



**AALBORG UNIVERSITY**  
DENMARK

**Aalborg Universitet**

## **Sedimentationsforhold ved anlæggelse af lystbådehavn i Liseleje**

Kofoed, Jens Peter; Frigaard, Peter Bak

*Publication date:*  
2008

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*  
Kofoed, J. P., & Frigaard, P. (2008). Sedimentationsforhold ved anlæggelse af lystbådehavn i Liseleje. Aalborg: Department of Civil Engineering, Aalborg University. (DCE Technical Reports; Nr. 40).

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

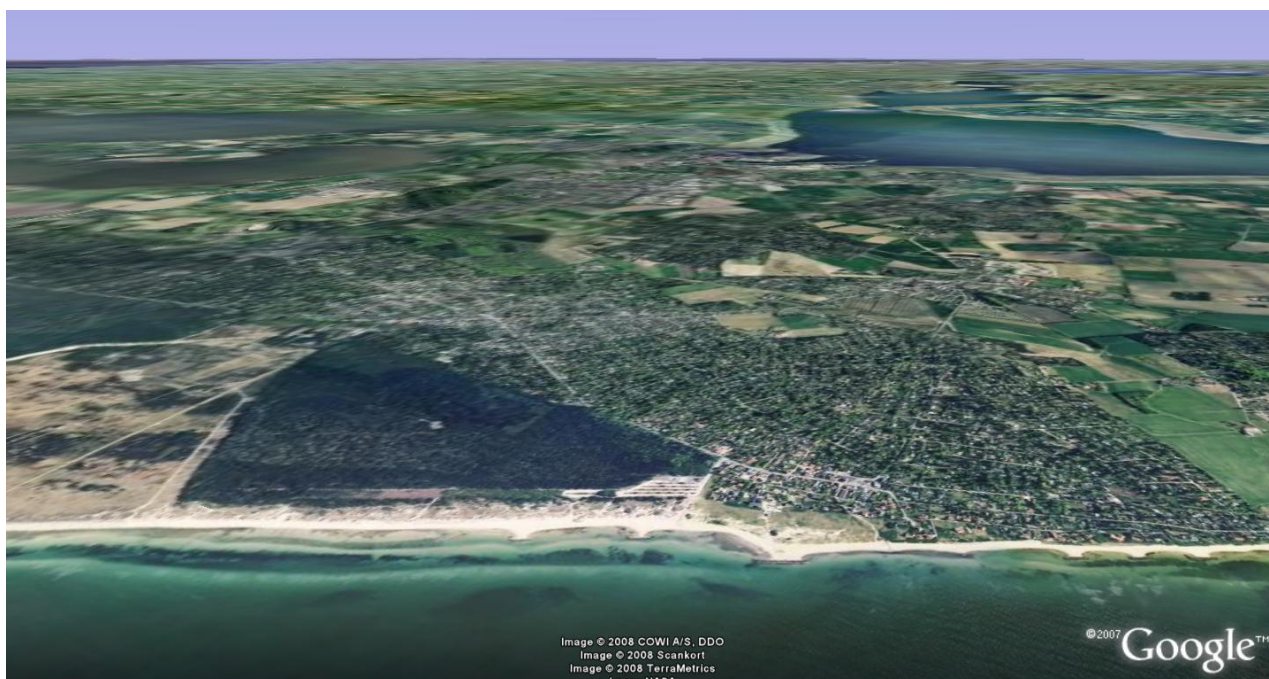
- ? Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- ? You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- ? You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at [vbn@aub.aau.dk](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# Sedimentationsforhold ved anlæggelse af lystbådehavn i Liseleje

J. P. Kofoed  
P. Frigaard





Aalborg University  
Department of Civil Engineering  
Water and Soil

**DCE Technical Report No. 40**

# **Sedimentationsforhold ved anlæggelse af lystbådehavn i Liseleje**

by

J. P. Kofoed  
P. Frigaard

May 2008

© Aalborg University



## **Scientific Publications at the Department of Civil Engineering**

*Technical Reports* are published for timely dissemination of research results and scientific work carried out at the Department of Civil Engineering (DCE) at Aalborg University. This medium allows publication of more detailed explanations and results than typically allowed in scientific journals.

*Technical Memoranda* are produced to enable the preliminary dissemination of scientific work by the personnel of the DCE where such release is deemed to be appropriate. Documents of this kind may be incomplete or temporary versions of papers—or part of continuing work. This should be kept in mind when references are given to publications of this kind.

*Contract Reports* are produced to report scientific work carried out under contract. Publications of this kind contain confidential matter and are reserved for the sponsors and the DCE. Therefore, Contract Reports are generally not available for public circulation.

*Lecture Notes* contain material produced by the lecturers at the DCE for educational purposes. This may be scientific notes, lecture books, example problems or manuals for laboratory work, or computer programs developed at the DCE.

*Theses* are monographs or collections of papers published to report the scientific work carried out at the DCE to obtain a degree as either PhD or Doctor of Technology. The thesis is publicly available after the defence of the degree.

*Latest News* is published to enable rapid communication of information about scientific work carried out at the DCE. This includes the status of research projects, developments in the laboratories, information about collaborative work and recent research results.

Published 2008 by  
Aalborg University  
Department of Civil Engineering  
Sohngaardsholmsvej 57,  
DK-9000 Aalborg, Denmark

Printed in Aalborg at Aalborg University

ISSN 1901-726X  
DCE Technical Report No. 40

## **Recent publications in the DCE Technical Report Series**

Borgarino, B. and Brorsen, M.: *Estimation of wave conditions at Liseleje location*. DCE Technical Report No. 23, ISSN 1901-726X. Dep. of Civil Eng., Aalborg University, July 2007.

Borgarino, B. and Kofoed, J. P.: *Development of a generic power simulation tool for overtopping based wave energy devices*. DCE Technical Report No. 35, ISSN 1901-726X. Dep. of Civil Eng., Aalborg University, September 2007.

Borgarino, B. and Kofoed, J. P.: *Power production from integration of overtopping based WEC in a breakwater at Liseleje*. DCE Technical Report No. 36, ISSN 1901-726X. Dep. of Civil Eng., Aalborg University, September 2007.

## **Forord**

Nærværende rapport er tilblevet på foranledning af Havnecon Consulting ApS og indeholder en beskrivelse af den forventede kystudvikling forårsaget af en lystbådehavn i henhold til idéoplæg af "Arbejdsgruppen for etablering af en lystbådehavn ved Liseleje".

Rapporten er udarbejdet af Adjunkt Jens Peter Kofoed, Institut for Byggeri og Anlæg, Aalborg Universitet (e-mail: jpk@civil.aau.dk) i samarbejde med Lektor Peter Frigaard, ligeledes fra Institut for Byggeri og Anlæg, Aalborg Universitet.

Aalborg, Jan. 2008

På baggrund af bemærkninger fra Liseleje havn a.m.b.a. af 4. marts 2008 er der udgivet en opdateret version af nærværende rapport.

Aalborg, Maj 2008.



## Indholdsfortegnelse

1. Indledning .....	1
2. Eksisterende sedimenttransport- og erosionsforhold .....	3
3. Påvirkning af sedimenttransport- og erosionsforhold.....	5
Referencer .....	7

I bilag:

Bilag 1: Luftfotos. Referencelinier indlagt.

Bilag 2: Historiske kort. Referencelinier indlagt.

# 1. Indledning

I nærværende rapport beskrives den forventede kystudvikling forårsaget af en lystbådehavn i henhold til idéoplæg af "Arbejdsgruppen for etablering af en lystbådehavn ved Liseleje" på lokaliteten og det omkringliggende område, med fokus på kyst og klitlandskab 3-4 km øst for Liseleje.

Som udgangspunkt for beskrivelsen er følgende kilder anvendt:

- "Nordkysten, Kystpleje og Kystsikring", Februar, 1978. /1/
- "Nordkysten, Kystpleje og Kystsikring, 1984", September, 1984. /2/
- Fotoregistrering på lokalitet, udleveret af Havnecon.
- Inspektion på lokalitet.
- Diverse skitser af den planlagte havn, heriblandt "Masterplan for Liseleje Havn", 24. Juni 2007, NIRAS Konsulenterne. Se figur 5.
- Luftfotos af lokalitet fra Kortal, fra hhv. 1995, 1999, 2002, 2004, 2006. Se bilag 1. /3/
- Luftfoto af lokalitet fra Google Earth. Se Bilag 1. /4/
- Historiske kort fra Kort og Matrikelstyrelsen, hhv. Målebordsblade 1842-1899, Målebordsblade 1928-1940 og 4 cm kort 1983-1997. Se Bilag 2. /5/
- Masterplan for Liseleje og Asserbo, April 2005. /6/

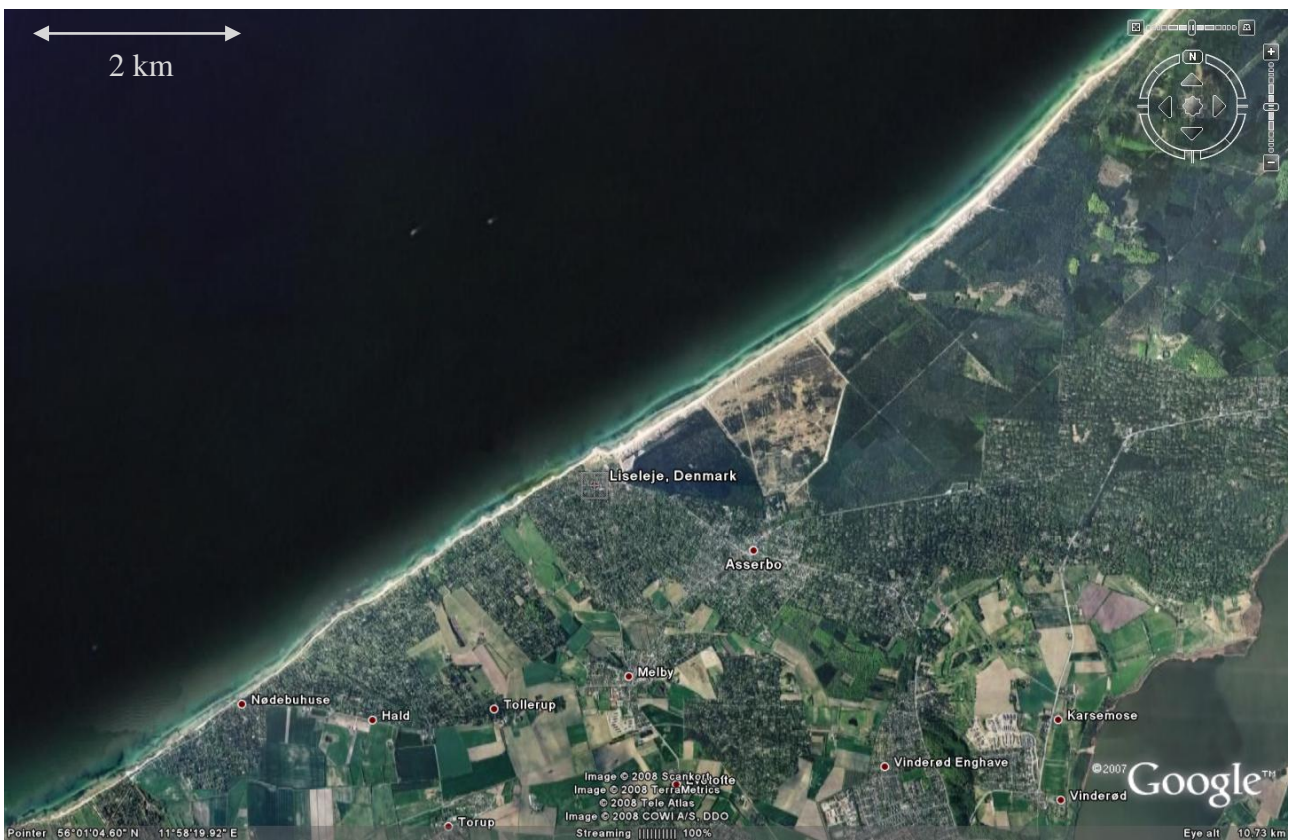
Lystbådehavnen påtænkes anlagt umiddelbart øst for Liseleje bølgebryderen (se figur 1), som integreres i havnens nordvendte mole. Dette er i overensstemmelse med kommunens masterplan for området, hvor et sådant projekt er nævnt som et "større projekt" /6/.



Figur 1. Den største af bølgebryderne ved Liseleje (i det følgende benævnt Liseleje bølgebryderen). Lystbådehavnen påtænkes anlagt i området til højre på billedet.



På figur 2 herunder ses Liselejes geografiske placering på Sjælland.



Figur 2. Øverst: Nordsjælland, med placering af Liseleje. Nederst: Området omkring Liseleje.

## 2. Eksisterende sedimenttransport- og erosionsforhold

Liseleje ligger på den erosionsmæssigt mest udsatte del af Sjællands Nordkyst, med sin placering på den nordvestvendte strækning af Sjællands Nordkyst mellem Hundested og Gilleleje. Bølge- og strømforholdene på denne lokalitet er således domineret af vestlige vinde, der skaber en netto sedimenttransport langs kysten i nordøstlig retning.

Den nordvestvendte del af Sjællands Nordkyst består dels af relativt modstandsdygtige glaciale aflejringer, samt mindre modstandsdygtige postglaciale havaflejringer. Området fra omkring lidt nordøst for Liseleje og op til Tisvildeleje tilhører den sidstnævnte kategori. Baglandet består her af marint forland opstået ved den generelle landhævning af Nordsjælland siden seneste istid. Der er her konstateret sand-, grus- og rallag op til 2-2,5 m over daglig vande. Ovenpå denne struktur, er der ophobning af vindaflejret sand i klitformationer.

Området omkring Liseleje, samt strækningen nordøst herfor, er således forholdsvis udsat både med hensyn til havets påvirkning og kystens modstandsdygtighed. Dette understreges således også af tilstedeværelsen af markante kystbeskyttelsestiltag i form af bølgebrydere, der findes på kysten omkring Liseleje. Den største bølgebryder udfør Liseleje (Liseleje bølgebryderen) blev anlagt i 1912, og har siden da bidraget til at holde kysten, men også forårsaget bagsideerosion nordøst herfor. Liseleje bølgebryderen blev på et væsentligt senere tidspunkt (men før 1995 iht. luftfotos, se bilag 1) suppleret med mindre bølgebrydere sydvest herfor. Senest er der indenfor de sidste par år blevet udført strandfodring og bygget to nye bølgebrydere nordøst for Liseleje bølgebryderen, for at imødegå den stadigt dominerende læsideerosion.

Den årlige sedimenttransportrate på den nordvestvendte strækning af Sjællands Nordkyst udviser en generelt stigende trend når man bevæger sig fra Hundested langs kysten op mod Gilleleje, hidrørende fra den pågående kystnedbrydning på strækningen. Ved Liseleje bølgebryderen er den årlige sedimenttransport i størrelsesordenen 3-5.000 m<sup>3</sup>/år /2/. Over de nærmeste 2-3 km nordøst for Liseleje stiger den årlige sedimenttransportrate signifikant fra dette niveau op til ca. 30.000 m<sup>3</sup>/år. Dette skyldes formentlig kystens beskaffenhed i dette område, og giver anledning til en tilbagerykning af kystlinien i dette område. Indenfor den nærmeste kilometer nordøst for Liseleje bølgebryderen er der historisk (over de sidste ca. 100 år) observeret en tilbagerykning af kysten på ca. 0,5 m/år (se bilag 2). Ved en opmåling på luftfotos fra de seneste ca. 12 år bekræftes denne tilbagerykningsrate (se bilag 1). Den store bevægelighed af kyststrækningen er medvirkende årsag til det særlige klitlandskab i området, der dannes ved ophobning af vindaflejret sand. De mobiliserede sedimenter aflejres endvidere længere øst på, primært på den nordøstvendte del af Nordsjællands kyst og ultimativt i den nordlige del af Øresund.

Ud fra fotoregistrering og inspektion på lokaliteten, er der endvidere tydelige indikationer af at en betragtelig del af kysterrosionen foregår under stormsituationer med højvande, hvorved store bølger kan nå ind i klinterne. Dette var eksempelvis tilfældet efter en pålandskuling i efteråret 2007 med 1,8 m højvande, der medførte skrænterosion i sandklingen på en 1 km strækning nordøst for den nordøstligste af de to nyanlagte bølgebrydere. Umiddelbart bag de to nye bølgebrydere var der ikke tegn på erosion. Imellem den gamle Liseleje bølgebryder og de nye var der kraftig læsideerosion i lerskrænten, se figur 3.





Figur 3. Foto langs kysten mod sydvest. Bagerst mod højre ses Liseleje bølgebryderen. I skrænten til venstre på billedet ses tydeligt den kraftige erosion forårsaget af kombinationen af pålandskuling og højvande.



Figur 4. Foto langs kysten mod nordøst.

### 3. Påvirkning af sedimenttransport- og erosionsforhold

Den skitserede udformning af Lystbådehavnen tager udgangspunkt i den eksisterende Liseleje bølgebryder. Denne udgør således den sydvestligste del af havnens mole, der mod nordøst går yderligere ca. 100 m ud i vandet og ca. 250 m langs kysten, jvf. plan i figur 5. Vanddybden foran Liseleje bølgebryderen er idag ca. 1 m. Den planlagte mole vil strække sig ud på en vanddybde på op til ca. 2,5 m.

På grund af molens udstrækning, samt at den vil blive ført ud på større vanddybde, vil den i en årrække akkumulere sediment på sin sydvestlige side. Dette vil bevirke at kun en begrænset del af de 3-5.000 m<sup>3</sup>/år sediment, der normalt passerer Liseleje bølgebryderen, vil nå om på den nordøstlige side af havnen, hvilket må forventes at lede til øget læsideerosion på strækningen 1-2 km nordøst for havnen. Når sedimentakkumuleringen på den sydvestlige side er mættet, vil de 3-5.000 m<sup>3</sup>/år begynde at passere molehovedet, men en betragtelig del heraf vil formentlig sedimentere i området ved og øst for havneindsejlingen. I denne situation vil en regelmæssig oprensning heraf derfor formodentlig være nødvendig, hvilket er sædvanligt ved anlæg af havne i områder med sedimenttransport.

Det vurderes endvidere at en inkorporering af et overskylsbaseret bølgeenergianlæg (fx af typen SSG, som der har været på tale) på en del af ydermolens strækning, ikke vil ændre på molens indvirkning på kystudviklingen i området.

Som det fremgår heraf vil etableringen af Lystbådehavnen betyde at sedimenttransporten, langs kysten fra sydvest mod nordøst, blive påvirket, hvilket såfremt der ikke foretages yderligere, alt andet lige vil øge kystens tilbagetrækningsrate på en strækning (ca. 1 km) nordøst for havnen marginalt. For at imødegå denne negative virkning af etablering af Lystbådehavnen, må det påregnes at det bliver nødvendigt at foretage strandfodring nordøst herfor.

Den nødvendige strandfodring må, i perioden hvor sediment akkumuleres på den sydvestlige side af havnen, forventes stort set at skulle svare til hele den normale sedimenttransport på stedet (3-5.000 m<sup>3</sup>/år) for at holde status quo (altså en tilbagerykning på ca. 0,5 m/år). Herefter forventes behovet at falde lidt, da noget sediment herefter vil passere havnemundingen. Man vil da sandsynligvis primært kunne basere sig på at anvende det sediment der må påregnes at skulle oprenses fra havneindsejlingen (såfremt dette ikke vil være miljømæssigt problematisk).

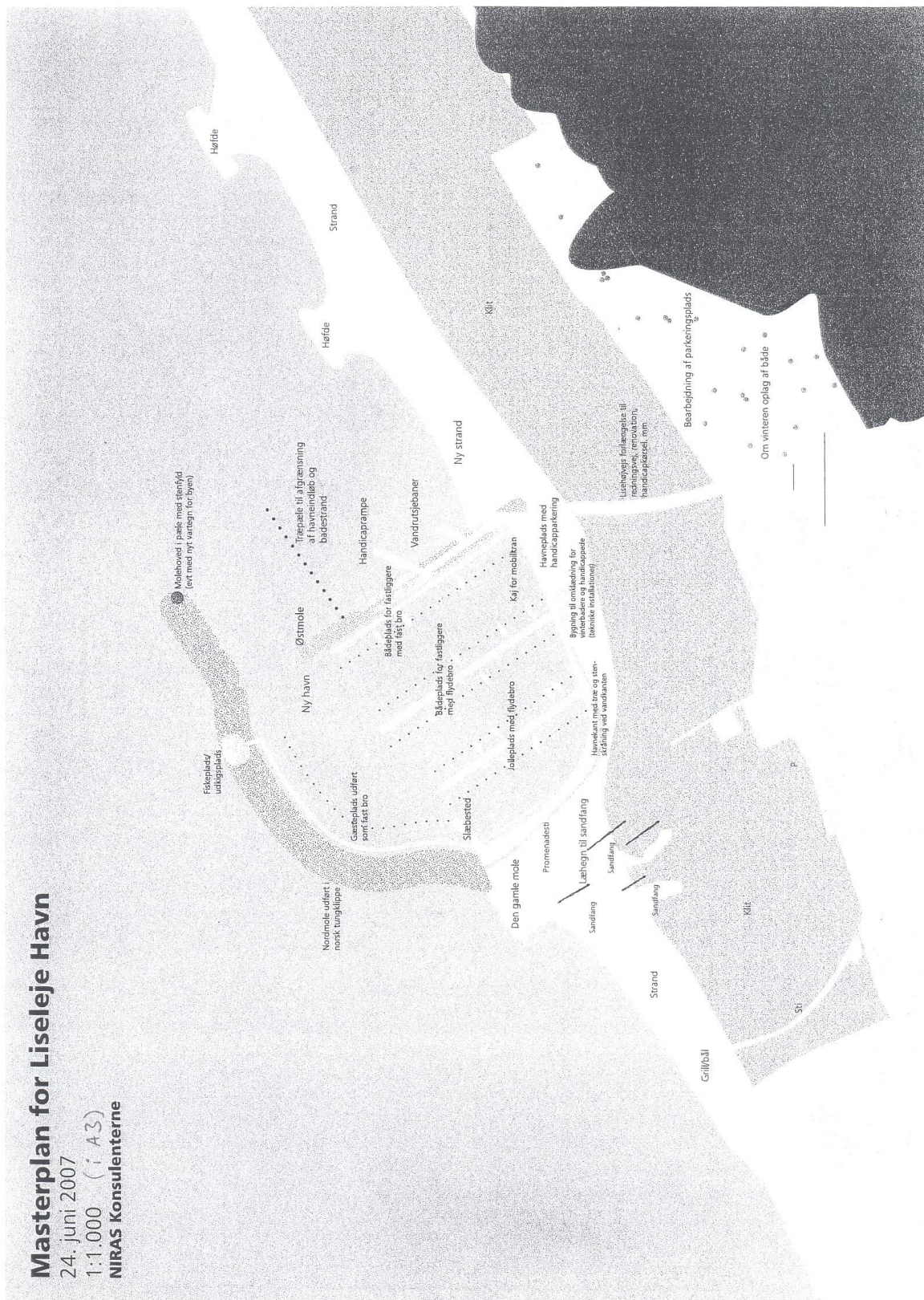
Alternativt kan det vise sig at være hensigtsmæssigt at etablere et sand "by-pass" system, i form af en rørledning mellem den sydvestlige og nordøstlige side af havnen, hvilket vil udgøre en hvis kapitalomkostning, men til gengæld må forventes at spare på de løbende udgifter til strandfodringen.

For at vurdere konsekvensen af i værste fald en blokering af den normale sedimenttransport, kan følgende situation betragtes. Hvis det konservativt antages, at kystpåvirkningen fra at stoppe den langsgående sedimenttransport strækker ca. 1 km mod nordøst, at sedimenttransporten og kysterrosionen sker i en zone ud til en vanddybde på ca. 2 m, samt at kysthældningen i denne zone er ca. 1:20, vil dette svare til en øget kysttilbagerykning på ca. 0,1 m/år jævnt fordelt indenfor området.

Det er værd at notere sig, at kysterrosionen typisk er meget domineret af enkelte stormhændelser kombineret med højvande. Kysterrosionen i disse hændelser vil være mindre påvirket af etableringen af Lystbådehavnen, der i disse tilfælde kun vil have en lokal virkning. Dette vil blandt andet betyde at området umiddelbart nordøst for Liseleje bølgebryderen, der har lidt væsentligt i sådanne situationer (jf. figur 3), vil blive beskyttet af havnen.



Det kan således konkluderes at, med de fornødne sandfodringstiltag vil de negative konsekvenser af den planlagte Lystbådehavn på kystudviklingen i området ca. 1 km nordøst herfor, kunne begrænses til et minimum. Undlades disse tiltag vil den naturlige kysttilbagerykning accelereres marginalt. Ved en eventuel ”overkompensering” i forbindelse med strandfodringen, vil man endog også kunne bidrage til at opbremse den allerede pågående kysttilbagerykning på strækningen.



Figur 5. Masterplan for Liseleje Havn.

## Referencer

/1/

"Nordkysten, Kystpleje og Kystsikring, Basisrapport, Tegninger og Skitseløsninger." Fællesudvalget for Kystpleje og Kystsikring på Nordkysten, Februar, 1978.

/2/

"Nordkysten, Kystpleje og Kystsikring, 1984." Fællesudvalget for Kystpleje og Kystsikring på Nordkysten, September, 1984.

/3/

<http://earth.google.com/>

/4/

<http://www.kortal.dk>

/5/

<http://www.kms.dk/>

/6/

"Masterplan for Liseleje og Asserbo", NIRAS Konsulenter A/S for Frederiksværk Kommune, April 2005.



