

# Hydroinformatics: Information Technology & Aquatic Environment

---

Vladan Babovic  
National University Singapore



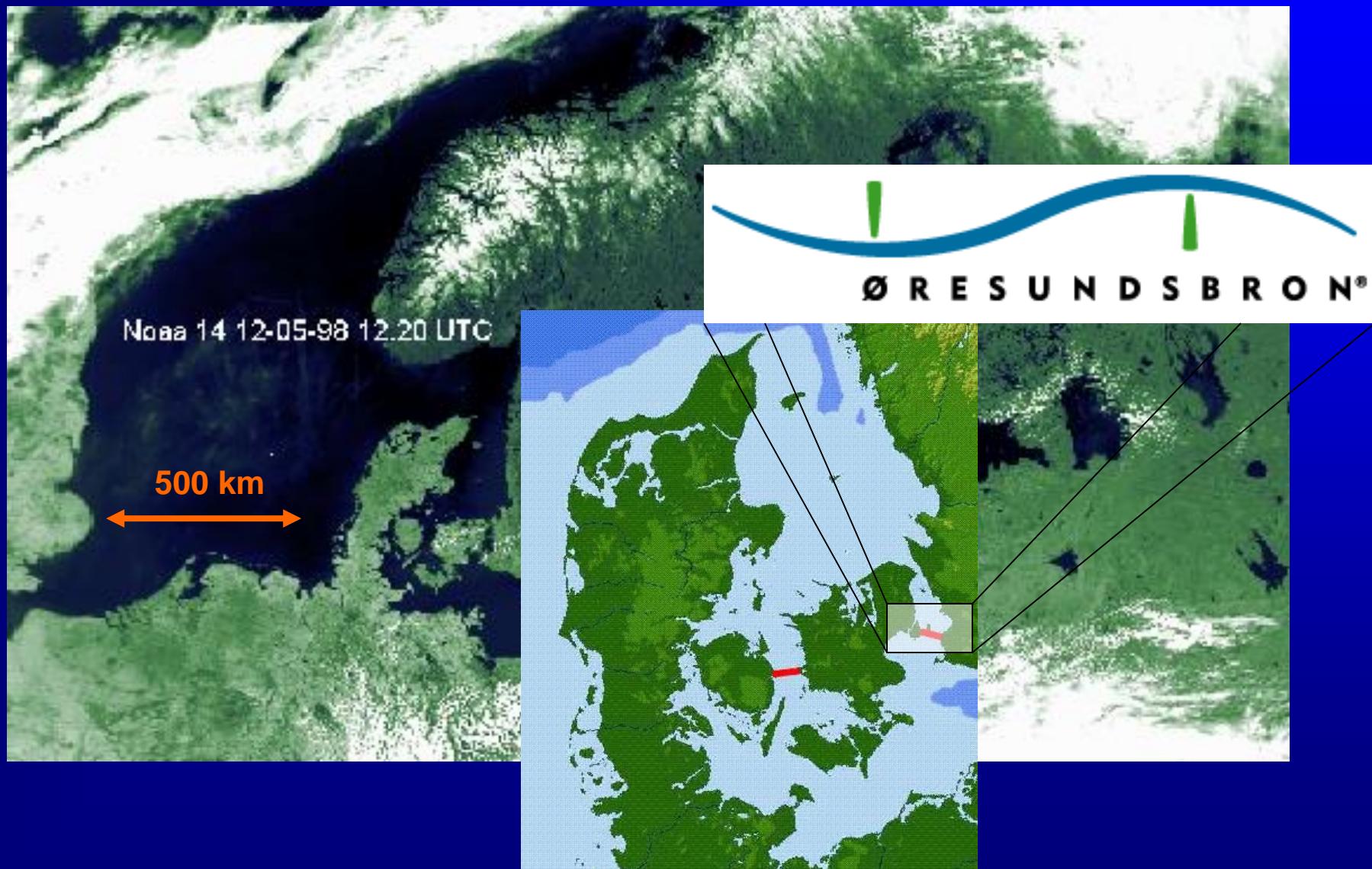
# A [Hydroinformatics] System

...is not a static design – it is a dynamic process that is continually adapting to achieve its goals and to react to changes in itself and in the environment.

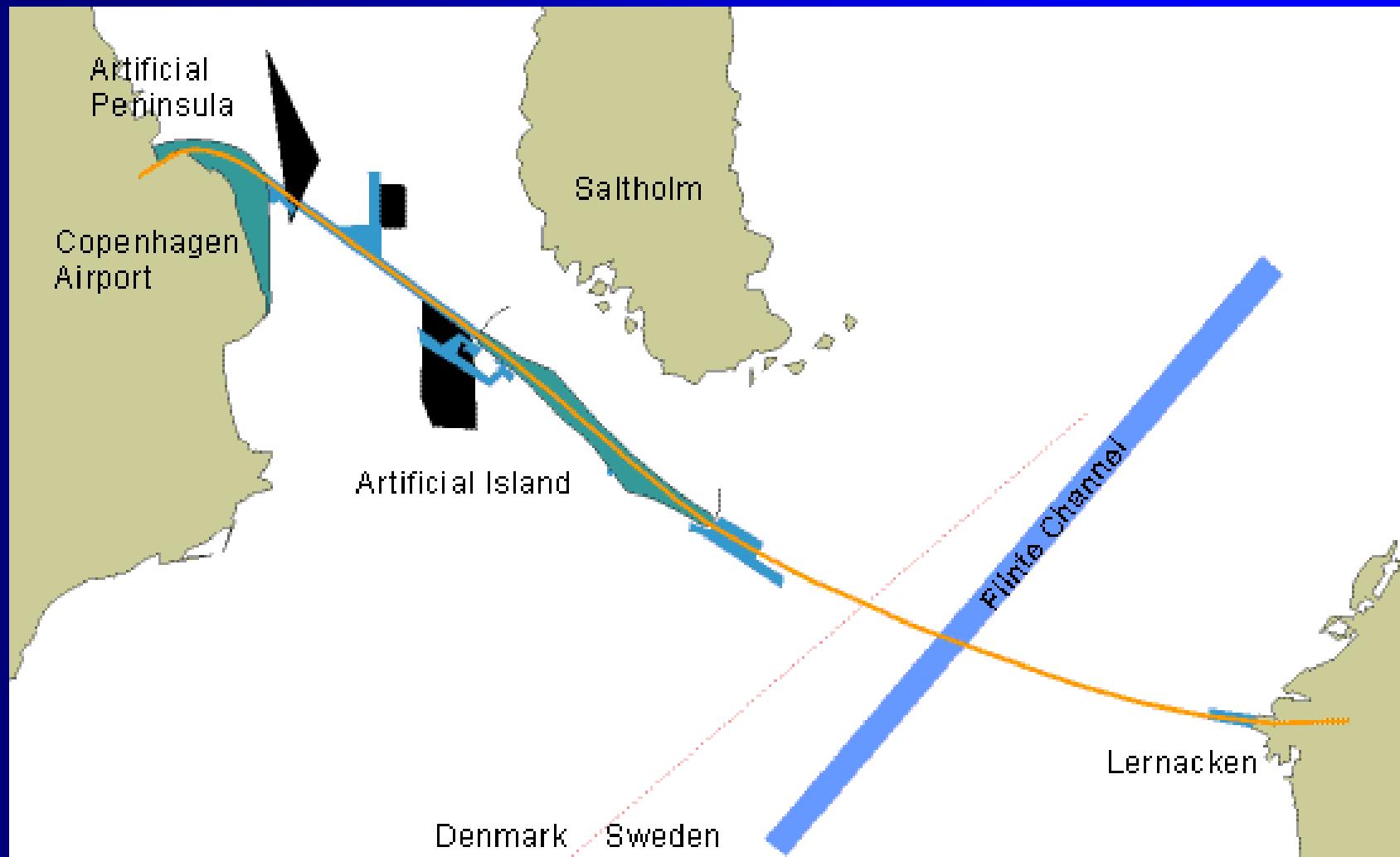
# Case Study: Øresund Link

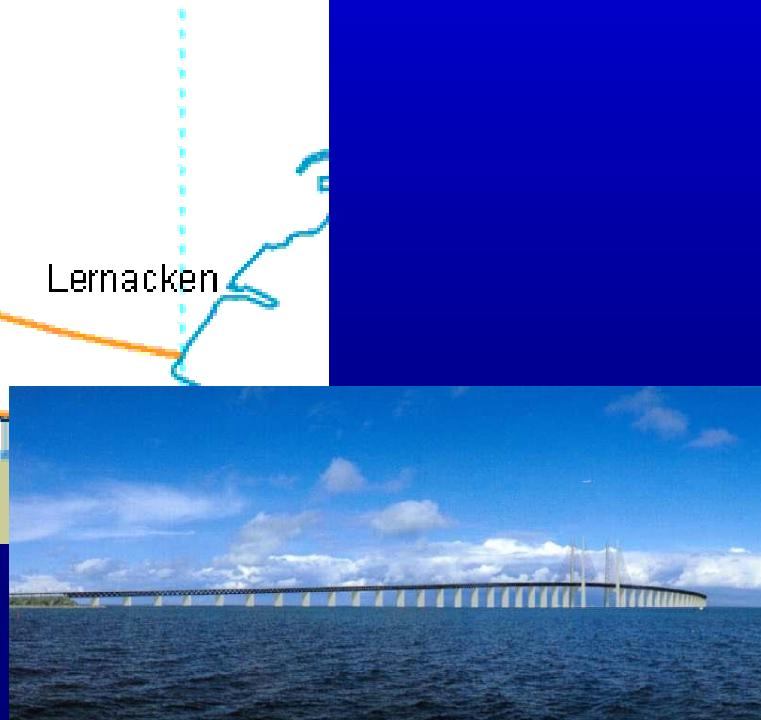
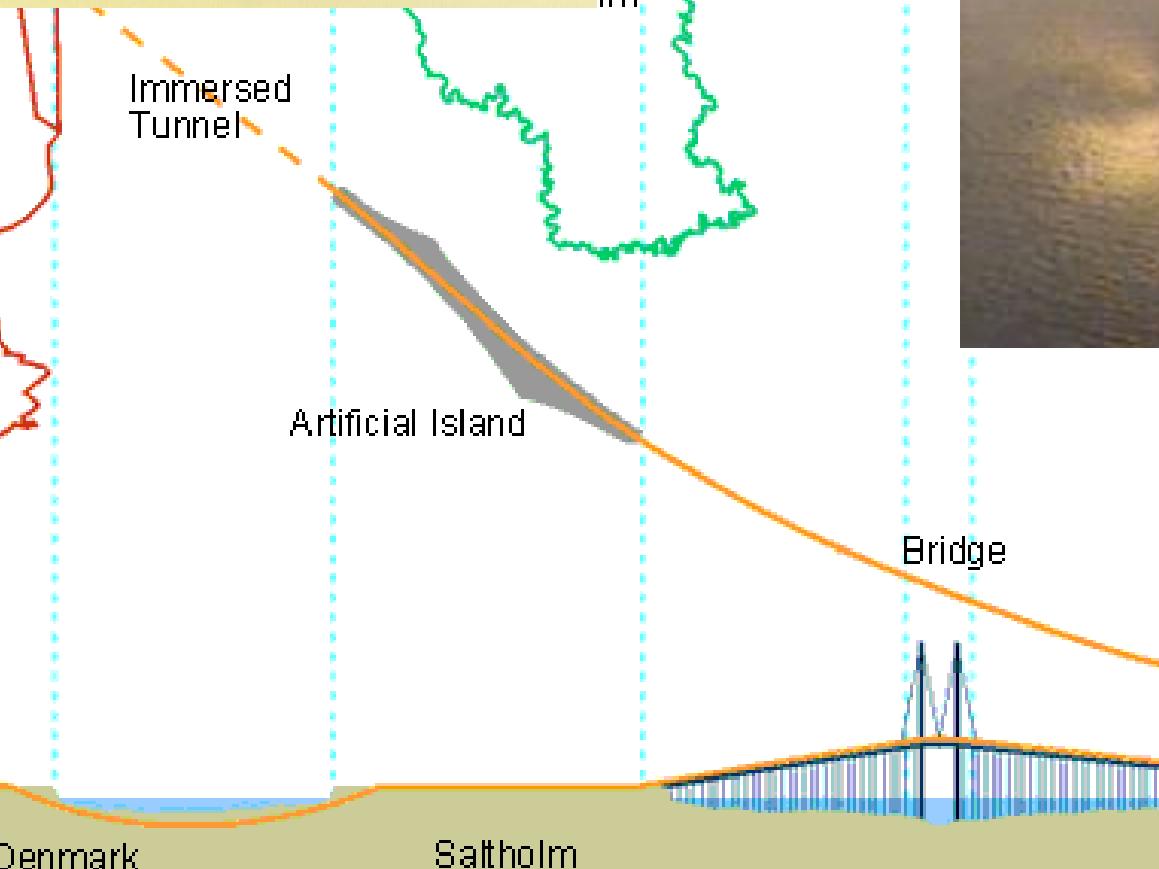
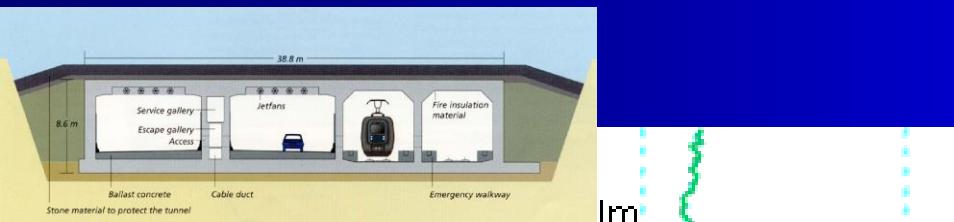


Implications for Architecting



The Project





# Environmental Concern, (Permanent Effects)

## Blocking

- Water Exchange of the Baltic Sea
- Ecology of the Baltic sensitive to salinity



# **Stakeholders**

- Parliaments and Governments
- Authorities
- Link Owner (and his Consultants)
- Contractors
- Citizens and NGO's
- Media

# Stakeholders

## Parliaments and Governments:

*Build a Link!*



Til lovforslag nr. L 178 Folketinget 1990-91 (2. samling)

Vedtaget af Folketinget ved 3. behandling den 14. august 1991

### Forslag

#### Lov om anlæg af fast forbindelse over Øresund

##### Anlægget m.v.

§ 1. Aftalen af 23. marts 1991 mellem Danmark og Sverige om en fast forbindelse over Øresund (Øresundsforbindelsen) kan ratificeres ved Folketingets vedtagelse.

foretages under hensyn til, hvad der er økologisk motiveret, teknisk muligt og økonomisk rimeligt, således at skadelige virkninger på miljøet forebygges.

Sik. 2. Der opstilles en kvalitetsmålsætning for anlæggernes miljøeffekter i Østersøen og Øresund samt på land, der tillige med et overvågnings- og kontrolprogram skal godkendes af trafikministeren efter samråd med miljøministeren inden igangsatelse af anlægsarbejderne.

##### Ejendomsforhold og forvaltning

§ 5. Trafikministeren stifter et holdingaktselskab med en aktiekapital på 355 mio. kr., som tegnes af den danske stat.

Sik. 2. Statens aktier i A/S Storebælt'sforbindelsen indskydes i holdingaktselskabet som betaling for de aktier, der tegnes efter sik. 1. Der skal ikke betales aktieafgift for indskudtet.

§ 6. Holdingaktselskabet stifter et aktieselskab med en aktiekapital, der ved stiftelsen fastsættes til 5 mio. kr.

Sik. 2. Dette selskab forestår som bygherre opførelsen af de i § 3 nævnte anlæg. Selskabet skal indgå aftale med et af den svenske stat stiftet aktieselskab om dannelse af det konsortium, der forestår projektering og anden forberedelse samt finansiering, bygning og

-LF0

Schultz Grafisk A/S 012/06838 13-08 l/traf35571

# Political Requirements for the Environment:

- No *Impact on the Baltic Sea (Zero Solution)*
- Restore *Ecological Balance of Øresund*

Vedtaget af Folketinget ved 3. behandling den 14. august 1991

**Forslag**

til

**Lov om anlæg af fast forbindelse over Øresund****Anlægget m.v.**

**§ 1.** Aftalen af 23. marts 1991 mellem Danmark og Sverige om en fast forbindelse over Øresund (Øresundsforbindelsen) kan ratificeres på Danmarks vegne.

**§ 2.** Trafikministeren bemyndiges til at træffe bestemmelser om udførelse af de foranstaltninger, som er nødvendige for gennemførelsen af den i § 1 nævnte aftale.

**§ 3.** Trafikministeren bemyndiges til at træffe dispositioner i henhold til denne lov til anlæg af følgende tilslutninger for jernbane- og vejtrafik fra Øresundsforbindelsen gennem Tårnby og over Vestamager til det eksisterende jernbane- og vejen:

- 1) En hovedlandevej med tilslutning til Aмагermotorvejen (E 20).
- 2) En jernbane, der krydsner Kalvebodløbet på dæmning og bro ved fiskerihaven, og som fortsætter langs Sydhavngade til eksisterende spor ved Københavns Hovedbane-gård.
- 3) En jernbane fra Kalvebodløbet langs Valbyparken til eksisterende spor ved Viger-slev.

**Miljømæssige forhold**

**§ 4.** Den endelige udformning af Øresundsforbindelsen og tilslutningsanlæg, jf. § 3, skal

foretages under hensyn til, hvad der er økologisk motivert, teknisk muligt og økonomisk rimeligt, således at skadelige virkninger på miljøet forebygges.

**Stk. 2.** Der opstilles en kvalitetsmålsætning for anlæggets miljøeffekter i Østersøen og Øresund samt på land, der tillige med et overvågnings- og kontrolprogram skal godkendes af trafikministeren efter samråd med miljøministeren inden igangsættelse af anlægsarbejderne.

**Ejendomsforhold og forvaltning**

**§ 5.** Trafikministeren stifter et holdingaktieselskab med en aktiekapital på 355 mio. kr., som tegnes af den danske stat.

**Stk. 2.** Statens aktier i A/S Storebæltforbindelsen indskyltes i holdingaktieselskabet som betaling for de aktier, der tegnes efter stk. 1. Der skal ikke betales aktieafgift for indskudtet.

**§ 6.** Holdingaktieselskabet stifter et aktieselskab med en aktiekapital, der ved stiftelsen fastsættes til 5 mio. kr.

**Stk. 2.** Dette selskab forestår som bygherre opførelsen af de i § 3 nævnte anlæg. Selskabet skal indgå aftale med et af den svenske stat stiftet aktieselskab om dannelse af det konsortium, der forestår projektering og anden forberedelse samt finansiering, bygning og

*The Øresund Link shall be executed with due consideration to what is:*

*"ecologically motivated, technically feasible, and economically reasonable in order to prevent detrimental impact on the environment"*

Vedtaget af Folketinget ved 3. behandling den 14. august 1991

### Forslag

til

#### Lov om anlæg af fast forbindelse over Øresund

##### Anlægget m.v.

§ 1. Aftalen af 23. marts 1991 mellem Danmark og Sverige om en fast forbindelse over Øresund (Øresundsforbindelsen) kan ratificeres på Danmarks vegne.

§ 2. Trafikministeren bemyndiges til at træffe bestemmelser om udførelse af de foranstaltninger, som er nødvendige for gennemførelsen af den i § 1 nævnte aftale.

§ 3. Trafikministeren bemyndiges til at træffe dispositioner i henhold til denne lov til anlæg af følgende tilslutninger for jernbane- og vejtrafik fra Øresundsforbindelsen gennem Tårnby og over Vestamager til det eksisterende jernbane- og vejen:

- 1) En hovedlandevej med tilslutning til Amangermotorvejen (E 20).
- 2) En jernbane, der krydsner Kalvebodløbet på dæmning og bro ved fiskerihavnen, og som fortsætter langs Sydhavngade til eksisterende spor ved Københavns Hovedbane-gård.
- 3) En jernbane fra Kalvebodløbet langs Valbyparken til eksisterende spor ved Viger-slev.

##### Miljømæssige forhold

§ 4. Den endelige udformning af Øresunds-forbindelsen og tilslutningsanlæg, jf. § 3, skal

foretages under hensyn til, hvad der er økologisk motivet, teknisk muligt og økonomisk rimeligt, således at skadelige virkninger på miljøet forebygges.

Stk. 2. Der opstilles en kvalitetsmålsætning for anlæggets miljøeffekter i Østersøen og Øresund samt på land, der tillige med et overvågnings- og kontrolprogram skal godkendes af trafikministeren efter samråd med miljøministeren inden igangsættelse af anlægsarbejderne.

##### Ejendomsforhold og forvaltning

§ 5. Trafikministeren stifter et holdingaktieselskab med en aktiekapital på 355 mio. kr., som tegnes af den danske stat.

Stk. 2. Statens aktier i A/S Storebæltforbindelsens indskydes i holdingaktieselskabet som betaling for de aktier, der tegnes efter stk. 1. Der skal ikke betales aktieafgift for indskudtet.

§ 6. Holdingaktieselskabet stifter et aktieselskab med en aktiekapital, der ved stiftelsen fastsættes til 5 mio. kr.

Stk. 2. Dette selskab forestår som bygherre opførelsen af de i § 3 nævnte anlæg. Selskabet skal indgå aftale med et af den svenske stat stiftet aktieselskab om dannelse af det konsortium, der forestår projektering og anden forberedelse samt finansiering, bygning og

..establish  
*Environmental Quality Objectives  
for the Baltic Sea, the Øresund  
and on land,*

and

..establish a  
*Monitoring and Control Program  
to be approved by  
the traffic minister..*

# Stakeholders

- Parliaments and Governments
- Authorities:

*Environmental Quality Objectives  
Control and Monitoring  
Expert Panel  
Hearing Process*

# Environmental Concern (Temporary Effects)

## Dredging Spill

- Shading of Algae
- Impact on Mussels
- Fish Migration
- Birds





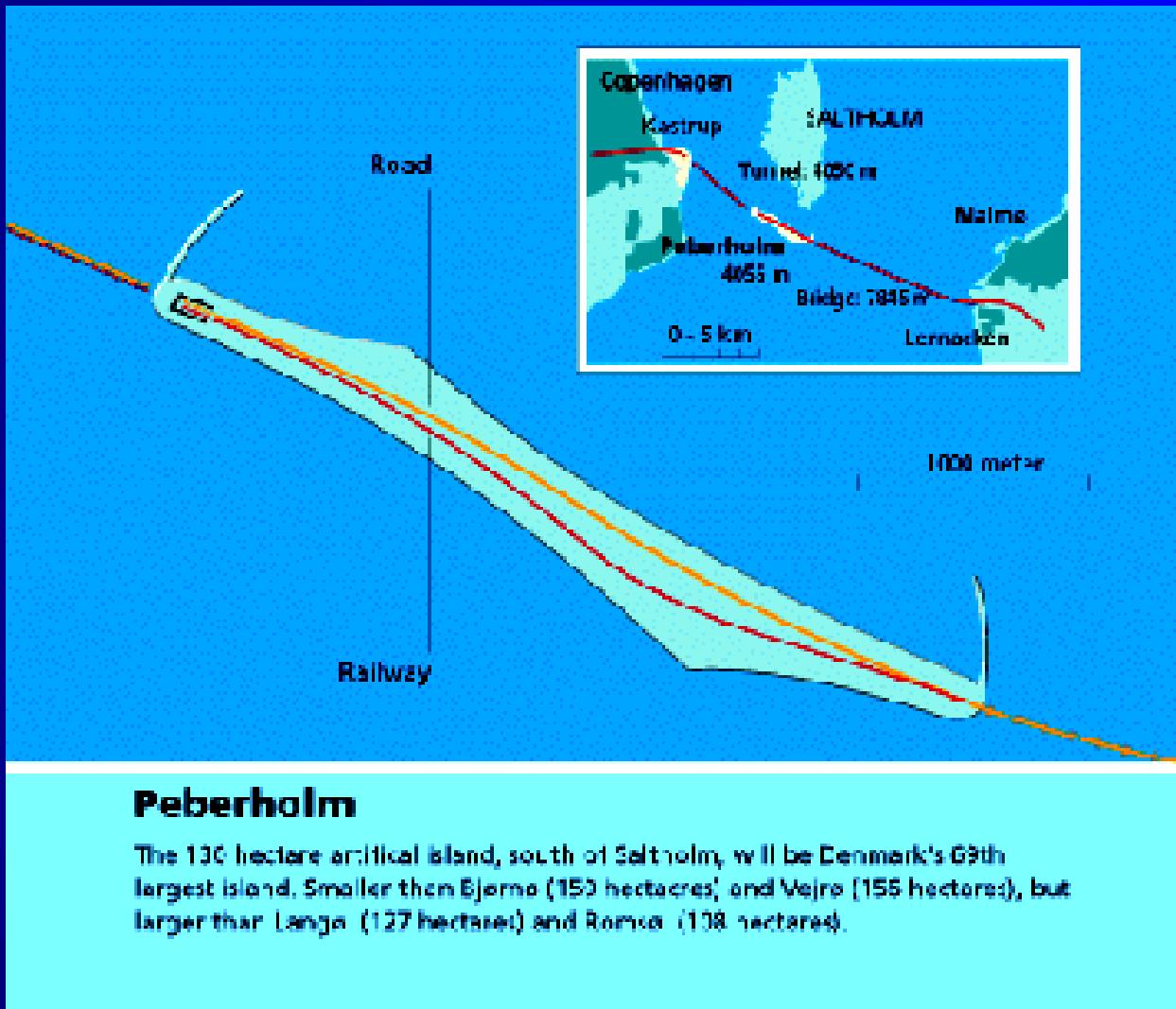
Peberholm.  
Dredging by Cutter Suction  
dredger Castor. (7. Aug. 1997)



Lernacken.  
Air lifting. (7. Aug. 1997)



# Pepper Island



# Pepper Island

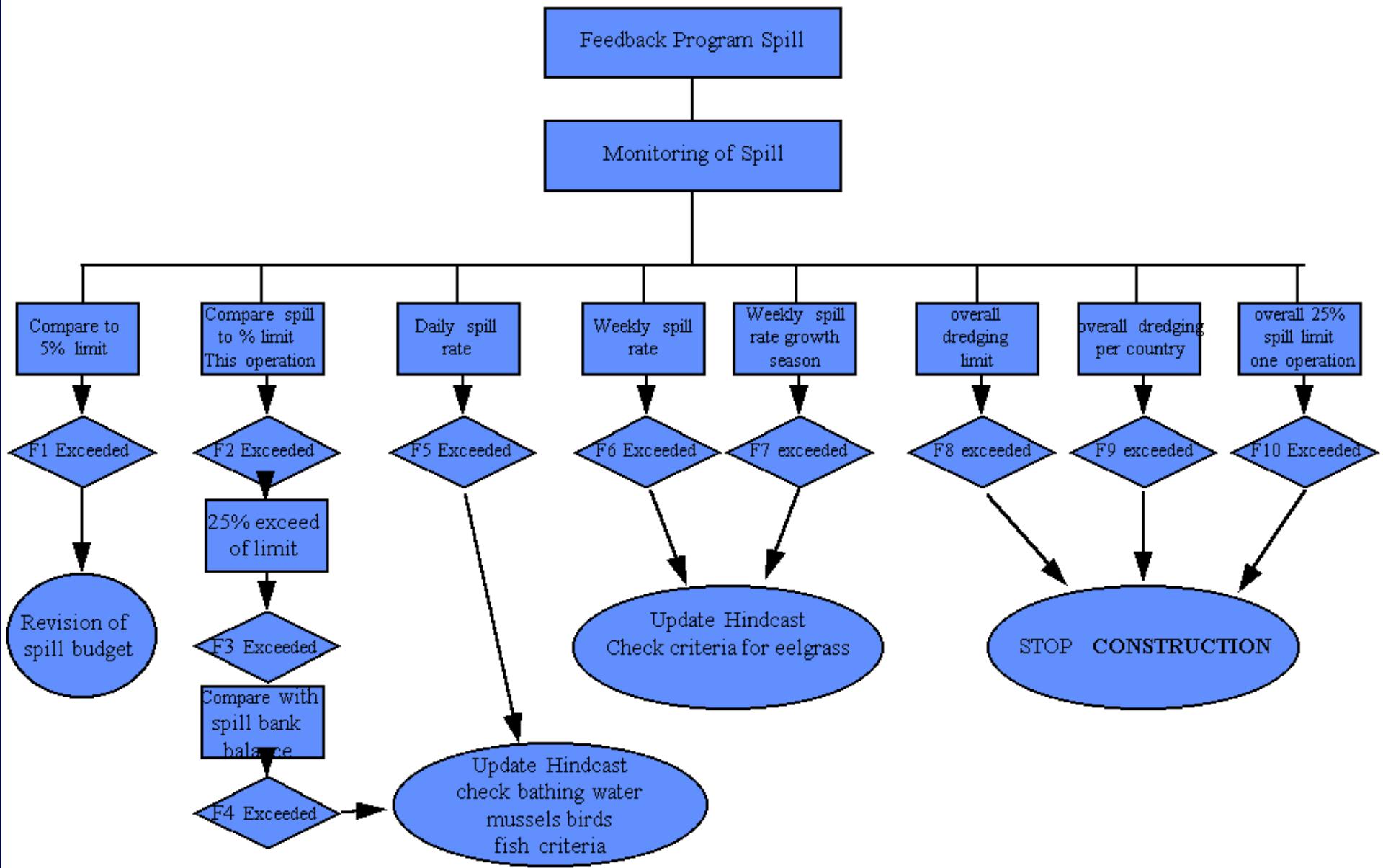


# Feed-Back Monitoring



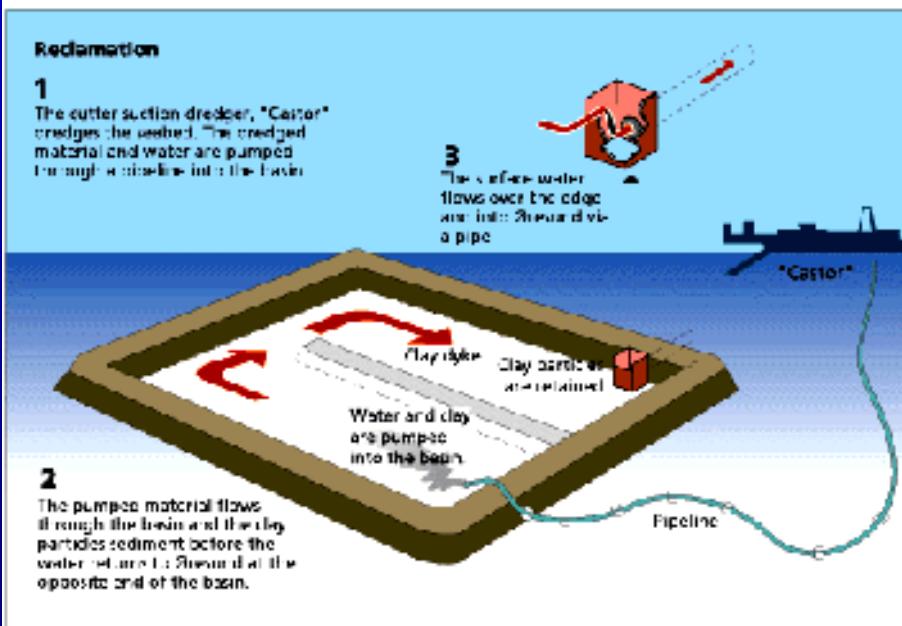
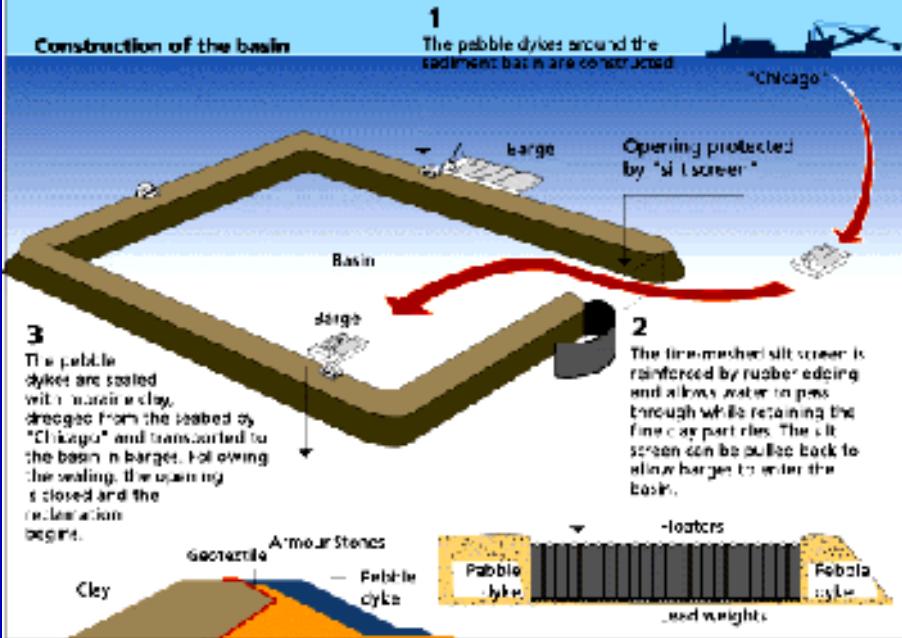
# Sea Bed ‘Desertification’





# Dredging

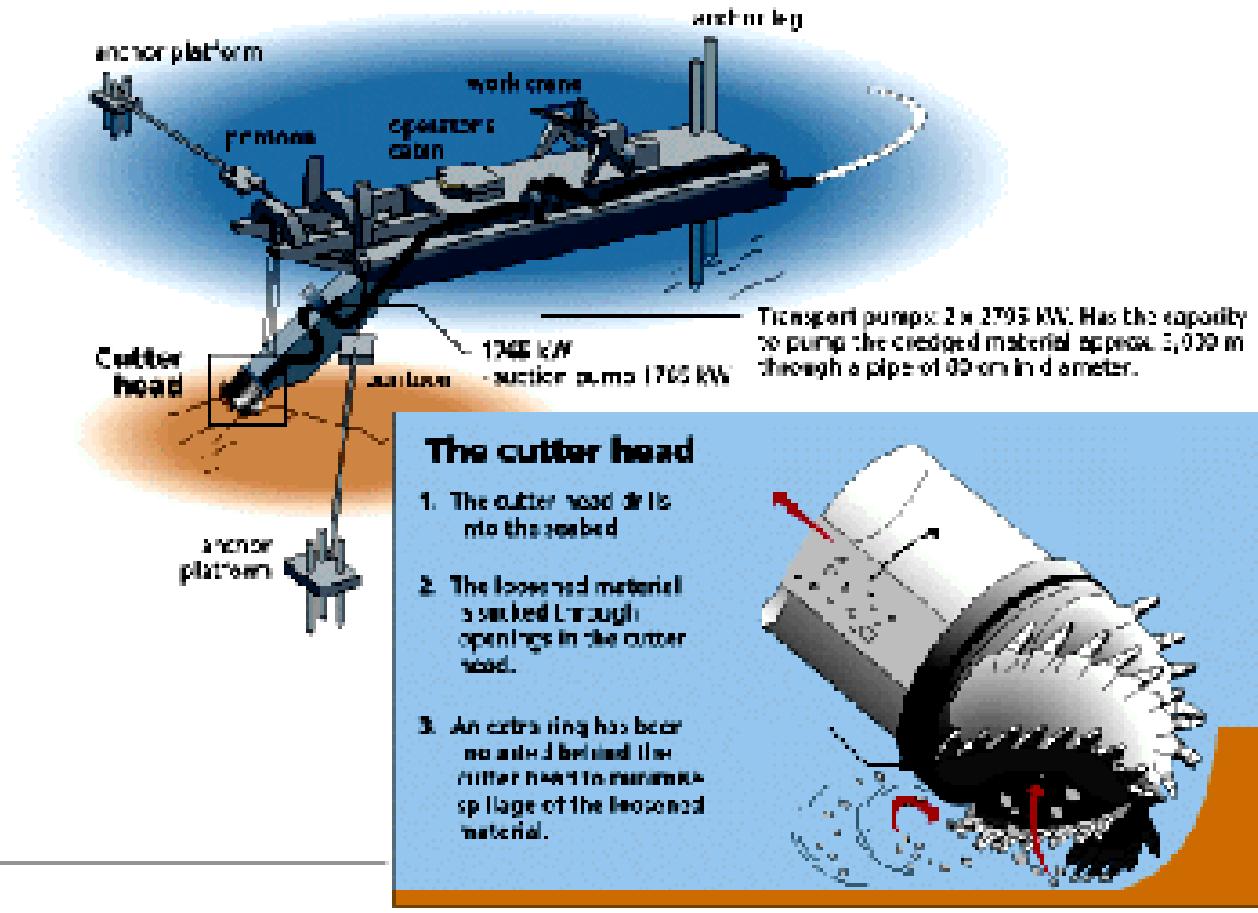
## Reduction of spillage from dredging



# The 'Bad Guy' - Castor

## Castor

104.5 m long (the same length is a football field) and 18 m wide, "Castor" is one of the world's largest dredgers. It has a working depth of 31.5 m.





# Real ‘Bad Guy’ - Chicago





# Environmental Quality Objectives (Øresund)

- ..special consideration must be shown around *Saltholm*.
- ..*temporary* (< 5years) *local* (<7km) changes are acceptable.
- ..dredged materials must not exceed 7 million m<sup>3</sup>.
- ..sediment spillage must not exceed 5 %
- ..total spillage be calculated with an *accuracy of ± 10 %*
- ..spillage be limited in *intensity, time and space* with due regard for the fishing and the flora and fauna

# Stakeholders

- Parliaments and Governments
- Authorities
- Link Owner and his Consultants:
  - *From Environmental Quality Objectives to Operational Criteria*
  - *Zero Solution Design*
  - *Feed Back Monitoring*
  - *Communication Management*

# Operational Criteria (Øresund)

## Sediment spillage

Herring migration: C < 10 mg/l during migration periods in more than 2/3 of Øresund. No blocking of Drogden and Flinte Channel at the same time.

Foraging birds: C < 15 mg/l (1m visibility) during April and July-August in 90 % of forage area and 70 % of the time.

Eelgrass: Distribution and biomass not reduced by more than 25 %.

Mussel beds: C < 15 kg/m<sup>2</sup> and < 60 g/m<sup>2</sup>/day for > 20 % of the time during June-August, when mussel larvae settle.

Bathing water : C < 15 mg/l for > 80% of time (in July 95%).



# Operational Criteria (Øresund)

## Benthic vegetation

*In inner impact zone is accepted that benthic vegetation is covered or dredged away.*

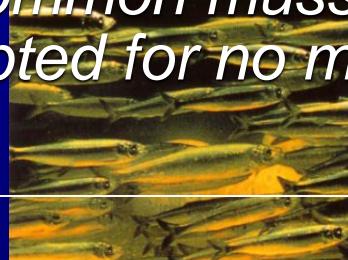
*In the outer impact zone, a temporary change in species composition, distribution and biomass of benthic vegetation is accepted for no more than 2 to 5 years.*



## Common Mussels

*In the inner zone a reduction in the biomass and distribution of common mussels is accepted.*

*In the outer impact zone, a temporary reduction of a maximum of 25 % of the common mussel biomass and distribution can be accepted for no more than 2 to 5 years*

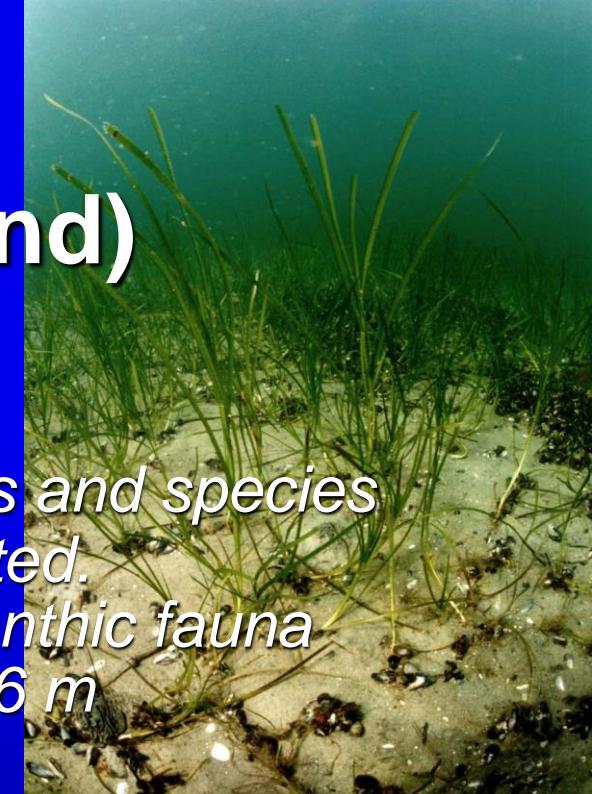


# Operational Criteria (Øresund)

## Other benthic fauna

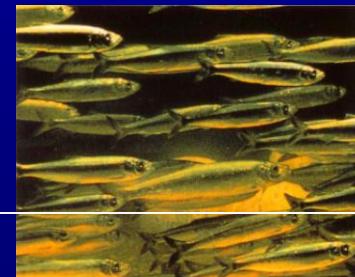
*In the inner zone a reduction of the biomass and species composition of benthic fauna can be accepted.*

*In the outer impact zone, the biomass of benthic fauna at water depths less than and greater than 6 m must not be reduced by more than 25 %*



## Fish

*Situations must not occur whereby sediment plumes simultaneously prevent the passage of fish through Drogden and the Flinte Channel.*



# Operational Criteria (Øresund)



## Birds

*15 % reduction is accepted in the eider population on Saltholm, as can a 10 % reduction in the breeding population.*

*No later than 5 years after the completion of the dredging, the number of breeding eider pairs must be restored*

## Seals

*It can be accepted that the seal population on Saltholm disappears during construction work and that it might not re-establish.*

# Operational Criteria (Øresund)

## Water quality

*Release of nutrients in connection with dredging operations will be accepted to an extent that does not lead to any changes in impact relative to the impact of current levels of nutrient loading on, e.g. significant biotopes and bathing beaches in the area.*



## Coastal morphology

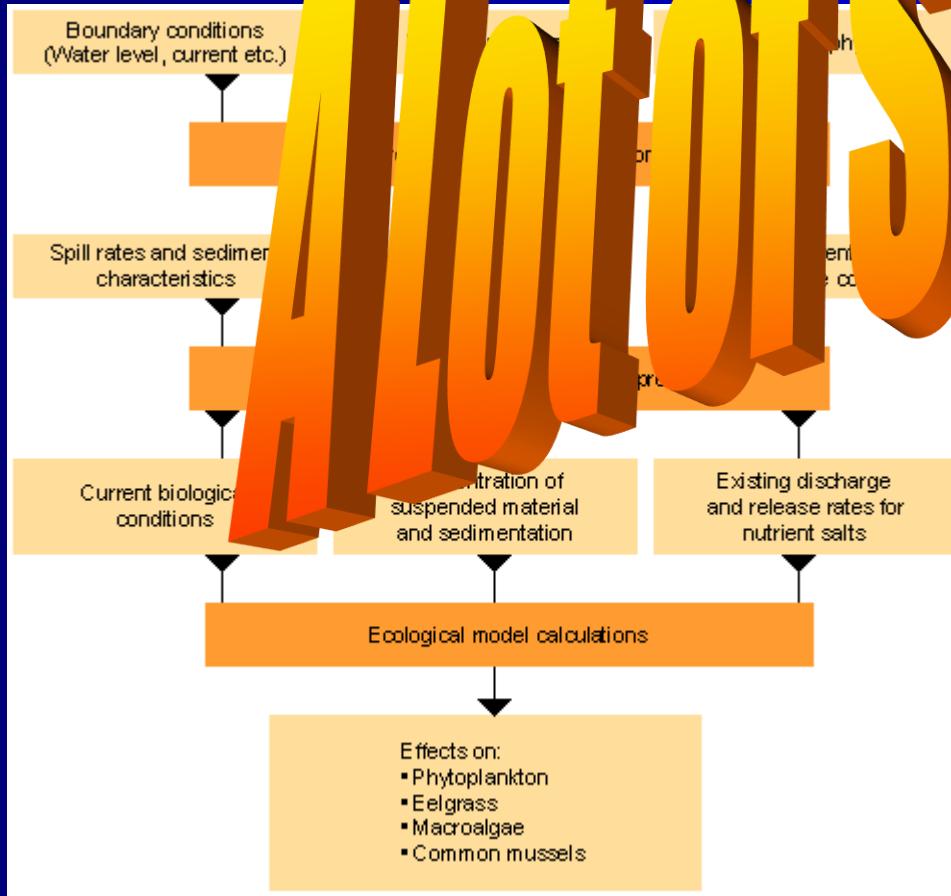
*Changes in the character of the sea bed between the artificial island and Saltholm must not lead to the formation of a land bridge between the two.*

*Outside the inner impact zone and off other coastal areas, no significant changes must occur in the sea*

# Stakeholders

- Parliaments and Governments
- Authorities
- Link Owner and his Consultants
- Contractors:
  - *Spill monitoring*
  - *Forecasting*

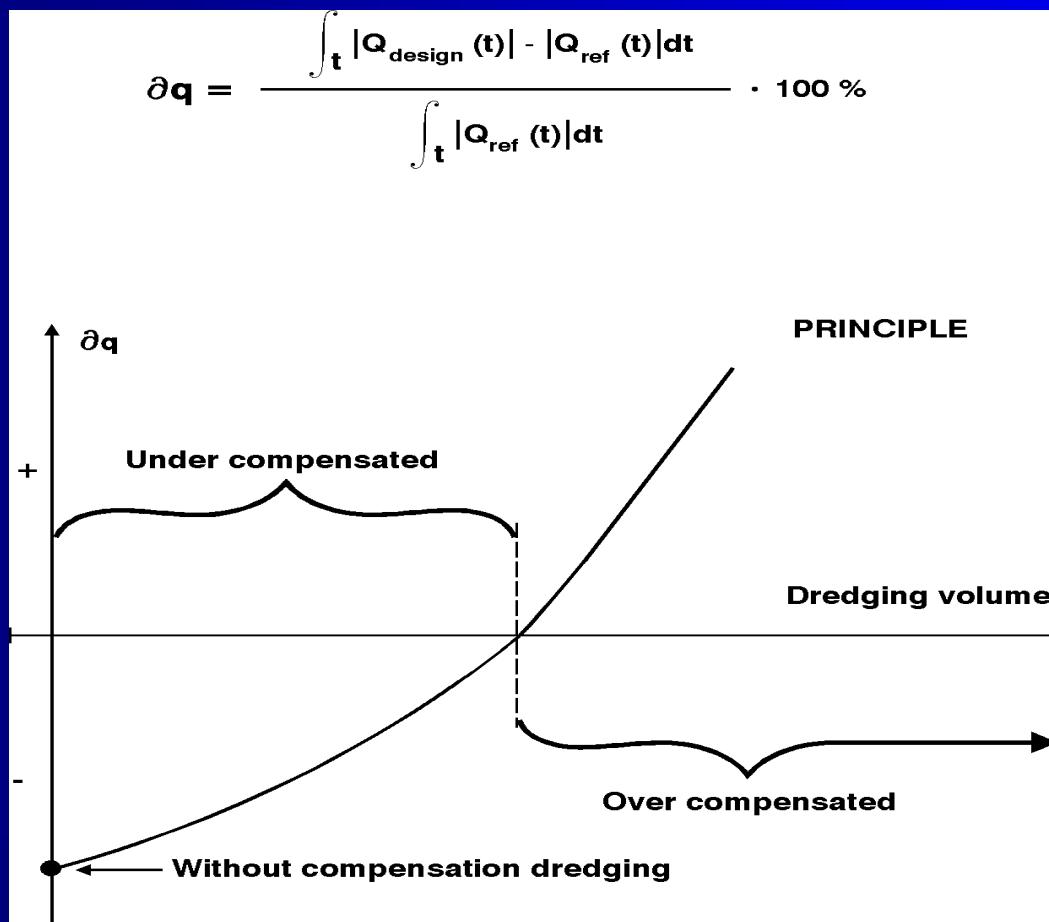
# Operational Criteria



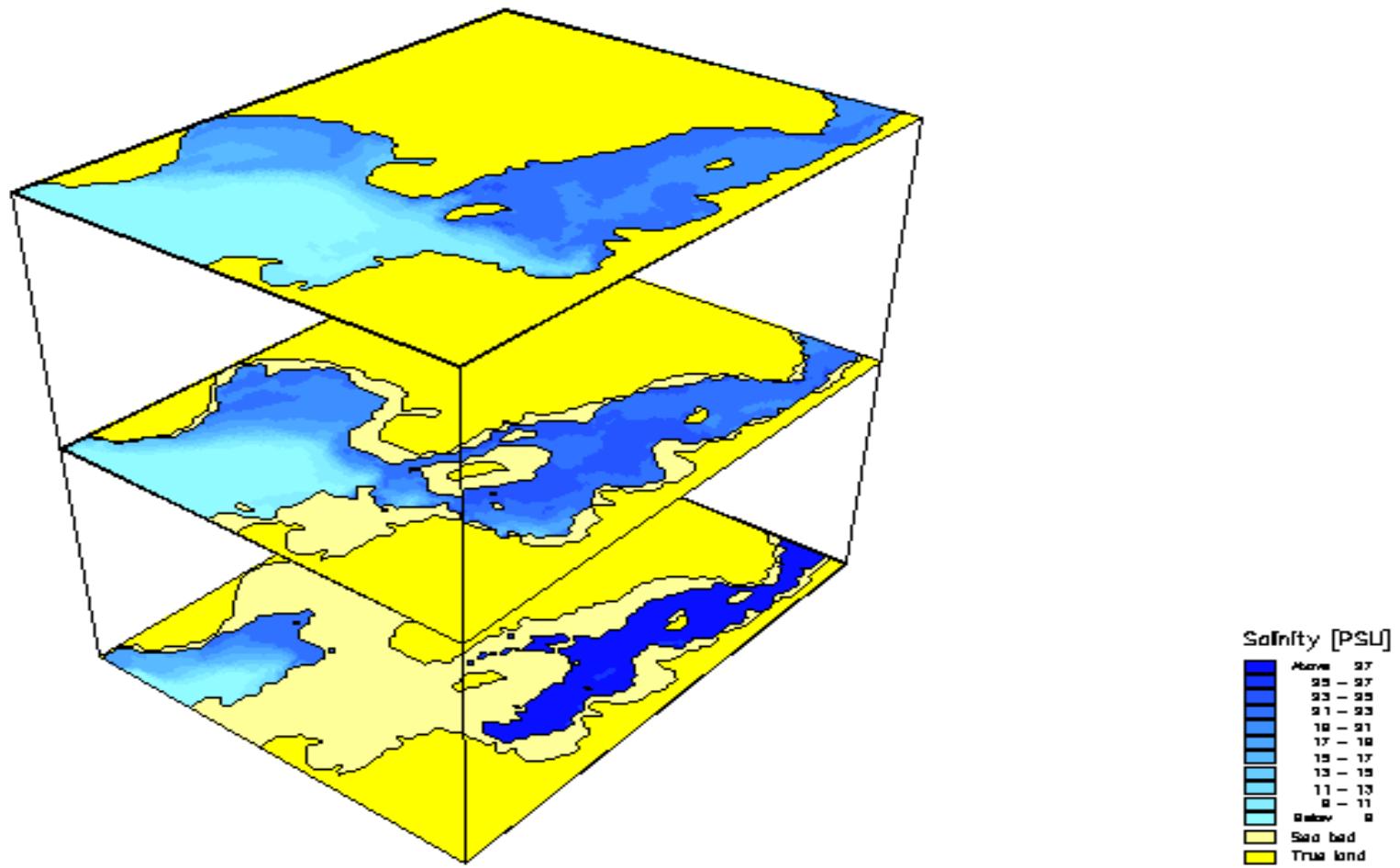
**Spill limits** for each dredging area and period of time

# Operational Criteria (Baltic)

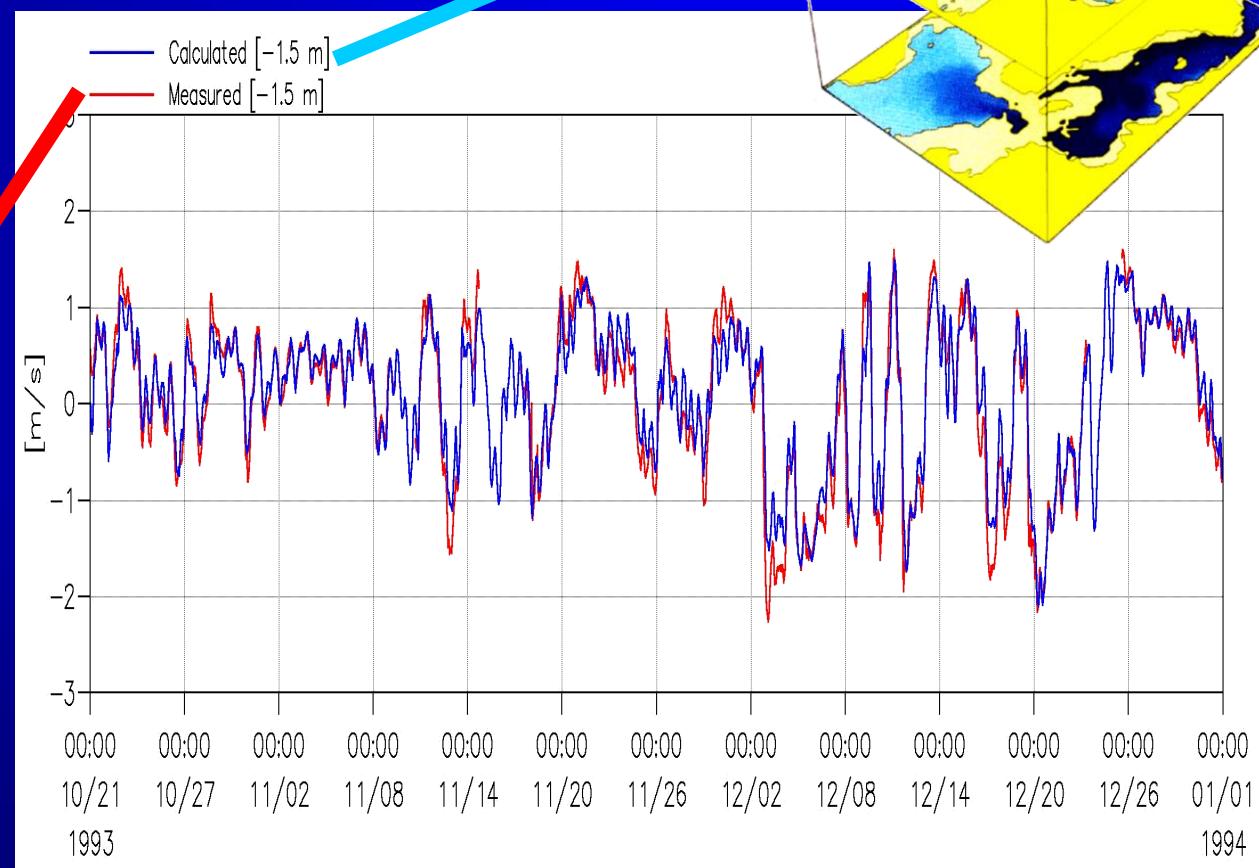
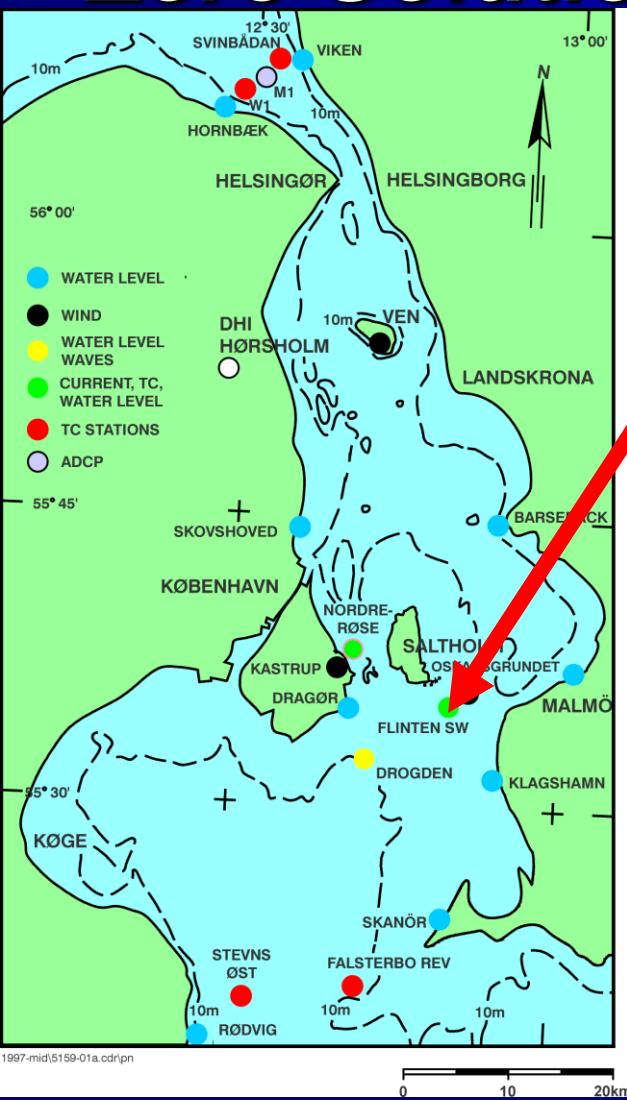
- *Mathematical and statistical definition of Zero Solution*



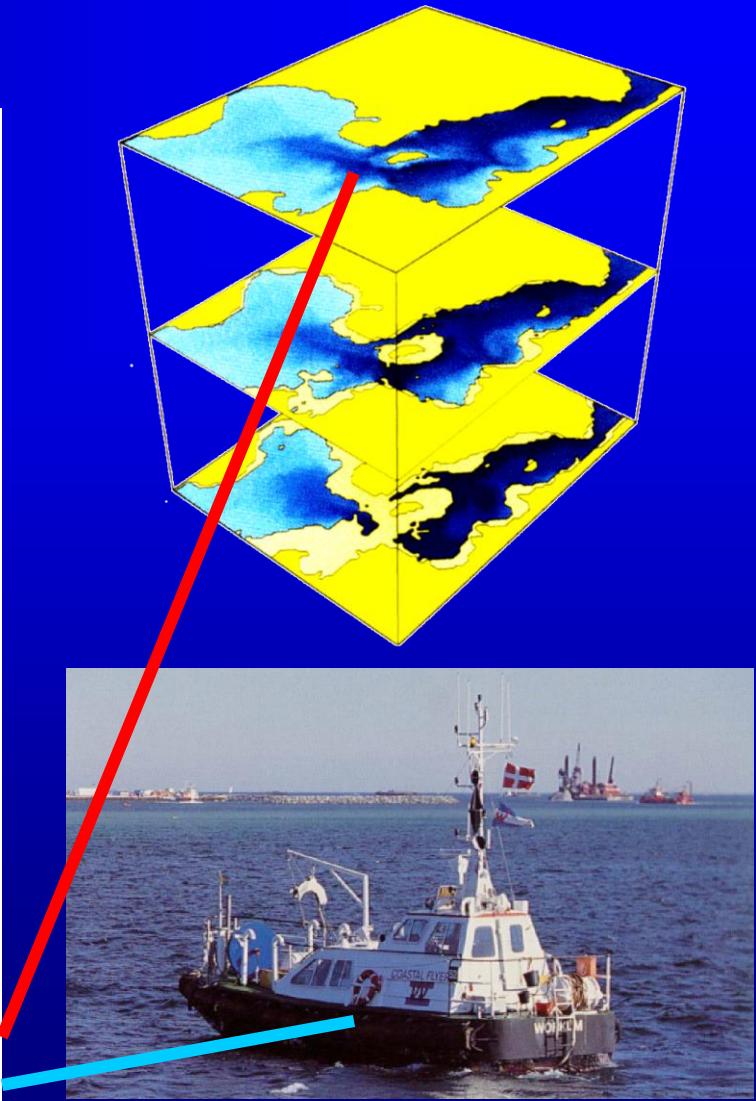
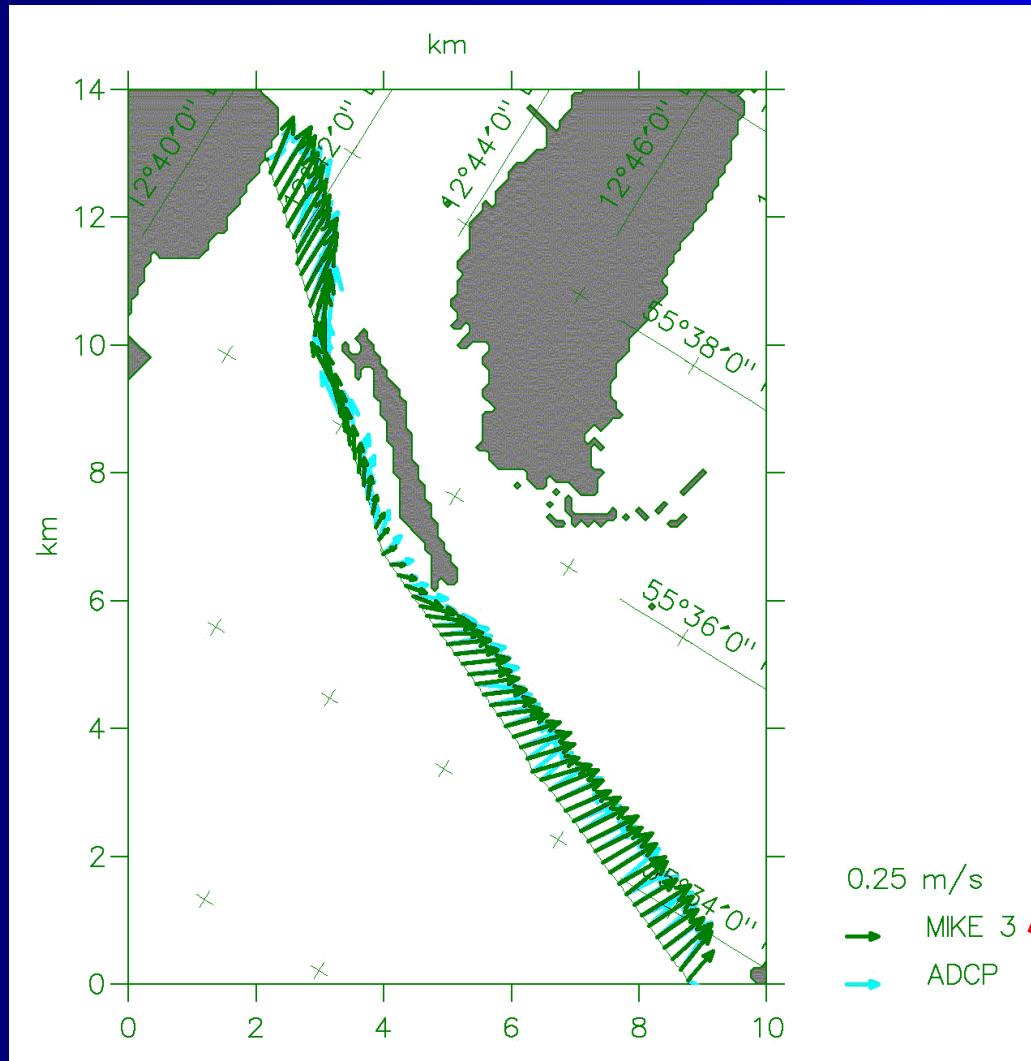
# Zero Solution Design



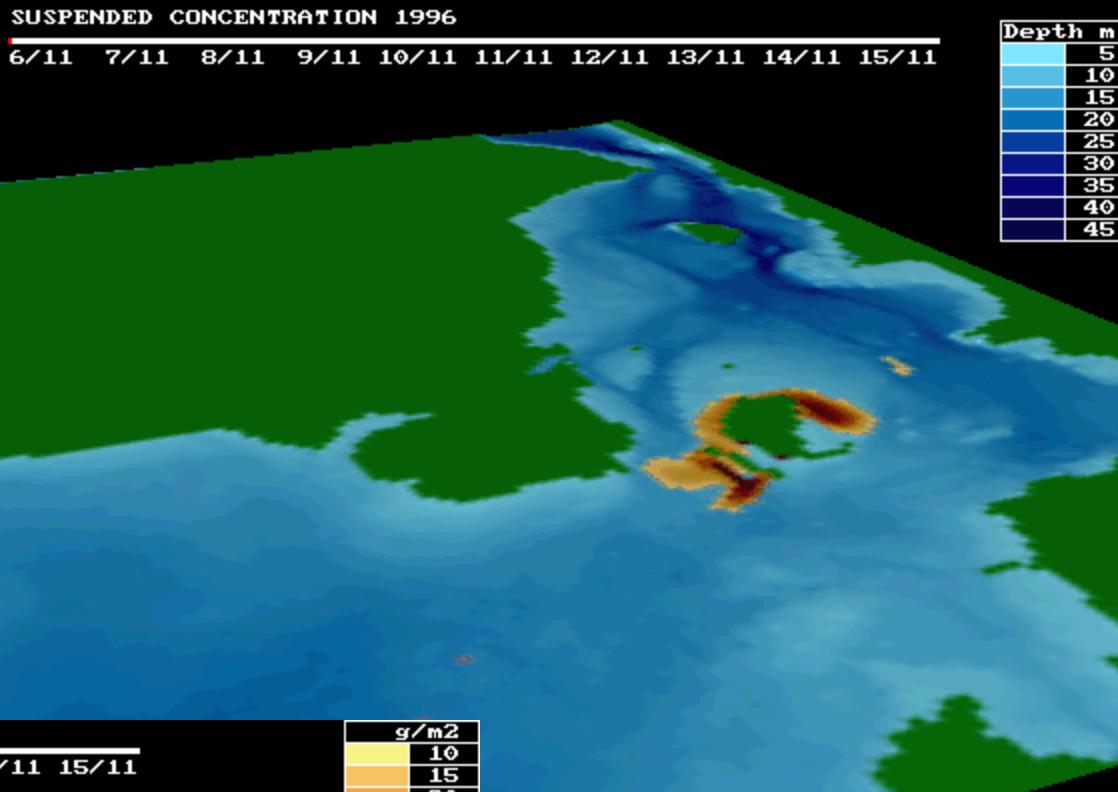
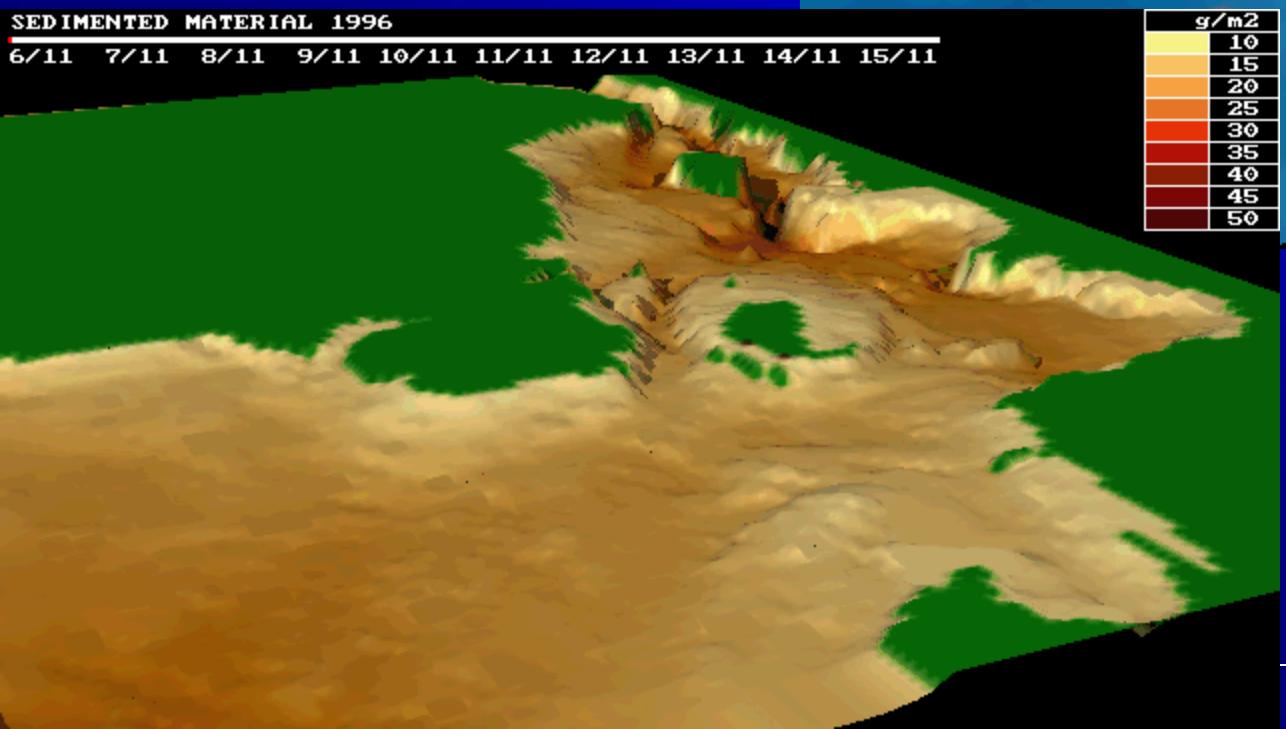
# Zero Solution Design



# Zero Solution Design

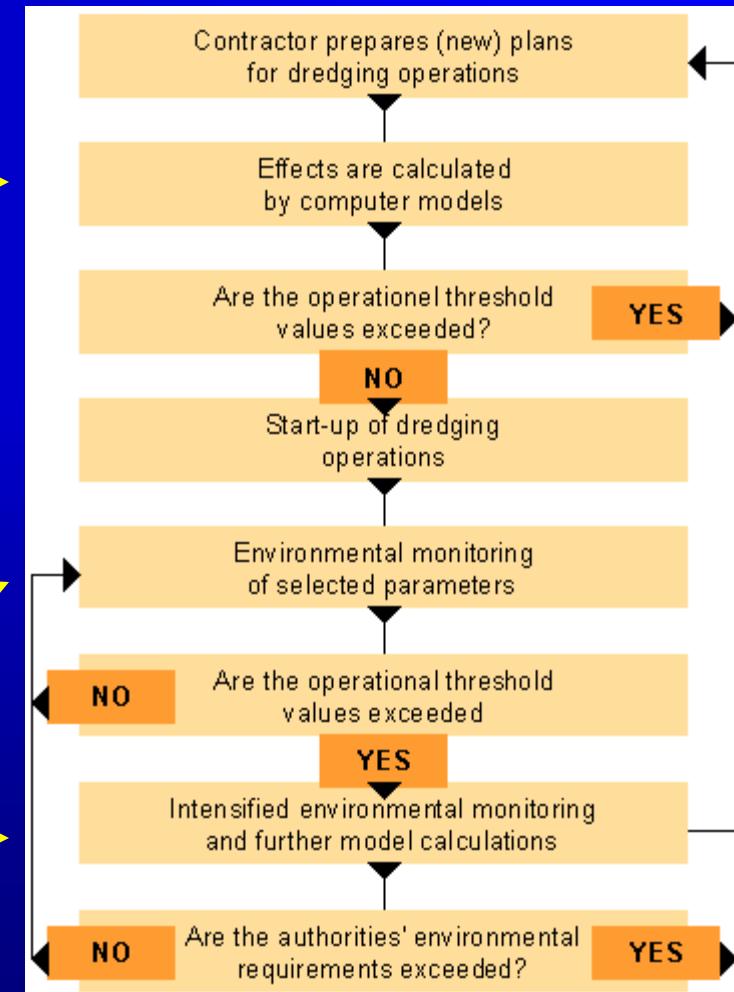
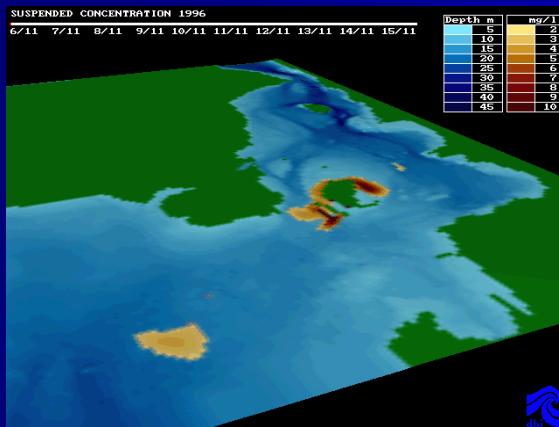


# Operational Criteria

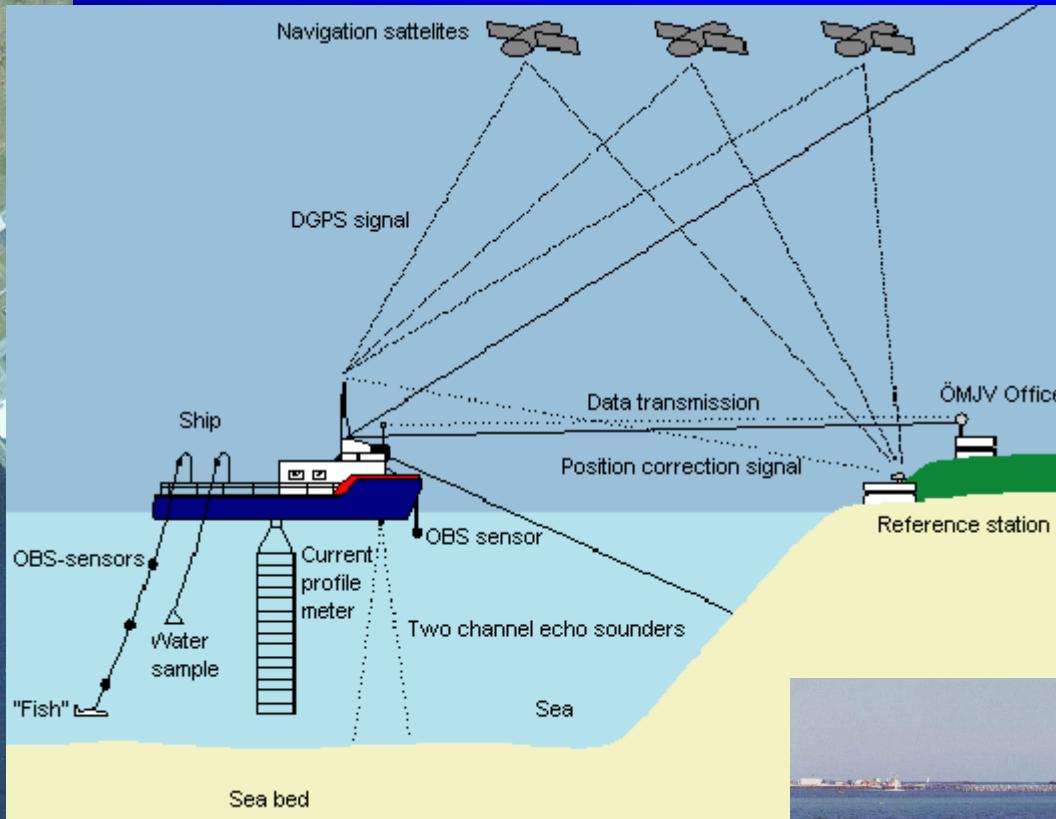


MIKE 21

# Feed Back Monitoring



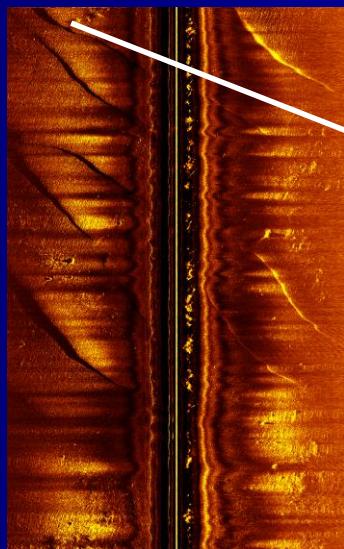
# Spill Monitoring



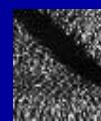
Stakeholders, Contractor

# Seabed Recognition - system overview

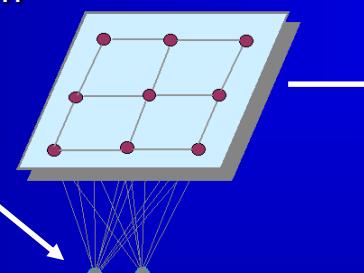
Sonar Image



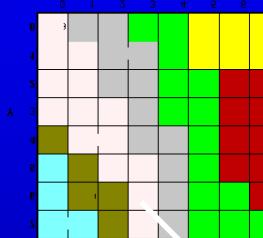
Feature Extraction



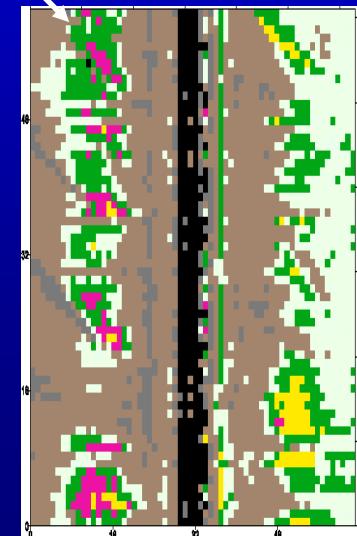
ANN



Classifier



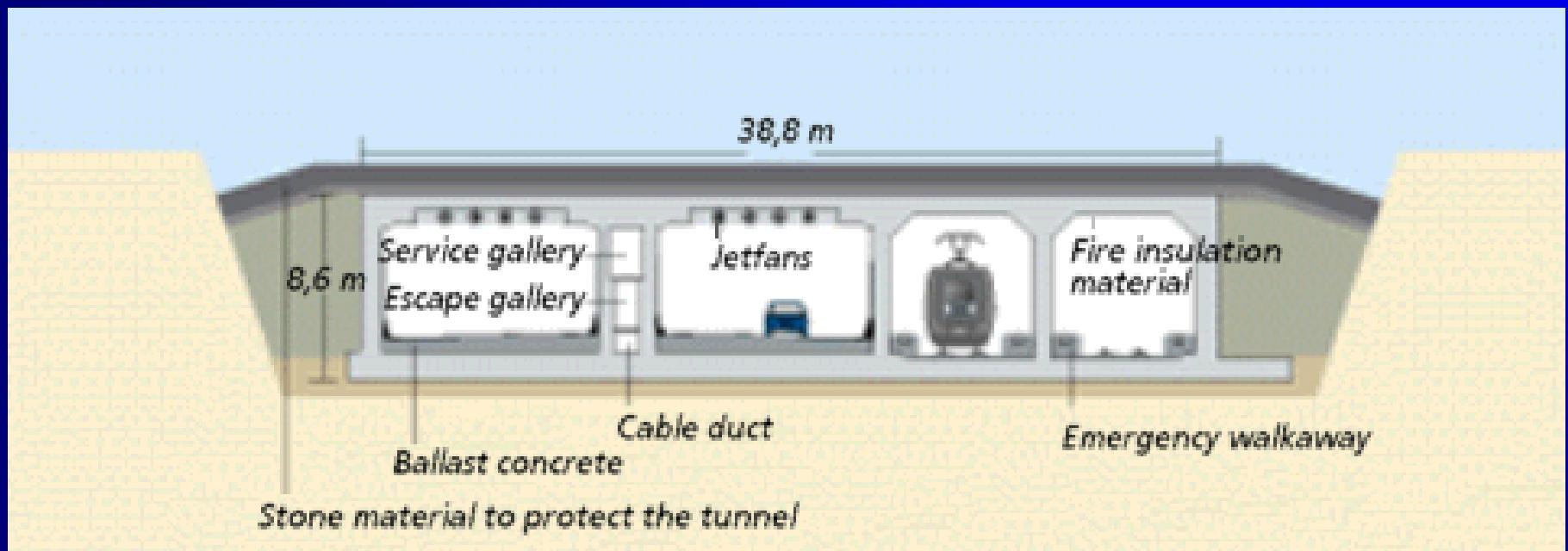
Visualization





Stakeholders, Contractor

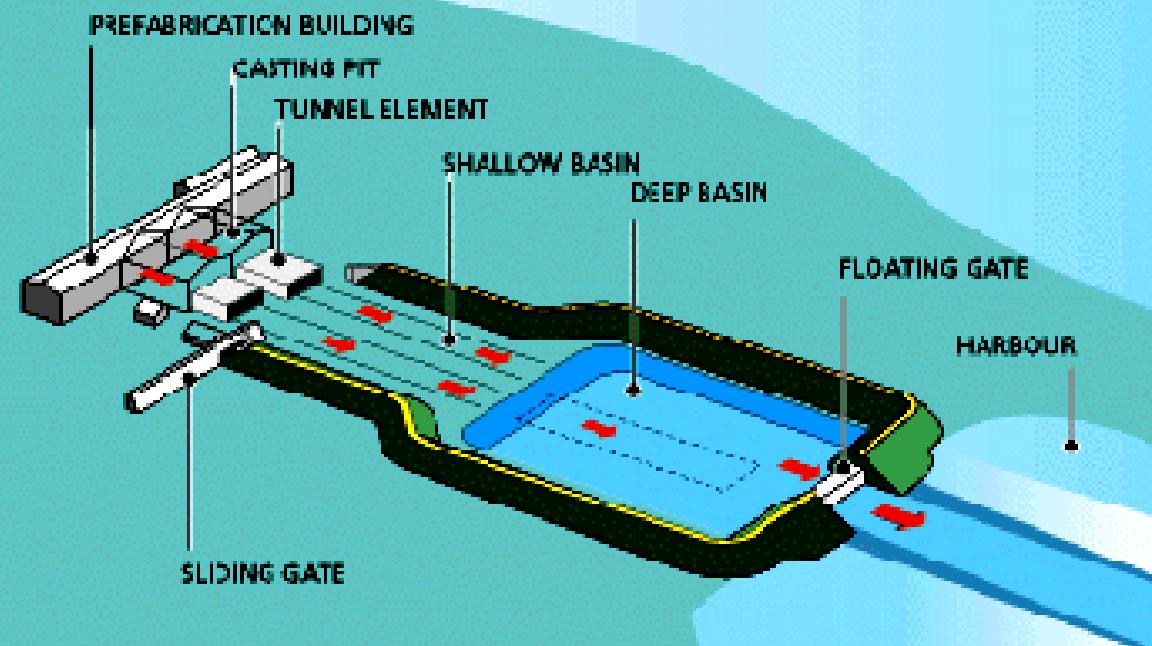
# Tunnel



# Tunnel

## The tunnel casting site

The work site in Nerdhavn where the tunnel sections for the Dragden Tunnel are cast. It takes 24 hours to cast one 22 m section. Eight sections make up one element.



# Tunnel Element Towing

- 0.75 m/s (operational limit)
- 1.0 m/s (survival limit)
- 1.2 m/s (critical limit)



# Tunnel Element Towing



# Assembly

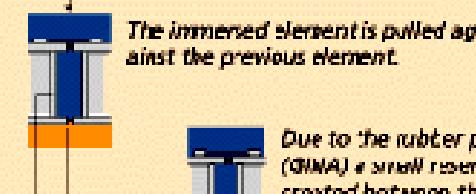
## Assembly of tunnel elements



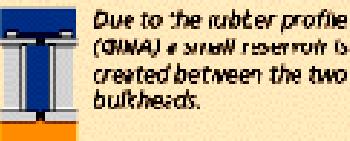
The tunnel elements are towed to the excavated trench.



The tunnel element is lowered into the trench.



The immersed element is pulled against the previous element.



Due to the rubber profile (GVA) a small reservoir is created between the two bulkheads.



Water is pumped out of the reservoir. The vacuum created assists in pulling the elements together.



The bulkheads are removed and a rubber profile is fitted on the sides of the elements.

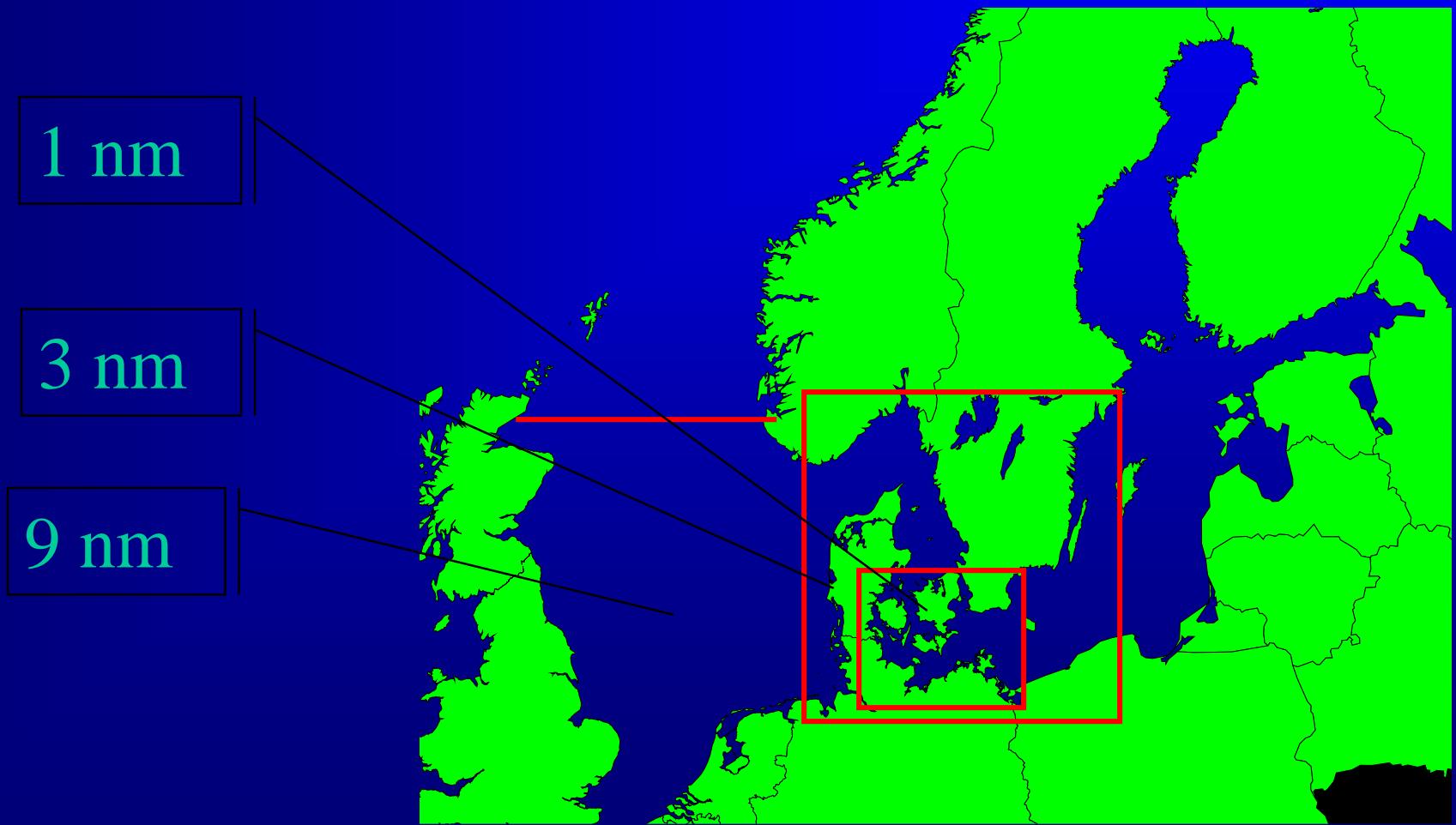


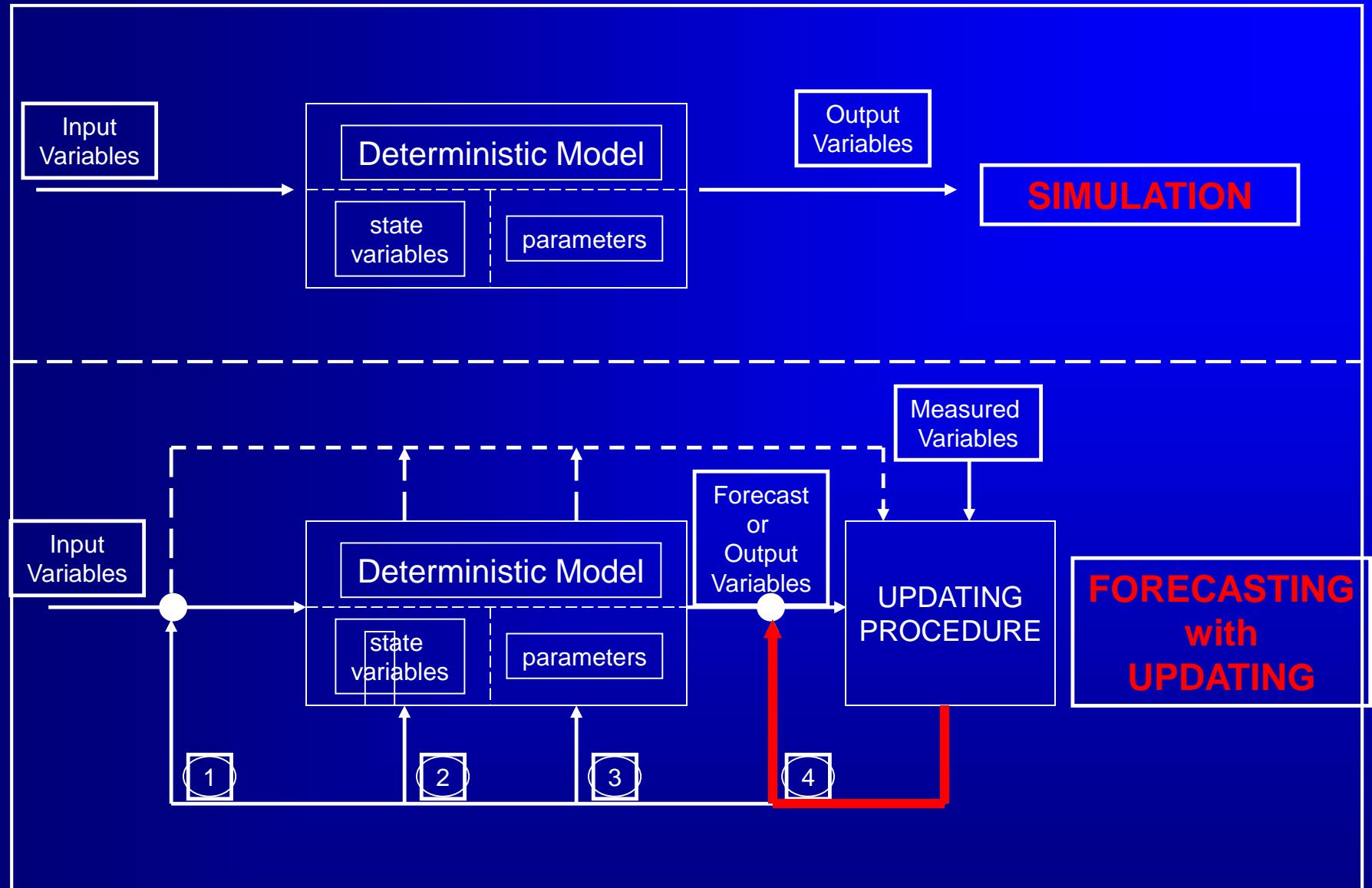
The elements are covered with sand and concrete and a layer of stone.

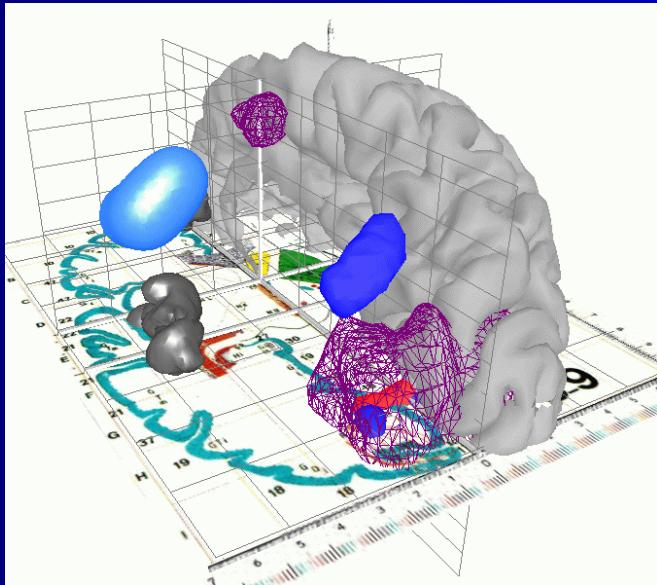
The elements are placed on the seabed according to a carefully devised plan. The elements are towed to the same position in the middle of the navigation channel from where they are pulled along the tunnel trench to the point of immersion. The first 4 elements are positioned from the peninsula and the remaining six from the island.

Towing a single tunnel element from Copenhagen North Harbour to the tunnel trench takes approx. 24 hours. Due to Øresund's strong currents, the weather must be favourable and the current weak during tow-out. The final tunnel element is expected to be put in position in December 1998.

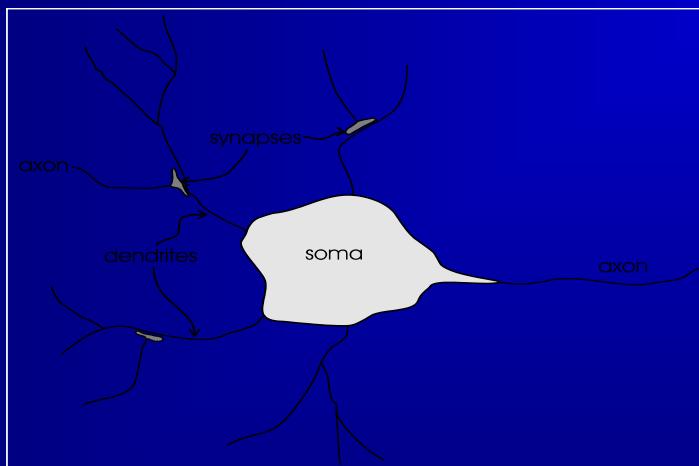
# Nested Deterministic Models



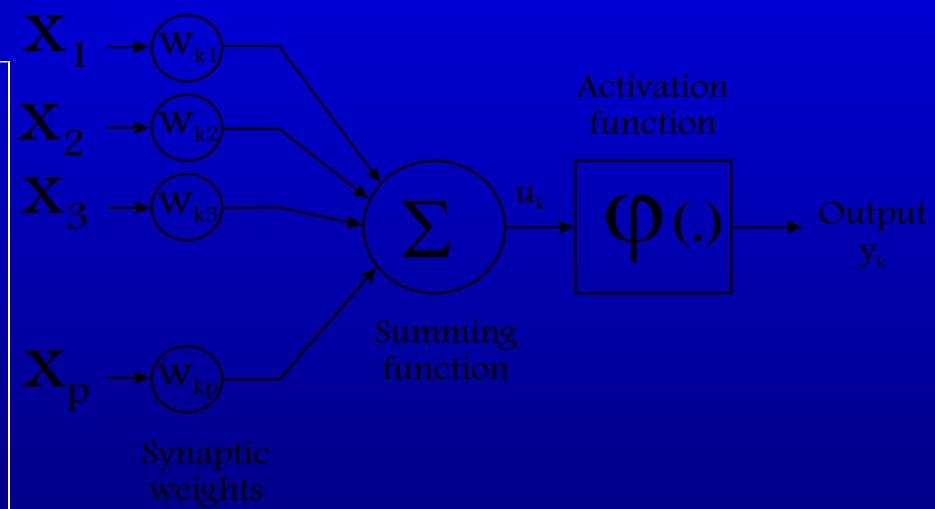




# Natural and Artificial Neural Networks

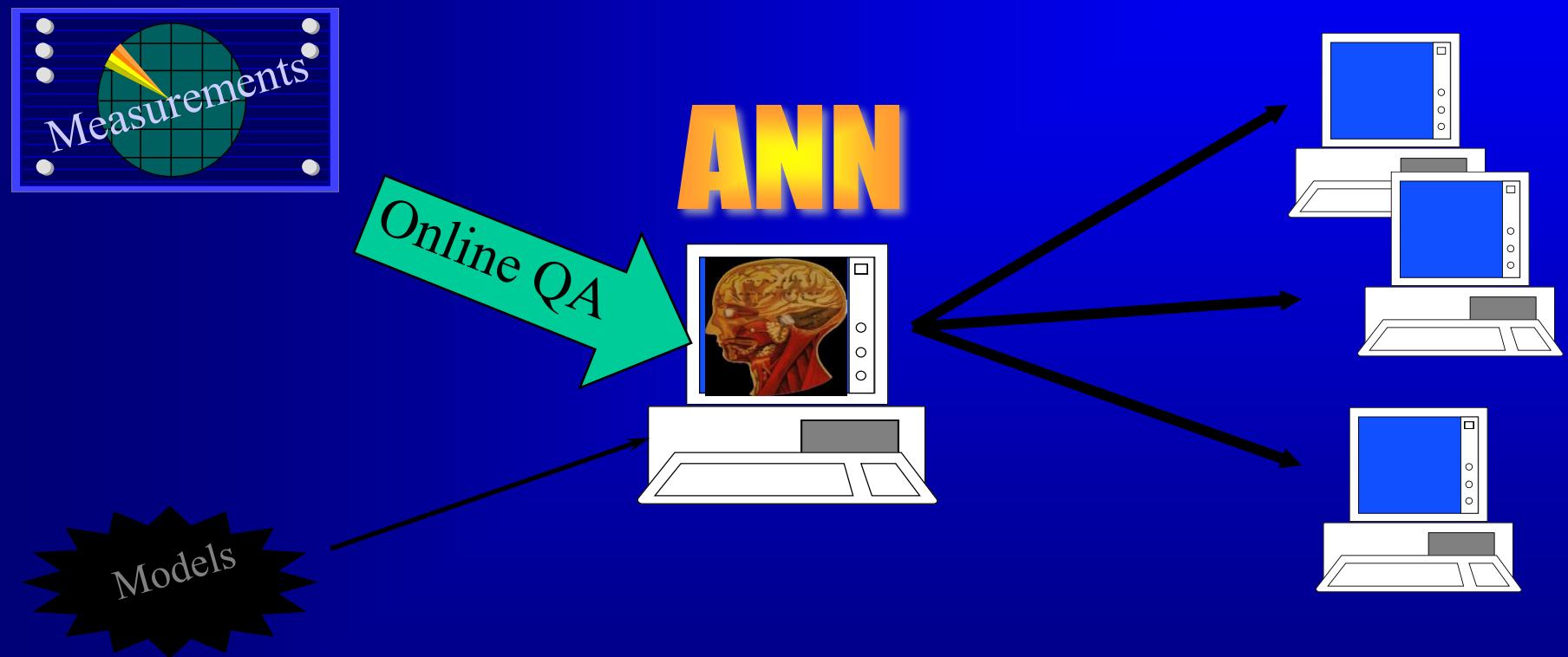


Natural Neuron

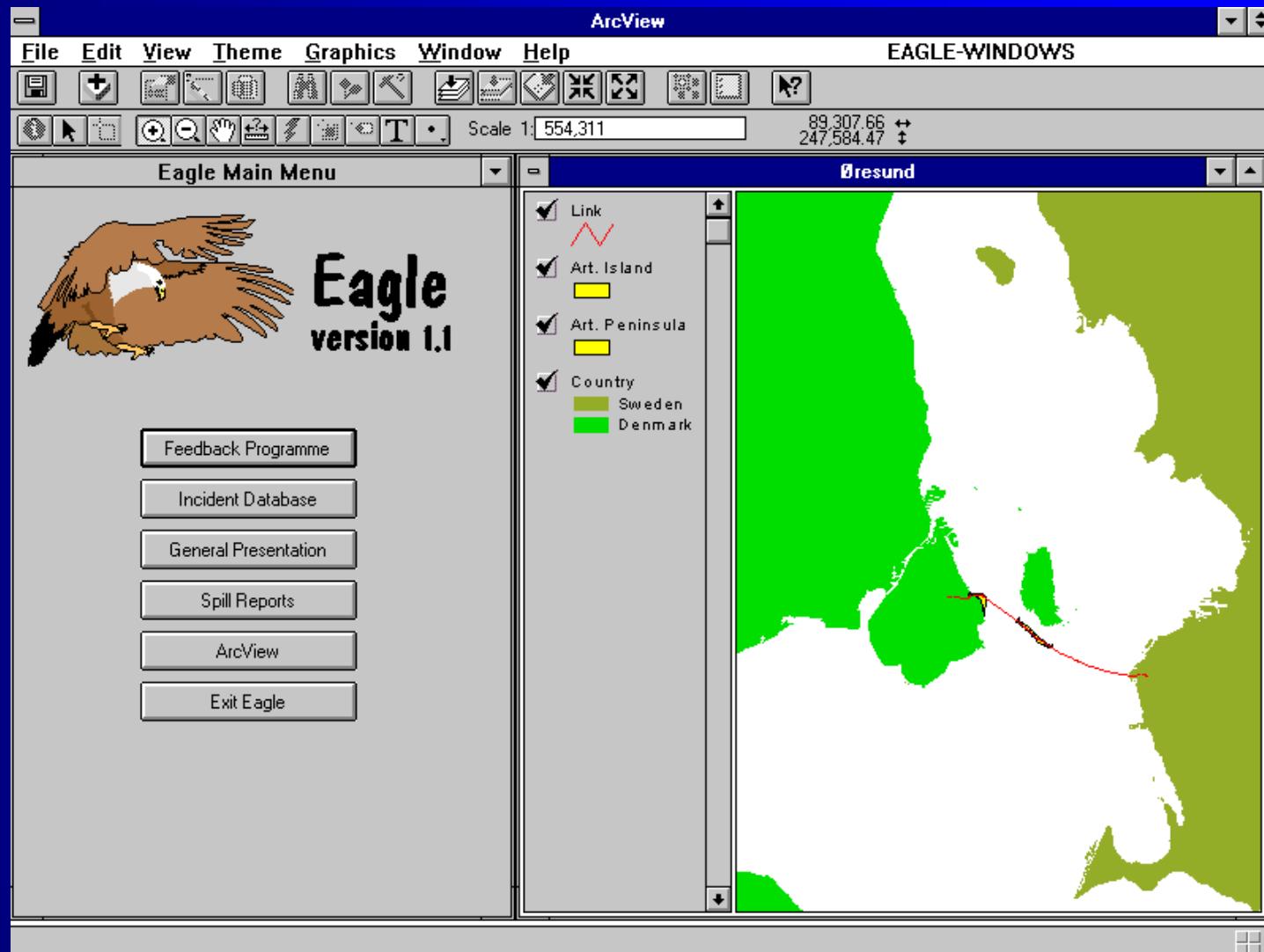


Artificial Neuron

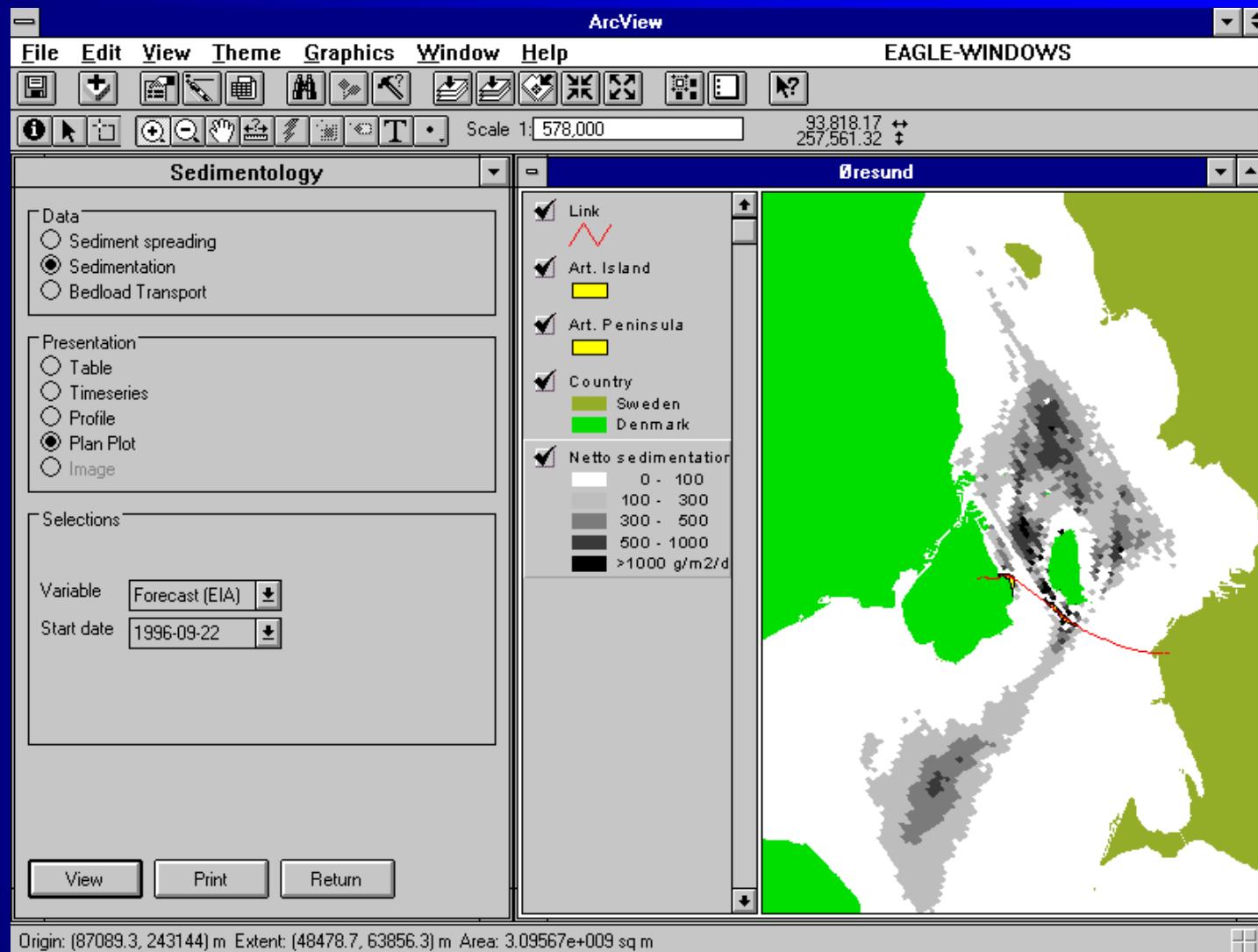
# System Architecture



# Data and Information Management



# Data and Information Management



# Stakeholders

- Parliaments and Governments
- Authorities
- Link Owner and his Consultants
- Contractors
- Citizens and NGO's:
  - *Formal hearing procedure*
  - *NGO lobbying*
  - *Events*

# Formal Hearings

MILJÖ  
ØRESUND  
1991

DEN FASTE FORBINDELSE  
KØBENHAVN-Malmö

ÖRESUNDSKONSORTIET  
MILJÖKONSEKVENSBESKRIVNING  
FÖR ÖRESUNDSFÖRBINDELSEN



# Expert Panel



Efter et undersøgning vigtigere end på agtår, mener Danmarks Øresundskomitee, at se på det overdele ved Sallhalm, hvor den kystlæge er henvist anlagt. - Foto: Erik Glens

## Eksperter vil grave af Øresunds bund

Rådgivere stærkt kritiske over den videnskabelige baggrund for forbindelsen

ATELIEN O. ANDRESEN

Der er nivellerende mangler i det videnskabelige grundlag for børsmisjonerne om Øresundsforsbindelses virkning på gennemstrømmingen til Østsevernen, mener det internationale ekspertråd, som skal rådgive Danmark og Sverige om forbindelsens virkning på havbunnen. Panelet var i dag mødt sammen i København.

De 11 eksperter anbefaler stærkt om tilskudt undersøgning, således at Øresundsforsbindelsen ikke må mindskes gennemstrømmingen til den saltfattige Østerhav. Det kan ske ved at grave nogen af havbunden for at ømpe den tilbokende virkning af bre-

yllerne og den smotige udvikling af havbundsvirkninger – en bidrag til børsprisen vurderet til 2,5 pct. af gennemstrømmningen. Men den vurdering er ikke ordentlig underbygget, og virkningen kan trods alt være sig at være højere, mener ekspertrådet. De arbejder løbigt, at dette spørgsmål skal klargjort, før umøgmulighederne er i gang.

Forskningsrådet har kritisk reagert på de modtagne rapporter om havbundsvirkningerne, men mener, at man ikke er enig i alle af dem, og anbefaler man altså ikke at grave bort brygningssæddeler i statuetten, hvis der er givet et stort udvalg af børsprisen.

Det vil ikke være muligt at påvise blyologiske virkninger på havet i Østseoveren som følge af Øresundsforsbindelsen, meddelede det et pressemeddelelse fra panelet. Men dat fremgår ikke af freven:

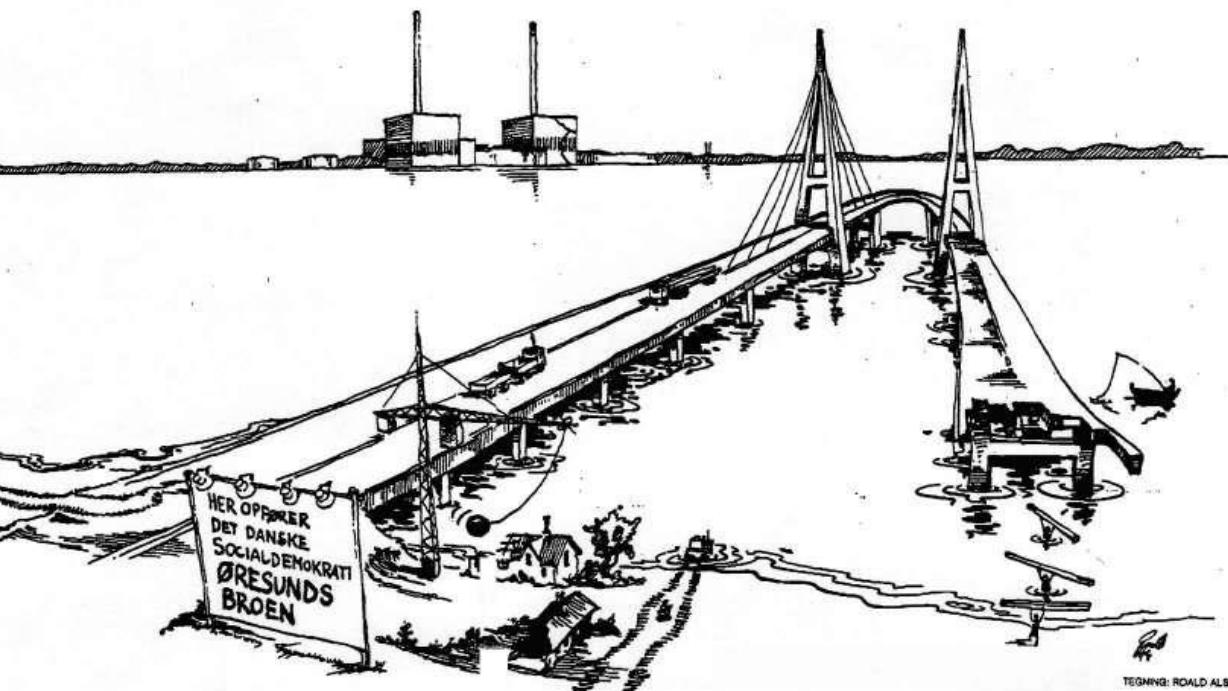
grønnemeddelelsen eller rapporten, om det har udvirket den østlige salinitet. Og skønt børsprisen ikke er mindre dømt geng i børsprisen, i overensstemmelse med panelets samling i februar, blev afslutnings med et pressmeddelelse.

På mødet mødte panelets formand, professor John Giese fra Oslo, i særgruppe for sine kolleger vidskyldte, at han i salige måneder i et privat hjem ved den svenska grænsen ved Tjörn, og afstand fra nogen af de undersøgelser, paneliet kom med på sit møde i februar.

Præsidenten, borgmesteren, berigede at 18 miljarder kroner i børsprisen (Se Avisens Bi) kommer til panelets kritik.



# From Conflict to Acceptance



ing hade stoppt och då är det nära till frihetsslaget. Miljöminister Olof Johansson och statsminister Carl Bildt var båda uppeklurkens i Rosendal presenterade sin desmörning av det krisitet som hängt över regeringens handläggning av frågan om

Öresundbron.

Centrén är här av en annan uppfattning, men uner att den inte finns till att säga nej till det här.

Ett med dingsar som skall tillbaka projektet från bland annan miljöpunkt kommer endast att försämra sitt förhållande till regeringen. Först när detta har skett och när varje enskild sätt att övervinna dem som är motståndare, möjligt att slutat stillsitta.

— Vi har gjort det i väldigt svår sak att få oppositionen och förtroende att beröra naturvårdsagens öroga delar. Det är inte riktigt att säga att det är några hinder utan att dessa skall komma överhuvudtaget, säger Gunn Thorsell.

#### Bredare prövning

Olof Johanssons framtid vid presskonferensen att den nya miljöområdet i Öresundströmmen nu skall göra blir varia brevidlata in den året.

De handikappar vallt att göras är att man inte kan få ihop omfattar ytterligare vattenlägen. De har nu möjlighet, om de så väljer, att ytter sig brevidlata in den året.

Carl Bildts ambition har tidigare varit att ta om allt om ny regeringen. Nu är det dock en del som i samband med bildningens pågående villkorat till Öresundströmmen.



Demonstranter från Miljöförbundet, Alternativt etab, grön utveckling och miljöpartiet hade samma ultimatum Rosendal i ett sista försök att påverka regeringen.

med fler åren där närmare en årsdel.

Olof Johansson valde, innan avslutningen, att istället sig på ett annat sätt:

Det fanns inget godkänt

planer på att utöppna regeringen

länge var ett "ja" eller ett "nej".

Detta är klart i vad av de politiska partier som har tagit del i egenhetens debat, men först är

bestyrkande i en del, inskränkt

# From Conflict to Acceptance

## Jo tak, Øresund har det godt

Sænkettunnelen, højbroen og Peberholm står færdig. Der er blevet boret, banket, gravet, senket og støbt i årevis. Men alle operationer har været tåmet og tilrettelagt, så miljømyndighedernes skræppe krav er blevet overholdt til punkt og prikke. Det følsomme ølæggræs har været et pælemerke for forskerne i oversvømmningsprogrammet, der blevet en ny dansk eksportvare.

TEKST & LAYOUT: RIE JERICHOW  
FOTO: MØGENS LADEGAARD

Høver et blikstik og den novemberskarpe sol står lavt over Sverige. Her er dybe, alligevel kan man brandt, alle de store mælkesømøkk skjært på den røne sandbank. Den hvide motorsæjler fra Institut for Vandmiljø, VKI, glider gennem vandet på en af de sidste kontrollurer. Attergang beviser prøverne, at Øresund er kommet helskindet gennem brobyggeriet.

Der var altid ikke græsplan for udbygningen. Blot et sted ville blive forplumret, spisekanne for fugle og fisk ville forsvinde, og gennemsstrømmingen af frisk saltvand til Øresund ville blive bremset. Det var ikke altid en god højt. De lærde var uenige. En militærrapport fra Trafikministeriet omtalte lige frem varige skader.

Ørnsundet ved det fint, da brobyggeriet gik i gang, og det har det stadig, siger chefkonsulent Jens Erik Lyngby fra VKI. Alle dommedagsprøverne er blevet gjort til skade.

De sidste ti år har instituttet dagligt overvåget, at vandmæltet i Øresund ikke led overlast under brobyggeriet og råvandsforsyningerne typisk på det. Det er kommet til gange, og de skader har været meget begrænsete og af forbælgende karakter.

**Det danske og svenske miljømyndigheder udstak nogle skræppe retningslinjer for byggeriet:** Der måtte ikke spildes mere end fem procent af landet i området, og antallet af bundplanter og blåmæsslinger i de berørte områder måtte holdes formindskedes med en fjærdele. Hvis plantene helt forsvandt fra vandet, ville vandet i vase tilbage senest fem år efter.

Der var sammenhæng mellem kravene. Jo mere sedimentspild i vandet, jo dærligere livsbedingheder for både planter og dyr.

Det ville kunne lave et system, der ville reagere hurtigt på effekten og undgå konflikten, fortæller jens Erik Lyngby.

Vi lavede en mængde andre baggrundsbeskrivelser af næsten alt, hvad man kan nævne af liv i vandet og også tekniske konsekvenser om ølæggræs og blåmæsslinger», siger han.

Man arbejdede ud fra desuden:

Helt ud over få tekniske konsekvenser, end værge, brost, men ikke

lige, så vi kunne lave et system, der ville reagere hurtigt på effekten og undgå konflikten, fortæller jens Erik Lyngby.

Vi lavede en mængde andre baggrundsbeskrivelser af næsten alt, hvad man kan nævne af liv i vandet og også tekniske konsekvenser om ølæggræs og blåmæsslinger», siger han.

Man arbejdede ud fra desuden:

Helt ud over få tekniske konsekvenser, end værge, brost, men ikke

lige, så vi kunne lave et system,

der ville reagere hurtigt på effekten

og undgå konflikten, fortæller jens Erik Lyngby.

«Dervedoover græsset gas og svanner også på det»,

og jeg ledte efter nye måder at male miljøpræventioner på, stod jeg på en artikel, der handlede om

sammenhængen mellem lysfor-

hold og sukkerindholdet i blædderne,

og hermed, der var vi da brugte,

at sukkerlager henover foråret og

sommeren, så det kan overleve

vinteren», fortæller han.

«Stigningen i mængden af su-

ker i blædderne skal ske med en

ganske bestemt fart, for at depo-

terne skal blive store nok», fortæller jens Erik Lyngby.

Modellen er resulteret i en mulig-

forståelse variante – for at

sempel skære havstrængs års-

tidernes vejr, havdybder og svin-

gende sollys. Så det er tydeligt at

se, hvad der er påvirkning udefra

og hvordan det påvirker græsplanten i Øresund, har en præcisering vidar-

del, hvor man kunne gå ind og fremskrive, hvordan ølæggræsset vil overleve vinteren, for at undgå konflikten og med forskellige mængder nedskæring i rødderne.

Modellen er resulteret i en mulig-  
forståelse variante – for at se-  
mpel skære havstrængs års-  
tidernes vejr, havdybder og svin-  
gende sollys. Så det er tydeligt at  
se, hvad der er påvirkning udefra  
og hvordan det påvirker græsplanten i Øresund, har en præcisering vidar-

del, hvor man kunne gå ind og

fremskrive,

hvordan ølæggræsset

vil overleve

vinteren,

for at

undgå

konflik-

ten.

Alegraasset er så fulsamt over-

forstået

for at

undgå

konflik-

ten.

Entreprenøren havde selv et stort

miljøproblem

for sin egen opfattelse.

Hver eneste time dogmer rundt,

har et skål ligget i Øresund og målt

uklarheder i vandet. Målinger, som

gør det muligt at udregne, hvor

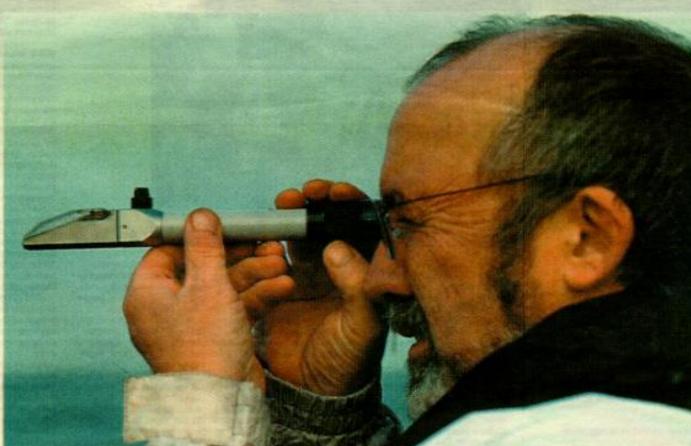
myeget sedimentspildet varerede

spild på max. fem procent kom  
med i kæringen. Hvis det varer sig-  
tigt, vil det være et vigtigt økonomi-  
kostnad for grævearbejdet, fortæller  
jens Erik Lyngby.

De folsomme organismer i et  
tropisk hav er meget anderledes  
end herhjemme. På Ball i østlige VKI  
findes mange arter af mangrovesæd-  
ler med ørret, som paje-  
mærker for uechte påvirkninger  
af vandmælet.

«Vi fandt for eksempel på at far-  
ve nogle koraller med et rødt far-  
vestof. Når nye skud voksede ud,  
ville de være hvide, og hvis koral-  
lerne blev grævende bliver skægnydt»,  
siger Jens Erik Lyngby.

«Afhængig af græveopgaven og den  
geografiske placering finder  
vi forskellige konsekvenser, når vi  
målte på. Men principippet er det  
samme», siger Jens Erik Lyngby.



Ode på Øresund foretager  
inguru Sværte Mohr Mortensen  
en foreløbig analyse af sukker-  
indholdet i ølæggræsørdet. Det  
sker ved hjælp af et refraktometer.  
Det viser, at der er en god del  
sucrose i vandet. Det er ikke  
bestemt, hvilken type sukkerindholdet  
Senere bliver der lavet en mere  
nøjagtig kemisk analyse i labora-  
torierne på VKI.

Niels Olav Benedictsen-Nielsen har hentet et hav af bundprøver fra Øresunds dyb, og med det samme tæller  
man, hvor mange planter, der vokser på stedet.

spild på max. fem procent kom  
med i kæringen. Hvis det varer sig-  
tigt, vil det være et vigtigt økonomi-  
kostnad for grævearbejdet, fortæller  
jens Erik Lyngby.

De folsomme organismer i et  
tropisk hav er meget anderledes  
end herhjemme. På Ball i østlige VKI  
findes mange arter af mangrovesæd-  
ler med ørret, som paje-  
mærker for uechte påvirkninger  
af vandmælet.

«Vi fandt for eksempel på at far-  
ve nogle koraller med et rødt far-  
vestof. Når nye skud voksede ud,  
ville de være hvide, og hvis koral-  
lerne blev grævende bliver skægnydt»,  
siger Jens Erik Lyngby.

Miljømyndighederne kravede,  
at planter, der forsvandt helt  
fra et område, skulle være til-  
bage senest fem år efter. «Det  
ville være svært at garantere,  
siger Jens Erik Lyngby. Vi kunne  
ikke få et fast pris for de etiske  
målestokke omræderne som paje-  
mærker for uechte påvirkninger  
af vandmælet.

«Afhængig af græveopgaven og den  
geografiske placering finder  
vi forskellige konsekvenser, når vi  
målte på. Men principippet er det  
samme», siger Jens Erik Lyngby.



Her voksede - og vokser  
nu igen - algerne i Øresund. Det

DANMARK  
ØRESUND  
SALTHOLM  
Schonen  
Den fælles  
fortidssted  
SVERIGE

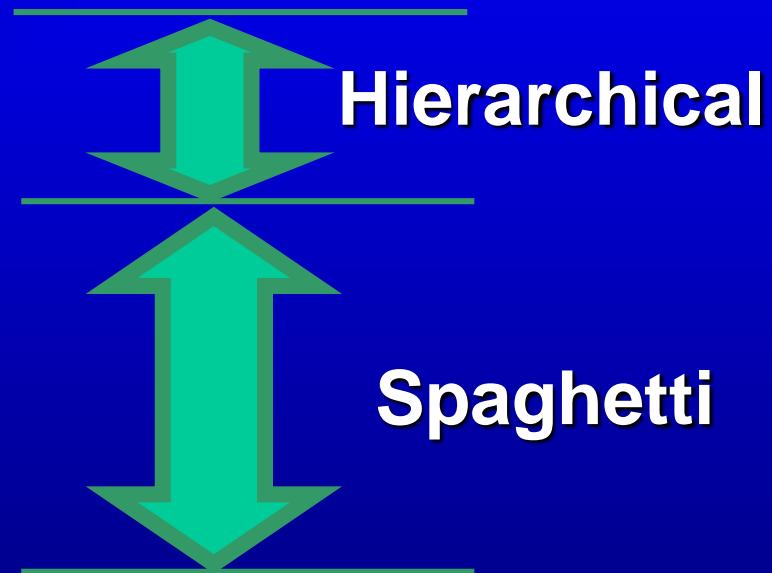


## Stakeholders, Media

# Stakeholders

- Parliaments and Governments
- Authorities
- Link Owner (and his Consultants)
- Contractors
- Citizens and NGO's
- Media

# System Architecture



# **Major Evolutions in Approaches to Technology Development and Product Development**

.....

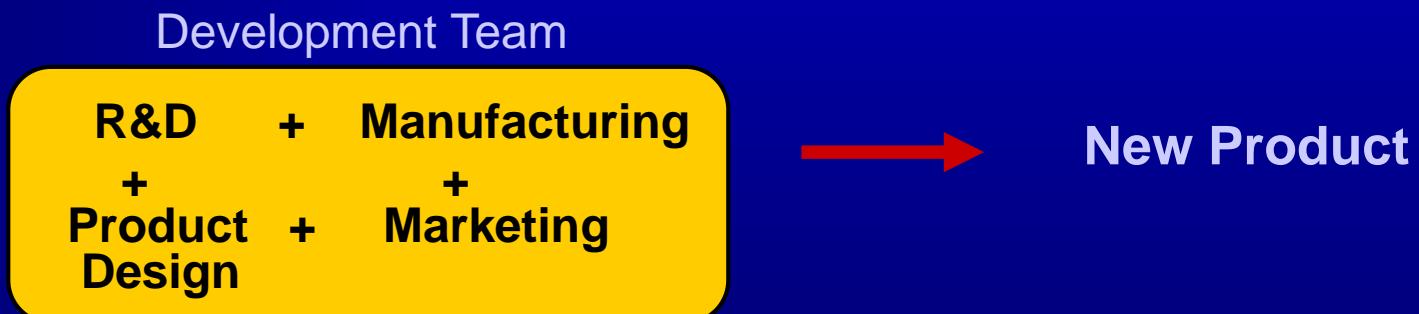
## Pre-1980s

Traditional functional-sequential approach:

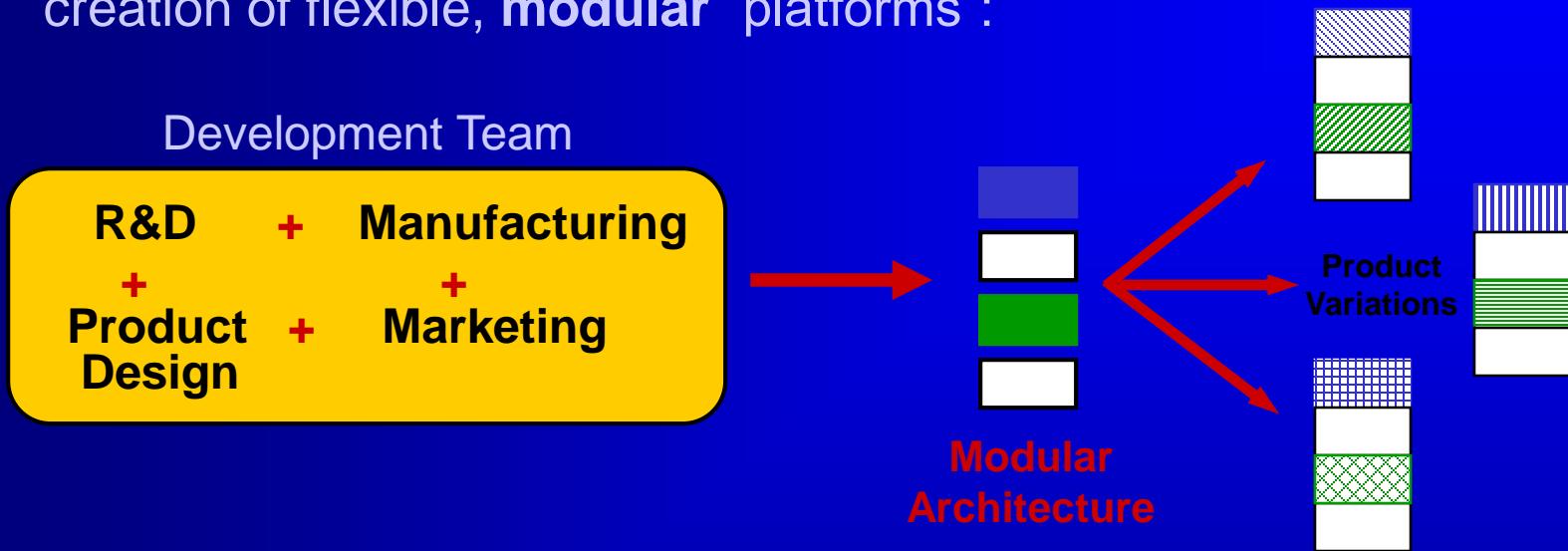
R&D → Product Design → Manufacturing → Marketing → **New Product**

## 1980s

Team development replaces functional-sequential approach:



Move to “Architectural Management” shifts focus to creation of flexible, **modular** “platforms”:



Managing innovation and strategy architecturally creates **strategic flexibilities** at *at the component level* to

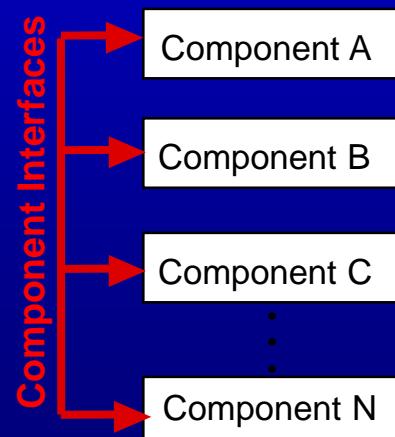
- Leverage greater product variety
- Technologically upgrade products more rapidly
- Increase speed to market
- Improve predictability of new product introductions

## Modular Product Architecture:

1. A **decomposition** of the overall functionalities of product into specific functions and ***functional components***:

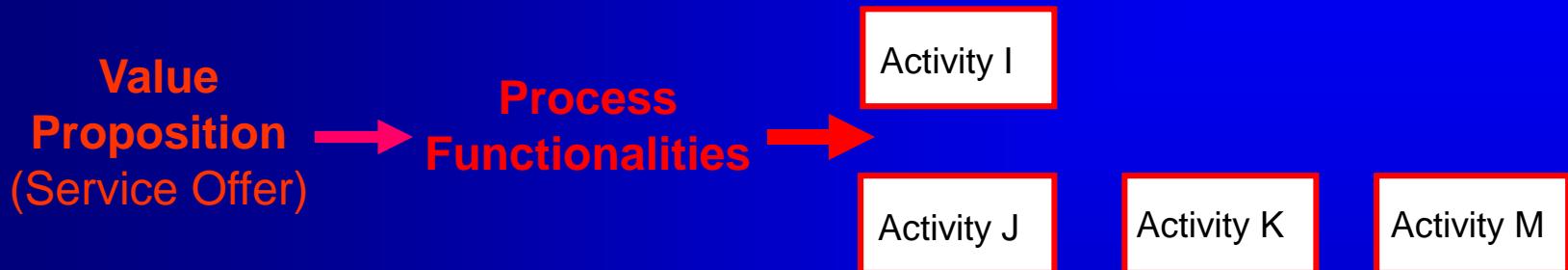


2. The full specification of the ***component interfaces*** – i.e., the inputs and outputs of each component – that define **how components interact** in the product as a system:

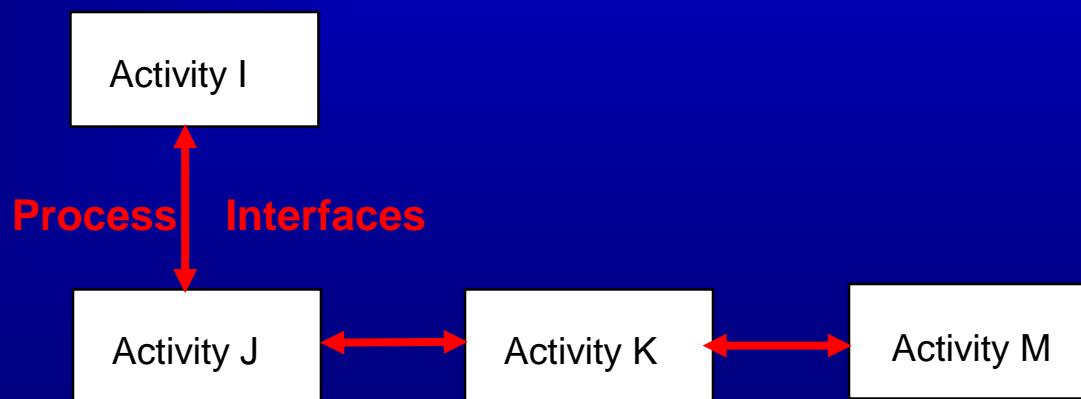


## Modular Process Architecture:

1. A **decomposition** of the overall functionalities of a process into specific functions and ***functional activities***:



2. The full specification of the ***process activity interfaces*** – i.e., the inputs and outputs of each activity – that define **how various process activities interact** in the process as a system:



## **Specifying Interfaces** in Product and Process Architectures:

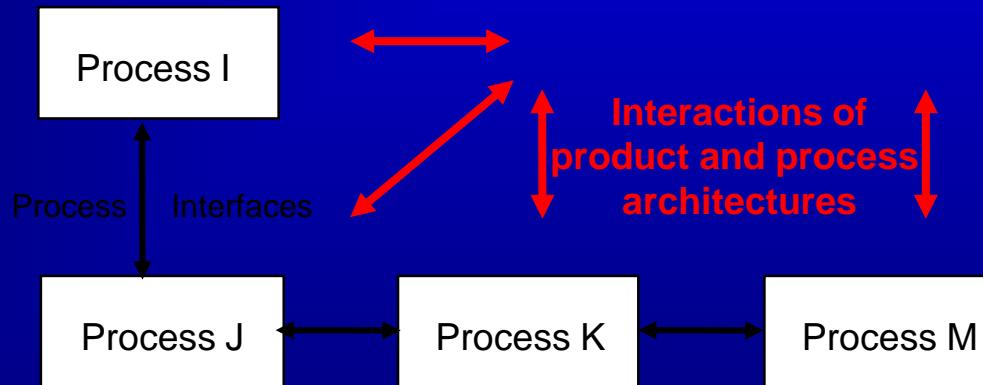
Fully specifying the *interfaces between each component or activity* requires specification of the the following kinds of interfaces:

1. **Attachment** interfaces: How one component attaches to another
2. **Spatial** (volumetric) interfaces: Where a given component fits
3. **Transfer** interfaces: What goes in (gets transformed) and goes out
4. **Control and Communication** interfaces:  
How one component signals another
5. **User** interfaces: How users interact with the product or process
6. **Environmental** interfaces:
  - How each component will interact with the *intended* user environment;
  - How the functioning of one component affects the functioning of other components in *unintended* ways

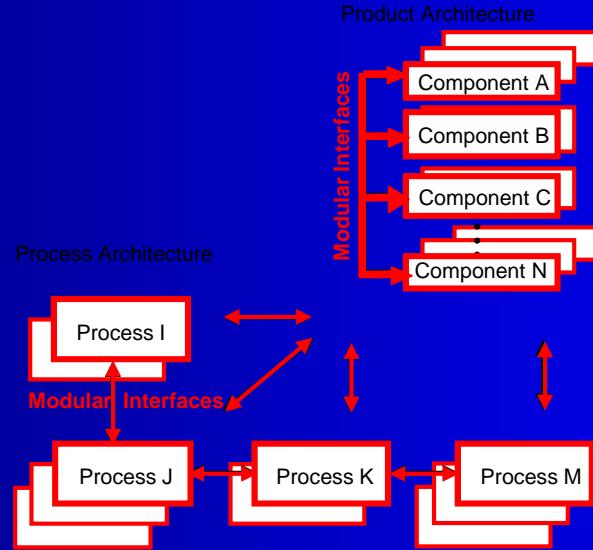
# Interactions of Product and Process Architectures

Achieving the full potential flexibility of modular product and process architectures requires coordinating the architectures to achieve ***joint system flexibility***

Process Architecture



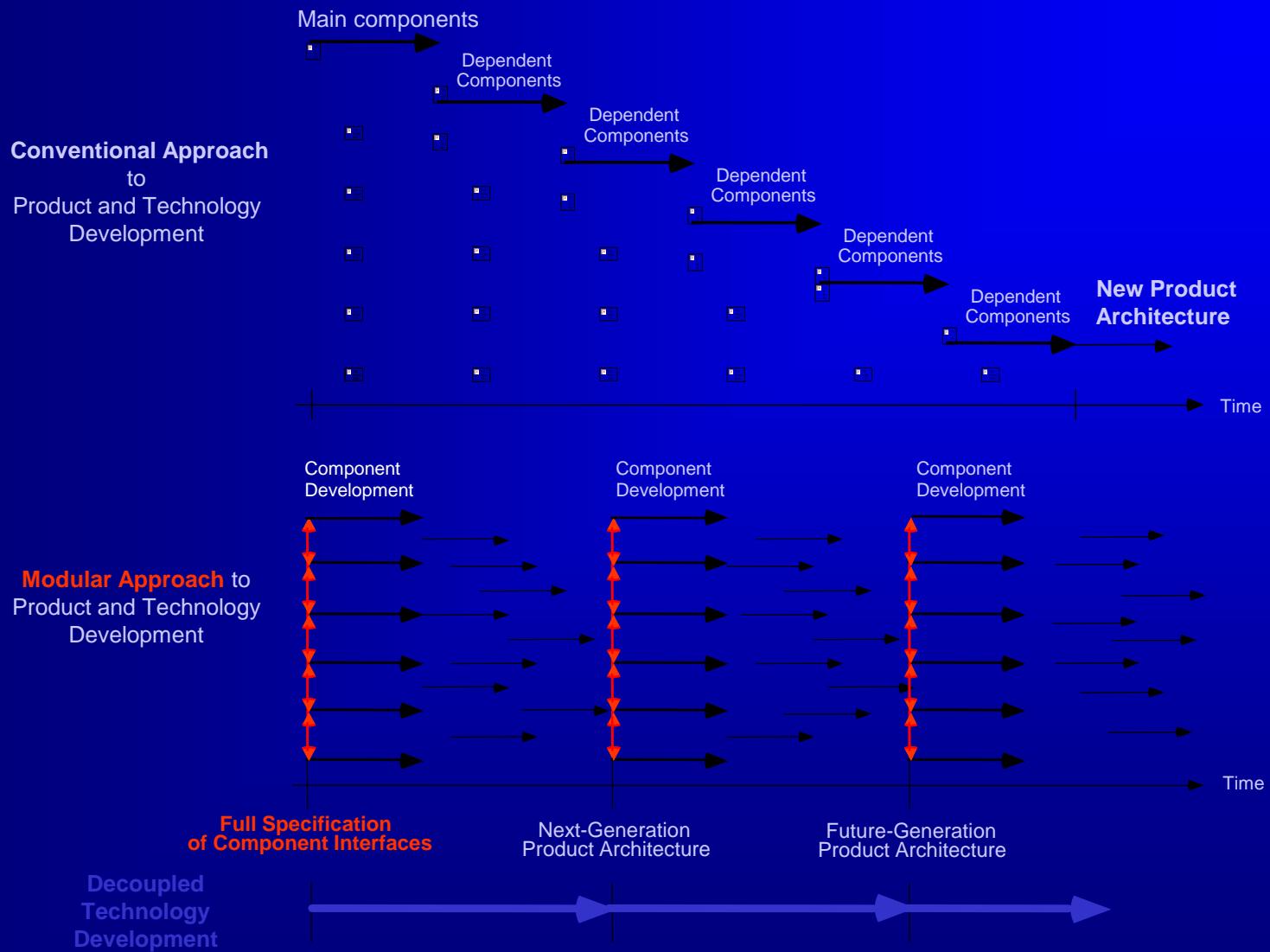
Product Architecture



Product and Process Architectures become ***modular*** when

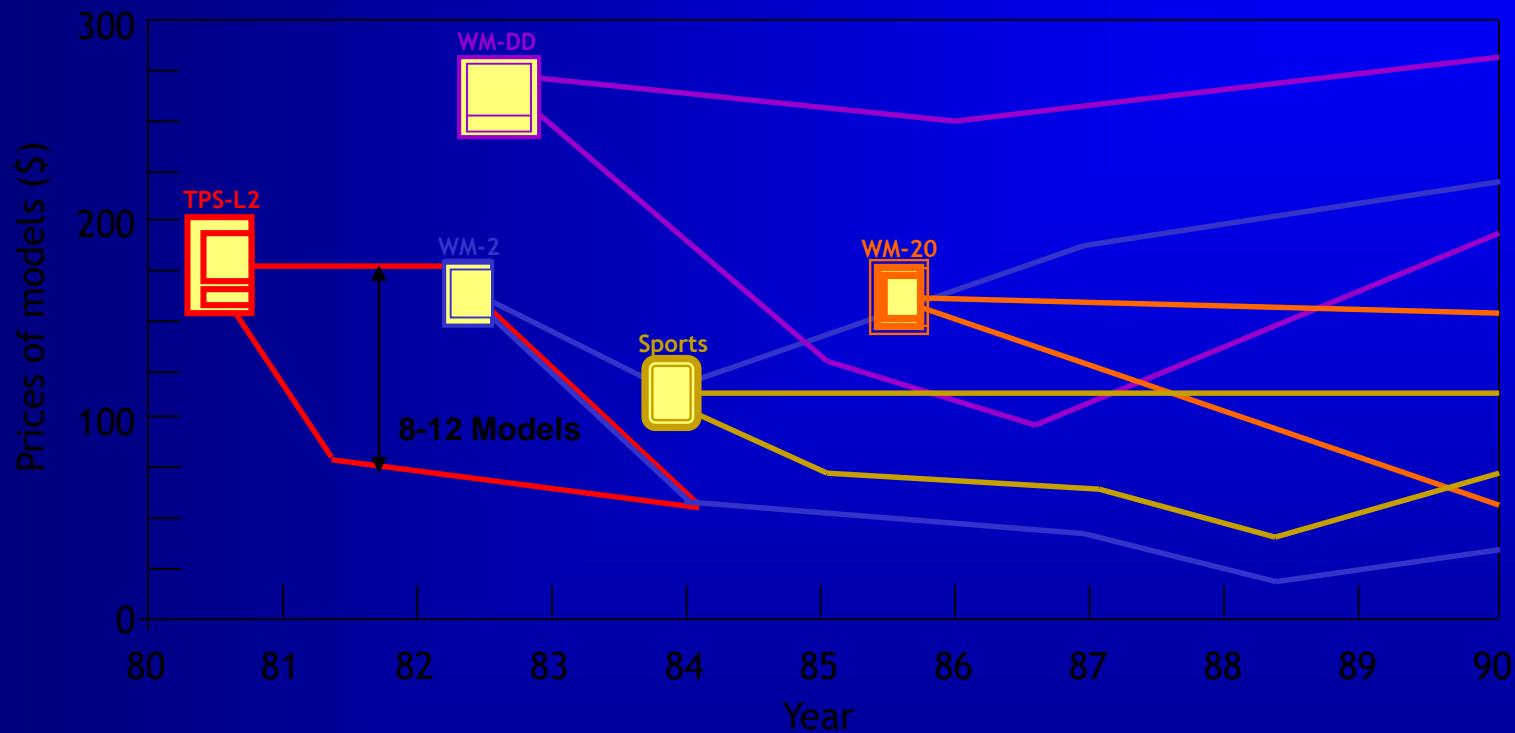
- (i) Architectures are ***strategically partitioned*** to
    - Achieve a “One-to-One Mapping” of perceived benefits into specific modular components
    - “Contain” product variety and technological change in specific modular components
- and*
- (ii) The interfaces between components are
    - specified to allow the ***substitution*** of a range of component variations
    - ***standardized*** (i.e., not allowed to change) for some period of time

# Achieving concurrent and distributed development processes



after Sanchez (2001)

## Leveraging greater product variety - Sony Walkman®



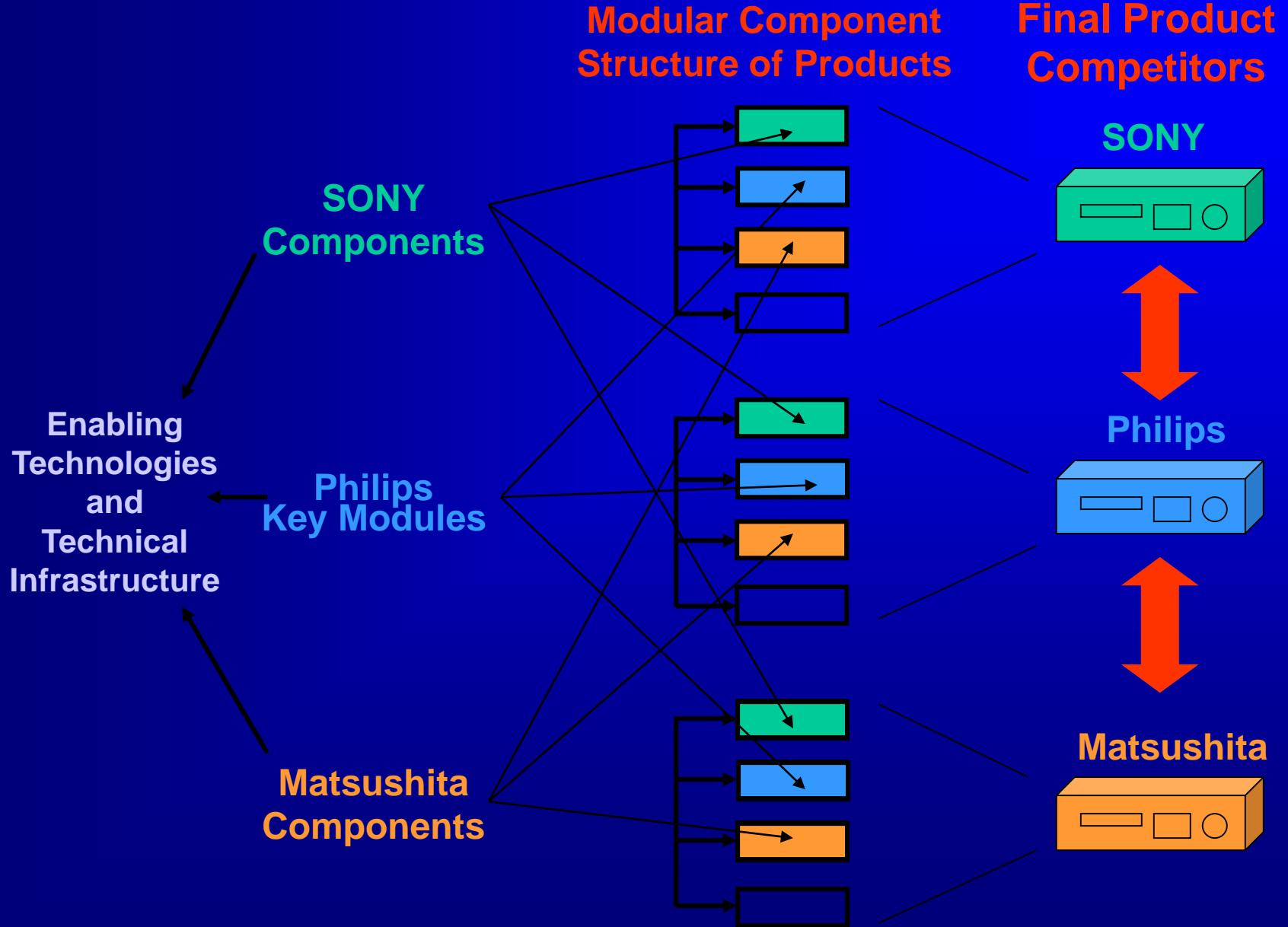
Sony leveraged more than 160 Walkman® models from 5 modular product architectures in the US market between 1980-1990

(Source: Sanderson and Uzumeri 1997)

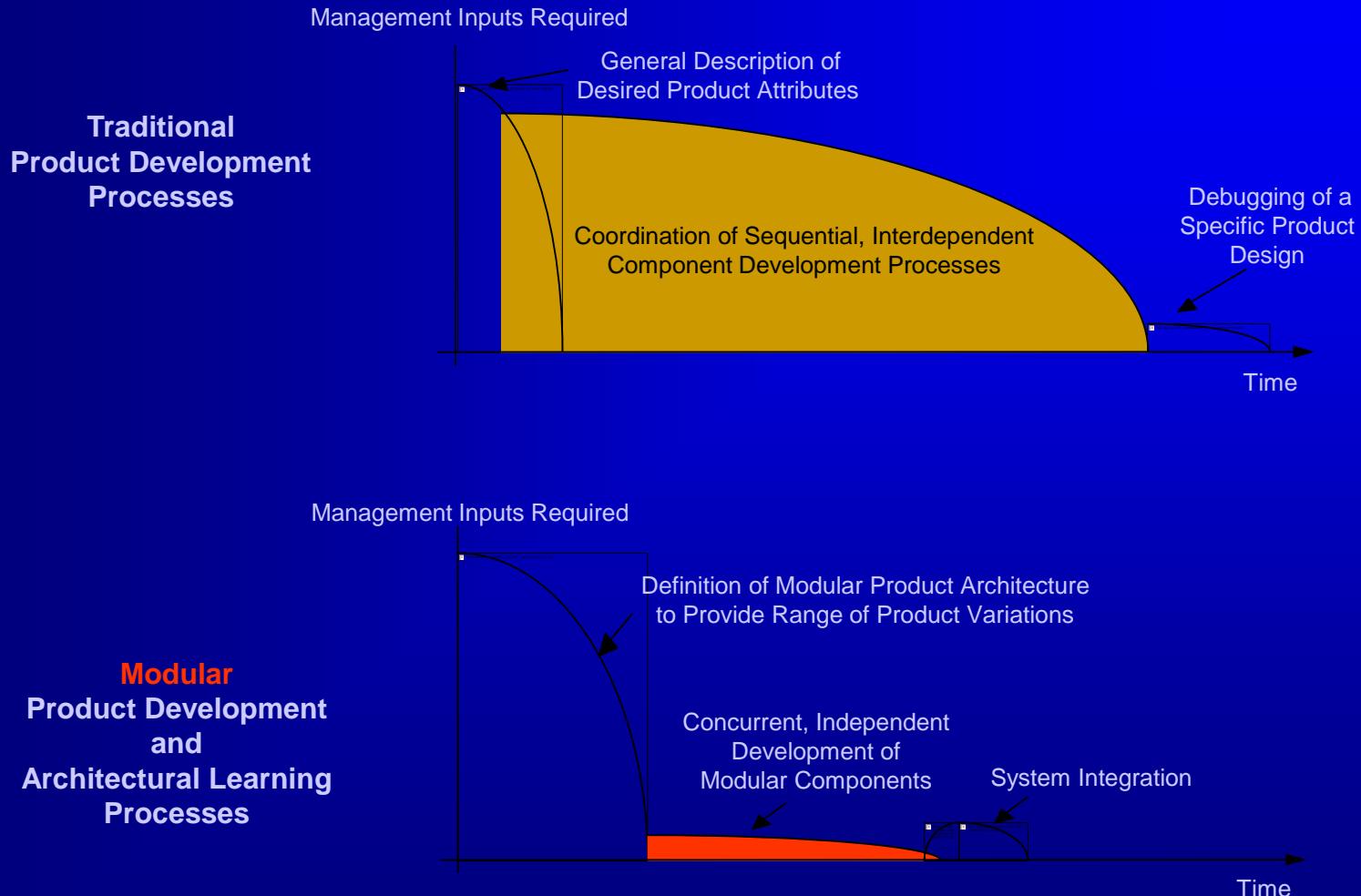
## Advantages of Modularity

1. ***Cost rationalization*** through standardized components and processes
2. ***Configurability*** as enabler/driver of product strategy
3. ***Speed-to-market*** as source of competitive advantage
4. Architectures used as framework for ***knowledge management and organizational learning***
5. Architectures seen as way to ***integrate technology, marketing, and business strategy***
6. Modular architectures used in structured way to ***define, create, and manage core competences***

# New Patterns of “Cooperation” in Modular Product Markets



# Management Resources in Traditional vs. Modular Development



after Sanchez (2001)

# Stakeholders

- Parliaments and Governments
- Authorities
- Link Owner and his Consultants
- Contractors
- Citizens and NGO's
- **Media:**
  - *From conflict to consensus*



# 6 months ahead of schedule ! Within the budget !



# Hydroinformatics

- Øresund Conclusions
- Technical Context
- Public Participation
- Monitoring
- Dissemination
- The project would have been impossible without hydroinformatics

# Øresund Conclusions

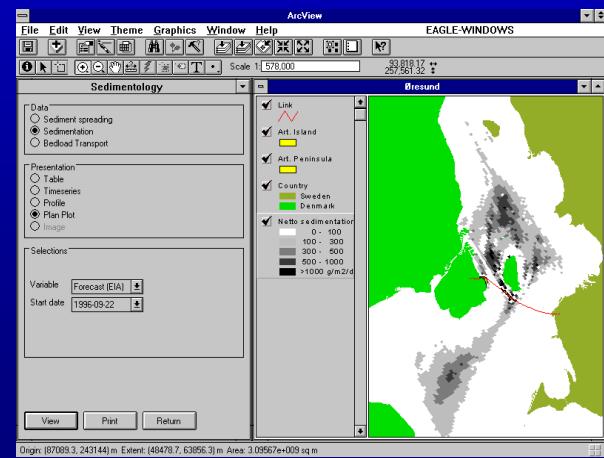
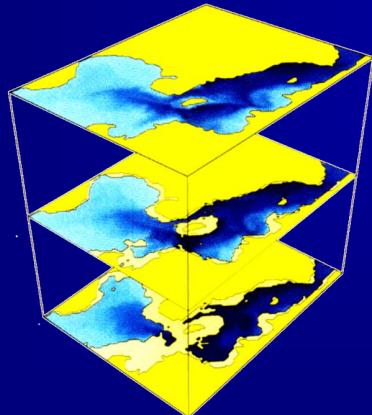
*"ecologically motivated,  
technically feasible, and  
economically reasonable" ?*

## Role of Hydroinformatics:

- Decisive for design and environmental management
- Enables public participation
- Without this no acceptance would have been possible

# Technical Context

- Transparency and Credibility are Paramount
- Public confidence is essential



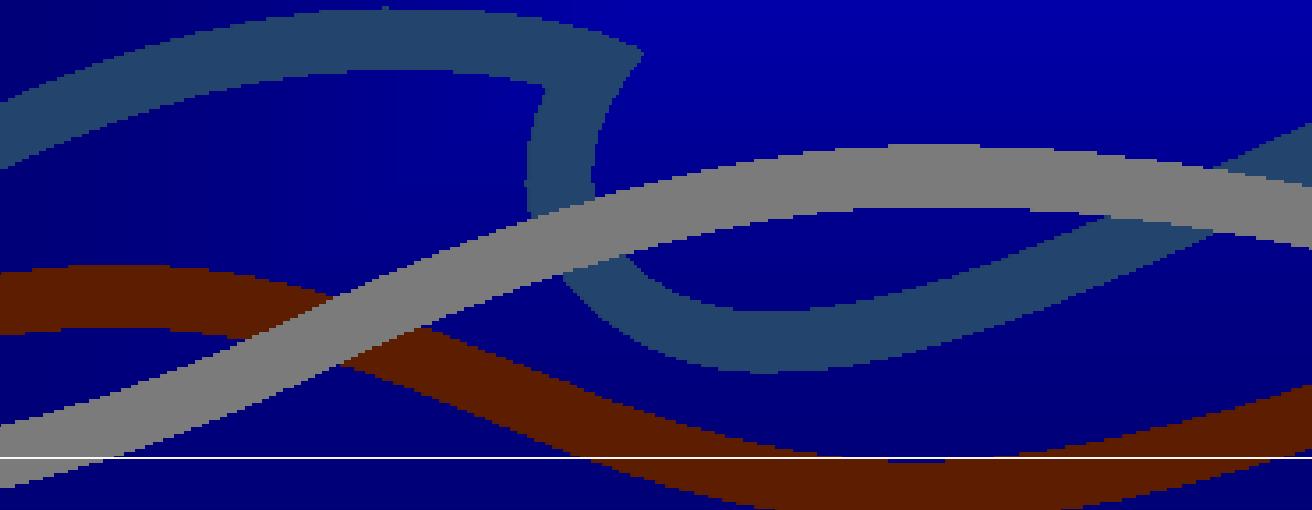
# Public Participation

- Data Interpretation is the key to accessibility
- Transparency and Credibility are Paramount

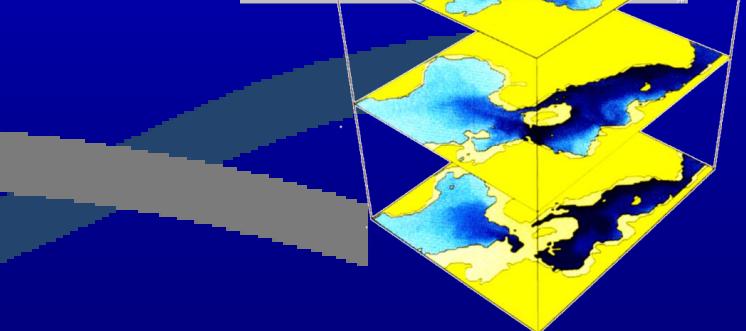
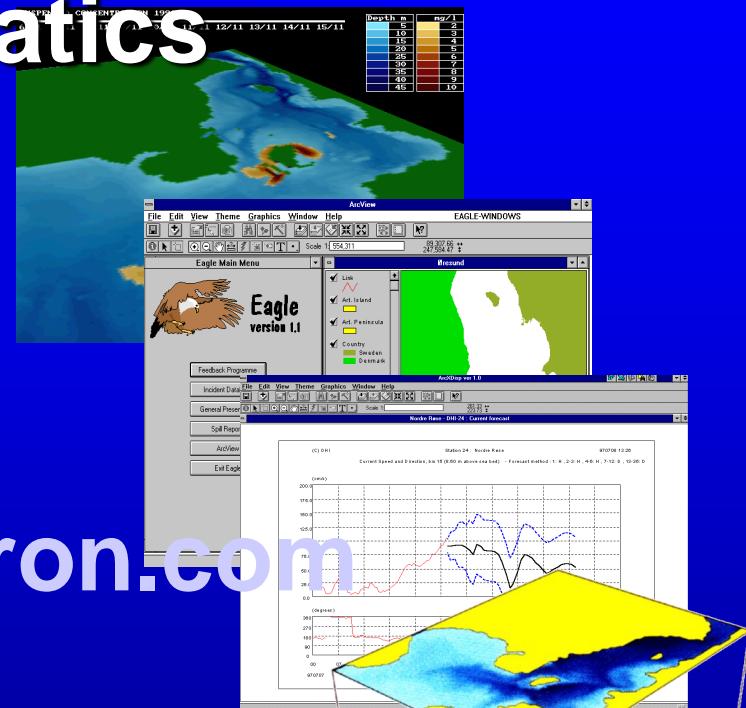


2604-01

# Vision for Hydroinformatics



[Http://www.oeresundsbron.com](http://www.oeresundsbron.com)



# Acknowledgements

- Øresundsbron
- DHI-LIC colleagues





**Thank You for Your Attention**

---

The End