

# Tema 22

Muddy bottoms

## Tema 21 - Muddy bottoms

- Profundidad del canal en áreas barrosas
  - Copiar texto manuscrito
- Nautical bottom approach
  - Vamos a reemplazar “fondo” por “fondo náutico” y “profundidad” por “profundidad náutica”
  - En la zona entre la interfase agua/barro y el fondo duro las propiedades físicas del barro (densidad, propiedades reológicas) cambian gradualmente a medida que se incrementa la profundidad.
  - Vamos a definir fondo náutico como el nivel donde las características físicas del fondo alcanzan un valor limite critico por encima del cual el contacto con la quilla del buque puede causar daño o efectos inaceptables sobre la controlabilidad y maniobrabilidad. La profundidad náutica es la distancia entre el pelo de agua y el fondo náutico.
  - Es necesario definir:
    - Un criterio práctico, o sea, la elección de las características físicas del barro que se van a utilizar en el enfoque de fondo náutico y su valor crítico
    - Un método de relevamiento practico que permita la determinación continua del nivel establecido

## 21 - 2

- Un valor mínimo de la UKC con referencia al fondo náutico, que asegure un mínimo riesgo de contacto con el fondo y un aceptable comportamiento del buque
- Conocimiento acerca del comportamiento del buque en esta situación; si fuera necesario, medidas para compensar efectos adversos sobre la controlabilidad y maniobrabilidad.
- Características del lodo/barro
  - El fondo náutico puede ser interpretado como el nivel donde el barro líquido navegable termina y fondo no navegable comienza. El parámetro físico a elegir como base de un método práctico para su determinación debe estar relacionado con las propiedades reológicas del lodo, caracterizando su resistencia al flujo, deformación y cambios estructurales.
  - Un fluido newtoniano (agua) está completamente caracterizado reológicamente por su viscosidad cinemática  $\eta$  que es la relación entre la tensión de corte y shear rate Fig 6.11.a. La reología del lodo es mucho más compleja y a los efectos prácticos se asemeja a un fluido de Bingham Fig 6.11.b determinado reológicamente por
    - Su viscosidad cinemática (diferencial)
    - Su rigidez inicial  $T_y$ , que es la tensión de corte que tiene que vencerse para iniciar el flujo del material
  - Es claro que una definición práctica de fondo náutico tiene que basarse en consideraciones sobre la tensión de corte, ya que este es el parámetro que nos indica si el lodo debe considerarse como un fluido o un sólido
  - Otra propiedad física importante, que es más fácil de definir y de medir, es la densidad del lodo, relacionada con la cantidad de material sólido y agua en el lodo

## 21 - 3

- Se puede hacer una distinción entre lodo fluido y lodo plástico (Appendix Fig D2)
  - Lodo fluido: a baja densidad, el lodo es una suspensión (loose) semejante al agua, con una viscosidad y rigidez (yield stress) que no son (o ligeramente) dependientes de la densidad
  - Lodo plástico: el lodo con una densidad mayor es un depósito de sedimentos con propiedades reológicas que se pueden determinar bien las que son fuertemente dependientes de la densidad
  - Este cambio en comportamiento estructural se denomina transición reológica
  - La densidad aumenta gradualmente con la profundidad
- Utilización de ecosondas
  - La utilización de ecosondas con diferentes frecuencias da una indicación cuantitativa muy útil acerca de la presencia o no de una capa de lodo fluido. Altas frecuencias (100-210 KHz) indican la interfase agua-lodo, mientras que bajas frecuencias (15-33 KHz) indican la interfase penetran en la capa de lodo (App D Fig D4) y son reflejadas por el fondo bien consolidado o duro
  - En algunos lugares se ha determinado una relación razonable entre los resultados del relevamiento de baja frecuencia y las características del lodo. En el estuario del Loire el eco de 33KHz corresponde con el nivel de densidad de 1150 kg/m<sup>3</sup>

## 21 - 4

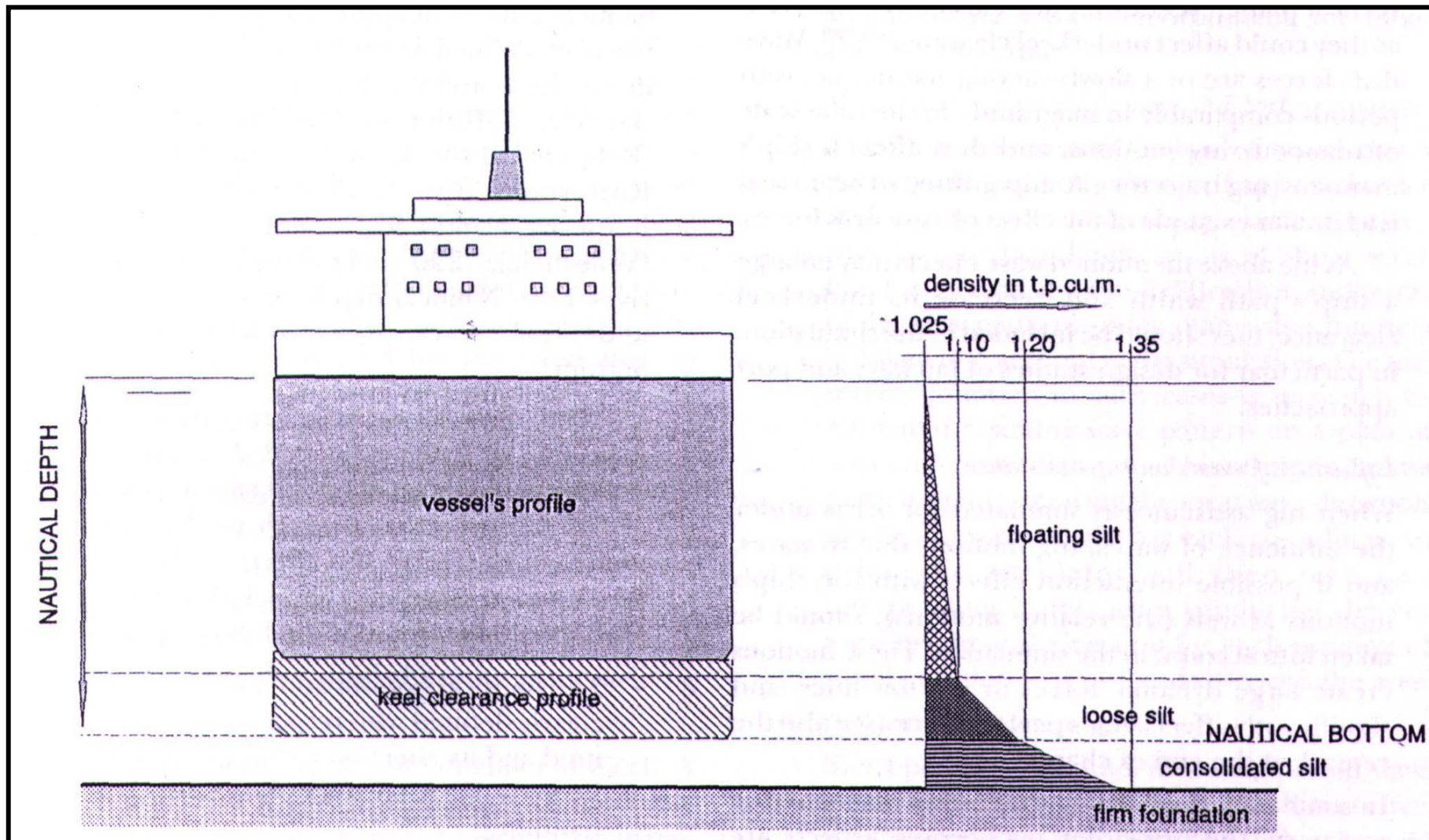
- En Amberes se utiliza para definir el fondo nautico
- Sin embargo la aplicaciòn de este criterio no puede ser generalizado y debe ser revisado para cada lugar. Es posible que se produzcan variaciones estacionales e incluso con el ciclo de mareas.
- La reflexion de las ondas de baja frecuencia depende de muchos factores: burbujas de gas, horizontes lenticulares de arena o arcilla, gradientes de densidad,etc
- Por otra parte, las ondas de baja frecuencia se reflejan con multiples ecos, sobre todo en bajas profundidades, no dando siempre una seña l inequívoca de donde se encuentra el fondo
- Criterios relacionados con las propiedades reologicas
  - Las fuerzas que el lodo aplica sobre el buque dependen de sus propiedades reologicas. Por ello la definiciòn de fondo nautico deberia basarse en ellas
  - No es aplicable debido a las dificultades practicas de mediciòn
- Criterios basados en un nivel de densidad del lodo
  - Dado que en la actualidad se dispone de diversos metodos de medicion de densidad continuos, la mayoría de los procedimientos para la determinacion del fondo nautico se basan en un valor de densidad aceptable del lodo. – Ver Tabla 6.1

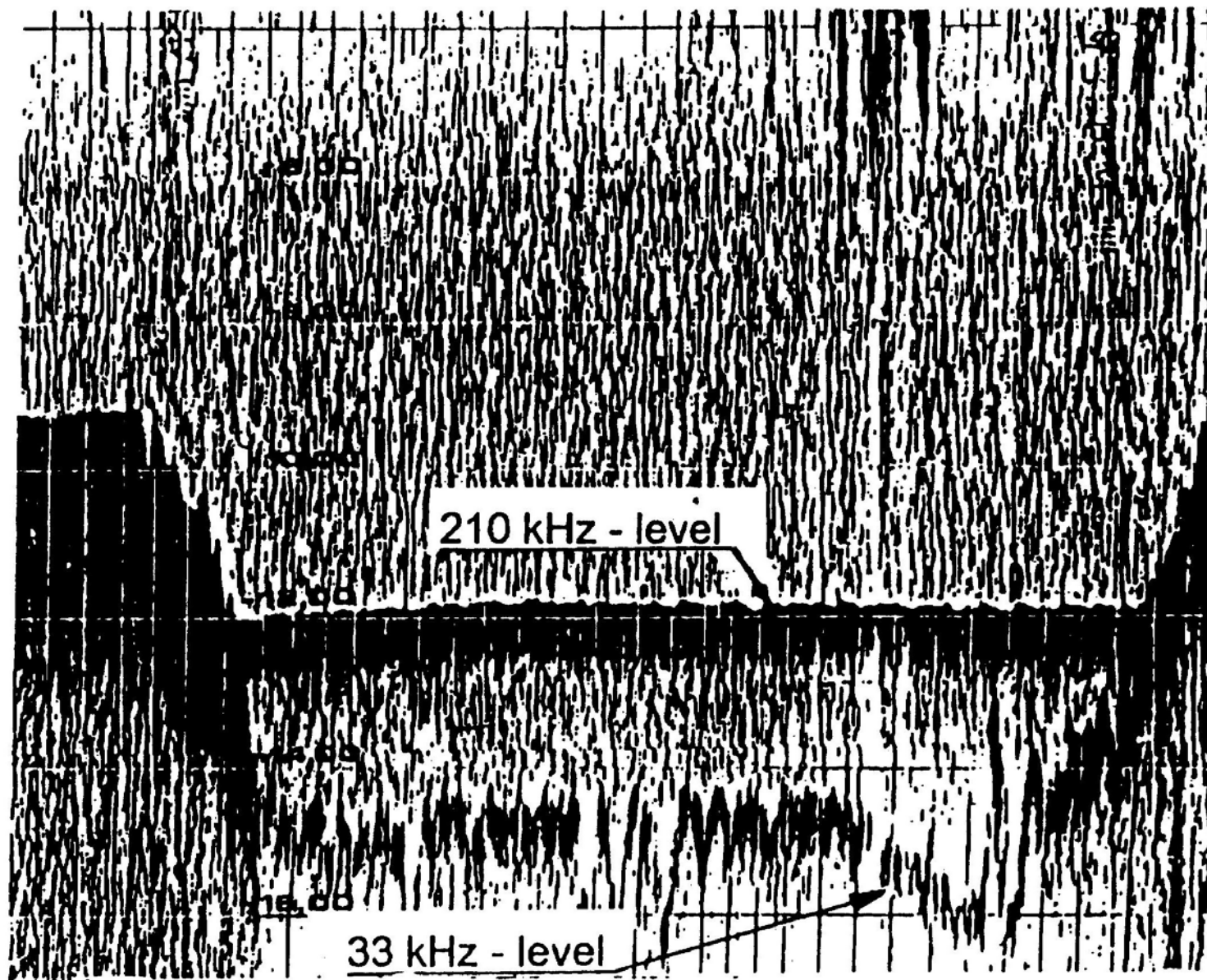
## 21 - 5

- Comportamiento del buque en fondos con lodo
- Ondulaciones de la interfase (Ondas internas)
  - El efecto de las capas de lodo en el comportamiento del buque depende principalmente de la deformación de la interfase agua-lodo causada por el campo de presiones alrededor del casco en movimiento. Estos movimientos verticales de la interfase o ondulaciones internas ( o en forma menos correcta “ondas internas”) producen los siguientes efectos en la velocidad del buque:
    - A muy bajas velocidades la interfase permanece practicamente no perturbada (primer rango de velocidades)
    - A velocidades intermedias, se observa un hundimiento de la interfase bajo la entrada del buque, que en una determinada sección cambia en una elevación. Este resalto hidraulico iinterno se mueve hacia la popa a medida que aumenta la velocidad (segundo rango de velocidades)
    - A velocidades mayores el resalto en la interfase se produce atrás de la popa (tercer rango de velocidades)

## Simulación en simulador de M M

- **Revision of the nautical bottom concept in the harbour of Zeebrugge through ship model testing and manoeuvring simulation**
- **Guillaume Delefortrie, Marc Vantorre**
  - Division of Maritime Technology, Ghent University (Belgium)
- **Katrien Eloit, Erik Laforce**
  - Flanders Hydraulics Research, Antwerp (Belgium)





*Figure D4 - High and low frequency echo-soundings  
on muddy bottoms [D.18]*

## EJEMPLOS

Puerto	Criterio – Densidad (kg/m <sup>3</sup> )
Bordeaux - Francia	1200
Cayenne (Guyana Francesa)	1270
Emdem – Alemania	1200
Maracibo - Venezuela	1220-1240
Nantes – St. Nazaire – France	1200
Rotterdam - Holanda	1200
Zeebrugge - Bèlgica	1150

# Mud density

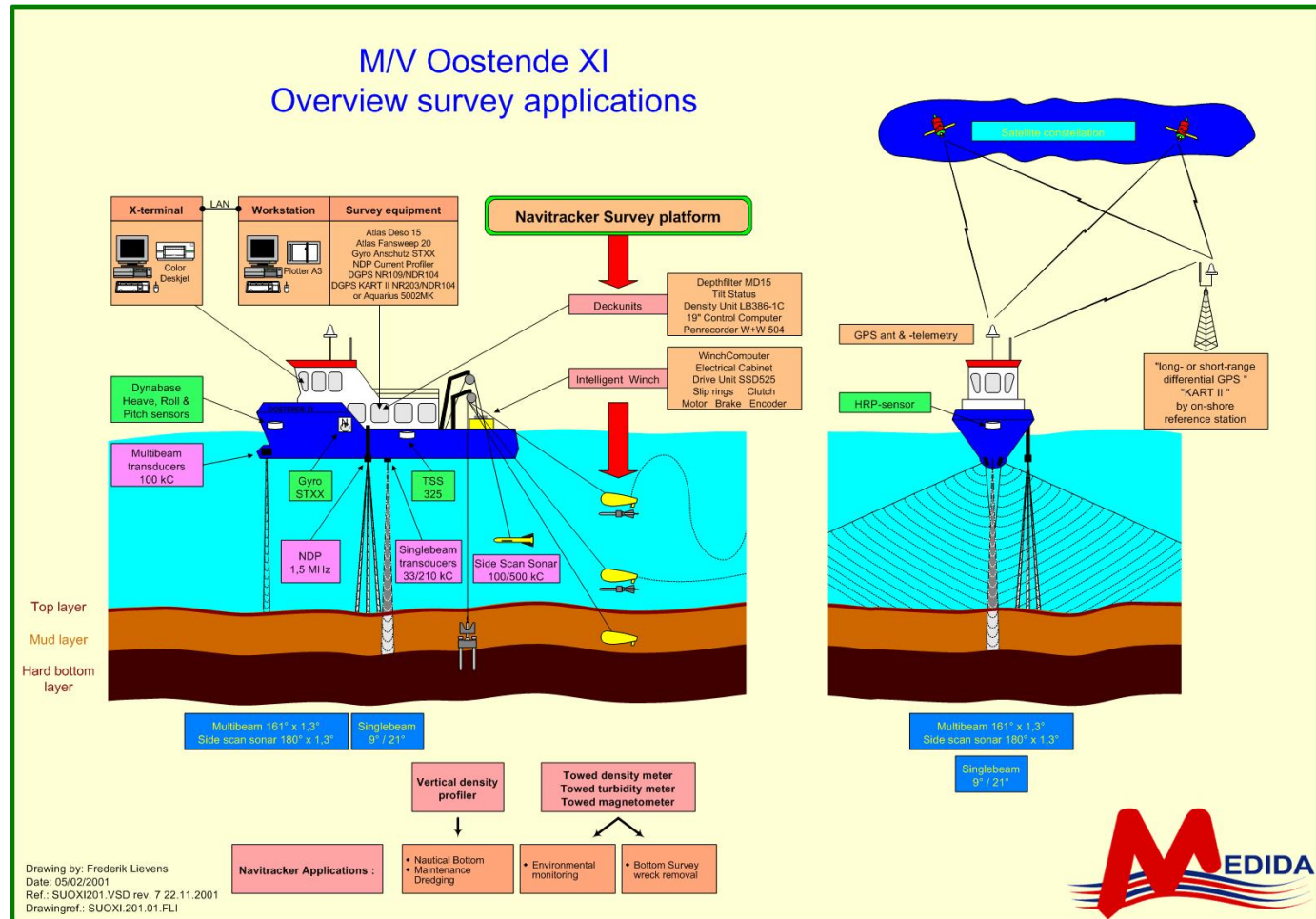
- [www.muddensity.com](http://www.muddensity.com)
- **Accurate depth profiling is an essential part of any hydrographic survey.**
- **A shipping channel may be deeper than it looks if there is a layer of silt or fluid mud above the seabed. The only way to determine the true navigable depth of the channel is to measure the density of the mud.**

# SUMARE

## Dredged material application

### Measurement of the seabottom

- ❖ Plumb
- ❖ Echosounding
- ❖ Density



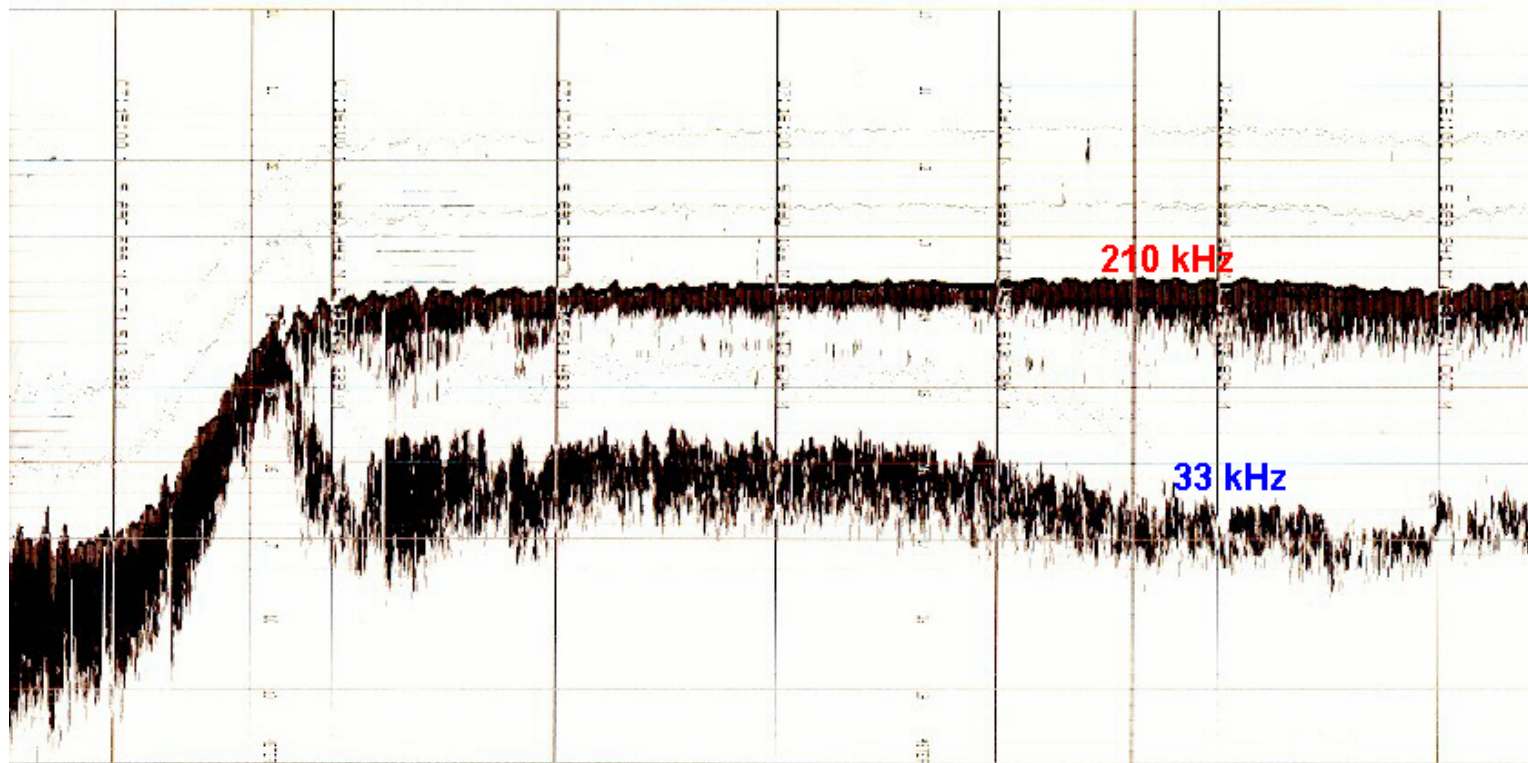
# SUMARE

## Dredged material application

### Measurement of the seabottom

#### ❖ Echosounding

##### Singlebeam

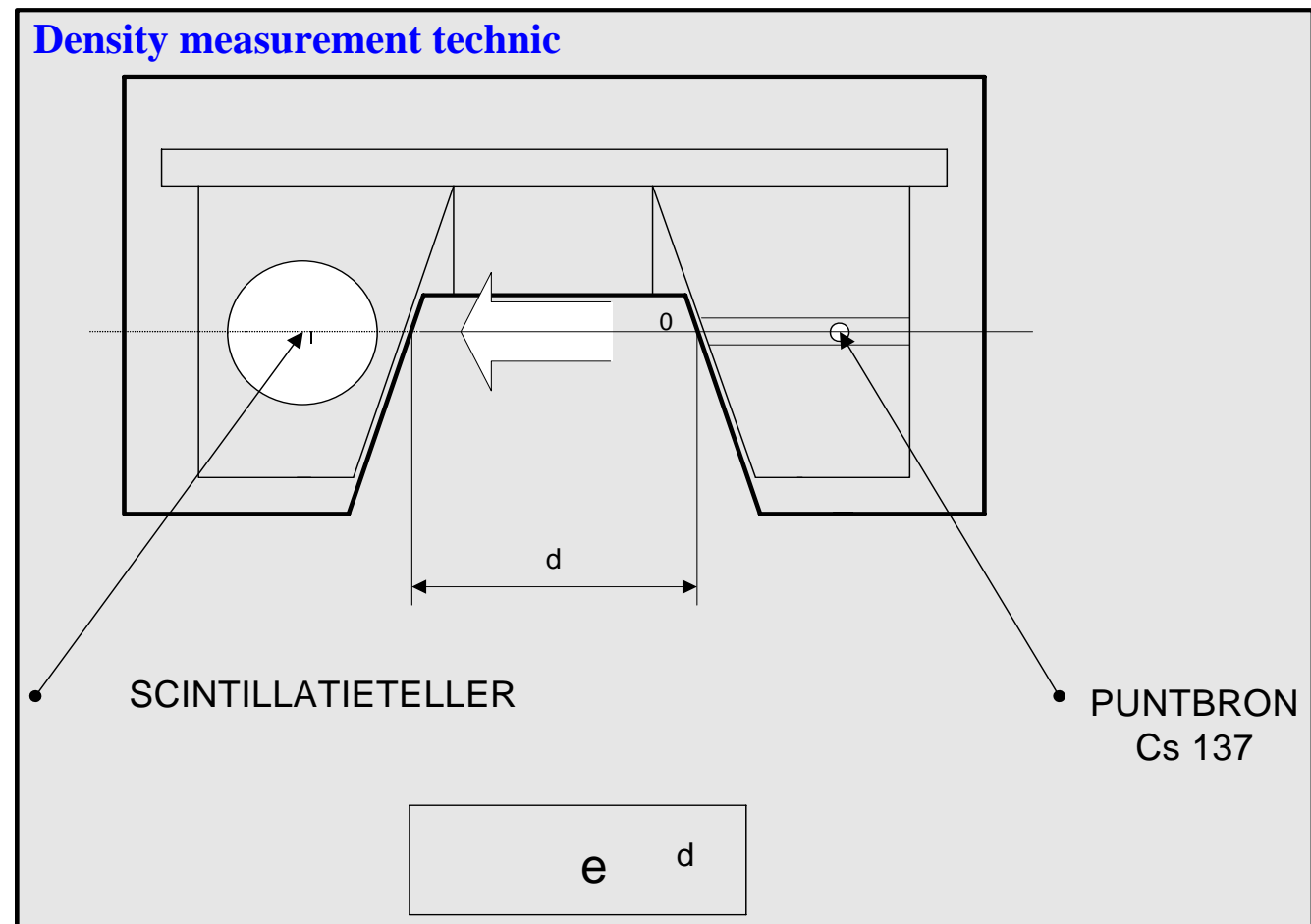


# SUMARE

## Dredged material application

### Measurement of the seabottom

#### ❖ Density



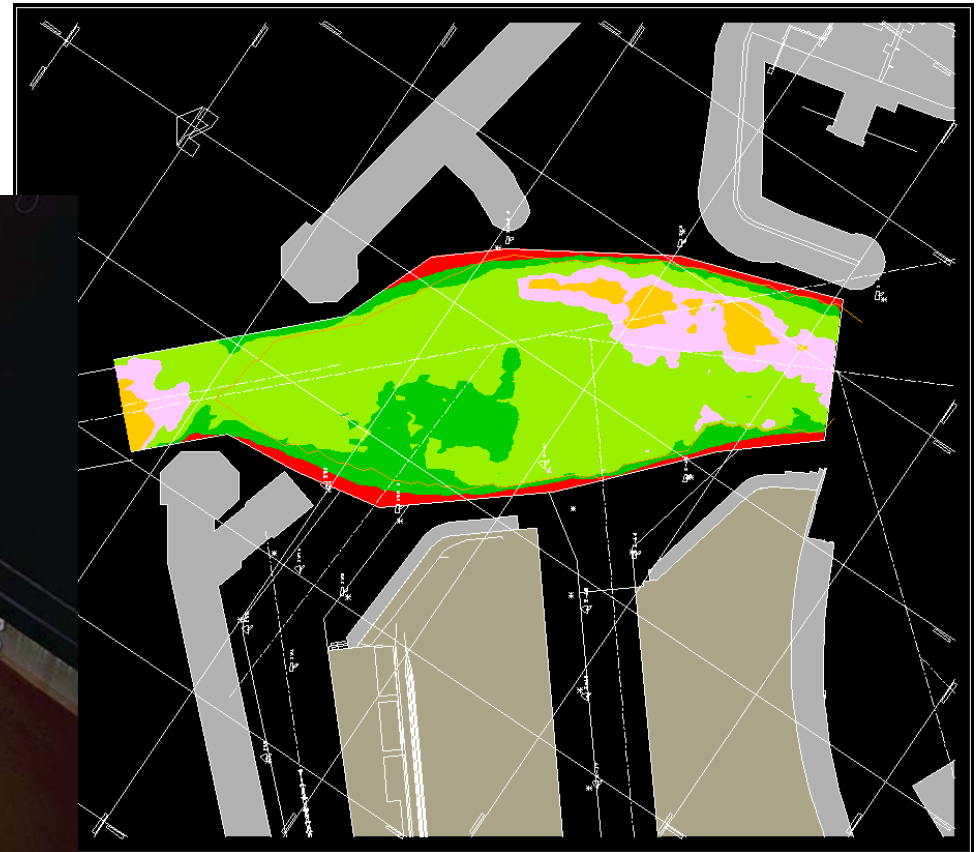
# SUMARE

## Dredged material application

### Measurement of the seabottom

#### ❖ Density

Navitracker

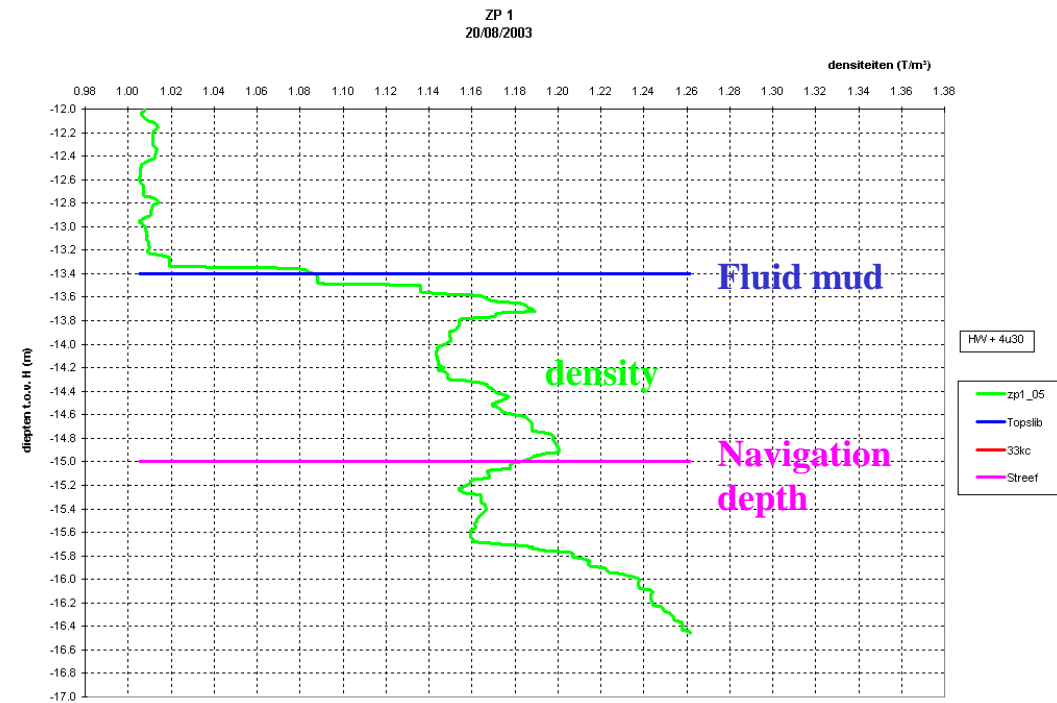


# SUMARE

## Dredged material application

### Measurement of the seabottom

#### ❖ Density



## 1. Introduction

Can ROV/AUV give the solution for dredging strategy?

Objective: safe navigation needs enough waterdepth

Waterdepth: - sealevel (tides)

- bottom

How to measure the bottom?

- Characteristics of the bottom:

+ point of view navigation: hard bottom  $\langle \otimes \rangle$  resistance

method: plumb

inconvenients: - points

- take time

+ Analog characteristics: reflection → echosounding

## 2. Ships needs greater waterdepths

- Dredging works starts their “perpetual motion” live
- Struggle between man and nature: sedimentation increases

Nature: sedimentation needs time

Men: “time is money”

- Mud Layers appears
  - thickness: 1 feet  $\times$  3 m (after 4 years)
  - more dredging  $\rightarrow$  more mud
- Fluid mud layer
  - echosounding 210 kHz top of the Layer  
33 kHz near the hard bottom
- New definition “Nautical depth”: 33 kHz

### 3. Fluid mud layer and navigation

- The low planning 33 kHz too much depending of the operator.
- Density
  - Density measurement method (nuclear source)
  - Navitracker (semi- ROV)
- New definition “Nautical depth”: 1,15 (or 1,20)
- After 5 years of dredging: layer thickness 3 m.

## 4. New Challenges

- Next characteristic of the fluid mud layer

after: - penetration resistance

- reflection

- density

- “Nautical depth” :

definition must assure safe navigation → ship under control

- How to measure the changing of the reology of the fluid mud?

(shear-stress?)

## 5. Conclusion

The dream:

a low cost autonomous system performing all necessary measurement to follow up

- Dredging and sedimentation activities



Dredging strategy



Lower cost

The solution:

ROV/AUV which has/is:

- easy to use system
- accurate underwater positioning system
- enough power to penetrate into fluid mud
- Low-cost (risk to lose the system)
- Shock resistant (unknown obstacles)
- Quick data collection system
- Large data storage capacity
- High speed movement for large area covering
- Low maintenance costs

P.S.: Dredging costs Zeebrugge: 5.000.000 €

Survey costs Zeebrugge: 150.000 €

So what means 'low costs'?