2003-1

Seminar
om
Vandbyggerens Hverdag

Bygning 101, Lokale 1, DTU, 2800 Lyngby

Onsdag d. 28 januar 2003

DANSK VANDBYGNINGSTEKNISK SELSKAB
DANISH SOCIETY OF HYDRAULIC ENGINEERING

v/ Helge Gravesen, Carl Bro as, Granskoven 8, 2600 Glostrup
Tlf. +45 4348 6328, Fax +45 4363 6567, email: hlg@carlbro.dk

Seminar : Vandbyggerens hverdag

DTU, Auditorium 81, Building 116

Nr	Fornavn	Efternavn	Company	Speaker	Spisning
1	Helge	Gravesen	Carl Bro	Ja	Ja
2	Erik	Daugaard	Carl Bro	Ja	Ja
3	Hans Christian	Lollike	Carl Bro	Ja	Ja
4	Stig	Balduin Andersen	Cowi	Ja	Ja
5	Lars	Gjørret	Cowi	Ja	Ja
6	Erik	Østergaard Madsen	DHI	Ja	Ja
7	Lotte	Kittelmann Bonde	Kystdirektoratet	Ja	Ja
8	Ole	Steen Christensen	MT Højgaard	Ja	Ja
9	Ulf	Anderskouv	Niras	Ja	Ja
10	Henrik	Rasmussen	Per Aarsleff	Ja	Ja
11	Henning	Lauridsen	Rambøll	Ja	Ja
12	Günther	Hansen	Rambøll	Ja	Ja
13	Claes	Juhl Hansen	Skanska	Ja	Ja
14	Ole	Berthelsen	Copenhagen Port		Ja
15	Dorte	Gadeberg	Cowi A/S		Ja
16	Thomas	Gierlevsen	DHI		Ja
17	Kjeld	Dahl Sørensen	Esbjerg Havn		Ja
18	Carsten	Michaelsen	Esbjerg Havn		Ja
19	Frits	Bosse	Esbjerg Havn		Ja
20	Erik	Brenniche	Esbjerg Havn		Ja
21	Torben	Poulsen	Esbjerg Havn		Ja
22	Lars	Bødker	Geo		Ja
23	Morten	Rasmussen	Geo		Ja
24	Poul	Larsen	Geo		Ja
25	Lars	Christensen	Grønbech & Sønner		Ja
26	Peter	Hasbo	Hasbo A/S		Ja
27	Per	Sørensen	Kystdirektoratet		Ja
28	Jørgen	Vesth-Hansen	Københavns Havn		Ja
29	Niels Erik	Ottesen Hansen	LIC engineering		Ja
30	Hanne	Grinsted	Moe & Brødsgaard		nej
31	Jørn	Jensen	Niras		Nej
32	Miguel	Pires	Niras		Ja
33	Christian	Paulsen	Niras		Ja
34	Søren V.	Kristensen	Per Aarsleff		Ja
35	Thomas	Gribsholt	Per Aarsleff		Ja
36	Ole	Møller	Per Aarsleff		Ja
37	Jørgen	Lisby	Per Aarsleff		Ja
38	Jesper D.	Christensen	Per Aarsleff		Ja
39	Thorbjørn K.	Jørgensen	Per Aarsleff		Ja
40	Jesper K.	Jacobsen	Per Aarsleff		Ja
41	Palle	Florup	Per Aarsleff		Ja
42	René	Mølgaard Jensen	Per Aarsleff		Ja
43	John	Madsen	Peter Madsen rederi		Ja
44	Jesper	B. Pedersen	Peter Madsen rederi		Ja
45	Jørgen	Vedsted	Scandlines		Ja
46	Bjarne	Kilde	Scandlines		Ja
47	Niels	Jeppesen	Skanska		Ja
48	Jørn	Asmussen	Skanska		Ja
49	Ole	Juul Jensen	Cowi		Ja
50	Jens	Kirkegaard	DHI		Ja
51	Peter	Frigaard	AU		Ja

DANSK VANDBYGNINGSTEKNISK SELSKAB
DANISH SOCIETY OF HYDRAULIC ENGINEERING

v/ Helge Gravesen, Carl Bro as, Granskoven 8, 2600 Glostrup
Tlf. +45 4348 6328, Fax +45 4363 6567, email: hlg@carlbro.dk

JK.

19.12.2003
HlG

Seminar om Vandbyggerens Hverdag
med efterfølgende generalforsamling

Foreløbigt program

Tidspunkt: Onsdag d. 28 januar 2003, kl. 12.30 – 20.00

Mødested: Seminar: Bygning 101, Lokale 1, DTU, 2800 Lyngby

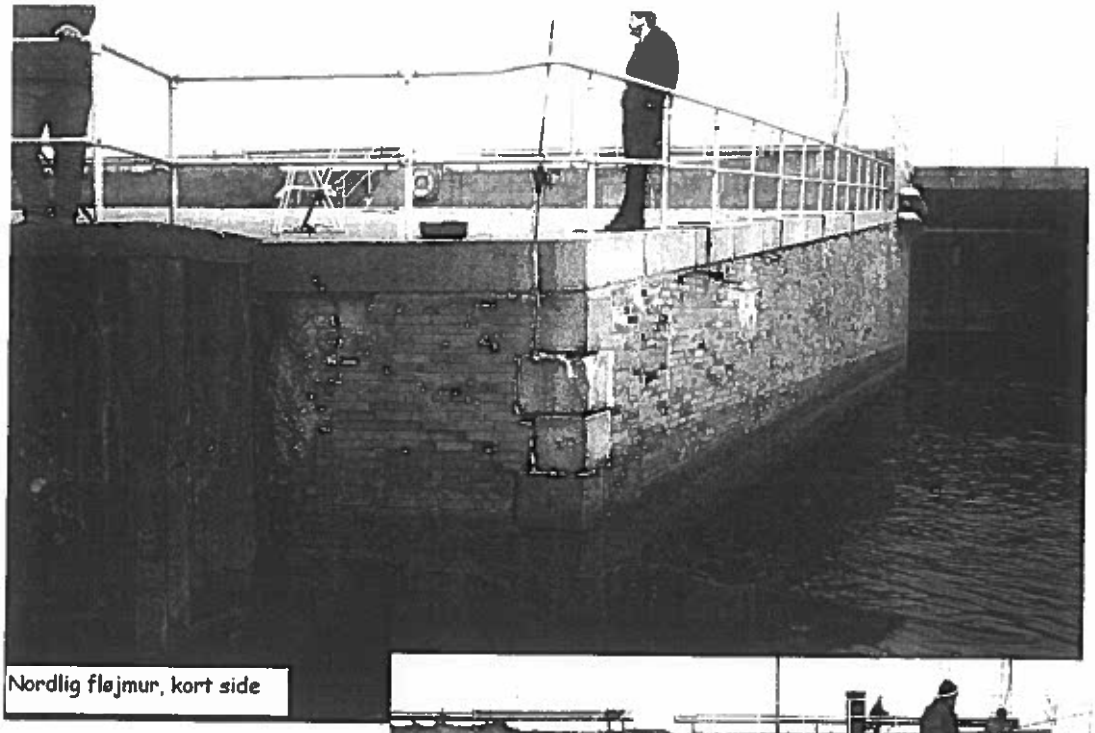
12.30 – 12.40	Velkomst ved formand for DVS Helge Gravesen
12.40 – 13.10	Vedligeholdelse af havne- og sluseværker, Lotte Kittelmann Bonde (Kystdirektoratet)
13.10 – 13.40	Entreprenørens erfaringer fra Prøvestenen, Claus Juel Hansen (Skanska)
13.40 – 14.10	Jetty 2 Fredericia, Erik Daugaard (Carl Bro)
14.10 – 14.30	Kaffepause
14.30 – 14.50	Nye dækmole i Hirtshals, Hans Jørgen Kallehauge (Per Aarsleff)
14.50 – 15.20	Modellering af tilsandingsproblemer ved Torsminde, Erik Østergaard Madsen (DHI)
15.20 – 15.50	Amager Strandpark, Ulf Anderscou (Niras)
15.50 – 16.20	Thyborøn havn, Henning Lauridsen og Günther Hansen (Rambøll)
16.20 - 16.40	Pause
16.40 – 17.00	Tuborg Syd, Stig Balduin Andersen (Cowi)
17.00 – 17.20	Ny færgeterminal i mellembassinert, Thomas Mollerup / Anders Hansen (MTHøjgaard)
17.20 – 17.40	Havneudbygningen i Middelfart, Hans Christian Lollike (Carl Bro)
17.40 – 18.00	LNG terminaler i Mellemøsten, Lars Gjørret (Cowi)
18.15 – 19.15	Middag i Glassalen. Bygning 101
19.15 – 20.00	Generalforsamling i DVS

Med venlig hilsen

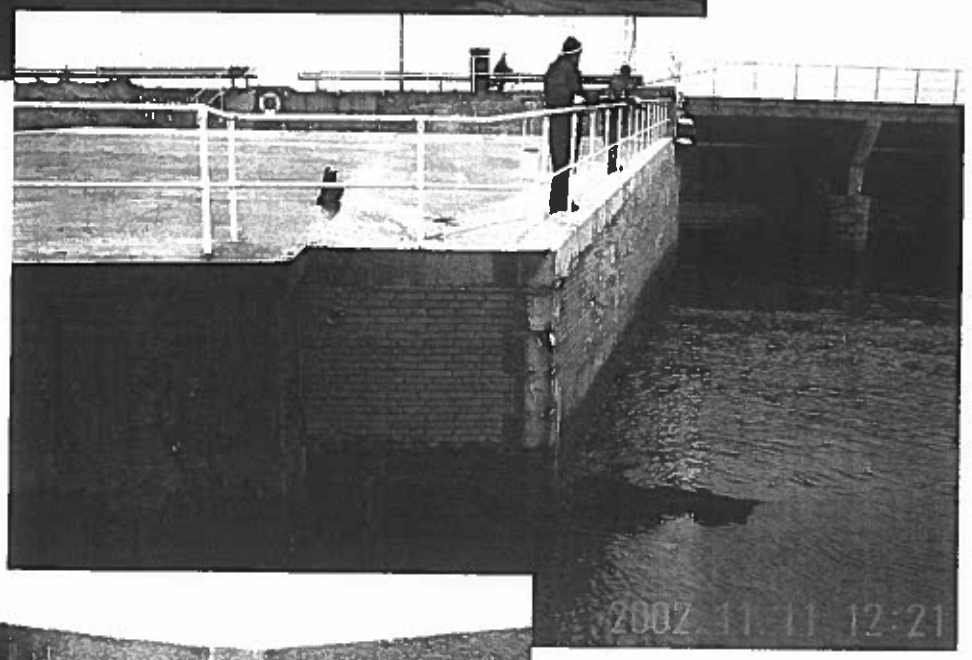
Helge Gravesen
formand for DVS

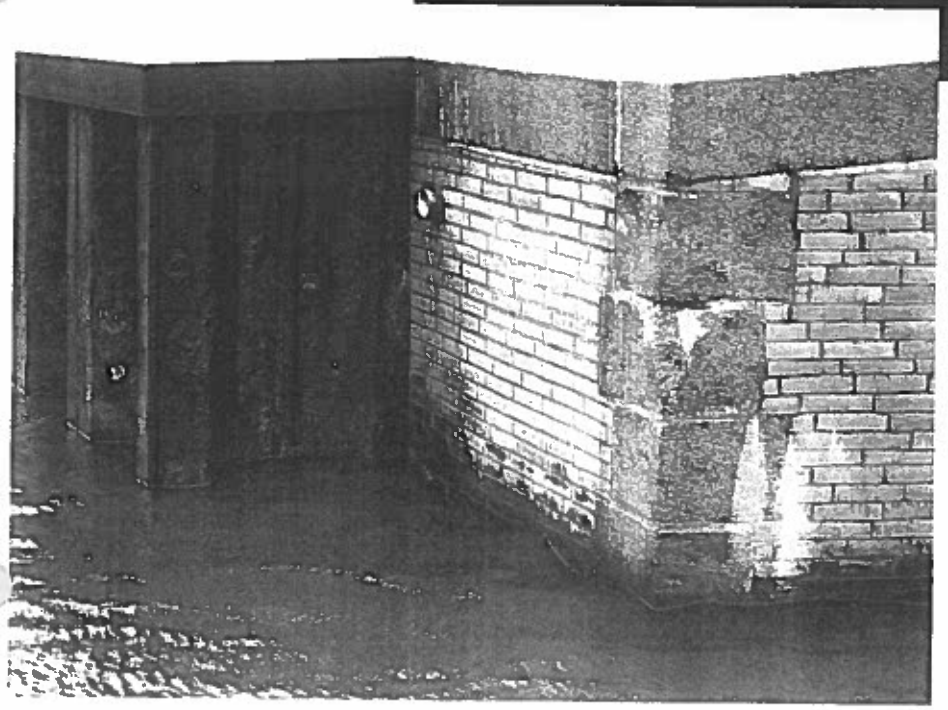
Et ringbind indeholdende kopi af overheads, resumeer eller relevante artikler vil blive udleveret til deltagerne.

Renovering af afvandingsslusen i Hvide Sande 2002.

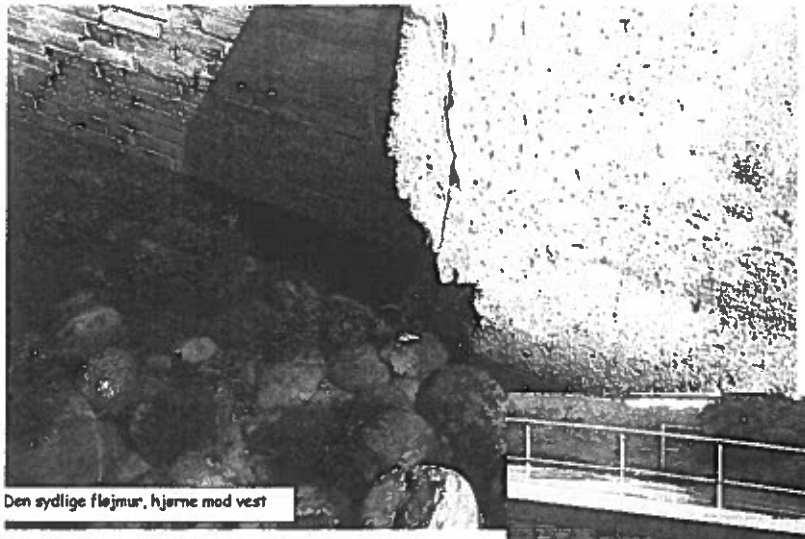


Nordlig fløjmur, kort side

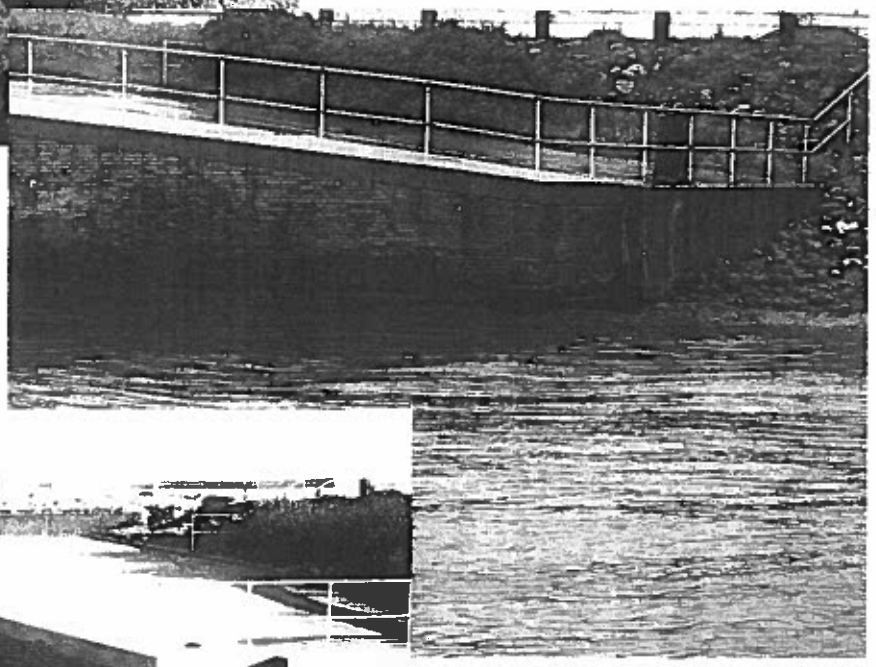


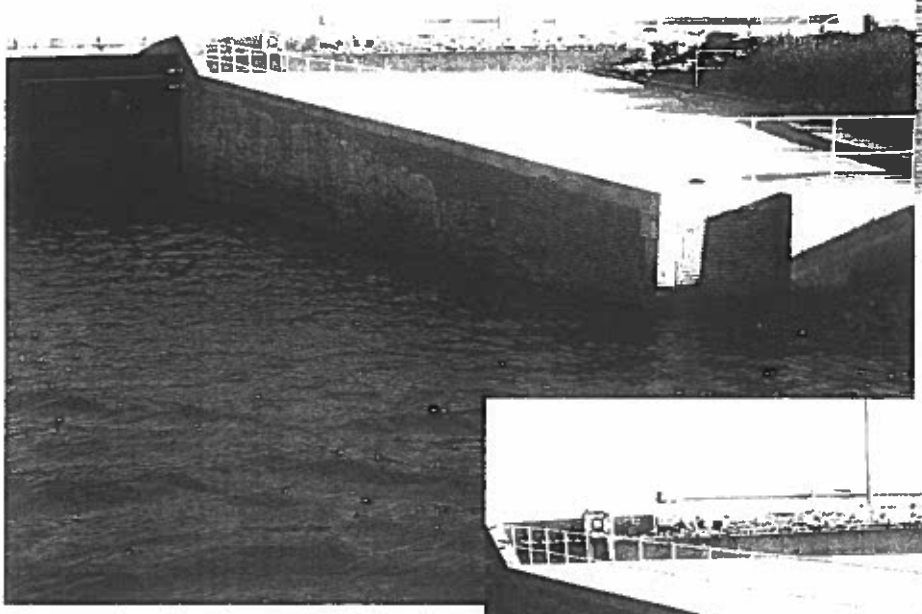


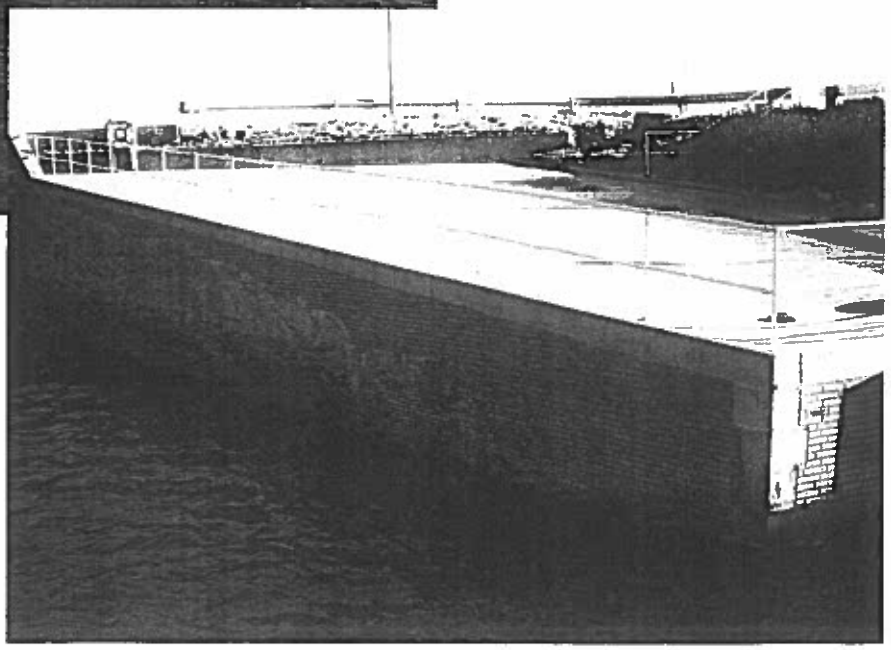
Renovering af afvandingsslusen i Hvide Sande 2002 & 2003.



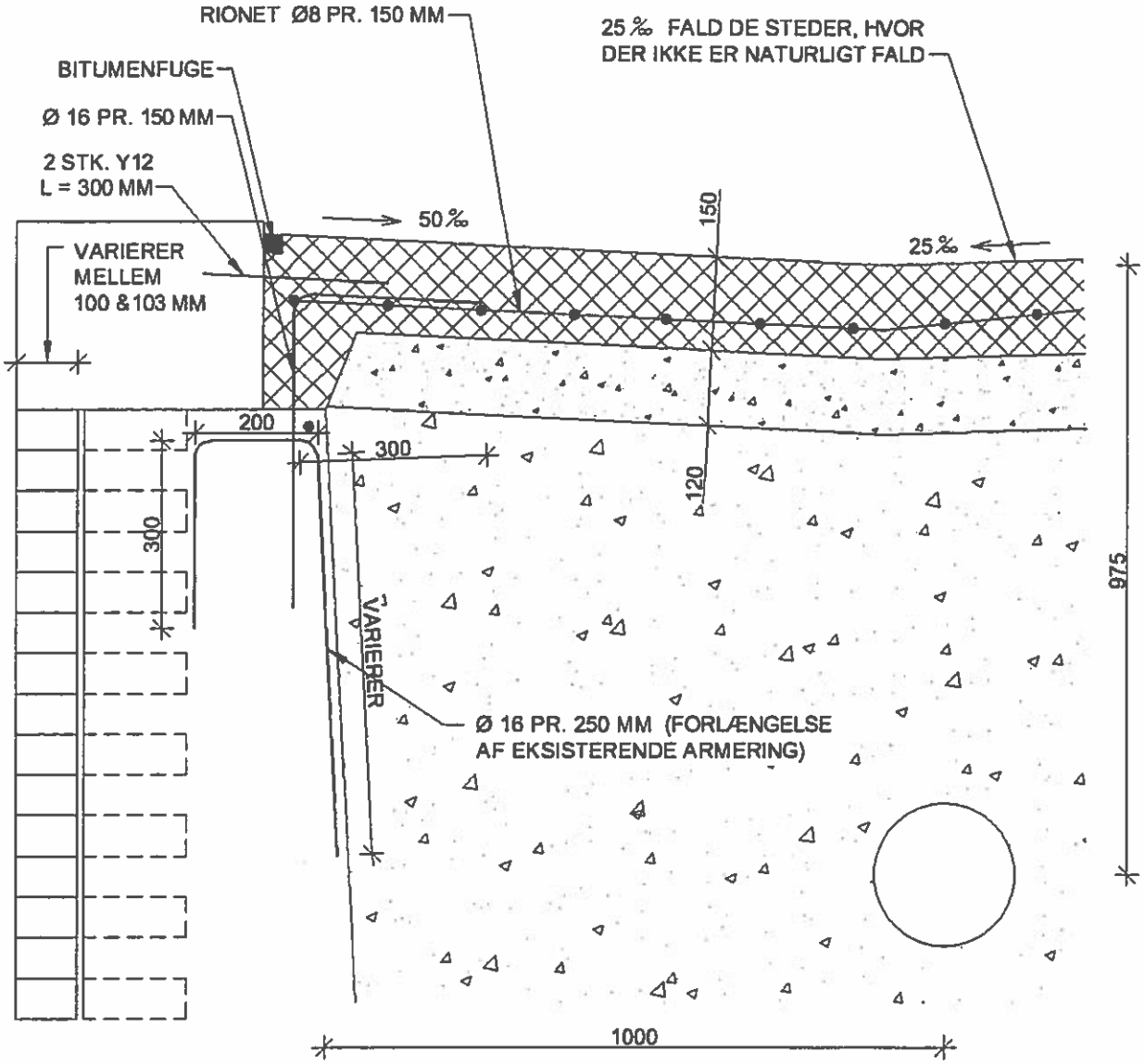
Den sydlige fløjmur, hjørne mod vest







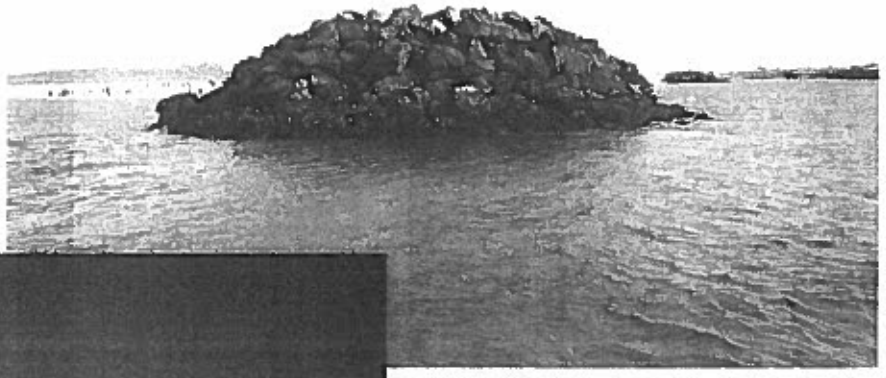
Snit i fløjmur på afvandingsslusen i Hvide Sande.

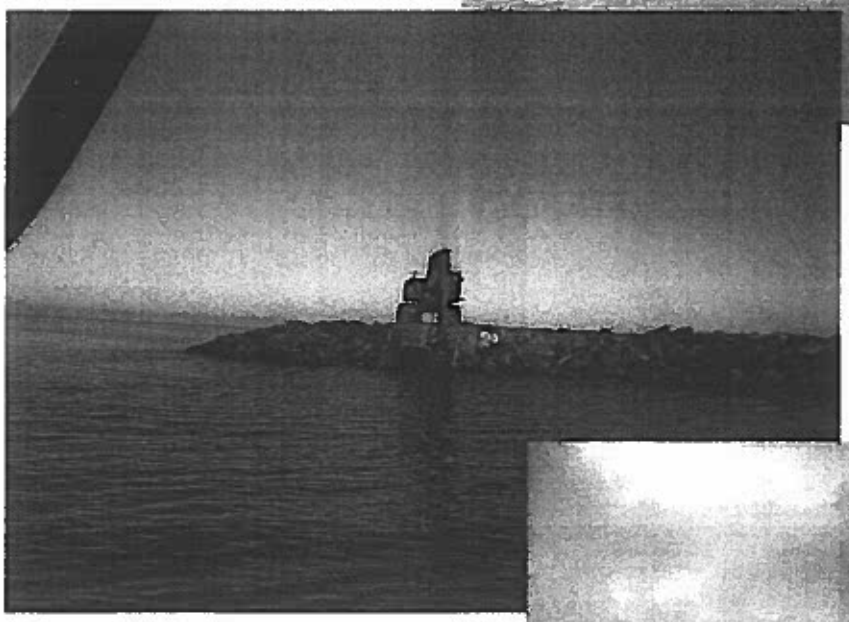


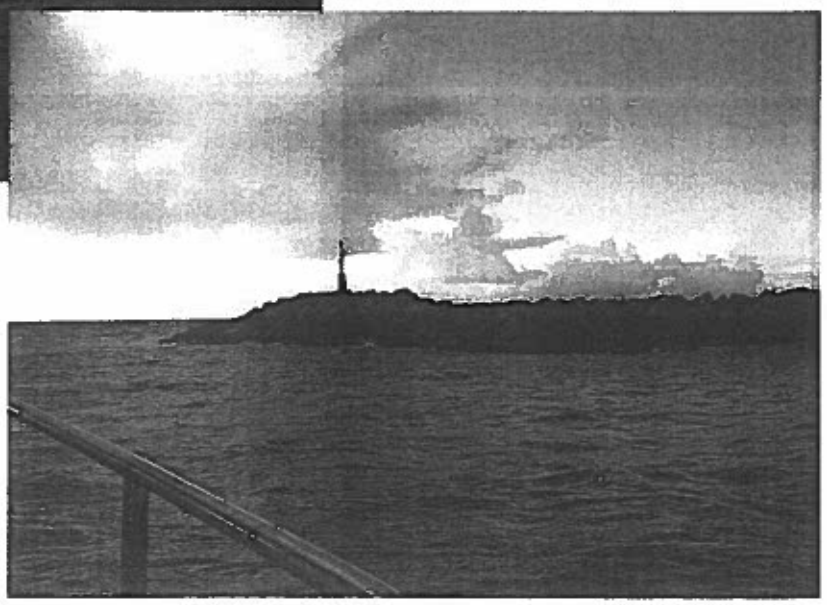
OPBYGNING BELÆGNING:

150 MM ARMERET BETONDÆK
120 MM STABILT GRUS
BUNDSIKRINGSGRUS TIL ERSTATNING AF GL. FYLD OVER DRÆNÆRØR

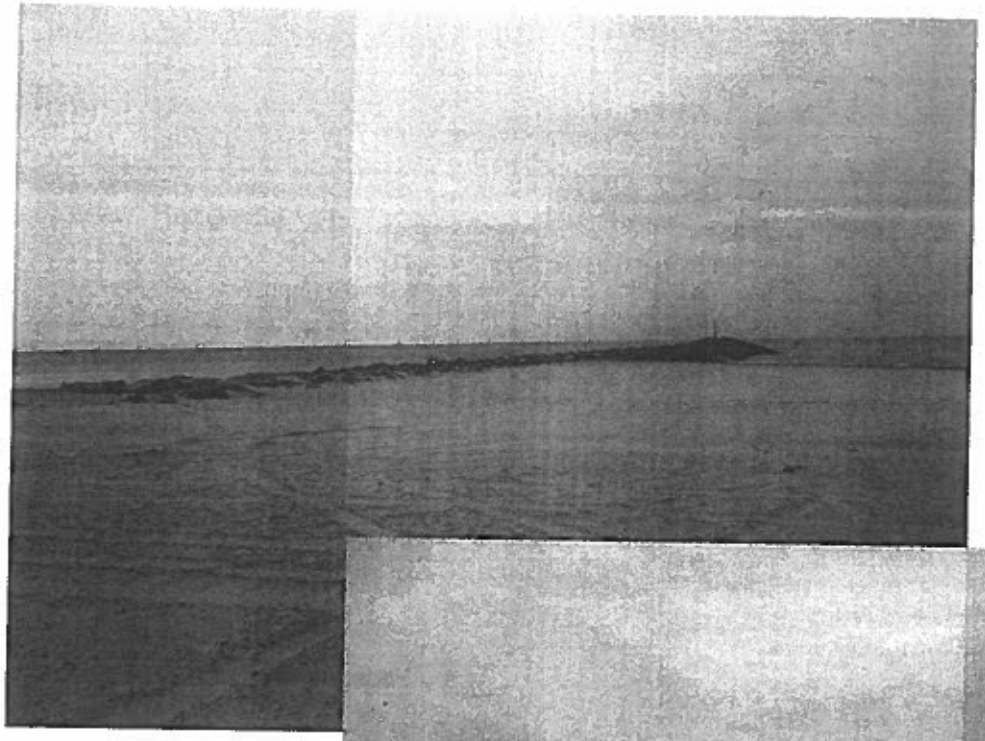
Renovering af Læmolen i Hvide Sande 2003.

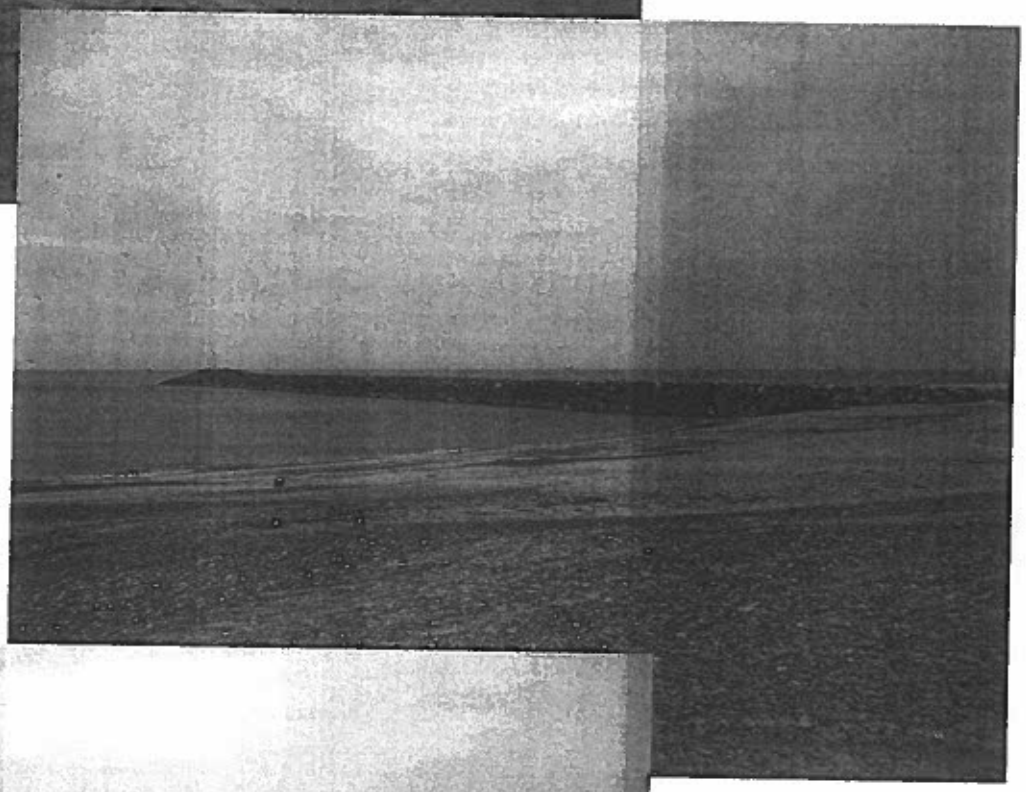




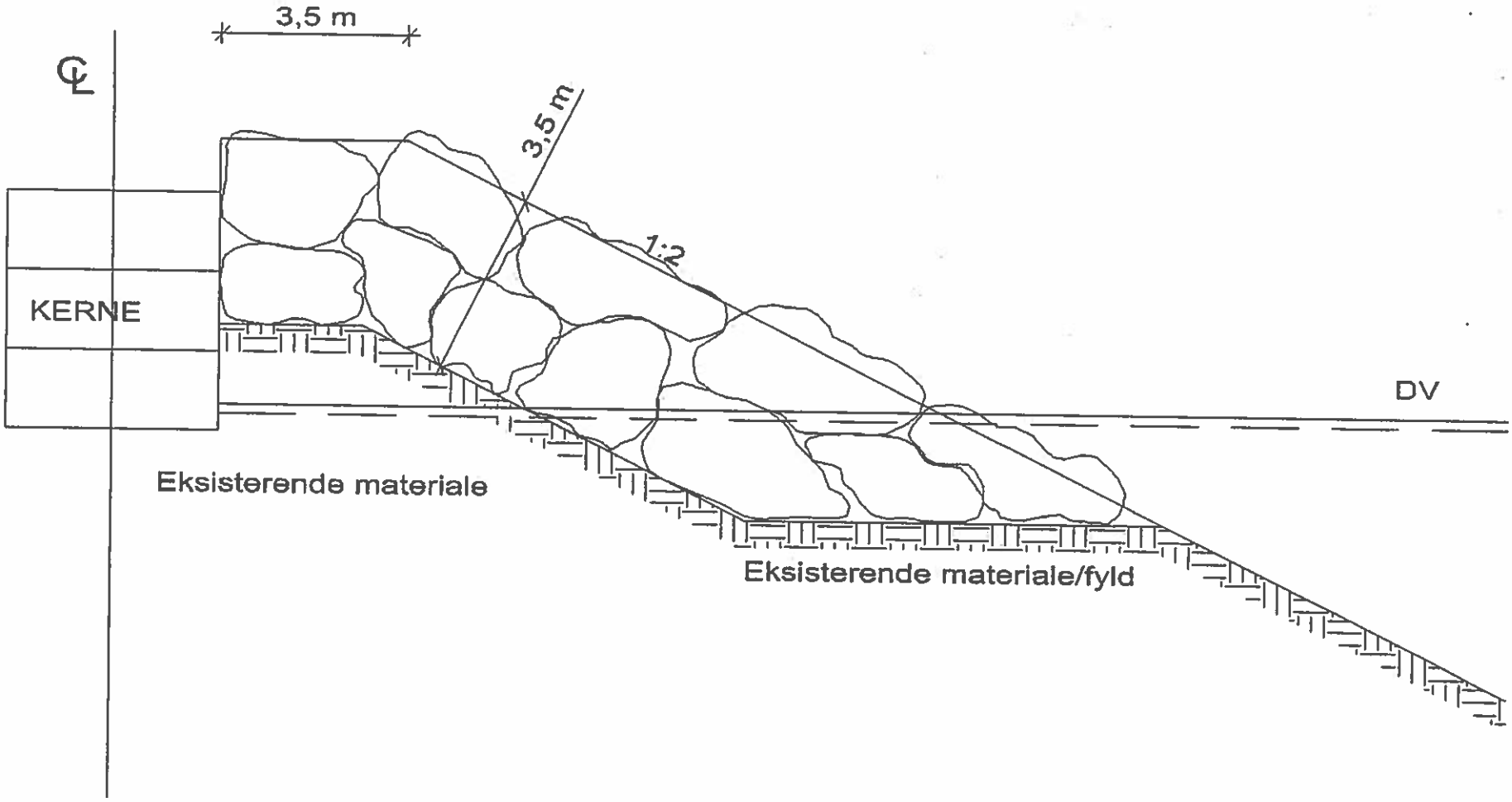


Renovering af Læmolen i Hvide Sande 2003.

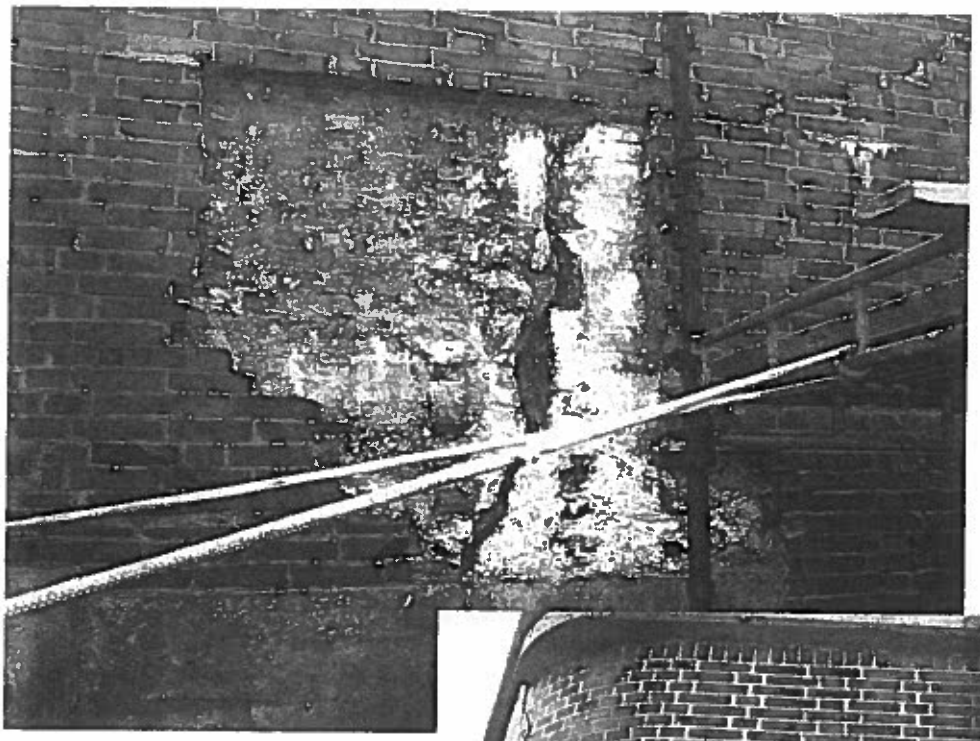


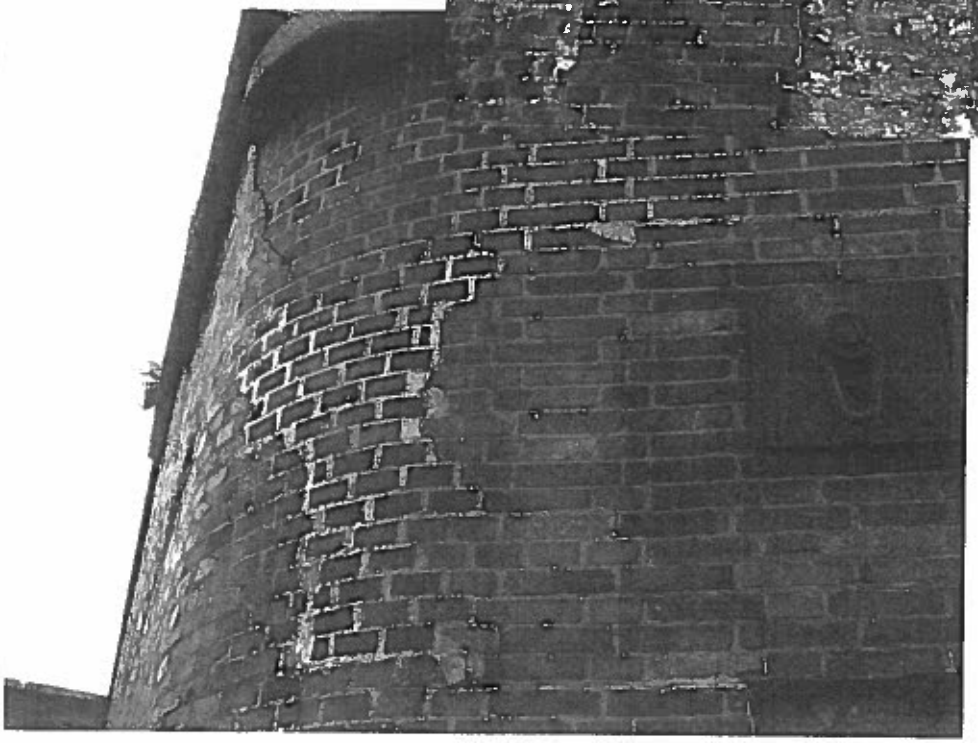


Tværsnit i profil for Læmolen i Hvide Sande, renovering 2003.

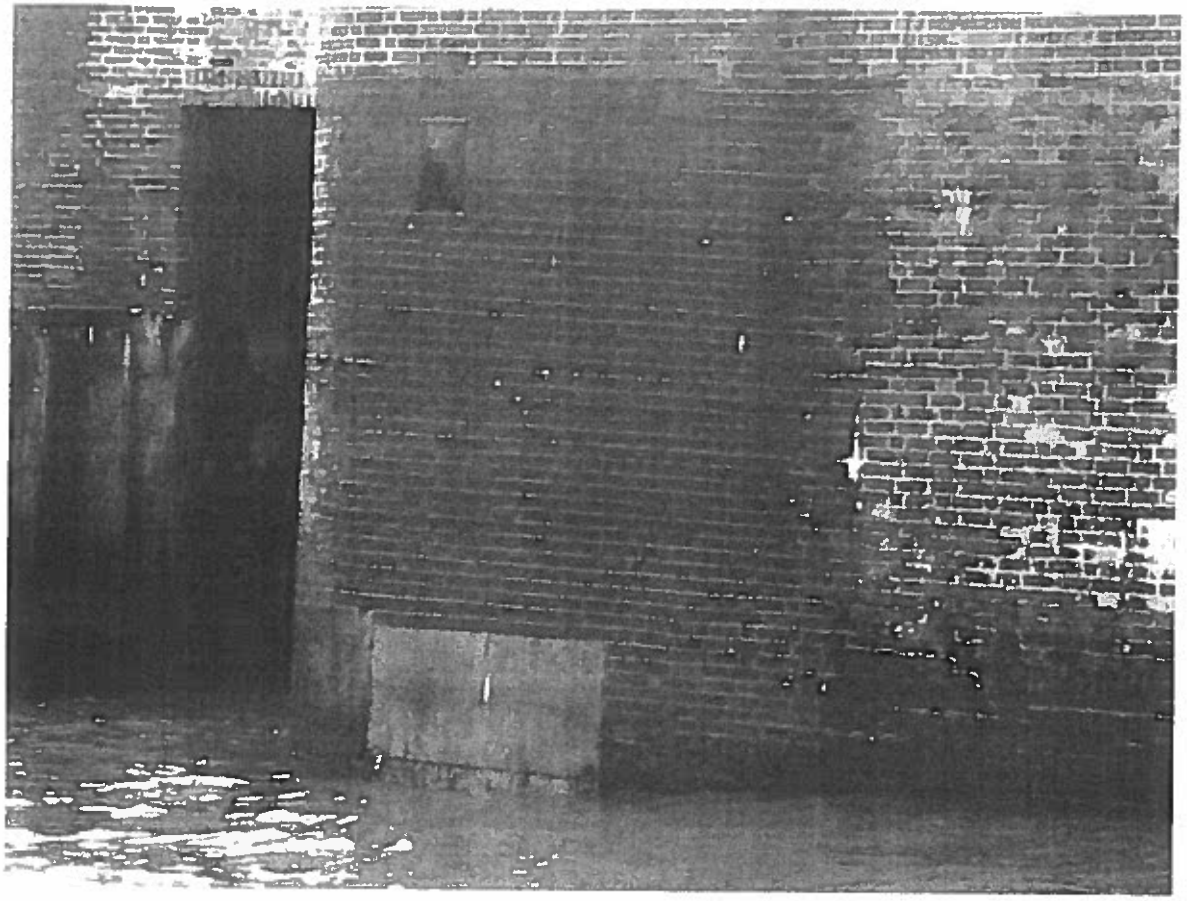


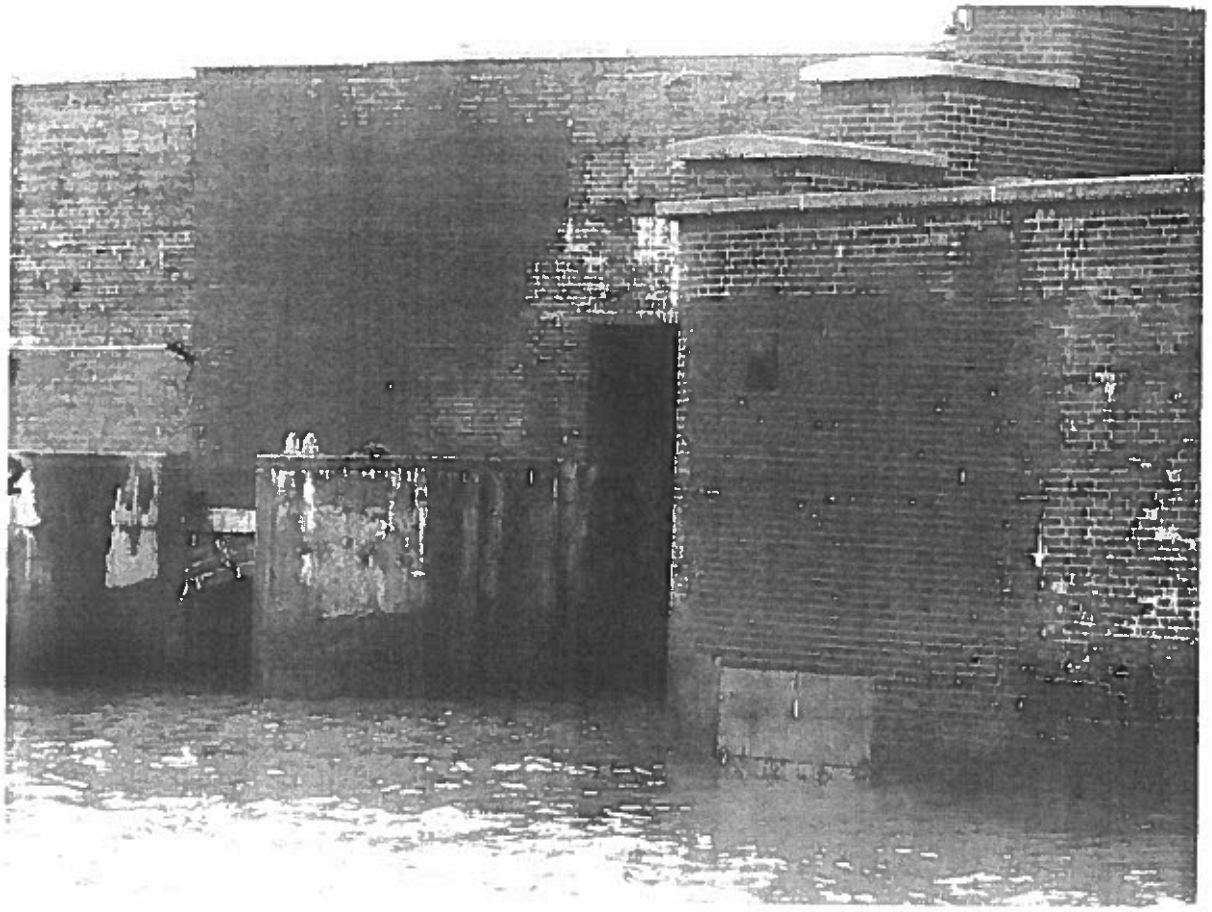
Renovering af slusebygværk i Thorsminde 2002.



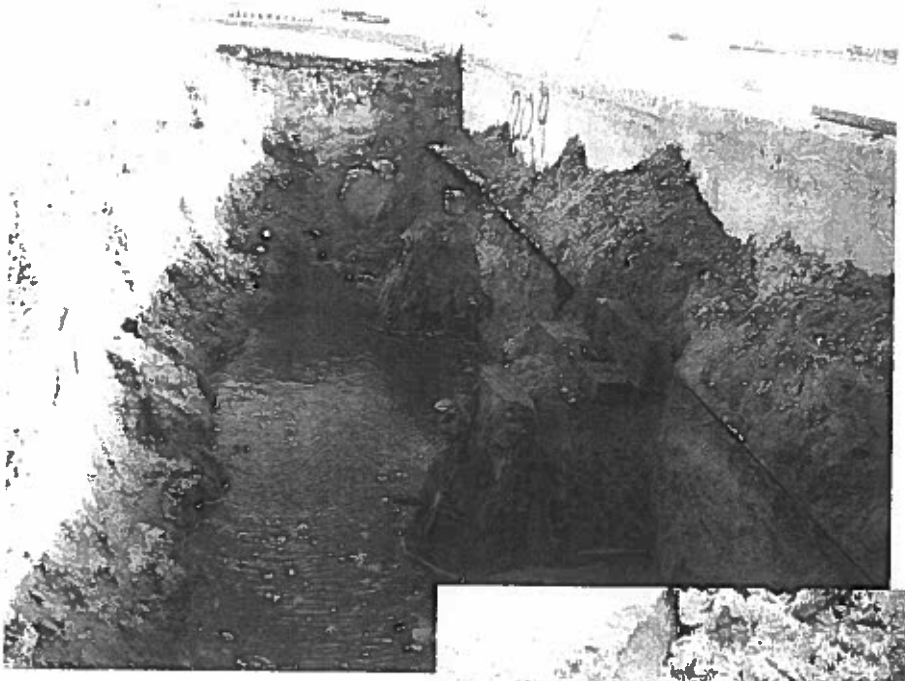


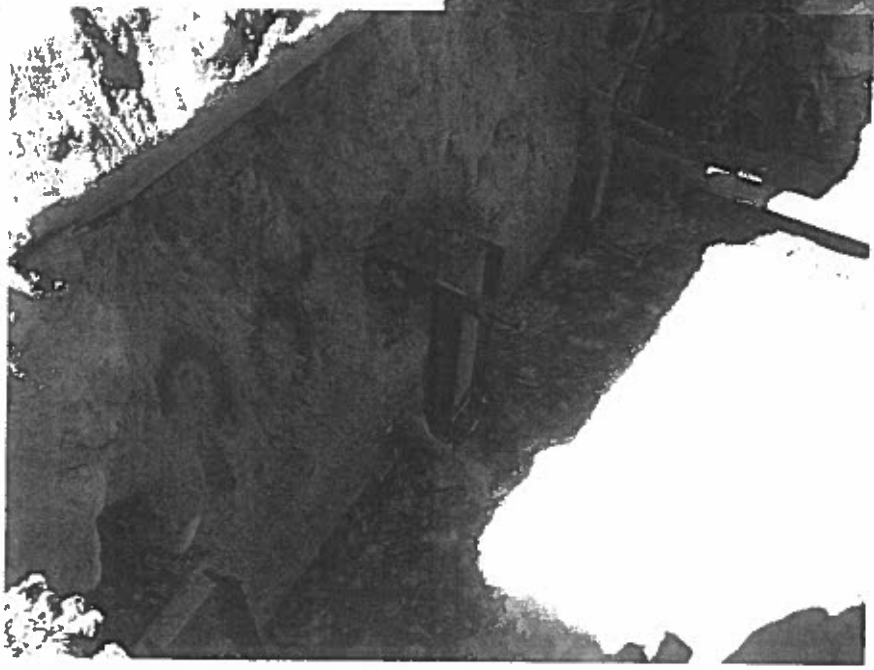
Renovering af slusebygværk i Thorsminde 2002.



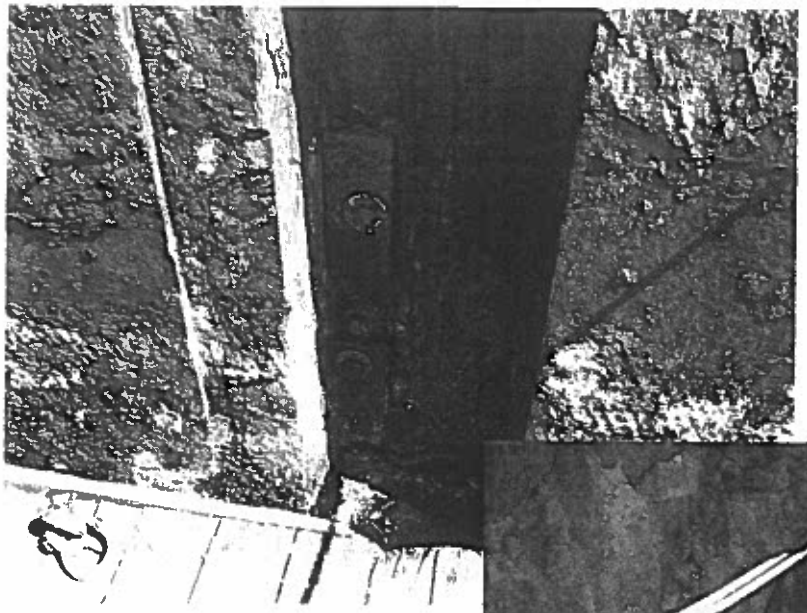


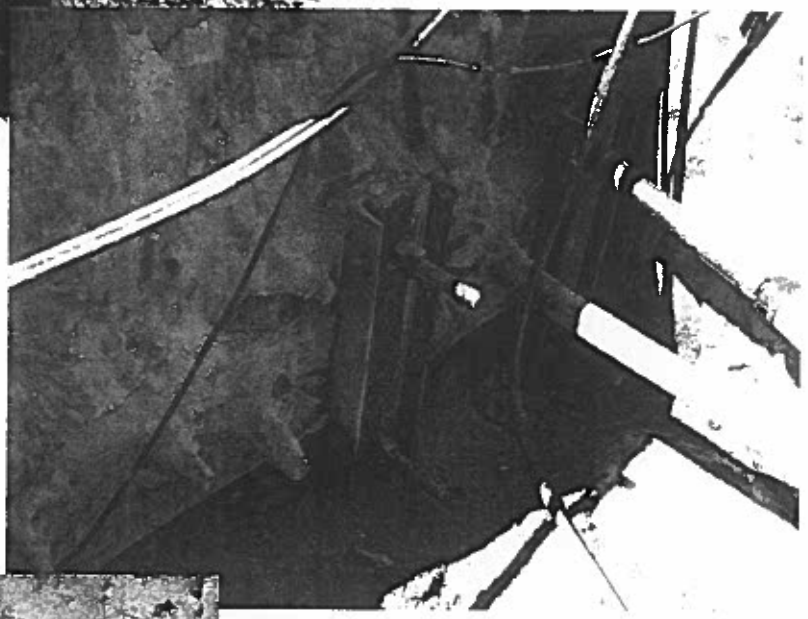
Renovering af Nordre Moles forankring i Thyborøn 2003.

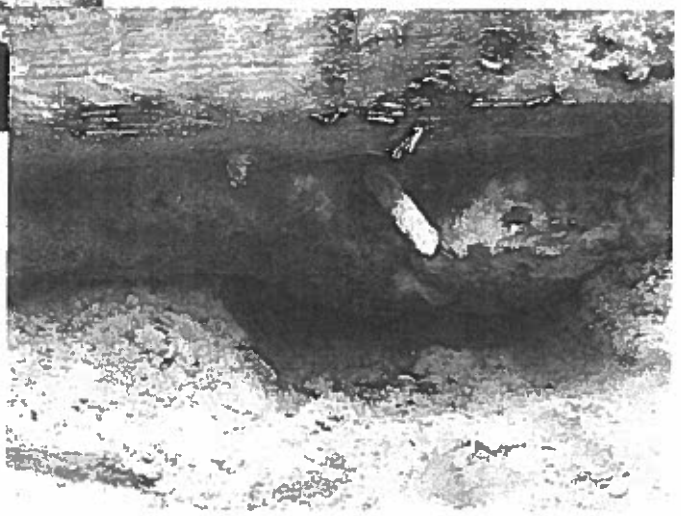




Renovering af Nordre Moles forankring i Thyborøn 2003.



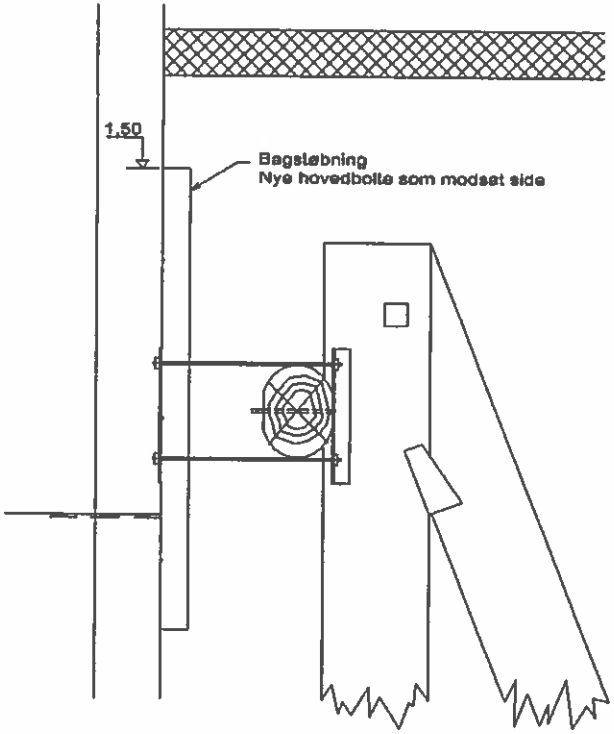


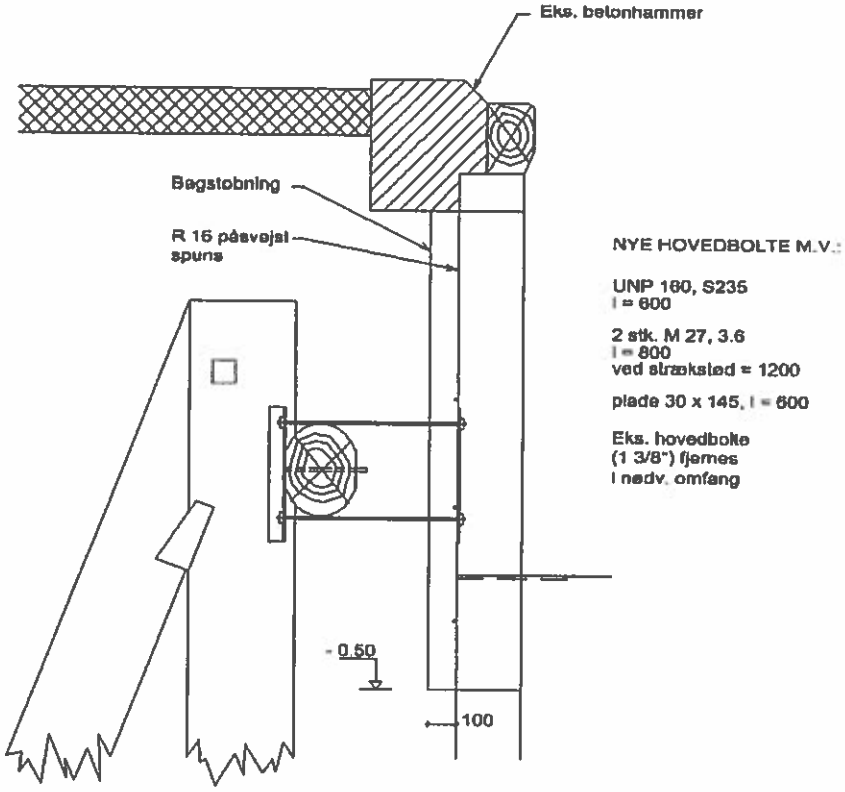


Snit i Nordre Mole i Thyborøn.

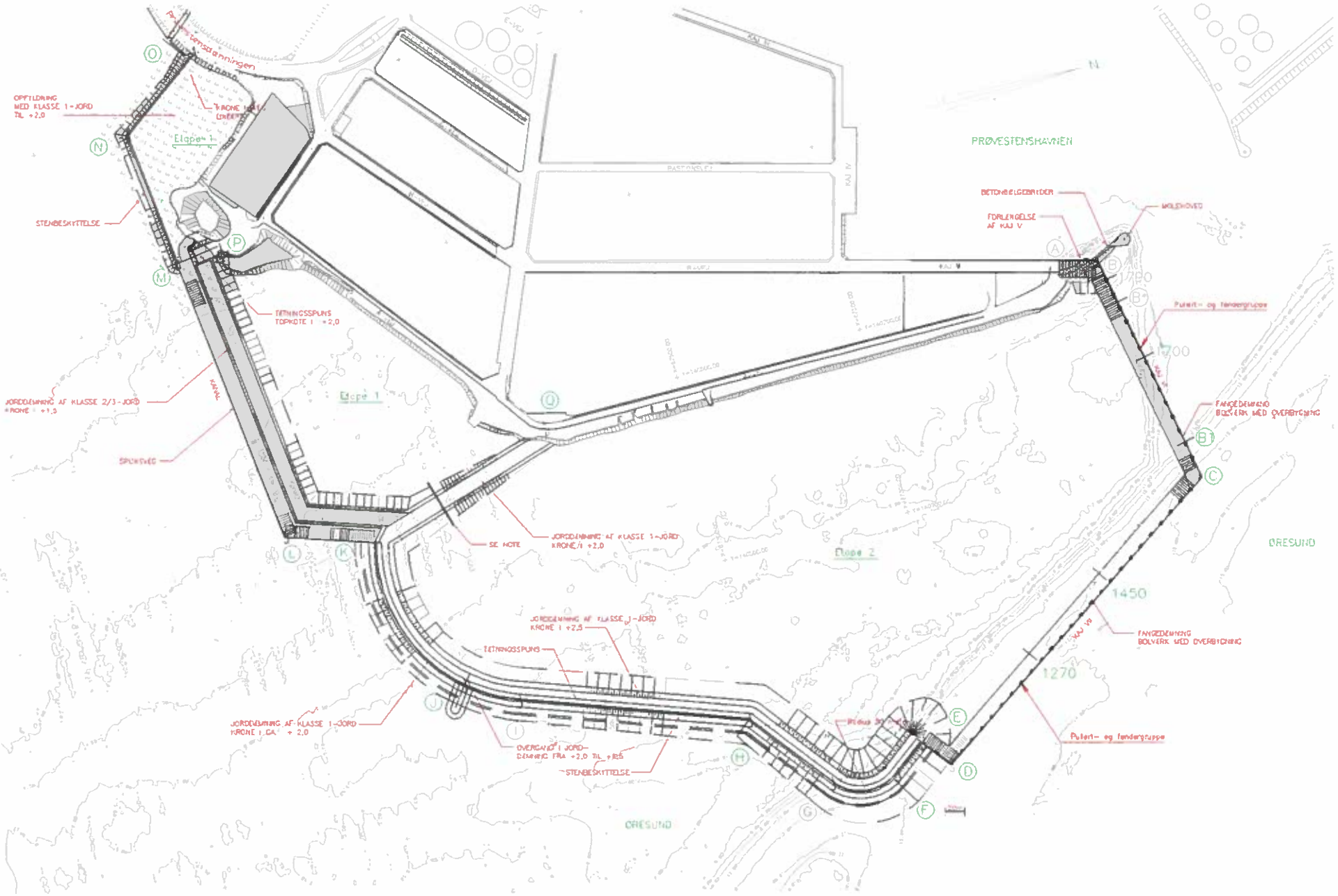
THYBORØN HAVN
NDR. MOLE

REPARATION





TVÆRSNIT 1:20


Vandstandsmålingen
OPFYLDNING
MED KLASSE 1-JORD
TIL +2,0
KRONE 1,0 (LINIEN)
Etape 1
STENBESKYTTELSE
TÆTNINGSSPUNS
TOPKOTE 1 +2,0
JORDDÆMNING AF KLASSE 2/3-JORD
KRONE 1 +1,5
KANAL
SPUNSVÆG
Etape 1
SE NOTE
JORDDÆMNING AF KLASSE 1-JORD
KRONE 1 +2,0
Etape 2
JORDDÆMNING AF KLASSE 1-JORD
KRONE 1 +2,5
TÆTNINGSSPUNS
JORDDÆMNING AF KLASSE 1-JORD
KRONE 1 CA. +2,0
OVERGANG I JORD-
DÆMNING FRA +2,0 TIL +1,65
STENBESKYTTELSE
ØRESUND
PRØVESTENSHAVNEN
BETONBELÆGNINGER
FORLÆNGELSE
AF KAI V
MOLEHOVED
Pulert- og fanderstuppe
FANGEDÆMNING
BOLVERK MED OVERBYGNING
FANGEDÆMNING
BOLVERK MED OVERBYGNING
Pulert- og fanderstuppe
ØRESUND
KAI IV
KAI V
KAI VI
1700
1450
1270
N

Prøvestenen

Deponi for forurenet jord

Projektet

Beliggenhed
Prøvestenen
København S

Byggetype
Vandbygning

Kunde
Udviklingsselskabet Prøvestenen

Rådgiver
Moe & Brødsgaard a/s

Byggeperiode
2002-2004

Entrepriseform
Totalentreprise

Byggenummer
7111-100916

Kontraktsum
85 mio. kr.

Entreprisen omfatter etableringen af et tæt deponi til forurenet jord udført som en udvidelse af Prøvestenen med en halvø ud i Øresund.

Dækmolen etableres på 3-14 meters vanddybde med en kombination af cofferdam med sandkerne og stenkastningsmole med kerne af leret kl. 1 jord.

Sagen udføres af Division Anlæg som egenproduktion.

Hovedmængder:

Spunsjern: 4300 tons

- Låse tætning (Roxan-system)	44.000 lbm
- Stræk UNP400	1.400 lbm
- Anker M39 – M64	750 stk heraf 500 sat med dykker

Beton i kajhammer længde 700m: 1700 m3

Sandfyld i cofferdam: 200.000 m3

Jordfyld i dæmning/mole: 1.117.000 ton

Dæksten på dæmning: 50.000 m3

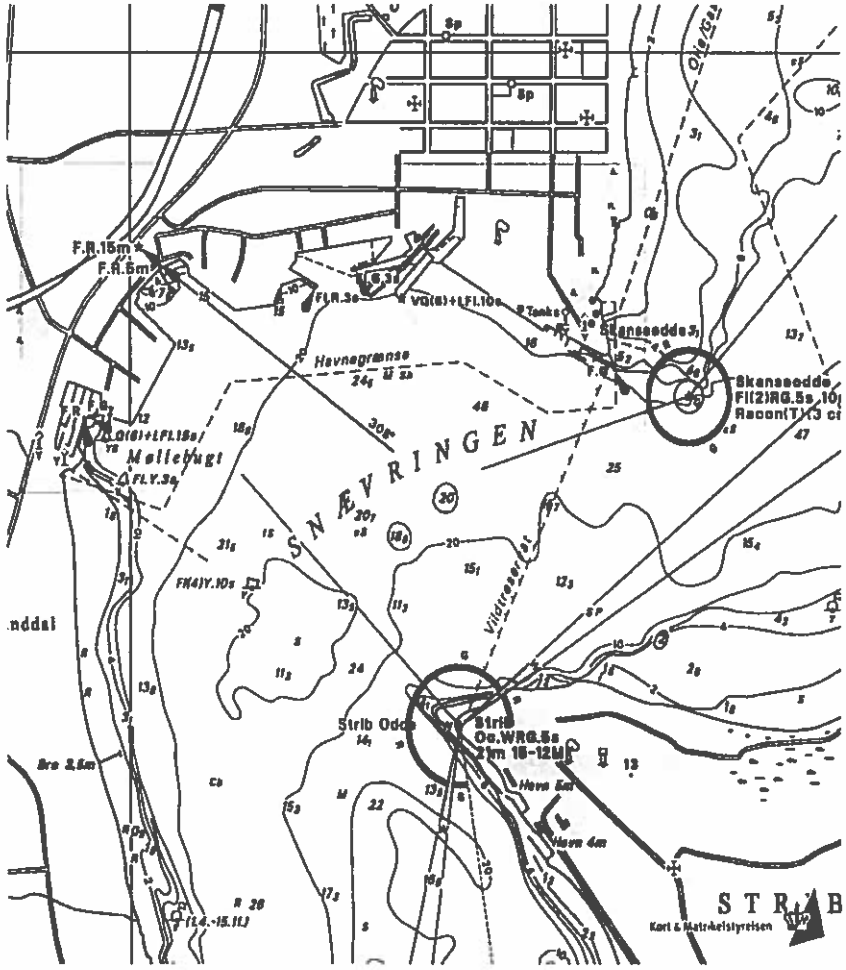
Boret jordanker Gewi 63, 150 ton, længde 26: 115 stk

Yderligere information

Skanska Danmark A/S

Telefon 70 13 50 50
www.skanska.dk

Shell-terminalen. Jetty II



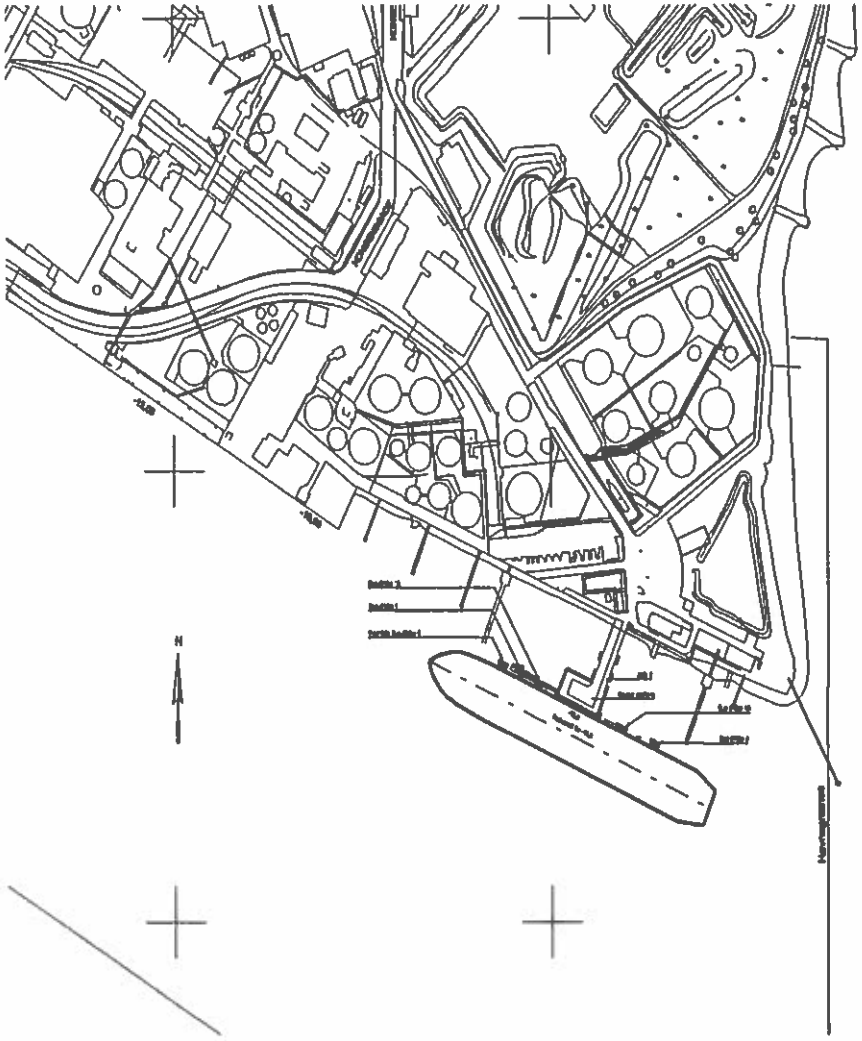
DISPOSITION

- Istandsættelse – betonrenovering – levetid 10 år
- Istandsættelse – spunsvægsindkapsling – levetid 50 år

PARTERNE

- Bygherre: ADP A/S, Fredericia
- Operatør, Jetty II: A/S Dansk Shell
- Råolieudskibere: Mærsk og DONG
- Entreprenør: Per Aarsleff A/S
- Rådgiver: Carl Bro as

Shell-terminalen. Jetty II



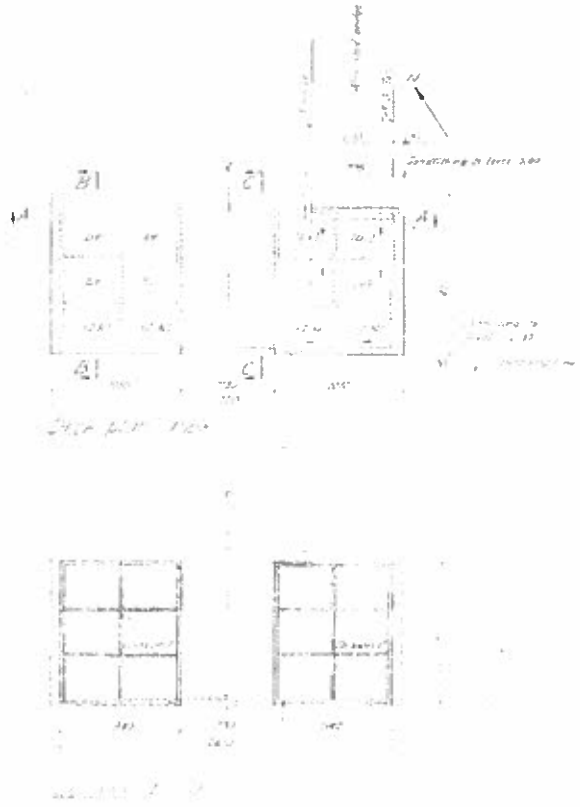
Hovedkomponenter:

- Centralplatform
- Adgangsbro
- Slangetårn og olieinstallationer
- Duc d'alber

Detaljer:

- Anløb af skibe indtil 275 m længde overalt
- Max. deplacement under anløb: 85.000 tons
- Ubelastet fenderlinie 1,80 m foran centralplatform
- Vanddybde, eks., 15,0 m

Shell-terminalen. Jetty II



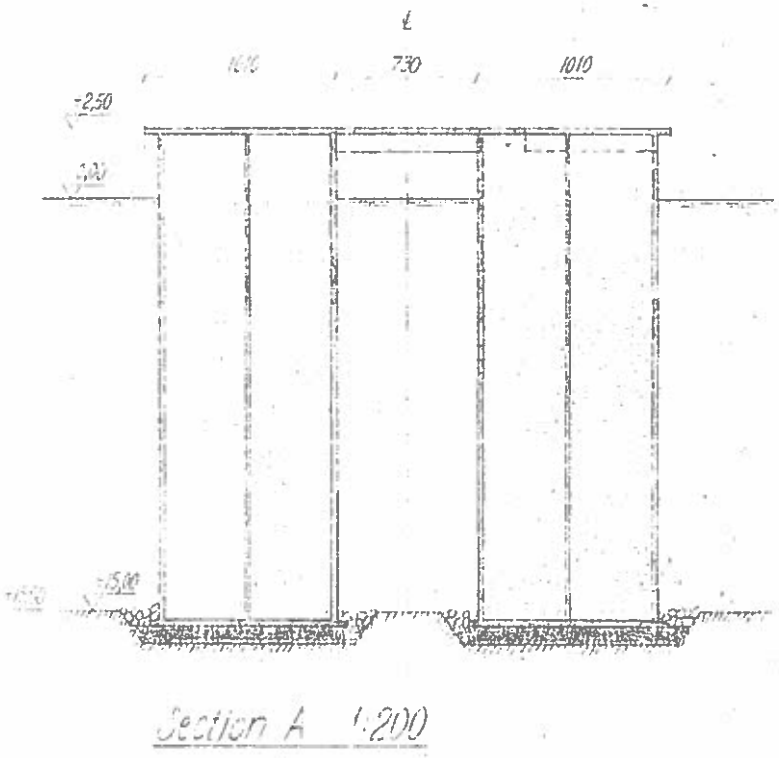
Udførelsesår: 1965

Delkomponenter:

- Sænkekasse øst, inddelt i 6 kamre
- Sænkekasse vest, inddelt i 6 kamre
- Mellemdæk, mellem sænkekasser
- Dæk over sænkekasser
- Adgangsbro med rørbæringer

Sænkekasser, dæk mv.: Armeret beton

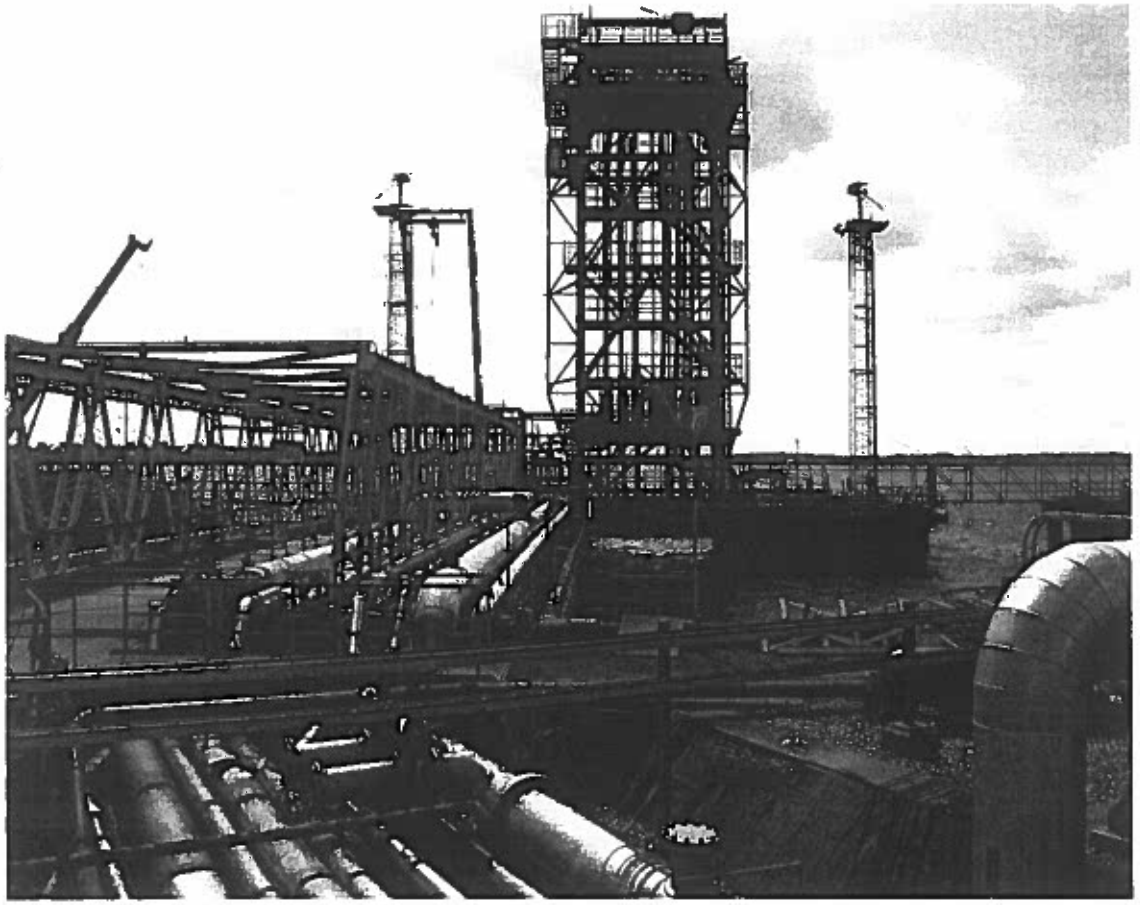
Shell-terminalen. Jetty II



Fundering:
Ifølge tegninger: 0,5 m ral på afgravet bund.
Forreste kamre fyldt til underside betondæk, bageste til kote 0,0 m.

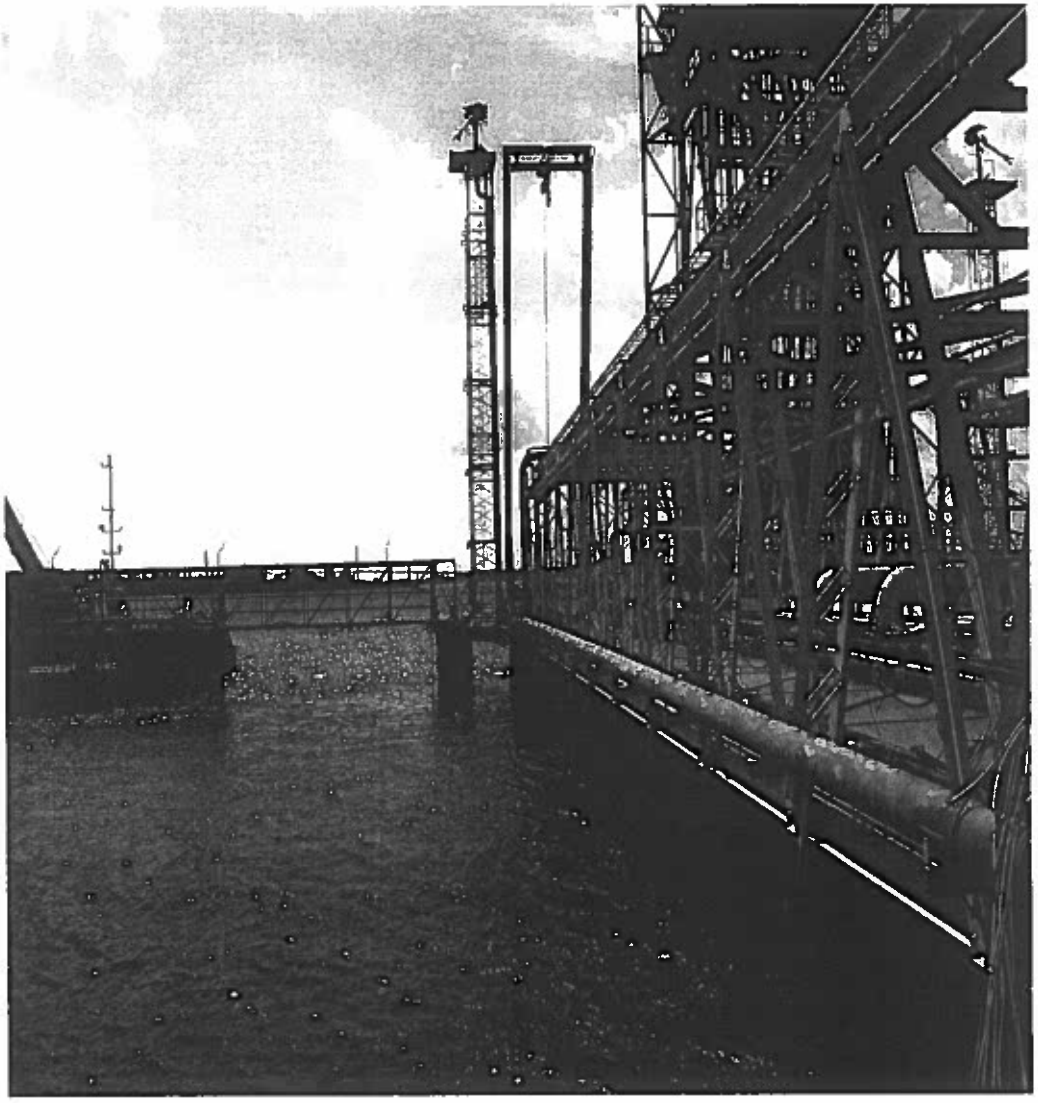
Virkeligheden:
Ral: 0,5 m til ca. 1,0 m
Sand i alle kamre til underside af betondæk
Betondækstykkelse ca. 0,4 m og Ikke 0,20 m (og ingen adgangsmuligheder)

Shell-terminalen. Jetty II



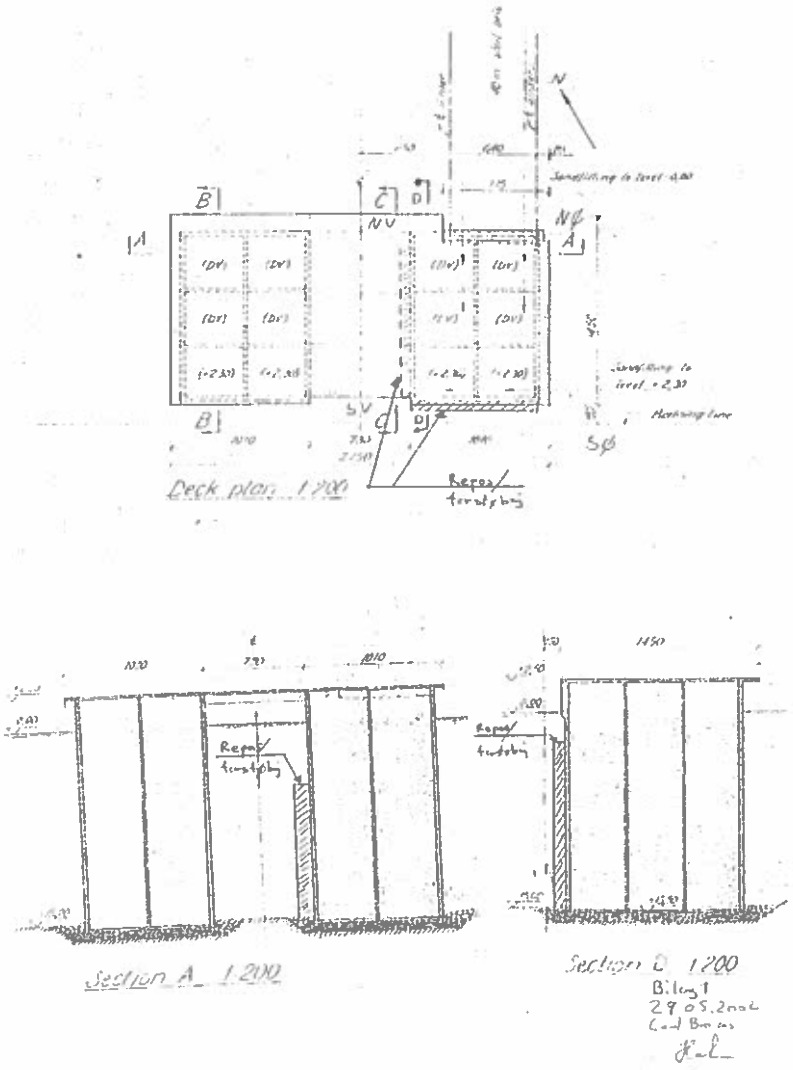
Jetty II, vest, fra land
Bemærk: ø0,6 m
råolieledning og
slangetårn

Shell-terminalen. Jetty II



Jetty II, øst, fra land

Shell-terminalen. Jetty II



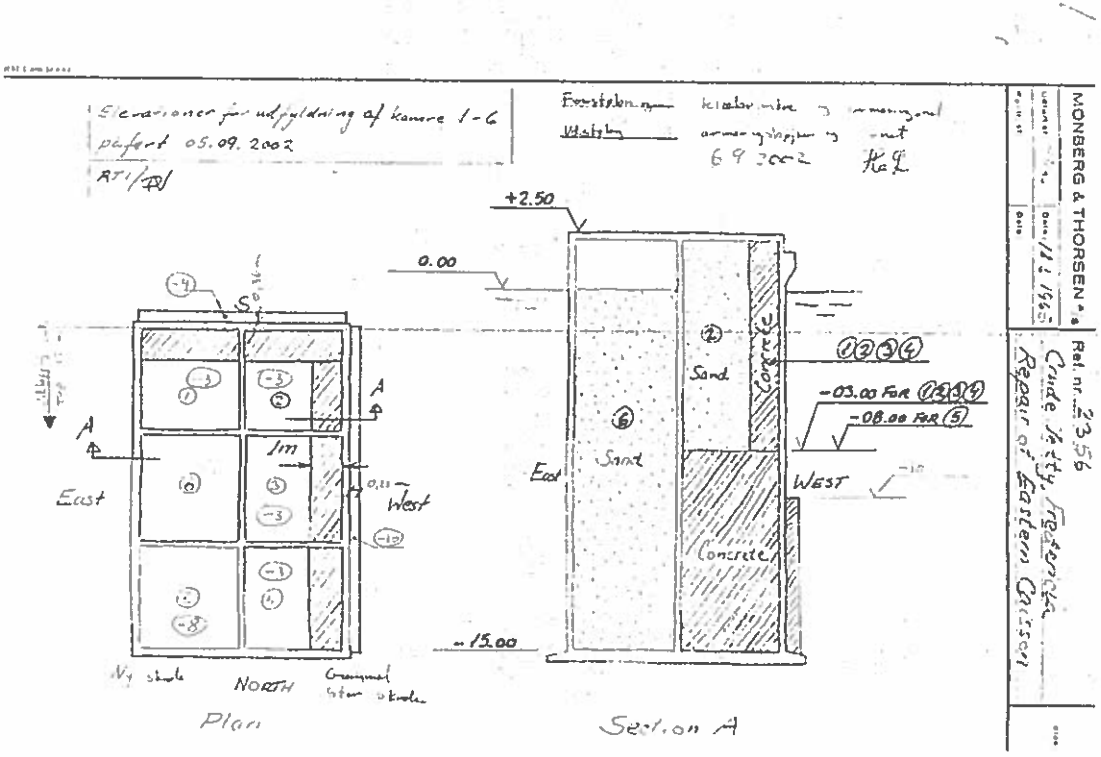
Påsejling af sydøstlige hjørne af centralplatformen den 07.05.2002. Blivende deformationer og skader !!

Igangsætning af første fase, betonreparationer for levetid 10 år.

Diverse undersøgelser mv. resten af 2002. Efterfølgende udbud og udførelse i første halvdel af 2003.

Forstøbninger: Hvorfor ?? Undersøgelserne viste et meget diffust skadesbillede – nye og gamle skader – på sænkekasse øst, ingen skader på sænkekasse vest.

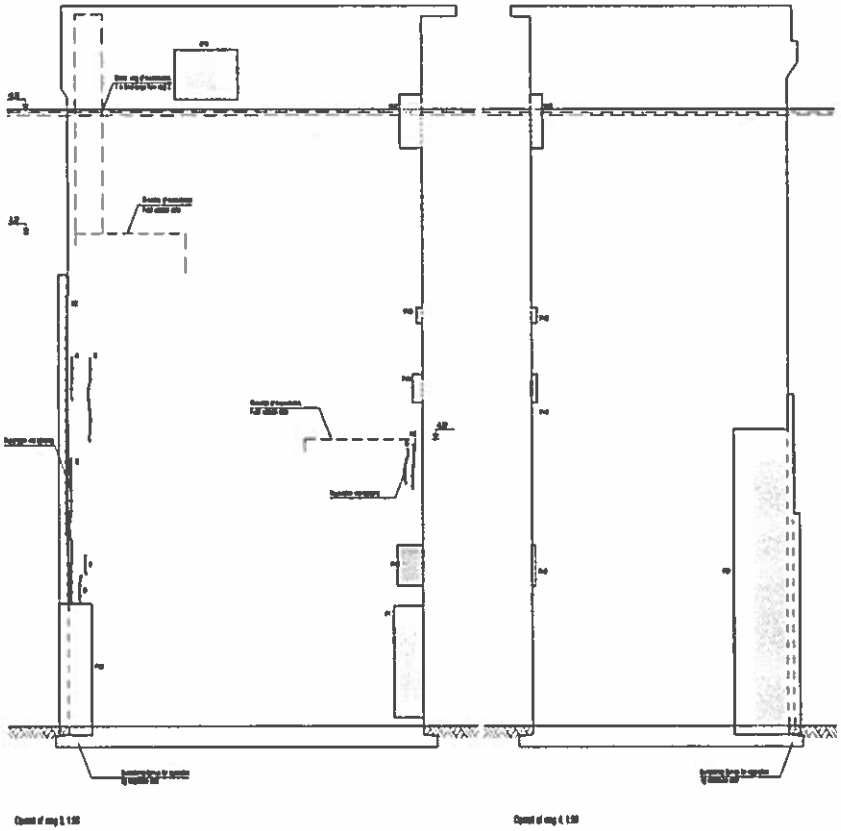
Shell-terminalen. Jetty II



Søgen i arkiverne:

- **Sænkekasse øst var i 1965 skadet fra liquefaction i forbindelse med undervandssprængning**
- **Reparation: Forstøbninger og massebeton i kamrene**
- **Bagstøbninger af visse vægge**

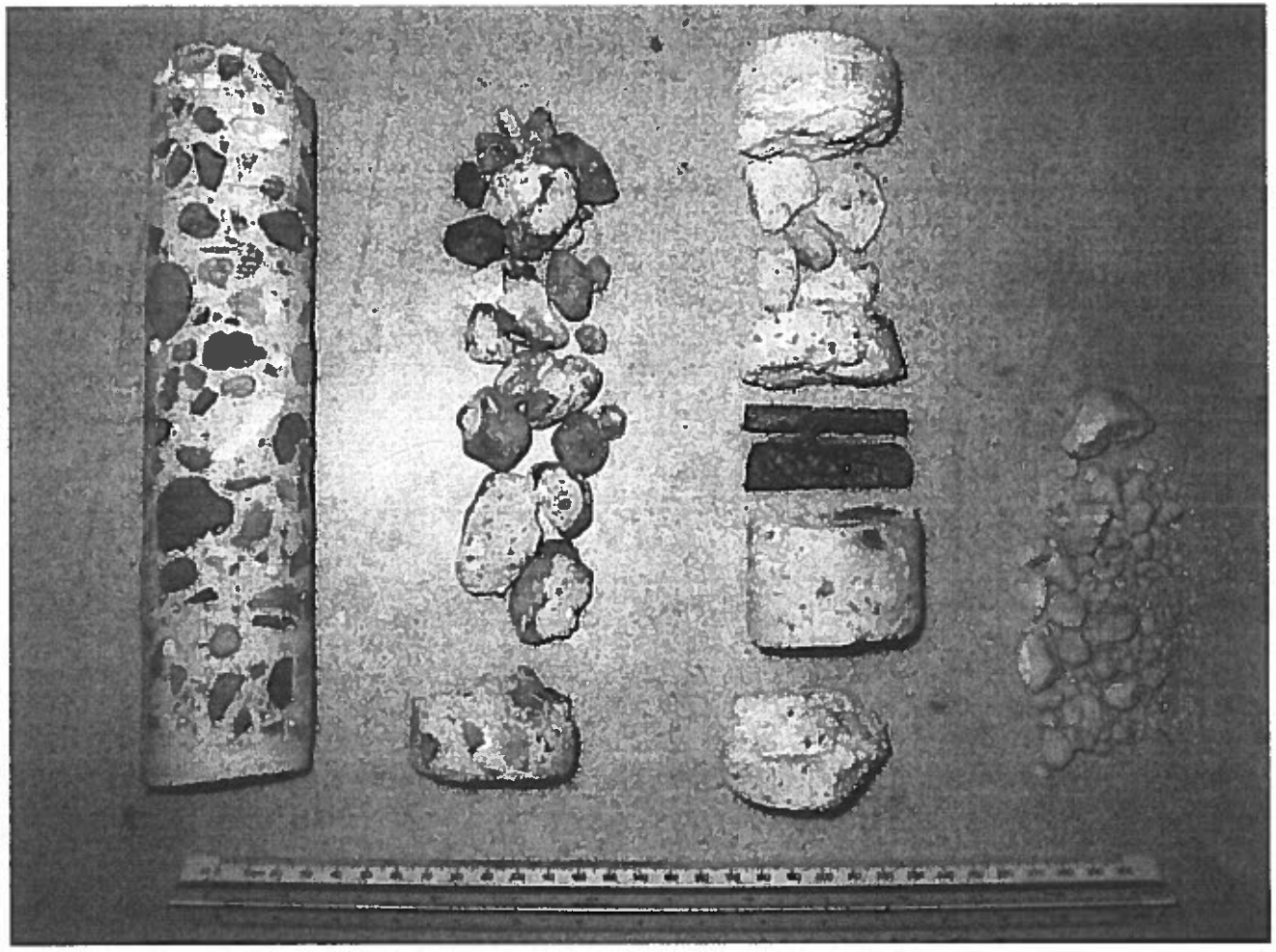
Shell-terminalen. Jetty II



Betonrenovering

- Afrensning af begroning
- Registrering af revner, revnevidder og betontilstand
- Registrering af korrosion af armering ved ophugning af dæklag ved revner
- Reparation af afskalninger ved udstøbning af undervandsbeton
- Reparation af revner ved udstøbning af højstyrkebeton
- Forsegling af overflader
- Revneinjicering
- Iboring af klæbeankre

Shell-terminalen. Jetty II



Eksempler på forskellige betonkvaliteter !

Shell-terminalen. Jetty II

Maj 2003: Tid til revurdering som følge af betonkvaliteten !

Beslutninger, der igangsætter denne fase:

- Spunsvægsindkapsling, levetid 50 år
- Fremtidig vanddybde 16,5 m vand

Udfordringer:

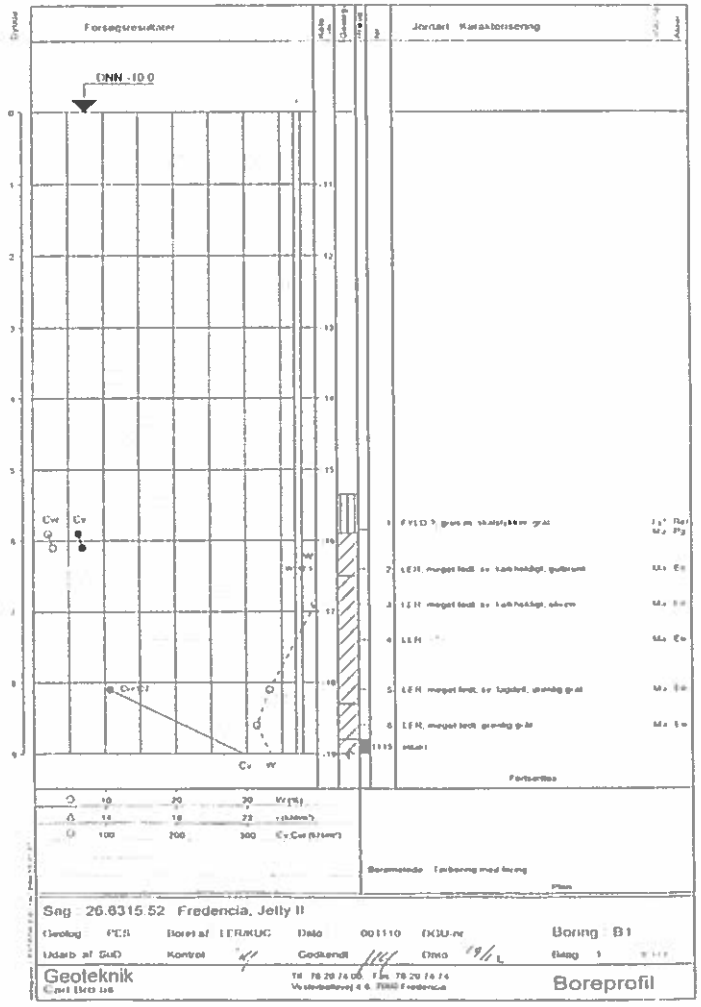
Inden spunsvægsramning var sikringsarbejder nødvendige:

- Sikring af sænkekasse øst (monolitisk konstruktion)
- Sikring af rammetraceer
- Sikring af adgangsbro (flytning af reaktionskraft 160 tons)
- Sikring af slangetårn (ny fundering for 2x175 tons)
- "Tænke anderledes" !

Konditioner:

- Jetty II i fuld drift under udførelsen (arbejde i 2-3 døgns vinduer)
- Uhyre trange pladsforhold
- Uforudsigelige strømforhold (meget dykkertid)
- Så vidt muligt kolde arbejdsoperationer

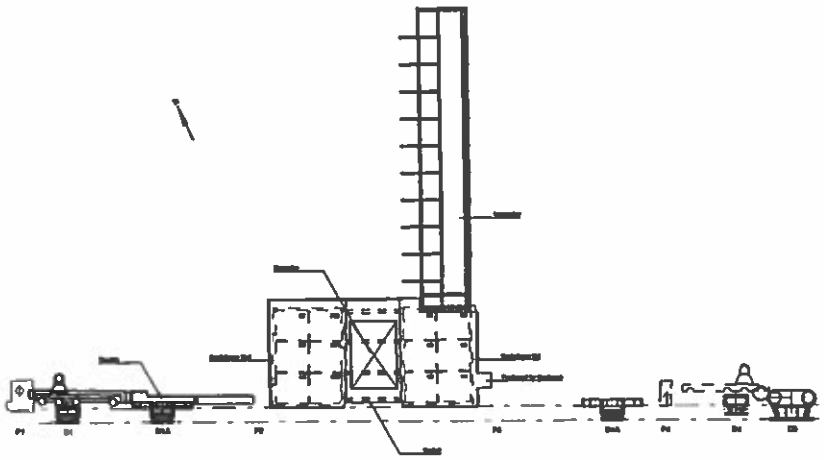
Shell-terminalen. Jetty II



Geologi:
Lillebæltsler

Parametre:
Korttid: $c_u = 20 + 11{,}2 \times Z$ kN/m², $0 < Z < 8$ m, Z er dybden under oprindelig bund.
$c_u = 110$ kN/m², for $Z > 8$m.
Langtid: $\varphi' = 16{,}3°$, $c' = 0{,}1 \times c_u$ (kun passivside)

Shell-terminalen. Jetty II



Sikring af sænkekasse øst:

Fjernelse af sandfyld:

1. Vandspejlet i det kammer, der fjernes sand fra må ligge mellem 0,5 m under og 0,5 m over vandstanden i Lillebælt.
2. Største tilladelige differensjordtryk imellem nabokamre skal være begrænset til en sandfyldshøjde på 3,0 m.

Betonindpumpning (koldt arbejde):

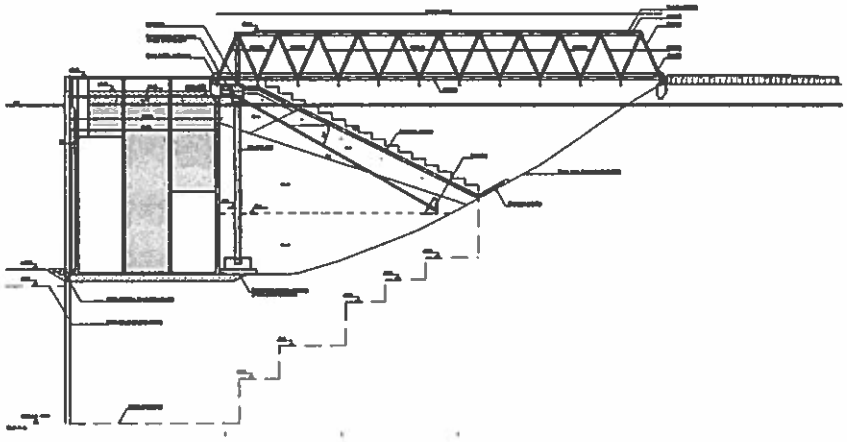
Indervægge tillades belastet med støbetryk på 1,5 m beton. For ydervægge kan følgende støbetrin tillades: kote –15 m til –11 m, til –8 m, til –6 m og derefter i 1,5 m trin.

Note: Sand over kote 0,0 m i sænkekasser blev fjernet med speciel "slamsuger" som koldt arbejde.

Sikring af rammetraceer:

Diverse sikringer mod strømunderskæring af konstruktionerne gennem næsten 40 år gav ubehagelige overraskelser !

Shell-terminalen. Jetty II



Sikring af adgangsbro:

- Nyt bundfundament
- Rørsøjler (stål)
- Nyt øvre fundament
- Ny understøtning i adgangsbroens stålkonstruktion (forstærkning)
- Up-jackning af bro (m. hydrauliske donkrafte, designreaktion 160 tons) og etablering af brovederlag

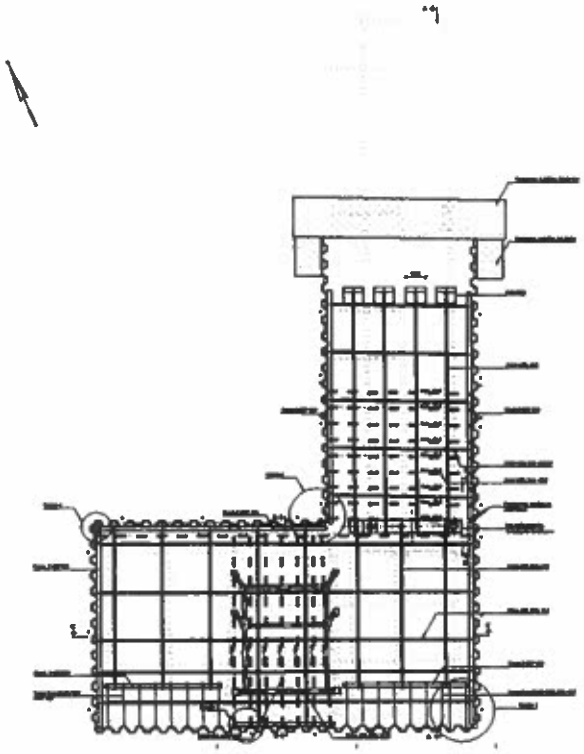
Fremtiden:

- Monitering af sætninger
- Yderligere jackning af bro

Udfordringer:

- Tolerancer og strømforhold
- En ovenoverliggende bro

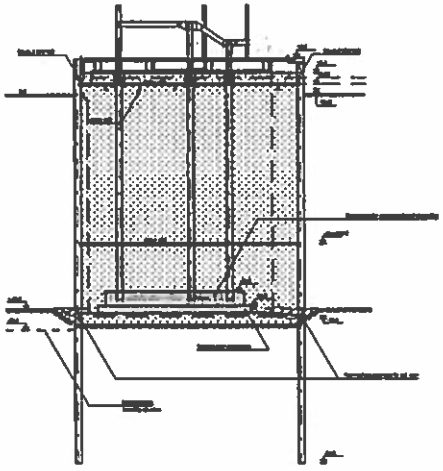
Shell-terminalen. Jetty II



Sikring af slangetårn:

- Indsvejsning af stålkonstruktion imellem søjleben, excentrisk og i 2 niveauer
- Lodrette stålrør (6 stk.) igennem mellemdæk (vandret kraftoverførsel i dækniveau)
- Udveksling i kote +1,0 m (under mellemdæk) til 6 stk. stålsøjler
- 6 stk. stålrørssøjler
- Fælles bundfundament i kvalitetsbeton
- Renselagsfundament i kvalitetsbeton
- Eksisterende ral og håndsten i funderingsniveau

Shell-terminalen. Jetty II



Sikring af slangetårn:

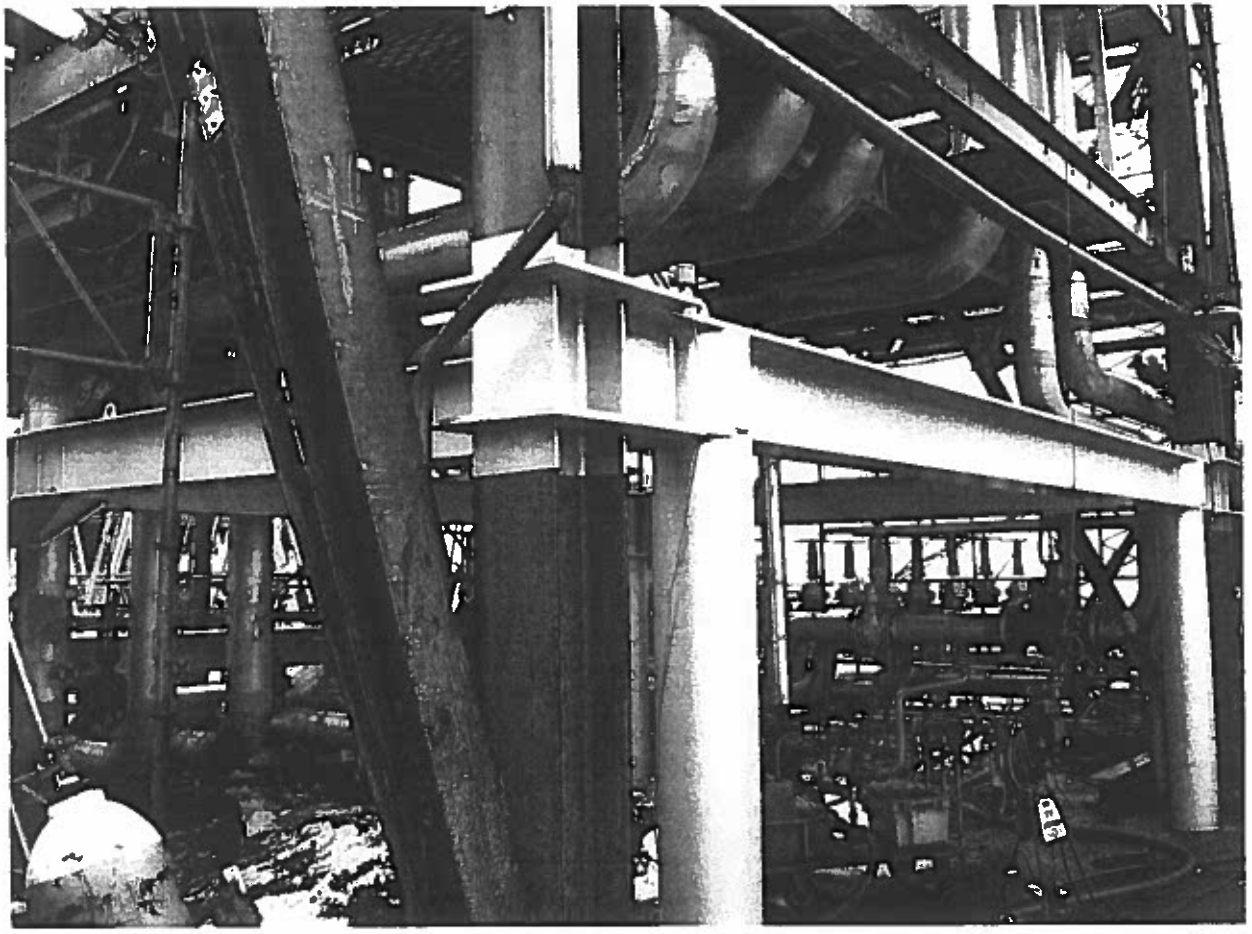
- Udførelse oppefra og ned (fundament som det sidste) !
- Etablering af modhold for overskæring af eksisterende søjler i slangetårnet
- Succesiv overskæring af eksisterende slangetårnsben efter sikring mod sideflytninger
- Aflastning af modhold

Registrerede sætninger: 3 – 10 mm.

Alle vindgitre i eksisterende slangetårnskonstruktion bevares.

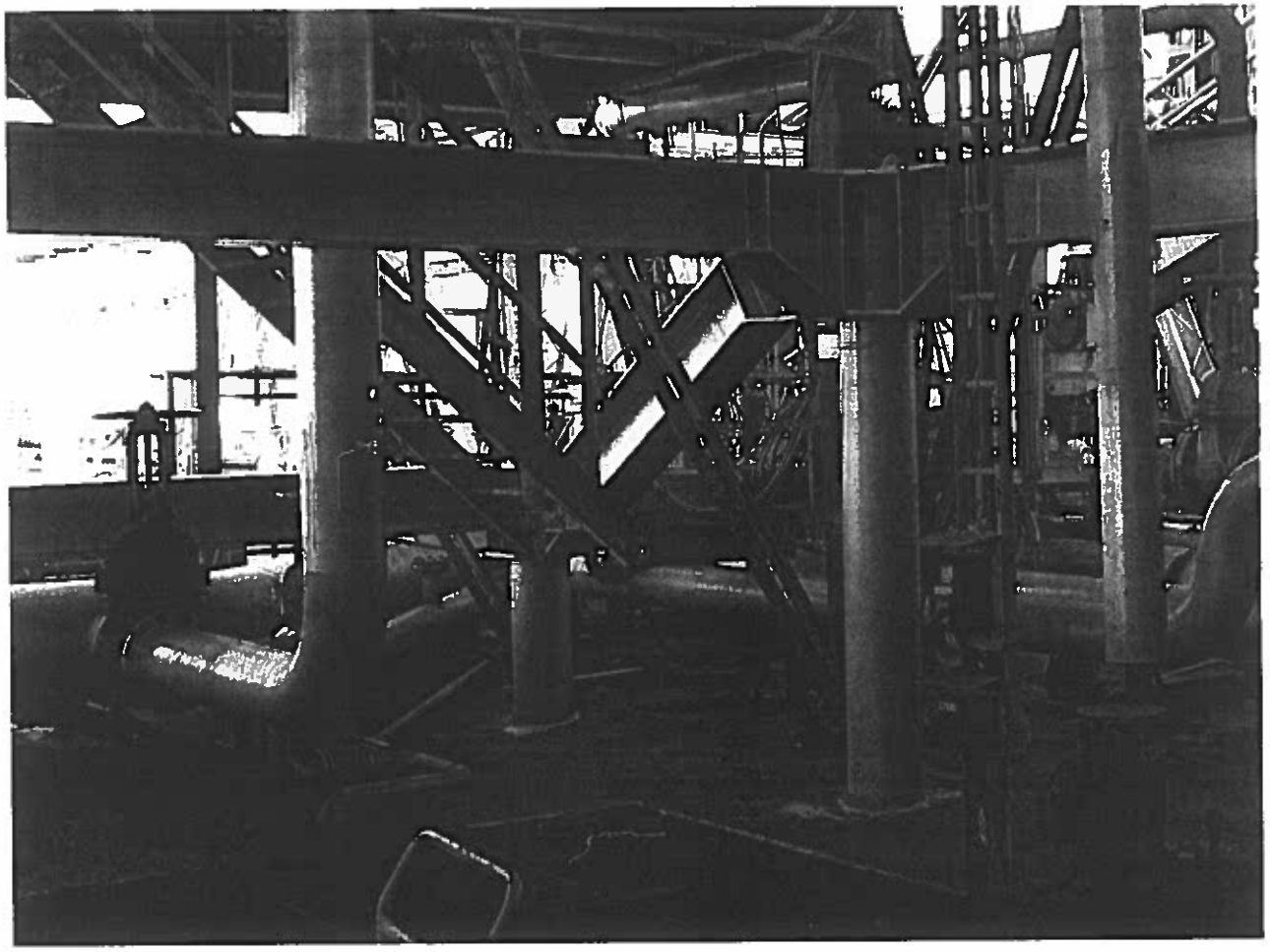
Kræfter i ben: 65 tons, 75 tons og 35 tons

Shell-terminalen. Jetty II



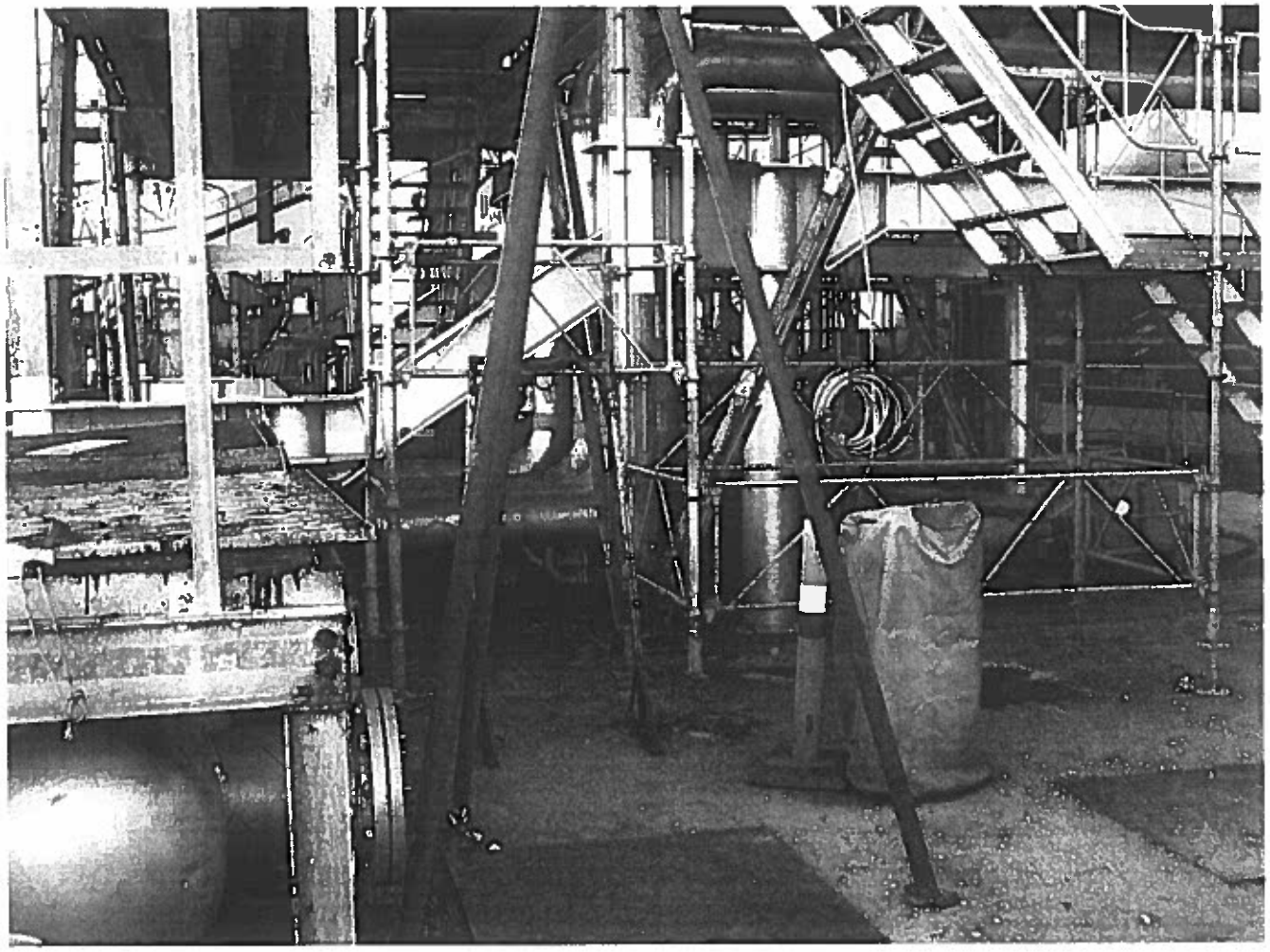
Uhyre trange pladsforhold og rørinstallationer
Bemærk: Vibrationsmåler

Shell-terminalen. Jetty II



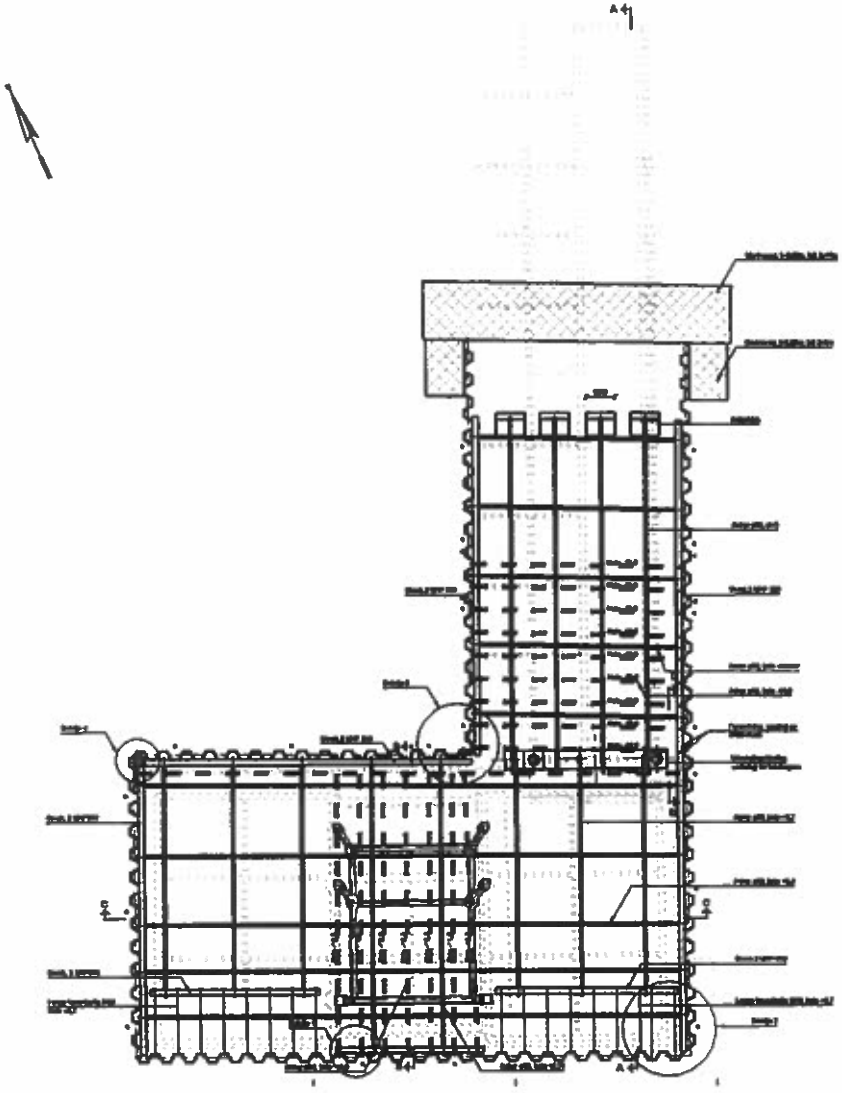
Uhyre trange pladsforhold og rørinstallationer

Shell-terminalen. Jetty II



Uhyre trange pladsforhold og rørinstallationer

Shell-terminalen. Jetty II



Forskellige forankrings-principper:

- Eet ankerniveau
- To ankerniveauer

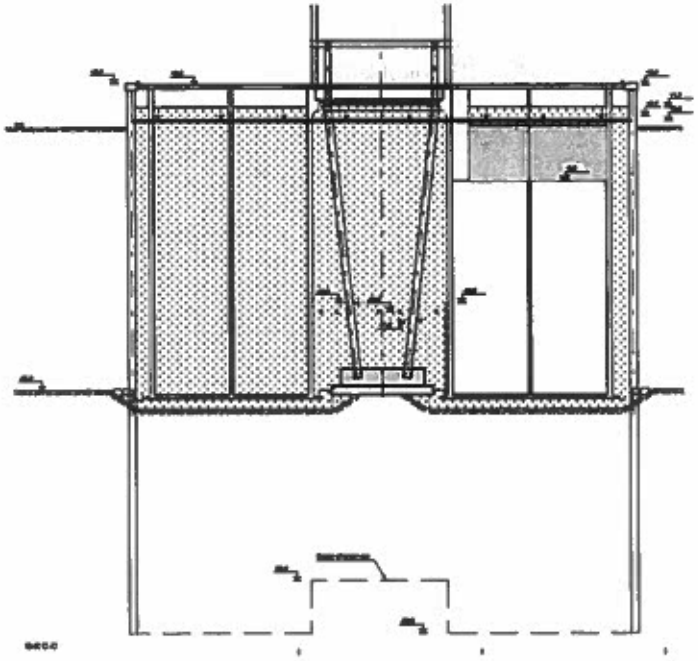
Spunsvægsjern:

- Larssen 606K (2540 cm^3)
- Larssen 605K (2030 cm^3)

Ankre:

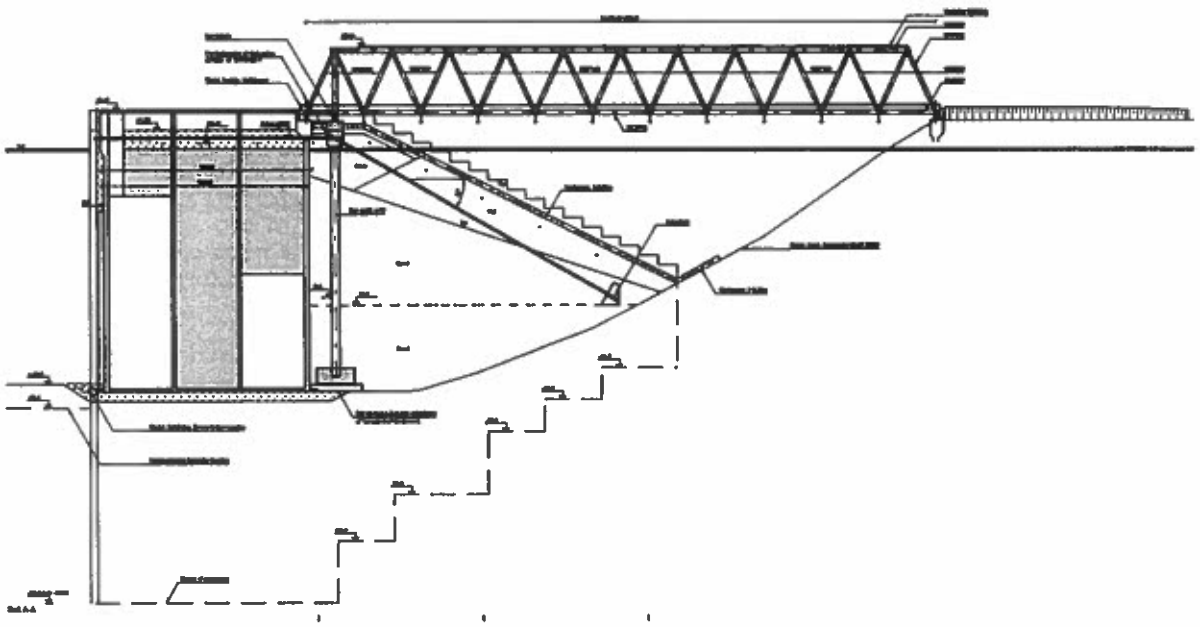
- SAS gevindankre ø50

Shell-terminalen. Jetty II



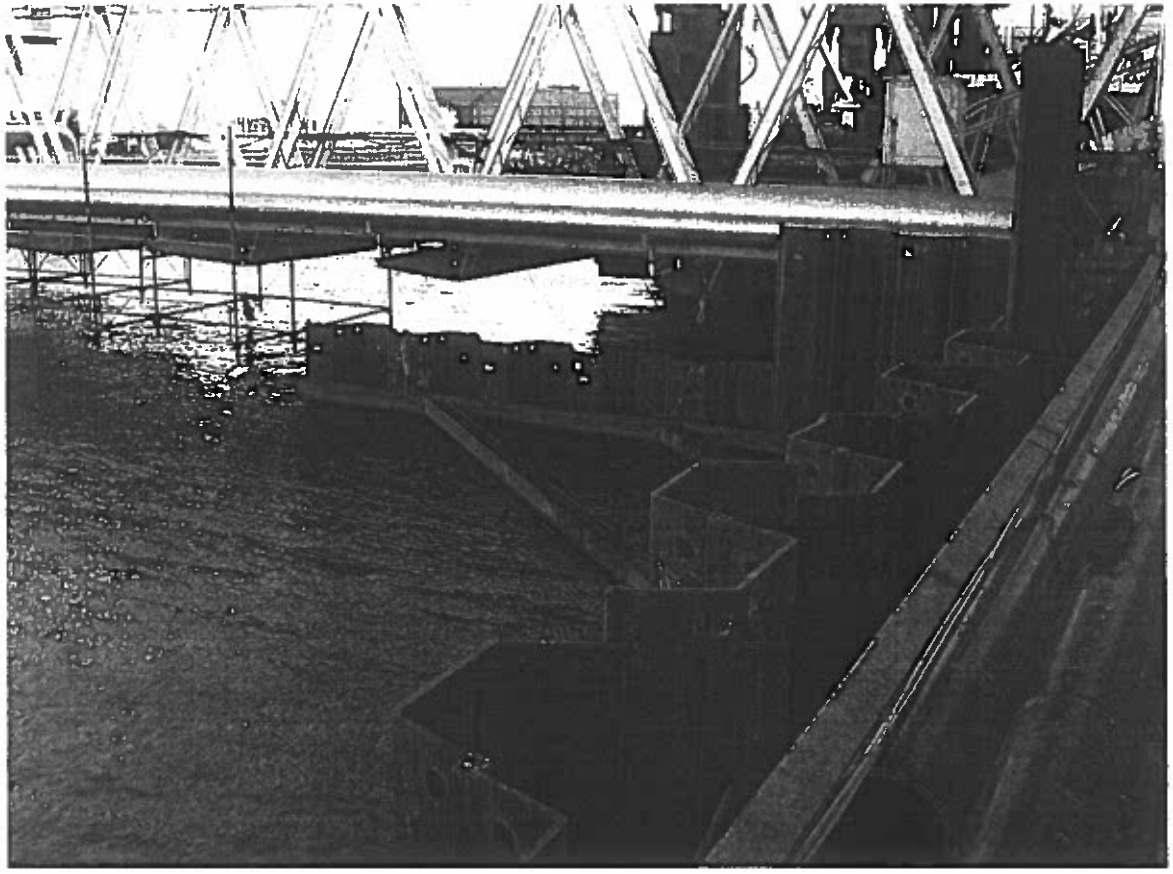
Bemærk: Spring i rammekoter

Shell-terminalen. Jetty II



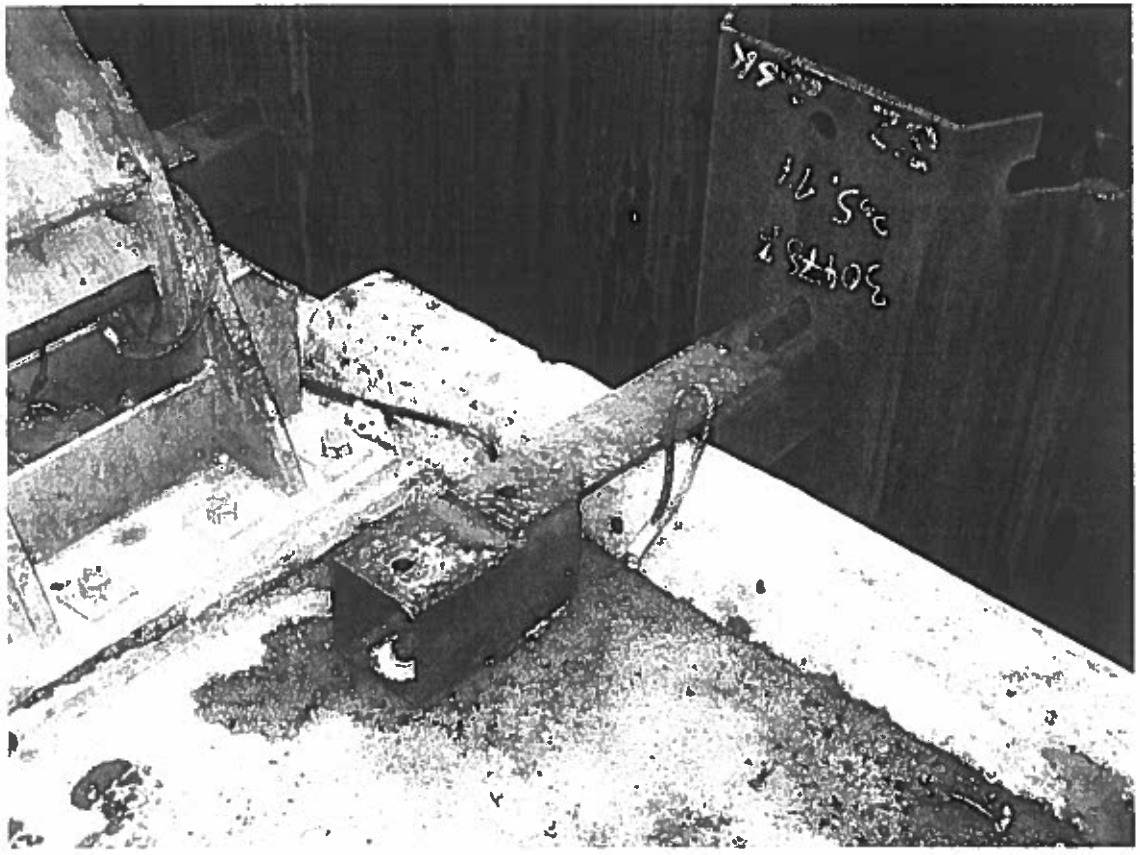
- Aftrapning af spunsvæg for at bevare gennemstrømning
- Forankringsblokkene i kote –10 m (under broen) er besværlige

Shell-terminalen. Jetty II



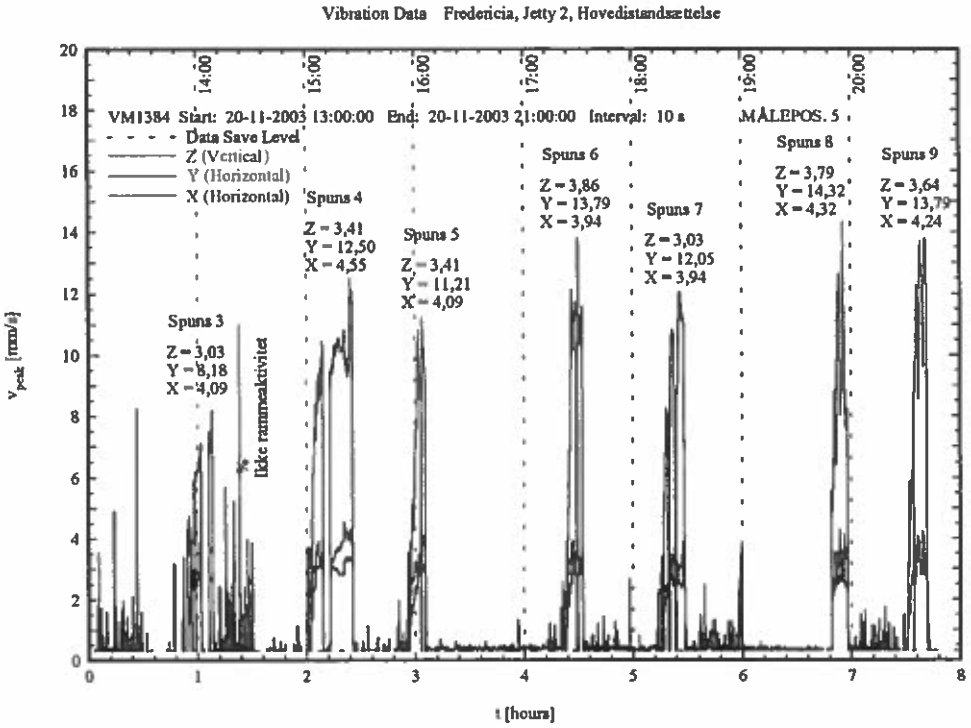
Eks. på interims-afstivning af fløj-vægge

Shell-terminalen. Jetty II



Eks. på interims-afstivning af spuns-vægsjern

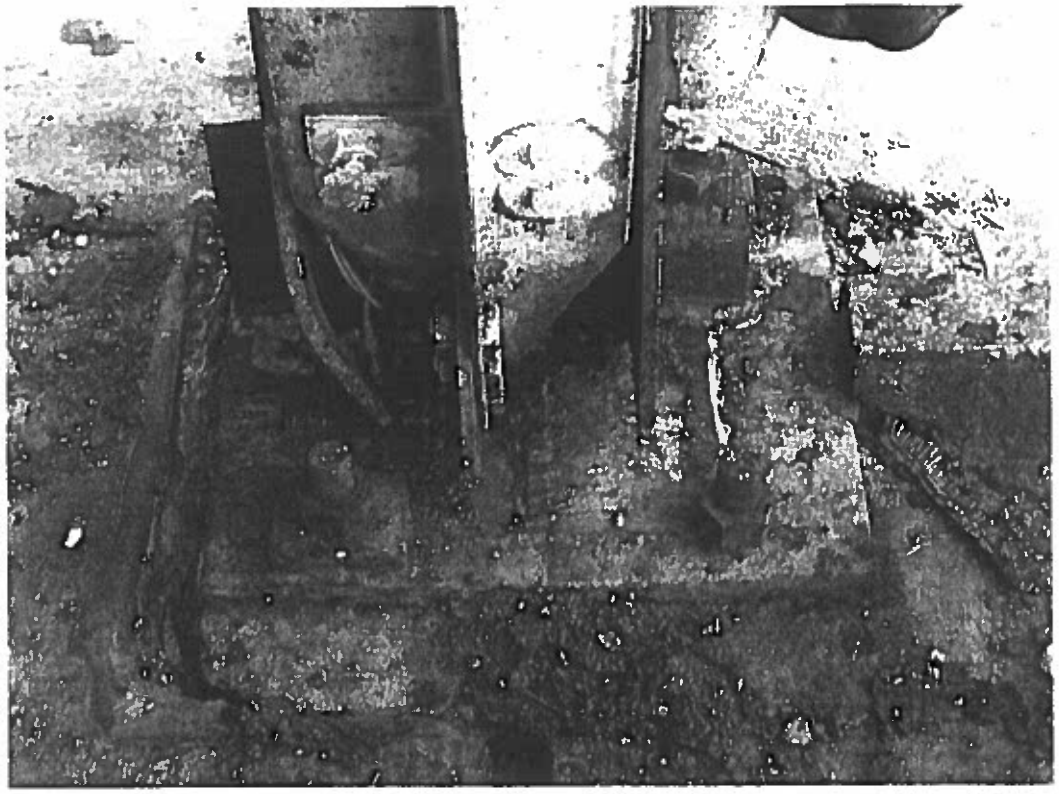
Shell-terminalen. Jetty II



Vibrationsmålinger, eksemplet er fra slangetårnet

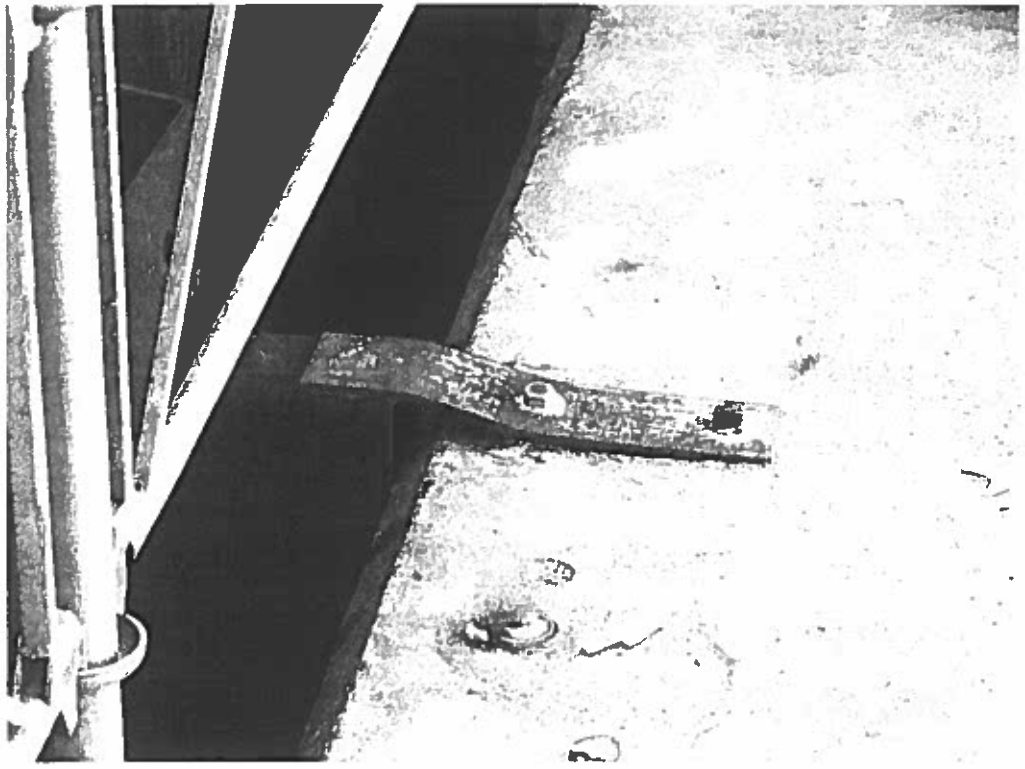
Under ramningen (skærpet overvågning) var foreskrevet følgende:
Sænkekasser: v < 7,5 mm/sek, undtagelsesvist 10 mm/sek (ved rammestedet)
Slangetårn: v < 15 mm/sek

Shell-terminalen. Jetty II



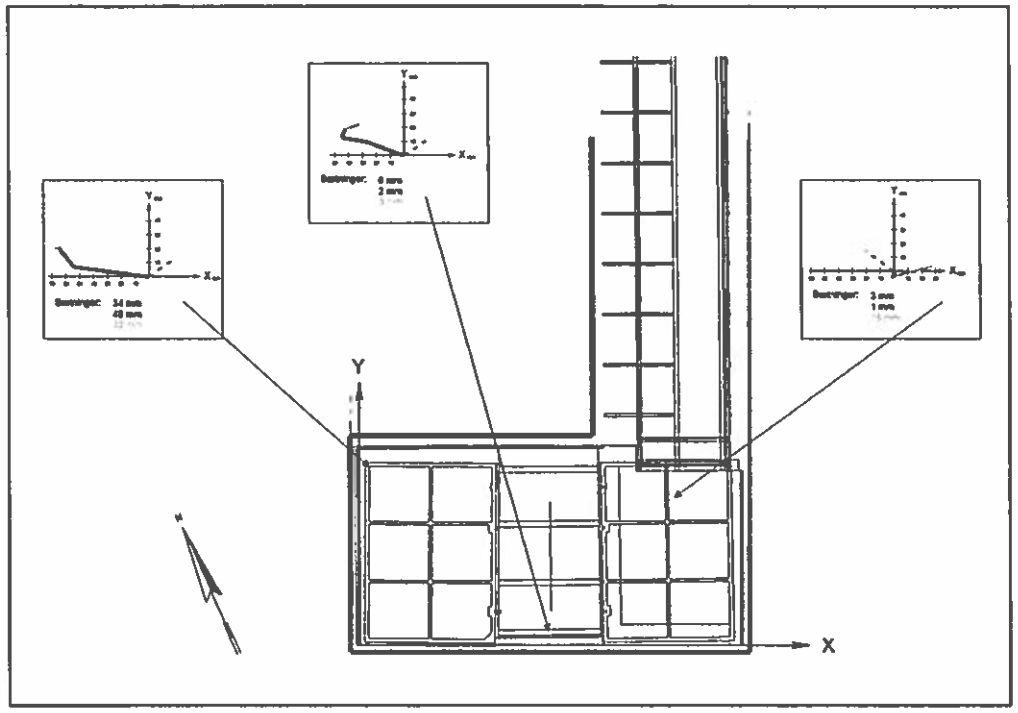
Bevægelser:
Gl. vederlag, fastgjort til sænkekasse, bevæger sig i forhold til friskåret ben på slangetårn.

Shell-terminalen. Jetty II



Bevægelser:
Deformation af interimsafstivning fra sætninger af sænkekasse efter montering af afstivning (4 – 5 cm)

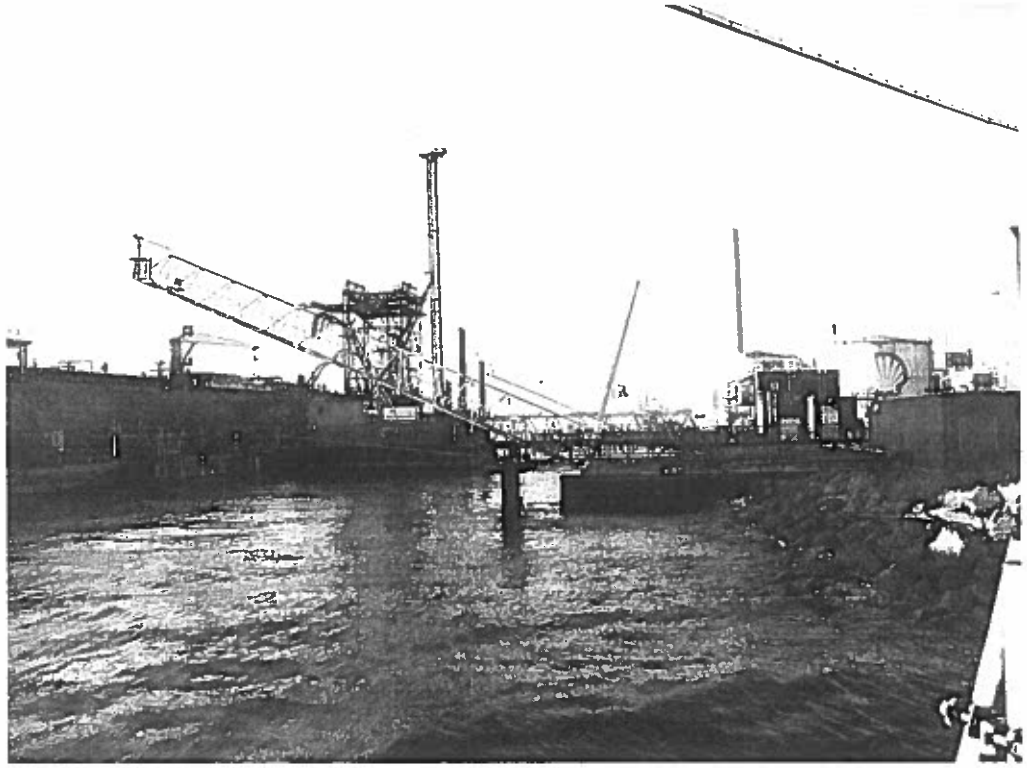
Shell-terminalen. Jetty II



Sætninger mv. på grund af spunsvægsramning:

- **Generelle sætninger ~10 mm**
- **Differenssætninger over sænkekasser ~40 mm (SV) og ~20 mm (SØ)**
- **Komprimering af underliggende rallag 4 – 8 % ved øst- henh. Vestside**
- **Sænkekasse øst "mere stabil" end sænkekasse vest**

Shell-terminalen. Jetty II



Restarbejder, ultimo jan. 2004:

- Resterende forankrings-arbejder
- Sandindfyldning fra land (kamre med "møgspre-der" og sandindpump-ning)
- Fremrykning af fender-linie ca. 0,5 m
- Aptering (hammer mv.)

Planlagt afslutning: April 2004

HIRTSHALS HAVN – FLYTNING AF VESTLIG DÆKMOLE:

Bygherre:	Kystdirektoratet
Rådgiver:	Rambøll, Ålborg
Entreprenør:	Per Aarsleff A/S
Udførelsesperiode:	Januar 03 - Februar 04
Entreprisesum:	43.434.343,00 kr.

HOVEDMÆNGDER:

Bortgravning af sand og ler:	105.000 m^3
Optrækning af eksisterende spuns:	7.600 m^2
Optrækning af pæle:	250 stk.
Nedbrydning af betonfyldt tømmerkiste:	38 lbm.
Fjernelse af sten og ral i eksisterende mole:	135.000 m^3
Levering af nye brudsten op til 24 tons:	62.000 m^3
Indbygning af eksisterende sten i ny mole:	135.000 m^3
Levering og udlægning af filterdug:	35.000 m^2
Levering og ramning af spunsjern:	160 tons

KØRENDE MATERIEL:

GRAVEMASKINER:

120 t hydraulisk:	Hitachi EX 1200 m. GPS og IHC maskinstyring
90 t hydraulisk:	CAT 375 m. GPS og IHC maskinstyring
90 t hydraulisk:	CAT 375
80 t hydraulisk:	CAT 245 m. GPS og IHC maskinstyring samt long stick 20 m
45 t hydraulisk:	CAT 345
100 t wiremaskine:	American 7260

GUMMIGEDE:

60 t gummiged:	Komatsu WA 600 m. vejecomputer

DUMPERE:

50 tons dump truck:	CAT 769

Kystdirektoratet, Ramboll, Aarsleff

FLYDENDE MATERIEL:

UDDYBNINGSFARTØJER:

Mjolner R:	Komatsu PC 3000, 300 tons hydraulisk gravemaskine m. GPS og maskinstyring
Jette SAJ:	CAT 235, 45 tons hydraulisk gravemaskine m. 2 splitpramme
Ricky:	Demag 300 tons hydraulisk gravemaskine m. GPS og maskinstyring m. 2 splitpramme

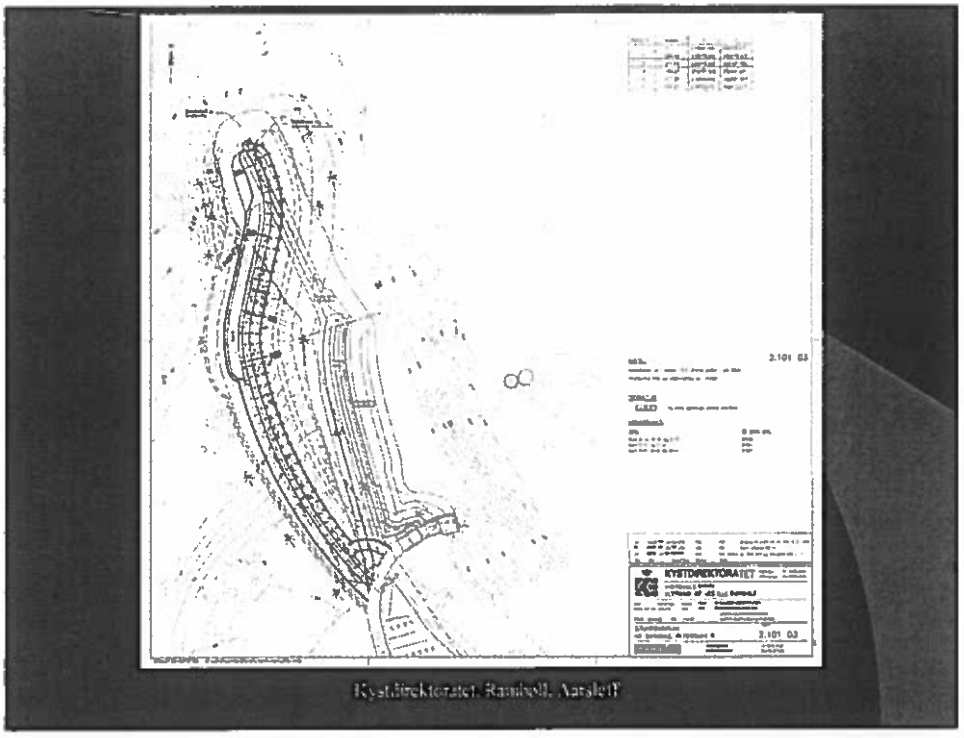
SLÆBEBÅDE:

Per Aarsleff A/S:	Aarsleff X
Svendborg Bugser:	Svensund og Storesund

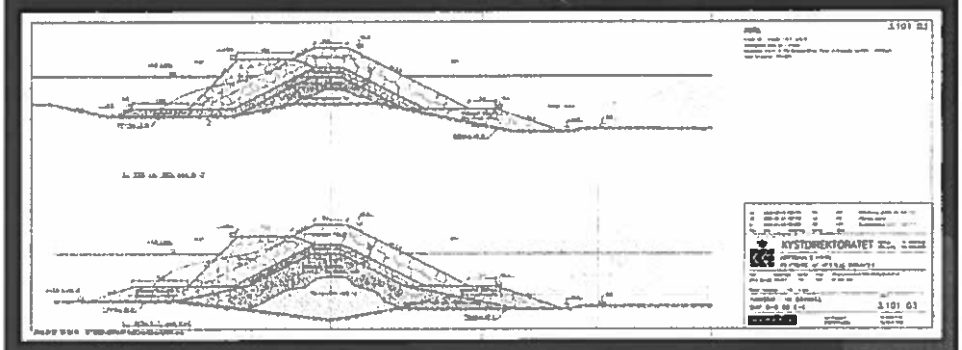
STENPRAMME:

1000 tons:	PAA 104
2000 tons:	PAA 102
2500 tons:	E3504

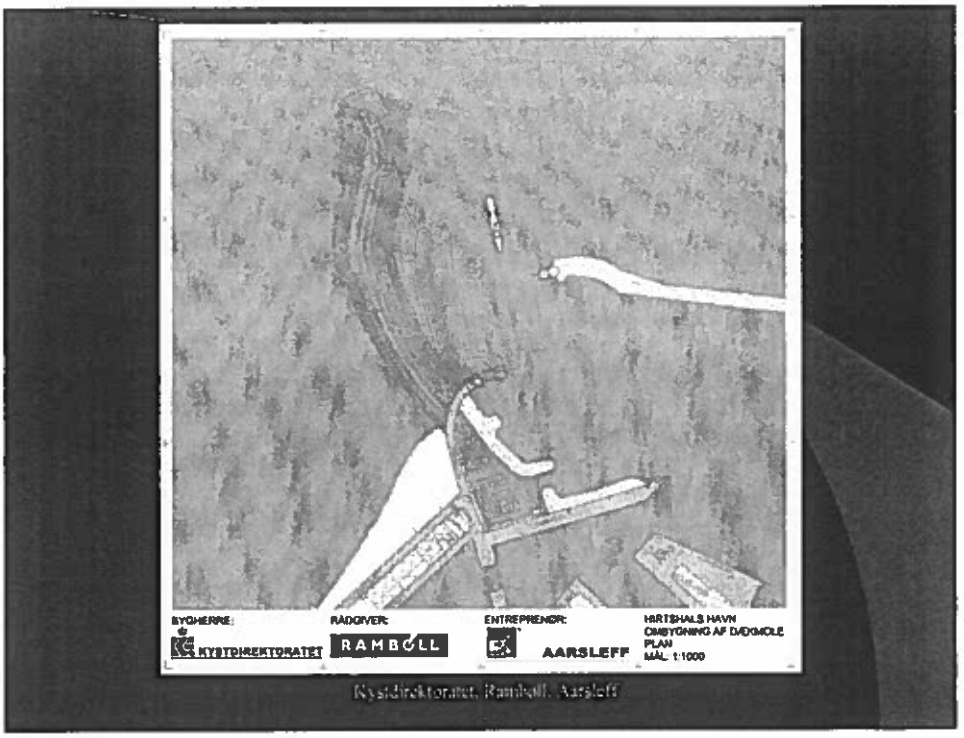
Kystdirektoratet, Ramboll, Aarsleff



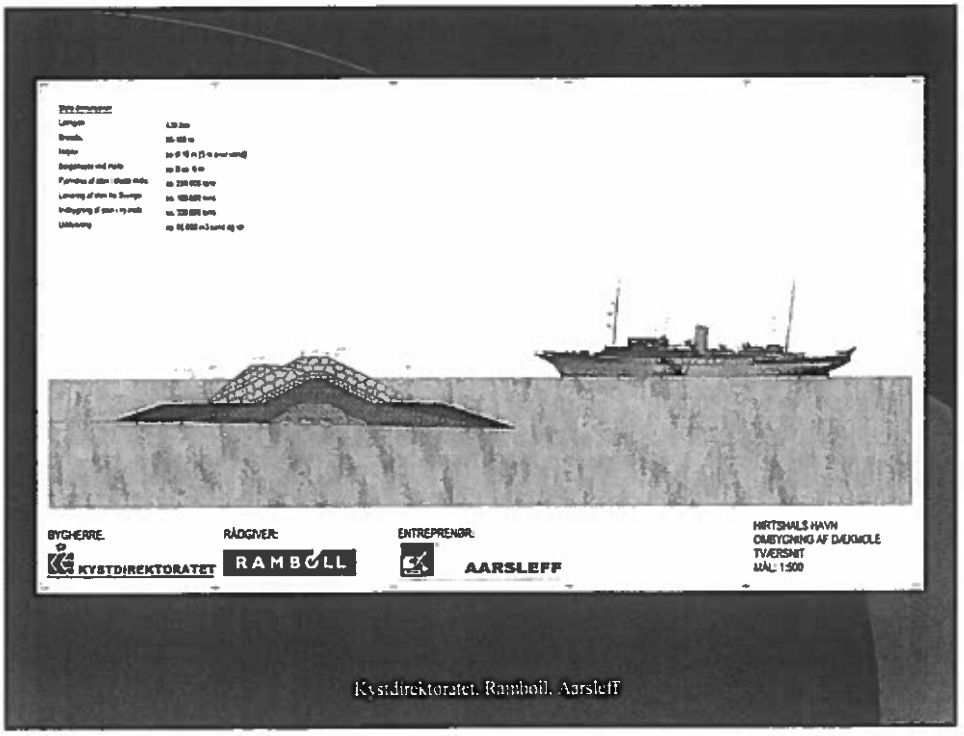
Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff



Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff



Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff



Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff

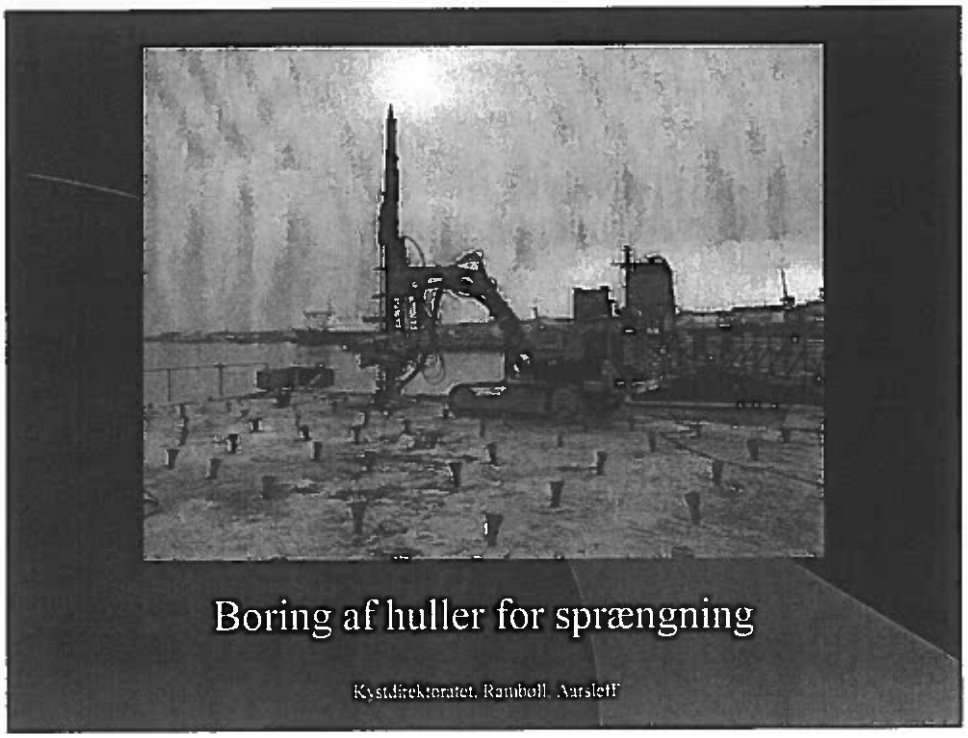
Opbygning af stendepot

Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff

Kørevej langs bølgeskærm under opbygning

Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff


De store mængder af sten kræver et stort areal
Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff

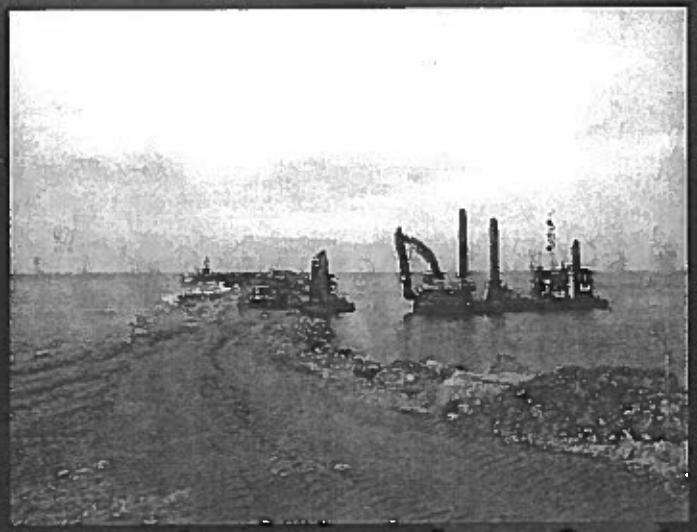

Boring af huller for sprængning
Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff

Molehovedet få minutter efter sprængning

Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff

Opgravning af den eksist. dækmole

Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff



Opgravningen og sorteringen af sten i fuld gang

Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff

Overraskelser som sammenkitning af stenene kan gøre arbejdet besværligt

Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff

Optrækning af spuns foretaget med vibrator

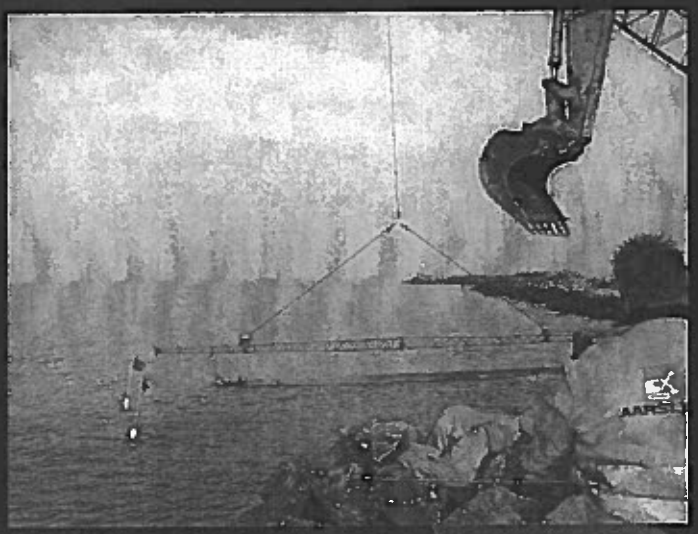
Kystdirektoratet, Ramboll, Aarsleff

Syning af filterdug

Kystdirektoratet, Ramboll, Aarsleff

Fiberdugen syes sammen af 3 baner

Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff

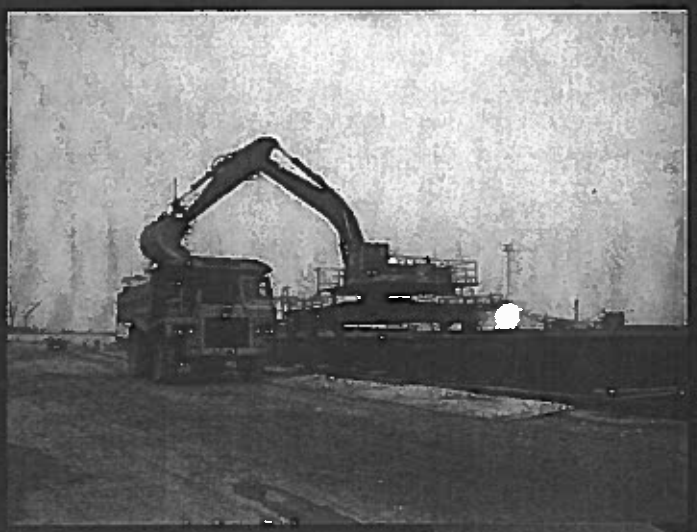


Udlægning af fiberdug

Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff

Begyndelsen på den nye dækmole

Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff



Filtersten fragtet med skib fra Sverige

Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff

De første 30 m af molefoden

Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff

Arbejdet skrider roligt og sikkert fremad

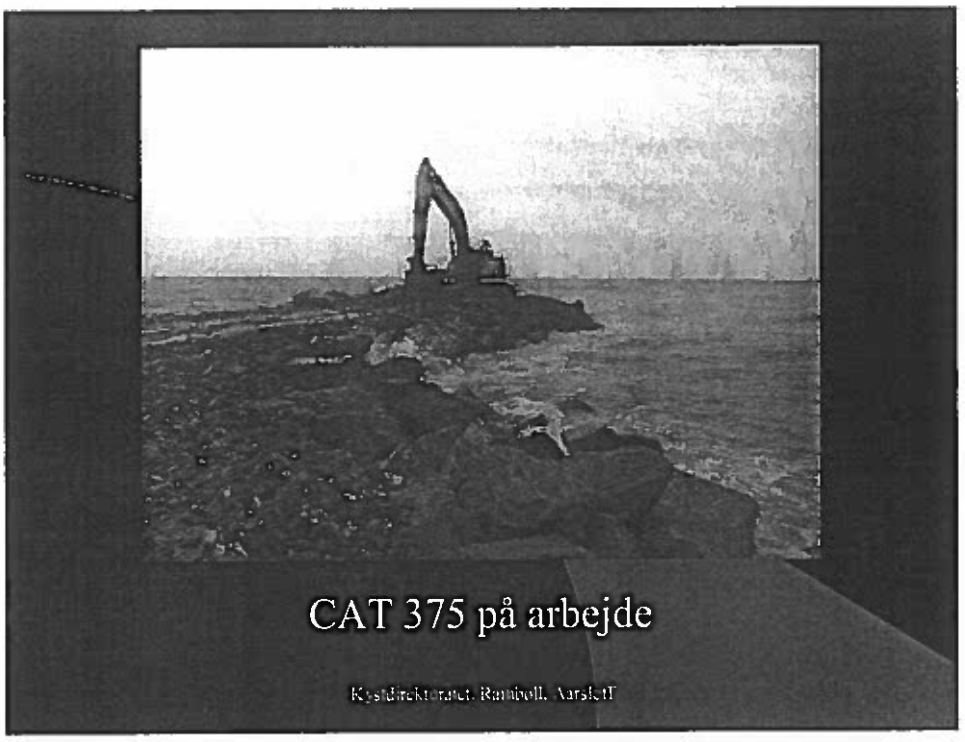
Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff

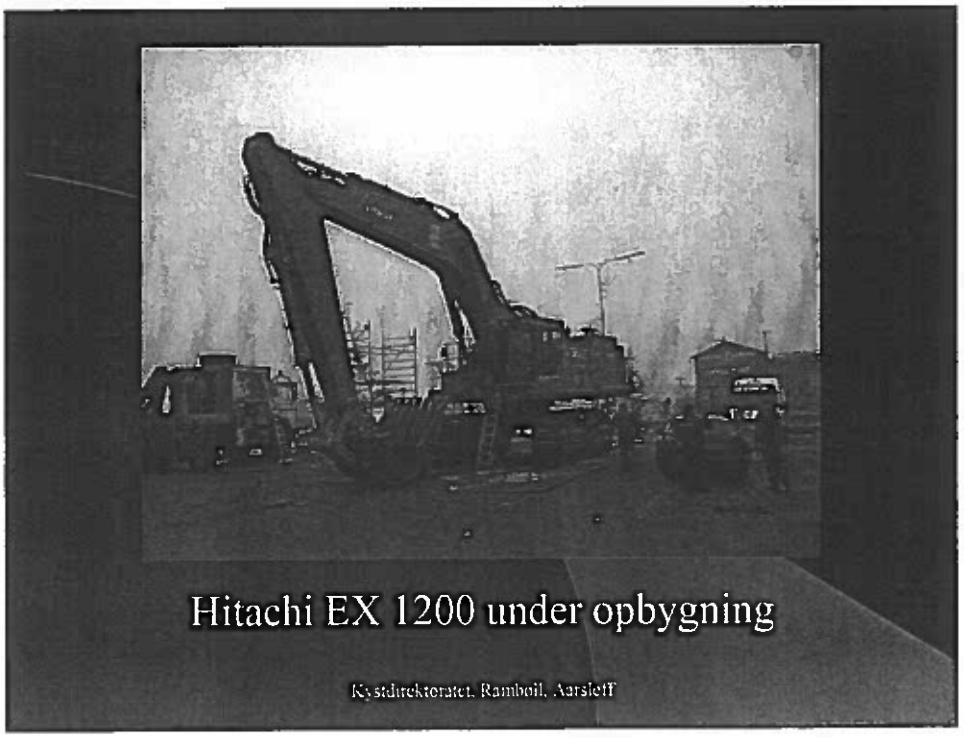
Losning af 10-20 tons sten fra pram

Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff

De første dæksten udlagt d. 4. April

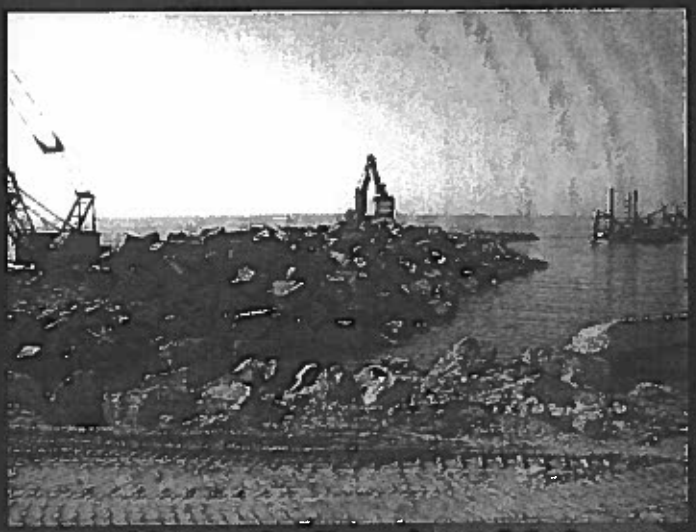
Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff


CAT 375 på arbejde
Kystdirektoratet, Ramboll, Aarsleff


Hitachi EX 1200 under opbygning
Kystdirektoratet, Ramboll, Aarsleff

Hitachi EX 1200 er en af Danmarks største gravemaskiner på land

Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff



Arbejdet med udlægning af dæksten kræver stort grej

Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff

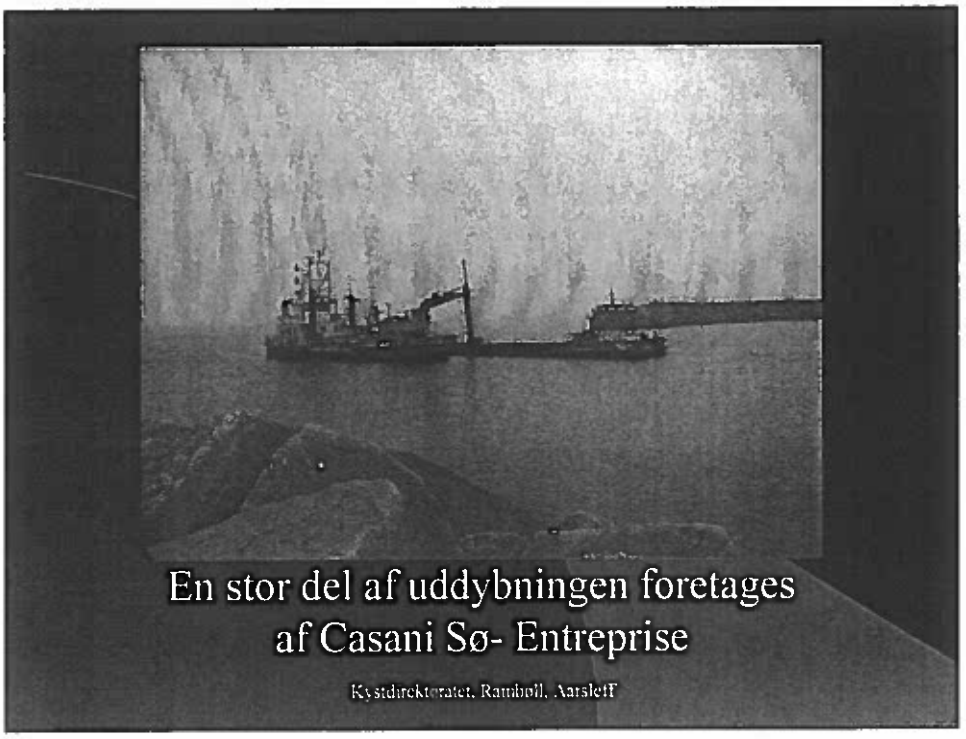
Dækmolen begynder efterhånden at tage form

Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff

Luftfoto af molebyggeriet taget i August

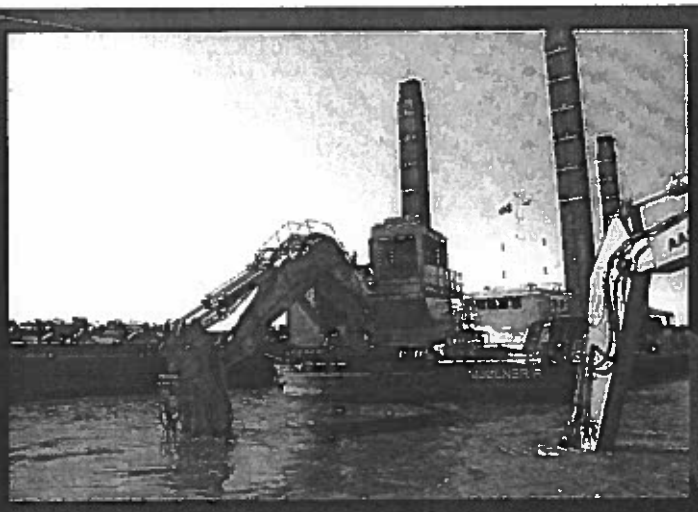
Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff


Uddybning til kote –9 øst for den nye dækmole
Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff


En stor del af uddybningen foretages af Casani Sø- Entreprise
Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff

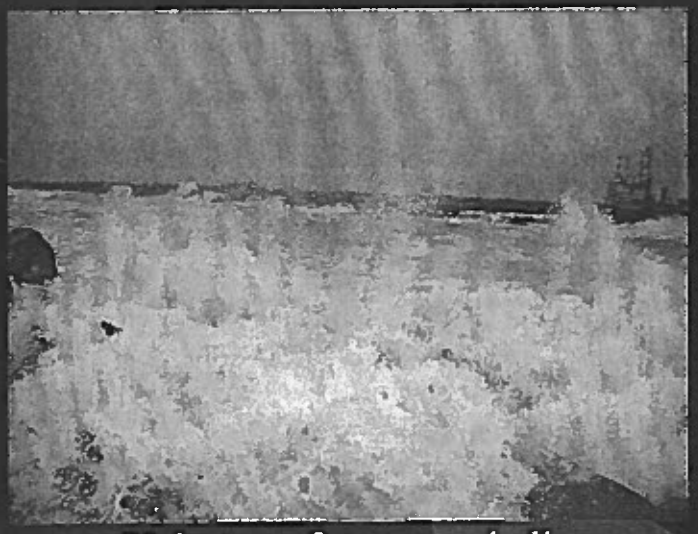

Uddybning med Hitachi wirekran
Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff


Uddybning fra arbejdspram med egne maskiner og pram
Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff



Størstedelen af uddybningen er foretaget med Mjølner R

Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff



Vejret er ofte en vanskelig modstander i vandbygningsarbejder

Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff

Prins Henrik på besøg under årets sommertogt til Hirtshals

Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff

Prins Henrik på lønningslisten hos Aarsleff

Kystdirektoratet, Rambøll, Aarsleff


Tak for opmærksomheden
på vegne af:
Per Aarsleff A/S
Kystdirektoratet Rambøll Aarsleff

Hirtshals Havn – Flytning af vestlig dæmmole

Bygherre:	Kystdirektoratet
Rådgiver:	Rambøll, Ålborg
Entreprenør:	Per Aarsleff A/S
Udførelsesperiode:	Januar 03 – Februar 04
Entreprisesum:	43.434.343,00 DKK

Hovedmængder:

Bortgravning af sand og ler:	105.000 m^3
Optrækning af eksisterende spunsjern:	7600 m^2
Optrækning af pæle:	250 stk.
Nedbrydning af betonfyldt tømmerkiste:	38 lbm.
Fjernelse af sten og ral i eksisterende mole:	135.000 m^3
Levering af nye brudsten op til 24 tons:	62.000 m^3
Indbygning af eksisterende sten i ny mole:	135.000 m^3
Levering og udlægning af filterdug:	35.000 m^2
Levering og ramning af spunsjern:	160 tons

Kørende materiel:

120 t hydraulisk gravemaskine:	Hitachi EX 1200 m. GPS og IHC maskinstyring
90 t hydraulisk gravemaskine:	CAT 375 m. GPS og IHC maskinstyring
90 t hydraulisk gravemaskine:	CAT 375
80 t hydraulisk gravemaskine:	CAT 245 m. GPS og IHC maskinstyring samt long stik 20 m
45 t hydraulisk gravemaskine:	CAT 345
100 t wiremaskine:	American 7260
60 t gummiged :	Komatsu WA 600
50 t dump truck:	CAT 769

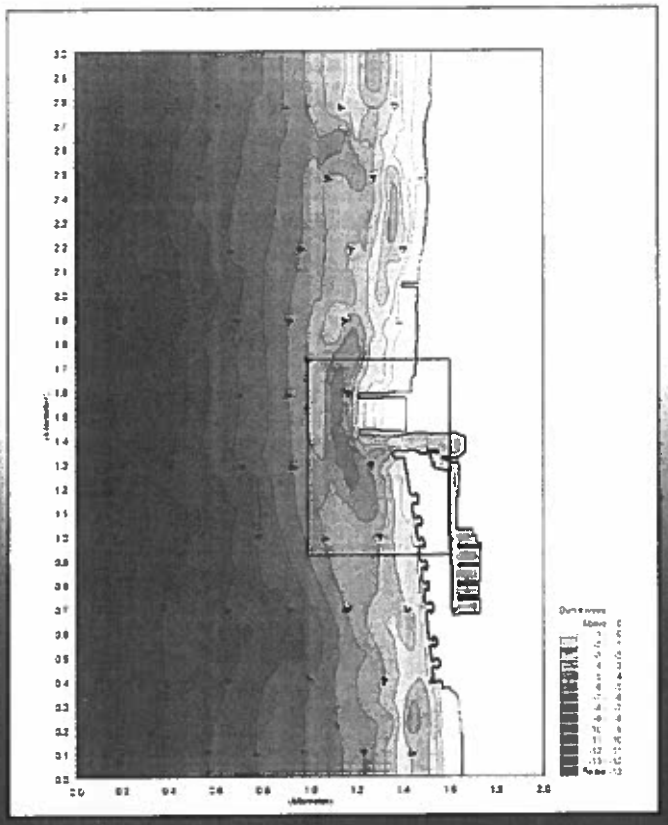
Flydende materiel:

Uddybningsfartøj:	Mjølner R m. Komatsu PC 3000, 300 t hydraulisk gravemaskine
Uddybningsfartøj:	Jette SAJ m. CAT 235, 45 t hydraulisk gravemaskine m. 2 splitpramme
Uddybningsfartøj:	Rocky, Demag, 300 t hydraulisk gravemaskine m. GPS og maskinstyring m. 2 splitpramme
Slæbebåd:	Aarsleff X, Per Aarsleff A/S
Slæbebåd:	Sveasund og Storesund, Svendborg Bugser
Stenpram 1000 tons:	PAA 104, Per Aarsleff A/S
Stenpram 2000 tons:	PAA 102, Per Aarsleff A/S
Stenpram 2500 tons:	E3504, Smite Transport

Modellering af tilsandingsproblemer ved Thorsminde

Erik Østergaard Madsen DHI - Institut for Vand og Miljø

Baseret på undersøgelser af DHI for og i samarbejde med Kystdirektoratet

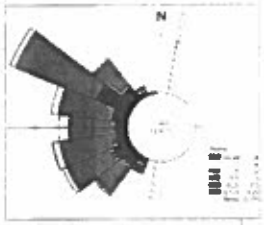


Thorsminde havn :

- **Bygget i 1931**
- **Molekonstruktionerne korte ift. bredden af brændingszonen**
- **Nødvendig dybde: 3.5 m (4.2 m)**
- **Indsejlingen sander hurtigt til ved stormsituationer**
- **Fiskerne må ligge stille**
- **Problemet er først og fremmest den pludselige tilsanding**
- **Udgravning efter hver storm ca. 170,000 m3/år**

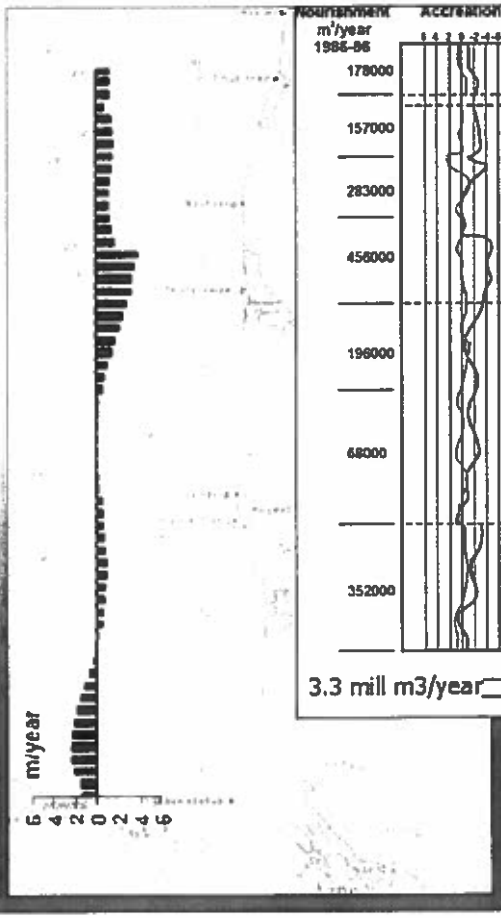
Venstre :

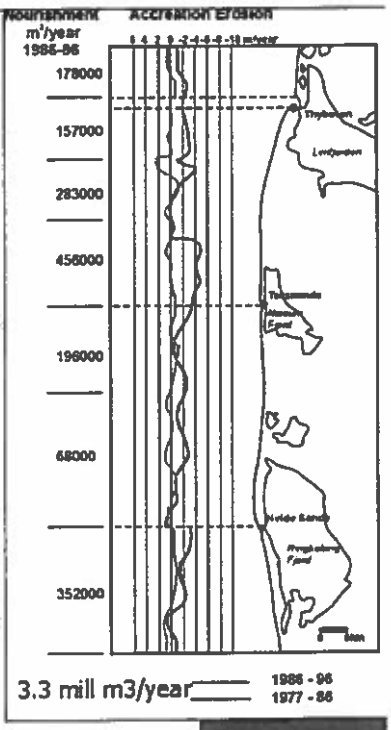
Simuleret langstransport (1992-96)



Midt :

Simuleret kystlinieudvikling (1992-96)

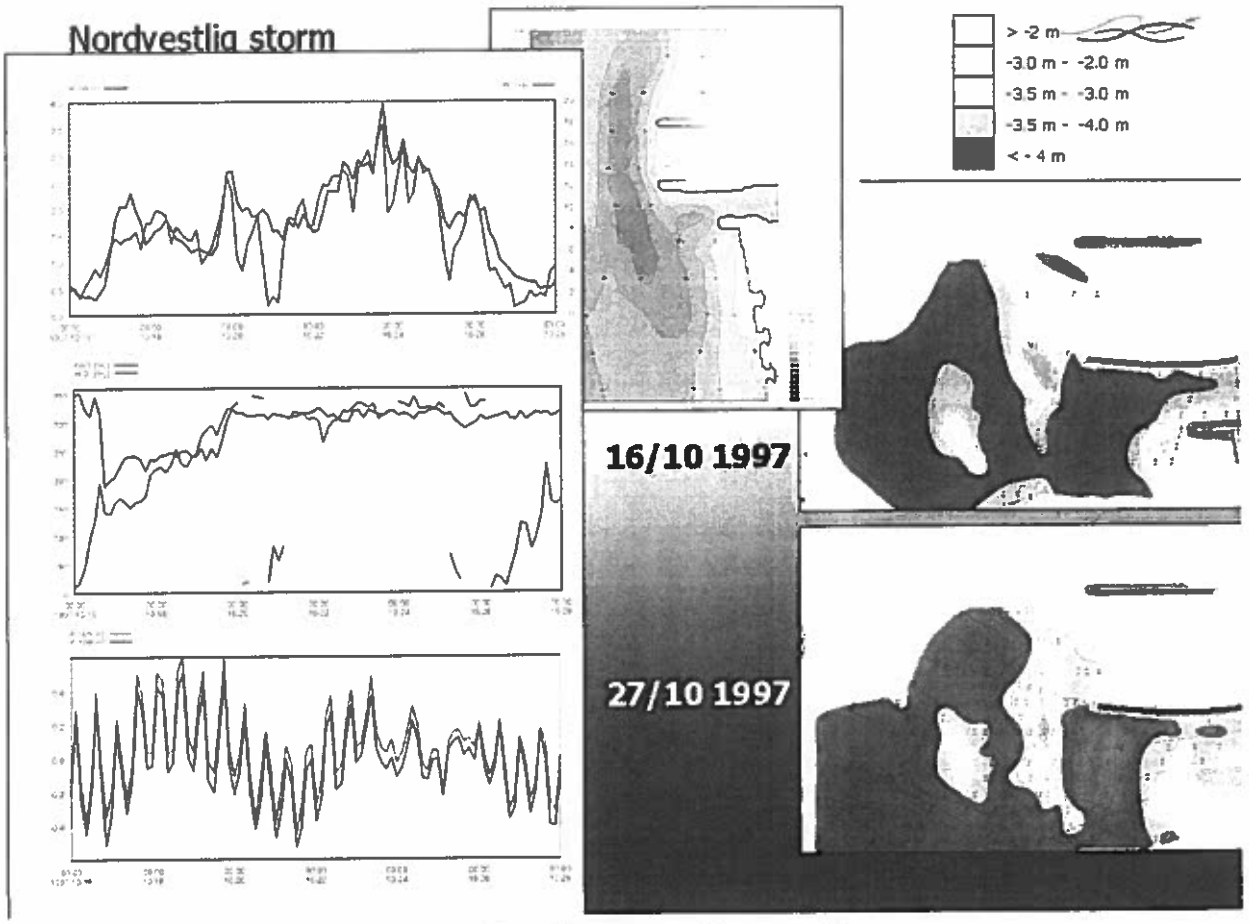




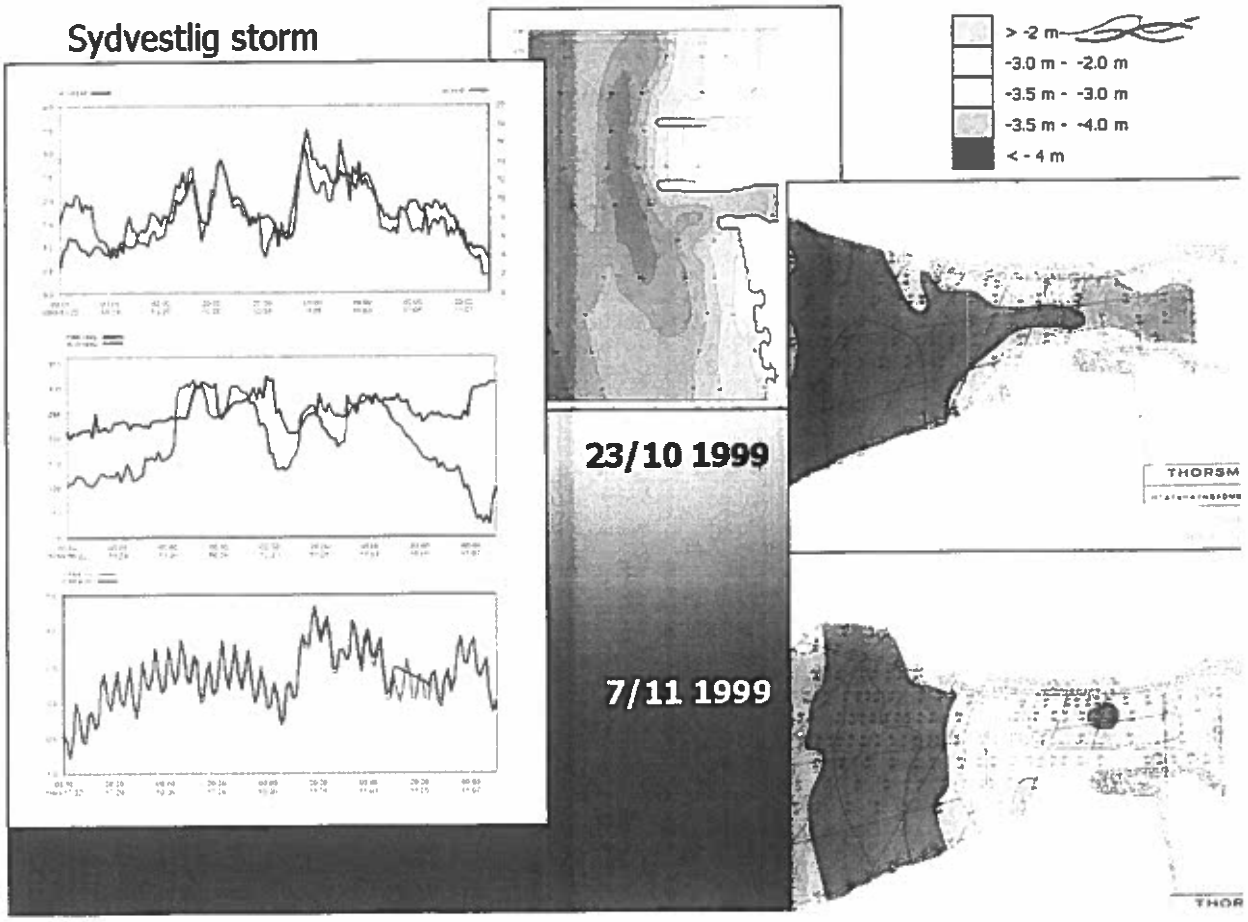
Højre :

Observeret kystlinieudvikling med og uden fodring

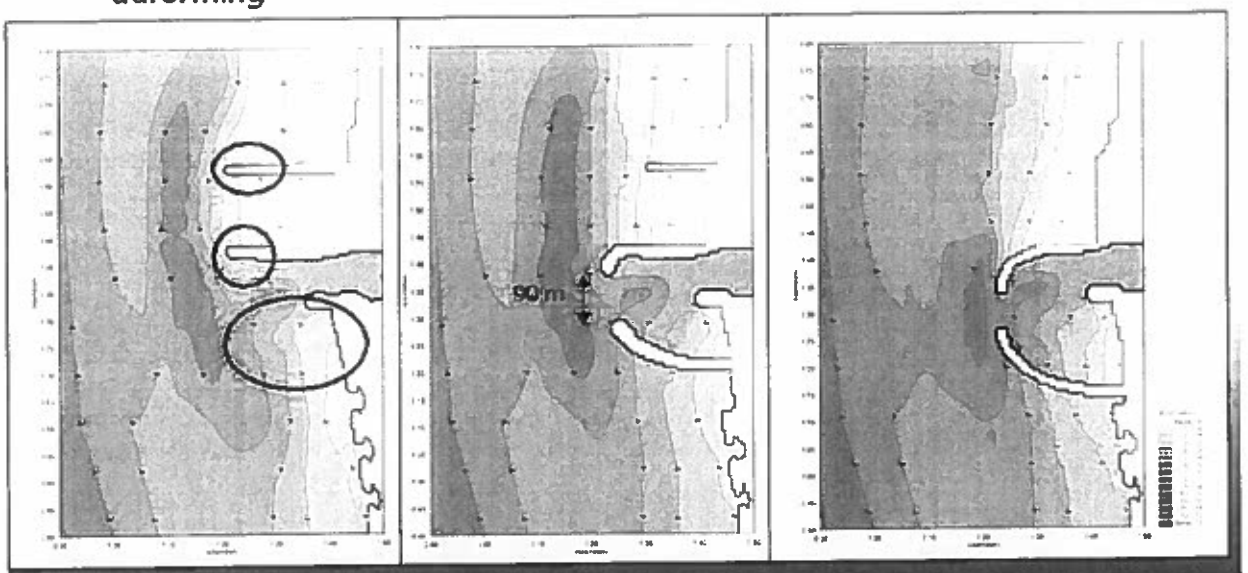
Nordvestlig storm



Sydvestlig storm



Eksisterende udforming | Layout A | Layout B



- Beregne "ligevægtsdybde" foran indsejlingen
- Minimere aflejring
- Forøge by-pass af materiale

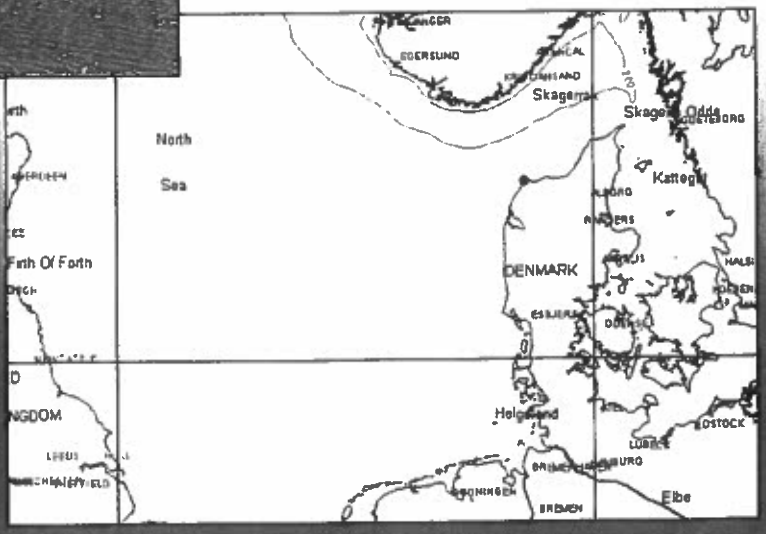
Hanstholm havn

Nettotransport: ca. 1 mio. m3/år

Udgravning: ca. 100.000 m3/år

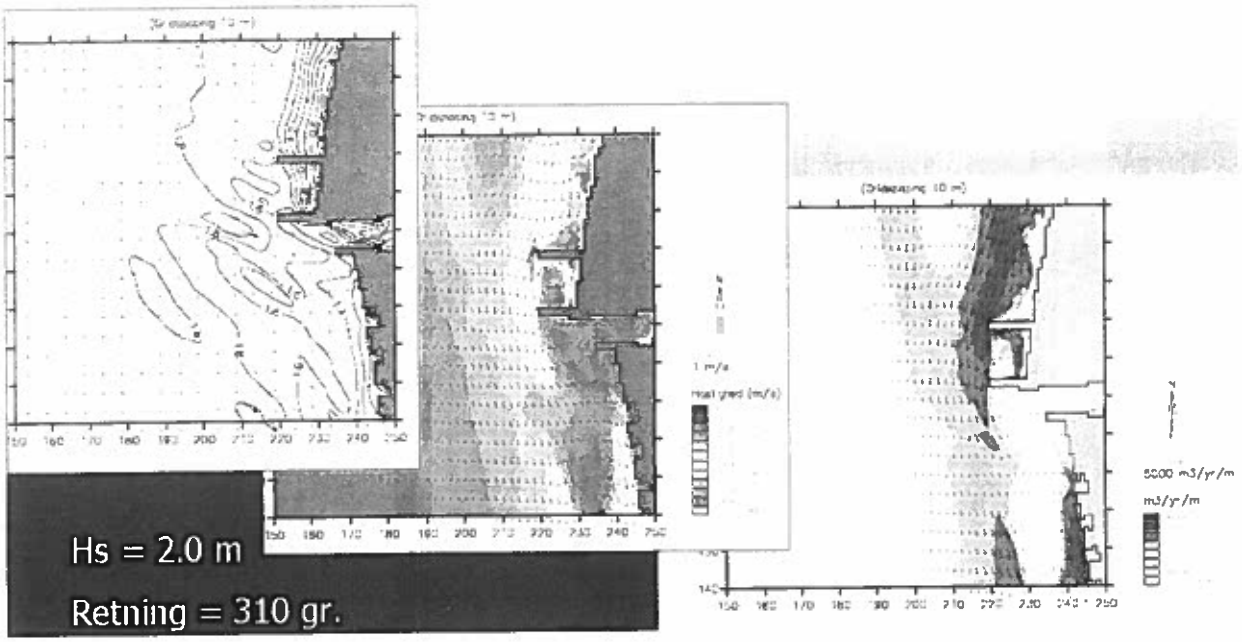
Dybde ved indsejling: 7.5 m

Bredde af indsejling: 140 m

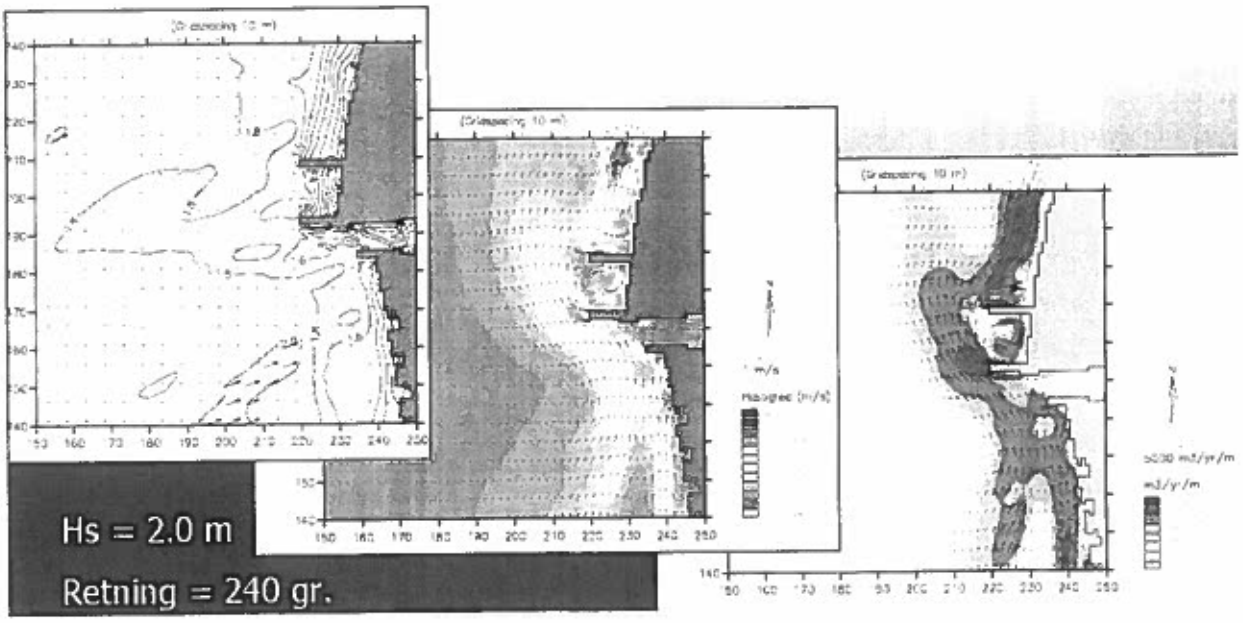


Tidligere undersøgelser:

Aflejringsproblemerne undersøgt med bølge-, strøm- og sedimenttransport modeller på en fast bund



... og tilsvarende fra sydvest



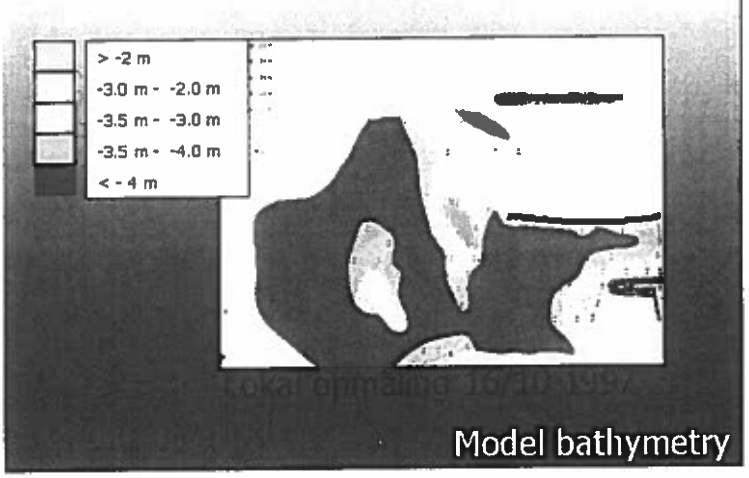
Thorsminde undersøgelse 2003 :

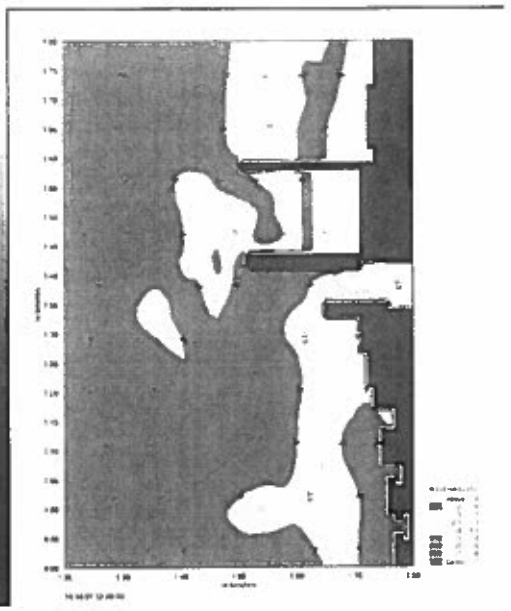
<u>Morfologiske</u> beregninger - bunden opdateres i simuleringer af storme
Mike21 CAMS (<u>C</u>oastal <u>A</u>rea <u>M</u>orphological <u>S</u>hell)

Bathymetry: regional opmåling 1999 og lokale opmålinger omkring indsejling før og efter storme - to udvalgt : en fra <u>NV i 1997</u> og en fra <u>SV i 1999</u>

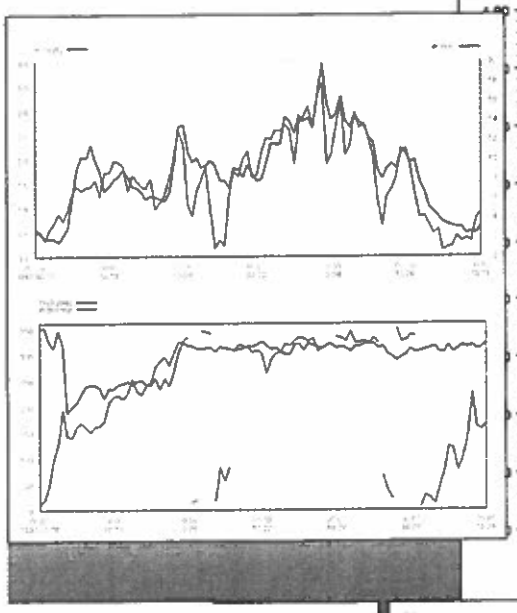
Bølger fra Fjaltring måleren hver tredje time (bølgehøjde, -retning og periode)

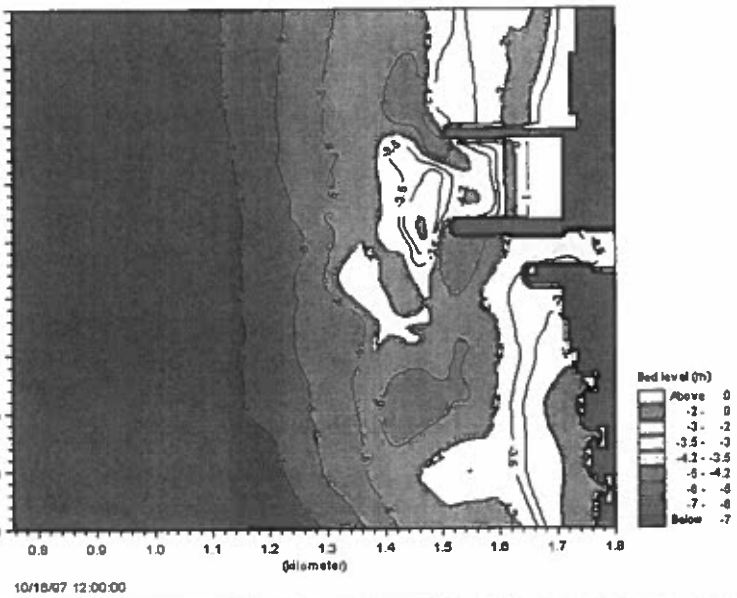
Målte vandstande



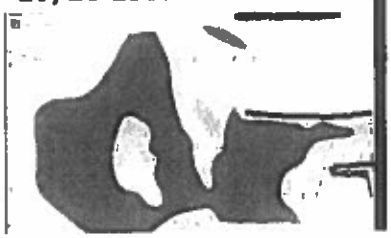


Model kalibrering - NV storm 1997 :





16/10 1997



27/10 1997

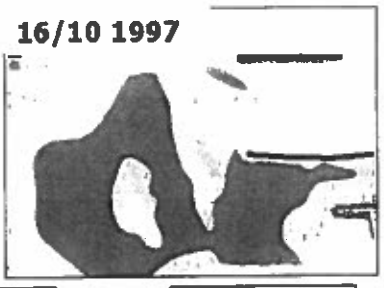
Bølgemodel NSW

Strømningsruhed, M = 48 ($m^{1/3}/s$)

Bølgebrydningskoef. ("Gamma2" i Battjes og Janssen) 1.0

Kalibreringsforsøg :

16/10 1997



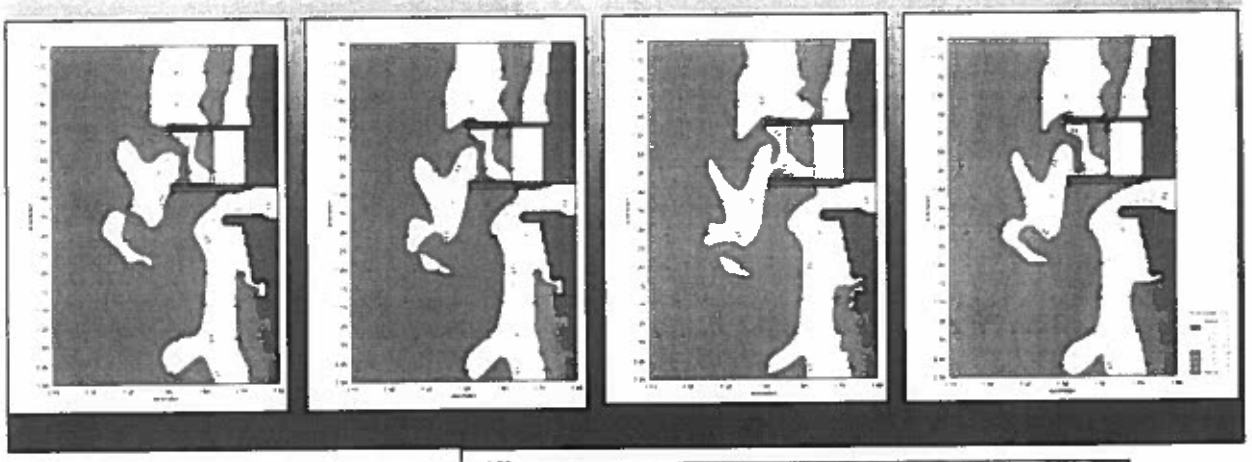
27/10 1997

Wave model	PMS
Gamma2	0.8
M ($m^{1/3}/s$)	32

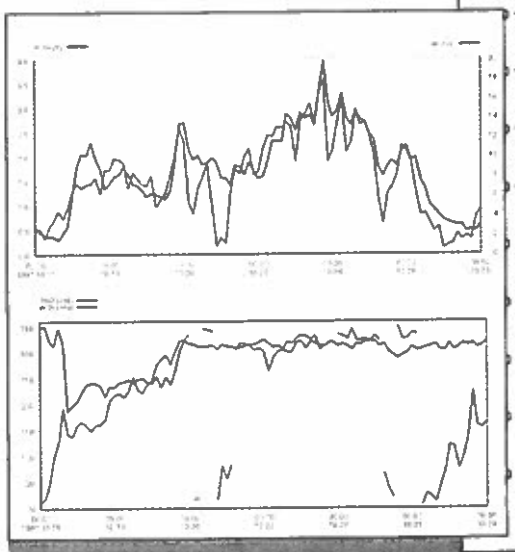
PMS
0.8
48

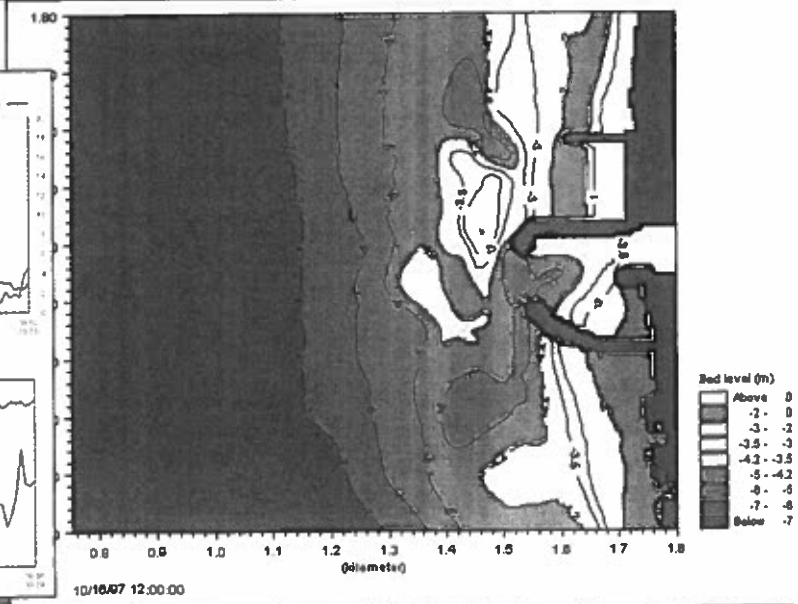
PMS
1.0
48

NSW
1.0
48

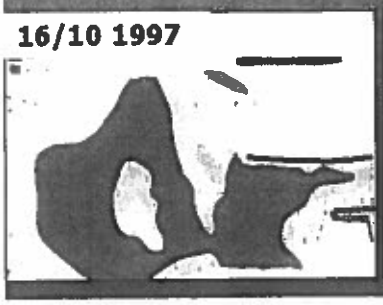


NV storm 1997 - Layout A





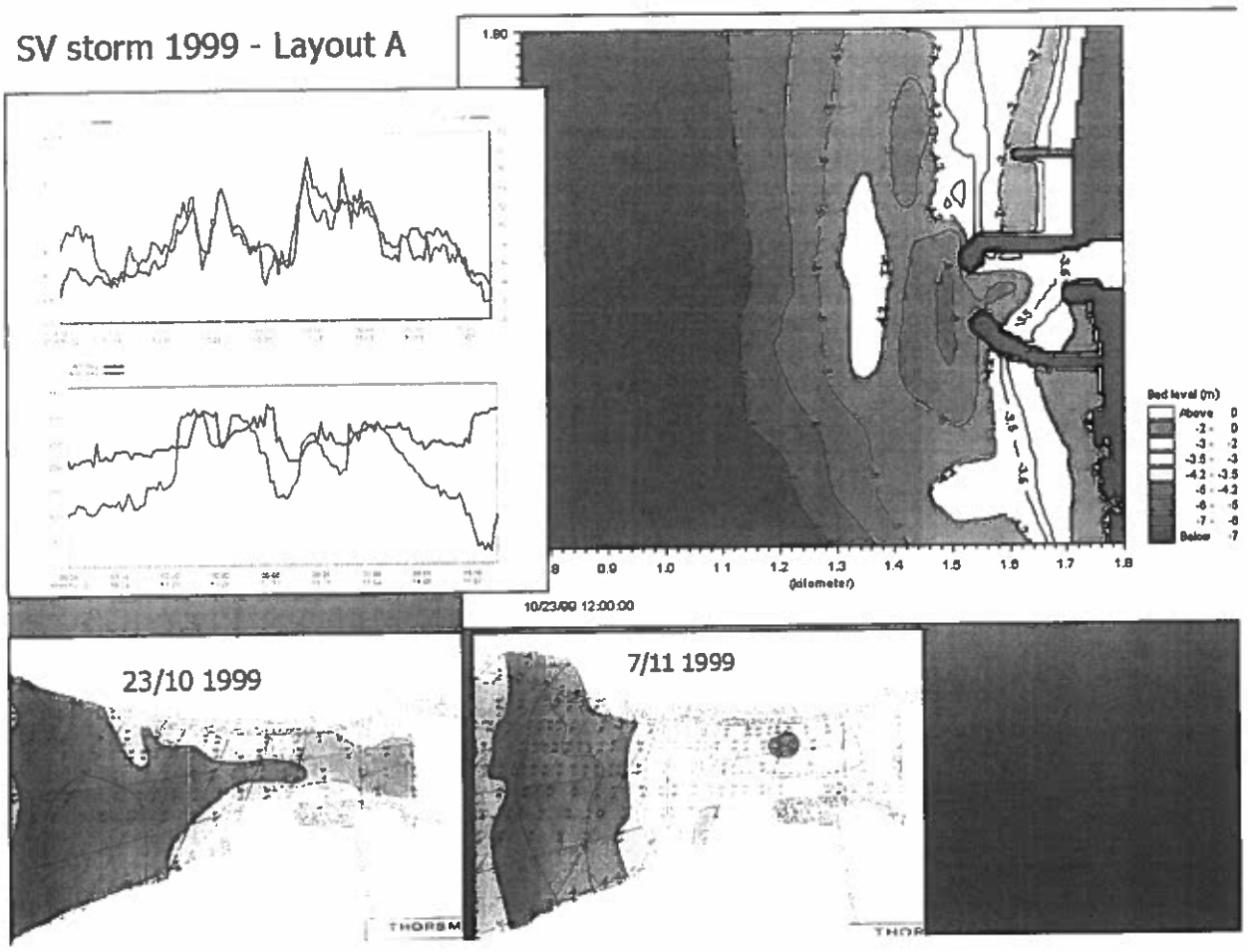
16/10 1997



27/10 1997

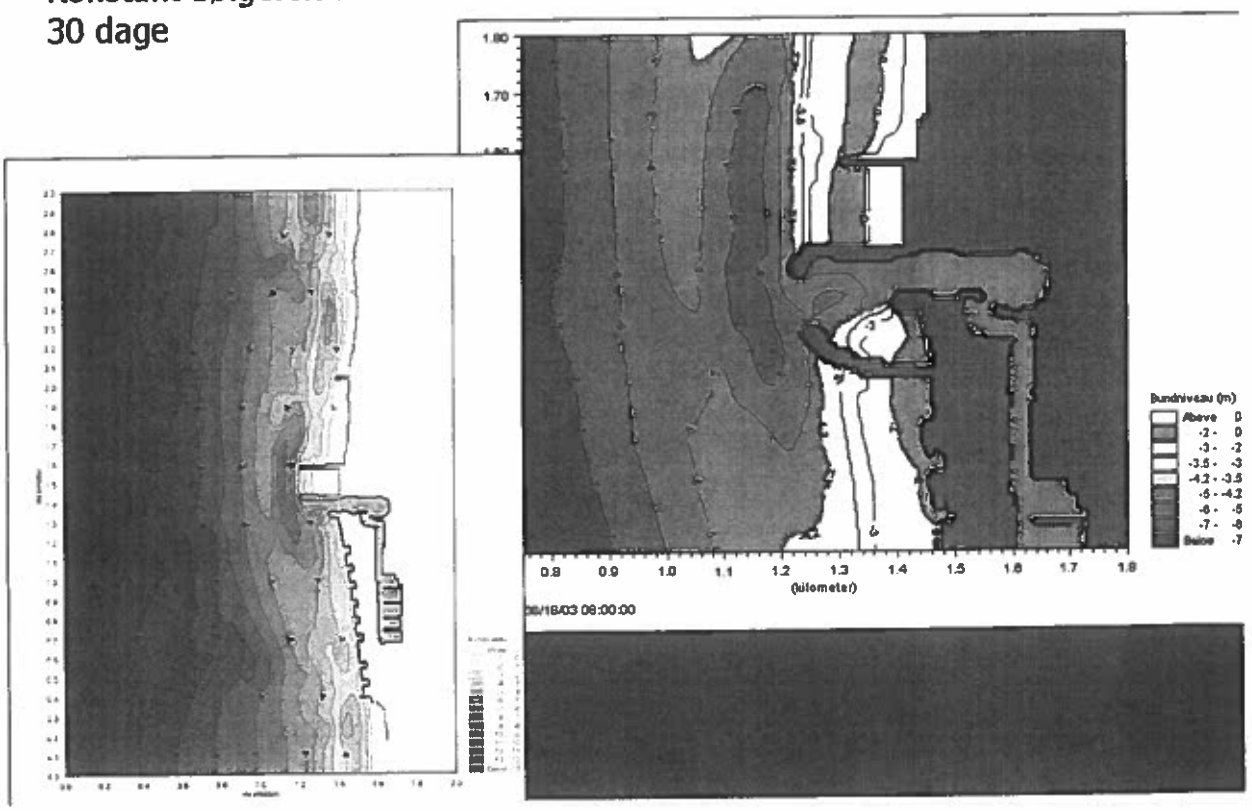
Bølger :	**NSW**
Gamma2	**1.0**
M ($m^{1/3}/s$)	**48**

SV storm 1999 - Layout A



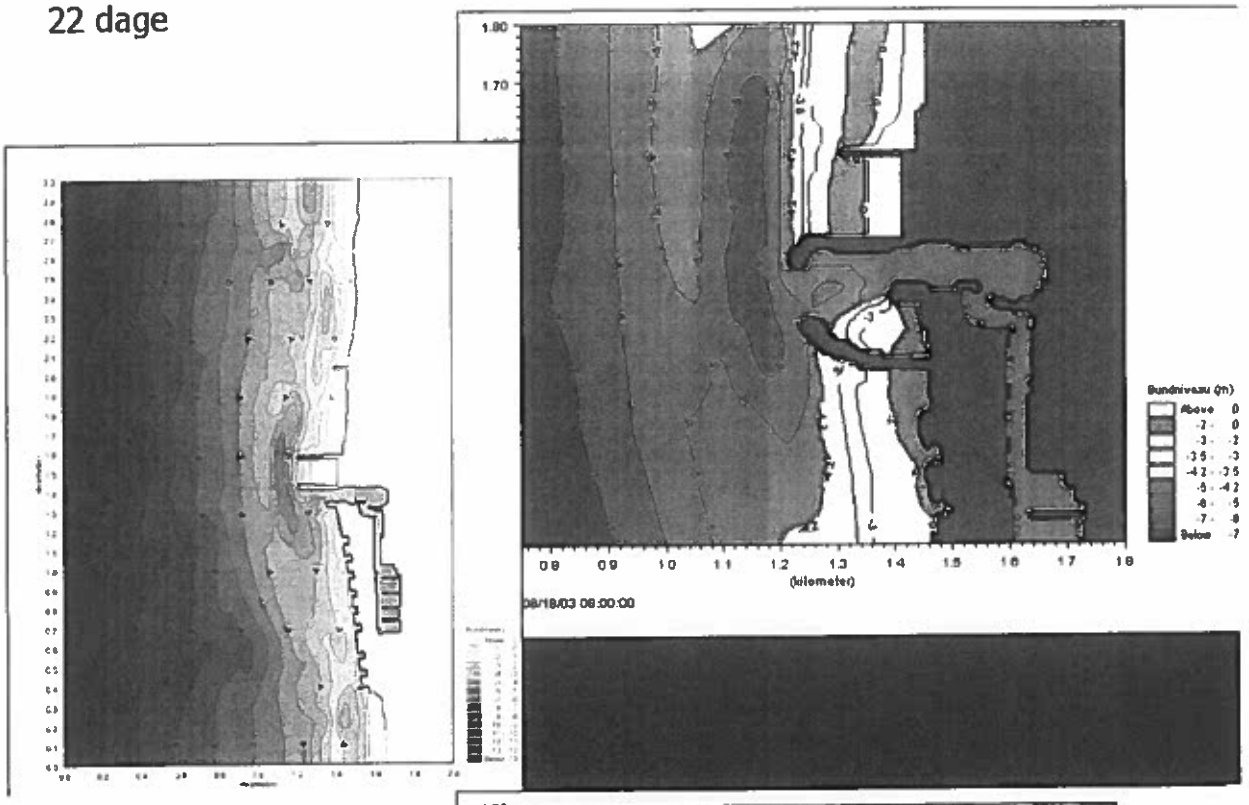
"Ligevægtsdybde" - langtidssimulering

Konstant bølgefelt fra NV med Hs 3.5 m i 30 dage



"Ligevægstdybde" - langtidssimulering

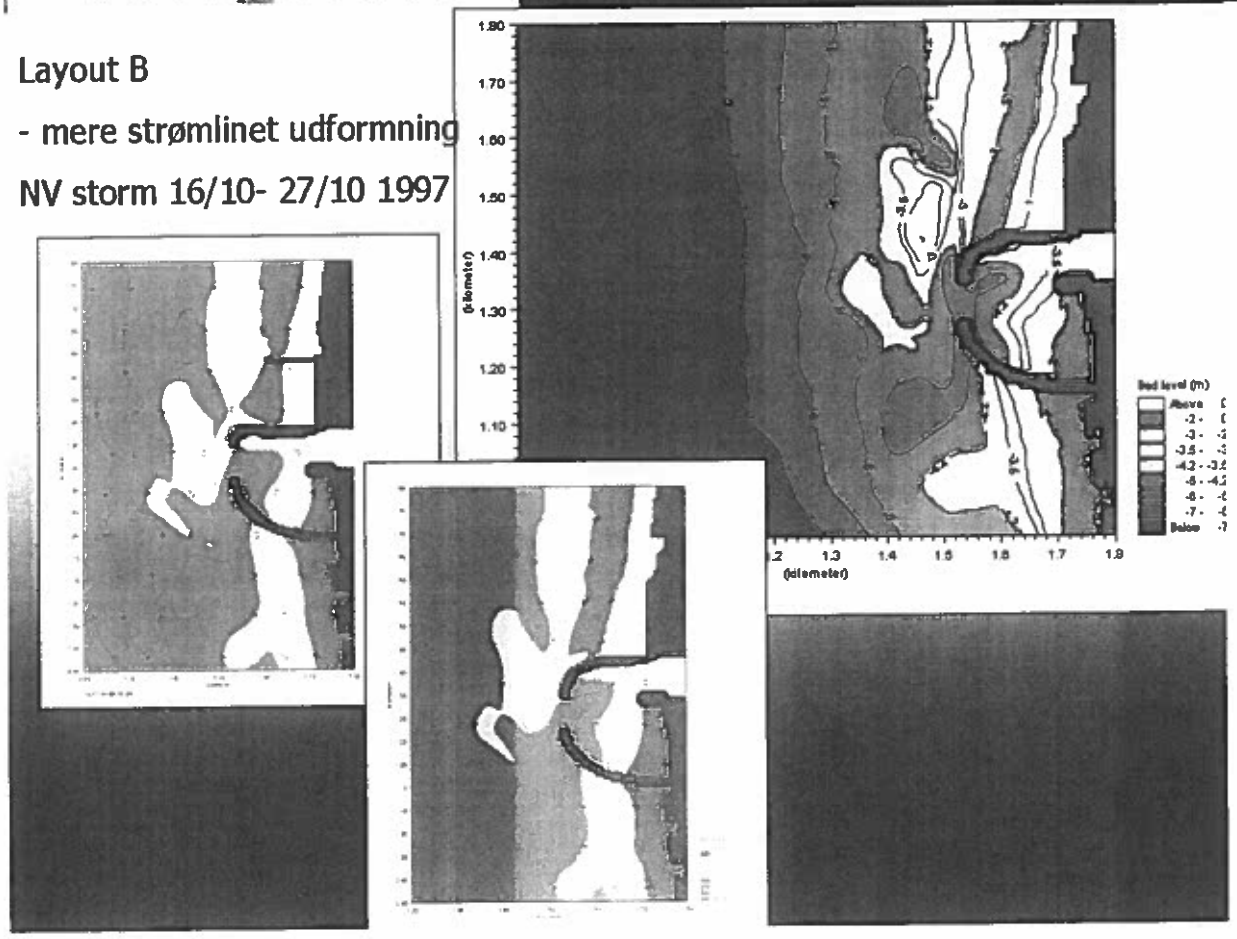
Konstant bølgefelt fra SV med Hs 3.0 m i 22 dage

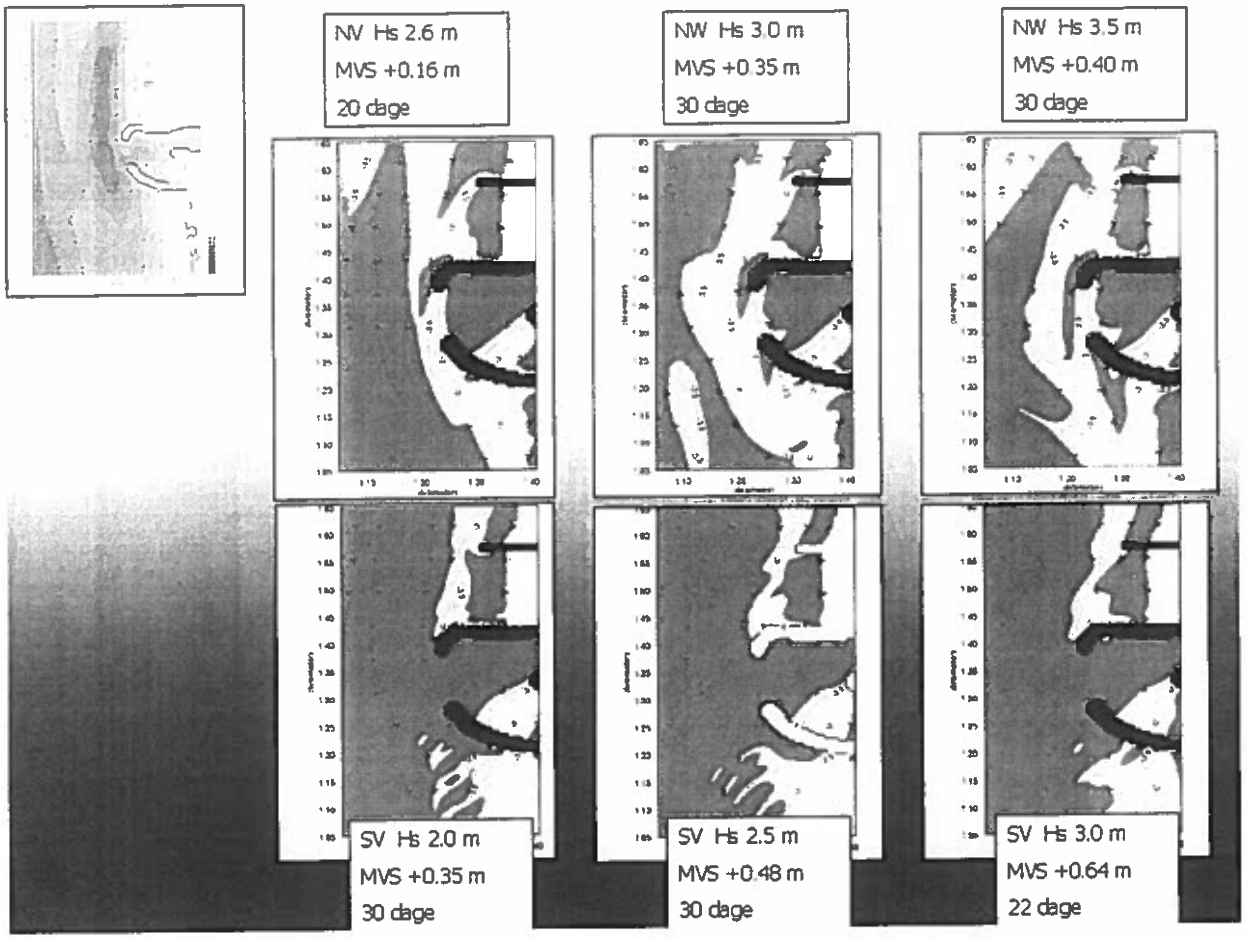


Layout B

- mere strømlinet udformning

NV storm 16/10- 27/10 1997





Konklusion

<u>Aflejring i stormsituationer :</u>

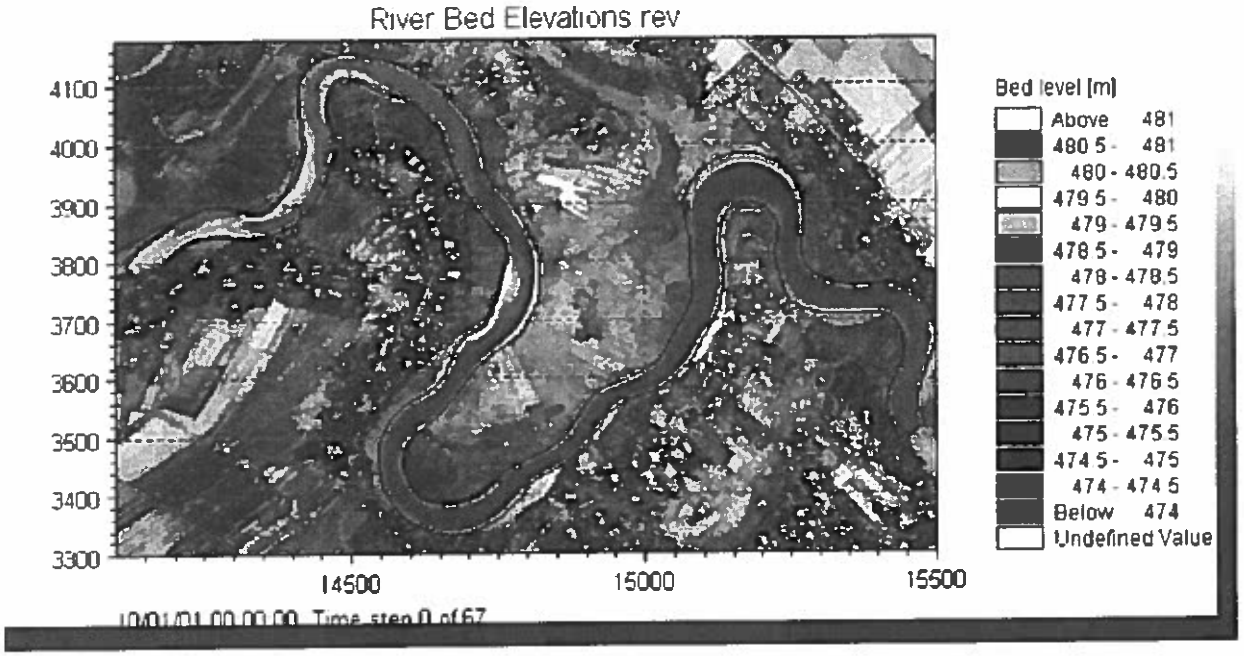
For bølger fra sydvest undgås aflejring

For bølger fra nordvest forbliver vanddybden større end 3.5 m pånær i et meget begrænset område i indsejlingen

<u>Materialevandring ("by-pass")</u> :

Mængden af sand der passerer indsejlingen forøges, hvilket medfører at kysten umiddelbart syd for havnen får tilført mere sand

Flodmorfologi - Songwe floden (Malawi og Tanzania)



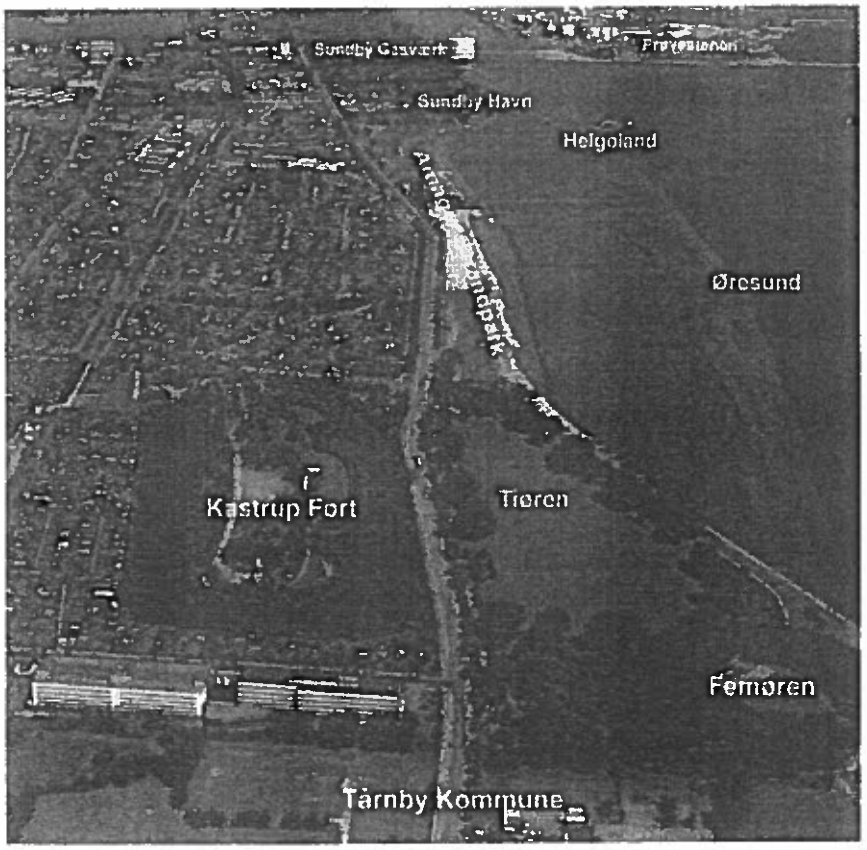
DANSK VANDBYGNINGSTEKNISK SELSKAB

Seminar om Vandbyggerens Hverdag

28 januar 2004, 15.20 – 15.50
Amager Strandpark, Ulf Anderskouv (NIRAS)

Projektets Tilblivelse

Historien om Amager Strand



Eksisterende kyst

Kysten langs østsiden af Amager er skabt gennem opfyldninger, som gradvis er blevet udnyttet med industrianlæg, boligområder og rekreative områder.

Sammenhængende arealer på østsiden af Amager Strandvej blev i perioden 1930 - 40 sikret som et rekreativt område imellem Helgoland i nord og kommunegrænsen mod Tårnby i syd. Kystområdets rekreative kvaliteter er blevet udviklet igennem årene. I den nordlige del etableredes lystbådehavn, bådebroer, haveforeninger og små foreningshjemsteder. Længst mod syd blev de grønne områder, Tiøren og Femøren tilplantet med parkkarakter. Den centrale del af kyststrækningen blev bevaret som et åbent område - Amager Strand - et rekreativt område ca. 1200 meter langt, som skulle afsluttes ud imod vandet med en kunstigt anlagt sandstrand, idet den oprindelige strandtype i området var en sivbevokset kyst, som ikke var egnet til rekreativ udnyttelse.

Amager Strand er unik som badestrand ved sin beliggenhed som en del af en storby og hovedstad. Det er den eneste badestrand i Københavns Kommune, og den har et opland på over en halv million mennesker inden for en afstand på 10-12 km. På gode sommerdage er der op mod 40 000 besøgende ved Amager Strand.

Den nuværende lave og våde strand(Overhead/ illustration)

Kystområdet er blevet et af byens meget besøgte rekreative områder, men vedligeholdelsen af sandstranden har givet problemer igennem årene. I perioden op til 60'erne var stranden udformet som en sandstrand, men der var problemer med at opretholde stranden på grund af den svage bølgepåvirkning. Dette skyldes de naturlige forhold i området, som er karakteriseret ved et bredt lavvandet område ud for stranden, som dæmper bølgepåvirkningen på stranden. Forsøg igennem årene på at vedligeholde en attraktiv sandstrand mislykkedes og førte i 60'erne til opførelsen af en lang, lav træspuns i hele strandens længde. Dette tiltag er aldrig kommet til at fungere optimalt bl.a. fordi træspunsen og det bagved liggende sandareal er så lave, at de jævnligt overskylles og at sandet derved trækkes væk fra spunsen, med et følgende behov for gentagne opfyldninger. Herudover har der været en tendens til tangansamlinger på det lave vand ud for spunsen. Kystudviklingen i området har ligeledes igennem årene givet problemer for Helgoland, som i stigende omfang er sandet til, så der ikke er den ønskelige vanddybde i Helgolands bassiner.

Ønsket om et forbedret område og større vanddybder har resulteret i projektet om anlæg af en kunstig strandø.

Planerne for en ny Amager Strandpark:

Beskrivelse af planernes udvikling gennem

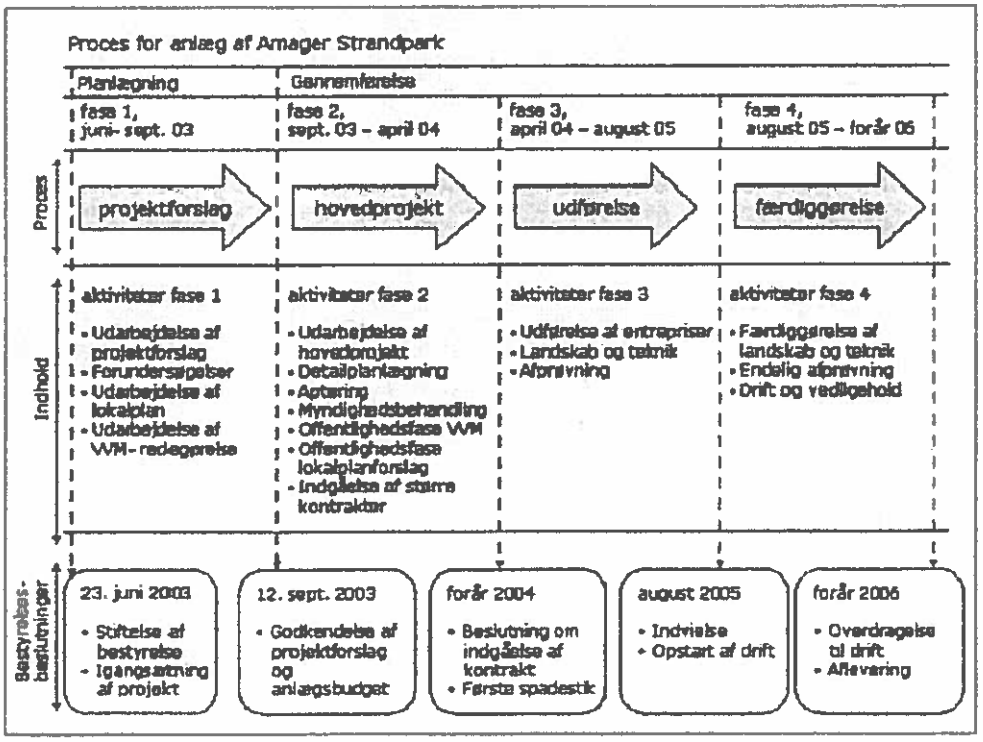
- Stadsgartnerens flyveaskedeponi
- Rivieraplanen
- Trafikministeriet
- Dannelsen af I/S Amager Strandpark.

I februar 2003 besluttede de tre interessenter, Københavns Kommune, Frederiksberg Kommune og Københavns Amt i fællesskab at stifte Amager Strandpark I/S. Interessentskabet skulle anlægge Amager Strandpark for et samlet beløb på 200 mio. kr. i 2000 priser.

Bestyrelsen for Amager Strandpark I/S holdt konstituerende møde den 23. juni 2003. I sommeren 2003 har Amager Strandpark I/S udarbejdet et projektforslag der beskriver et basisprojekt for Amager Strandpark. Projektet bygger på de tidligere idéer til projektet. I sommeren 2003 har projektteamet haft en dialog med de brugere, der er berørt af projektet, samt med en fokusgruppe bestående af borgere fra Københavnsområdet.

I efteråret 2003 udarbejdedes et hovedprojekt, der detaljerer projektforslaget yderligere. I tilknytning til planerne om et boligbyggeri udfor den nordlige ende af strandparken er der iværksat en fredningsprocedure for den nye Amager Strandpark. Desuden er der omkring årsskiftet 2003/2004 gennemført offentlighedsfaser for såvel miljøvurdering (VVM) og lokalplanforslag. Anlægsarbejderne planlægges påbegyndt foråret 2004, således at den nye fremskudte strand kan indvies i sensommeren 2005.

Den videre proces for gennemførelse af Amager Strandpark fremgår af følgende diagram:



Proces for anlæg af Amager Strandpark

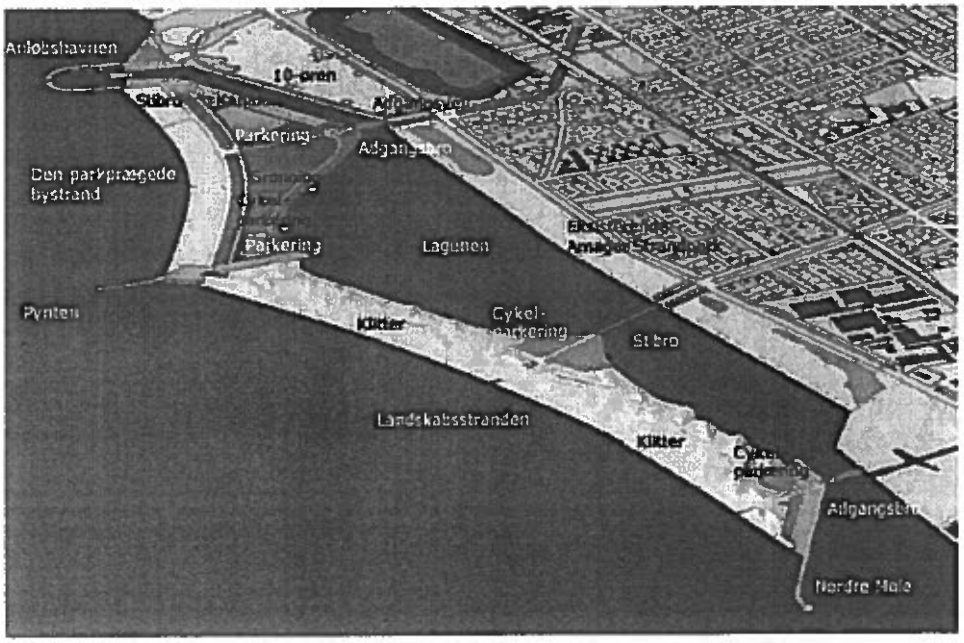
Projektbeskrivelse

Gennemgang af Basisprojektets opbygning og hovedelementer på grundlag af bl.a. tekst og illustrationer i Projektforslag, September 2003, side 4, 8 og 11.

Projektet for Amager Strandpark er udarbejdet som et basisprojekt, der dels danner grundlag for den nødvendige myndighedsbehandling, udbud og udførelse.

Basisprojektet repræsenterer et færdigt funktionsdueligt projekt med strande, klitter, adgangsveje og servicefaciliteter.

Fremtidige udviklingsmuligheder er skitseret i notatform som retningslinier for funktions- og apteringsmuligheder og i videst muligt omfang indarbejdet i bestemmelserne i lokalplan og fredningskendelse.



Basisprojektet

Hovedelementer i Amager Strandpark

I basisprojektet består Amager Strandpark af tre hovedområder:

- En ca. 2 km lang ø med brede badestrande med gradvist dybere vand langs hele den østlige kystlinie.
- En lagune og i tilknytning hertil åben forbindelse til Øresund mod nord og mod syd samt god vandudskiftning.
- Den nuværende Amager Strand

Hovedområderne i Amager Strandpark opdeles og benævnes som:

- Den naturprægede landskabsstrand mod nord på den nye ø, og den parkprægede bystrand mod syd.
- De mellemliggende vandområder opdeles i Lagunen, Kanalen og Anløbshavnen.
- Den eksisterende Amager Strand

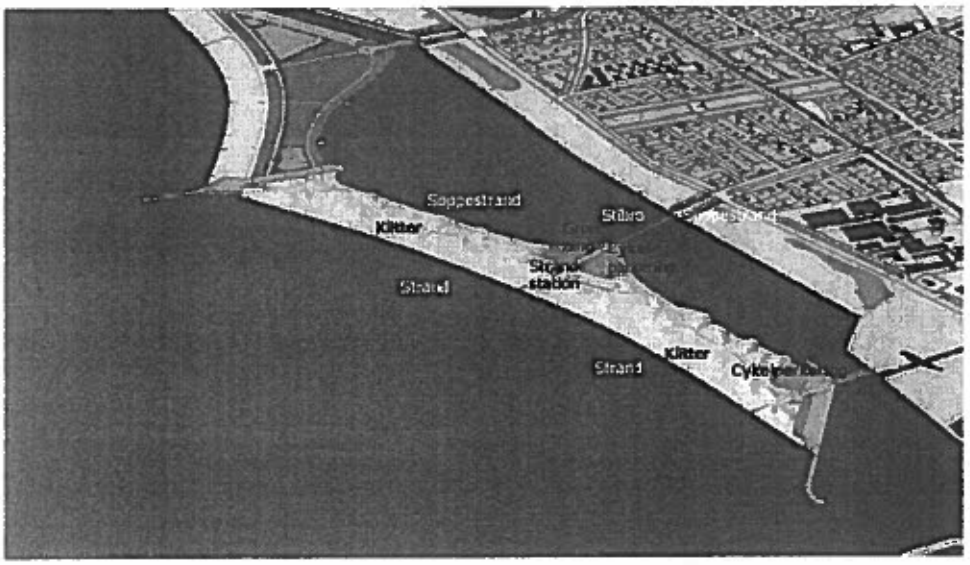
Strandparken udformes lavt med en gennemgående terrænhøjde i kote + 1,4 meter og med lave klitter indtil kote +2,5 meter. I forbindelse med strandparkens bygninger, åbnes der mulighed for at gå op på en opfyldnings højde på 3,5 meter. De lave opfyldningshøjder og en lav vegetation fastholder en stor grad af åbenhed. Beplantningen skal derfor vedligeholdes uden stærk tilgroning. De broer, der skal forbinde øen med kysten, udformes som lave konstruktioner, der respekterer det åbne kystlandskab. Terrænkoten for Amager Strandvej er ca. + 2,0 til 2,5 meter.

Udsigten fra Amager Strandpark fastholdes. Oplevelsen med store vandflader vil stadig dominere udsigten. Lagunen og det lave profil af den nye ø vil sikre en udsigt imod horisonten. Det betyder, at kystens nuværende og fremtidige karakteristiske landmærker vil blive fastholdt med udsyn mod nord, øst og syd, skibene i sejlrenden, Øresundsbroen, Saltholm, Prøvestenen, vindmølleparken og lufthavnen. Med den nye placering som projektforslaget giver mulighed for, vil Helgoland også få en fremtrædende rolle i kystlandskabet.

Der etableres 333 permanente parkeringspladser i den sydlige del af strandøen, heraf et mindre antal som handicapparkeringspladser. Desuden kan der åbnes for parkering til ca. 667 biler på grønningen på dage med mange besøgende. Øvrige dage kan grønningen bruges til rekreative formål. I den nordlige del af strandøen etableres alene enkelte parkeringspladser til handicappede, og der etableres ingen parkeringspladser i den eksisterende strandpark.

Cykelparkering etableres med 4.000-5.000 pladser, som opfylder det skønnede behov i en normal weekend i sommerperioden. Parkeringen er fordelt mange steder og tæt på selve strandarealerne.

Den naturprægede landskabsstrand



Landskabsstranden

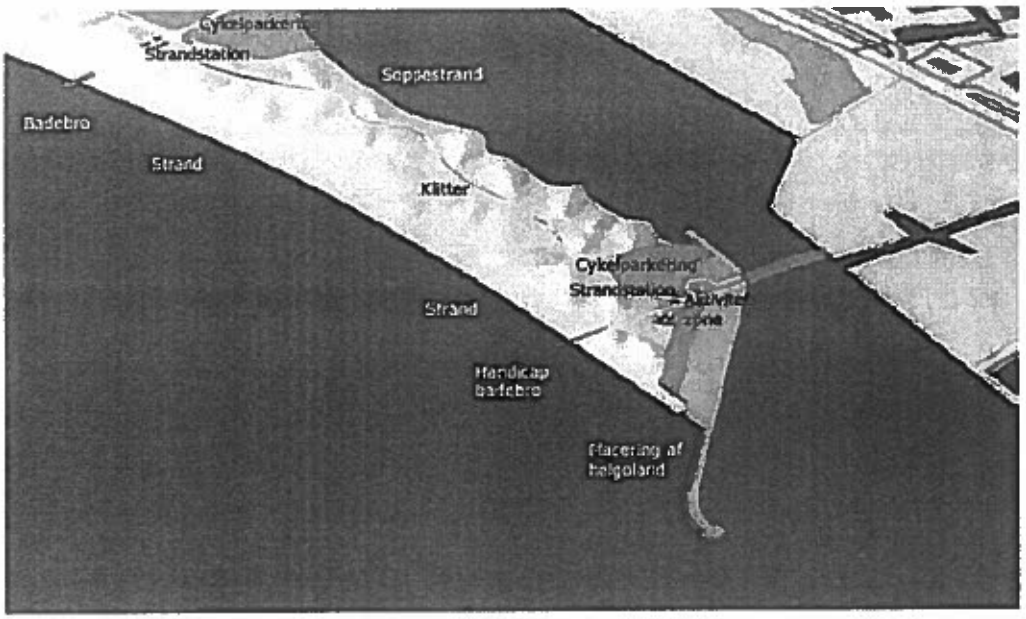
Den nordlige to tredjedel af strandøen udformes som en naturpræget strand med en ca. 50 meter bred strandflade mod øst. Det er et fællestræk for hele denne del af stranden, at den udføres med så få 'tekniske' elementer som muligt - naturindholdet kan udvikle sig betydeligt. Det tilstræbte strandprofil under vandlinien vil falde gradvist til ca. 2 meters dybde. Bag stranden skabes klitter udformet som lave, hvælvede former med en generel højde på +2,5 meter og et grundniveau på +1,4 meter. Op mod strandstationerne kan klitterne dog stige til +3,5 meter for at give stationerne et modspil. Klitterne og lavninger tilplantes med typiske klitplanter som hjelme og marehalm som de karakterdannende beplantninger i den landskabelige strand. Klitternes afslutning ind mod lagunen giver en smal strand formet med opholdsområder mellem klitterne. På de dele af arealet der benyttes meget, vil der kunne opretholdes soppestrande som er ideelle for børnefamilier. På andre dele vil arealet gro til med sivbevoksning.

En snoet sti med fast belægning giver forbindelse nord-syd mellem klitterne. Belægningen udføres i en lys beton, og bliver en integreret del af stranden.
En stibro giver adgang for cykler og fodgængere fra Amager Strandvej over Lagunen. Stibroen er udformet som en traditionel træbro. Stibroen fortsætter i en sti, som føres fra vest mod øst videre over en grønning/opholdszone, hvor den primære cykelparkering til den naturprægede strand er placeret. Der er placeret en strandstation, hvor stien går gennem klitterne til stranden.

Strandstationen indeholder toiletfaciliteter, kiosk, brusefaciliteter samt en personalefunktion for livreddere.

Grønningen tilsås med en for strandarealer egnet blanding af græsser og blomstrende vækster.

Nordre Mole

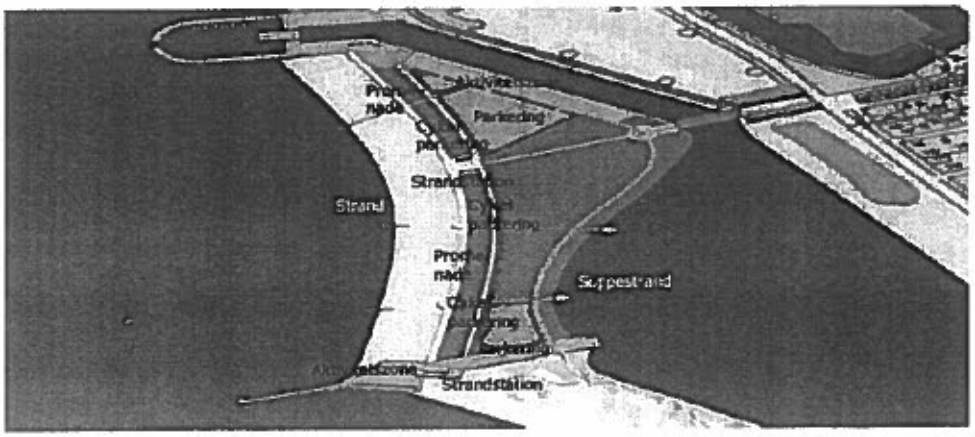


Nordre Mole

Nordre mole udgør afslutningen af Amager Strandpark mod nord og danner rygraden i den nordlige aktivitetszone til klubber m.v. Molen udformes med en offentlig promenade. Vandområdet ud for Nordmolen grænser op til både det fremtidige boligprojekt og den eksisterende indsejling til Sundby Havn. Aktivitetszonen ved nordmolen er udlagt som et område til klubaktiviteter m.v. I aktivitetszonen er reserveret et byggefelt på ca. 4400 kvadratmeter til evt. genhusning af de klubber, der ligger i området etableres klubhuse i tilknytning til vandet samt en café. Café funktionen vil kunne knytte sig til en fremtidig placering af Helgoland.

Helgoland er på oversigtsplanen som én mulighed angivet indbygget i de faste konstruktioner for Nordre Mole.

Den parkprægede bystrand



Den parkprægede bystrand

Den sydlige tredjedel af øen udformes med en anderledes karakter end Landskabsstranden. Selve sandstranden har en bredde på ca. 65 meter der afgrænses af en langstrakt promenade. Promenaden giver mulighed for både promenerende og ophold. Bag promenaden udlægges græsarealer egnet for ophold og leg. Promenaden er tænkt som et samlingssted for oplevelser og rekreation med en opblomstring af aktiviteter i badesæsonen. Den 700 meter lange promenade fører fra pynten længst mod øst til strandens afslutning ved Anløbshavnen og Kanalen i syd.

Fra promenaden er der trapper og broer til sandstranden. Der er desuden etableret en lav brystning mellem sandstranden og promenaden. Brystningen kan bruges til at sidde på, eller som ryglæn når man opholder sig på stranden. Endelig er der i den sydligste ende endnu en handicapbadebro.

Grønningen kan bruges til rekreative aktiviteter, boldspil og festivalplads. En del af grønningens areal indgår som en del af parkeringsdækningen under spidsbelastninger, med plads til yderligere 667 biler.

Aktivitetsområder

Der er udlagt begrænsede aktivitetszoner ved kanalen i den sydlige del af stranden, til fremtidige aktiviteter og byggeri for den kommende anvendelse af strandområdet.

Beplantning

Grønninger og opholdsarealer bag Promenaden fremstår som græsarealer. På græsarealerne optræder beplantningsgrupper med buske som bukketorn og tjørn – iblandet træer som fyr. Der kan iblandes hyld i beplantningsgrupperne i de mest beskyttede områder.

Pynten

Pyntens særlige udformning sikrer stabiliteten af de nye nordøst- og sydøstlige kystlinier. Samtidig er Pynten udviklet som et særligt mål for gæsterne i området. Der er på pynten udlagt aktivitetszoner, der vil muliggøre en udvikling af publikumsrettede servicefunktioner. Her kan f.eks. placeres café og restaurant, enten permanent eller i sommerperioden. Andre kommercielle aktiviteter f.eks. udlejning af udstyr til surfere og dykkere kan udvikles. Længst mod øst afsluttes pynten med et rev, som kan blive et særligt aktivitetsområde for dykkere.

Vandbygningstekniske Forhold

Kysthydrauliske Undersøgelser

De kysthydrauliske undersøgelser i forbindelse med planlægningen af Amager Strandpark er udført af DHI og har blandt andet omfattet

- Fastlæggelse af referenceniveauer
- Kortlægning af vind og bølger
- Fastlæggelse af Strandprofiler og planform
- Sæsonvariationer for strandens planform
- Analyse af laguneperimeter
- Konsekvensvurdering af vandkvalitet og badeforhold
- Vurdering af akkumulering af ålegræs og fedtmøg
- Detailanalyse omkring Pynter
- Sammenstilling af Hydraulisk Design Basis

Materialer til Strande, klitter og opfyldning

Krav og specifikationer for sandmaterialer til opbygning af strand og klit er væsentlige for sikring af en stabil strandform og til begrænsning af fygning fra sandoverfladen. Ligeledes er kriterier for genanvendelse af lokale fyldmaterialer af betydning for en optimal gennemførelse af projektet. De vandbygningstekniske undersøgelser, der kommer på tale i tilknytning hertil omfatter blandt andet

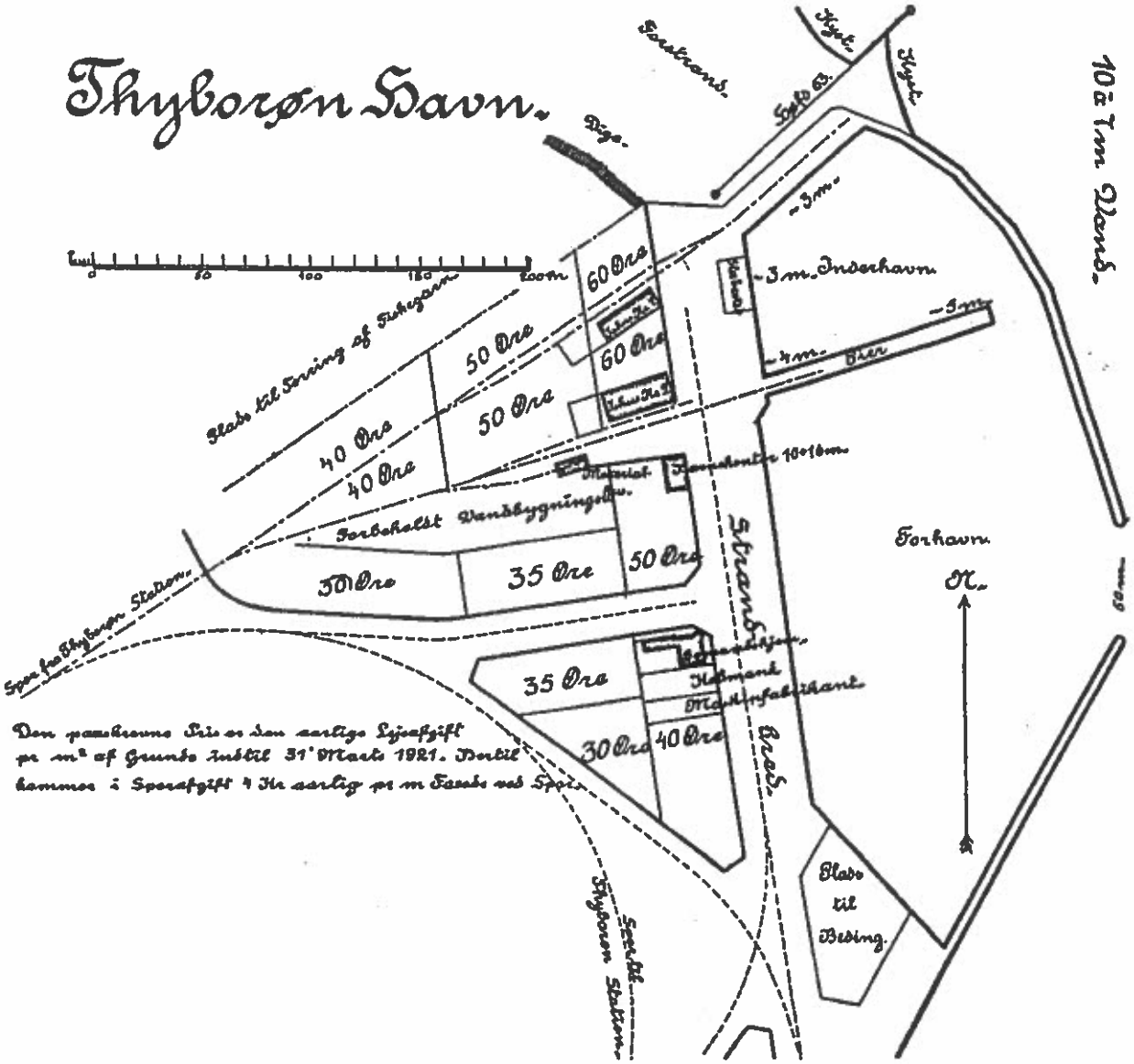
- Kortlægning af lokale geotekniske forhold
- Analyse af anvendelsesmuligheder for lokale materialer
- Krav til strandsand, kvalitet, farve mv.
- Muligheder og begrænsninger for indvinding af sand
- Miljømæssige forhold

Andre forhold

En række forhold med indirekte tilknytning til vandbygning spiller en betydelig rolle for planlægning og projektering af Amager Strandpark og jeg vil til slut give en kort beskrivelse af den indflydelse og påvirkning, der knytter sig til følgende forhold

- Koordinering med andre projekter
- Naboforhold
- Fredning
- Marin arkæologi

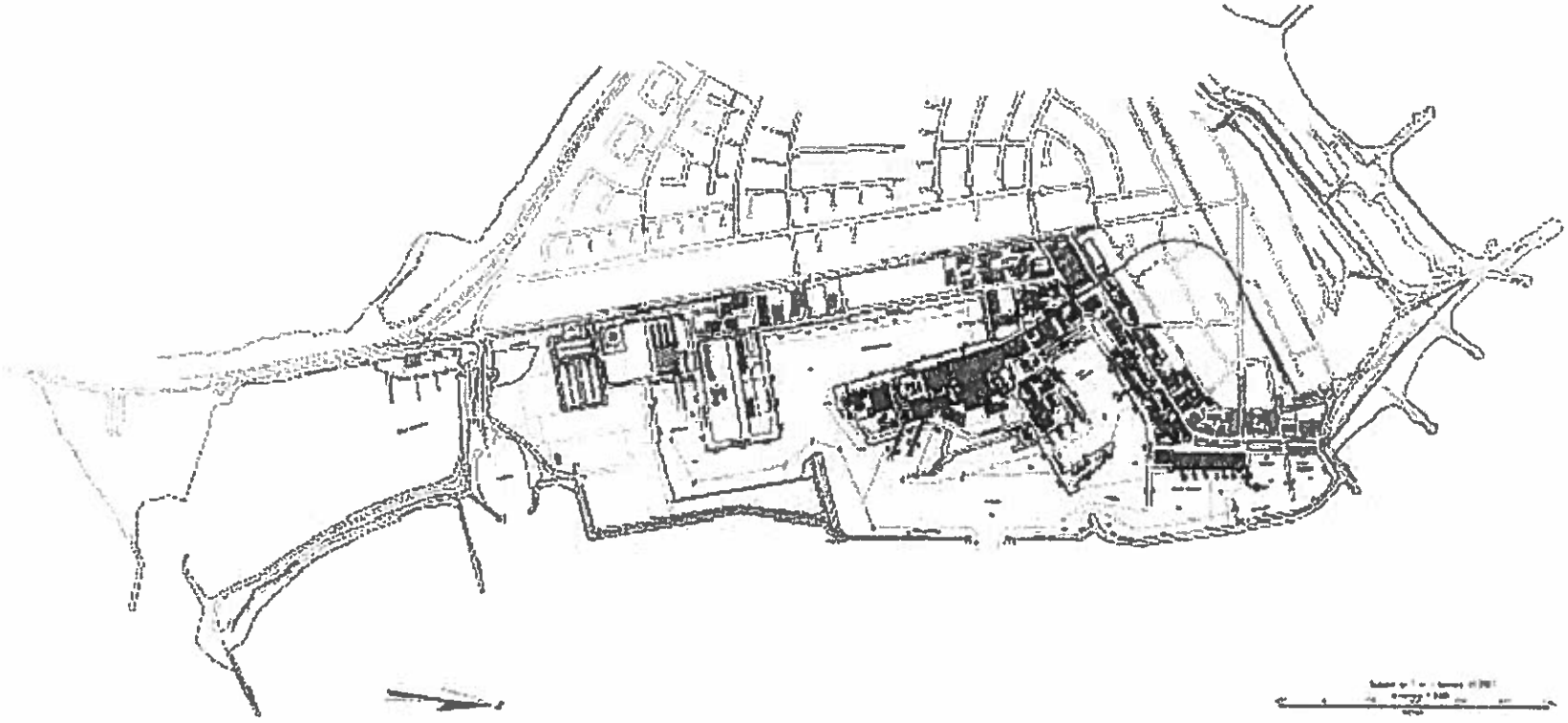
Thyborøn Havn – Masterplan og VVM



Plan over Thyborøn Havn 1918 med angivelse af pladsleje. Udarbejdet af Vandbygningsvæsenet.

RAMBØLL

Thyborøn Havn 2001 – Kommunal selvstyrehavn



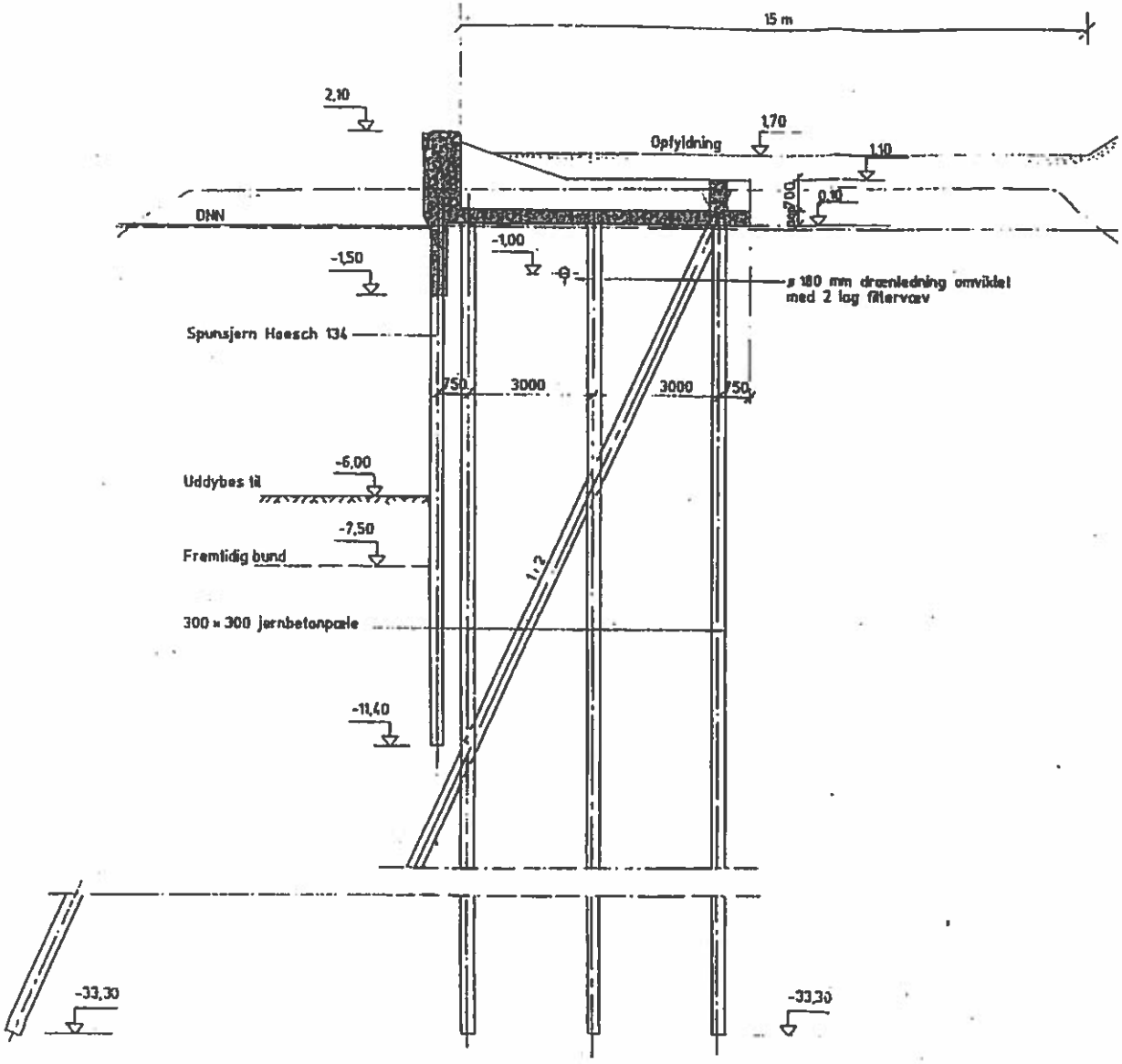
RAMBØLL

Masterplan 2002-2022

Markedsvurdering:
- Industrifisk
- Konsumfisk
- Godstransport

Tilstandsvurdering:
- Vel vedligeholdte spunsvægskajer med anoder
- Blød bund
- 5-10 kN/m2 – problem for anden brug end fiskeri
- Årlig oprensning ca. 30.000 m3, heraf 6-7.000 m3 forurenet i eget depot ved Cheminova

Typisk kajtværsnit



RAMBØLL

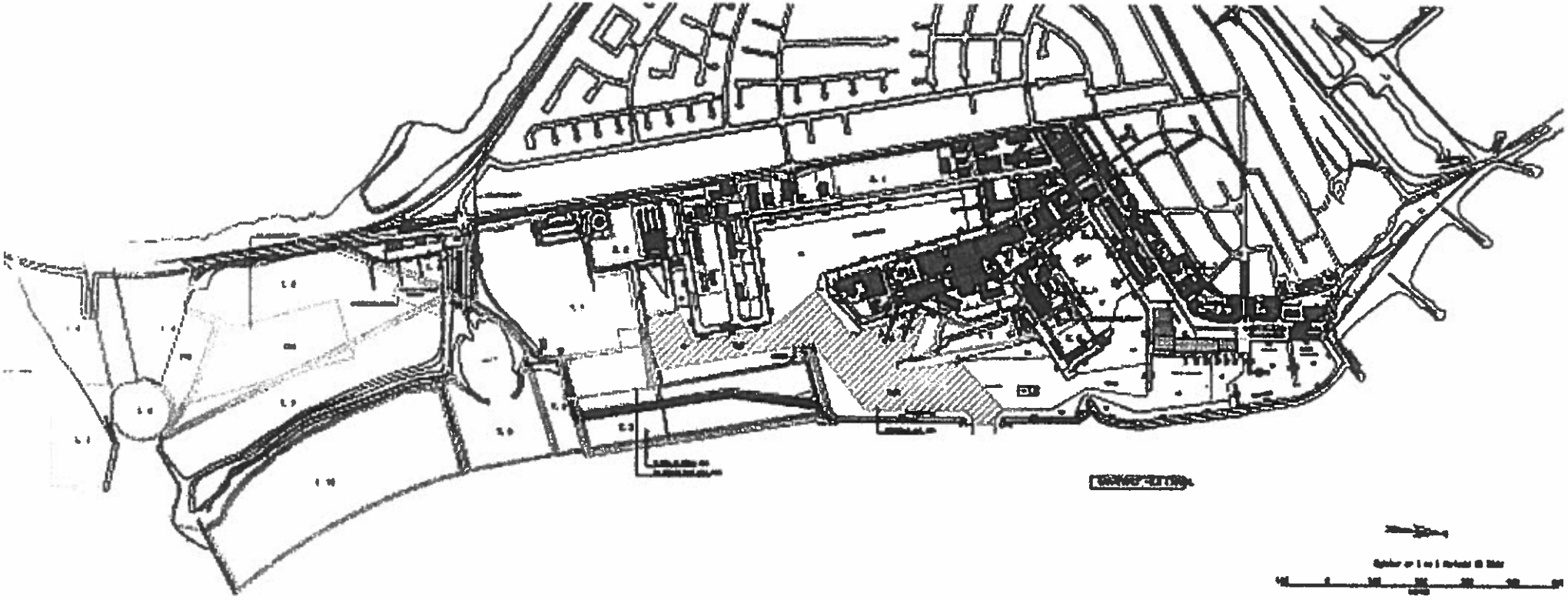
Kapacitetsvurdering >< Markedsvurdering

Industrifisk – ny uddybning
Konsumfisk – ubrudt kølekæde - konsumcenter
Sten og grus – mere plads og mere kaj og større dybde

Udbygningsforslag

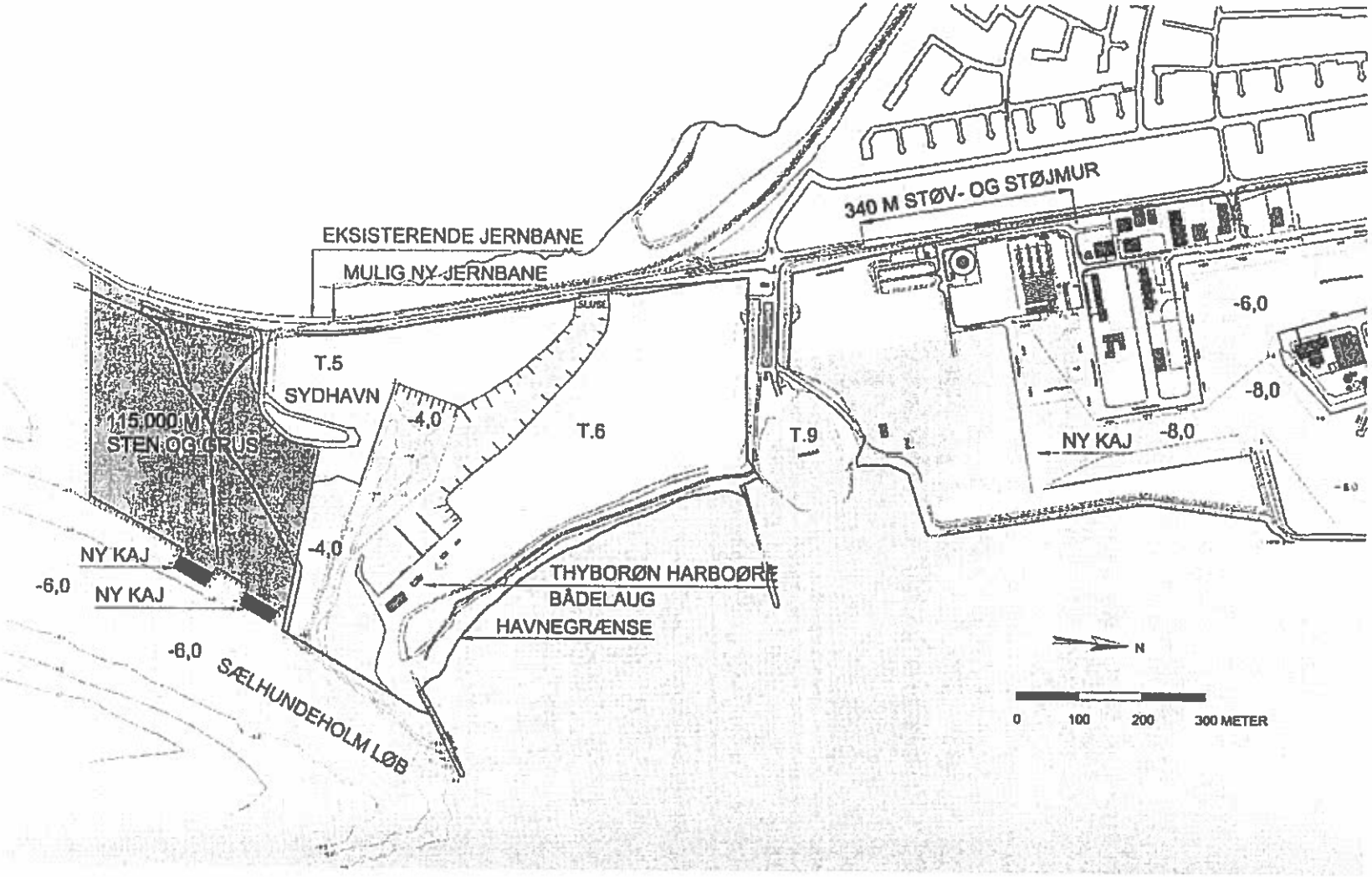
Rentabilitetsberegninger

Masterplan udgave 1



Respons: Støv og støj fra stenudbygning

Masterplan udgave 2

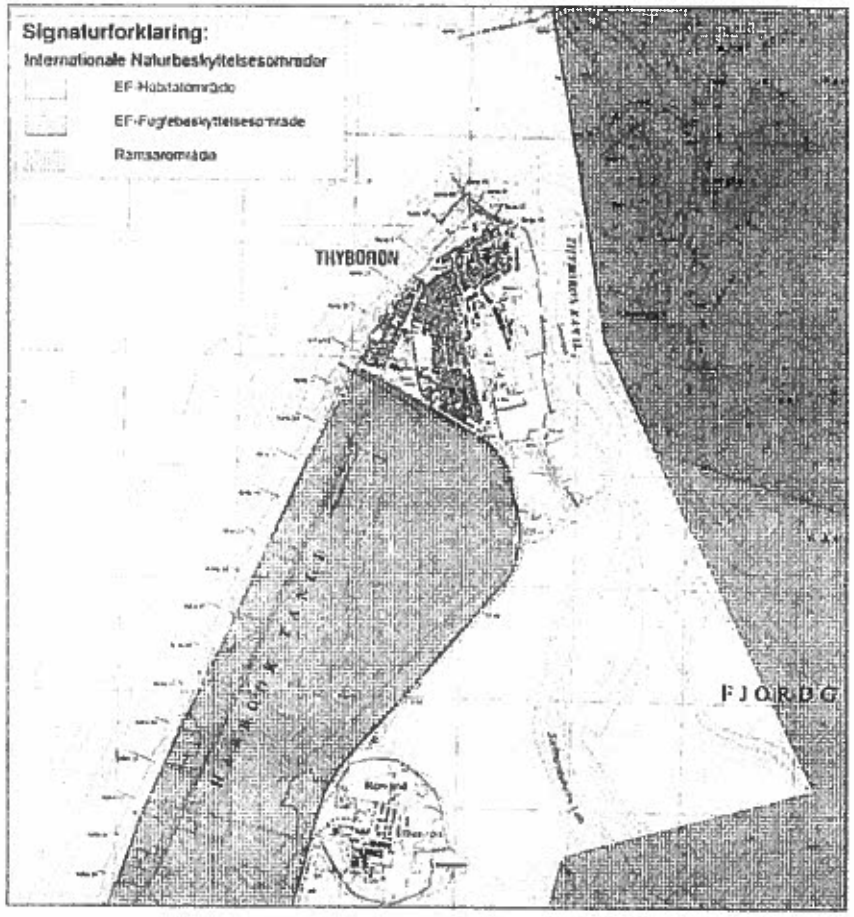


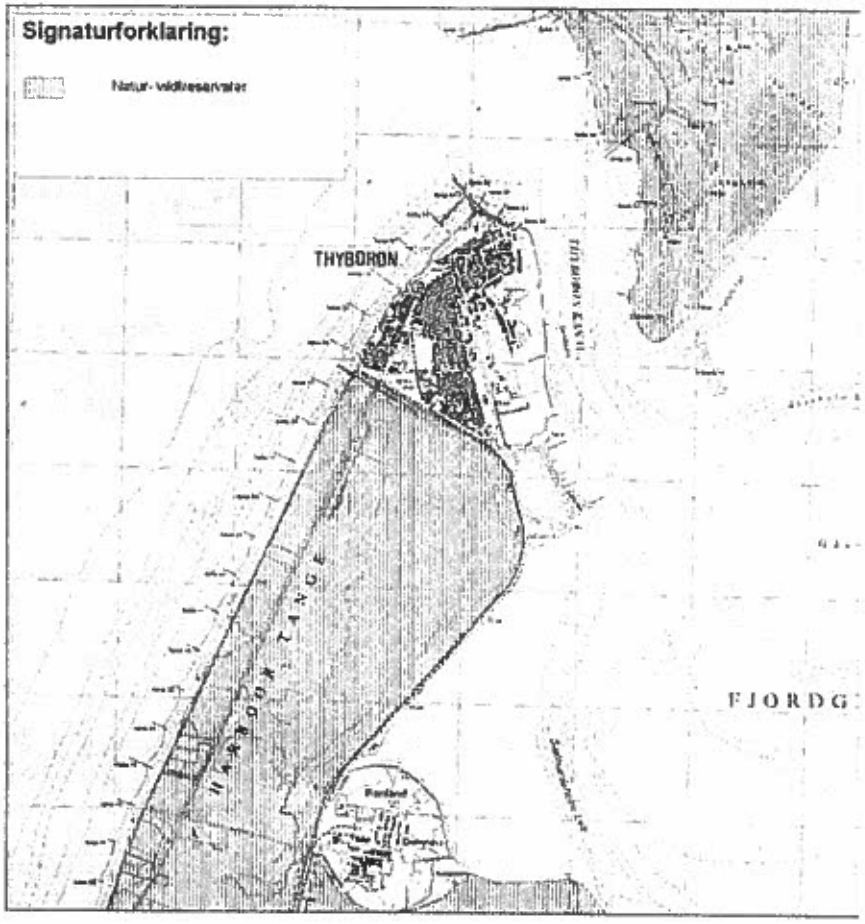
RAMBØLL

VVM

- sommeren 2003 igangsættes VVM
- forventes godkendt sommeren 2004
- visualisering:

-Thyborøn måske langt væk, men





RAMBØLL

Foreløbig konklusion på VVM

Aktivitet	Hovedforslag	Alternativ
Planforhold		
- Internationale naturbeskyttelsesområder	0	0
- Naturreservater	0	0
- §3-områder (Sydhalen)	2	2
- Øvrige planforhold[1]	1	1
Landskab		
- Visuelle forhold	1	1(3)[1]
Marine forhold		
- Kystmorfologi	0	0
- Vandkvalitet	1	0-1
- Marin flora	1	1
- Bundfauna	1	1
- Fisk	0-1	0-1
- Fiskeri	0	0
- Havpattedyr	0	0
Fugle	2	1
Trafik	2	1
Støj, vibrationer	1	2-3
Luftforurening	1	2
Spildevand og affald	0	0
Fritid	1	1
Kultur	0	0
Anvendelse af ressourcer	2	1
Socioøkonomi	-2	-2
Fysiske forhold (marint område)		
- Inddragelse af havbund (ha)	21,1	16,4

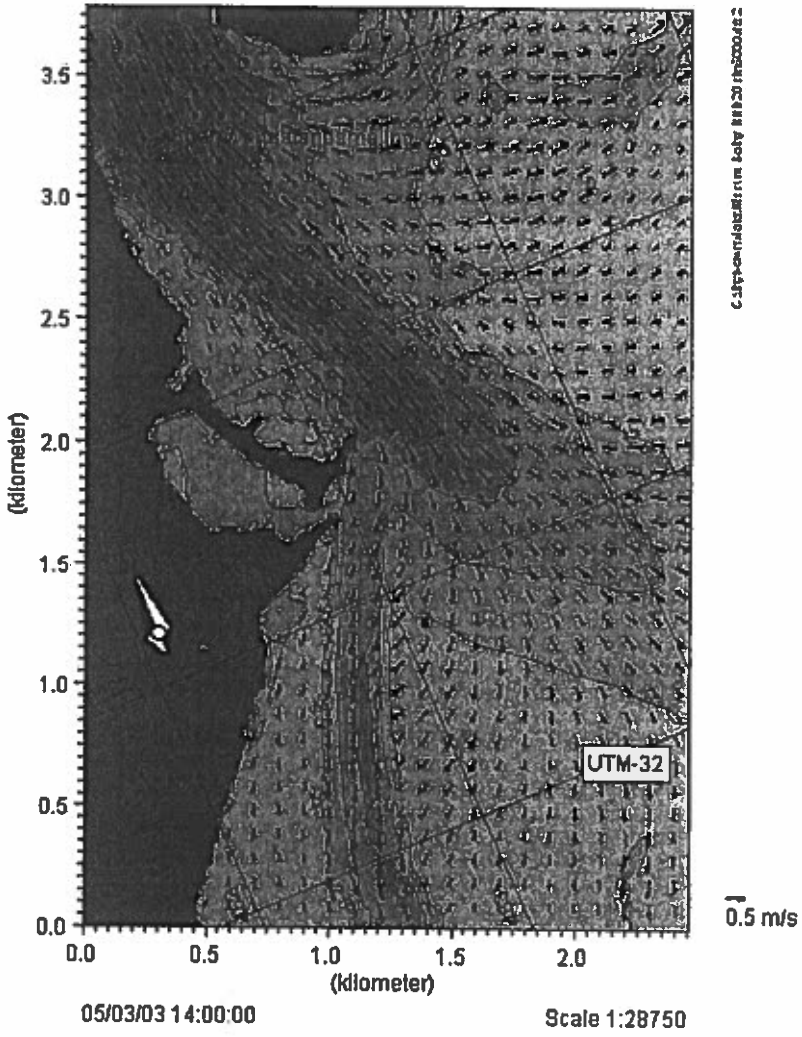
1: 1(3) = uden opførelse af støjmur (inklusiv opførelse af støjmur)

2: Direkte og uflodt effekt på beskæftigelse er begrænset men størst for hovedforslag

RAMBØLL

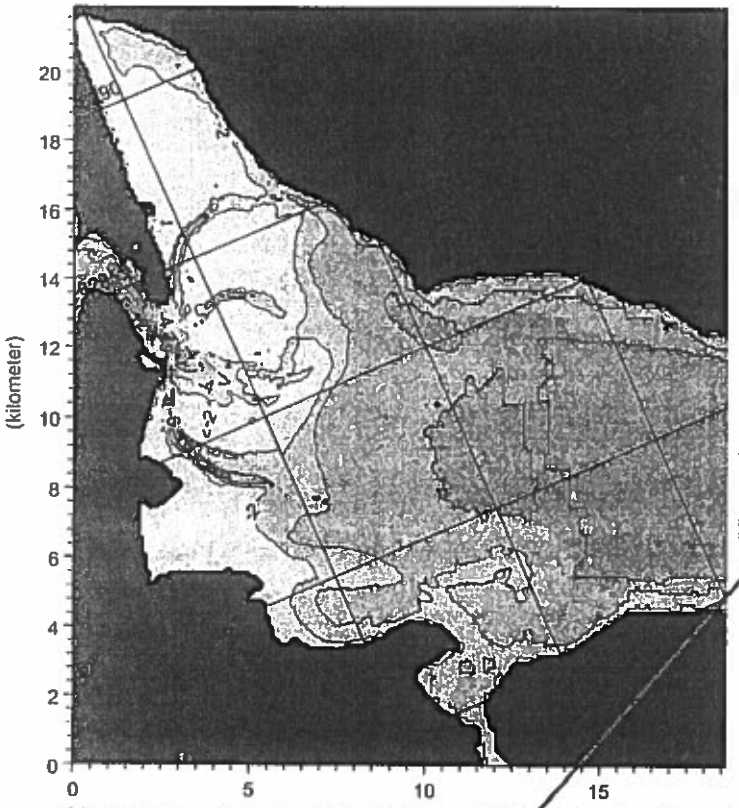
Oplæg til numerisk studie:

- Bølgeuro ved ny kaj (ligge- og besejlingsforhold)
- Strømhastigheder ved ny kaj (ligge- og besejlingsforhold)
- Sedimenttransportforhold (bibeholdelse af selvrensningsevne i Sælhunde-holmløbet)
- Sedimentspredning ved uddybning
- Vandudskiftning i Nissum Bredning & Thyborøn lagune

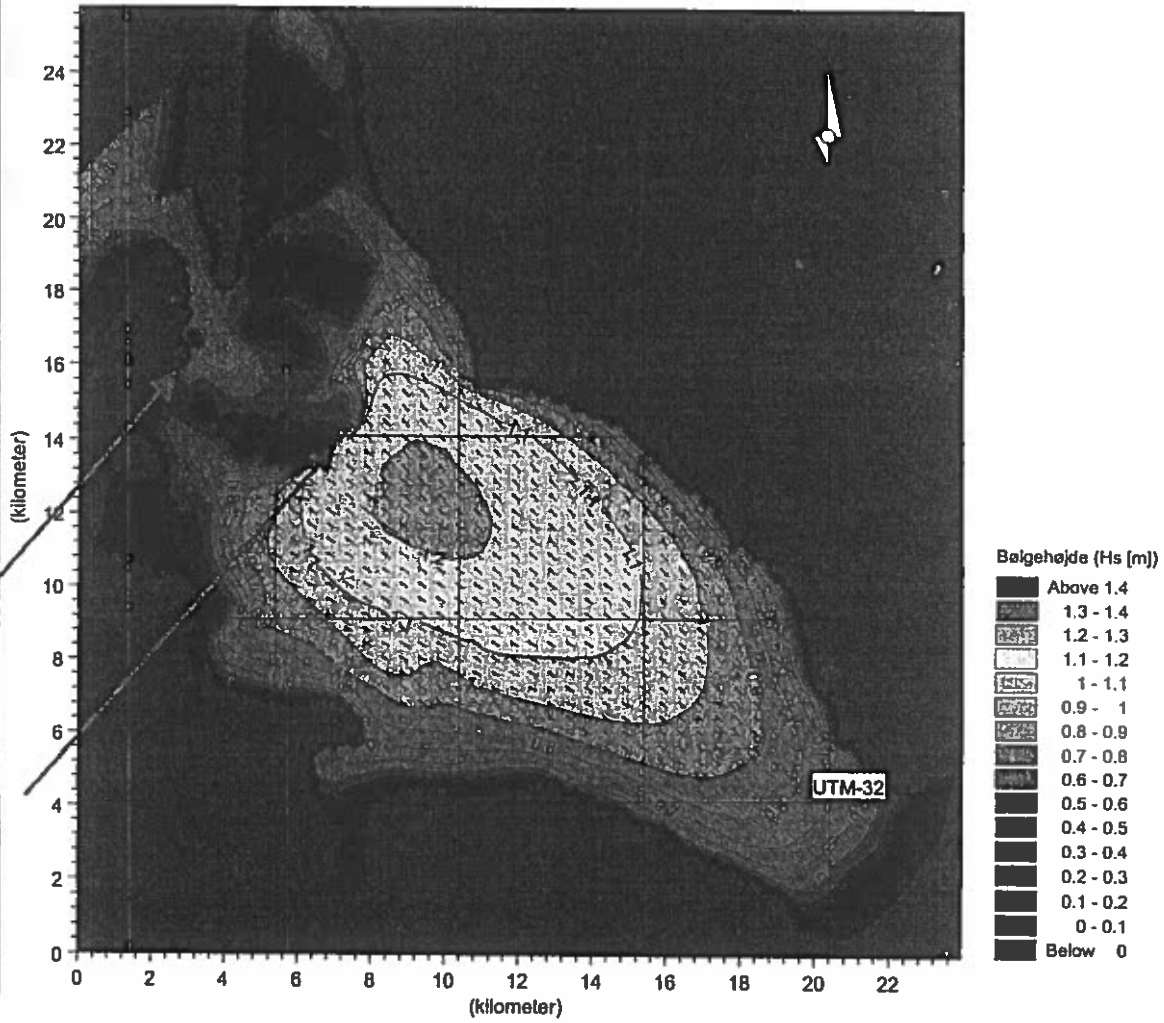


RAMBØLL

Bølgegeneration i Nissum Bredning

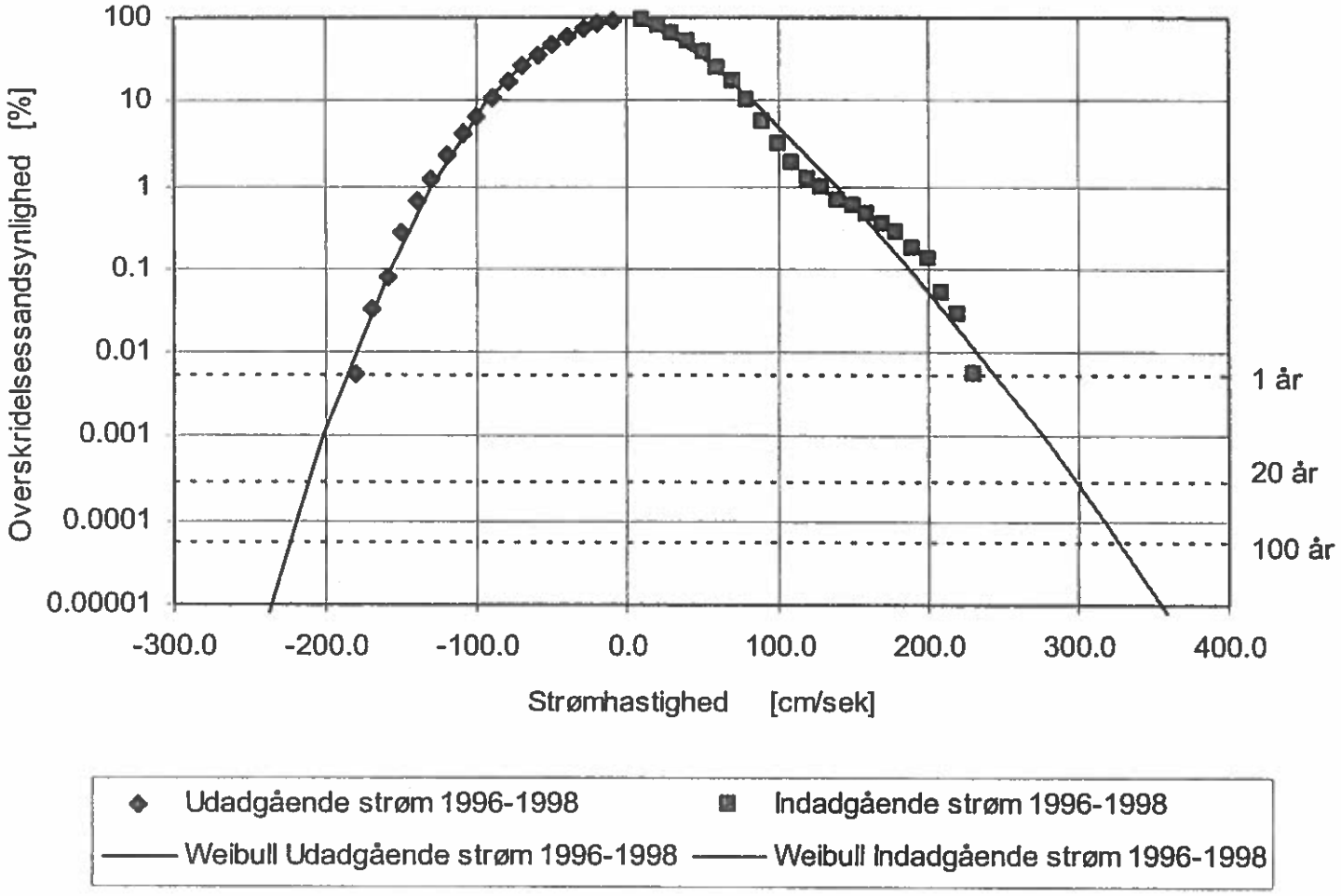


Vandstand	Maksimal signifikant bølgehøjde	Hyppighed
+0.00	$H_s > 0{,}3$ m	113 t/år
+0.00	$H_s > 0{,}4$ m	16.2 t/år
+0.00	$H_s > 0{,}5$ m	2,5 t/år
+0.00	$H_s > 0{,}6$ m	0,4 t/år



MIKE 21NSW: Eksempel på udbredelse af bølger i Nissum Bredning ved 10 års vind fra Syd Øst og normal vandstand.

Strømforhold i Thyborøn Kanal



Strømstatistik baseret på KDI's strømmålinger fra 1996-1998.
Bemærk: Stærkere indadgående strøm, end udadgående.

RAMBØLL

Strømforhold ved ny kaj

Stærkere udadgående strøm end indadgående ved Ny Kaj, dvs. modsat Kanalen.

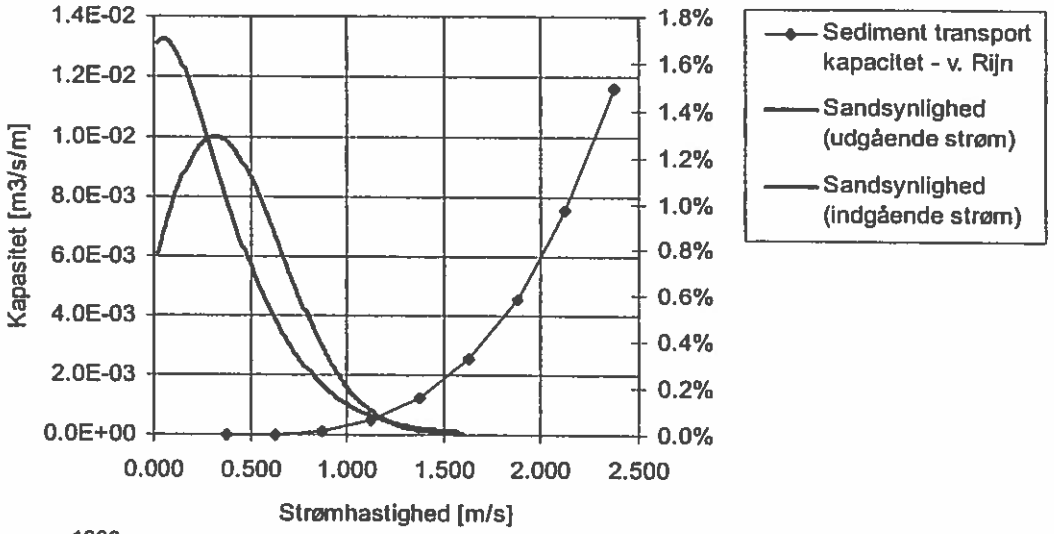
Forklaring :

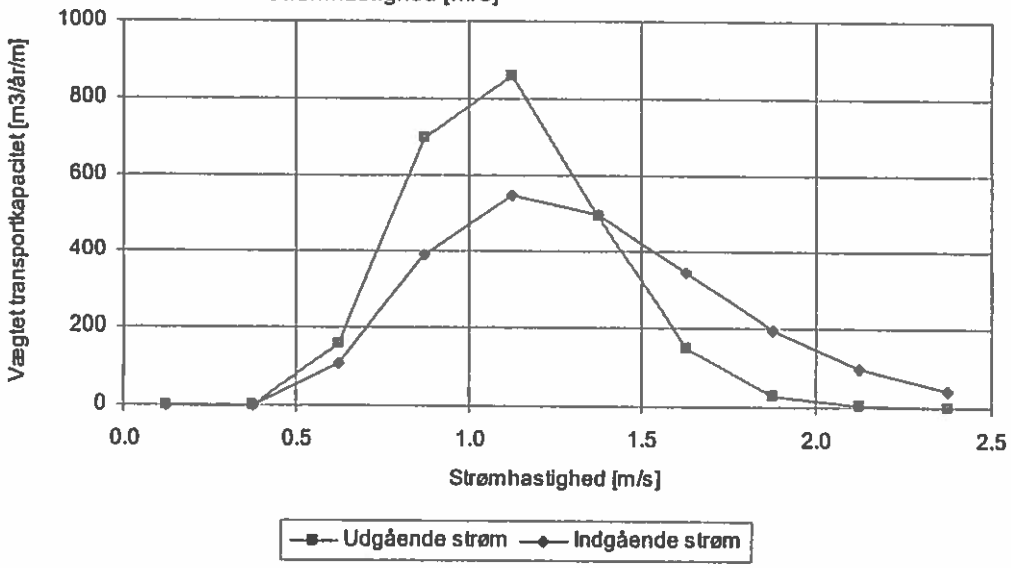
- Ved indadgående strøm i Thyborøn Kanal spules vand ud over fjordgrunden.
- Ved udadgående strøm foregår hovedtransporten i Sælhundeholmløbet

Maksimal strømhastighed	Hyppighed Eksisterende forhold	Hyppighed Ny Sydhavn (6-7-8m)
Indadgående strøm		
$U_{kaj} > 0{,}5$ m/s	500 t/år	300 t/år
$U_{kaj} > 0{,}6$ m/s	90 t/år	20 t/år
$U_{kaj} > 0{,}7$ m/s	2 t/år	1 t/år
Udadgående strøm		
$U_{kaj} > 0{,}8$ m/s	300 t/år	500 t/år
$U_{kaj} > 1{,}0$ m/s	25 t/år	60 t/år
$U_{kaj} > 1{,}2$ m/s	2 t/år	6 t/år

Udvælgelse af modelscenarier for ST beregning

De betydende strømhastigheder for sedimenttransport i Sælhundeholmløbet, bestemmes ved vægtning af teoretisk sedimenttransport-kapacitet

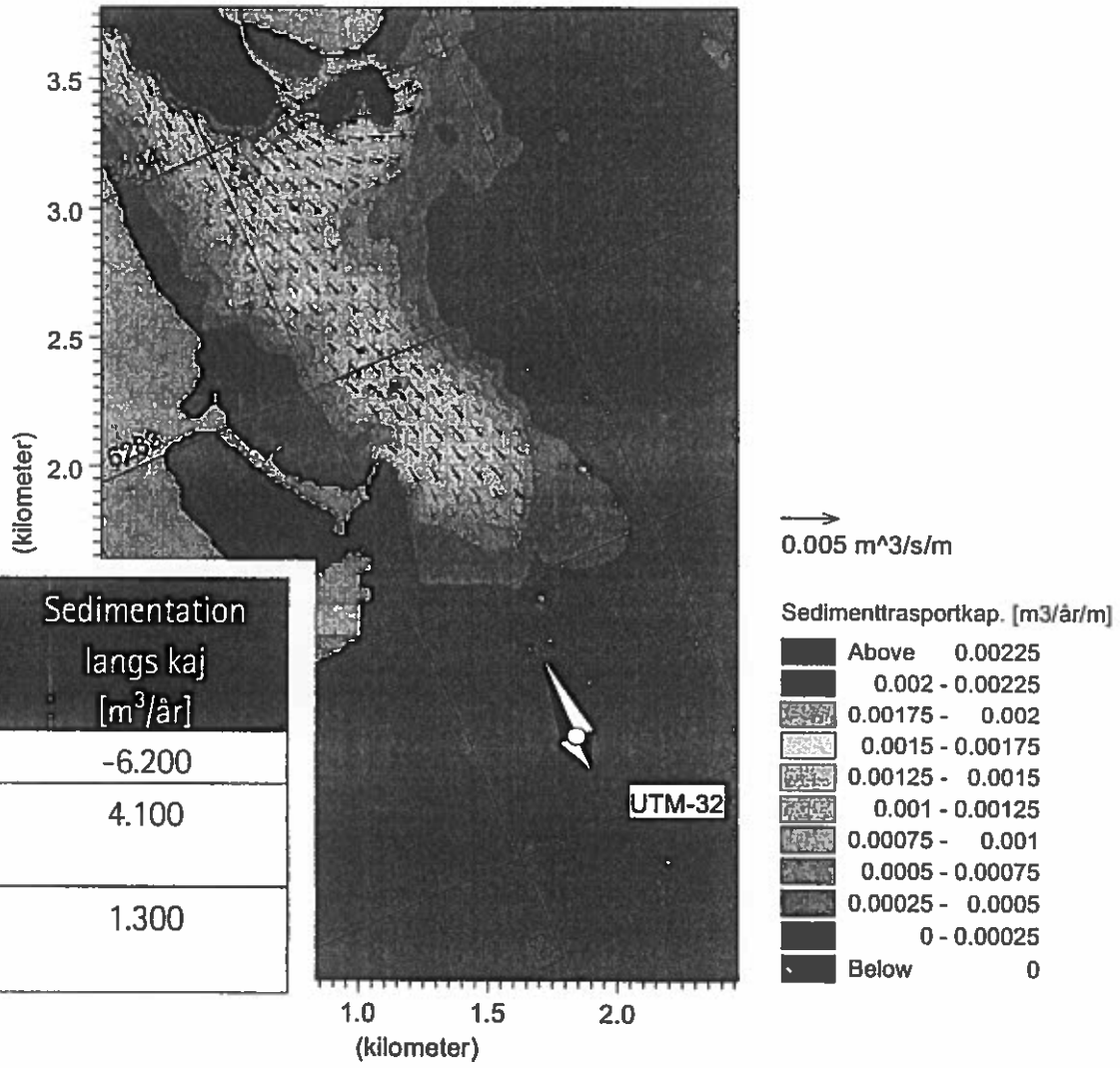




RAMBØLL

ST Model resultater

- Sælhundeholmløbet er selvrensende i indsejlingen til den nye kaj
- Anlæggelse af kajen medfører ikke tilsanding af Løbet
- Der vil forekomme lokal sedimentation langs kajen



Model	Sedimentation af indsejling [m³/år]	Sedimentation langs kaj [m³/år]
Eksisterende forhold	-26.000	-6.200
Fremtidige forhold u. uddybning	-2.000	4.100
Fremtidige forhold m. uddybning til –8 m	-8.000	1.300

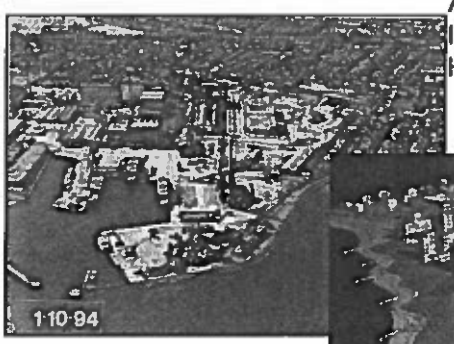
RAMBØLL

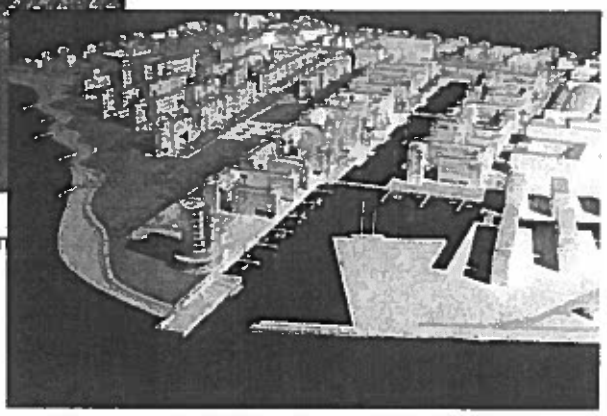
Tuborg Syd

COWI

Tuborg Syd

Bygherre: Carlsberg Ejendomme
Arkitekt: Vilhelm Lauritzen A/S
Ingeniør: COWI A/S
Havneejer: KDY
Kongelig Dansk Yachtforening





Vinderprojekt i konkurrencen om området Tuborg Syd i Hellerup.
En ny bydel med mulighed for 210.000 m² byggeri.

COWI

Tuborg Syd

COWIs ydelser: Trafikplanlægning
Infrastruktur med forsyningsinstallationer
Veje og bro
Marine arbejder

COWI

Tuborg Syd

Marine Arbejder:

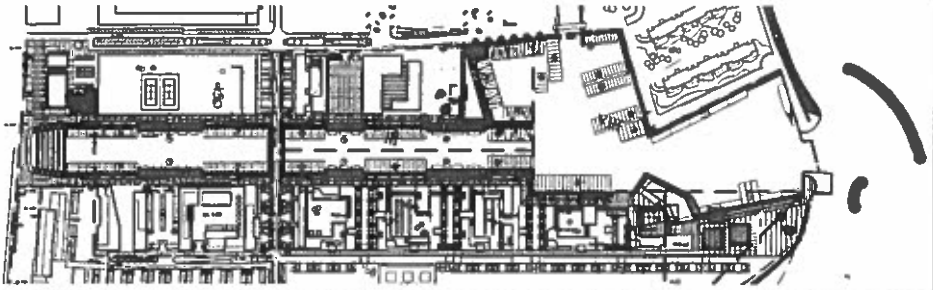
Havneplanlægning

- Bådepladser
- Fortøjningsarrangement
- Havnefunktioner
- Forsyning og betalingsanlæg
- Affaldshåndtering
- Bølgeurosimulering
- Vandkvalitet

Konstruktioner

- Spunsvægge
- Midlertidig dæmning
- Opfyldning/uddybning/udgravning
- Støttemure i præfabrikeret betonelementer
- Træbro i azobé
- Bølgebryder og stenkiste

Ny kystlinie



COWI

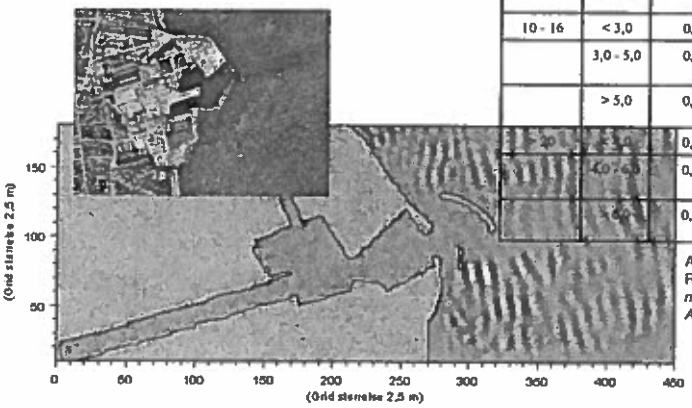
Tuborg Syd

Generelle bølgeklima udenfor havnen er undersøgt med MIKE21 Nearshore Waves modulet.

Til bestemmelse af bølgeklimaet inde i havnen er MIKE21 Boussinesq Waves modulet anvendt.

Skibslængde	Bølger ind fra siden		Bølger ind fra stævnen	
[m]	Periode, T_p [s]	Bølgehøjde, H_{m0} [m]	Periode, T_p [s]	Bølgehøjde, H_{m0} [m]
4 - 10	< 2,0	0,20	< 2,5	0,20
	2,0 - 4,0	0,10	2,5 - 4,0	0,15
	> 4,0	0,15	> 4,0	0,20
10 - 16	< 3,0	0,25	< 3,5	0,30
	3,0 - 5,0	0,15	3,5 - 5,5	0,20
	> 5,0	0,20	> 5,5	0,30
16 - 20	< 4,0	0,30	< 4,5	0,30
	4,0 - 6,0	0,15	4,5 - 7,0	0,25
	> 6,0	0,25	> 7,0	0,30

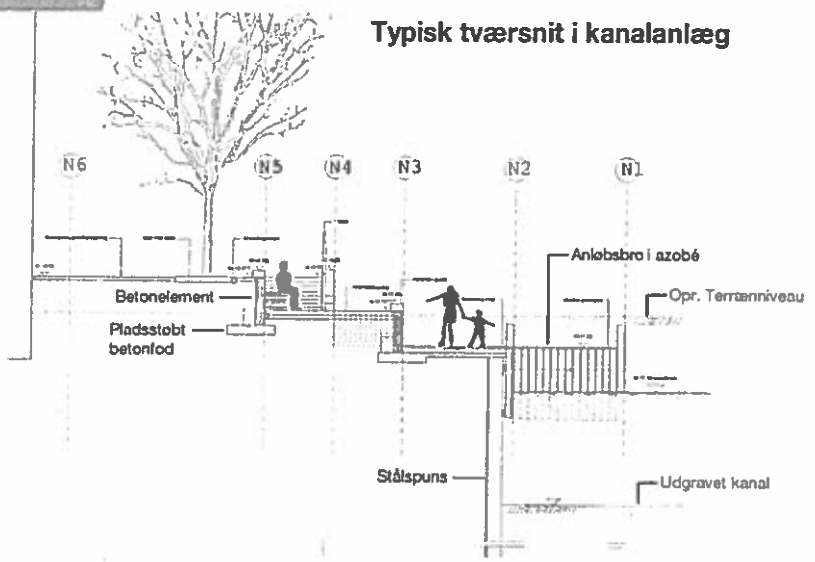
Anbefalede bølgekriterier
Ref.: *PIANC: Criteria for movements of moored ships in harbours. A practical guide. 1995*



COWI

Tuborg Syd

Typisk tværsnit i kanalanlæg



COWI

Tuborg Syd

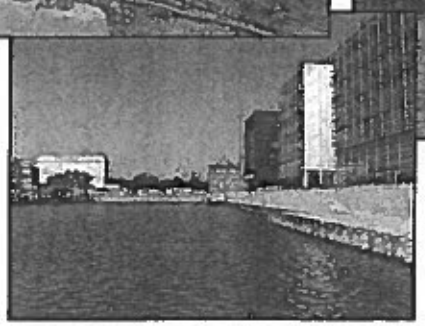
Etablering af kraftig spunsvæg af hensyn til den hårde moræne Hoesch 3600 og LX 32

Spuns og forankrings-arbejder skulle koordineres med opførelsen af bygninger.

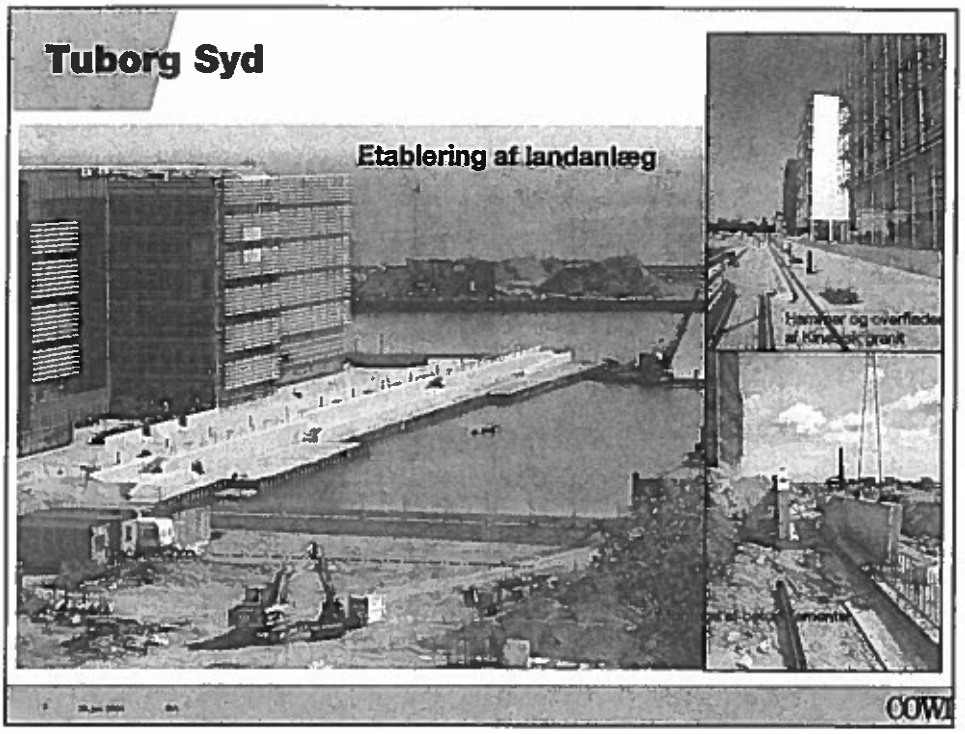
Spunsen blev tildækket efter etablering af hensyn til adgangsveje mv.

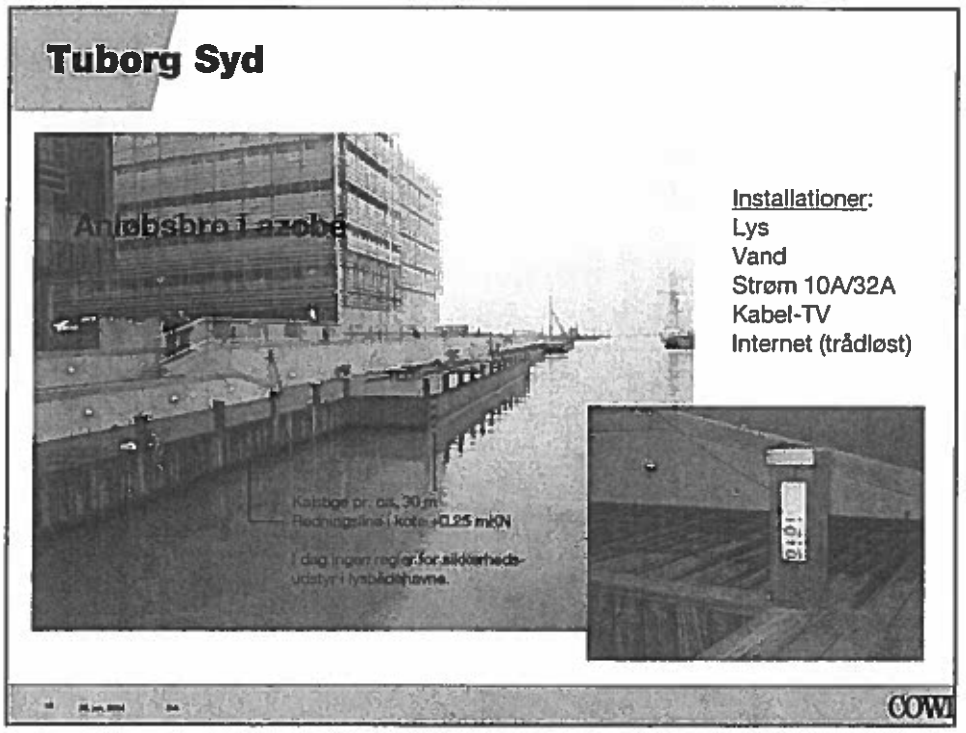
COWI

Tuborg Syd

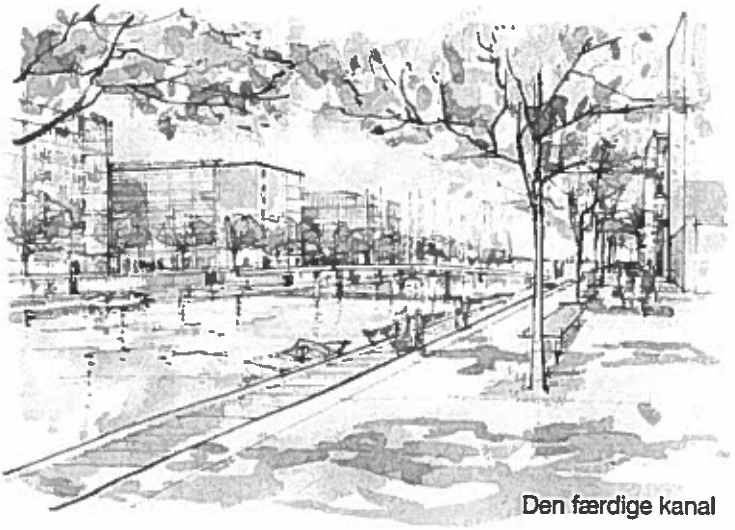


COWI


Tuborg Syd
Etablering af landanlæg
COWI


Tuborg Syd
Installationer:
Lys
Vand
Strøm 10A/32A
Kabel-TV
Internet (trådløst)
COWI

Tuborg Syd



Den færdige kanal

Færgeterminal i Mellembassin

Bygherre:	Københavns Havn A/S
Bygherre Rådgiver:	COWI A/S
Byggestyring:	TK Styring
Totalentreprenør:	MT Højgaard a/s
Entreprenørrådgiver:	Rambøll

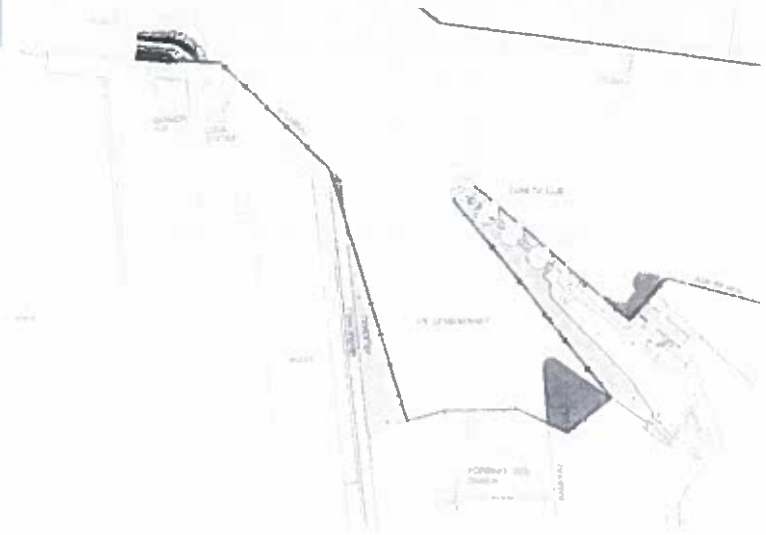
MTHøjgaard

Arbejdes beskrivelse

- Nedbryd og indbyg Danlink færgelejet i et nyt færgeleje
- Afkort Langelinie med ca.70m
- Afkort Redmolen med ca. 60m
- Marmorkaj indsnævres

MTHøjgaard

MTHøjgaard

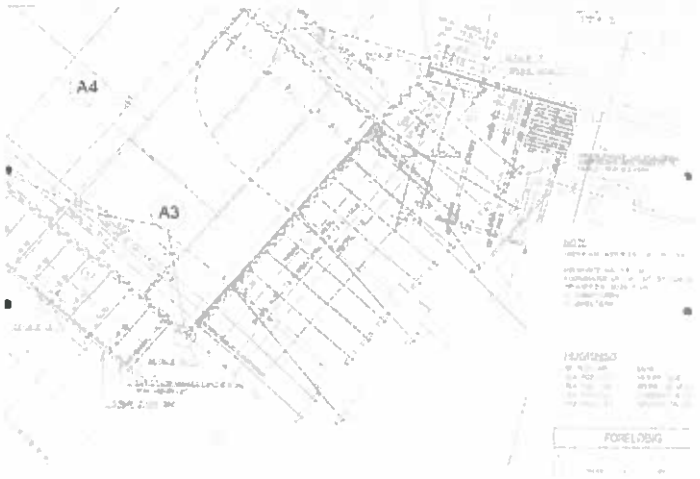


MTHøjgaard

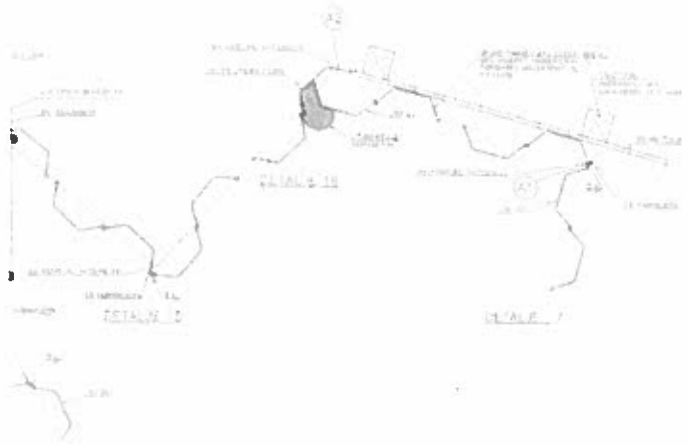
Hovedmængder:

- Nedbrydning og knusning af 10.000 m³ betonkonstruktioner
- Uddybning af ca. 92.000m³
- Ramning af 800 lbm. spunsvæg, tværforankring og borede ankre
- Beton hammer
- Jordarbejder-udgravning og genindbygning af 70.000m³
- Vejbelægninger 12.000 m² densiphalt, 20.000m² asfalt,
- Plastbelægninger 10.000m² indiske brosten, kinesisk granitfliser og portugisiske chaussesten
- 4,5 km kinesiske kantsten
- Ledningsarbejder–regn, spilde, kabeltrækrør, el, vand og fjernvarme
- Aptering skilte, afstribning beplantning og toldhegn

MTHøjgaard

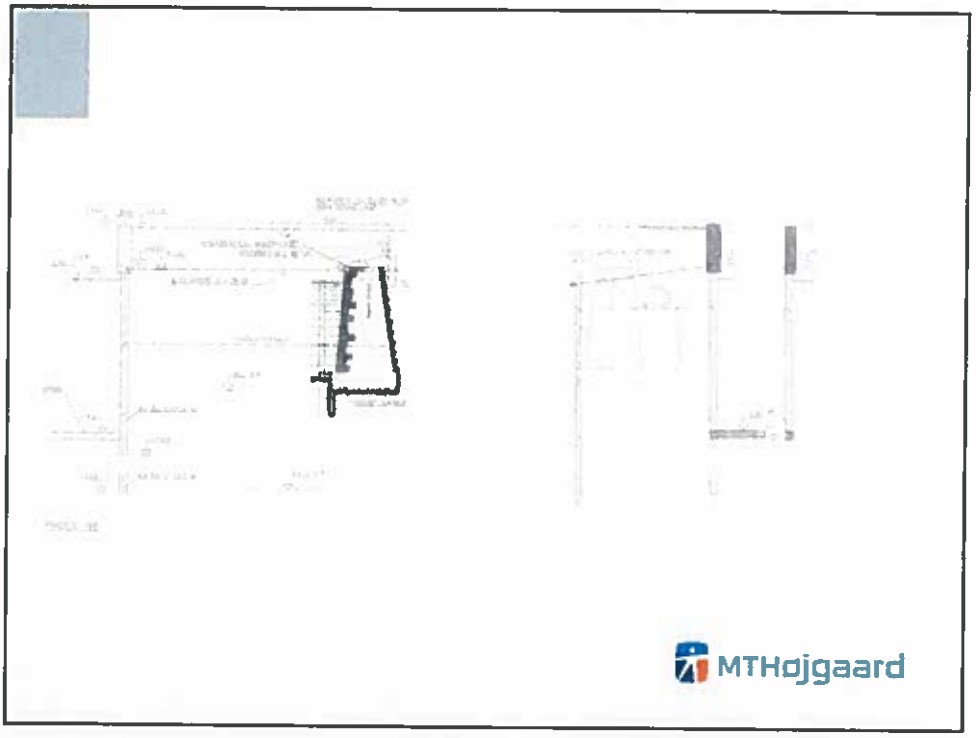


MTHøjgaard



MTHøjgaard

MTHøjgaard

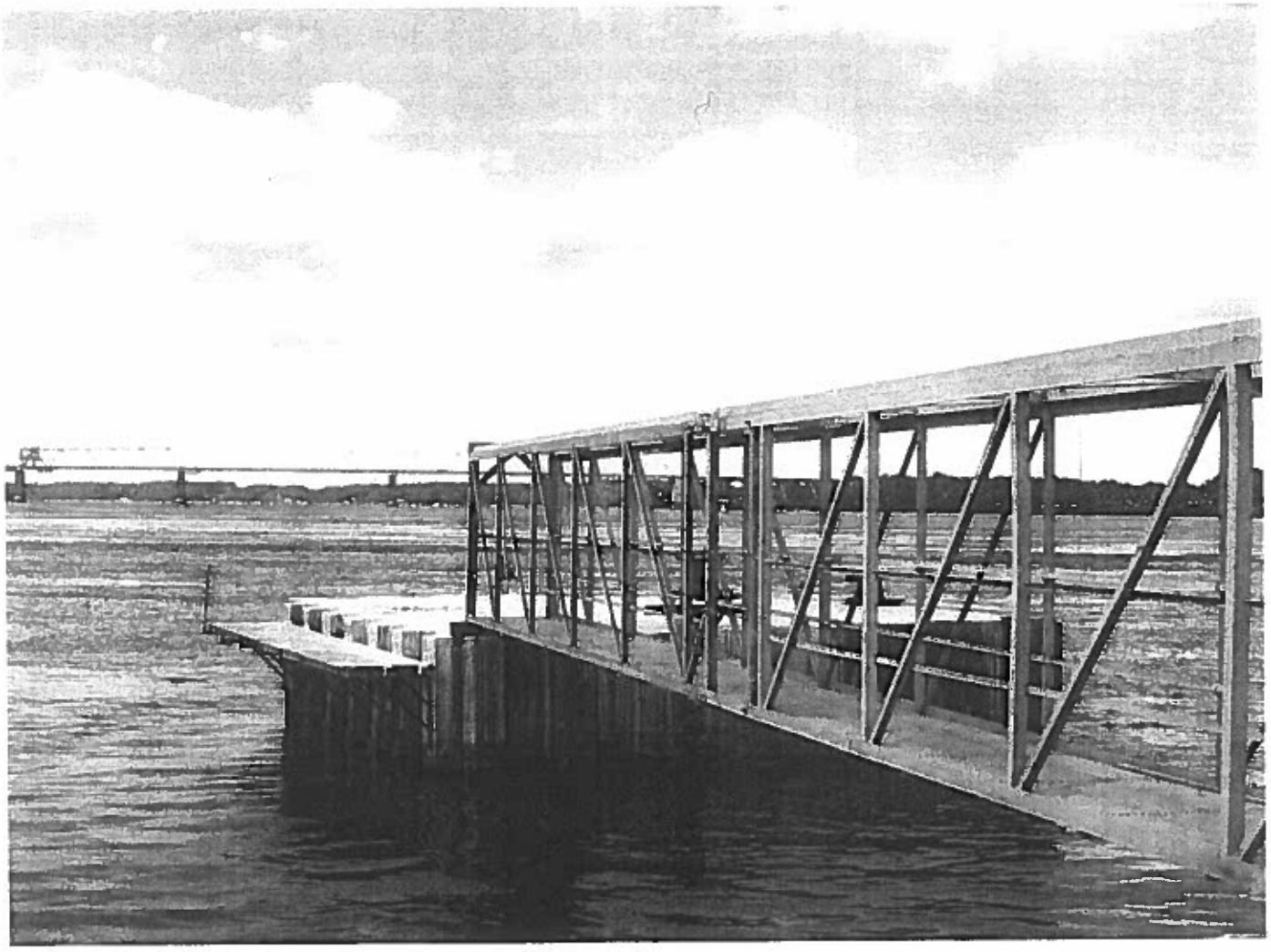

MTHøjgaard


MTHøjgaard

MTHøjgaard

MTHøjgaard

MIDDELFART TRAFIKHAVN



Carl Bro
Intelligent Solutions

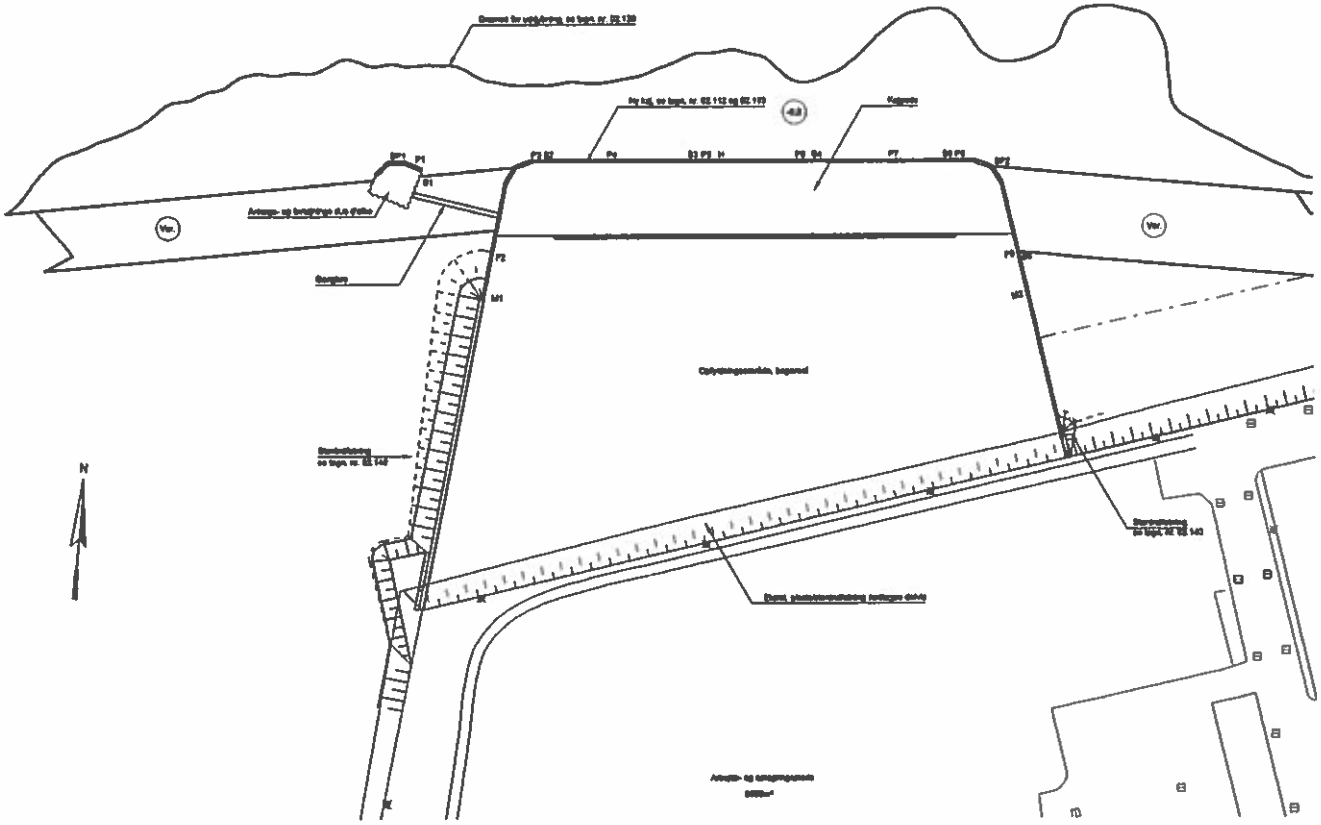
MIDDELFART TRAFIKHAVN

- Udvidelse af Kajanlæg i 2003
- Bygherre: Associated Danish Ports A/S (Fredericia, Nyborg og Middelfart havne)
- Rådgiver: Carl Bro
- Hovedentreprenør: Per Aarsleff A/S

MIDDELFART TRAFIKHAVN

- I 2002 var Middelfart Trafikhavn Danmarks ca. 40. største trafikhavn
- Efter udvidelsen i 2003 fremstår Middelfart Trafikhavn nu som Danmarks 13. største trafikhavn
- Kriterium: vanddybde

MIDDELFART TRAFIKHAVN



Carl Bro
Intelligent Solutions

MIDDELFART TRAFIKHAVN

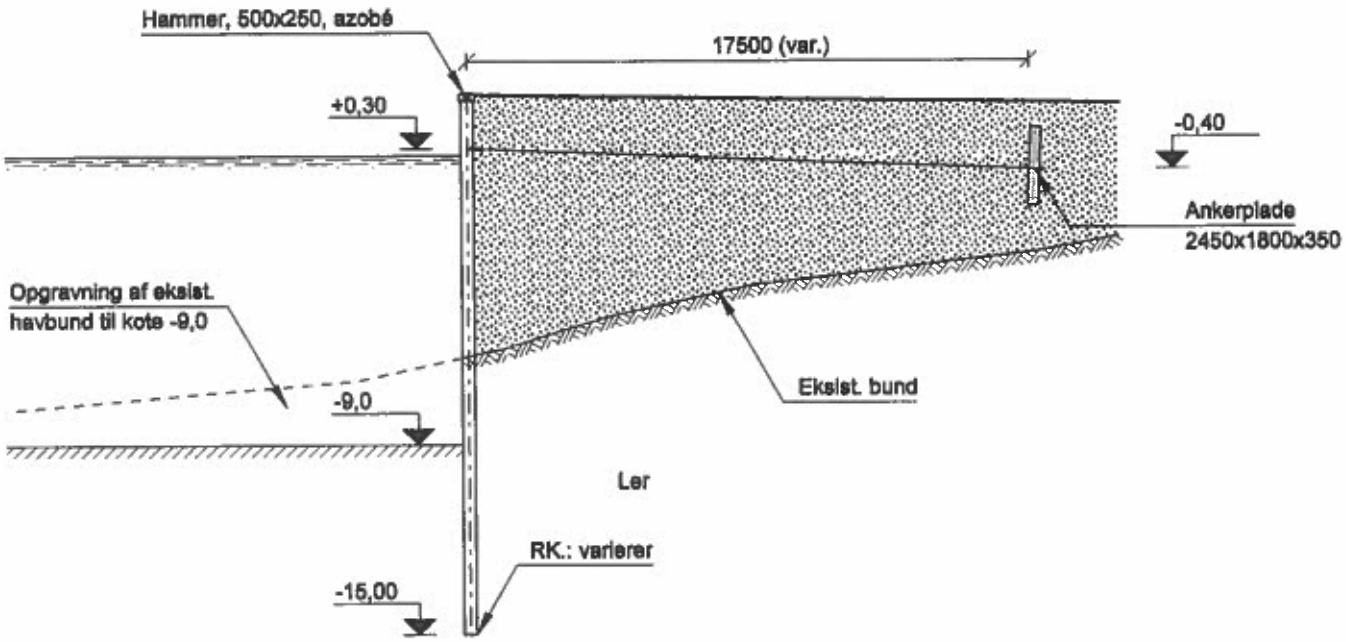
Carl Bro
Intelligent Solutions

MIDDELFART TRAFIKHAVN

- **Bedste jordlag:**
  Indpumpet sandfyld

- **Dårligste jordlag:**
  Lillebæltsler (tertiært ler),
  langtidsparametre:
  $\varphi'_k = 14{,}5^o$
  $c' = 2{,}0 – 7{,}5\ kN/m^2$

MIDDELFART TRAFIKHAVN



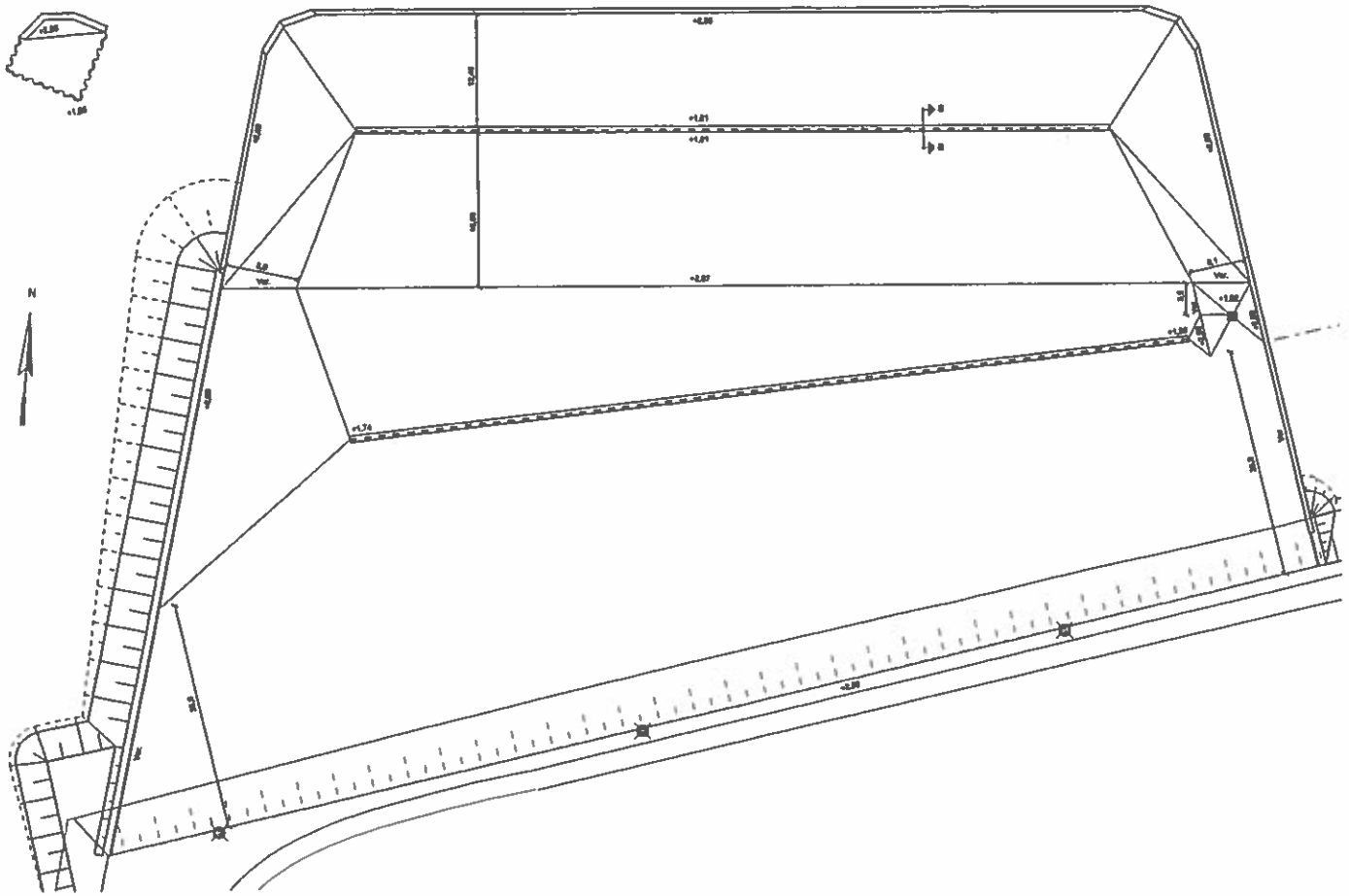
MIDDELFART TRAFIKHAVN

- **Belægning**
  9 cm betonbelægningssten + afretningslag

  15 cm cement- og flyveaskestabiliseret grus

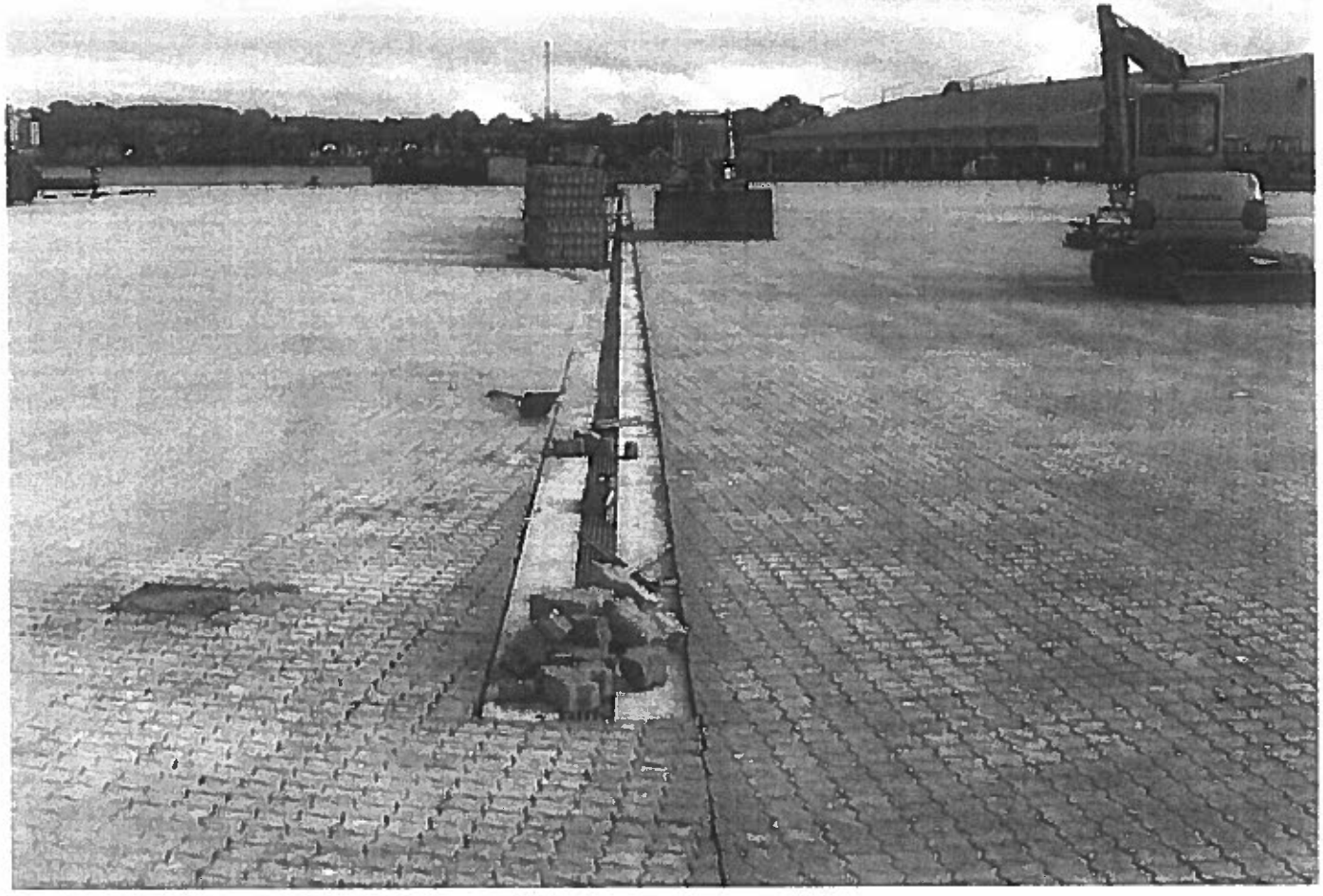
- **Fald**
  20 ‰
  Dog 15 ‰ ved kajkanten aht. mobilkraner

MIDDELFART TRAFIKHAVN



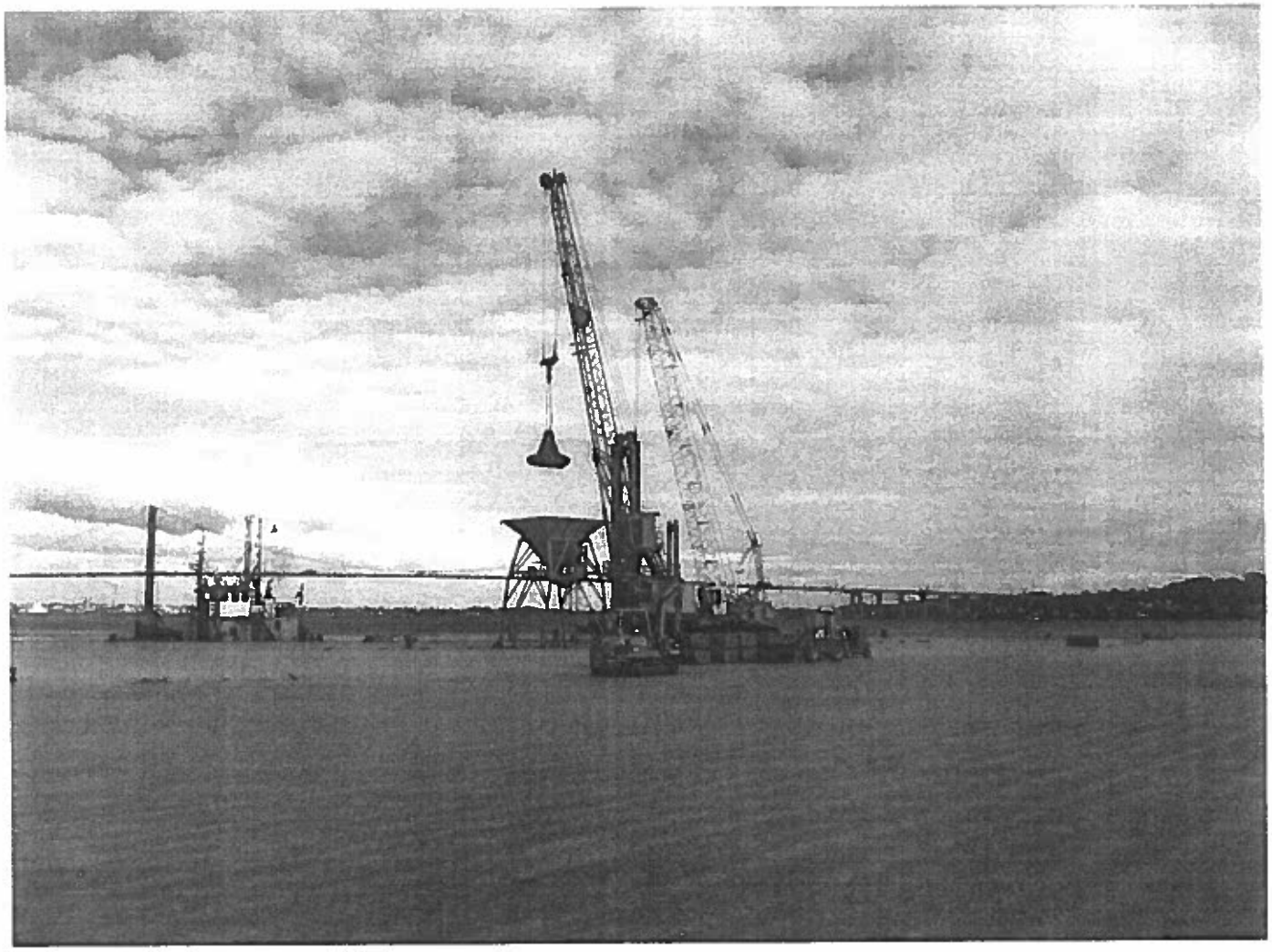
Carl Bro
Intelligent Solutions

MIDDELFART TRAFIKHAVN



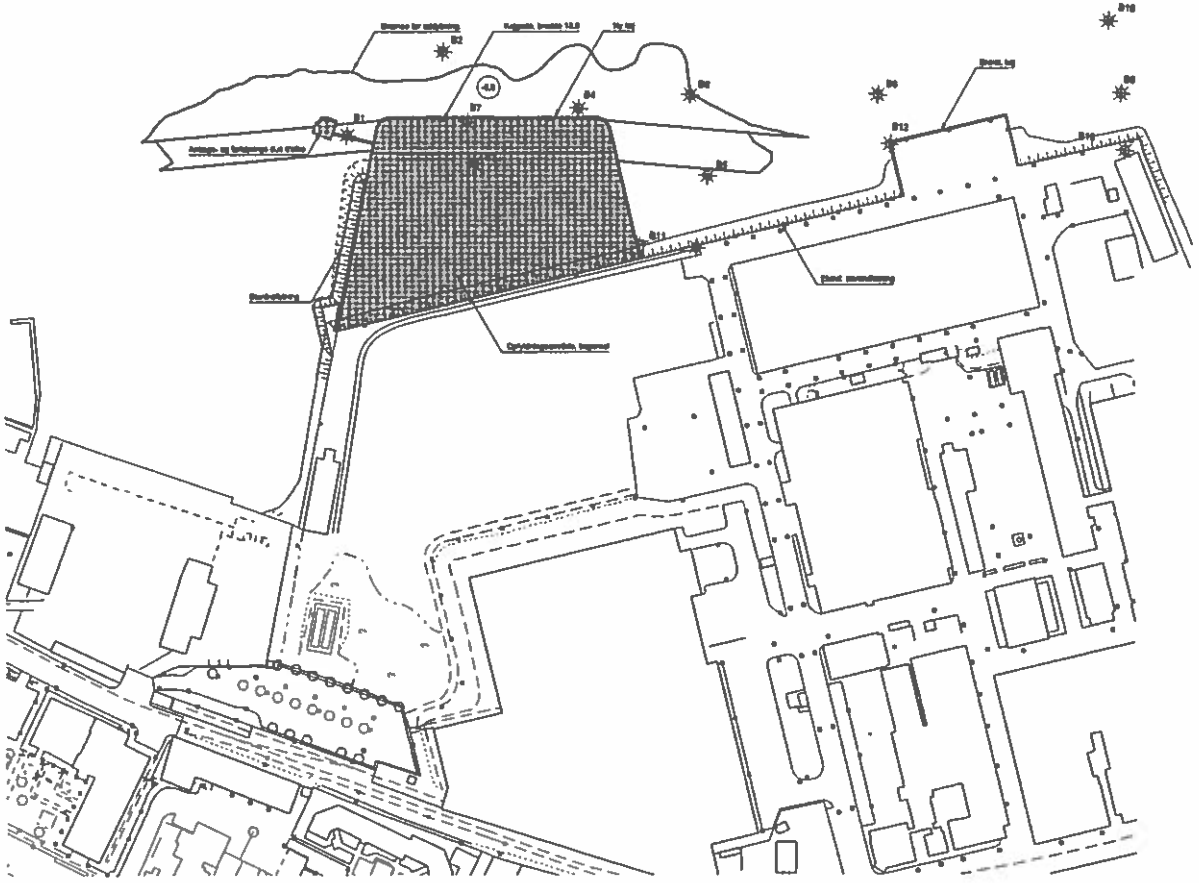
Carl Bro
Intelligent Solutions

MIDDELFART TRAFIKHAVN



MIDDELFART TRAFIKHAVN

Lillebælt



LNG Terminal

En vandbyggers hverdag

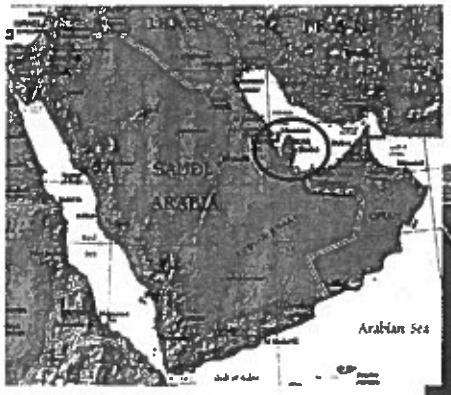
af Lars Gjørret, COWI

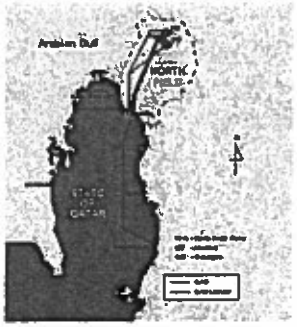
LNG Terminal i Ras Laffan, Qatar

COWI

LNG Terminal

Geografisk placering af LNG projekt



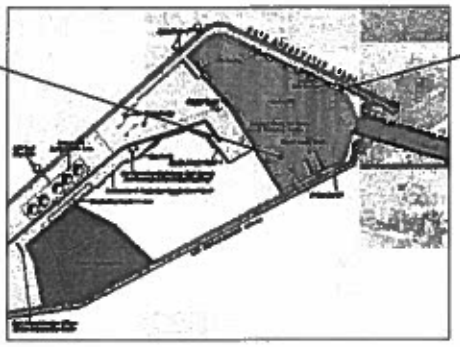


COWI

LNG Terminal

Igangværende COWI projekter i Ras Laffan

Berth 1a/1b

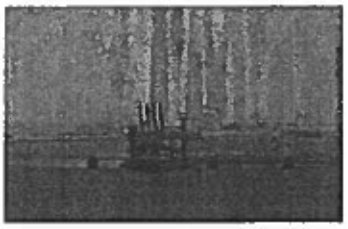


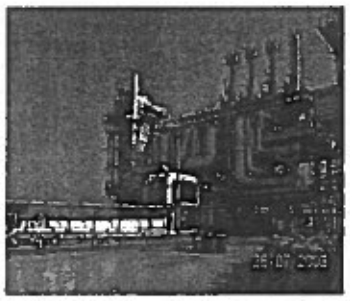
Berth 3

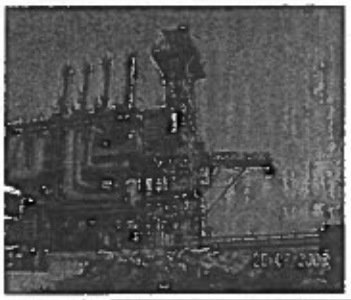
COWI

LNG Terminal, Ras Laffan, Berth 3

RG, the "Company":	RasGas
CMS&A, the "Contractor":	Snamprogetti, Chiyoda & Co. WLL
Marine Design Consultant:	COWI





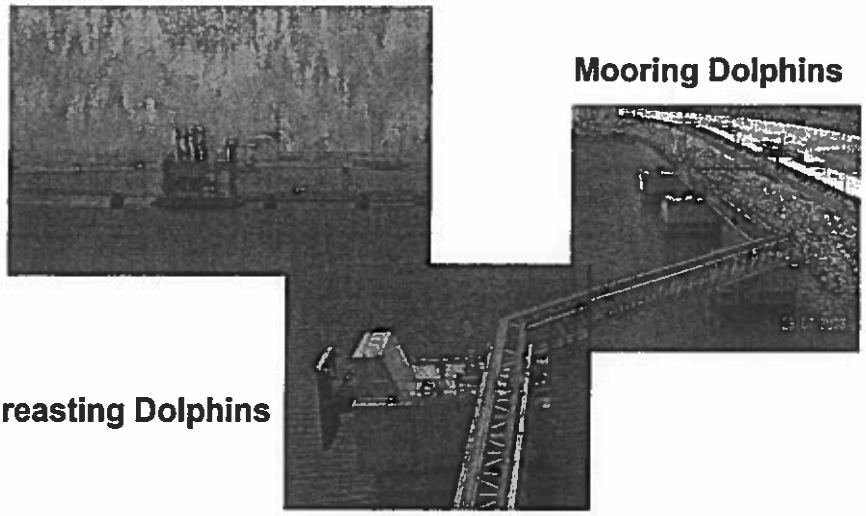


COWI

LNG Terminal, Ras Laffan, Berth 3

Loading Platform

Mooring Dolphins

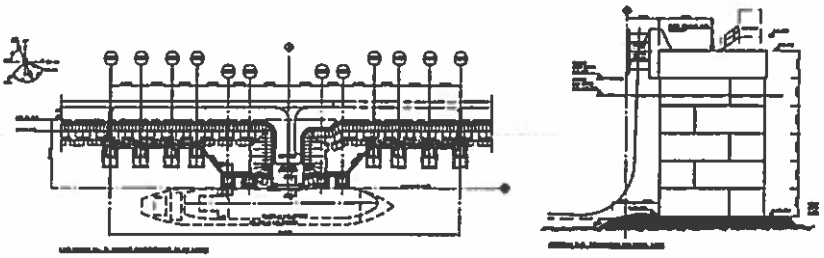


Breasting Dolphins

COWI

LNG Terminal, Ras Laffan, Berth 3

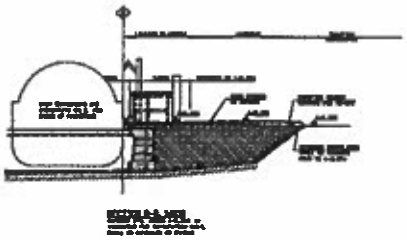
Mooring / Breasting Dolphins

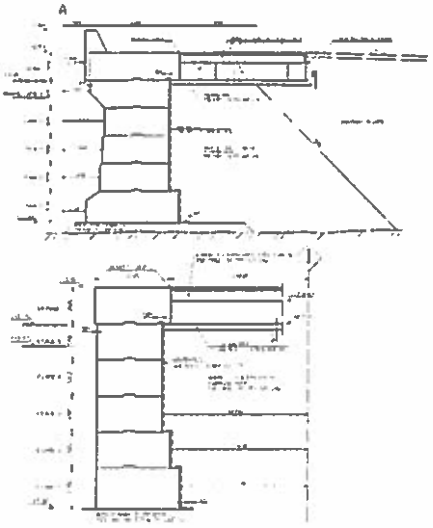


COWI

LNG Terminal, Ras Laffan, Berth 3

Loading Platform





LNG Terminal, Ras Laffan, Berth 3

Modellering af rubble mound

Effekten af rubble mound ("svagt" materiale) ovenpå limestone ("stærkt" materiale) samt skråning foran