodzaj portów odbiornika nawigacyjnego zależą od producenta, parametrów samego odbiornika, rodzaju użytkownika, przez którego będzie on eksploatowany; średnio liczba ta wynosi cztery. Spośród kilkudziesięciu stosowanych obecnie portów komunikacyjnych najczęściej spotykane to RS-232 i USB.

● Do przesyłania danych pomiędzy urządzeniami nawigacyjnymi najczęściej jest stosowany format NMEA ze swoimi różnymi wersjami. W formie tym są wysyłane przez odbiornik komunikaty, których liczba zależy od parametrów i klasy danego odbiornika oraz użytkownika, dla jakiego jest on przeznaczony.

## LITERATURA

- [1] Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Wasle E.: *GNSS – Global Navigation Satellite Systems GPS, GLONASS, Galileo, and more*, Springer, Wien NewYork, 2008
- [2] Januszewski J.: *Systemy satelitarne GPS, Galileo i inne*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2010
- [3] Januszewski J.: *New Satellite Navigation Systems and modernization of current systems, why and for whom?* Scientific Journals Maritime University of Szczecin, no 32(104) z.2, 2012
- [4] Januszewski J.: *Naziemne i satelitarne systemy radionawigacyjne*, Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne, nr 1, 2009
- [5] Januszewski J.: *Problemy eksploatacyjne systemu GPS w transporcie morskim*, Akademia Morska w Gdyni, 2008
- [6] Kaplan E.D., Hegarty C.J.: *Understanding GPS Principles and Applications*, Artech House, Boston/London, 2006
- [7] Munich Satellite Navigation Summit, Munich, 2009–2012
- [8] Narkiewicz J.: *GPS i inne satelitarne systemy nawigacyjne*, WKŁ, Warszawa, 2007
- [9] Nowa Encyklopedia Powszechna PWN, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1995
- [10] [www.aprs.gids.nl/nmea](http://www.aprs.gids.nl/nmea)
- [11] [www.catb.org](http://www.catb.org)
- [12] [www.engineersgarage.com](http://www.engineersgarage.com)
- [13] [www.freenmea.net](http://www.freenmea.net)
- [14] [www.furunousa.com](http://www.furunousa.com)
- [15] [www.gpsd.berlios.de/nmea.txt](http://www.gpsd.berlios.de/nmea.txt)
- [16] [www.gpsinformation.org](http://www.gpsinformation.org)
- [17] [www.gpsworld.com](http://www.gpsworld.com)
- [18] [www.insidegnss.com](http://www.insidegnss.com)
- [19] [www.leicageosystems.com](http://www.leicageosystems.com)
- [20] [www.pnt.gov](http://www.pnt.gov)
- [21] [www.trimble.com](http://www.trimble.com)
- [22] [www.u-blox.com](http://www.u-blox.com)

# Przypominamy o zamówieniu PRENUMERATY Przeglądu Telekomunikacyjnego / Wiadomości Telekomunikacyjnych na rok 2014