

XXXII МЕЖДУНАРОДЕН СИМПОЗИУМ СЪВРЕМЕННИ ТЕХНОЛОГИИ, ОБРАЗОВАНИЕТО
И ПРОФЕСИОНАЛНАТА ПРАКТИКА В ГЕОДЕЗИЯТА И СВЪРЗАНИТЕ С НЕЯ ОБЛАСТИ

София, 02 - 04 ноември 2022

ИЗСЛЕДВАНИЯ НА МОРСКОТО НИВО ОТ МАРЕОГРАФНА СТАНЦИЯ ВАРНА

д-р инж. АНТОН ИВАНОВ

Основни резултати от обработката и анализа

- ▶ Наблюдението на морското ниво започва през далечната 1928г. с изграждането на мареографните станции в пристанищните части на Варна и Бургас.
- ▶ През периода 2011-2013г. година мареографната апаратура не е в регулярен работен режим.
- ▶ През май 2013г. са монтирани два нови радарни мареографи в основните мареографни станции. За период от две години радарните и механичните мареографи работят съвместно за контрол на измерванията, както и безпроблемно продължаване на редовете от наблюдения от 1928г.
- ▶ Към настоящият момент функционира само мареографна станция Варна



Модели за обработка на средномесечни стойности на морското ниво

- ▶ При определянето на средно морско ниво от средномесечни стойности трябва да се установи влиянието на сезонни, дългопериодични, метеорологични и хидрологични влияния.
- ▶ Влиянието на късопериодичните приливи е елиминирано преди изчисляването на средно месечни стойности чрез осредняване или чрез числени филтри.
- ▶ Средното морско ниво се определя въз основа на линейни регресионни модели, като включените в модела приливни влияния са на годишния, полугодишния прилив и прилива от лунната деклинация - M_N Такъв е моделът:

$$\text{▶ } X(t) = a_0 + a_1 t + \sum_{n=1}^3 [A_n \cos(w_n - \phi_n)] + e(t)$$

- ▶ a_0 – средно морско ниво, a_1 - месечна стойност на тренда на изменение, влиянието на приливите включени в модела се представя чрез хармоничните функции.
- ▶ $\sum_{n=1}^3 [A_n \cos(w_n - \phi_n)] = a_1 \cos \omega_1 t + b_1 \sin \omega_1 t + \dots + a_3 \cos \omega_3 t + b_3 \sin \omega_3 t$

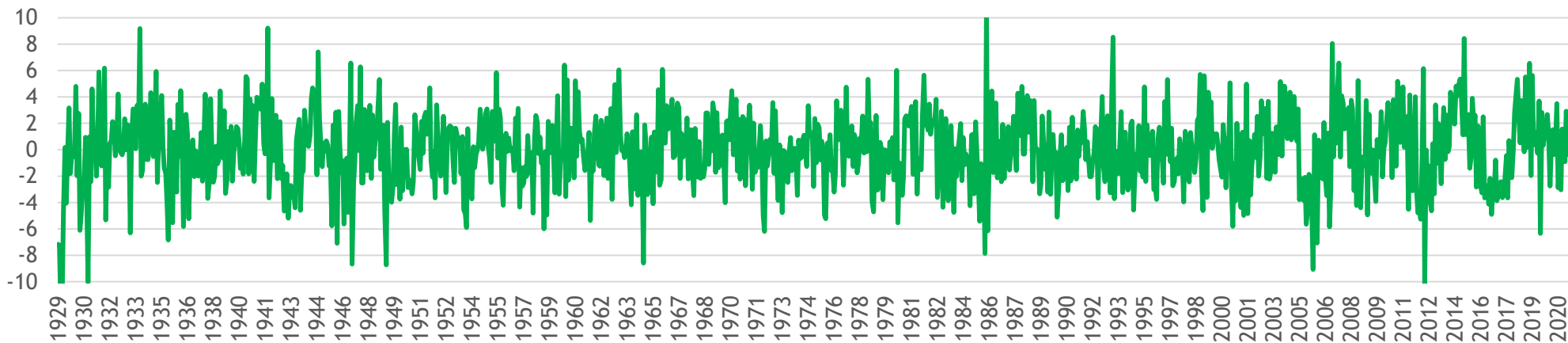
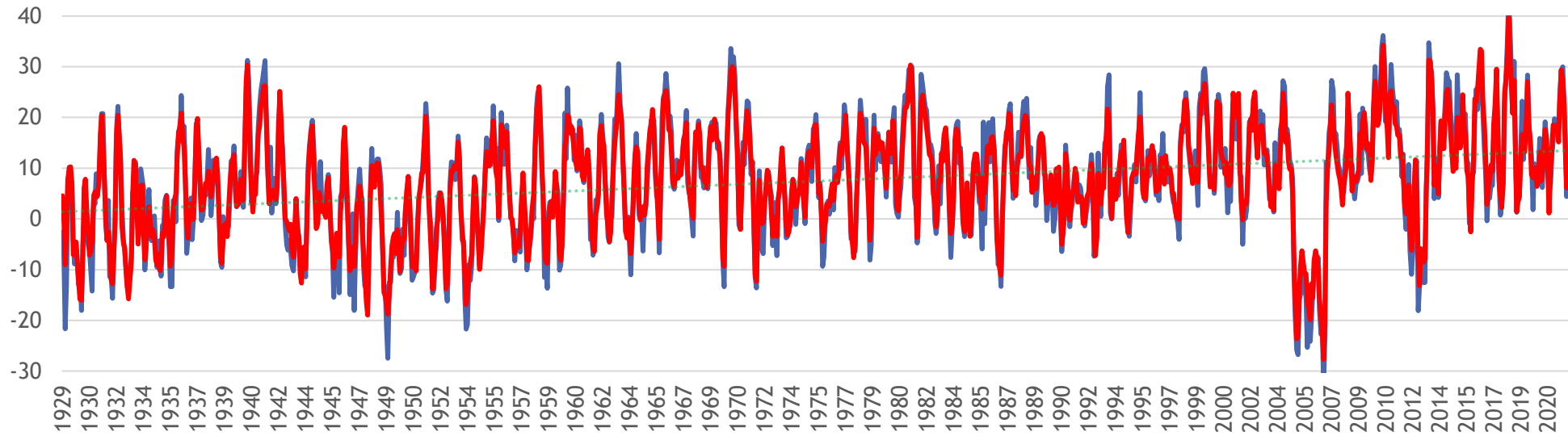
Разглеждания период включва **1117 средномесечни** стойности на морското ниво. Липсващите стойности са попълнени със специализиран софтуер.

През годините на наблюдения на морското ниво регулярно е извършвана прецизна нивелация. Като за целия период е отчетено потъване на мареографната лата около 60 см.

Всички данни от наблюденията са коригирани спрямо епохата на измерванията и са привързани към Европейската Височинна Референтна система (EVRS) и Европейската Височинна референтна Рамка (EVRF 2007).

Използваните часови стойности на морското ниво за периода 05.2013-1.2022. Те са получени чрез осредняване от радарните мареографи, които отчитат морското ниво в секунден интервал. За периода са използвани **65860 от 76008 часови** стойности на морското ниво. Липсващите измервания не са попълвани.

Средномесечни стойности от ст. Варна 1929-1.2022



Резултати

Ср. ниво	a0	1.81	0.5				
Тренд мм/год	a1	1.22	0.3				
Честота	Период	Кос. Коеф	3σ	Син. Коеф	3σ	Ампл.	Фази
	[мес.]	[см]		[см]		[см]	[°]
0.0833	12	4.17	0.35	-5.32	0.35	6.76	128.05
0.1667	6	1.69	0.35	-0.61	0.35	1.8	160.21
0.0045	218.4	0.45	0.35	2.61	0.35	2.65	80.27
0.0725	14.4	-0.6	0.35	-0.92	0.35	1.1	236.68
Честота	Период	Кос. Коеф	3σ	Син. Коеф	3σ	Ампл.	Фази
	[мес.]	[см]		[см]		[см]	[°]
0.0055	182	-2.35	0.35	-1.29	0.35	2.68	208.87
0.0082	121.3	-2.29	0.35	0.89	0.35	2.45	338.78
0.0064	156	-0.47	0.35	0.18	0.35	0.51	339.3
0.0128	78	1.15	0.35	1.05	0.35	1.56	42.37
0.0174	57.5	2.32	0.35	-1.08	0.35	2.56	154.98
0.0220	45.5	-0.87	0.35	-0.23	0.35	0.9	194.68
0.0119	84	1.85	0.35	-1.82	0.35	2.59	135.6

От периода на изследванията е определено средно морско ниво от 1.8 см с тренд на изменение 1.4мм/год. Установено е влиянието на дългопериодичните приливи :

- годишен - **Sa** с амплитуда от 6.8см, с фаза 128,0°
- полугодишният прилив **Ssa** – 1.8см с фаза 160.21°
- лунният прилив **Mn** с период 2,6см с фаза 80.3°

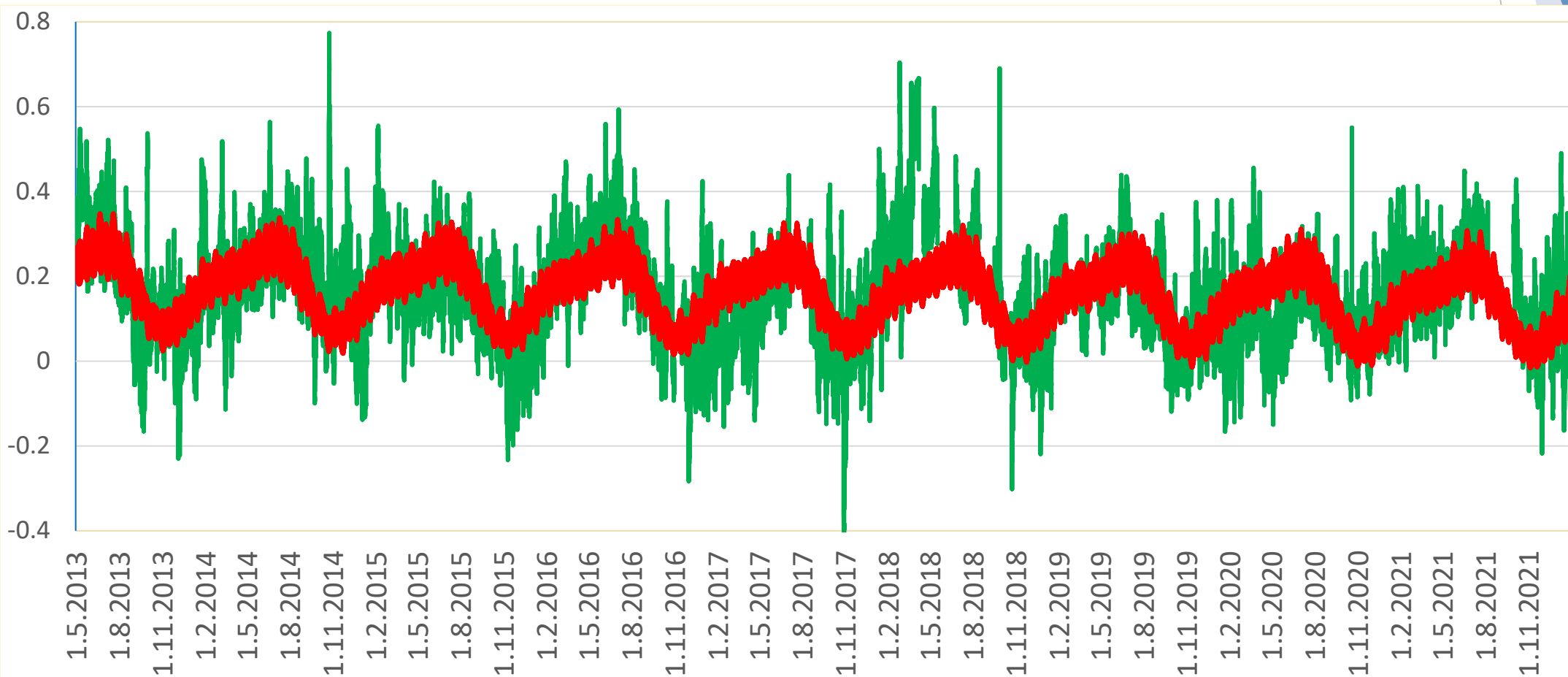
Хармоничен анализ

- ▶ Приливите са периодични изменения породени от промяната на гравитационния потенциал. Основна причина за приливите е изменението на гравитационното поле на Земята, породено от взаимодействието между системите Луна-Земя и Слънце-Земя.
- ▶ Периодите, свързани основно с гравитационното влияние на Слънцето и Луната са: *лунен ден 24.8 часа, лунен месец 27 дни, тропична година 365.25 дни, лунен перигей – 8.85 години, нодален период 18.6 години.*
- ▶ Хармоничният анализ представя наблюдавания сигнал като множество от синусови и косинусови функции с амплитуда и фаза, като честотата на приливите е предварително известна
- ▶ Изборът на приливните компоненти, които ще бъдат включени в модела зависи от периода на наблюдение и от качеството на наблюдаваните данни.

Модели за обработка на часови стойности на морското ниво

- ▶ За обработката и анализа е използван софтуера **Unified Tidal Analysis and Prediction**
- ▶ Използван е следния модел за едномерни измервания на морското ниво :
- ▶ $x^{mod}(t_i) = \sum_{q=1}^{n_{allc}} (E_{iq} a_q) + \bar{x} + \dot{x}(t_i - t_{ref})$
- ▶ Включени в модела са всички приливни компоненти, определени като значими.
- ▶ a_q са представени амплитудите на съответните компоненти
- ▶ E_{iq} - техните експоненциални функции
- ▶ \bar{x} -средна стойност на наблюдавания параметър
- ▶ \dot{x} тренд на изменение за наблюдавания период $(t_i - t_{ref})$

Часови стойности на морското ниво ст. Варна 05.2013-1.2022 г.



Хармоничен анализ ст. Варна

- ▶ Проведен е хармоничен анализ на часови стойности на морското ниво от мареографната станция Варна за периода 5.2013-1.2022г.
- ▶ За периода на наблюдения са налични 65860 от 76008 часови стойности на морското ниво.
- ▶ Определени са 68 приливни влияния като с най-голямо влияние са годишният (**Sa**), и полугодишния (**Ssa**). Определените приливни влияния могат да се използват за създаване на модел за прогнозиране.

	PE	Ампл.	Ампл.	Фаза	Фаза
	%	[cm]	[cm] 3σ	[°]	[°] 3σ
'SA'	71.55	8.11	0.11	142.09	0.75
'SSA'	10.39	3.09	0.10	257.78	1.96
'M2'	5.71	2.29	0.10	7.83	2.58
'K1'	3.05	1.67	0.11	50.87	3.82
'S1'	2.75	1.59	0.15	249.43	5.30
'S2'	1.48	1.17	0.11	11.98	5.18
'MM'	0.40	0.60	0.11	39.17	9.97
'P1'	0.69	0.79	0.10	37.61	7.56
'O1'	0.74	0.83	0.12	42.69	8.01
'MF'	0.80	0.86	0.11	145.80	7.04
'MSF'	1.18	1.04	0.11	234.27	5.78
'K2'	0.09	0.28	0.12	358.31	24.08
'PSI1'	0.05	0.21	0.11	322.91	28.44
'MKS2'	0.01	0.11	0.12	265.55	58.95
'NO1'	0.01	0.11	0.10	44.80	55.07
'T2'	0.02	0.12	0.11	23.11	49.41
'PI1'	0.03	0.17	0.10	107.26	34.80

► *Благодаря за вниманието!*