

# System nawigacji satelitarnej GPS, część 10

## Komunikacja z odbiornikiem GPS

*W tej części kursu dokończymy przegląd formatów typowych wiadomości przesyłanych z odbiorników GPS do współpracujących z nimi urządzeń. Za miesiąc dalszy ciąg praktyki – przedstawimy przykładowe aplikacje programowe, ilustrujące sposoby odczytywania i obróbki wiadomości GPS.*

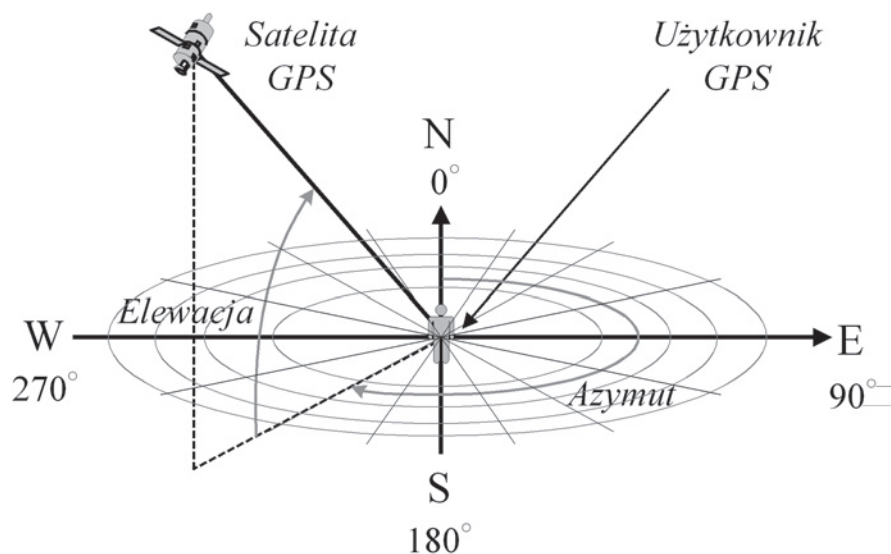
### Wiadomość GSV

Podobnie jak w przypadku GSA, wiadomości GSV są rzadko wykorzystywane w typowych urządzeniach współpracujących z odbiornikami GPS, ponieważ zawartość tych wiadomości również dotyczy satelitów systemu GPS i nie zawiera położenia użytkownika. Obie te wiadomości są natomiast powszechnie wykorzystywane w rozmaitych programach komputerowych, służących do wizualizacji danych z odbiornika GPS. W takich programach jest zwykle możliwość zobrazowania rozmieszczenia satelitów i niezbędne są wiadomości zawierające tego typu dane. Programy komputerowe do zobrazowania i analizy danych



nawigacyjnych oraz konfiguracji odbiorników GPS są na ogół dostępne u ich producentów. Istnieją również bezpłatne uniwersalne programy tego typu, które mogą okazać się bardzo przydatne dla osób wykorzystujących w swoich projektach odbiorniki GPS. Przykładem tego typu aplikacji jest VisualGPS, który można pobrać na stronie [www.visualgps.net/VisualGPS/](http://www.visualgps.net/VisualGPS/).

Wiadomość GSV zawiera informacje o wszystkich satelitach, które mogłyby być potencjalnie widoczne z miejsca, w którym w danym momencie znajduje się odbiornik. Oczywiście nie są przy tym brane pod uwagę przeszkody terenowe, które mogą sprawić, że faktycznie do odbiornika docierają sygnały ze znacznie mniejszej liczby satelitów. Jest natomiast brany pod uwagę tzw. kąt maskowania (*mask angle*), który stanowi parametr konfiguracyjny odbiornika i zwykle jest ustawiany w zakresie 5–10°. Satelity znajdujące się tuż nad horyzontem, dla których kąt, pod jakim są widziane nad płaszczyzną poziomą jest mniejszy niż kąt maskowania nie są brane pod uwagę przez odbiornik GPS, ze względu na możliwość wystąpienia znacznych błędów wielodrożności, spowodowanych odbiciami ich sygnałów od pobliskich obiektów. W wiadomości GSV są podawane numery PRN satelitów przyporządkowanych przez odbiornik GPS do śledzenia w poszczególnych kanałach, a także ich położenia kątowe względem odbiornika (azymut i elewacja) oraz względna siła sygnału (stosunek sygnału do szumu SNR).



Rys. 35. Położenie kątowe satelity (azymut i elewacja)

Tab. 6. Zawartość pierwszej z trzech wiadomości GSV

Numer pola	Nazwa	Przykład	Format/Opis
1	ID wiadomości	\$GPGSV	nagłówek wiadomości GSV
2	Ilość wiadomości	3	liczba z zakresu 1–3
3	Numer wiadomości	1	liczba z zakresu 1–3
4	Liczba widocznych satelitów	12	liczba satelitów, które mogą być potencjalnie widoczne w danej lokalizacji i czasie
5	ID satelity	13	numer PRN śledzonego satelity – kanał 1
6	Elewacja	81	kąt z zakresu 0–90°
7	Azymut	040	kąt z zakresu 0–359°
8	SNR (C/No)		pole puste, ponieważ satelita nie jest śledzony
9	ID satelity	10	numer PRN śledzonego satelity – kanał 2
10	Elewacja	59	kąt z zakresu 0–90°
11	Azymut	232	kąt z zakresu 0–359°
12	SNR (C/No)		pole puste, ponieważ satelita nie jest śledzony
13	ID satelity	23	numer PRN śledzonego satelity – kanał 3
14	Elewacja	46	kąt z zakresu 0–90°
15	Azymut	076	kąt z zakresu 0–359°
16	SNR (C/No)		pole puste, ponieważ satelita nie jest śledzony
17	ID satelity	27	numer PRN śledzonego satelity – kanał 4
18	Elewacja	43	kąt z zakresu 0–90°
19	Azymut	195	kąt z zakresu 0–359°
20	SNR (C/No)	46	liczba z zakresu 0–99 dBHz (0 – brak śledzenia)
21	Suma kontrolna	76	suma XOR wszystkich bajtów pomiędzy '\$' a '*'

Interpretację graficzną położenia kąтового satelity, opisywanego za pomocą kątów azymutu i elewacji, wyjaśniono na rys. 35.

Wielkość SNR (*Signal to Noise Ratio*), często określana jako siła sygnału, jest proporcjonalna do stosunku sygnału odbieranego z danego satelity do szumu. Wielkość ta jest wyrażana w jednostkach dBHz i zgodnie ze standardem NMEA musi się mieścić w przedziale od 0 do 99. Warto zauważyć, że wartości SNR są różnie liczone w odbiornikach GPS różnych producentów. Na przykład w odbiornikach firmy Garmin wartości SNR zmieniają się od 30 do 55. Minimalna wartość SNR=30 oznacza utratę śledzenia sygnału, natomiast maksymalna SNR=55 odpowiada najsilniejszemu odbieranemu sygnałowi. Z kolei w odbiornikach Oncore VP/GT firmy Motorola przedział zmienności SNR wynosi od 0 do 35. Wartości SNR odbiorników różnych producentów nie są więc bezpośrednio porównywalne. Ogólnie obowiązuje jednak zasada, że im większa jest wartość SNR, tym bardziej „pewny”

jest odbiór sygnału i mniejsza szansa utraty jego śledzenia w odbiorniku GPS. Wartość zerowa SNR stanowi szczególny przypadek i w wielu odbiornikach jest wykorzystywana do wskazania, że satelita znajduje się w polu widzenia, ale nie jest śledzony w danym kanale odbiornika. Poziom sygnału odbieranego przez odbiornik w znacznym stopniu zależy od tłumienia sygnału na drodze od satelity do anteny, na co ma wpływ np. sposób umieszczenia anteny w pojeździe, znajdujące się w pobliżu drzewa, budynku, itp. Informacja o sile sygnału może być więc wykorzystana w aplikacji użytkownika, np. podczas wyboru miejsca instalacji anteny.

Ze względu na dużą liczbę potencjalnie widocznych satelitów, które mogą być śledzone przez odbiornik GPS (w odbiorniku 12–kanałowym jest to maksymalnie 12 satelitów), wiadomość GSV mogłaby przekraczać dopuszczalną liczbę znaków przewidzianą w standardzie NMEA–0183. Z tego względu w jednej wiadomości GSV są przekazywane dane

dotyczące co najwyżej 4 satelitów. W zależności od liczby potencjalnie widocznych satelitów, pełna informacja o nich może być wysłana maksymalnie w 3 kolejnych wiadomościach GSV. Na początku każdej wiadomości jest podawana liczba potencjalnie widocznych satelitów oraz liczba wiadomości i numer kolejnej wiadomości GSV, dzięki czemu łatwo jest zidentyfikować, która część wiadomości jest aktualnie odbierana. Przykładową serię 3 wiadomości GSV otrzymanych z odbiornika  $\mu$ -Blox GPS–MS1, przedstawiono w poniższym przykładzie, natomiast zawartość tych wiadomości wyjaśniono na przykładzie pierwszej z nich w tab. 6.

#### Przykład:

```
$GPGSV,3,1,12,13,81,040,,10,59,232,,
23,46,076,,27,43,195,46*76
$GPGSV,3,2,12,04,40,237,38,02,37,286,
42,28,36,157,,24,30,208,45*78
$GPGSV,3,3,12,16,30,051,,05,25,181,,
20,18,132,34,08,14,203,33*70
```

#### Wiadomość RMC

Wiadomość RMC jest prawdopodobnie najczęściej wykorzystywaną wiadomością spośród wszystkich wiadomości zdefiniowanych dla odbiorników GPS w standardzie NMEA. Wiadomość ta zawiera dane, które są wystarczające w większości zastosowań, tj. informację o położeniu, prędkości i kursie obiektu oraz czasie UTC (*Universal Time Coordinated*) i dacie. W porównaniu z wiadomościami GGA i GLL, które również zawierają położenie użytkownika, ważną dodatkową cechą wiadomości RMC jest zawarta w niej informacja o prędkości, która jest bardzo użyteczna w wielu aplikacjach. Prędkość z odbiornika GPS można np. wykorzystać do skalowania drogomierzy w pojazdach, do rejestracji lub zdalnej kontroli parametrów ruchu pojazdu, itp. Przykładową wiadomość RMC z odbiornika  $\mu$ -Blox GPS–MS1 przedstawiono w poniższym przykładzie, a jej format wyjaśniono w tab. 7.

#### Przykład:

```
$GPRMC,092842.094,A
,5215.2078,N,02054.3681,E
,0.13,1.29,180706,,*0A
```

Warto zauważyć, że prędkość podawana jest w popularnych w nawigacji morskiej milach na godzinę (*mph*), czyli inaczej w węzłach (*knots*), a nie w km/h. Zamiana jednostek z węzłów na km/h wymaga pomnożenia prędkości podawanej w wiadomości RMC przez 1,852 (jest to przybliżona relacja długości mili morskiej do kilometra).

## Wiadomość VTG

Bardziej rozbudowany zestaw danych o kursie i prędkości ruchu odbiornika GPS jest zawarty w wiadomości VTG. Jest w niej zawarta informacja zarówno o kursie rzeczywistym, jak i magnetycznym. Kurs rzeczywisty stanowi kąt zawarty między północą rzeczywistą (południkiem geograficznym), a kierunkiem ruchu obiektu. W przypadku kursu magnetycznego, odniesieniem jest natomiast kierunek do północnego bieguna magnetycznego, którego położenie jest inne niż położenie bieguna geograficznego. Obecne położenie tego bieguna znajduje się w pobliżu Wyspy Ellefa Ringnesa i ma współrzędne równe około 79°N, 105°W. Kąt pomiędzy południkiem magnetycznym i geograficznym, tzw. deklinacja magnetyczna, jest różny w różnych miejscach na kuli ziemskiej. Niektóre odbiorniki GPS mają zapisaną w pamięci tablicę deklinacji, pozwalającą na określenie deklinacji na podstawie znajomości współrzędnych i wówczas mogą one obliczać i podawać także kurs magnetyczny. Odbiorniki GPS, które nie posiadają takiej tablicy podają wyłącznie kurs rzeczywisty. Z tego względu, wiadomość VTG z odbiornika  $\mu$ -Blox GPS-MS1, który nie ma wbudowanej tablicy deklinacji, zawiera puste pole kursu magnetycznego. Warto zauważyć, że prędkość podawana w wiadomości VTG jest wyrażona zarówno w węzłach, jak i w kilometrach na godzinę. Przykładową wiadomość VTG przedstawiono poniżej, a jej zawartość wyjaśniono w **tab. 8**.

### Przykład:

\$GPVTG,1.29,T,M,0.13,N,0.2,K\*6A

**Piotr Kaniewski**  
pkaniewski@wat.edu.pl

**Tab. 7. Format danych w wiadomości RMC**

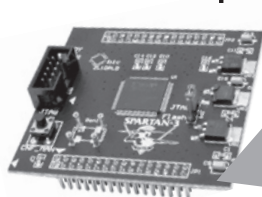
Numer pola	Nazwa	Przykład	Format/Opis
1	ID wiadomości	\$GPRMC	nagłówek wiadomości RMC
2	Czas UTC	092842.094	hhmmss.sss – godziny, minuty, sekundy, ułamkowe części sekundy
3	Status	A	A – dane poprawne, V – dane niepoprawne
4	Szerokość geograficzna	5215.2078	ddmm.mmmm – stopnie, minuty, ułamkowe części minuty
5	Wskaźnik półkuli N/S	N	N – północna S – południowa
6	Długość geograficzna	02054.3681	dddmm.mmmm – stopnie, minuty, ułamkowe części minuty
7	Wskaźnik półkuli E/W	E	E – wschodnia W – zachodnia
8	Prędkość	0.13	horyzontalna prędkość podróżna (względem Ziemi) w milach na godzinę (mph)
9	Kurs	1.29	kurs rzeczywisty w stopniach
10	Data	180706	ddmmyy – dzień, miesiąc, rok
11	Deklinacja magnetyczna		pole puste, ponieważ w badanej wersji odbiornika nie zaimplementowano korekcji deklinacji magnetycznej (kurs jest określony względem północy rzeczywistej, a nie magnetycznej)
12	Kierunek deklinacji		pole puste, ze względu na brak korekcji deklinacji w badanej wersji odbiornika
13	Suma kontrolna	*76	XOR wszystkich bajtów pomiędzy '\$' a '*'

**Tab. 8. Zawartość wiadomości VTG**

Numer pola	Nazwa	Przykład	Format/Opis
1	ID wiadomości	\$GPVTG	nagłówek wiadomości VTG
2	Kurs	1.29	kurs rzeczywisty w stopniach
3	Kurs odniesienia	T	typ kursu – kurs rzeczywisty (T od ang. True)
4	Kurs		pole puste, ze względu na brak korekcji deklinacji w badanej wersji odbiornika
5	Kurs odniesienia	M	typ kursu – kurs magnetyczny (M od ang. Magnetic)
6	Prędkość	0.13	horyzontalna prędkość podróżna (względem Ziemi) w milach na godzinę (mph)
7	Jednostki	N	jednostki prędkości (N oznacza węzły)
8	Prędkość	0.2	horyzontalna prędkość podróżna (względem Ziemi) w kilometrach na godzinę
9	Jednostki	K	jednostki prędkości (K oznacza km/h)
10	Suma kontrolna	6A	suma XOR wszystkich bajtów pomiędzy '\$' a '*'

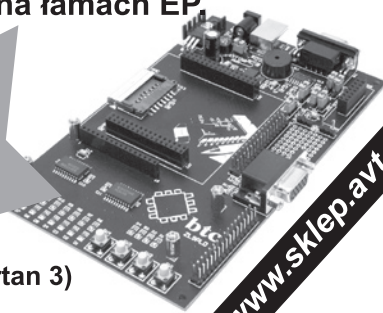
# FPGA

Promocyjne oferta na zestawy ułatwiające poznanie układów FPGA, wykorzystywane przez autorów kursu prowadzonego na łamach EP.



Taniej o 88 zł!

ZL9PLD (baza)  
+ZL10PLD (dipPLD z układem Spartan 3)  
+ZL4PRG (programator)



www.sklep.avt.pl