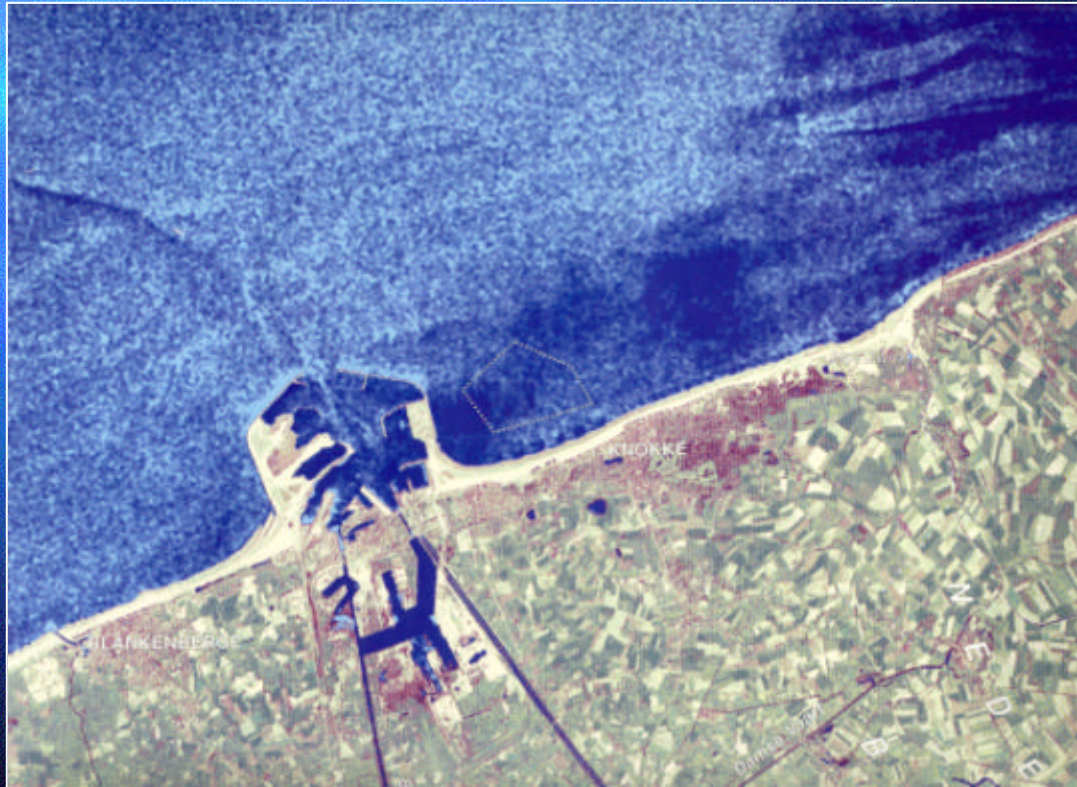




# EVALUATIE VAN DE PAARDENMARKT SITE







## KORT CHRONOLOGISCH OVERZICHT

1919-1920 : storten van WO1 munitie op  
ondiepe zandplaat "Paardenmarkt"

1971 : munitie "herontdekt" bij baggerwerken

1972 : duikoperaties Zeemacht i.o.v. MOW  
→ eerste verbodzone (~1,5 km<sup>2</sup>)

1976-1980 : expansie haven Zeebrugge

1987 : oprichting TVBW - drie fasen studie

1989 : eerste fase - verkennend onderzoek  
→ magnetometrie & seismiek  
→ tweede verbodzone (~3 km<sup>2</sup>)

1989 : regionalisatie MOW  
→ verantwoordelijkheid onduidelijk

1989-1990 : pers + parlementaire vragen

1990 : werkgroep MOW-MD-ML

1991 : eindrapport overgemaakt aan Oslo  
Commissie

1993 : Chemical Weapons Convention  
→ Paardenmarkt = "old toxic waste"

1993-1995 : parlementaire vragen B, NL, D

1995-1997 : onderzoek i.o.v. ML  
→ magnetometrie, seismiek, side-scan  
→ complexe structuur  
→ 70 stalen - 1 positief

1999 : evaluatiestudie i.o.v. DWTC



## DE DUMPINGSOPERATIE

Veel oorlogsmateriaal blijft achter na WO1

- ontmantelen is te gevaarlijk
- Belgische regering beslist om in zee te dumpen

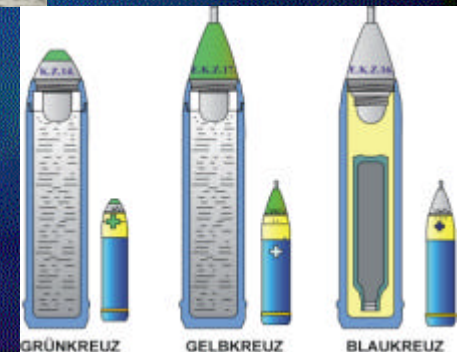
Van november 1919 tot mei 1920

- 1 scheepslading per dag
- klepbakschepen (± 300 t)
- totale hoeveelheid ~35.000 t
- grotendeels Duitse munitie (77 mm kaliber)

Ongeveer 1/3 is chemische munitie

- chloorpicine, fosgeen, Clark, Yperiet
- verhouding onbekend

Mogelijkheid van een tweede dumpingsoperatie uitgevoerd door de Britten (16.000 t?)





## LOKALISATIE VAN HET STORTGEBIED

Baggerwerken bij Zeebrugge in 1971

- "obstakels" op de zeebodem
- onderzoek door duikers in 1972

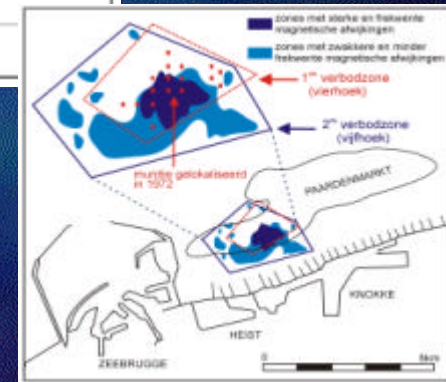
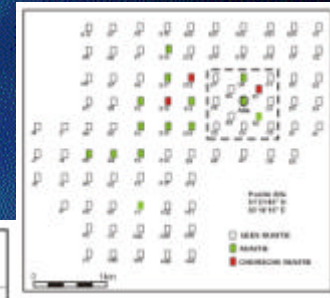
Meer dan 100 lokaties onderzocht

- munitie op 21 plaatsen
- chemische munitie op 3 plaatsen
- "opvallende goede staat"

Eerste afbakening : vierhoek (~1,5 km<sup>2</sup>)

Magnetometrische metingen 1988-1989

- grote dispersie van stortmateriaal
- gedeeltelijke overlap met vierhoek
- uitbreiding tot vijfhoek (~3 km<sup>2</sup>)





## MORFOLOGIE EN SEDIMENTDYNAMIEK

Periode 1954-1976 : erosie en afzetting  
 → munitie op de zeebodem in 1972

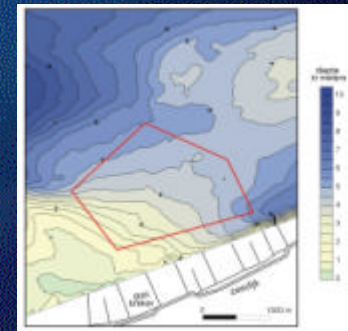
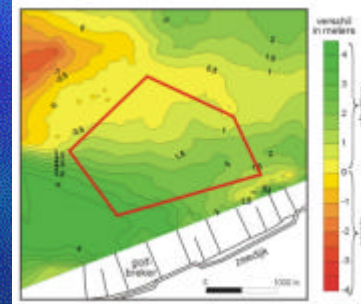
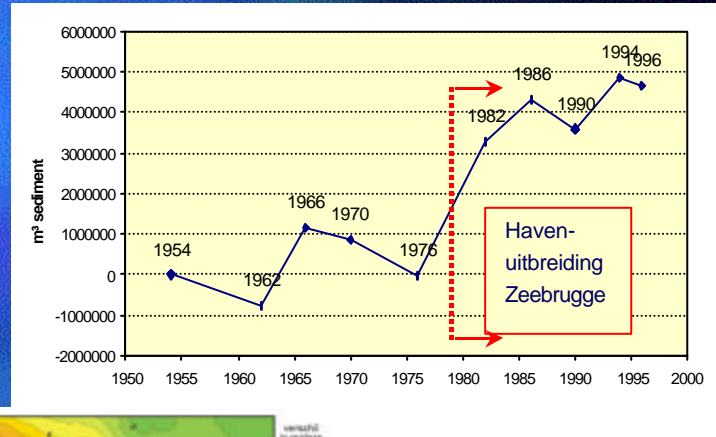
Havenuitbouw Zeebrugge in 1976

- verandering in hydrografisch regime
- sedimentafzetting
- 1954 -1996 vol.toename  $> 4.5 \times 10^6 \text{ m}^3$

Ophoging tot 4 m in ZW, afnemend naar N  
 Erosiezone ten NW van de stortplaats  
 → langzame verplaatsing naar ZO ?

Recente trend naar stagnatie  
 → verdere verificatie vereist

Huidige waterdiepte : 1.5 m (ZW) - 5.6 m (N)





## (ECO)TOXICOLOGISCHE ASPECTEN

### Chemische verbindingen

- 1/10<sup>e</sup> totaal gewicht : ~1200 ton
- + 1700 ton explosieven (TNT)
- + zware metalen (Cu, Zn, Pb)

### Clark I / Clark II

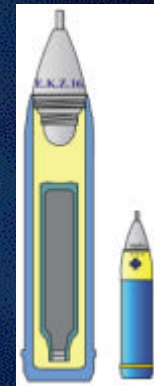
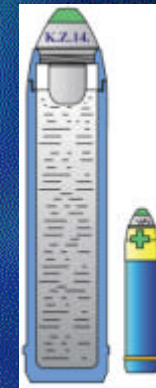
- trage hydrolyse, toxische afbraakprod.
- langdurig gevaar
- adsorptie aan sedimentdeeltjes

### Yperiet (mosterdgas)

- trage hydrolyse, langdurig actief
- visceuze massa
- grootste gevaar = direct contact

### TNT, DNT en zware metalen

- verdunning : lage concentratie
- piekconcentratie nabij munitie









## GEOCHEMISCH ONDERZOEK 1995-1997

Drie staalnamecampagnes '95-'96-'97

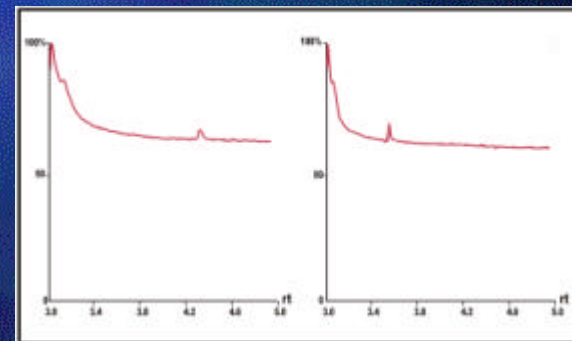
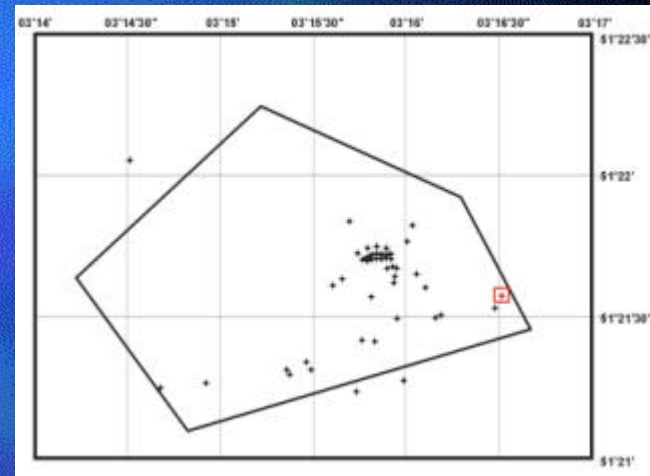
- op basis van magnetische studie
- totaal ~70 stalen
- sedimentstalen : 50 cm, 6 cm
- waterstalen : 1.5 m boven bodem
- referentiestalen buiten dumpsite

Algemene organische screening (GC-MS)

- geen indicatie van vervuiling

Specifieke screening for thiodiglycol (TDG)

- negatief, behalve voor 1 staal in extreme ZO-hoek
- extra staalnames nabij : negatief





## RISICOANALYSE VAN DE HUIDIGE SITUATIE

Munitie waarschijnlijk niet zwaar gecorrodeerd (methaangas ?)

- volledig doorroesten kan honderd tot duizend jaar duren
- langzame verspreiding van stoffen

Munitie bedolven onder paar meter sediment

- kans op aanspoelen uiterst gering

Geen gevaar voor spontane ontploffing  
(tenzij mechanische verstoring)

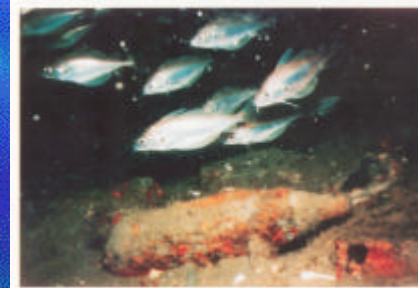
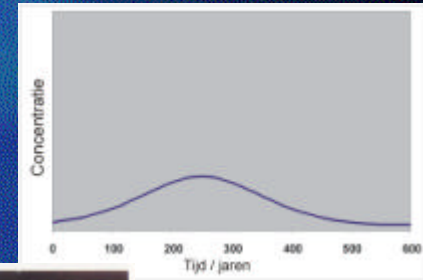
Bodemvervuiling door Clark relatief lokaal

Kans op direct contact met Yperiet is klein

Risico voor scheepsrampen - opwarming

Vervuiling grondwatertafel - stijging zeeniveau

Weinig gevaar v. consumpte besmette vis





## BERGING & MOGELIJKE BOUWTECHNISCHE OPTIES

### Berging van de munitie

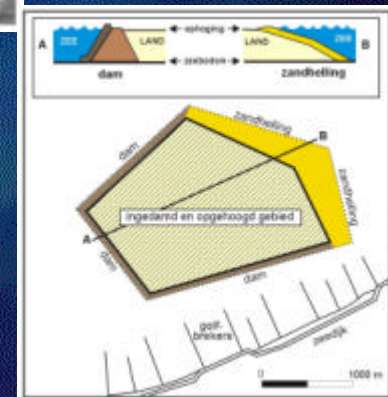
- technisch haalbaar
- riskant + kostbaar
- grote kans op vervuiling
- vereist grote ontmantelingscapaciteit
- tenzij acuut gevaar geen goede optie

### Indien aanwijzingen voor vrijkomen munitie

- afdekking van de munitie
- artificieel eiland : + 6.5 m ophoging
- hoefijzerstructuur (dam / zandhelling)

### Broedgebied vogels - rustplaats zeehonden

- ecologische specificaties







## MONITOREN

Op dit moment geen acuut gevaar

- beste optie = stortplaats met rust laten
- maar : MONITOREN is NOODZAKELIJK
- ondiep water : meetschip met beperkte diepgang

Sediment- en waterstalen : evolutie van het corrosie- en afbraakproces

- Yperiet, Clark, TNT, zware metalen (+ afbraakproducten)
- staalnames in en om de stortplaats (referentie)
- nabijheid van de kust : extra sensoren tussen stortplaats en strand ?

Monitoren van de zeebodem : erosie / accumulatie + detectie voorwerpen

- erosiezone in NW nauwgezet volgen
- bijkomende dieptemonitoring : interne structuur / evolutie

Biologische monitoring (infauna)

- referentiesite  $\Leftrightarrow$  HABITAT model
- bioaccumulatie in benthos : indicatie voor lekken





## TOEKOMSTPERSPECTIEVEN & AANBEVELINGEN

Correcte evaluatie op dit moment niet mogelijk door gebrek aan gegevens

Bovenhalen van een (representatief) aantal granaten is nodig

- informatie m.b.t. huidige staat van de munitie
- verdere modellering van corrosieproces

Regelmatig monitoren van de stortplaats is nodig

- staalnames zijn prioritair
- zeebodem en interne structuur

In-situ onderzoek - totale gedumpte massa ?

Verder fundamenteel onderzoek via buitenlandse samenwerking

Meer openheid naar het publiek toe

Oprichting van een "Paardenmarkt observatorium" ?





## MET DANK AAN

### Project Partners

- Magelas studiebureau
- G-Tec studiebureau
- Departement Mariene Biology - U.G.
- Departement Civiele Technieken - U.G.
- Instituut voor Natuurbehoud
- TNO - Prins Maurits Laboratorium (NL)
- CEREGE - Universiteit van Marseille (F)

En verder : Belgische Zeemacht, DOVO, BMM, AWK, NATO, ...