



MARITIME UNIVERSITY OF SZCZECIN

Institute of Marine Traffic Engineering

Exercises no. 4

Methods of improving the accuracy of state vector parameters determined by the navigation system receivers

Prepared by::	Renata Boć
Approved by:	Stefan Jankowski
Valid from: 2018	

TABLE OF CONTENTS

- 1. EDUCATIONAL EFFECTS**
- 2. PURPOSE AND SCOPE OF EXERCISE**
- 3. CONDITIONS OF THE CALCULATION**
- 4. LITERATURE**
- 5. EXERCISE**
- 6. FORMULAS, ANNEXES**

20.	Przedmiot:	N/TM2012/12/20/UN2						
URZĄDZENIA Nawigacyjne – moduł 2								
Semestr	Liczba tygodni w semestrze	Liczba godzin w tygodniu			Liczba godzin w semestrze			ECTS
		A	C	L	A	C	L	
I	15	2	1	1	30	15	15	2
II	15	1		2	15		30	2
III	15	1		1	15		15	2
IV	15	1		1	15		15	3
V	15	1		1	15		15	2

III/2. Efekty kształcenia i szczegółowe treści kształcenia

Efekty kształcenia – semestr II		Kierunkowe
EK1	Ma wiedzę oraz umiejętności w zakresie wykorzystania, obsługi i konfiguracji odbiorników systemów nawigacyjnych do planowania oraz realizacji podróży morskiej. Zna ograniczenia i dokładności systemów nawigacyjnych.	K_W15; K_U12; K_U18; K_U26
EK2	Ma wiedzę w zakresie: właściwości i propagacji fal elektromagnetycznych, parametrów fal radiowych, wzorców i skali czasu, układów odniesienia oraz zjawisk wpływających na ruch satelity w Ziemijskim polu grawitacyjnym. Zna budowę i zasadę działania poszczególnych systemów nawigacyjnych.	K_W06; K_W13; K_W24
EK3	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski i formułować opinie dotyczące efektywnego wykorzystania systemów nawigacyjnych w praktyce.	K_U01

Metody i kryteria oceny				
EK1	Ma podstawową wiedzę oraz umiejętności w zakresie wykorzystania, obsługi i konfiguracji odbiorników systemów nawigacyjnych do planowania oraz realizacji podróży morskiej. Zna ograniczenia i dokładności systemów nawigacyjnych.			
Metody oceny	Sprawdziany i prace kontrolne w semestrze, zaliczenie laboratoriów.			
Kryteria/ Ocena	2	3	3,5 - 4	4,5 - 5
Kryterium 1 Wykorzystanie odbiorników systemów nawigacyjnych.	Nie potrafi korzystać z odbiorników systemów nawigacyjnych.	Potrafi korzystać z odbiorników systemów nawigacyjnych w stopniu podstawowym.	Potrafi korzystać z odbiorników systemów nawigacyjnych w stopniu zaawansowanym.	Potrafi w pełni wykorzystać możliwości odbiorników systemów nawigacyjnych.
Kryterium 2 Obsługa i konfiguracja odbiorników systemów nawigacyjnych.	Nie potrafi obsługiwać i konfigurować odbiorników systemów nawigacyjnych.	Potrafi obsługiwać i konfigurować odbiorniki systemów nawigacyjnych w stopniu podstawowym.	Potrafi obsługiwać i konfigurować odbiorniki systemów nawigacyjnych w stopniu zaawansowanym.	Potrafi w pełnym zakresie obsługiwać i konfigurować odbiorniki systemów nawigacyjnych.
Kryterium 3 Posiada wiedzę w zakresie standardów, dokładności i ograniczeń systemów nawigacyjnych.	Nie posiada wiedzy w zakresie standardów, dokładności i ograniczeń systemów nawigacyjnych.	Posiada wiedzę w zakresie standardów, i dokładności systemów nawigacyjnych.	Posiada wiedzę w zakresie ograniczeń systemów nawigacyjnych.	Posiada wiedzę w zakresie standardów, dokładności i ograniczeń systemów nawigacyjnych.
EK2	Ma wiedzę w zakresie: właściwości i propagacji fal elektromagnetycznych, parametrów fal radiowych, wzorców i skali czasu, układów odniesienia oraz zjawisk wpływających na ruch satelity w Ziemijskim polu grawitacyjnym. Zna budowę i zasadę działania poszczególnych systemów nawigacyjnych.			
Metody oceny	Zaliczenie pisemne.			
Kryteria/ Ocena	2	3	3,5 - 4	4,5 - 5
Kryterium 1 Posiada wiedzę w zakresie: właściwości i propagacji	Nie posiada wiedzy w zakresie EK3.	Posiada wiedzę w zakresie właściwości i propagacji fal radiowych.	Posiada wiedzę w zakresie właściwości i propagacji fal radiowych. Zna wzorce	Posiada wiedzę w zakresie właściwości i propagacji fal radiowych. Zna wzorce

fal elektromagnetycznych, parametrów fal radiowych, wzorców i skal czasu, układów odniesienia.			i skale czasu.	i skale czasu oraz układy odniesienia.
Kryterium 2 Posiada wiedzę w zakresie zjawisk wpływających na sztuczne satelity.	Nie posiada wiedzy w zakresie EK4.	Posiada wiedzę w zakresie praw rządzących ruchem w polu grawitacyjnym.	Posiada wiedzę w zakresie elementów orbity satelity.	Posiada wiedzę w zakresie praw rządzących ruchem w polu grawitacyjnym oraz elementów orbit satelity.
EK3	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski i formułować opinie dotyczące efektywnego wykorzystania systemów nawigacyjnych w praktyce.			
Metody oceny	Sprawdziany i prace kontrolne w semestrze, zaliczenie laboratoriów			
Kryteria/ Ocena	2	3	3,5 - 4	4,5 - 5
Kryterium 1 Wykorzystanie publikacji, dokumentacji dotyczących systemów nawigacyjnych.	Nie potrafi pozyskać i zinterpretować podstawowych informacji dotyczących wymagań i wykorzystania urządzeń systemów nawigacyjnych.	Potrafi samodzielnie zinterpretować informacje zawarte w instrukcjach obsługi urządzeń systemów nawigacyjnych w celu prawidłowej ich eksploatacji.	Potrafi samodzielnie zinterpretować informacje zawarte w instrukcjach obsługi urządzeń systemów nawigacyjnych w celu prawidłowej ich eksploatacji oraz dokonać ich porównania z wymaganiami technicznymi opracowanymi dla tych urządzeń, również w języku angielskim.	Swobodnie korzysta z pozyskanych publikacji i dokumentacji również w języku angielskim właściwie ją interpretując dla zapewnienia bezpiecznej eksploatacji urządzeń systemów nawigacyjnych.

Szczegółowe treści kształcenia

SEMESTR II	SATELITARNE SYSTEMY RADIONAWIGACYJNE	AUDYTORYJNE	15 GODZ.
------------	--------------------------------------	-------------	----------

1. Ruch sztucznego satelity w ziemskim polu grawitacyjnym.
2. System satelitarny GPS – budowa, zasada działania, dokładność.
3. System satelitarny GLONASS – budowa, zasada działania, dokładność.
4. System satelitarny Galileo – budowa, zasada działania, dokładność.
5. Wersje różnicowe GNSS (DGNSS) – metody, zasady działania, dokładności.
6. Pilotażowe systemy radionawigacyjne bliskiego zasięgu – budowa, zasady działania, dokładności.
7. System hiperboliczny Loran-C – budowa, zasada działania, zasięg, dokładność, poprawki.
8. Europejski system nawigacyjny Eurofix – budowa, zasada działania, zasięg, dokładność.
9. Radionamierzenie.
10. Systemy nawigacji zintegrowanej, wykorzystanie monitorów wielofunkcyjnych.
11. System automatycznej identyfikacji (AIS).
12. Wydawnictwa radionawigacyjne polskie i angielskie – ALRS.
13. Eksploatacja odbiorników systemów radionawigacyjnych.

SEMESTR II	SATELITARNE SYSTEMY RADIONAWIGACYJNE	LABORATORYJNE	30 GODZ.
------------	--------------------------------------	---------------	----------

1. Wydawnictwa radionawigacyjne polskie i angielskie – ALRS.
2. Procedura uruchomienia i regulacji podstawowej odbiorników systemów radionawigacyjnych.
3. Prezentacja informacji w odbiornikach systemów radionawigacyjnych.
4. Kontrola poprawności pracy odbiorników systemów radionawigacyjnych.
5. Metody poprawienia dokładności parametrów wektora stanu statku wyznaczanych przez odbiorniki systemów radionawigacyjnych.
6. Programowanie parametrów trasy i prowadzenie nawigacji w odbiornikach systemów radionawigacyjnych.
7. Programowanie parametrów pracy i prowadzenie nawigacji przy pomocy zintegrowanego zestawu nadawczo-odbiorczego DGNS/AIS.
8. Ocena dokładności wskazań odbiorników systemu hiperbolicznego Loran-C.
9. Ocena dokładności wskazań odbiorników systemów satelitarnych GNSS.

10. Ocena dokładności wskazań pozycji i kursu rzeczywistego kompasu GPS.
 11. Radionamierzenie w paśmie UKF.

Bilans nakładu pracy studenta w semestrze II	Godziny	ECTS
Godziny zajęć z bezpośrednim udziałem nauczyciela: wykłady	15	
Godziny zajęć z bezpośrednim udziałem nauczyciela, o charakterze praktycznym: ćwiczenia, laboratoria, symulatory, zajęcia projektowe	30	
Godziny zajęć z bezpośrednim udziałem nauczyciela: udział w konsultacjach, zaliczeniach / egzaminach poza godz. zajęć dydaktycznych	2	
Własna praca studenta, w tym: przygotowanie do ćwiczeń, laboratoriów, symulatorów, w tym wykonanie sprawozdań, zadań	5	
Własna praca studenta: realizacja zadań projektowych	2	
Własna praca studenta: przygotowanie do zaliczenia, egzaminu	5	
Łączny nakład pracy	59	2
Nakład pracy związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczycieli:	47	1,5
Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym:	35	0,5

Zaliczenie przedmiotu

Wszystkie rodzaje zajęć z danego przedmiotu, odbywane w jednym semestrze, podlegają łącznemu zaliczeniu. Ocena z przedmiotu wynika z oceny poszczególnych zajęć, i oceny ewentualnego egzaminu i jest obliczana zgodnie z podanymi zasadami (średnia ważona): A/(E) 40%, C 30% L 30%; A/ (E) 40%, L 60%; A/(E) 40%, C 20%, L 20%, P 20%.

Ocena niedostateczna z zaliczenia którejkolwiek formy przedmiotu w semestrze powoduje niezaliczenie przedmiotu.

Zaliczenie przedmiotu w semestrze powoduje przyznanie studentowi liczby punktów ECTS przypisanej temu przedmiotowi.

Purpose:

The aim of the exercise is to familiarize students with the methods of improving the accuracy of parameters of state vector determined by navigation system receivers.

Theoretical issues:

- The principle of the DGPS system
- Notion: state vector, differential correction, correction age (AOC), EGNOS, elevation mask
- Filtration of state vector parameters
- Factors affecting the accuracy of GPS position
- Factors affecting the accuracy of position in DGPS
- Cycle error at Loran C

The introductory part:

The introductory part of the first exercise is supplemented with a measurement card:

- Header in the form of a table (**Name, surname, year, group, topic and exercise number, date of the exercise**)
- The purpose of the exercise

Report:

The basic part of the report is a completed measurement card with card with the teacher's signature.

The report should consist of the preparation of the results of the completed exercise, individual applications of each student and answers to questions provided by the teacher.

Note: All abbreviations should be developed in English.

**REPORT SHOULD BE COMPLETED AND DELIVERED AT THE NEXT
CLASSES!!!**

**!!! TIME OF PERFORMING TASKS ON INDIVIDUAL STATIONS SHOULD
NOT EXCEED 10 MINUTES !!!**

BIOGRAPHY:

1. Ackroyd N., Lorimer R., *Global navigation - a GPS user's guide*, Lloyd's of London Press LTD, London 1990.
2. Kjerstad N., *Electronic and Acoustic Navigationsystems for Maritime Studies*, 2016

Stand No. 1

SAAB R5 SUPREME

Navigation System

1. Turn on the receiver with the PWR button
2. Select **Main> Status> Navigation> GNSS / DGNSS> GNSS / DGNSS Overview**. Take a note and describe the following information:
 - Available GNSS Mode system
 - Differential Correction tab
3. Press the **Back** button.
4. Select **SBAS Info**. Take a note and describe the following information:
 - SBAS Satellite in Use tab
5. Press the **Back** button.
6. Select **Beacon> Beacon Database**. Select the Reference Station indicated by the teacher. Describe the available information of the given reference station, obtained in Extended Info.
7. Go to the **Main Menu** with the **Back** button.
8. Turn off the receiver. Hold ok. **PWS PWR> Power Off**.

Stand No. 2.

MLR FX 412 Pro DGPS

1. If the receiver is turned off, turn it on
2. Press the **MENU** button and then open the **DGPS MENU** submenu. Start the **0-DGPS** function and press the **ENTER** button. Set the differential receiver type to **INTERN**, and the GPS receiver mode to **AUTO**. Enter one of the selected differential stations, the data of which is shown in the table below:

Station name	Frequency [kHz]	Baud	SIGNAL LEVEL	% ERROR	Station Id
Dziwnów	283.5	100			
Hammerodde	289.5	100			

3. Complete the table based on the data from the receiver. Take a note the numbers of the satellites for which corrections are received.
4. In **DGPS MENU**, select the **1-DGPS MESSAGE** function. Take a note and describe the last message (instructions to the device p. 44). Confirm the message with the **ENTER** button.
5. In **SYSTEM MENU**, select the **5-DISPLAY** function. Select the **ACCURACY** option and confirm it with the **ENTER** button.
6. In the **NAVIGATION MENU**, select the **4-SPEED FILTER** function. Set the value to 1 second. Confirm by pressing **ENTER**.
7. Press the **Pos** button. Make a 10-second observation of accuracy, speed and course. Take a note the minimum and maximum values.
8. Repeat points 5 and 6 for a filter equals to 30 seconds.
9. Describe and comment on the effect of filter settings on changes in speed and course and possible changes in accuracy of position.
10. Turn off the receiver

Stand No.3

JRC GPS NAVIGATOR

1. If the receiver is turned off, turn it on.
2. Checking the reference station. Press the **DISP** control panel button repeatedly until you reach the space segment page. Take a note the value of the reference station and identify it on the basis of ALRS vol.2.
 - 2.1. Take a note the HDOP value. Describe the effect of the displayed HDOP size on the position accuracy.
 - 2.2. Press the **DISP** button several times on the control panel until you reach the reference station's information page. Take a note and describe the displayed information.
3. Press the **MENU> ENT** button, select the up / down arrows **6.GPS / BEACON / SBAS> ENT**, then use the up / down arrows to **select 7.GPS INITIALIZATION> ENT**. Take a note the value of the antenna height.
4. Press the **DISP** button on the control panel several times and go to the navigation page (**NAV**).
5. Turn off the receiver.

Stand No. 4

GPSMAP 2010C

1. If the receiver is turned off, turn it on
2. Setting the differential position
 - 2.1. Press the **MENU** button and use the cursor button to select the **GPS Info** tab. Then press the **DGPS Setup** button (bottom right corner of the screen). Take a note the options for selecting the source of the differential corrections and the parameters for their reception. In the Differential Source window, select **Auto**. Press the **QUIT** button. Using the instructions for the device p. 48, interpret the information displayed in the Differential Status window.
3. Select the UNITS tab, set the position format to *hddd°mm.mmm'* and select **WGS 84** in Map Datum
4. Use the **PAGE** button to go to the page with the map
 - 4.1. Select the scale with the IN, OUT buttons so that the entire Grodzka Island with details (<800ft) is visible.
 - 4.2. Take a note the longitude and latitude of your own position, and the bearing and distance to the southern tip of Grodzka Island.
 - 4.3. After the exercise. Put your own positions from latitude and longitude and from the bearing and distance to the island on the copy of a chart. Comment on possible discrepancies.
5. Repeat the above operations from point 3 for the EUROPEAN 1950 and TOKYO ellipsoid.
6. Accuracy
 - 6.1. From the map page, go to the map settings (bottom buttons) with the **Set Up Map** button.
 - 6.2. In the map settings, use the cursor button to select the **Other** tab (last from the right) and enable **Accuracy Circle**, press **PAGE** to get the map page.
 - 6.3. Use the cursor and the **OUT** and **IN** buttons to display the error circle. (circle around the current position). Record the value of the radius of the error circle measured with the Measure tool.
 - 6.4. Press the **MENU** button and select the **GPS info** tab, save the Accuracy value. Explain the difference between the saved value and the measured radius (page 21 of the manual).
7. **Remark: the map is at the end of the exercise !!!**

Stand No. 5.

MAGELLAN FX324 MAP COLOR

1. If the receiver is turned off, turn it on
2. Select the **NAV** tab from the menu and then the "7" (Speed filter) field. **Describe** the time range of the speed filter settings. Set the filter to "15 Seconds". Follow the instructions (p. 39) to **explain** the purpose of the filter.
3. Select the **POS** tab from the menu and then the field "4" (Map datum). From the available reference ellipsoid, select the "CANAD" ellipsoid. Press the function "Pos" button to read the geographical position in 3D format (ϕ , λ and height). The height is read in the **POS** tab, in the field number "5" (2D / 3D Mode). **Describe the position.**
4. Then change the reference ellipsoid to **WGS 84** and **describe** the 3D geographic position. **Comment** on the differences in position coordinates for the ellipsoid used. **Describe** the principle of choosing the reference ellipsoid in the GPS receiver.

Stand No. 6

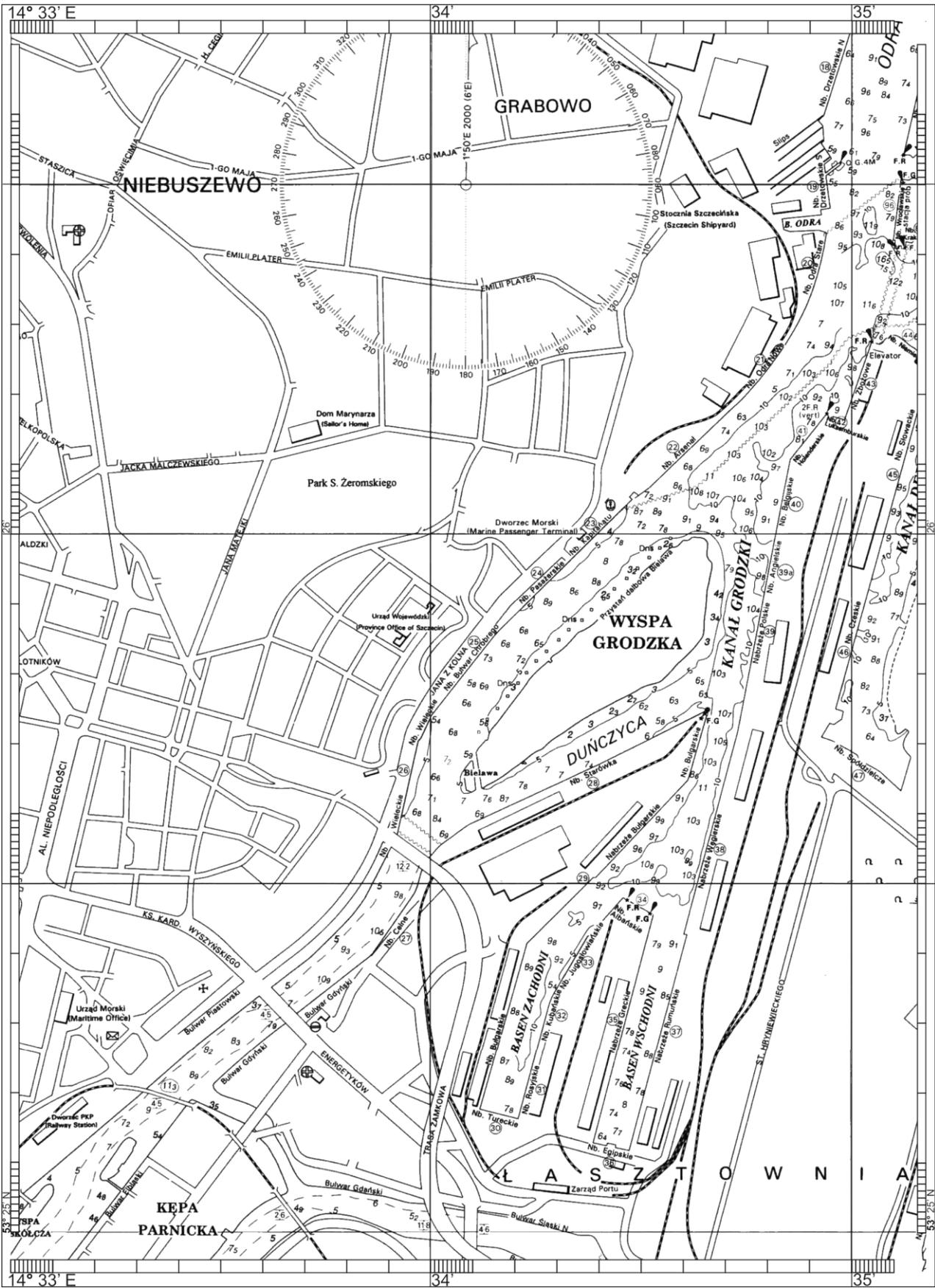
FURUNO GP-80 system with FURUNO GR-80 system DGPS

1. If the receiver is turned off, turn it on
2. DGPS setting in the GP-80 receiver
 - 2.1. From the **main menu**, select **system settings** and then **DGPS setup**
 - 2.2. Select **manual station selection method (Man option)** and set the parameters of the reference station according to the teacher's instructions, confirm with the **ENT** button
 - 2.3. Observe the GR-80 differential correction receiver
3. GPS settings
 - 3.1. Enter the **Main Menu**, run the **GPS monitor**, select the **Satellites Monitor** screen (change screens - TONE button)
 - 3.2. Record the numbers of the satellites the receiver uses and the DOP value
 - 3.3. From the **Main Menu**, select **System settings**, then select **GPS setup** page **1/2**, set the **GPS smoothing** value to 000
 - 3.4. Block the signal reception from 3 navigational satellites (used by the receiver) by entering their numbers in the disable satellite function
 - 3.5. Return to the **GPS monitor**, record the number of satellites used and the DOP value
 - 3.6. Describe conclusions about DOP changes caused by other geometry of the satellites
 - 3.7. Clear the fields with the numbers of satellites in the disable satellite function using the Clear button
4. Improving course and speed indication
 - 4.1. Enter the **Main Menu**, select **System settings** then **Plotter setup**
 - 4.2. Set the **User defined** fields to **SPD** speed, **CSE** course, **AVR SPD** average speed and **Alt** altitude, exit **MENU / ESC**
 - 4.3. Press the **Display SEL** button and select the **Data screen**
 - 4.4. Observe the speed, course and altitude indications, note the minimum and maximum values
 - 4.5. Go to the **Main Menu** and in **System settings** select **GPS setup**
 - 4.6. Set the **GPS smoothing** parameter (Pos and Spd) to 15s, confirm with the **ENT** button and go to the main screen by pressing **MENU / ESC**
 - 4.7. Observe changes in position, speed and course.
 - 4.8. Describe conclusions about the impact of the **GPS SMOOTHING** setting on the displayed parameters (position and speed)

Stand No. 7

SIMRAD MX 610

1. If the receiver is turned off, turn it on
2. Run a page showing satellite constellations and read HDOP. To do this, click **Menu**, select the **Tools and Settings** tab, confirm **ENT**, **PAGE** button go from the Settings tab on Tools, select **Satellites** and confirm **ENT**. Describe the HDOP value and save the number of satellites.
3. Record the coordinates of the current position, return to the main page by clicking **CLR**.
4. Change the reference ellipsoid to TOKYO, to do this press **Menu**, **Tools and Settings**, confirm **ENT**. Click on the **Navigation** tab, confirm **ENT**. In the **Datum tab**, change the reference ellipsoid to Tokyo- japan).
5. Take a note and describe the coordinates of the position. To do this, **double-click CLR**. Compare with the item recorded in point 3. Describe the observed phenomenon (report).
6. Change the reference ellipsoid to **WGS-84**.
7. Setting methods for receiving differential corrections. From the **main menu**, select the **Tools and Settings** tab, confirm **ENT**,
 - 7.1. Then **GPS**, approve **ENT**
 - 7.2. From the **DGPS Mode** tab, select **WAAS**, press the **CLR** button to return to the **Menu**, click **PAGE** to go to the **TOOL** tab, select **Satellites**.
 - 7.3. Check and describe DGPS status by clicking **PAGE**. With the **CLR** button, we go to the **main page**.
 - 7.4. Set **DGPS Mode** again to **BEACON**, (**Menu - Tools and Settings - GPS**).
 - 7.5. Press **CLR** to return to the **Menu**, click **PAGE** to go to the **TOOL** tab, select **Satellites**.
 - 7.6. Check and record **DGPS status** by clicking **PAGE**
 - 7.7. Set the manual selection of the **Selection station (Manual)** and the parameters for the station indicated by the teacher.
8. Turn off the receiver.



14° 33' E

34'

35'

14° 33' E

34'

35'

53° 23' N

GRABOWO

NIEBUSZEWO

Park S. Zeromskiego

WYSPA GRODZKA

DUNCZYCA

KEPLA PARNICKA

Ł A S Z T O W N I A

Stocznia Szczecińska
(Szczecin Shipyard)

Dworzec Morski
(Marine Passenger Terminal)

Urząd Wojewódzki
(Provincial Office of Szczecin)

Urząd Morski
(Maritime Office)

Dworzec PKP
(Railway Station)

Basen Zachodni

Basen Wschodni

Bulwar Gdynia

WOLSKA

STASZICA

OSWIECIMA

EMILII PLATER

EMILII PLATER

JACKA MALCZEWSKIEGO

ALDZKI

LOTNIKÓW

AL. NIEPODLEGŁOŚCI

KS. KARD. WYSZYŃSKIEGO

Bulwar Piastowski

Bulwar Gdynia

Dom Marynarza
(Sailor's Home)

Urząd Wojewódzki
(Provincial Office of Szczecin)

Urząd Morski
(Maritime Office)

Dworzec PKP
(Railway Station)

Basen Zachodni

Basen Wschodni

Bulwar Gdynia

Basen Zachodni

Basen Wschodni

Bulwar Gdynia

Basen Zachodni

Basen Wschodni

Bulwar Gdynia

Basen Zachodni

Basen Wschodni

Bulwar Gdynia

Basen Zachodni

Basen Wschodni

Bulwar Gdynia

Basen Zachodni

Basen Wschodni

Bulwar Gdynia

Basen Zachodni

Basen Wschodni

Bulwar Gdynia

Basen Zachodni

Basen Wschodni

Bulwar Gdynia

Basen Zachodni

Basen Wschodni

Bulwar Gdynia

</