



Лабораторные исследования механизмов транспорта наносов в береговой зоне моря

Иоахим Грюне*, Рубен Косьян**, Игорь Подымов **

*Береговой исследовательский центр Университета г. Ганновера, Forschungszentrum Küste. Merkurstrasse 11, 30419 Hannover. Germany. E-mail: gruene@fzk.uni-hannover.de

**Южное отделение Учреждения Академии наук Институт океанологии им. П.П. Ширшова, РАН, Геленджик-7, 353470 Россия. E-mail: rkosyan@hotmail.com, podymov@coastdyn.ru

Массовое перемещение наносов, (Лонгинов, 1963) следует изучать непосредственно в природных условиях, так же, как и динамику рельефа прибрежной зоны. Лабораторный же эксперимент полезен и результативен при изучении деталей и особенностей процесса, который в целом изучается в натурных условиях.



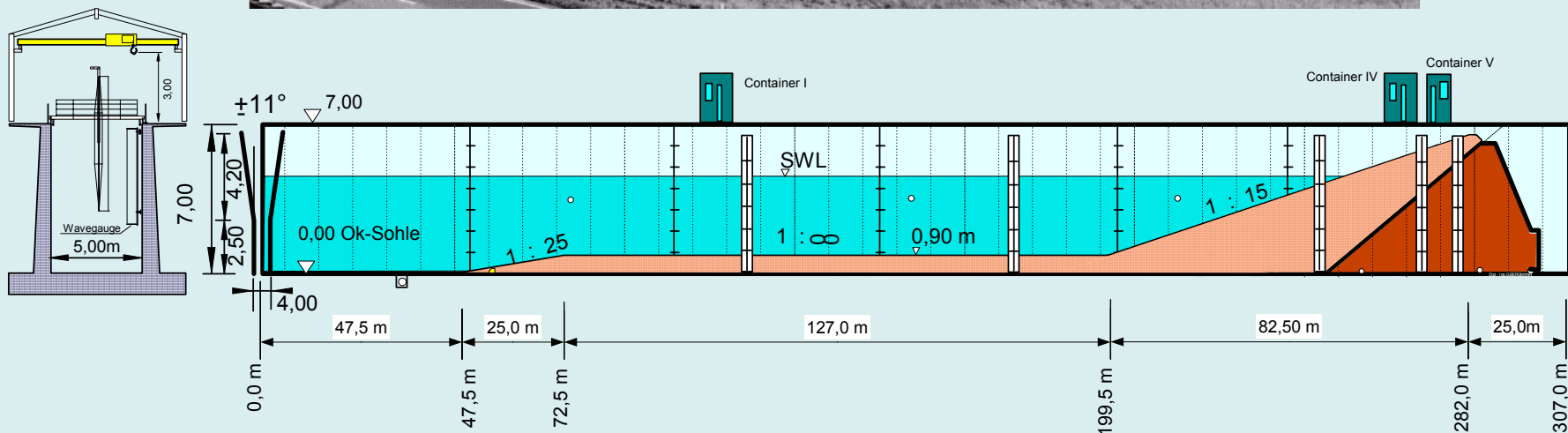
Известнейшие волновые лотки Европы
(Deltares, UPC and UHANN/FZK)

		Длина (m)	Глубина (m)	Ширина (m)
Ганновер	GWK	307	7	5
Барселона	CIEM	100	5	3
Делфт	Scheldt Flume	56	1.2	1



1.РазмерыGWK

Большой волновой канал GWK



Длина: 307m, Ширина: 5m, Глубина: 7m

Максимальное заполнение водой: 5m



1. Размеры GWK

Размеры GWK:
Общая длина: 307 m,
Ширина: 5 m,
Общая глубина: 7 m
Максимальное
заполнение водой: 5 m

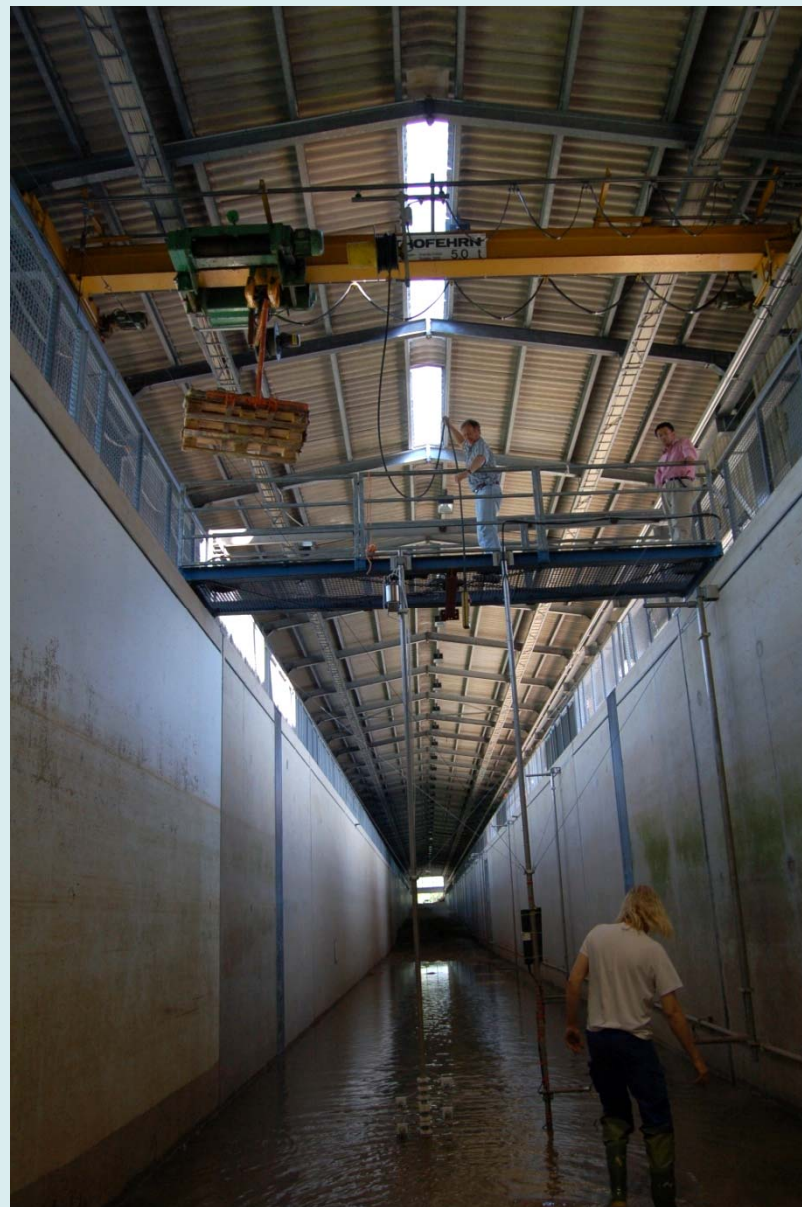
Построен:

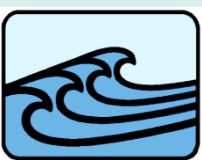
С 1980 по 1983, благодаря
поддержке Германского
Исследовательского
Фонда (DFG)

Запущен в эксплуатацию:

1984

Для национальных и
зарубежных
пользователей





1. Размеры GWK



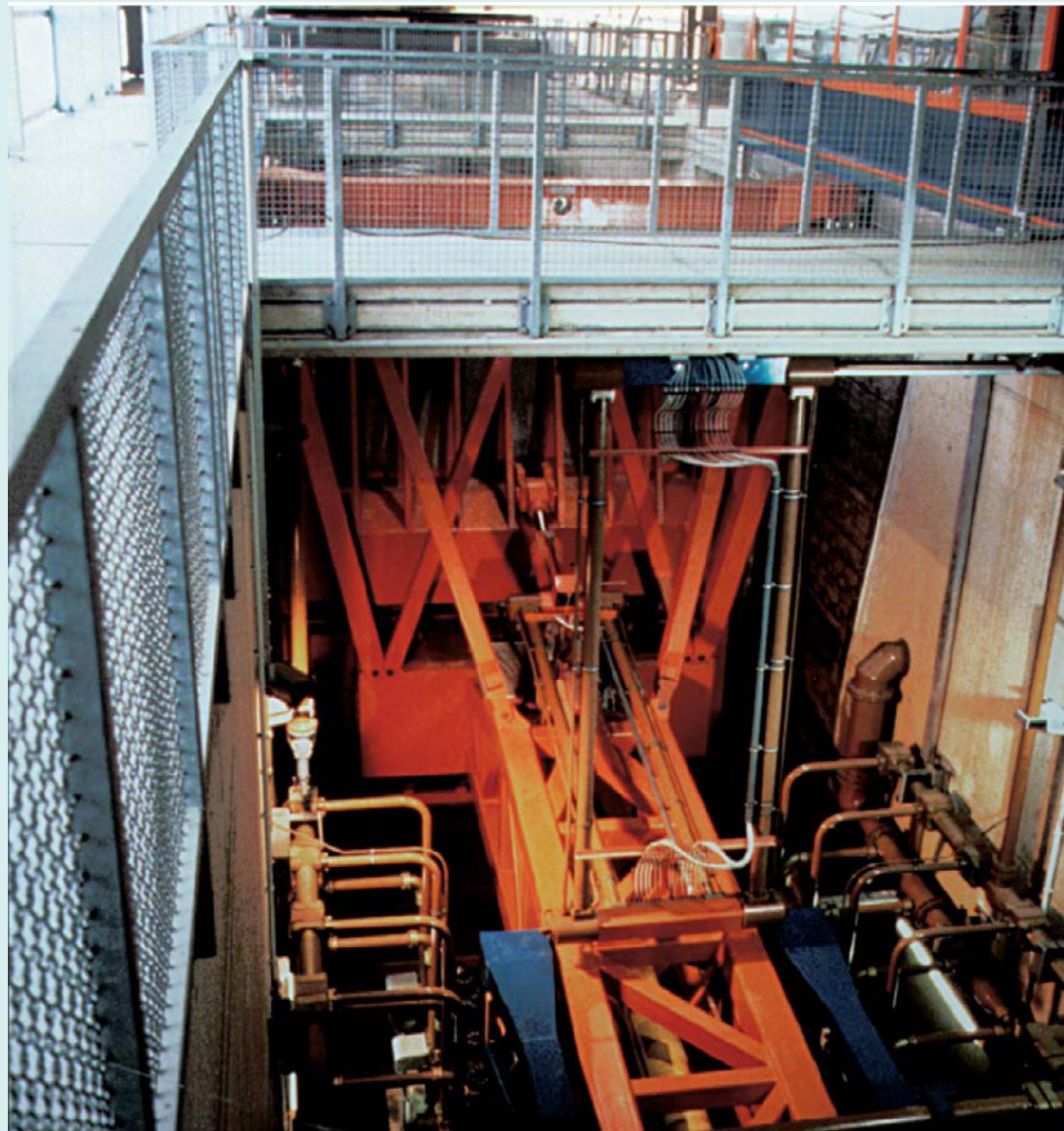


2. . Моделирование волн

Wave generator

- Oil-hydraulically driven rotators (servo-valve controlled)
- Watertight backside
- 1000 kW Power
- Piston motion
(total stroke 4,20 m)
additional independant rotation of upper flap ($\pm 10^\circ$)

The wave generator is
absorption controlled

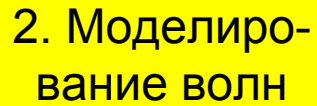
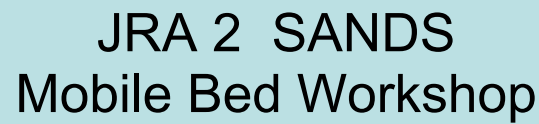




2. Моделирование волн

Моделирование волн

- Regular waves
(wave heights up to 2 m, breaking waves up to 2.5 m)
- Irregular waves
wave spectra with significant wave heights up to 1,3 m
 - Theoretical spectra (Jonswap, PM, TMA)
 - Field spectra
- Freak waves (wave heights up to ~ 2 m)
- Tsunami waves (wave heights up to ~ 1.4 m)



Wave height at generator



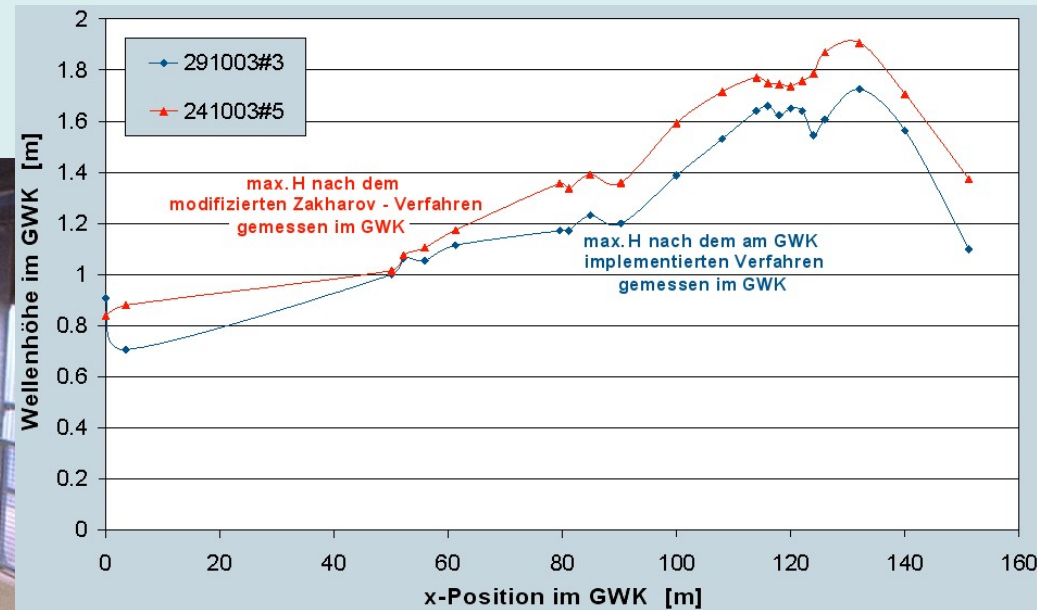
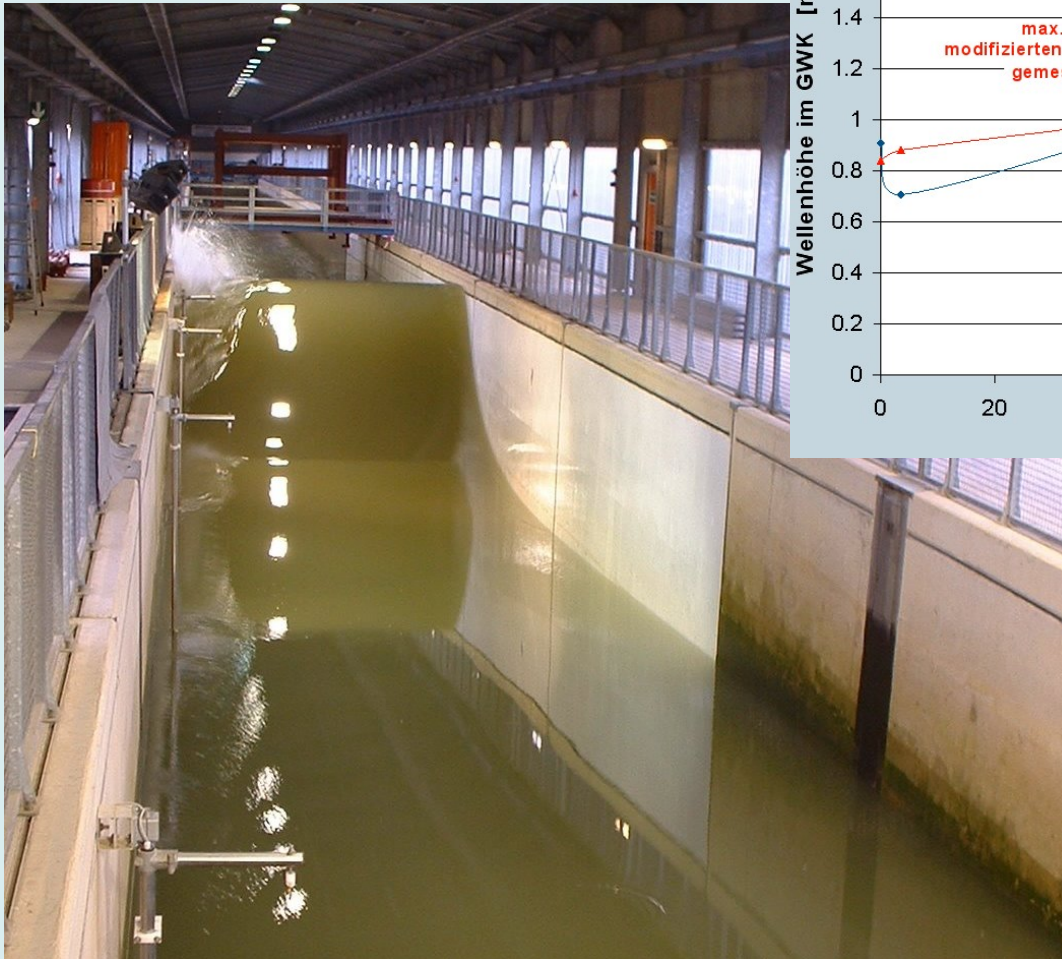
2. Моделирование волн

Wave spectra (TMA, $H_{1/3} = 1.0$ m)





2. Моделирование волн



$H_{\max.}$ versus position along GWK

Freak wave ($H_{\max} = 1.8 \text{ m}$)



2. Моделирование волн

Freak wave ($H_{\max} = 1.8 \text{ m}$)





2. Моделирование волн





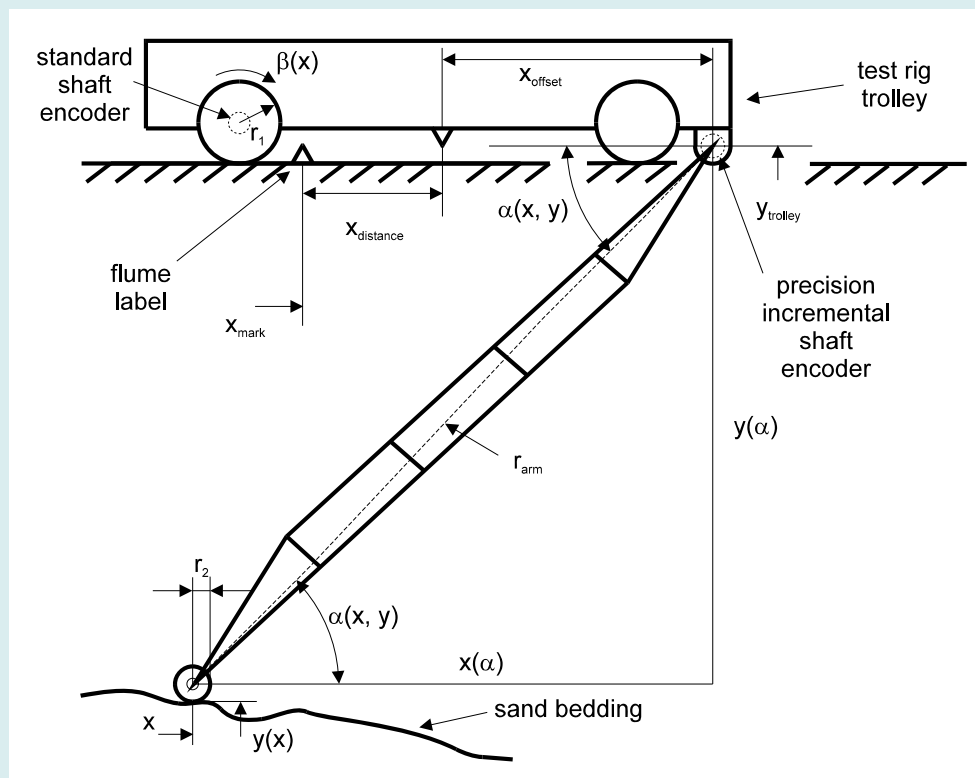
3. Измерительные инструменты

1. Измерения профиля дна
2. Волновые измерения (возвышение свободной поверхности)
3. Волновые измерения (орбитальные скорости)
4. Измерения давления и порового давления
5. Измерения концентрации взвешенных наносов



3. Измерительные инструменты

1. Измерения профиля дна



System of
computer controlled mechanical
wheeled bed profiler

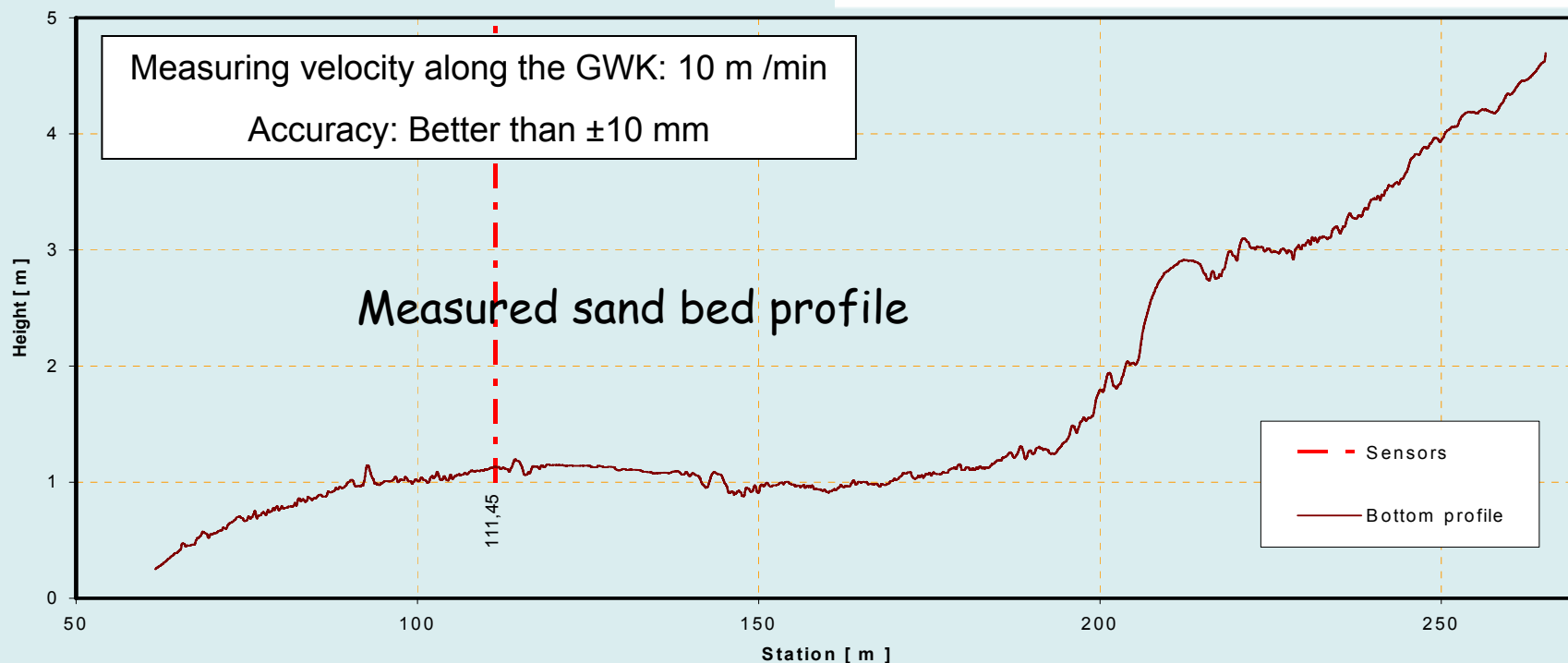
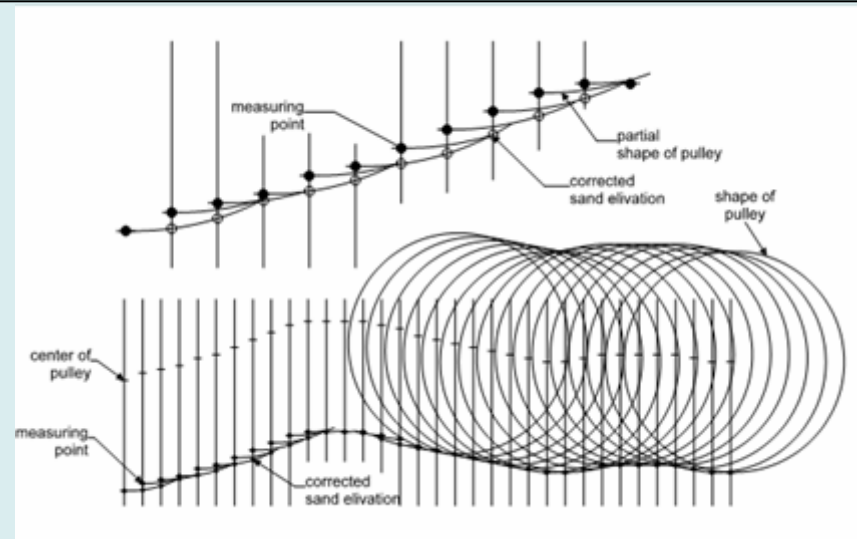




3. Измерительные инструменты

1. Измерения профиля дна

Correction of measured profile considering the pulley radius and the beach slope





3. Измерительные инструменты

1. Измерения профиля дна

2-D Acoustic bed profiler (tested in GWK)

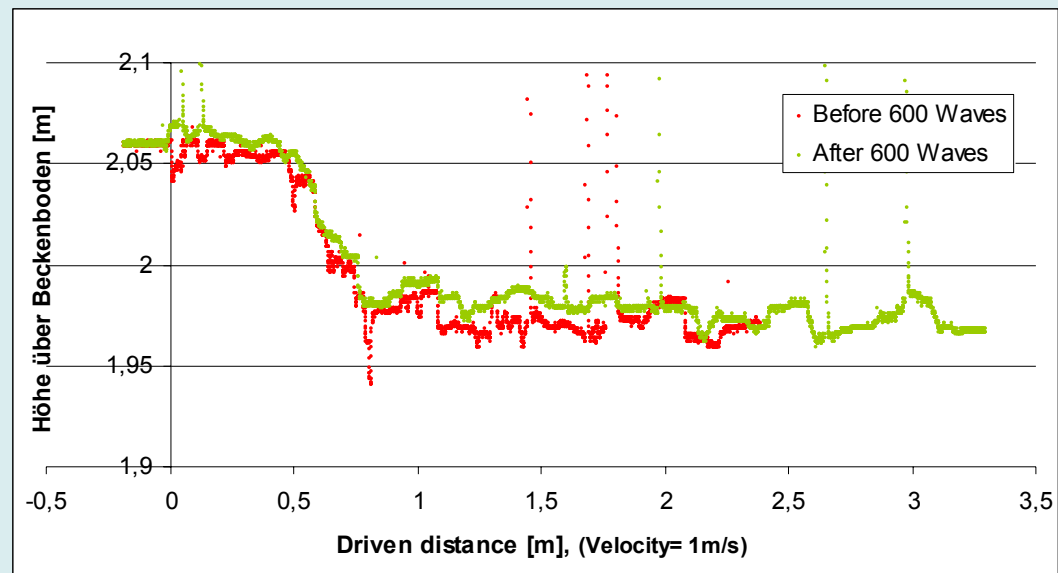


UltraLab® UWS –
Echo sounder



Echo sounder, linear
system working with an
ultrasound frequency of
1 MHz

Accuracy: max. ± 1 mm

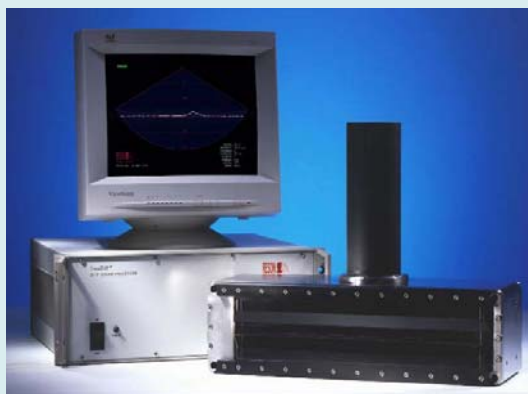




3. Измерительные инструменты

1. Измерения профиля дна

3-D Acoustic bed profiler
(tested in GWK)



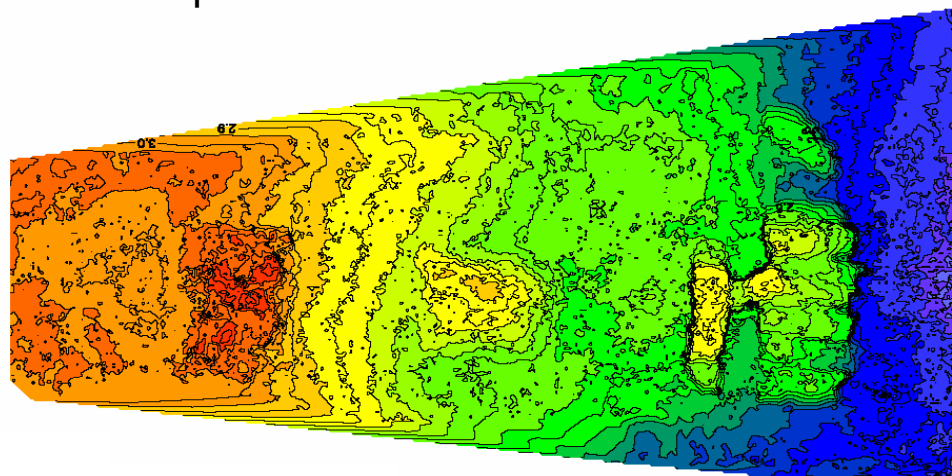
Multi-beam echo sounder system
"SeaBat 8125" (RESON)

Frequency: 455 Hz

Depth resolution: 6 mm



Materials placed on a beach in the GWK



Survey result



3. Измерительные инструменты

2. Волновые измерения (возвышение свободной поверхности)

One wire type wave gauge (GWK)

(principle:

“resistance-capacity
measurement” with a measuring
wire and a basis electrode)

Accuracy: ± 10 mm





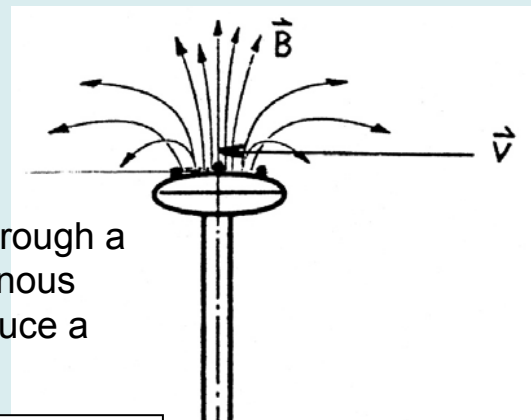
3. Измерительные инструменты

3. Волновые измерения (орбитальные скорости)

2-D electro-magnetic
velocity sensor (NSW)

Dynamo principle:

a velocity V moving through a
constant and homogenous
magnet field B will induce a
proportional voltage,



Measurement range: ± 2.5 m/s

Accuracy: $\sim \pm 0.01$ m/s

Sampling rate: up to 20 Hz
analogue filter 3 Hz recommended

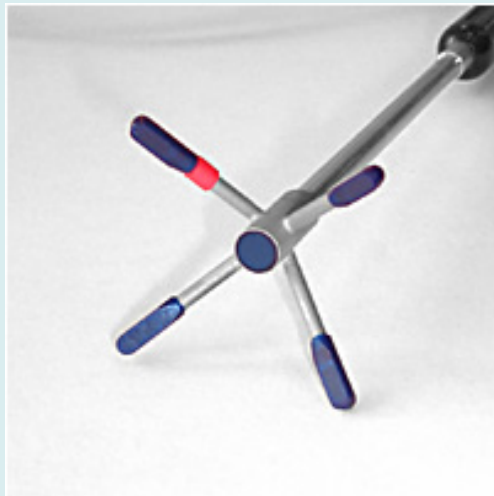




3. Измерительные инструменты

3. Волновые измерения (орбитальные скорости)

3-D acoustic doppler
velocity sensor (VECTOR)



Measurement range: ± 7.0 m/s & $\pm 2,5$ m/s

Accuracy: $\pm 0.54\%$ from full range





3. Измерительные инструменты

4. Измерения давления и порового давления

PDCR 800 pressure transducer
(“Integrated silicon strain gauge bridge”)



Measurement range:
0.7 to 10 bar
Accuracy:
 $\pm 0.06\%$ of full range
Natural frequency:
28 kHz



Installed as pressure sensor

Used as pore pressure sensor with
an extra housing for a filter-stone



Installed as pore pressure sensor
(before placed in the sand bed)



3. Измерительные инструменты

5. Измерения концентрации взвешенных наносов

Transverse Suction System (TSS)

Developed by Bosman et al. (1987),

(Time averaged concentrations at different levels)



Intake nozzles



Analysing block

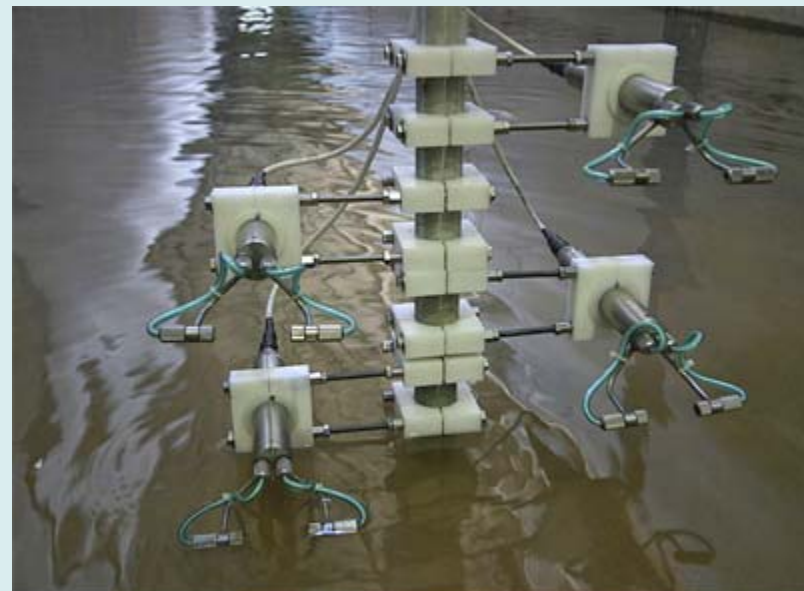


3. Измерительные инструменты

5. Измерения концентрации взвешенных наносов

Optical SSC sensor
(Turbidimeter)

(Time depending concentrations at
different levels)



Set-up for 4 levels



3. Измерительные инструменты

5. Измерения концентрации взвешенных наносов

Acoustic SSC sensor

(Aquascap profiler)

(Time depending
vertical concentration profile)

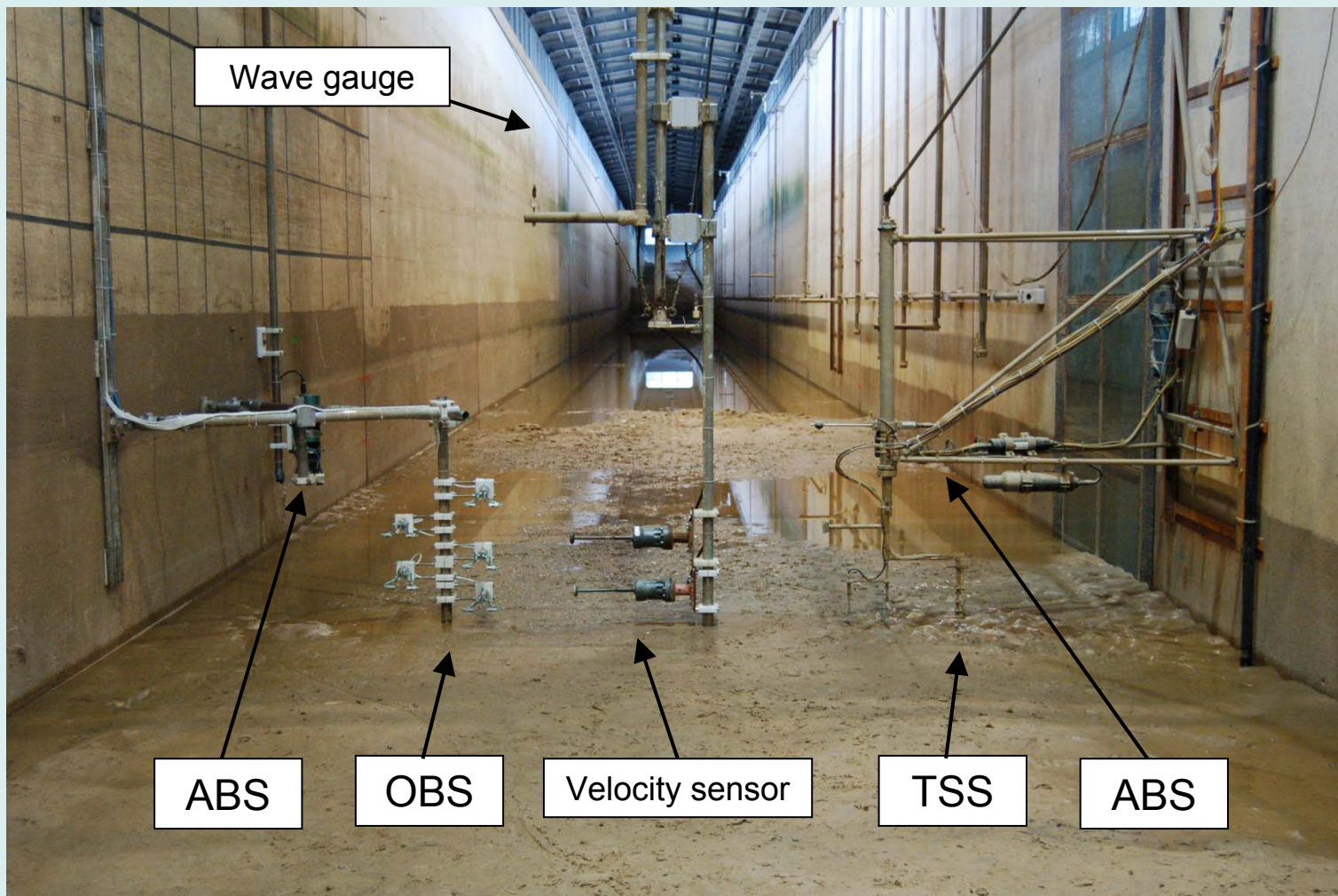
125 steps, resolution: 1 cm





4. Эксперименты

Изменчивость концентрации взвешенных наносов





4. Эксперименты

Изменчивость концентрации взвешенных наносов



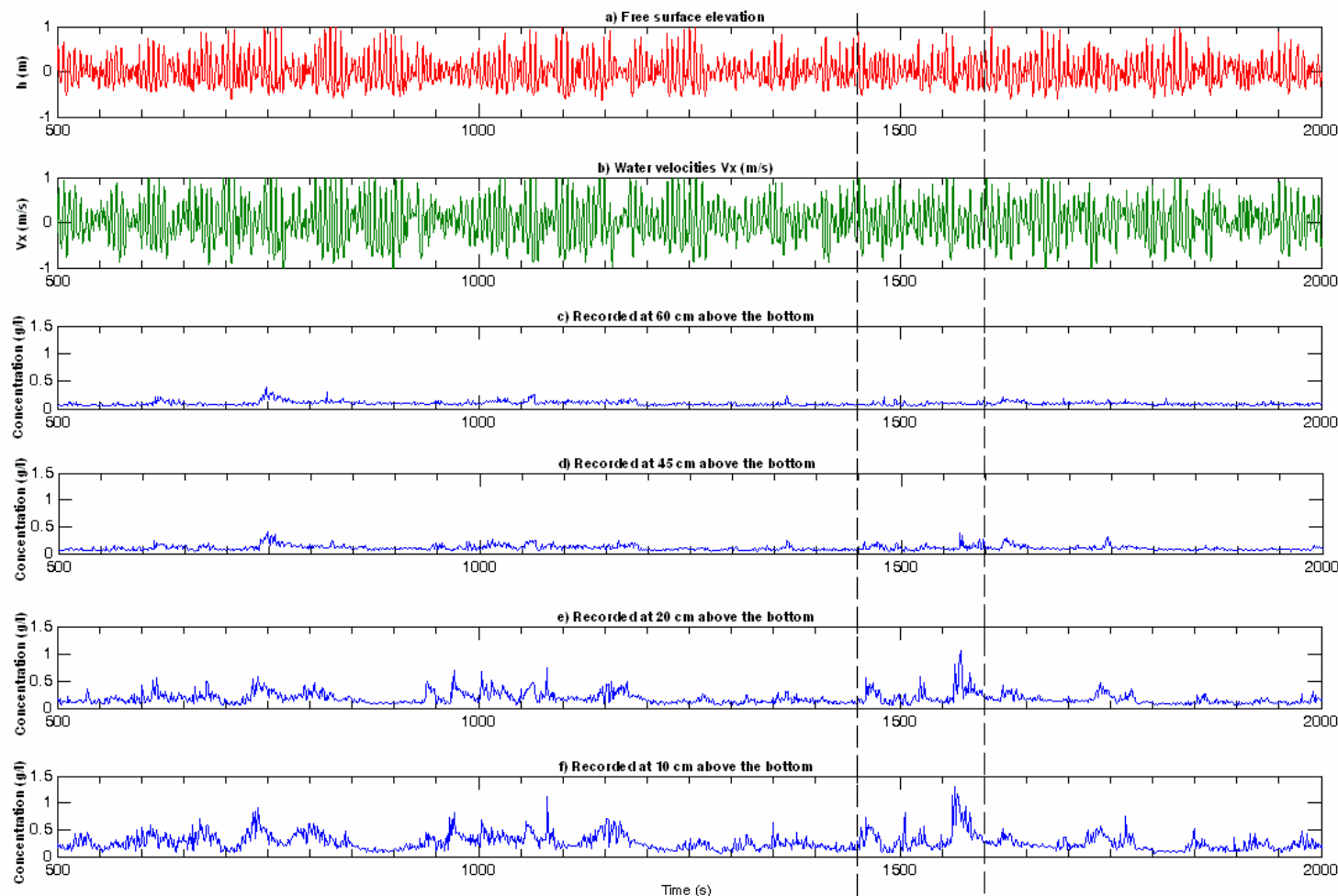


2. Изменчивость концентрации взвешенных наносов

Surface elevation

Horizontal velocity

Suspended sand concentration
(ABS profiler)

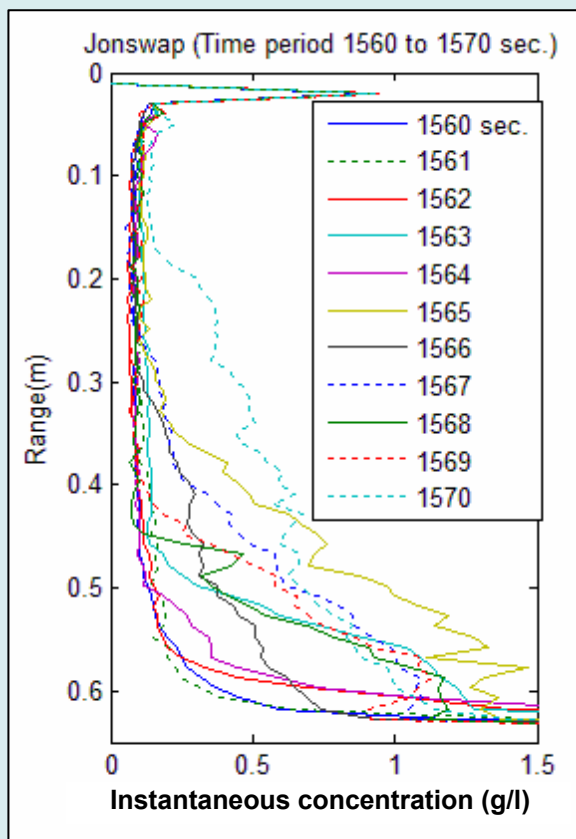


Irregular waves (Jonswap), $h=4.5$ m, $H_s=1.2$ m, $T_p=6.5$ s, number of waves: 400

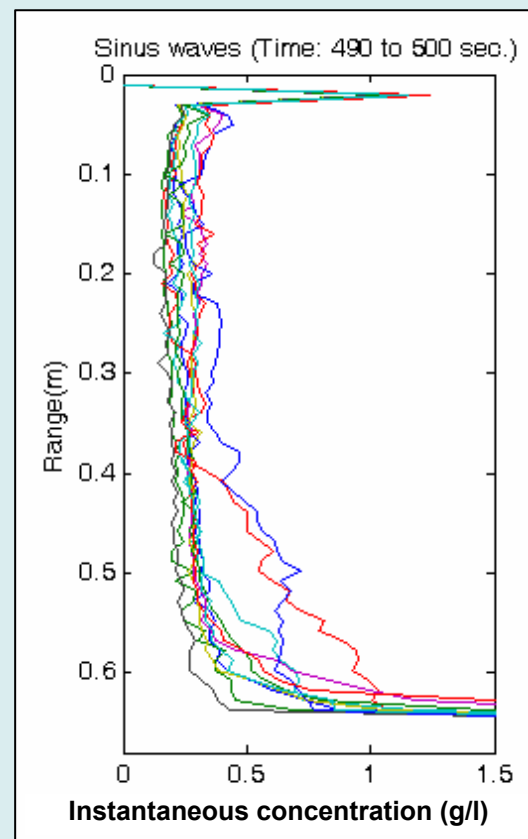


4. Эксперименты

Изменчивость концентрации взвешенных наносов



Irregular waves



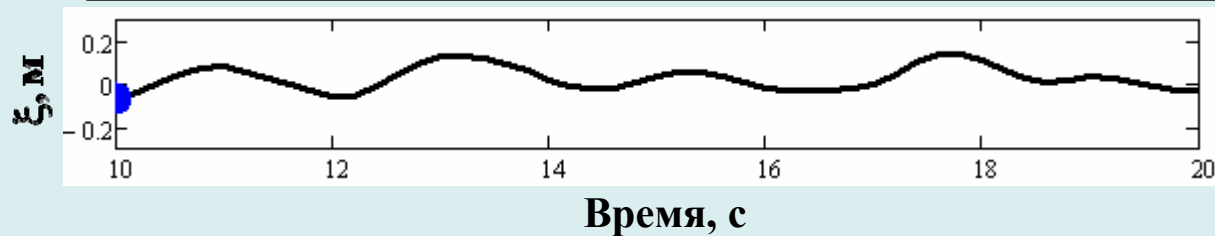
Regular waves

Vertical
profile of
suspended
sand
concentration
(SSC)

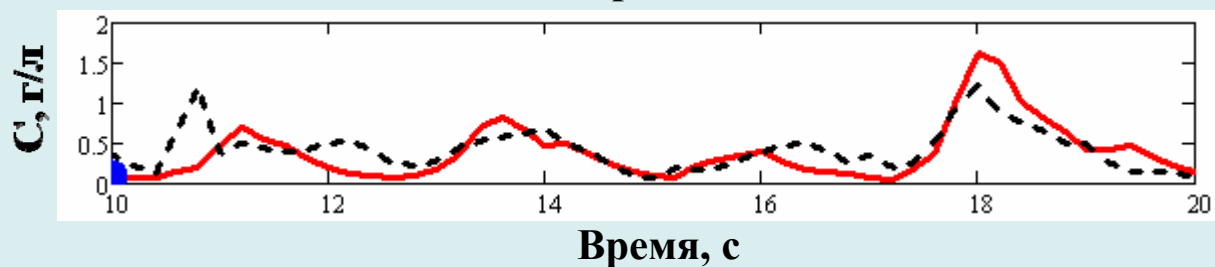
Measured by
ABS profiler



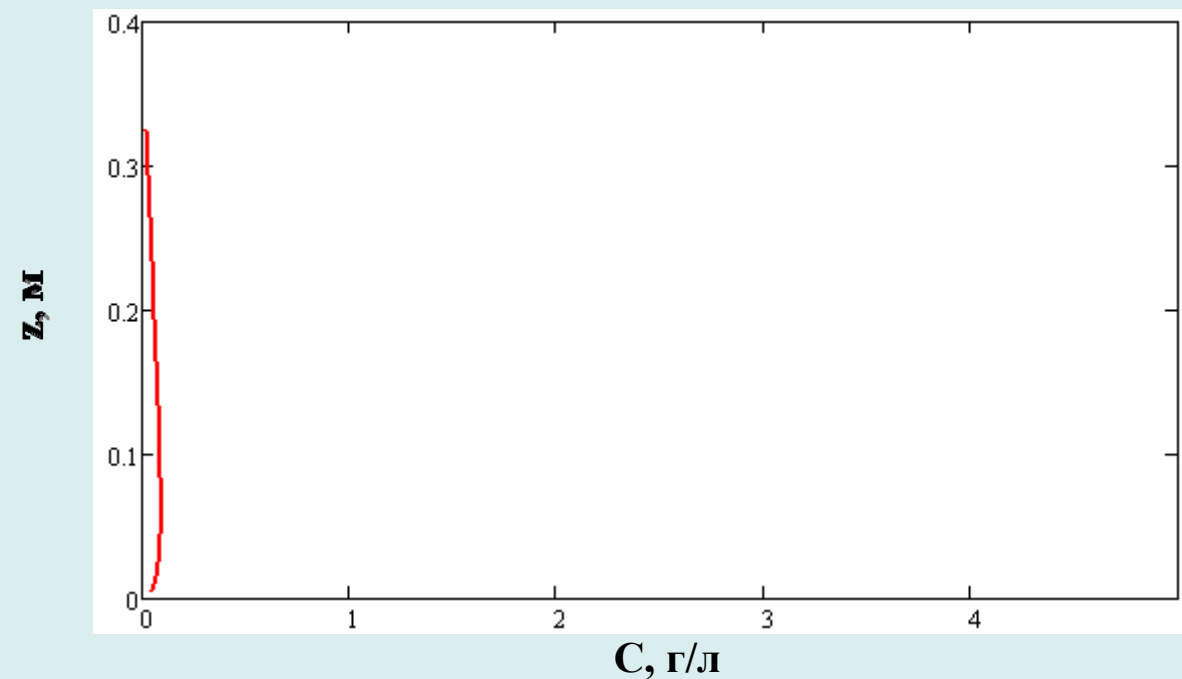
Изменчивость концентрации взвешенных наносов



**Возвышение свободной
поверхности**



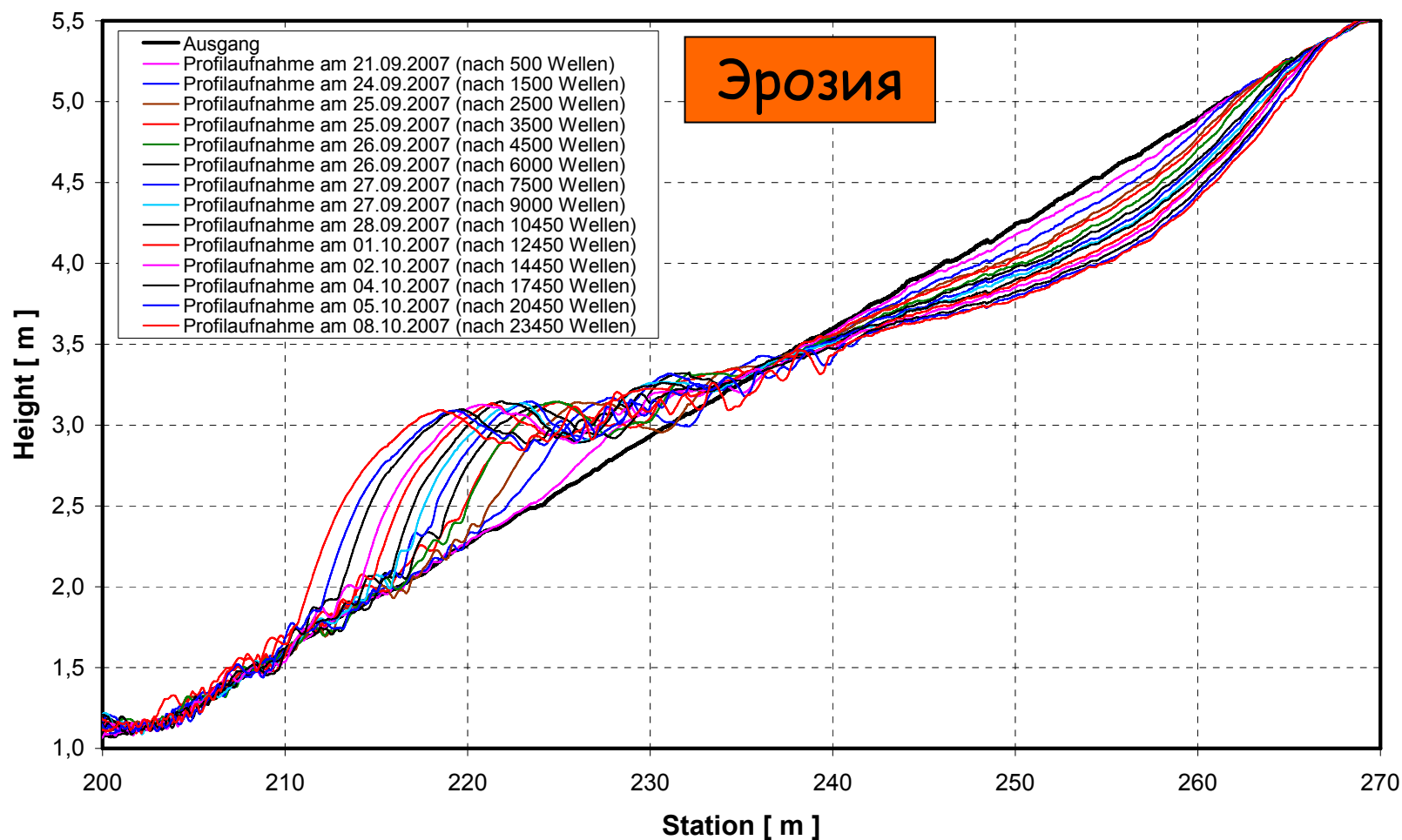
**Концентрация
взвешенных частиц**
--- эксперимент
— модель



**Мгновенный вертикальный
профиль концентрации
взвешенных частиц**



Исследование эрозии или аккумуляции наносов на береговом склоне



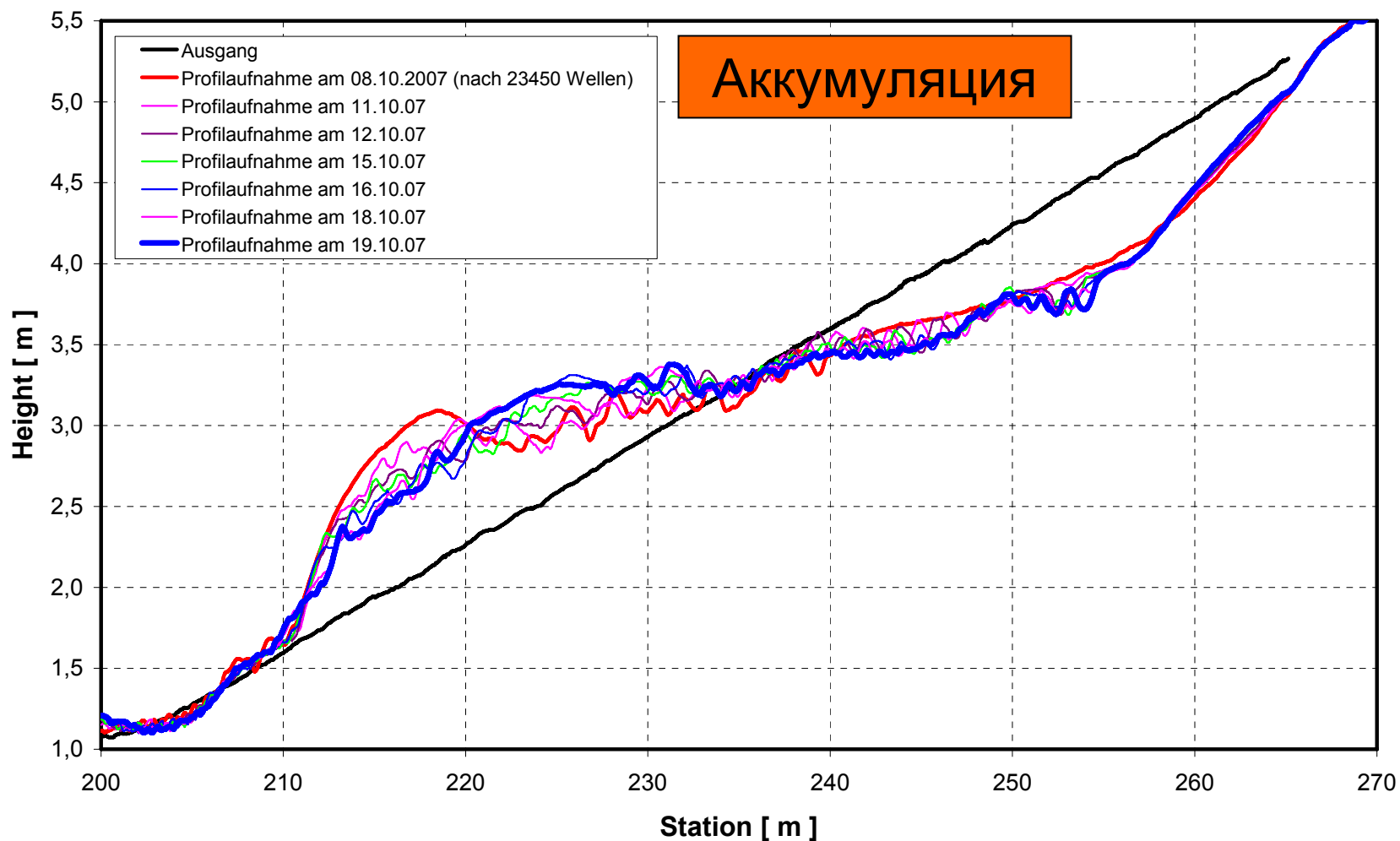


JRA 2 SANDS

Mobile Bed Workshop

4. Эксперименты

Исследование эрозии или аккумуляции наносов на береговом склоне





Благодарю вас за внимание!