

# Aalborg Havn A/S VVM-redegørelse for udvidelse af Aalborg Østhavn

Bilag nr. 4: Baggrundsrapport. Kystudvikling og kystmorfologi

Oktober 2005

Ref	0443041K G00016-2-ORK
Udg.	2
Dato	2005-10-04
Godk.	ORK
Kontrol	HSN/MNSJ
Udarb.	HGL

Rambøll  
Prinsensgade 11  
DK-9000 Aalborg  
Danmark

Tlf: 9935 7500  
[www.ramboll.dk](http://www.ramboll.dk)

## Indholdsfortegnelse

<b>1.</b>	<b>Indledning</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Eksisterende forhold</b>	<b>2</b>
2.1	Kystteknisk gennemgang af kysten	2
2.1.1	Nordvest for Østhavnen	2
2.1.2	Sydøst for Østhavnen	6
2.2	Kystmorfologiske processer og kystens historisk udvikling	7
<b>3.</b>	<b>Kort- og langsigtede virkninger på miljøet</b>	<b>10</b>
3.1	Forventet kystudvikling efter udvidelse af Aalborg Østhavn	10
<b>4.</b>	<b>Referencer</b>	<b>11</b>

## 1. Indledning

Nærværende baggrundsrapport indgår i VVM for udvidelse af Aalborg Østhavn.

VVM'en udarbejdes på baggrund af Aalborg Havns udviklingsplan for Østhavnen fra december 2002. Denne udviklingsplan har en tidshorizont dækkende perioden frem til år 2050 og skal bl.a. sikre, at havnen i fremtiden kan servicere og understøtte en forøget aktivitet og godsomsætning i Aalborg Havn.

Ifølge den endelige plan skal der etableres et havneareal på 399 ha og samlet kajlængde på 5.100 m i Østhavnen, mod ca. 2.200 m kaj i dag (2005).

Der skal samlet gennemføres opfyldninger med et volumen på ca. 3 mio. m<sup>3</sup>. Der skal foretages uddybning med et samlet volumen på ca. 4 mio. m<sup>3</sup>.

Rapporten indgår i undersøgelse af havneudvidelsens hydrauliske miljøpåvirkning af Limfjorden og fjordbredden sammen med to andre baggrundsrapport til VVM'en benævnt "Sedimentspredning og Sedimentspild" og "Hydrografiske Forhold".

Rapporten vil indeholde en beskrivelse af Langeraks kystudvikling, samt en analyse af hvordan kysten vil udvikle sig efter udvidelse af Aalborg Østhavn.

VVM'en operere med både et

- 0-alternative (eksisterende),
- 0<sup>+</sup>-alternativ (tilladt efter eksisterende lokalplan) og
- Hovedalternativ (beskrevet ovenfor)

I nærværende rapport betragtes udelukkende 0-alternativet og Hovedalternativet. 0<sup>+</sup>-alternativet, som i realiteten er en delvise implementering af Hovedalternativet, vil nødvendigvis medføre en mindre påvirkning af sedimenttransport og kystudvikling. Hovedalternativet er derfor "worst case" og 0-alternativet er reference.

## 2. Eksisterende forhold

### 2.1 Kystteknisk gennemgang af kysten

Kysten/brinken nordvest og sydøst for havnen er blevet gennemgået visuelt den 9. november 2004.



Figur 2.1 De stiplede linier langs Langeraks brinker nordvest og sydøst for havneudvidelsen er gennemgået og danner udgangspunkt for den kysttekniske vurdering

#### 2.1.1 Nordvest for Østhavnen



Figur 2.2 Luftfoto af kysten nordvest for havnen.

Nettostrømmen i Langerak er østgående, og styret af vandstandsforskelle mellem Nordsøen og Kattegat, samt en dominerende vestenvind. Strømmen i Langerak er generelt ikke stærk omkring Aalborg, men er dog i stand til at transportere en del finpartikulært materiale og skabe en netto østgående sedimenttransport.

Kysten umiddelbart nordvest for Østhavnen fastholdes af en anlagt pynt (strong-point), som rækker 120-130 m ud fra den naturlige kystlinie (jf. kort fra 1842-1899). Pynten er skabt i 1970'erne med stenfyldte gabioner, som er bagfyldt med jord. Spidsen af pynten er endvidere beskyttet med søsten ved gabionernes fod.



*Figur 2.3 Anlagt pynt nordvest for Østhavnen.*

Strøm og bølger kan transportere suspenderede kohæsive sedimenter forbi pynten, men ikke sten eller sand. Pynten fanger således denne transport (se figur 2.4) og forhindrer at den aflejres foran kajerne. Pynten fanger endvidere en del tang og søgræs.



*Figur 2.4 Aflejringer nord-vest for pynten.*

Kystprofilen er generelt fladt, men har 20-150 cm høje og bevoksede brinker, som viser tydelige tegn på erosion (se figur 2.5). Brinkerosionen forekommer i forbindelse med en kombination af højvande og bølgeslag på de svage lerede brinker.



*Figur 2.5 Langeraks brinker på to lokaliteter. Begge steder viser brinkerne tydelige tegn på erosion. På billedet til venstre har der for nyligt været et skred, som det fremgår af bevoksningen. På billedet til højre er der tydelig erosion i leret, idet der ligger afbrækkede lerklumper nedenfor brinken.*

Selve stranden er meget stenet nord-vest for havnen, fordi de mindre partikler er blevet udvasket og transporteret bort af strøm og bølger.

Flere steder langs stranden ses spor af gamle godkendte opfyldninger.



### 2.1.2

#### Sydøst for Østhavnen



Figur.2.6 Luftfoto af kysten sydøst for havnen år 2002.

Sydøst for havnen er baglandet lavere end nordvest for havnen, og man har opført diger langs hele det område, som omfattes af havneudvidelsen (se figur 2.7).

Der er tydelige tegn på brinkerosion langs hele kysten.

Ved en afvandingskanal nord for Stranderholm gård, virker en række brønderør-ringe som høfde. Høfden er tydeligvis i stand til at fange og fastholde noget sand på begge sider. Men der er ikke tegn på læsideerosion, hvilket formentligt skyldes, at den hvirvel, som dannes på læsiden af høfden ikke er i stand til løsrive kohæsive sedimenter (bundfriktionen overstiger ikke de kohæsive kræfter)



Figur 2.7 Dige langs kysten syd-øst for Østhavnen.





Figur 2.9 Høfde af brøndrør. Bemærk, at høfden har været i stand til at fange sand på begge sider



Figur 2.8 Typisk billede af brinken syd-øst for havnen

Aalborg Havn har i september år 1998 anlagt et jorddepot (landvinding), som rækker 240-250 m ud fra den naturlige kyst. Ved en sandkyst med signifikant litoral sandtransport ville depotet have været en total obstruktion for litoral strømmen, og ville dermed skabe betydelige læ- og luvsideeffekter. Men som det fremgår af luftfotoet på figur 2.6 og en visuel vurdering på stedet, er det meget begrænset hvad der er sket i perioden fra depotet blev anlagt i 1998 til luftfotoet blev taget i 2002.

Depotet fanger en smule marint sand og i perioder en del søgræs, tang, planterester og genstande, som føres med strømmen, men der er ingen tegn på brinkerrosion. Hvis der er ønske om at undgå aflejringen af sand eller organisk materiale i forbindelse med havneudvidelsen, kan stenkastningen mod sydøst udføres strømlinjet, så læområdet undgås.

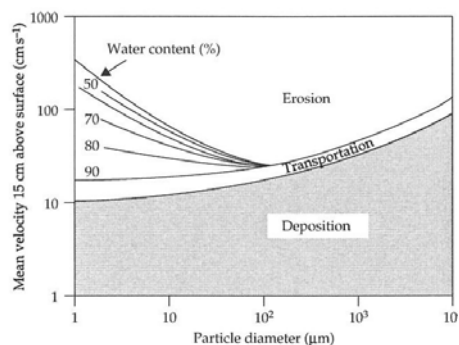
Depotet er faktisk et fuldskala modelforsøg til beskrivelse af havneudvidelsens konsekvenser for kystudviklingen, idet både strøm, kyst og bundforhold vil være tilsvarende sydøst for havneudvidelsen.

## 2.2 Kystmorfologiske processer og kystens historisk udvikling

Erosion af kohæsive kyster er en meget kompleks og usikker videnskab indenfor kysthydrodramikken, idet de kohæsive jordarter kan antage mange former: Konsolideret, ukonsolideret, suspenderet, flydende (bundslam).

Et fællestræk, som adskiller kyster med kohæsive sedimenter fra kyster med friktionsjord er endvidere, at der er meget stor forskel på den kritiske bundfriktion i forbindelse med erosion og aflejring (se Figur 2.10). Det bevirker, at kohæsive sedimenter aldrig vil få ro til at blive aflejret på samme lokalitet som de eroderer. Dermed er kohæsiv erosion irreversibel, i modsætning til kyster med friktionsjord, som f.eks. kan erodere på nogle årstider og have tilvækst på andre.

I forbindelse med Langerak betyder ovenstående, at det kohæsive materiale der eroderer fra brinkerne vil blive ført ud på større dybder, hvor det enten transporteres med strømmen i suspenderet form, eller falder til ro på større dybde i form af bundslam (som er et mellemstadium mellem suspension og aflejring).



Figur 2.10 Erosion, transport og aflejnings strømhastigheder for forskellige sedimenter, fordelt på partikelstørrelser og vandindhold [ref. 1/]

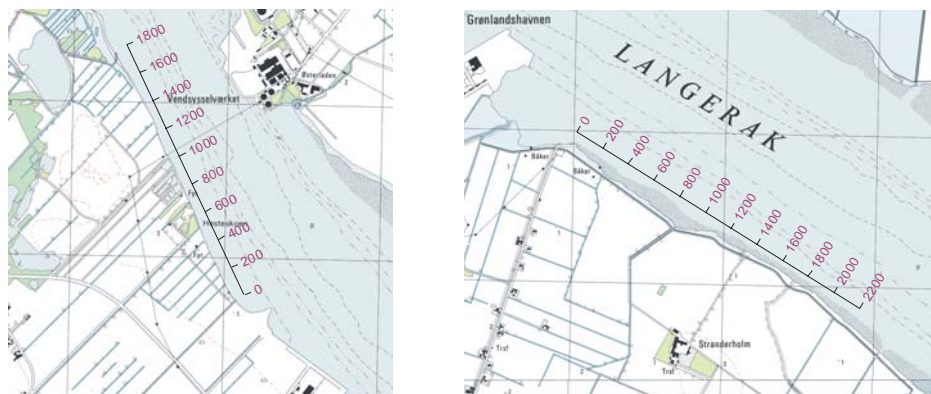
Det må formodes at leret i brinkerne har partikelstørrelser på typisk  $<10 \mu\text{m}$  (0.01 mm) og et vandindhold på  $<60\%$ . Dermed findes af figur 2.10, at strømmen skal være stærkere end 0,8 m/s for at skabe erosion og under 0.12 m/s for at sedimenterne kan aflejres.

Som det fremgår af baggrundsrapporten om "Hydrografi" forekommer strømhastigheder af den afgivne styrke aldrig hverken langs brinkerne nordvest eller sydøst for havnen. Den erosion, der er registreret i forbindelse med den visuelle gennemgang kan derfor kun tilskrives at de lerede brinker er ret svage overfor bølgeslag, og eroderer i forbindelse med bølger ved højvande.

For at vurdere den historiske brinkerrosion er målebordsblade i 1:20.000 fra 1842-1899 sammenlignes med 4-cm-kort (1:25.000) fra 1983-1997. Vurderingen fremgår af tabel 2.1.

Kystudvikling Aalborg Østhavn - Nordvest			Kystudvikling Aalborg Østhavn - Sydøst		
Station	Aflejring/erosion		Station	Aflejring/erosion	
m	m	m/år	m	m	m/år
0	-7.6	-0.1	0	-15.1	-0.2
200	-15.1	-0.2	200	-37.8	-0.4
400	-30.2	-0.3	400	-60.4	-0.6
600	-15.1	-0.2	600	-30.2	-0.3
800	-30.2	-0.3	800	-15.1	-0.2
1000	0.0	0.0	1000	0.0	0.0
1200	-15.1	-0.2	1200	-30.2	-0.3
1400	0.0	0.0	1400	-60.4	-0.6
1600	15.1	0.2	1600	-68.0	-0.7
1800	45.3	0.5	1800	-45.3	-0.5
			2000	-52.9	-0.5
			2200	-52.9	-0.5
	<b>Middel</b>	<b>-0.05</b>		<b>Middel</b>	<b>-0.39</b>

Tabel 2.1 Erosion/aflejring nordvest og sydøst for havnen fra 1842-1899 til 1983-1997. Stationeringen vokser med afstanden fra havnen, jf. figur 2.11



Figur 2.11 Stationeringslinier. (venstre er nordvest for havnen og højre er sydøst for havnen)

Den historiske udvikling viser, at der sker erosion på begge sider af havnen, i overensstemmelse med de visuelle observationer. Nordvest for havnen aftager erosionen med afstanden fra havnen, og bliver til en egentlig tilvækst i st. 1500. Tilvæksten skyldes, kysten her ligger i læ af en 90° slyngning af Langerak, samt at det frie stræk til modstående brink er relativt kort, hvilket medfører at bølgerne er mindre end langs den resterende strækning (se figur 2.1). Fra st. 0 til 800 sker der en gennemsnitlig tilbage-trækning på ca. 20 cm/år.

Sydøst for havnen sker der en ensartet tilbagetrækning af kysten på ca. 40 cm/år.

Forskellen på tilbagetrækningen på den ene og anden side af havnen skyldes hovedsageligt, at pynten nordvest for havnen er i stand til at fastholde en del sand og sten langs bredden. I forbindelse med bølgeaktivitet og højvande, vil erosionen i første omgang foregå i dette friktionsmateriale, før den irreversible erosion i lerbrinkerne finder sted. Endvidere er bølgerne en anelse mindre end sydøst for havnen pga. mindre frit stræk og læ af pynten.

### **3. Kort- og langsigtede virkninger på miljøet**

#### **3.1 Forventet kystudvikling efter udvidelse af Aalborg Østhavn**

For beskrivelse af den kort- og langsigtede virkning for så vidt angår kystudvikling henvises til redegørelsens afsnit 4.5.1.

#### 4. Referencer

- 1/ McLusky, Donald S., m.fl. "The Esturine Ecosystem – Ecology, Threats and Management", 04-2004.
- 2/ RAMBØLL, "VVM Aalborg Havn - Sedimentspredning og Sedimentspild", 2004

# Aalborg Havn A/S VVM-redegørelse for udvidelse af Aalborg Østhavn

Bilag 5: Baggrundsnotat. Hydrografiske forhold

Oktober 2005

Ref	0443041K G00013-2-ORK
Udg.	2
Dato	2005-10-04
Godk.	ORK
Kontrol	HSN
Udarb.	HGL

Rambøll  
Prinsensgade 11  
DK-9000 Aalborg  
Danmark

Tlf: 9935 7500  
[www.ramboll.dk](http://www.ramboll.dk)

## Indholdsfortegnelse

<b>1.</b>	<b>Indledning</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Vandstandsforhold</b>	<b>2</b>
2.1	Indledning og datagrundlag	2
2.2	Vandstandsstatistik	2
2.3	Tidslig udvikling af ekstrem vandstande	2
<b>3.</b>	<b>Strømforhold</b>	<b>4</b>
3.1	Indledning og datagrundlag	4
3.2	Strømningsmodel	4
3.3	Strømstatistik	6
3.4	Stuvning i Langerak ved udvidelse af Aalborg Østhavn	8
<b>4.</b>	<b>Bølgeforhold</b>	<b>10</b>
4.1	Bølgestatistik	11
<b>5.</b>	<b>Referencer</b>	<b>12</b>
	<b>Bilag A - Stuvningsforhold</b>	<b>13</b>
	<b>Bilag B - Vandstandsstatistik – Aalborg Havnevæsen, 1980</b>	<b>15</b>

## 1. Indledning

Nærværende baggrundsrapport indgår i VVM for udvidelse af Aalborg Østhavn.

VVM'en udarbejdes på baggrund af Aalborg Havns udviklingsplan for Østhavnen fra december 2002. Denne udviklingsplan har en tidshorisont dækkende perioden frem til ca. år 2050 og skal bl.a. sikre, at havnen i fremtiden kan servicere og understøtte en forøget aktivitet og godsomsætning i Aalborg Havn.

Ifølge den endelige plan skal der etableres yderligere havne, således at det samlede havneareal bliver på 358 ha med en samlet kajlængde på 5.100 m i Østhavnen, mod i dag ca. 2.200 m kaj (2005).

Der skal samlet gennemføres opfyldninger med et volumen på ca. 3 mio. m<sup>3</sup>. Der skal foretages uddybning med et samlet volumen på ca. 4 mio. m<sup>3</sup>.

Rapporten indgår i undersøgelserne af havneudvidelsens hydrauliske miljøpåvirkning af Limfjorden og fjordbredden sammen med to andre baggrundsrapporter til VVM'en benævnt "Kystudvikling og kystmorfologi" og "Sedimentspredning og Sedimentspild".

Rapporten indeholder en beskrivelse af bølge-, strøm- og vandstandsforhold, samt projektets påvirkning af disse. Rapporten dækker således både anlægs- og driftsfasen.

VVM'en opererer med følgende alternativer

- 0-alternative (eksisterende)
- 0<sup>+</sup>-alternativ (tilladelser i henhold til eksisterende lokalplan)
- Hovedalternativ (beskrevet ovenfor)

I nærværende rapport betragtes udelukkende 0-alternativet og Hovedalternativet. 0<sup>+</sup>-alternativet, som i realiteten er en delvis implementering af Hovedalternativet, vil nødvendigvis medføre en mindre påvirkning af de marine forhold, i relation til både strøm- og sedimenttransport, samt kystpåvirkning. Hovedalternativet er derfor "worst case" og 0-alternativet er reference.



## 2. Vandstandsforhold

### 2.1 Indledning og datagrundlag

Det til rådighed værende datagrundlag ses i bilag 2 og er stillet til rådighed af Aalborg Havn. Det drejer sig principielt om tre kilder.

1944-1969: Årlige min./maks. vandstande på baggrund af manuel aflæsning af vandstandsbræt.

1969-1980: Statistik, overskridelseshyppigheder etc. samt årlige min./maks. vandstande fra selvregistrerende vandstandsmåler.

1980-2004: Årlige min./maks. vandstande fra selvregistrerende vandstandsmåler (ikke statistik, overskridelseshyppigheder etc.)

8 perioder (3-6 døgn) af samtidige registrering af vind og vandstand.

Rådata af tidsserier har ikke været til rådighed for yderligere analyser.

Vandstand og strømforhold i Limfjorden er i hovedtræk kontrolleret af tidevand, vindpåvirkning, afstrømning til Limfjorden og vandstanden i de tilgrænsende farvande hovedsageligt - Kattegat ved Hals.

### 2.2 Vandstandsstatistik

På grundlag af data fra perioden 1944-1980 er der beregnet sandsynligheder for, at en given vandstand hhv. overskrides/underskrides.

Der er fundet følgende værdier.

	Vandstand [DVR90]
100-årshændelse	(+1,55 m)
50-årshændelse	(+1,44 m)
20-årshændelse	+1,21 m (+1,30 m)
10-årshændelse	+1,10 m (+1,20 m)
5-årshændelse	+0,99 m (+1,10 m)
5-årshændelse	-0,65 m
10-årshændelse	-0,71 m
20-årshændelse	-0,78 m

*Tabel 2-1 Vandstandsstatistik baseret på data fra 1944–1980. Til sammenligning er i parentes medtaget højvandsstatistik for perioden 1972-2001, /5/.*

### 2.3 Tidlig udvikling af ekstrem vandstande

Den tidlige udvikling af vandstanden vil være et resultat af dels landhævninger og dels vandstrømningerne. Den tidlige udvikling af ekstrem vandstande vil desuden være kraftigt påvirket af klimatiske forhold, herunder også effekter af drivhuseffekten.

Den historiske udvikling i vandstandene ses af tabel 2-1. De to tidsserier (1944-1980 og 1972-2001) der ligger til grund for højvandsstatistikken er tidlig forskudt ca. 25 år i forhold til hinanden. Over denne 25 år periode øges ekstremvandstanden med ca. 0,1 m.

Kystdirektoratet har taget et gennemsnit af otte IPCC prognoser og anvender på den baggrund et estimat for den klimatiske vandstandsstigning på 7 cm, 15 cm og 36 cm for hhv. en 25-års, 50-års og 100-års hændelse [ref. /5/]

Samtidig vil der være landsænkning ved Aalborg. Landsænkningen på 100 år svarer til forskellen mellem højdereferencesystemerne DNN (Dansk Normal Nul fra år 1889) og DVR90 (Dansk Vertikal Reference fra år 1990). Forskellen mellem de to højdereferencer viser en landsænkning på 2-3 cm i området.

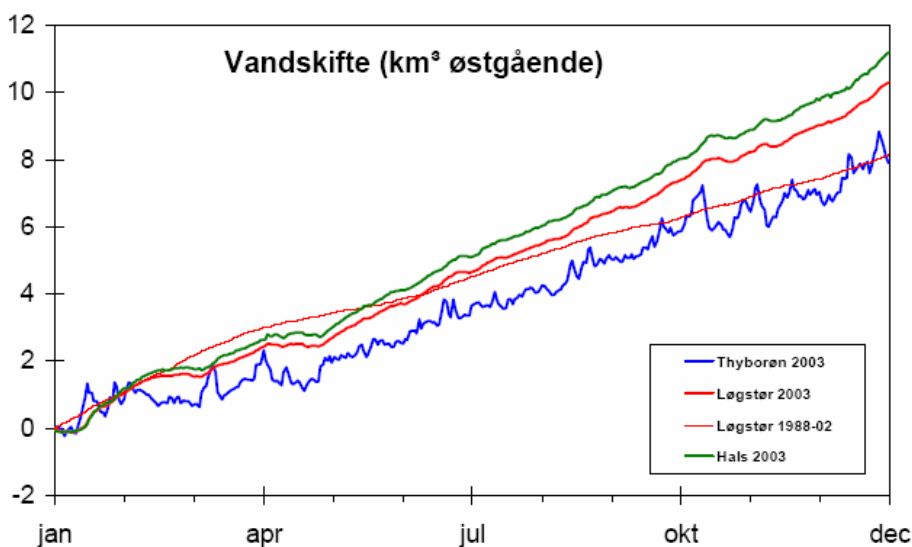
En konstruktion, så som en mole eller dæmning, der skal bevare et sikkerhedsniveau, svarende til 20 års vandstanden i år 2055, skal dermed dimensioneres for  $(1.30 + 0.02/2 + 0.15)$  en vandstand på +1.46 [DVR90], mens den i dag skal dimensioneres for +1.30 [DVR90].

Det er i ref. /4/ angivet, at områderne med kraftig stormaktivitet over det nordlige Atlanterhav rykker lidt mod øst i forbindelse med forøget drivhuseffekt. Det betyder, at vi blandt andet i Danmark og nordøst herfor kan forvente en vis stigning i hyppigheden og styrken af storme i løbet af de næste 50 år. Denne ændring i de klimatiske forhold vil medføre at ekstremhændelser vil blive kraftigere og hyppigere udover hvad der er beskrevet ovenfor.

### 3. Strømforhold

Den dominerende vestenvind betyder, at der er en østgående nettotransport og vandudskiftning på 9 km<sup>3</sup> om året ved Hals (se Figur 3.1).

		2003		1988-2002	
Thyborøn,	rand til Nordsøen	7,9	km <sup>3</sup>	6,3	
Løgstor,	østlig rand til Løgstor Bredning	10,3	km <sup>3</sup>	8,1	km <sup>3</sup>
Hals,	rand til Kattegat	11,2	km <sup>3</sup>	9,0	
Ferskvand	fra oplandet incl. nettonedbør over fjorden	4,5	km <sup>3</sup>	3,2	km <sup>3</sup> (2002)



Figur 3.1 Østgående vandskifte i Limfjorden [ref. 1/]

#### 3.1 Indledning og datagrundlag

Strømforholdene ved Østhavnen behøves i forbindelse med både spredningsvurderingen, den kystmorfologiske vurdering og en stuvningsvurdering. I forbindelse med spredningsvurderingen behøves et strømfelt, der svarer til de forhold, der kan forventes under anlægsarbejderne. Da arbejderne typisk vil blive foretaget i sommermånederne og ikke i hårdt vejr, er der valgt en rolig periode fra 5. maj 2004 til 5. juni 2004.

I forbindelse med kystudviklingen og vurderingen af stuvning, er det omvendt situationer med stærk strøm, som er afgørende. For at kunne udvælge signifikante strømhændelser, er der sket en vurdering af strømforholdene i løbet af vinteren 2002/2003 og 2003/2004

Grundlaget for de hydrauliske undersøgelser er vandstandsmålinger ved Hals Havn og Østre Havn i Aalborg. Vandstandsmålingerne anvendes som randbetingelser i en numerisk strømningsmodel (MIKE 21 HD).

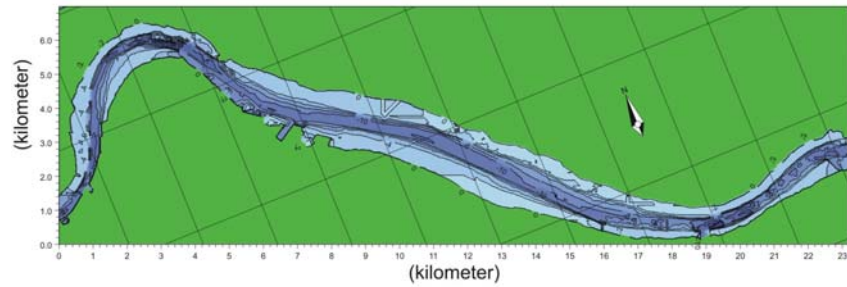
#### 3.2 Strømningsmodel

Hydrodynamikken i Langerak er som nævnt ovenfor undersøgt i DHIs modelleringsværktøj MIKE 21 HD (version 2003).

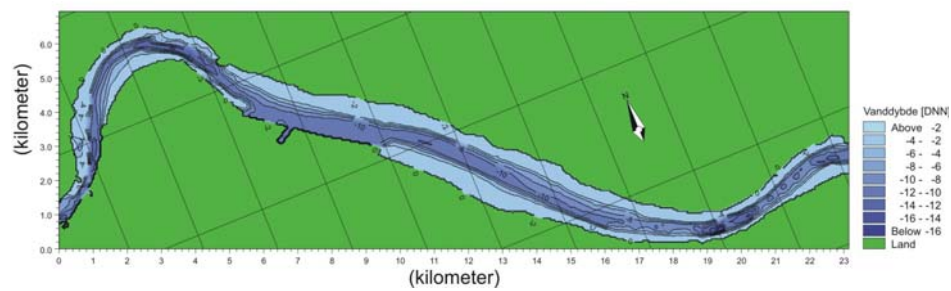
Der er opstillet to model af Langerak fra Østre Havn til Hals Havn. Modellerne er baseret på søkort nr. 106 (Limfjorden, Hals-Ålborg) og pejlinger fra marts 2002 af Østhavnen og sejlrenden fra Østhavnen til Korsholm. Forskellen på de to modeller er, at model 1 svarer til eksisterende forhold (0-alternativet) og model 2 svarer til den fulde udvidelse (Hovedalternativet).

De opstillede modeller måler 23.2x7.0 km i 50 m net, svarende til 464x140 punkter. Modellerne er roteret 21° i forhold til nord og fremgår af figur 3-2.

**Model 1**



**Model 2**



*Figur 3-2 MIKE 21 modeller af Langerak med 0-alternativ og hovedalternativ.*

De hydrodynamiske modeller styres af vandstande på den østlige og vestlige rand (hhv. Hals Havn og Østre Havn).

Der foretages sammenlagt 8 modelkørsler, jf. tabel 3-1.

Model-kørsel	Model nr.	Beskrivelse
1.1	1	1 Sommermåned fra 5. maj 2004 til 5. juni 2004.
1.2	2	Randbetingelser fra vandstandsmålinger i Hals Havn og Østre Havn i Aalborg.
2.1	1	2 Vinterhalvår 2002/2003 og 2003/2004.
2.2	2	Randbetingelse fra vandstandsmålinger i Hals Havn og Østre Havn i Aalborg
3.1	1	Konstant 20 års vandføring på østlige modelrand.
3.2	2	Konstant vandstand ( $z=0$ ) på vestlige modelrand (fri gennemstrømning)
3.3	1	Konstant 20 års vandføring på vestlige modelrand.
3.4	2	Konstant vandstand ( $z=0$ ) på østlige modelrand (fri gennemstrømning)

*Tabel 3-1 Oversigt over modelkørsler. Model nr. 1 er udført for de eksisterende forhold, mens nr. 2 er udført for hovedalternativet.*

Modelkørsel 1.1 og 1.2 udføres for at generere et strømfelt til sedimentspredningsmodelleringen.

Modelkørsel 2.1 og 2.2 udføres for at fange de mest ekstrem strømhændelser fra oktober 2002 til september 2004. På baggrund af ekstremhændelserne udføres strømstatistik for Aalborg Østhavn.

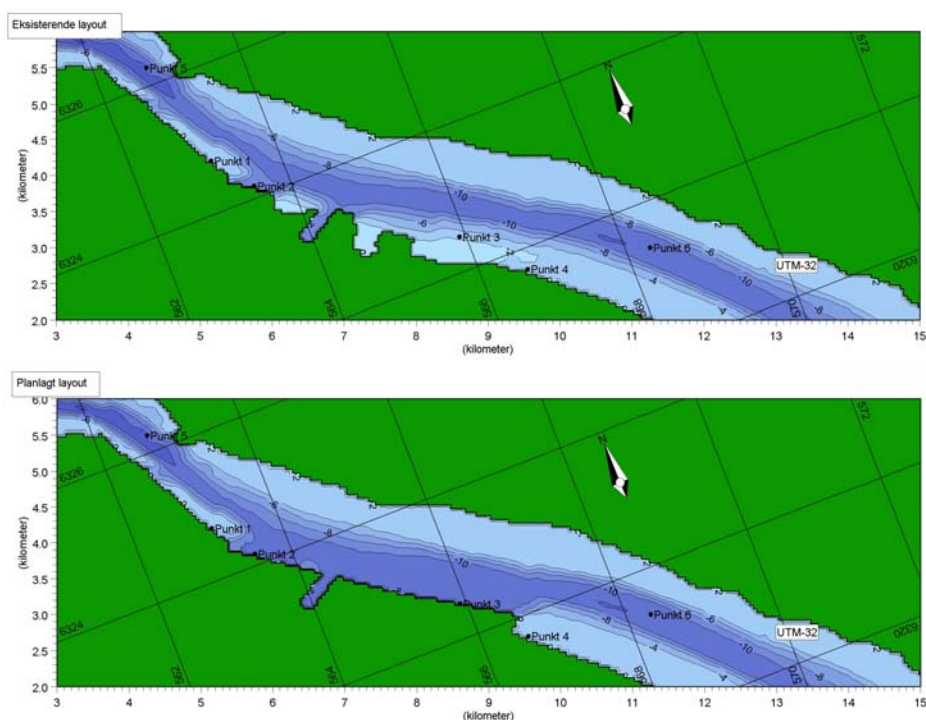
Modelkørsel 3.1-3.4 udføres for at undersøge gennemstrømningsforholdene i Langerak før og efter havneudvidelsen.

Alle modelkørsler gennemføres med konstant hvirvelviskositet på 0.5 (Smagorinsky formulering) og en konstant bundfriktion på 32 (Manning formulering).

### 3.3 Strømstatistik

Til vurderingen af hhv. kystudviklingen samt stuvningen skal der som nævnt anvendes ekstrem strømhastigheder. Til dette er modelkørsel 2.1 og 2.2 jf. tabel 3-1 anvendt.

Der er udvalgt seks punkter, hvori strømhastighederne undersøges, hvor placeringen fremgår af figur 3-3.



Figur 3.3 Seks punkter hvori der er udarbejdet strømstatistik.

Pkt. 1 er beliggende ved kysten nordvest for Østhavnen, pkt. 2 ved eksisterende kaj, pkt. 3 ved fremtidig kaj, pkt. 4 langs kysten sydøst for havnen, mens punkterne 5 og 6 er midt i Langerak ca. 2 km opstrøms og nedstrøms Østhavnen. Punkterne er valgt således, at de har samme koordinater i de to modeller, hvilket medfører, at pkt. 3 i model 1 er beliggende i en vis afstand fra kysten, mens samme punkt ligger langs kaj i model 2.

Simuleringsresultaterne fra MIKE 21 HD er dataserier med strømhastigheder i de udvalgte punkter.

Efterfølgende er der for hver af datasierne bestemt en ekstrem dataserie ved anvendelse af POT-analyse (Peak Over Threshold). Der er taget hensyn til, at de anvendte hastigheder skal stamme fra forskellige tidevandstilstande, dvs. der er maksimalt medtaget en strømhastighed pr. 12 timer.

Ekstrem-datasierne fittes til en Weibullfordeling ved anvendelse af Least square method, hvorefter ekstremhændelserne estimeres. Ekstremhændelserne, der estimeres, er de maksimale strømhastigheder, der forekommer en gang pr. 1, 5, 10, 15 og 20 år.

I tabel 3.2 og tabel 3.3 fremgår resultaterne af analysen for hhv. 0-alternativet (model 1) og Hovedalternativet (model 2).

Eksisterende Østhavn						
Hændelse	Pkt. 1	Pkt. 2	Pkt. 3	Pkt. 4	Pkt. 5	Pkt. 6
	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
1/1 år	0.16	0.14	0.19	0.21	0.62	0.42
1/5 år	0.28	0.16	0.25	0.29	0.82	0.51
1/10 år	0.38	0.17	0.27	0.32	0.90	0.54
1/15 år	0.45	0.18	0.29	0.35	0.95	0.56
1/20 år	0.50	0.18	0.30	0.36	0.98	0.57
<b>Korrelations-koefficient [-]</b>	1.00	0.98	0.99	0.99	0.94	0.99
<b>Datamængde</b>	10	10	14	12	12	12
<b>Threshold værdi</b>	0.13	0.11	0.13	0.15	0.42	0.30

Tabel 3.2. Ekstreme strømshastigheder i de seks punkter, jf. figur 3.3. Gældende for 0-alternativet.

Fremtidige Østhavn						
Hændelse	Pkt. 1	Pkt. 2	Pkt. 3	Pkt. 4	Pkt. 5	Pkt. 6
	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s
1/1 år	0.18	0.18	0.16	0.13	0.63	0.42
1/5 år	0.32	0.30	0.23	0.15	0.83	0.51
1/10 år	0.43	0.39	0.27	0.15	0.91	0.55
1/15 år	0.51	0.45	0.29	0.16	0.96	0.57
1/20 år	0.58	0.49	0.31	0.16	1.0	0.58
<b>Korrelations-koefficient [-]</b>	0.99	0.99	0.98	0.97	0.93	0.99
<b>Datamængde</b>	13	13	13	9	11	12
<b>Threshold værdi</b>	0.125	0.135	0.125	0.095	0.42	0.28

Tabel 3.3. Ekstreme strømshastigheder i de seks punkter, jf. figur 3.3. Gældende for Hovedalternativet.

Som det fremgår af resultaterne i ovenstående tabeller, forekommer der kun moderate stigninger af ekstrem strømshastighederne langs bredden nordvest for havnen (pkt. 1) i forbindelse med udvidelsen.

I pkt. 2 øges ekstremhastighederne markant ved en udbygning af havneanlægget, mens der i pkt. 3 ikke sker nogen betydelig ændringer.

I pkt. 4 forekommer der en reduktion af strømshastighederne efter en udbygning. Reduktionen skyldes placeringen af pkt. 4, som efter en udbygning vil komme til at ligge i læ af havnekonstruktionen.

To km opstrøms og nedstrøms Østhavnen i punkterne 5 og 6 ses praktisk talt ingen effekt af havneudvidelsen.

Generelt konkluderes at ændringerne i strømshastigheder i forbindelse med en udvidelse af Aalborg Østhavn forekommer meget lokalt, mens strømshastighederne nordvest og sydøst for samt midt i Langerak er uberørte af udvidelsen.

### 3.4 Stuvning i Langerak ved udvidelse af Aalborg Østhavn

Som nævnt i afsnit 1 sker der i forbindelse med havneudvidelsen en netto uddybning (fjernelse af materiale) på ca. 1 mio. m<sup>3</sup>. Dette betyder i realiteten at den hydrauliske kapacitet af Langeraks tværsnit forøges.

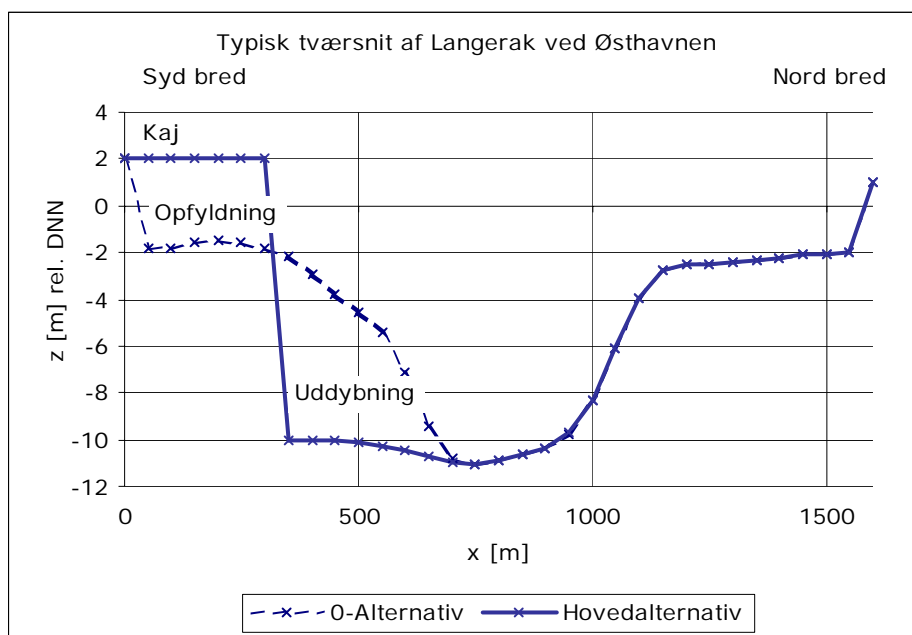
For at illustrere ovenstående er der lavet et snit i model 1 og model 2 ca. 2 km sydøst for Grønlandshavnen. Tværsnittet af Langerak fremgår af figur 3-4.

Gennemstrømningsarealet af tværsnittene på figur 3.4 er, ved vandstand  $z=0$ ,  $7000 \text{ m}^2$  i 0-alternativet og  $7700 \text{ m}^2$  i Hovedalternativet, svarende til en 10% udvidelse.

For at verificere, der ikke sker en stuvning i forbindelse med udvidelsen, er der foretaget modellering af 20 års ekstrem østgående og vestgående strøm. Modelkørsel 3.1-3.4 findes illustreret i Bilag A, og viser vandspejlshældningen i forbindelse med 20 års østgående og vestgående strøm for 0-alternativet og Hovedalternativet.

Resultatet i Bilag A viser, at flaskehalsene (størst hydraulisk modstand), som er styrende for gennemstrømningen af Langerak, findes i den østlige og vestlige del af modellen. Dette er illustreret ved, at niveaunkonturerne ligger tæt ved hinanden i disse områder, svarende til at hældningen af vandspejlet er stor. Omvendt er vandspejlshældningen ved Østhavnen begrænset, svarende til at der i dette område er lav hydraulisk modstand.

Ved sammenligning af model 1 og 2 i forbindelse med både østgående og vestgående strøm fremgår det, at konturerne forskydes mod strømretningen, når havnen udvides. Dette svarer til, at vandstanden vil falde opstrøms for havnen i ekstremesituationer – mindre stuvning. Forskellen mellem stuvningen i modellerne (0-alternativet og Hovedalternativet) er i størrelsesordenen 1-2 cm i forbindelse med 20 års strømhændelsen, hvilket må betragtes som ubetydeligt.



Figur 3.4 Typisk tværsnit af Langerak ved Østhavnen ca. 2 km sydøst for Grønlandshavnen

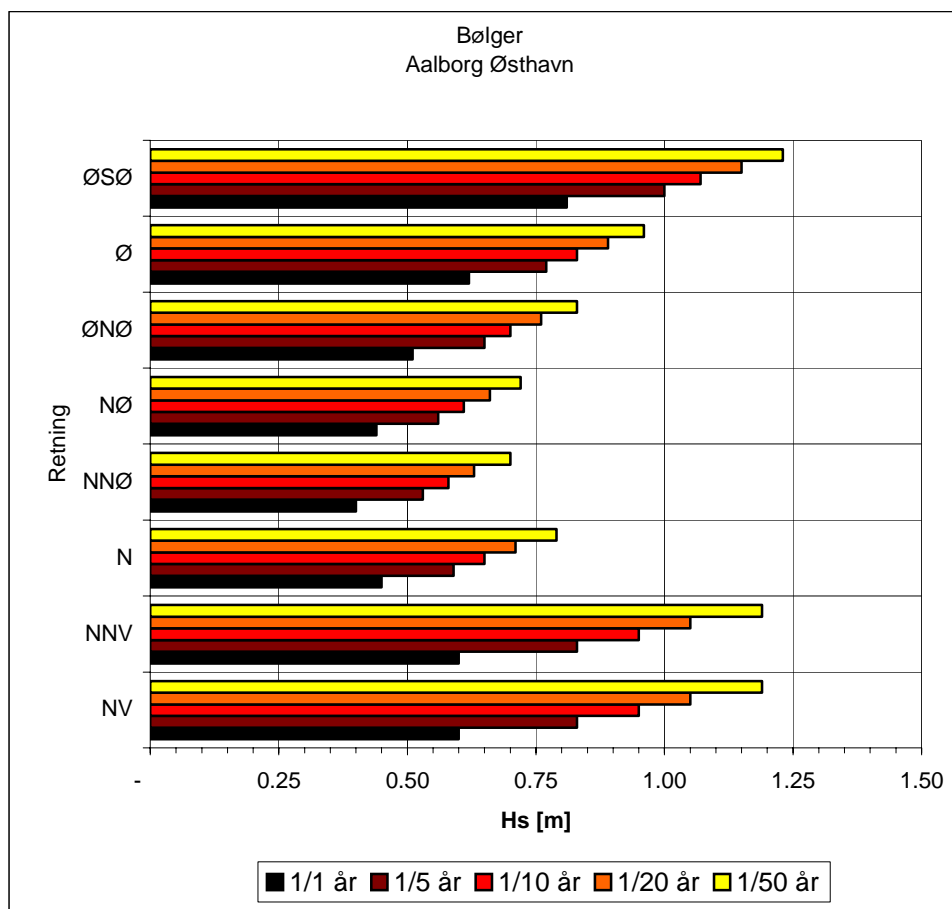


#### 4. Bølgeforshold

Bølgeforsholdene ved Østhavnen er alene vindgenererede, og forekommer i forbindelse med vind fra nordøst til østsydøst. Disse vindretninger er ikke dominerende i Aalborg, og der er derfor fortrinsvist fralandsvind og roligt i havnen.

For at bestemme bølgenes størrelse fra de nævnte retninger er der udført ekstremstatistik på 30 års vinddata fra perioden 1931-1960 ved Tylstrup.

Signifikant bølgehøjde og bølgenes peak periode bestemmes ud fra en SPM 84 fritstræksberegning. Resultatet af fritstræksberegningen fremgår af figur 4.1.



Figur 4.1 Signifikant bølgehøjde ved Aalborg Østhavn fordelt på retninger.

Den fremtidige kaj har en normalretning på 35° N (ca. NØ). Grundet det korte frie stræk er bølger fra denne retning meget små, mens bølger der kan udbrede sig på langs af Limfjorden og parallelt med kajen er betydeligt større.

## 4.1

## Bølgestatistik

Hændelse	NV			NNV			N			NNØ		
	Vind hastighed	Bølge-højde	Bølge-periode	Vind hastighed	Bølge-højde	Bølge-periode	Vind hastighed	Bølge-højde	Bølge-periode	Vind hastighed	Bølge-højde	Bølge-periode
	m/s	m	s	m/s	m	s	m/s	m	s	m/s	m	s
<b>1/50 år</b>	32.0	1.19	3.7	32.0	1.19	3.7	23.7	0.79	3.0	23.7	0.70	2.8
<b>1/20 år</b>	28.6	1.05	3.5	28.6	1.05	3.5	21.6	0.71	2.9	21.6	0.63	2.7
<b>1/10 år</b>	26.0	0.95	3.3	26.0	0.95	3.3	20.0	0.65	2.8	20.0	0.58	2.6
<b>1/5 år</b>	23.3	0.83	3.1	23.3	0.83	3.1	18.4	0.59	2.7	18.4	0.53	2.5
<b>1/1 år</b>	17.2	0.60	2.7	17.2	0.60	2.7	14.4	0.45	2.4	14.4	0.40	2.2
<b>Fritstræk [km]</b>	2.5			2.5			1.6			1.2		
Hændelse	NØ			ØNØ			Ø			ØSØ		
	Vind hastighed	Bølge-højde	Bølge-periode	Vind hastighed	Bølge-højde	Bølge-periode	Vind hastighed	Bølge-højde	Bølge-periode	Vind hastighed	Bølge-højde	Bølge-periode
	m/s	m	s	m/s	m	s	m/s	m	s	m/s	m	s
<b>1/50 år</b>	24.9	0.72	2.9	24.9	0.83	3.1	26.3	0.96	3.4	26.3	1.23	3.9
<b>1/20 år</b>	23.0	0.66	2.8	23.0	0.76	3.0	24.5	0.89	3.2	24.5	1.15	3.8
<b>1/10 år</b>	21.4	0.61	2.7	21.4	0.70	2.9	23.0	0.83	3.1	23.0	1.07	3.6
<b>1/5 år</b>	19.9	0.56	2.6	19.9	0.65	2.8	21.5	0.77	3.0	21.5	1.00	3.5
<b>1/1 år</b>	16.0	0.44	2.3	16.0	0.51	2.5	17.8	0.62	2.8	17.8	0.81	3.2
<b>Fritstræk [km]</b>	1.1			1.6			2.0			4.0		

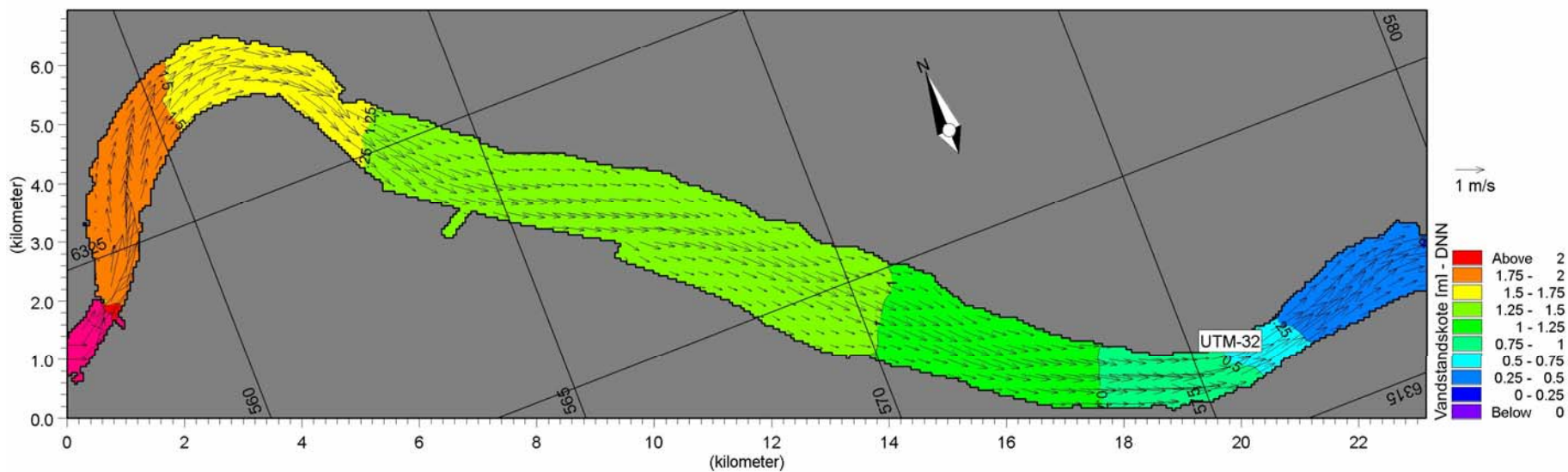
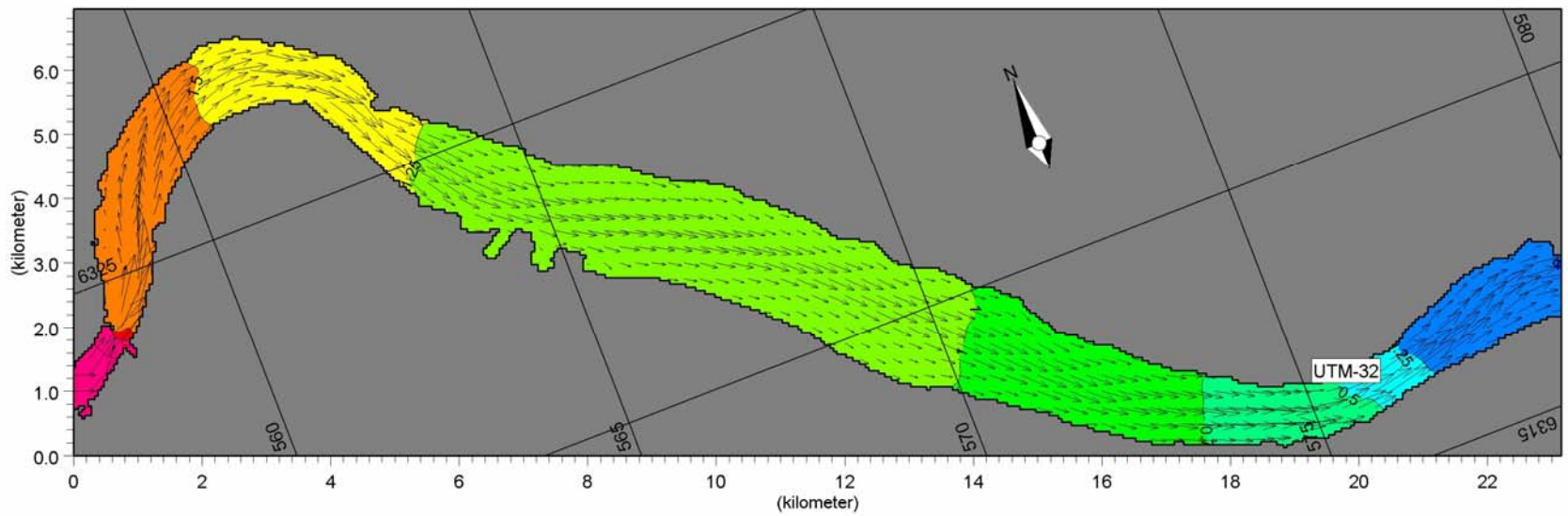
Tabel 4.1 Vind og bølgestatistik for Aalborg Østhavn baseret på SPM 84 og 30 års vinddata fra Tylstrup [Ref. 2/]

## 5. Referencer

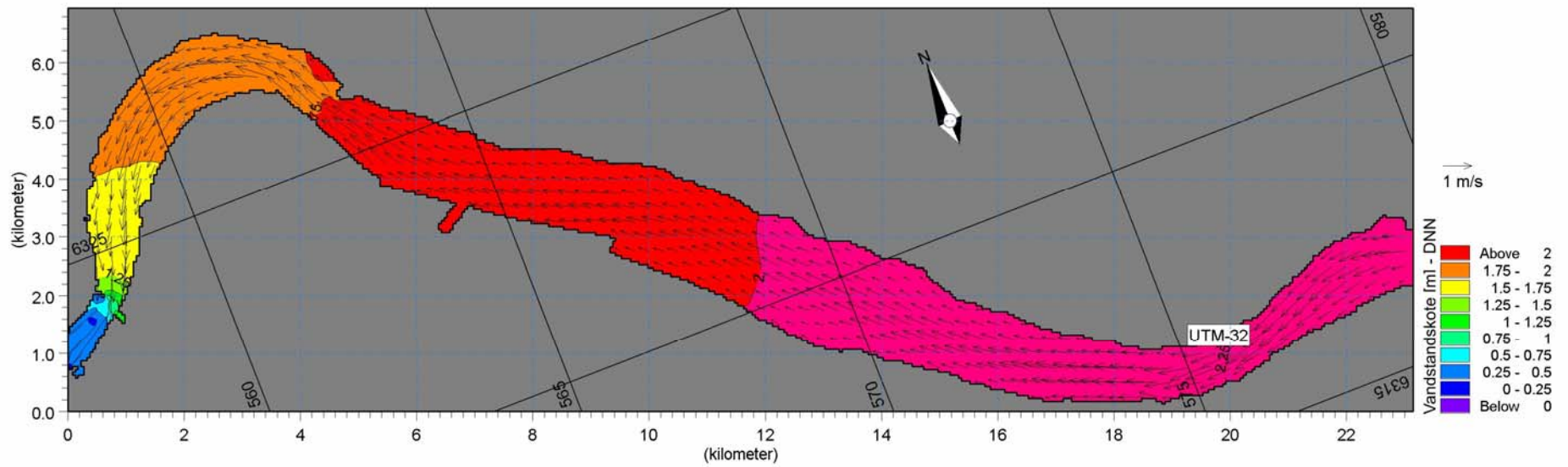
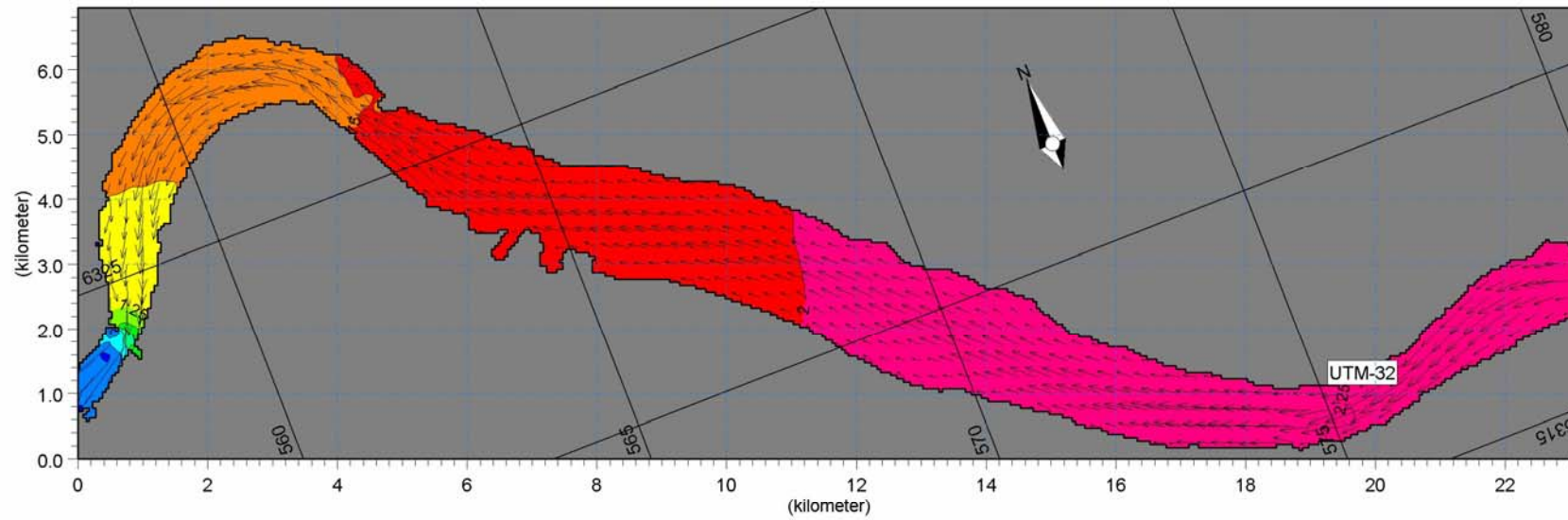
- 1/ "Vandmiljø i Limfjorden - NOVA Marin overvågning 1998-2003", Ringkjøbing Amt, Viborg Amt, Nordjyllands Amt, 2001, 2002, 2003
- 2/ "Danmarks klima i vind – Standardnormaler 1931-60", DMI, 1971
- 3/ "Danmarks Klimacenter, DMI. Klimaændringer 2001 - Den Videnskabelige Baggrund". Rapport nr. 01-9, DMI 2002.
- 4/ "Den menneskeskabte drivhuseffekt og global opvarmning", DMI, <http://www.dmi.dk/dmi/index/viden/drivhuseffekten.htm> , pr. 25-11-2004.
- 5/ "Højvandsstatistikker 2002", KDI, 2002

# Bilag A - Stuvningsforhold

Modelkørsel 3.1 og 3.2



Modelkørsel 3.3 og 3.4



## Bilag B - Vandstandsstatistik – Aalborg Havnevæsen, 1980

AALBORG HAVNEVÆSEN  
Vandstandsstatistik

December 1980.

### Målinger.

I 1969 blev opsat en selvregistrerende vandstandsmåler på indersiden af kornpieren i Østre Havn. Målingerne herfra i perioden 1. september 1969 til 31. august 1980 er lagt til grund for udarbejdelse af vandstandsstatistikken.

### Niveau.

Udgangsniveauet er DNN.

### Observationer.

Vandstanden er på vandstandsmålerens blade aflæst hver hele time. Af 96.432 mulige timeobservationer i løbet af 11 år er det aflæste antal 90.009, hvilket svarer til 93,3% af det mulige antal. I marts måned er det aflæste antal timer mindst (84,9% af det mulige antal), i august, oktober og november er det aflæste antal timer størst (97,7%).

Der er flere årsager til bortfald af ialt 6.423 vandstandsobservationer (268 døgn) i løbet af 11 år. Her kan nævnes: Måleren fryser om vinteren, måleren "kører skævt" i løbet af en uge, enkelte blade mangler, og urværket er gået i stå.

### Vandstandsobservationer.

Under normale forhold bestemmes vandstandsvariationen først og fremmest af tidevandet. Tidevandsvariationen er typisk 20-30 cm op til 40-50 cm. Imellem to på hinanden følgende højvande er der i gennemsnit 12 t 25 min. Tidevandstabel for London Bridge gældende for et kalenderår kan fås bl.a. hos havnevæsenet.

I kortere perioder, specielt under højvande, kan tidevandsvariationen ikke konstateres. Under normale vandstandsforhold bestemmes vandstanden først og fremmest af til- og afstrømninger, idet lokale stuvninger på grund af Aalborgs

2.

beliggenhed ved Limfjorden inde i landet, kun har ringe indflydelse på vandstanden.

#### Månedssstatistik.

På bilag 1.1, 1.2 og 1.3 er optegnet fordelingen af vandstandene for de enkelte måneder. For illustration af variationerne i vandstandsfordelingen for samme måned, men forskellige år, er på bilag 3.1 optegnet fordelingen for to måneder (januar 1975 og 1980), der sammen med tilsvarende kurver for de øvrige 9 måneder udgør vandstandsfordelingen for januar (bilag 1.1).

#### Årstidsstatistik.

På bilag 2.1 er optegnet fordelingen af vandstandene på de fire årstider. Februar, marts og april er samlet i foråret; maj, juni og juli i sommeren; august, september og oktober i efteråret og november, december og januar er samlet i vinteren. Inddelingen afviger fra den sædvanlige inddeling, idet vandstandsfordelingerne er tilstræbt samlet i ensartede grupper.

#### Årsstatistik.

På bilag 3.1 er optegnet fordelingen af vandstandene for hele året. Som det fremgår af det foregående, er den baseret på 12 forskellige måneders vandstandsfordeling og derfor kraftigt generaliseret.

#### Vandstandshyppigheder.

På bilag 4.1 og 4.2 er optegnet vandstandshyppigheder ved højvande og ved lavvande. De enkelte punkter er fundet ved kumulation af de %-tal, der er angivet på bilag 2.1. Der er indlagt en ret linie efter bedste skøn.

#### Ekstreme vandstande.

På bilag 5.1 og 5.2 er i tabelform angivet de maksimale og minimale aflæste vandstande i Aalborg Havn. Indtil

1.9.1969 er vandstandene aflæst på vandstandsbrædt, derefter på bladene fra den selvregistrerende måler i Østre Havn. For de sidste 11 år er der foruden årsekstrema også angivet ekstremumværdier for de enkelte måneder. På bilag 5.3 og 5.4 er årsekstrema optegnet på enkelt log. papir.

#### Ekstreme perioder.

På bilag 5.1-6.9 er optegnet vind- og vandstandsforholdene i de perioder, der jfr. bilag 5.1 har haft de højeste vandstande. Vandstanden nederst på bilagene er aftegnet efter bladene fra vandstandsmåleren i Østre Havn. Vindstyrke og vindretning øverst på bilagene er aftegnet efter visuelle observationer foretaget i Hals.

I de 9 undersøgte perioder er der to forskellige typiske situationer.

1. Vinden er højredrejende og forholdsvis kraftig. Vinden drejer fra SV til V, evt. NV eller fra V til NV.
2. Vinden er vestlig, og har i længere tid været vestlig. Ved en stigende vindstyrke, stadigvæk fra vest, stiger vandstanden i Aalborg.

I nogle situationer sker vandstandsstigningen som følge af en kombination af de to årsager. Efter et ekstremum falder vandstanden jævnt, samtidig med at der går en kraftig østgående strøm i Limfjorden indtil tidevandsbevægelsen igen bestemmer vandstandsvariationen i Limfjorden. Hvis vinden efter et højvande går om i NV (er højredrejende) vil vandstanden ved Aalborg atter stige.

#### Abnorme vandstandsforhold.

Oplysninger om vandstandsforhold indtil 1940 er angivet i "Publikationer fra Det danske meteorologiske Institut", medd. nr. 11: "Abnorme vandstandsforhold i de danske Farvande II" (I kommission hos C.E.C. Gad, 1949).

I perioden 1916-40 er der 17 gange under abnorme vandstandsforhold indsamlet materiale om vandstanden fra 104



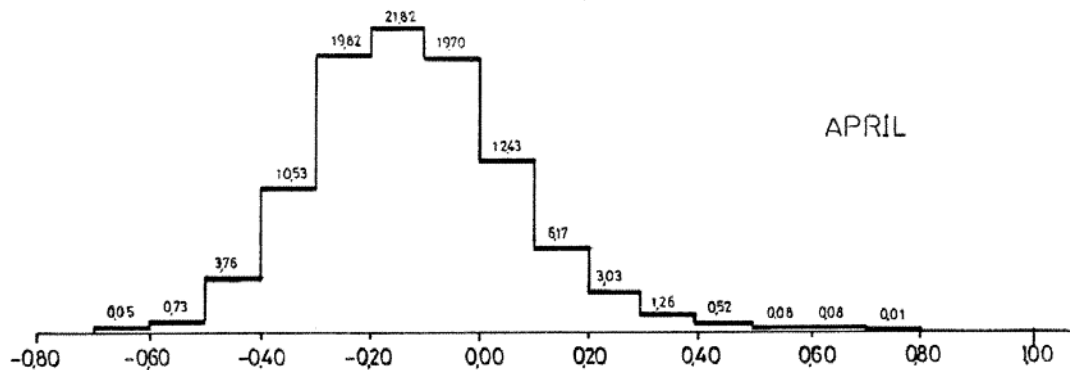
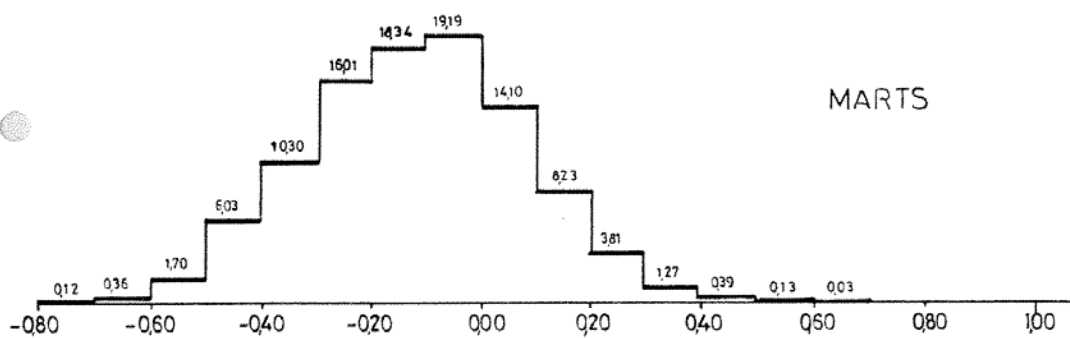
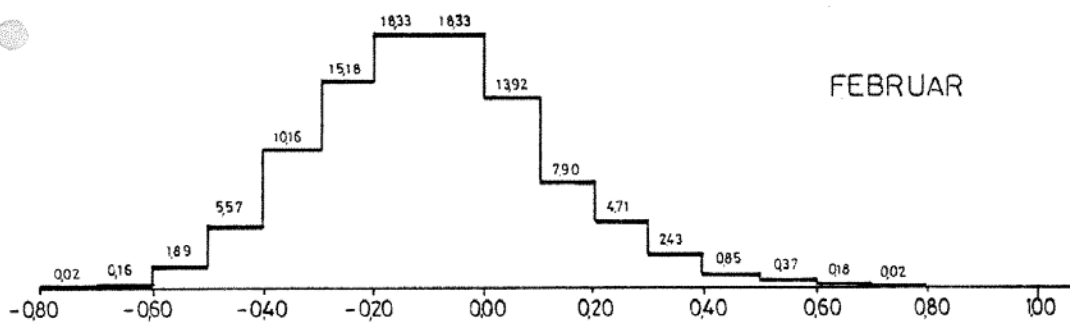
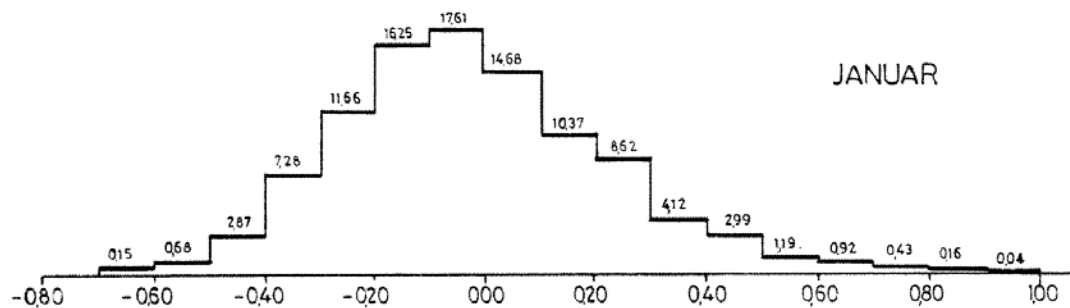
4.

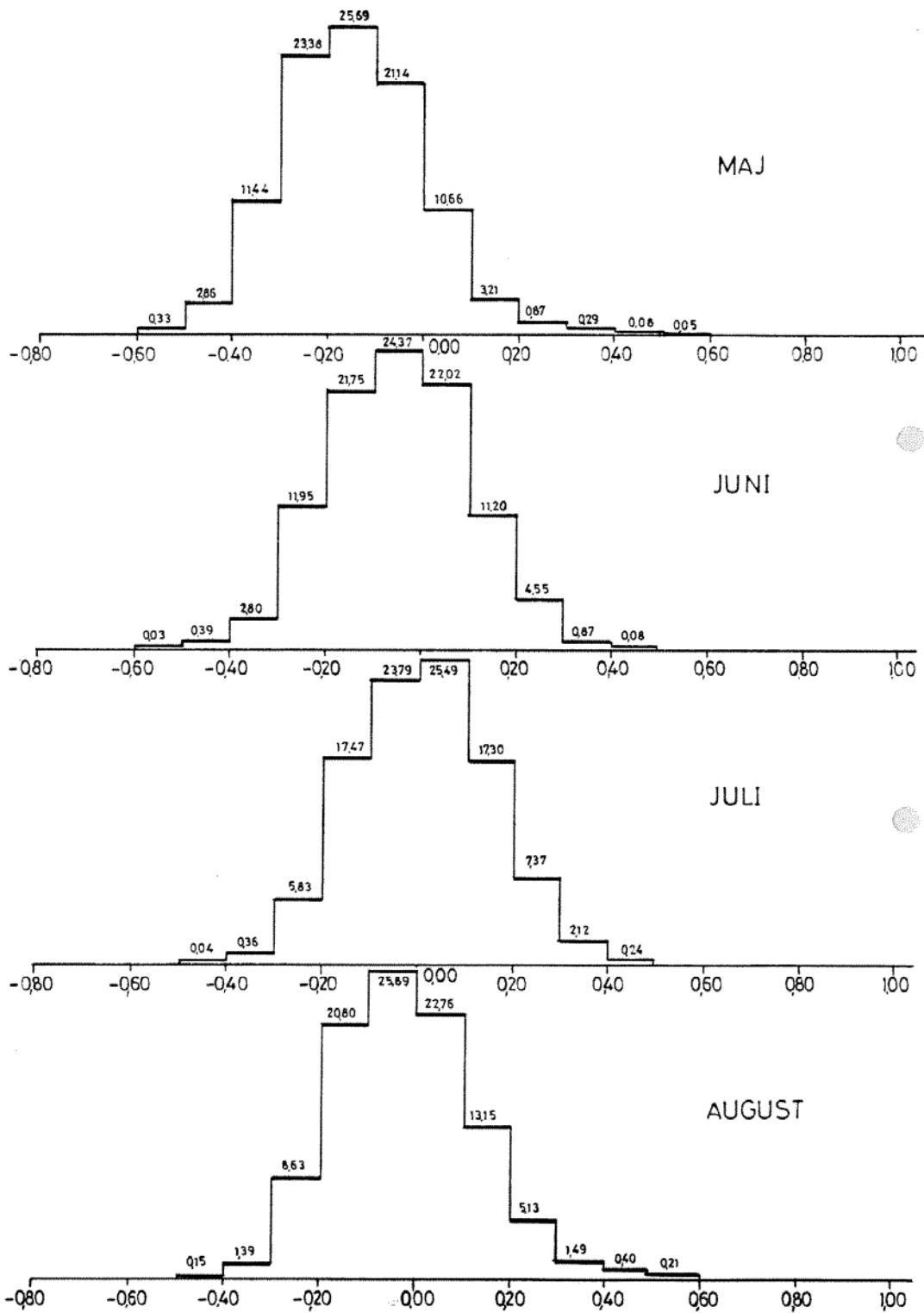
danske og svenske stationer. Det indsamlede materiale er benyttet ved udarbejdelse af "Medd. nr. 11", hvori vandstandsforholdene i de danske farvande beskrives. Det fremgår bl.a., at den højeste vandstand i Aalborg i de 17 perioder var 124 cm. Det skete den 1.1.1922. Den stedlige vind var vestlig, vindstyrke 3. Det hidtil størst kendte højvande er angivet til 1,3 m, og det hidtil størst kendte lavvande er angivet til  $\pm 1,0$  m.

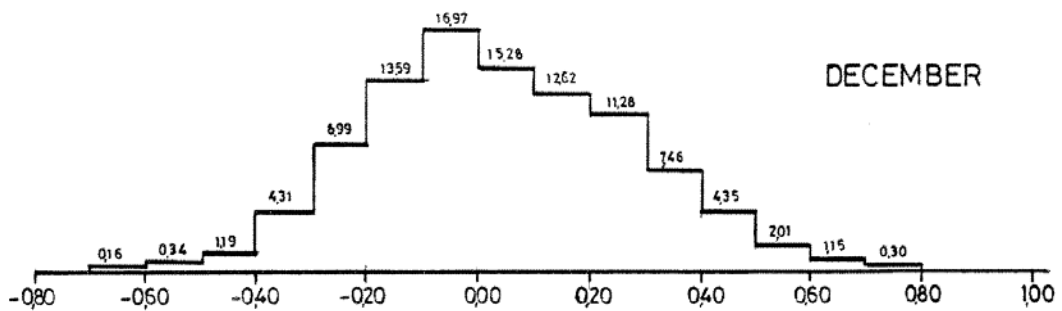
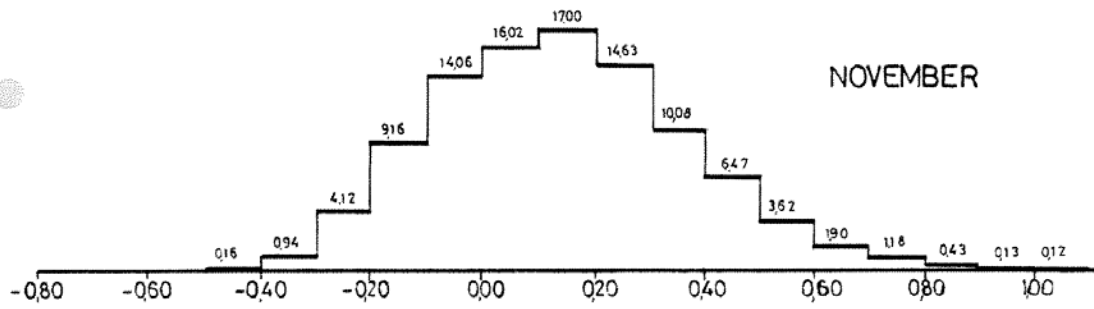
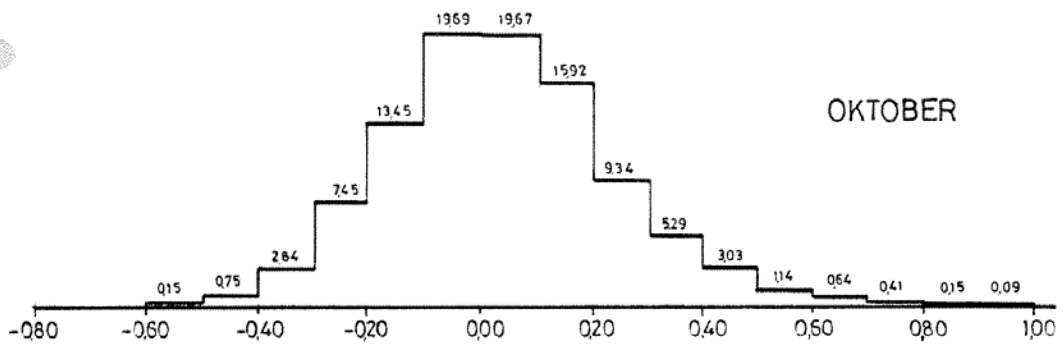
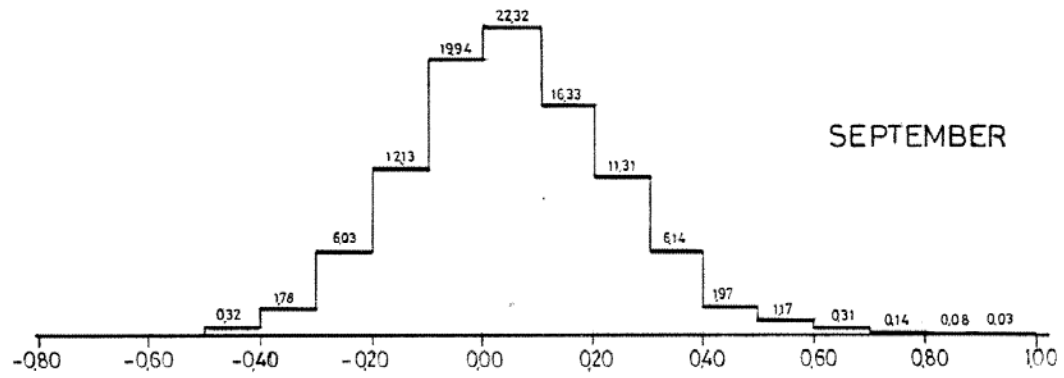
AALBORG HAVNEVESEN

1-1

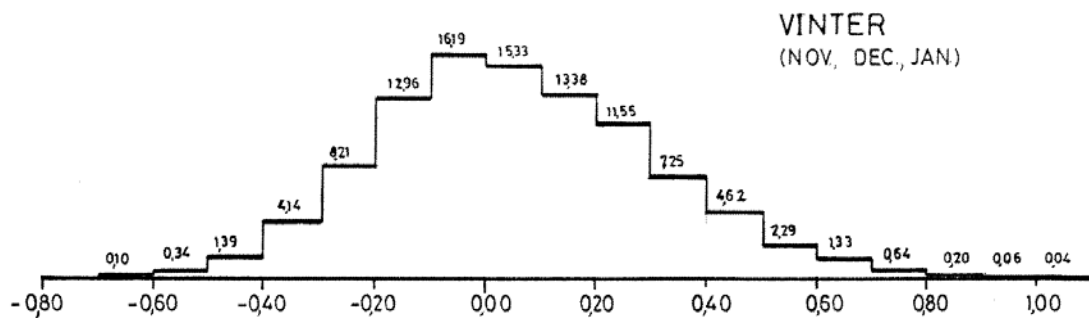
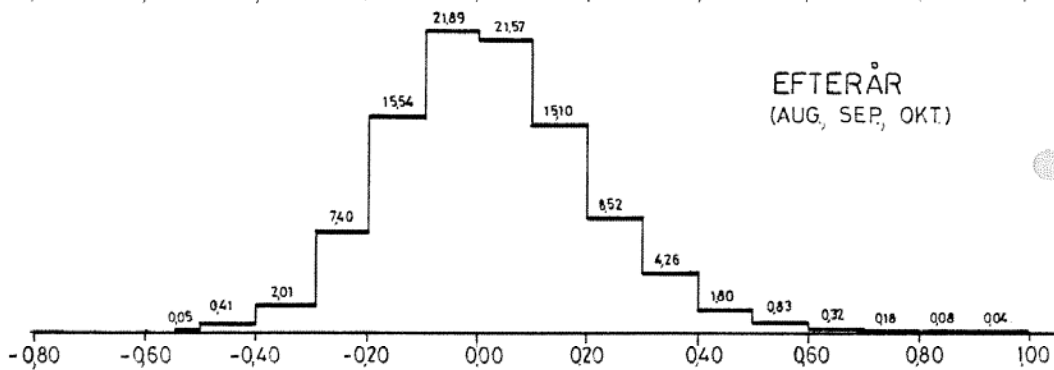
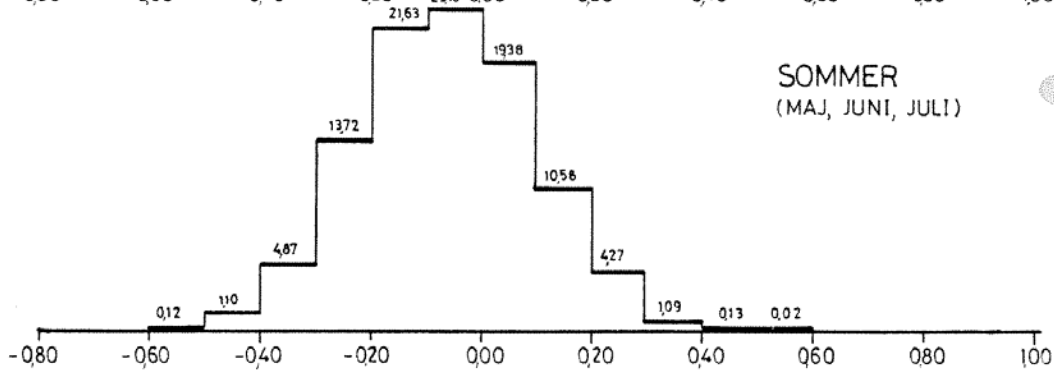
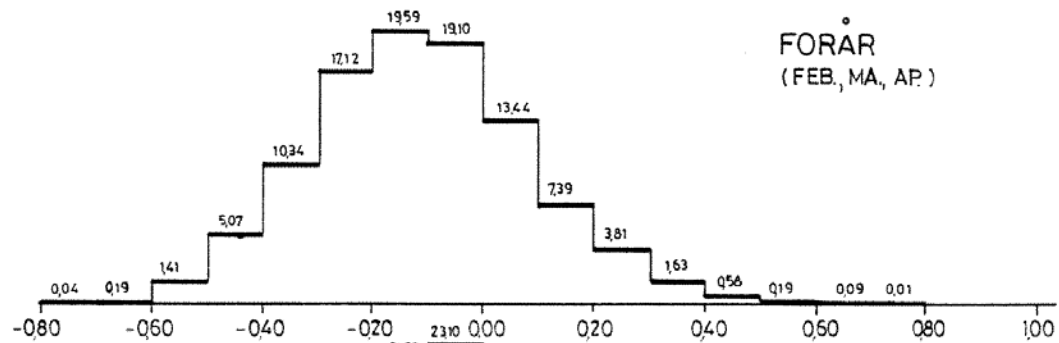
Vandstandsstatistik Østre Havn - Vst. i % af tiden.







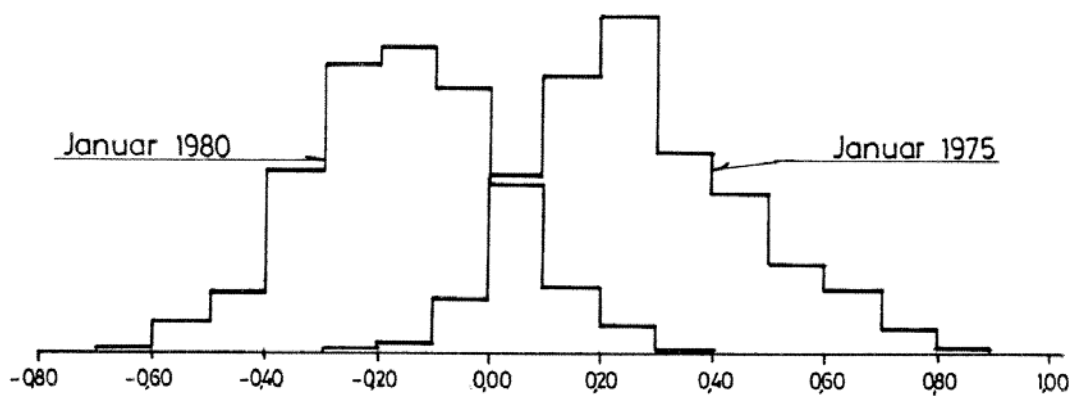
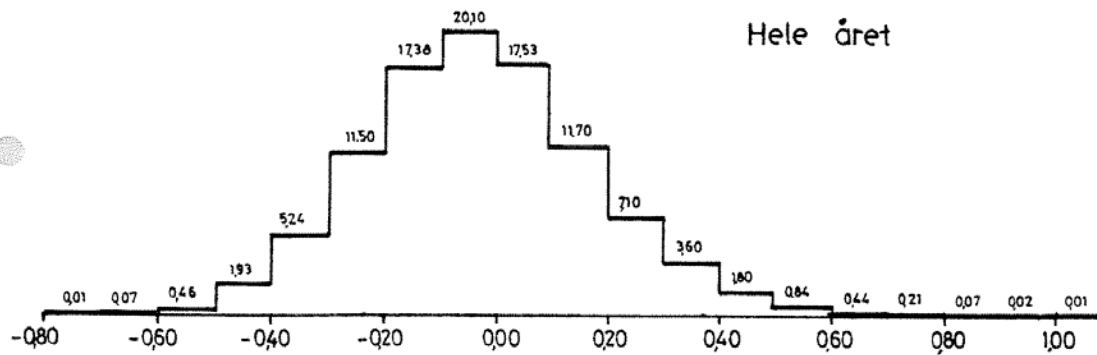
Vandstandsstatistik Østre Havn - Vst i % af tiden.

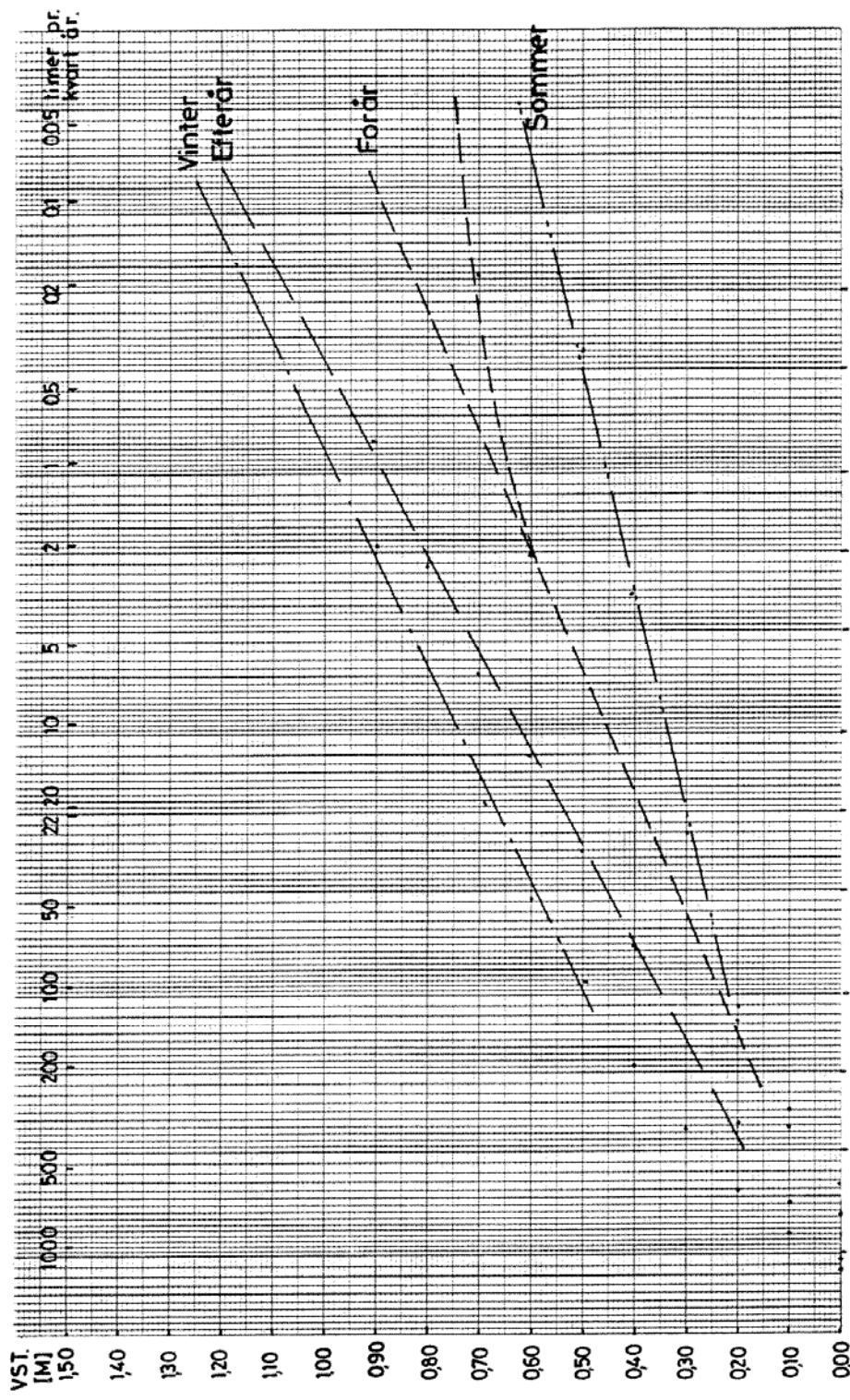


AALBORG HAVNEVÆSEN

Vandstandsstatistik Østre Havn - % af tiden

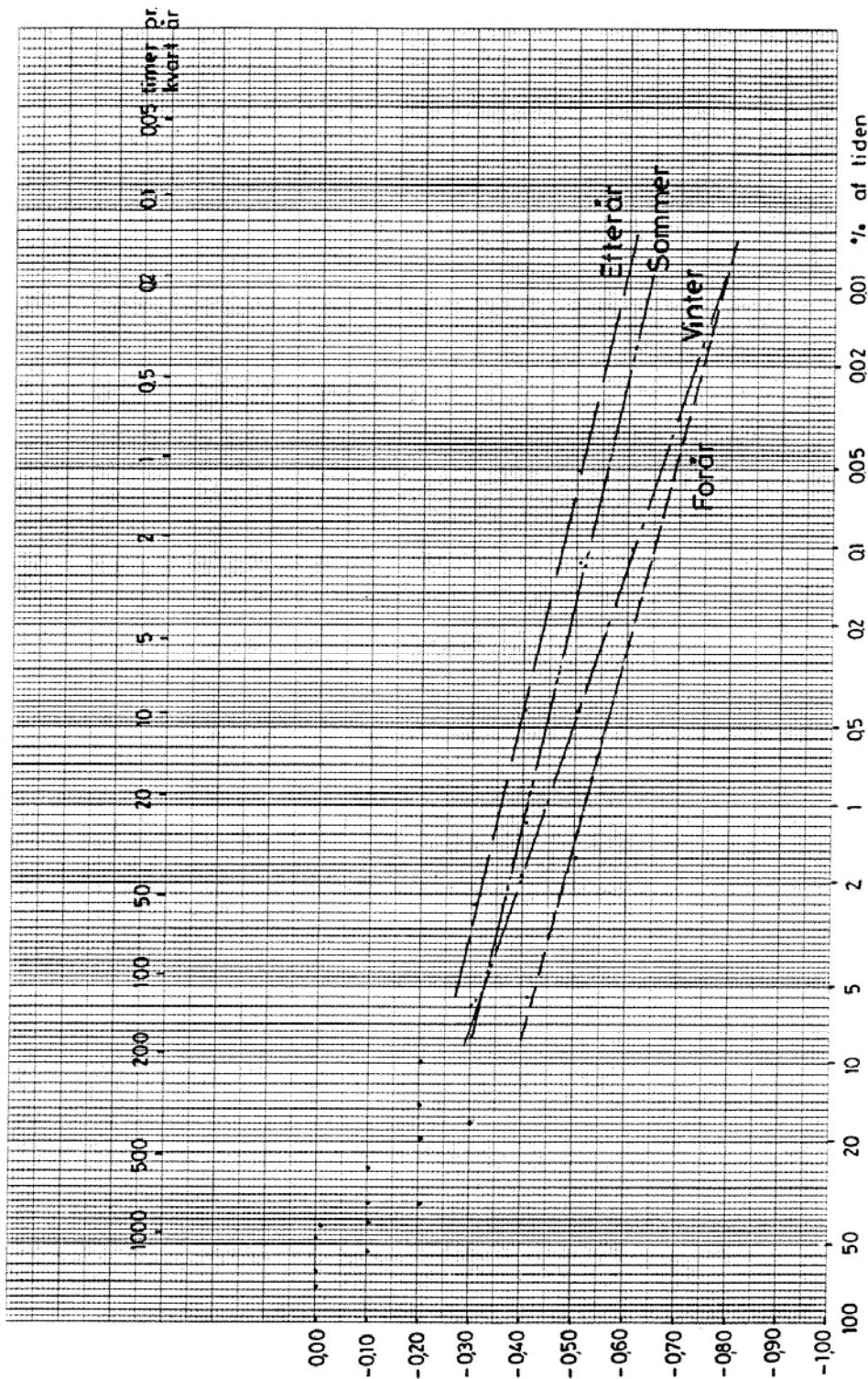
Side 2





VANDSTANDSSTATISTIK ØSTRE HAVN  
 Overskridelseshyppighed i % af tiden

BILAG 4.1



BILAG 42

VANDSTANDSSTATISTIK ØSTRE HAVN  
Overskridelseshyppighed i % af tiden



5.1.

MAKSIMALE VANDSTANDE - CM.

1944-1970: Aflæsning på vandstandsbrædt  
1969-1980: Aflæsning på selvregistrerende måler.

1944-45: 80	1954-55: 127	1962-63: 74
1946-47: 68	1955-56: 105	1963-64: 86
1948-49: 78	1956-57: 90	1964-65: 86
1949-50: 78	1957-58: 70	1965-66: 98
1950-51: 92	1958-59: 90	1966-67: 102
1951-52: 86	1959-60: 68	1967-68: 96
1952-53: 68	1960-61: 76	1968-69: 54
1953-54: 90	1961-62: 108	

	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÅRET
1969									97	88	89	33	97
1970	48	60	43	51	42	37	47	38	58	100	80	51	100
1971	62	53	33	36	12	36	37	42	42	92	73	67	92
1972	31	30	44	44	12	36	32	46	40	78	81	79	81
1973	31	73	23	52	19	40	39	47	51	47	105	90	105
1974	-	-	63	18	56	36	39	39	50	50	84	72	84
1975	78	27	38	33	31	18	38	42	76	64	65	67	78
1976	96	38	41	38	25	34	33	28	45	56	75	77	96
1977	50	36	55	33	36	35	44	25	66	82	99	75	99
1978	61	19	42	20	12	30	26	38	63	58	90	48	90
1979	48	-	46	14	36	16	41	34	62	49	74	72	74
1980	32	26	24	70	14	41	44	57	72	59	70		(72)
MÅNEDEN	96	73	63	70	56	41	47	57	97	100	105	90	

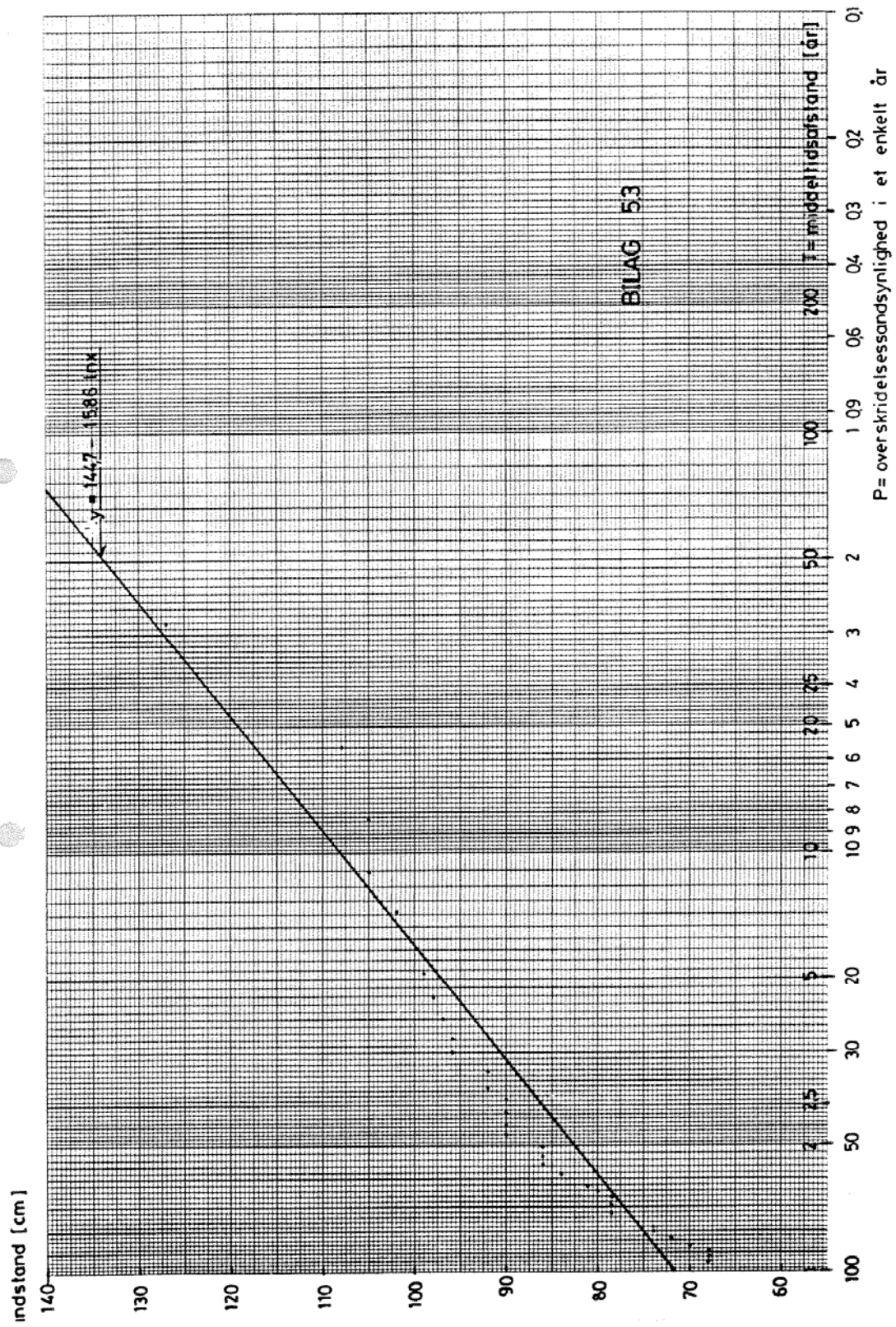
MINIMALE VANDSTANDE - CM.

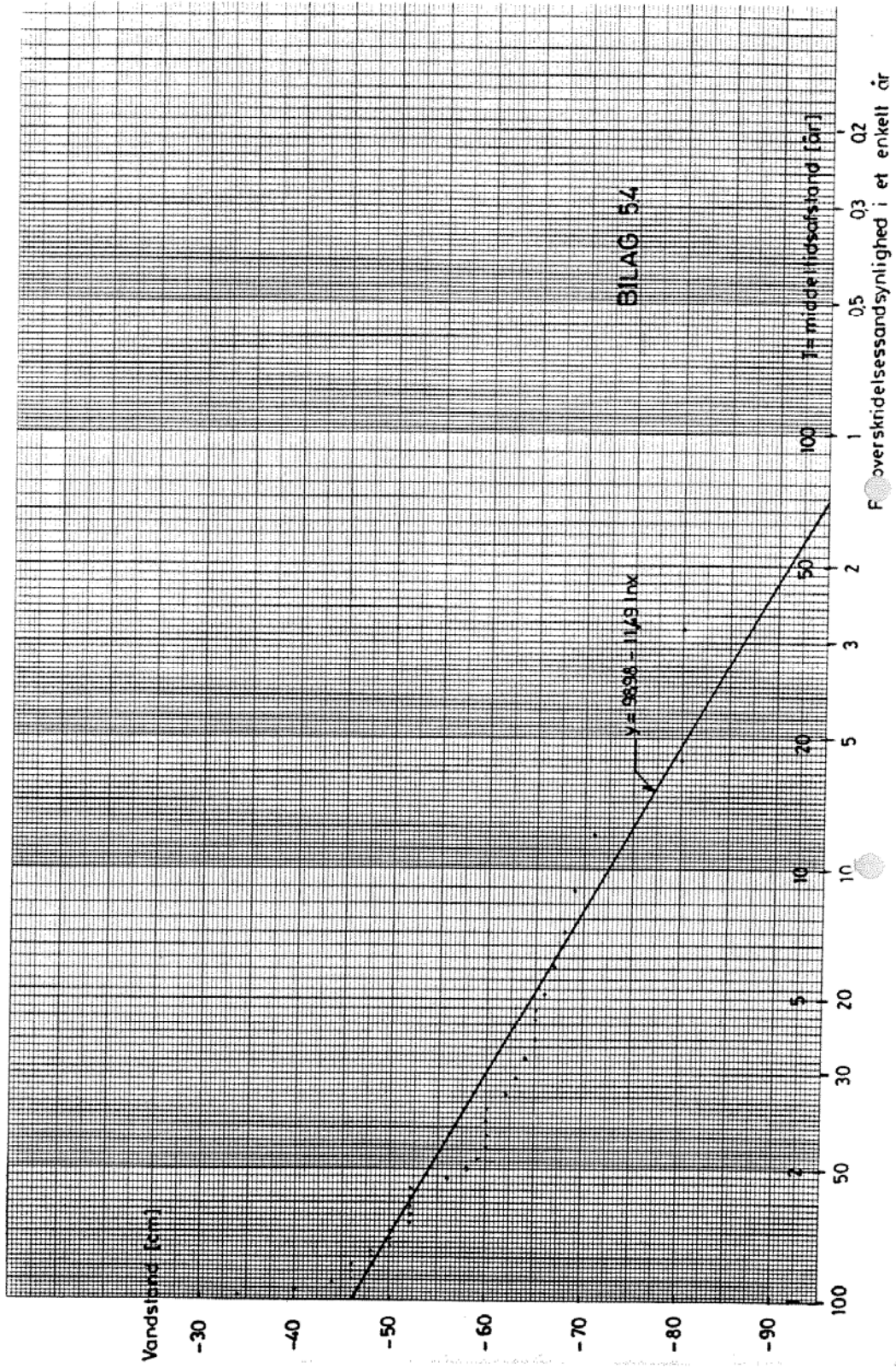
1944-70: Aflæsning af vandstandsbrædt

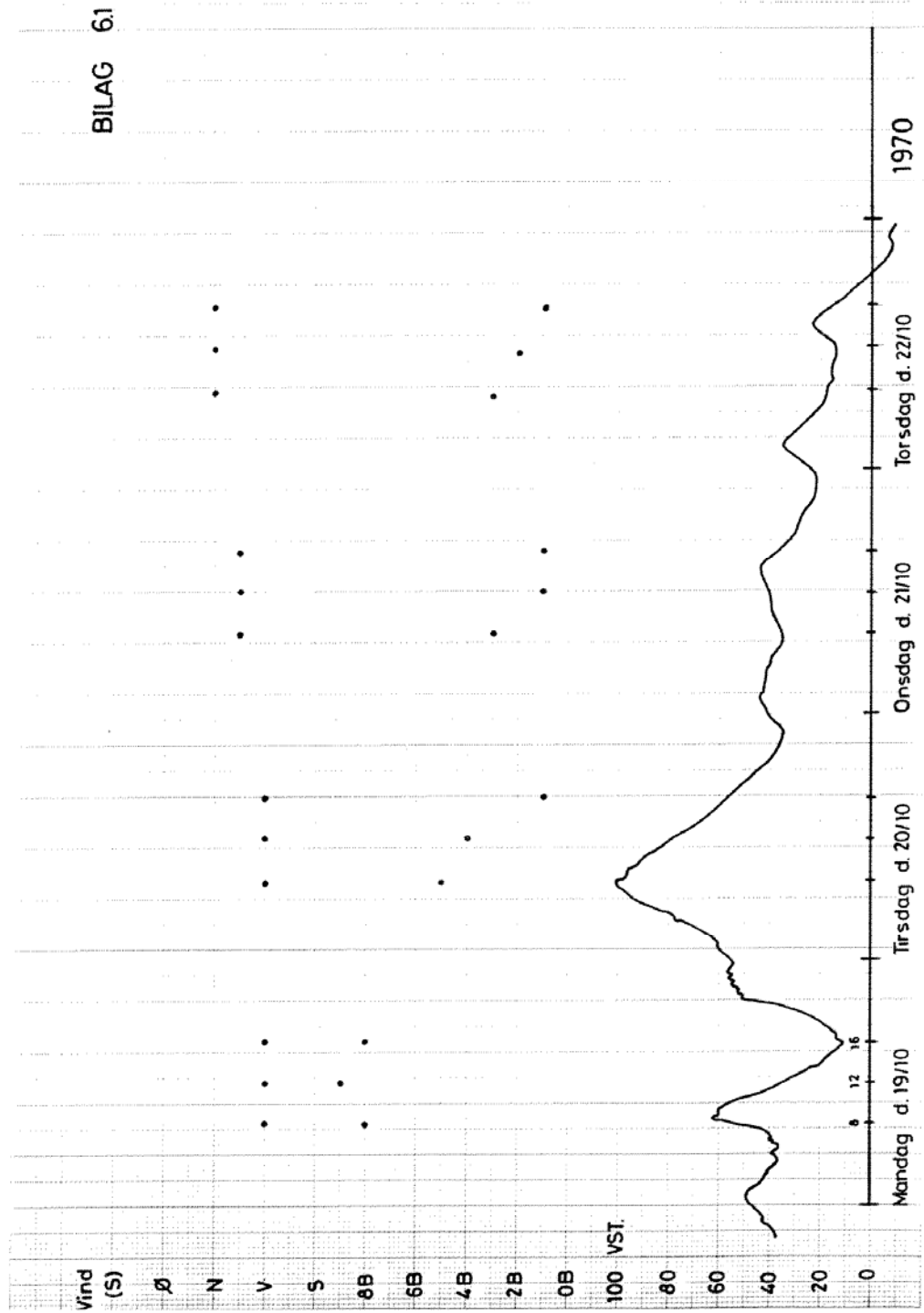
1969-80: Aflæsning af selvregistrerende måler.

1944-45	÷68	1954-55	÷60	1962-63	÷50
1946-47	÷62	1955-56	÷50	1963-64	÷52
1948-49	÷50	1956-57	÷52	1964-65	÷46
1949-50	÷46	1957-58	÷60	1965-66	÷52
1950-51	÷48	1958-59	÷44	1966-67	÷34
1951-52	÷80	1959-60	÷52	1967-68	÷48
1952-53	÷40	1960-61	÷56	1968-69	÷64
1953-54	÷46	1961-62	÷52		

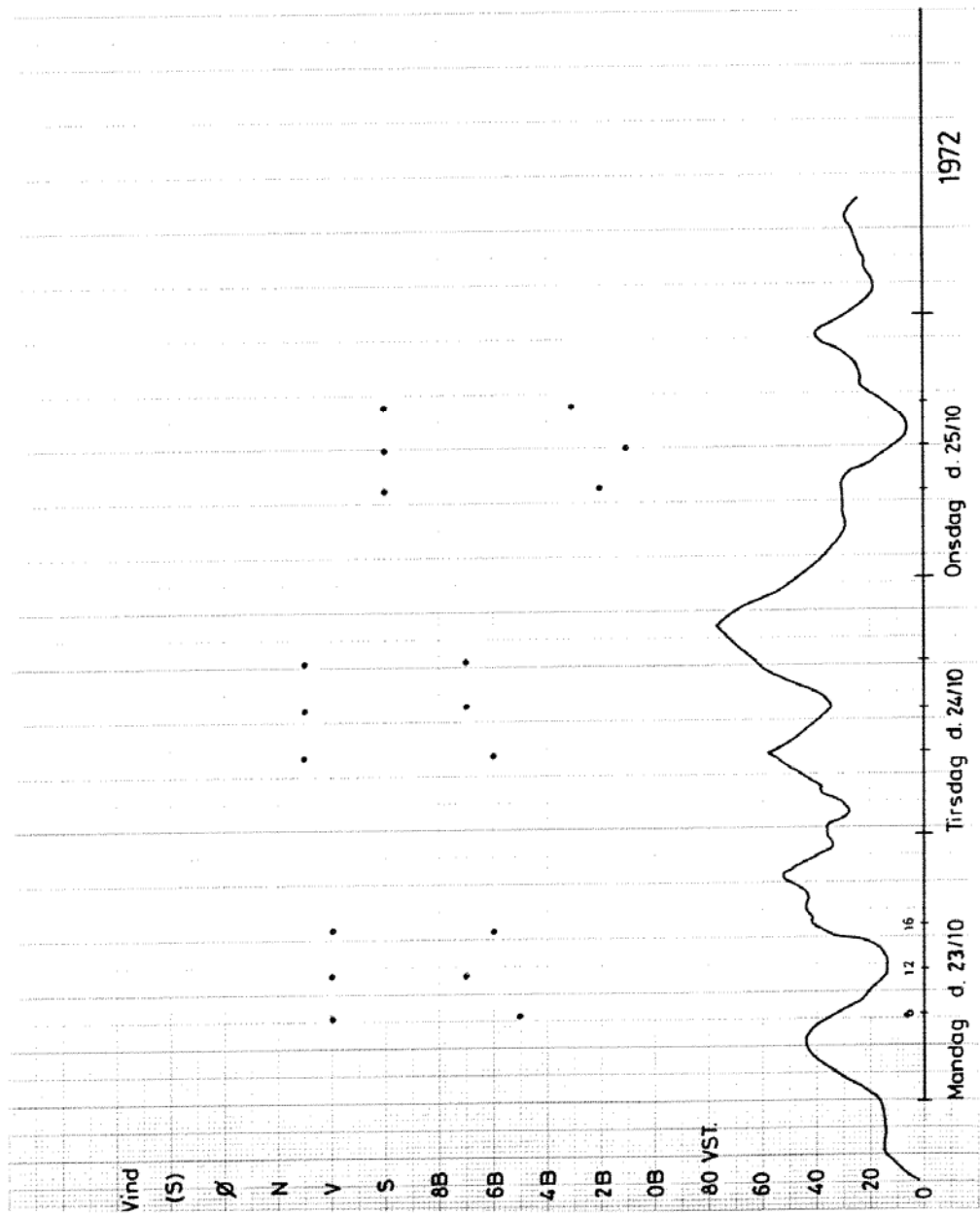
	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEC	ÅRET
1969									÷34	÷31	÷26	÷60	÷60
1970	÷58	÷58	÷60	÷40	÷43	÷36	÷22	÷26	÷35	÷42	÷34	÷47	÷60
1971	÷41	÷41	÷58	÷54	÷42	÷42	÷29	÷46	÷37	÷46	÷40	÷66	÷66
1972	÷67	÷71	÷65	÷56	÷52	÷22	÷31	÷31	÷40	÷44	÷30	÷44	÷71
1973	÷39	÷45	÷54	÷59	÷43	÷45	÷37	÷40	÷37	÷41	÷30	÷41	÷59
1974	-	-	÷67	÷44	÷48	÷38	÷18	÷30	÷24	÷50	÷34	÷10	÷67
1975	÷21	÷60	÷56	÷60	÷65	÷50	÷30	÷34	÷29	÷40	÷43	÷36	÷65
1976	÷56	÷56	÷58	÷48	÷47	÷42	÷44	÷36	÷44	÷42	÷46	÷65	÷65
1977	÷60	÷41	÷46	÷69	÷56	÷43	÷33	÷40	÷48	÷30	÷22	÷40	÷69
1978	÷45	÷58	÷52	÷57	÷50	÷45	÷30	÷29	÷41	÷50	÷24	÷48	÷58
1979	÷53	-	÷63	÷58	÷48	÷53	÷34	÷26	÷31	÷54	÷43	÷46	÷63
1980	÷66	÷58	÷80	÷43	÷52	÷33	÷29	÷28	÷28	÷26	÷52	-	(÷80)
Måneden	÷67	÷71	÷80	÷69	÷65	÷53	÷44	÷46	÷48	÷54	÷52	÷66	



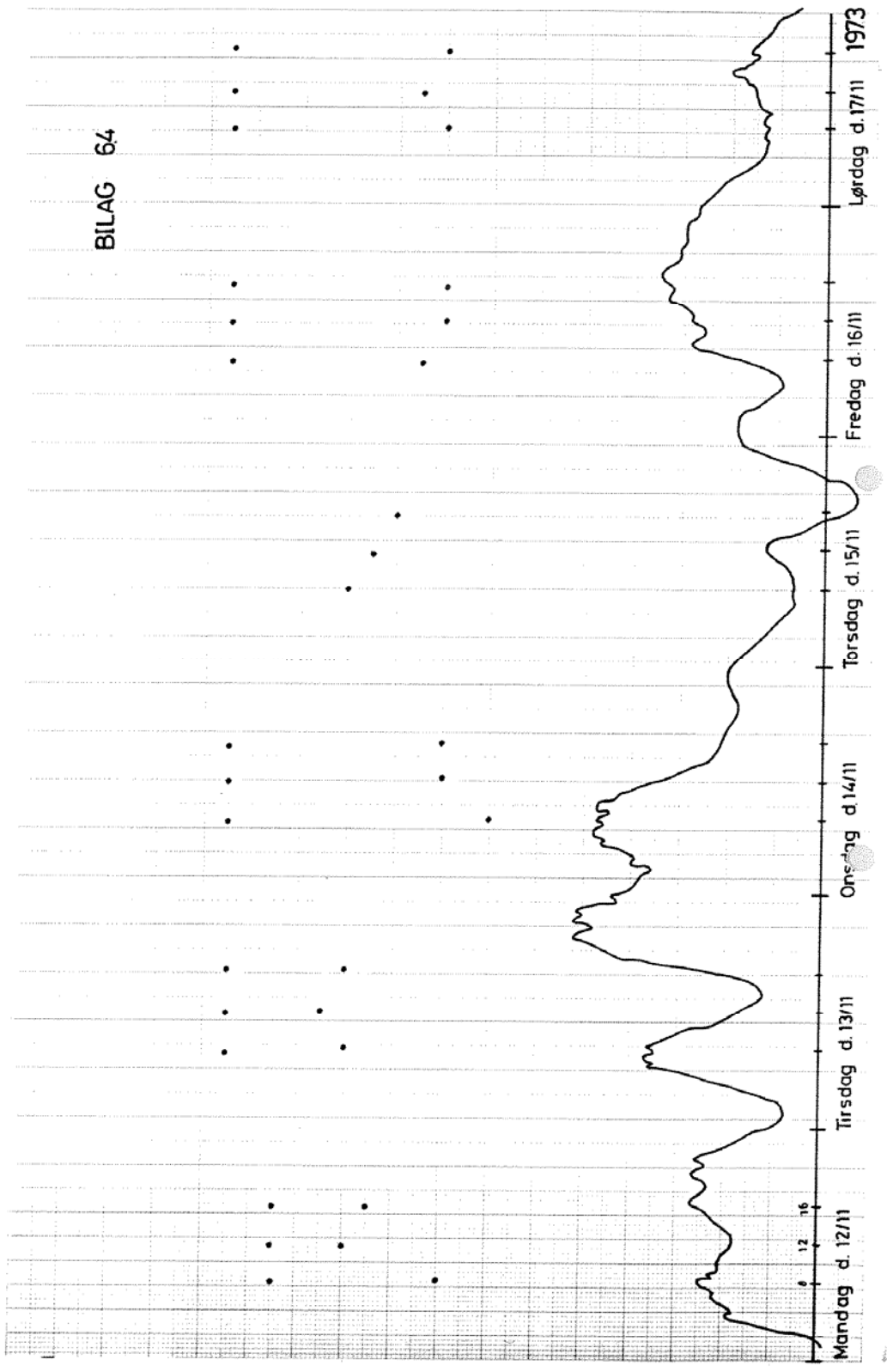




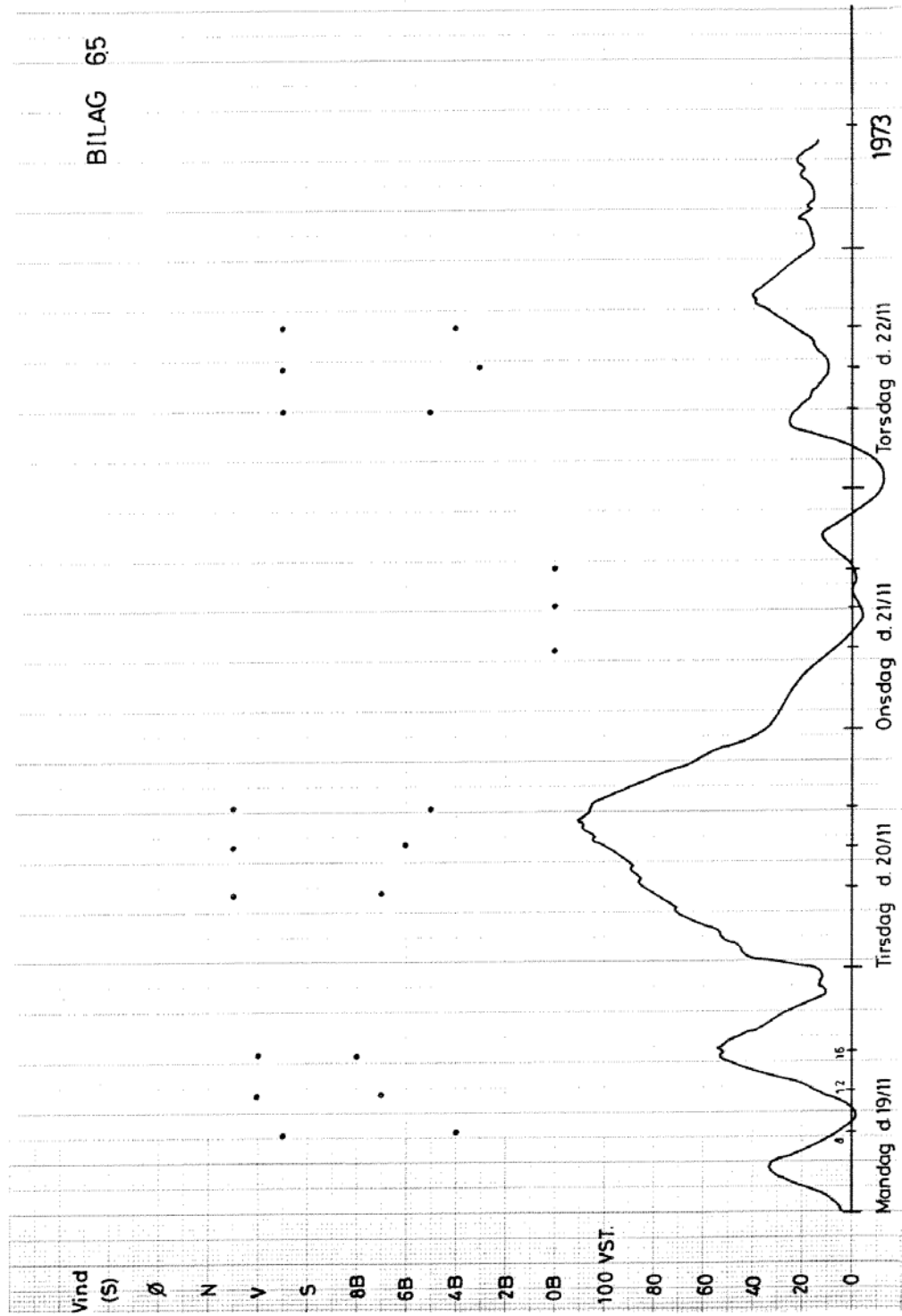
BILAG 63



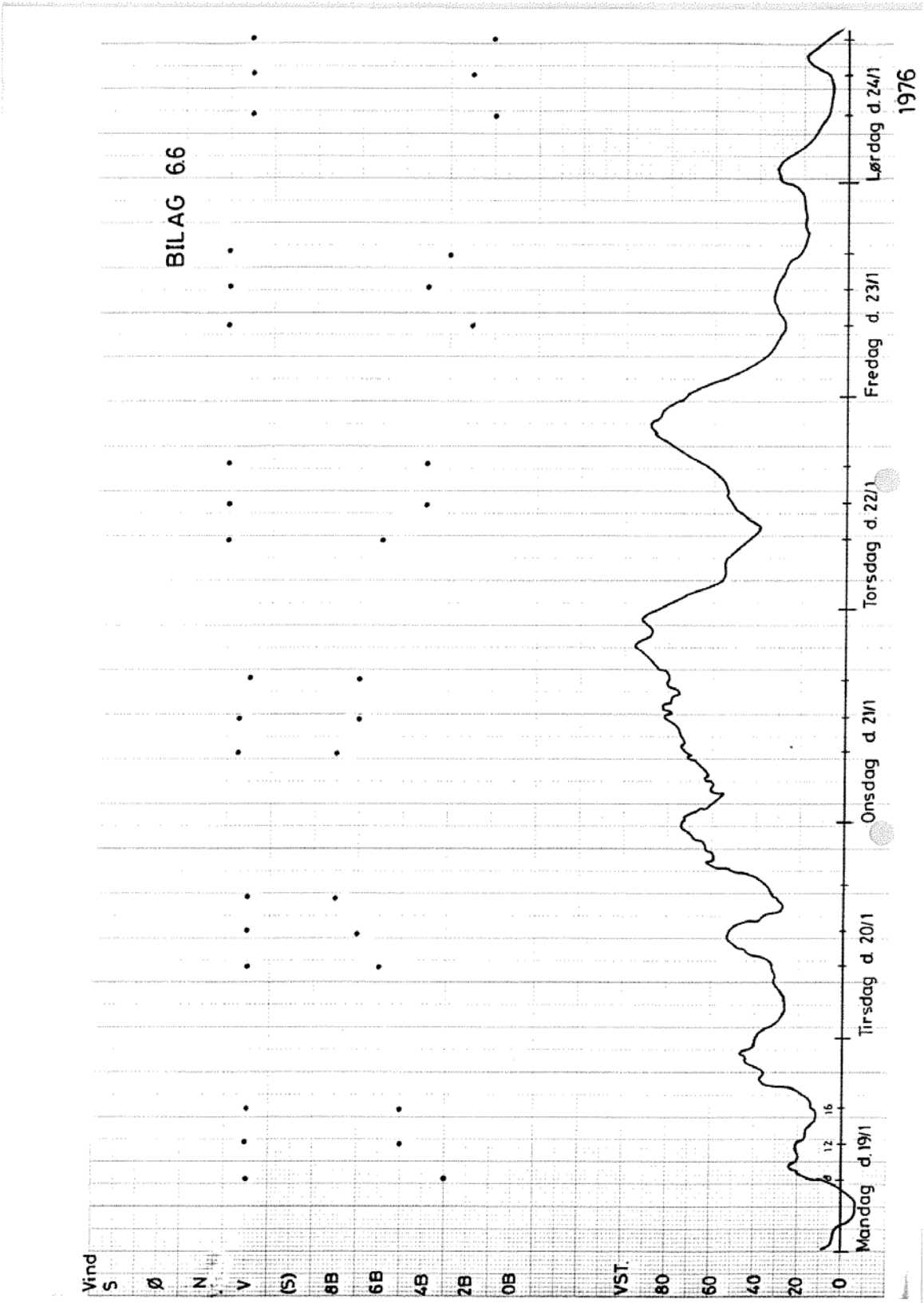
BILAG 64

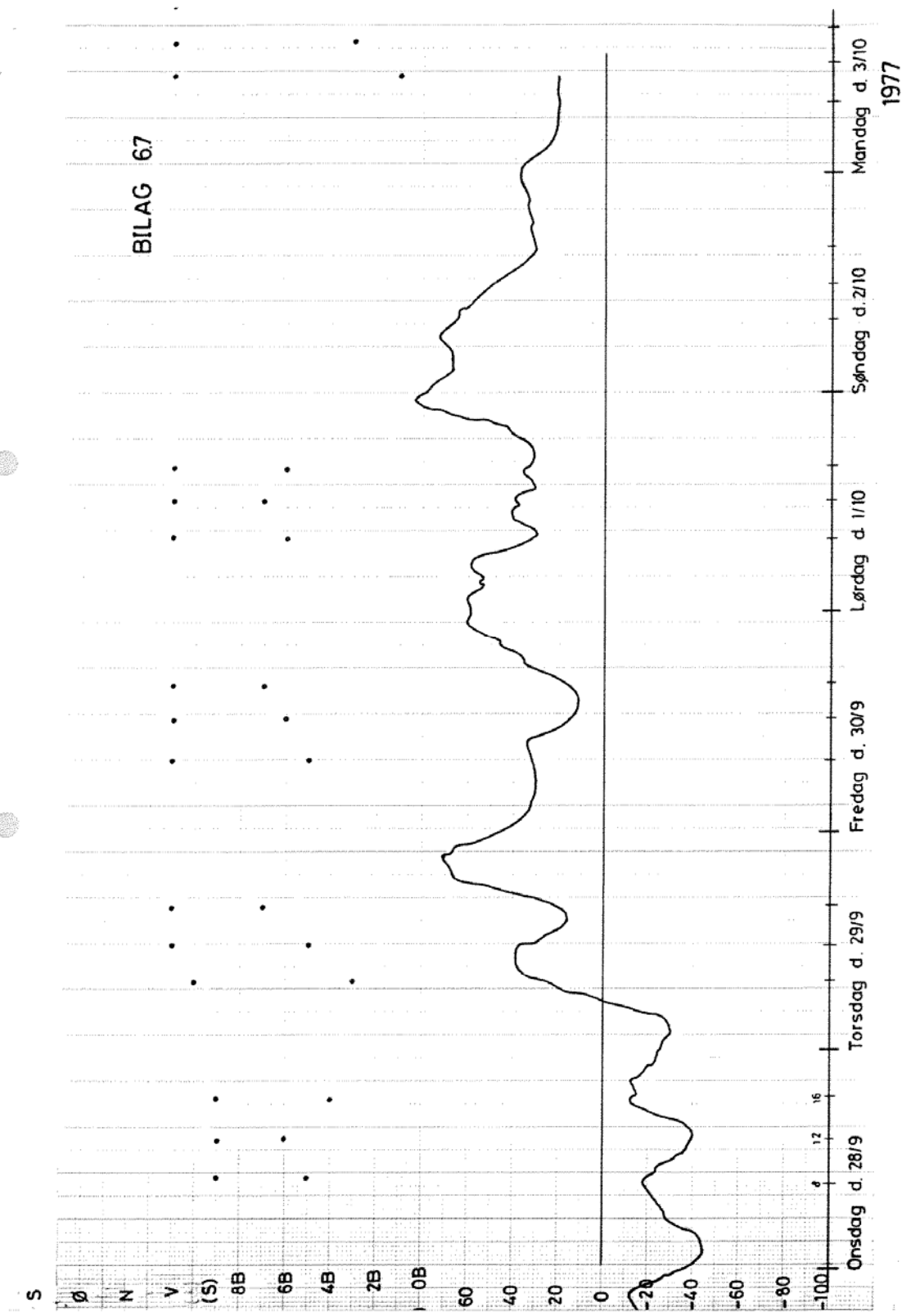


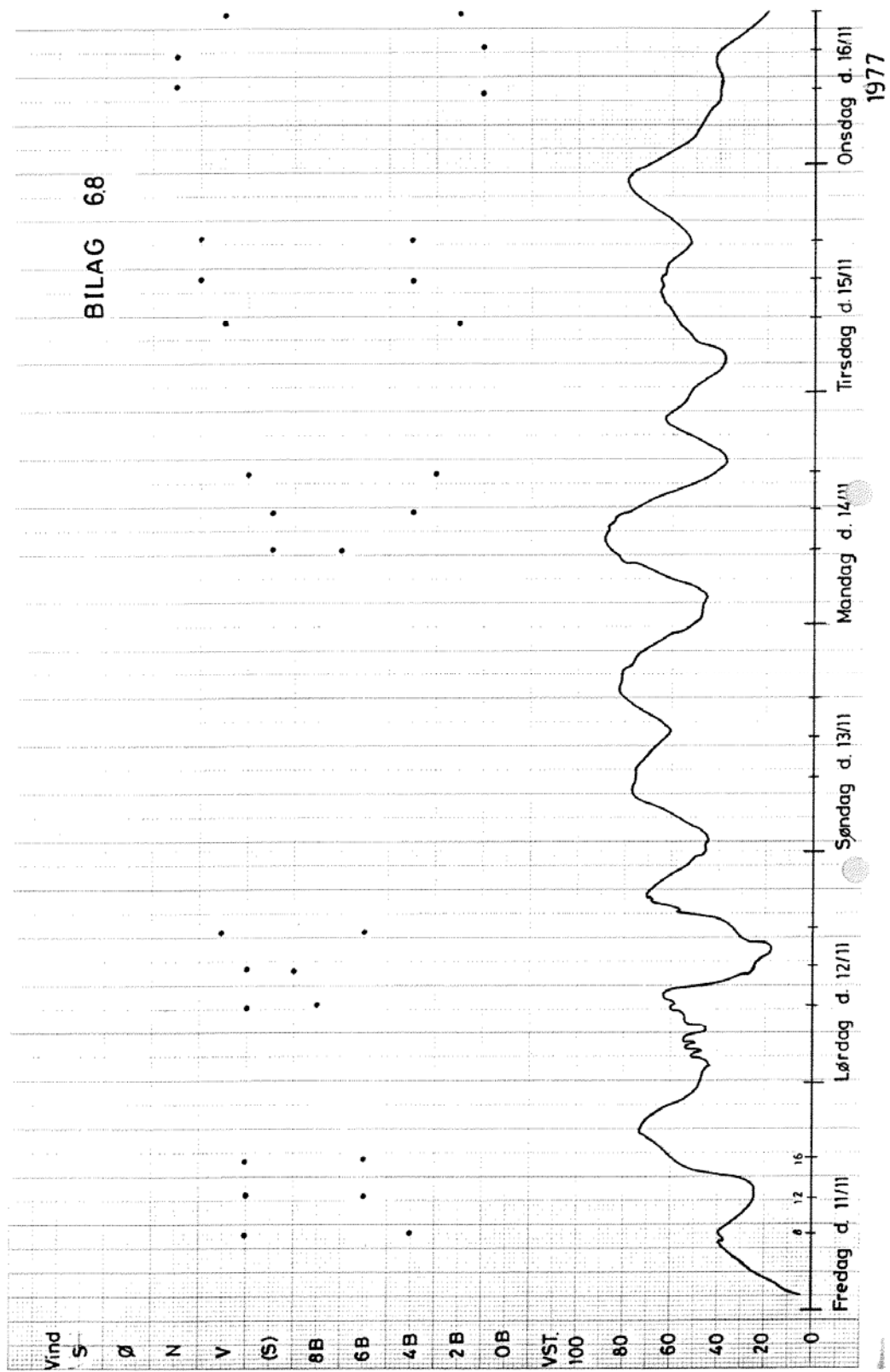
BILAG 65

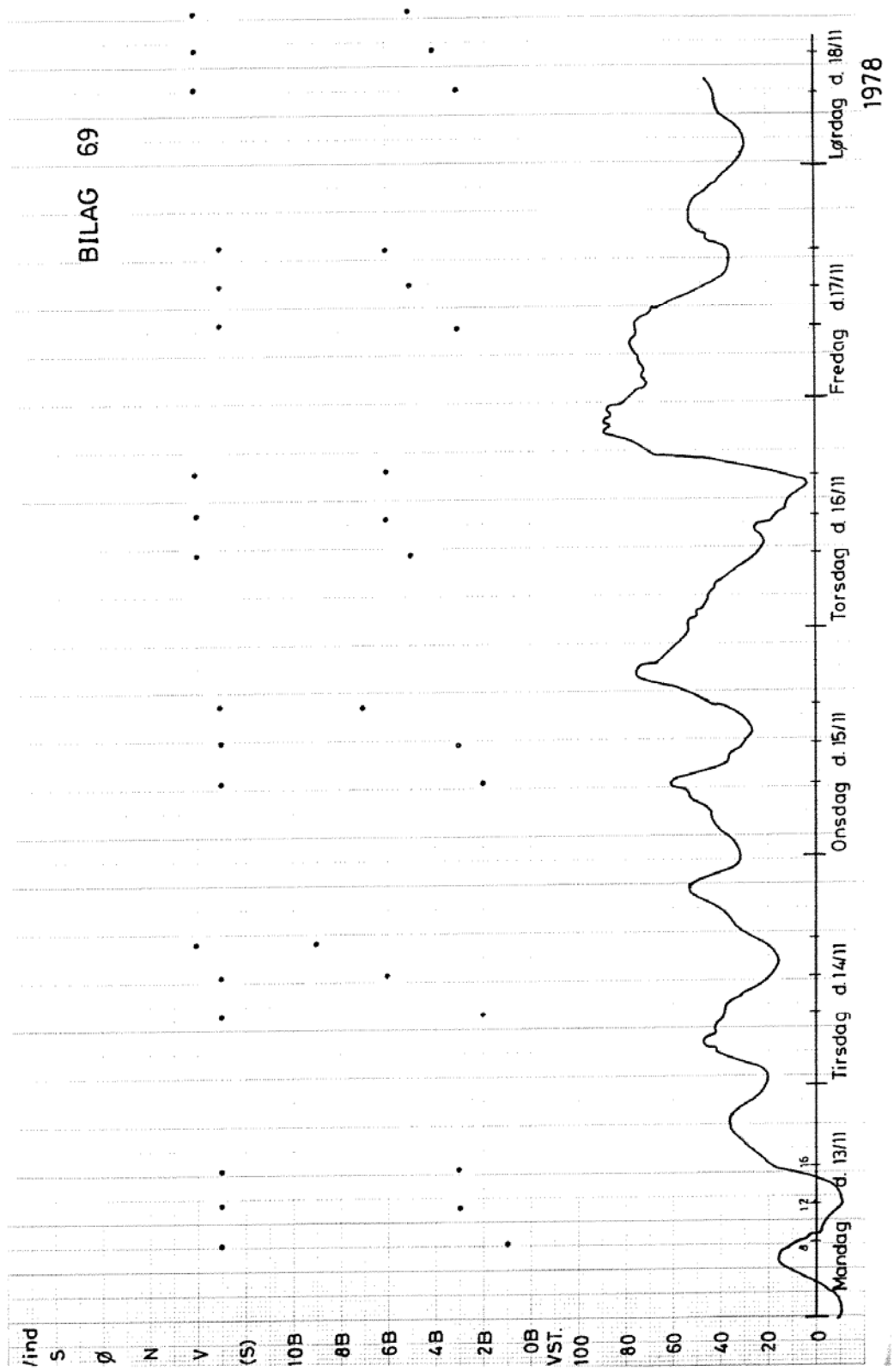












## Maksimale og minimale vandstande i Aalborg Havn

### Maksimale vandstande i cm.

1944-1970: Aflæsning på vandstandsbrædt

1969-2004: Aflæsning på selvregistrerende måler

1944-45:	80	1954-55:	127	1962-63:	74
1946-47:	68	1955-56:	105	1963-64:	86
1948-49:	78	1956-57:	90	1964-65:	86
1949-50:	78	1957-58:	70	1965-66:	98
1950-51:	92	1958-59:	90	1966-67:	102
1951-52:	86	1959-60:	68	1967-68:	96
1952-53:	68	1960-61:	76	1968-69:	54
1953-54:	90	1961-62:	108		

År	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Året
1969									97	88	89	33	97
1970	48	60	43	51	42	37	47	38	58	100	80	51	100
1971	62	53	33	36	12	36	37	42	42	92	73	67	92
1972	31	30	44	44	12	36	32	46	40	78	81	79	81
1973	31	73	23	52	19	40	39	47	51	47	105	90	105
1974			63	18	56	36	39	39	50	50	84	72	84
1975	78	27	38	33	31	18	38	42	76	64	65	67	78
1976	96	38	41	38	25	34	33	28	45	56	75	77	96
1977	50	36	55	33	36	35	44	25	66	82	99	75	99
1978	61	19	42	20	12	30	26	38	63	58	90	48	90
1979	48		46	14	36	16	41	34	62	49	74	72	74
1980	32	26	24	70	14	41	44	57	72	59	70	67	72
1981	28	67	70	29	33	47	27	40	58	75	133	60	133
1982	39	21	80	77	41	28	30	52	53	55	93	100	100
1983	101	84	47	24	25	32	29	35	84	75	68	56	101
1984	122	55	24	20	23	48	23	35	60	60	84	56	122
1985	44	68	36	36	22	28	40	44	58	67	150	60	150
1986	72	-1	65	27	28	28	36	36	48	61	67	84	84
1987	45	55	52	27	28	46	37	47	67	98	71	68	98
1988	86	52	48	32	24	32	67	40	70	76	87	100	100
1989	71	116	70	24	29	52	49	52	50	62	59	64	116
1990	94	120	83	36	25	27	41	56	94	71	64	87	120
1991	74	44	28	35	24	28	29	36	61	88	69	109	109
1992	72	65	87	33	40	15	39	42	46	36	81	77	87
1993	99	75	60	37	13	22	32	38	34	35	32	103	103
1994	73	36	73	45	28	39	21	49	52	42	83	91	91
1995	111	67	67	46	16	25	32	47	103	64	52	44	111
1996	19	59	26	12	24	25	24	20	52	102	81	41	102
1997	37	88	56	39	32	29	21	30	54	69	34	65	88
1998	64	61	52	24	29	18	51	49	52	93	45	69	93
1999	74	76	31	32	32	35	41	36	62	61	78	108	108
2000	109	72	80	28	56	48	37	34	39	78	59	77	109
2001	39	33	34	32	24	28	35	40	41	63	71	60	71
2002	76	84	62	54	28	51	35	36	64	87	52	34	87
2003	68	40	40	53	46	48	37	56	52	72	47	65	72
2004	67	50	52	21	27								
<b>Måned</b>	<b>122</b>	<b>120</b>	<b>87</b>	<b>77</b>	<b>56</b>	<b>52</b>	<b>67</b>	<b>57</b>	<b>103</b>	<b>102</b>	<b>150</b>	<b>109</b>	<b>150</b>

## Minimale vandstande i cm.

1944-1970: Aflæsning på vandstandsbrædt

1969-2004: Aflæsning på selvregistrerende måler

1944-45:	-68	1954-55:	-60	1962-63:	-50
1946-47:	-62	1955-56:	-50	1963-64:	-52
1948-49:	-50	1956-57:	-52	1964-65:	-46
1949-50:	-46	1957-58:	-60	1965-66:	-52
1950-51:	-48	1958-59:	-44	1966-67:	-34
1951-52:	-80	1959-60:	-52	1967-68:	-48
1952-53:	-40	1960-61:	-56	1968-69:	-64
1953-54:	-46	1961-62:	-52		

År	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Året	
1969										-34	-31	-26	-60	-60
1970	-58	-58	-60	-40	-43	-36	-22	-26	-45	-42	-34	-47	-60	
1971	-41	-41	-58	-54	-42	-42	-29	-46	-37	-46	-40	-66	-66	
1972	-67	-71	-65	-56	-52	-22	-31	-31	-40	-44	-30	-44	-71	
1973	-39	-45	-54	-59	-43	-45	-37	-40	-37	-41	-30	-41	-59	
1974			-67	-44	-48	-38	-18	-30	-24	-50	-34	-10	-67	
1975	-21	-60	-56	-60	-65	-50	-30	-34	-29	-40	-43	-36	-65	
1976	-56	-56	-58	-48	-47	-42	-44	-36	-44	-42	-46	-65	-65	
1977	-60	-41	-46	-69	-56	-43	-33	-40	-48	-30	-22	-40	-69	
1978	-45	-58	-52	-57	-50	-45	-30	-29	-41	-50	-24	-48	-58	
1979	-53		-63	-58	-48	-53	-34	-26	-31	-54	-43	-46	-63	
1980	-66	-58	-80	-43	-52	-33	-29	-28	-28	-26	-52	-48	-80	
1981	-40	-44	-43	-49	-41	-31	-22	-26	-20	-21	-28	-27	-49	
1982	-24	-56	-59	-37	36	-36	-30	-25	-27	-35	-41	-28	-59	
1983	-20	-52	-64	-44	-39	-45	-32	-35	-26	-44	-41	-38	-64	
1984	-54	-62	-65	-46	-55	-40	-31	-35	-31	-15	-42	-51	-65	
1985	-33	-48	-57	-40	-45	-34	-26	-20	-39	-40	-43	-54	-57	
1986	-78	-74	-55	-60	-41	-43	-31	-30	-36	-34	-27	-44	-78	
1987	-55	-64	-67	-46	-44	-32	-32	-20	-28	-45	-36	-53	-67	
1988	-40	-46	-61	-42	-54	-34	-36	-29	-30	-42	-44	-31	-61	
1989	-17	-50	-35	-53	-48	-40	-43	-22	-44	-23	-39	-22	-53	
1990	-43	-21	-39	-62	-64	-29	-36	-29	-37	-38	-35	-48	-64	
1991	-62	-70	-72	-60	-48	-30	-44	-31	-34	-52	-57	-38	-72	
1992	-55	-45	-60	-43	-48	-46	-41	-29	-36	-48	-44	-45	-60	
1993	-56	-50	-69	-60	-50	-34	-33	-32	-33	-47	-45	-69	-69	
1994	-40	-74	-56	-56	-45	-32	-36	-24	-31	-36	-44	-32	-74	
1995	-61	-57	-58	-68	-39	-31	-36	-36	-44	-37	-44	-56	-68	
1996	-64	-57	-73	-60	-55	-36	-35	-35	-39	-48	-31	-47	-73	
1997	-61	-61	-48	-52	-46	-43	-38	-35	-32	-48	-44	-55	-61	
1998	-52	-48	-76	-44	-44	-36	-25	-31	-45	-45	-48	-60	-76	
1999	-56	-45	-61	-52	-51	-32	-50	-28	-28	-43	-37	-61	-61	
2000	-48	-43	-52	-52	-52	-33	-29	-29	-47	-35	-36	-52	-52	
2001	-46	-71	-44	-50	-52	-36	-29	-28	-31	-35	-37	-51	-71	
2002	-35	-43	-62	-56	-53	-32	-24	-29	-24	-46	-46	-53	-62	
2003	-36	-47	-52	-46	-30	-19	-27	-29	-23	-37	-32	-37	-52	
2004	-60	-40	-47	-52	-39									
<b>Måned</b>	<b>-78</b>	<b>-74</b>	<b>-80</b>	<b>-69</b>	<b>-65</b>	<b>-53</b>	<b>-50</b>	<b>-46</b>	<b>-48</b>	<b>-54</b>	<b>-57</b>	<b>-69</b>	<b>-80</b>	

# Aalborg Havn A/S VVM-redegørelse for udvidelse af Aalborg Østhavn

Bilag 6: Baggrundsnotat. Sedimentspild og -spredning

Oktober 2005

Ref	0443041K G00026-2-ORK
Udg.	2
Dato	2005-10-04
Godk.	ORK
Kontrol	HGL
Udarb.	HSN

Rambøll  
Prinsensgade 11  
DK-9000 Aalborg  
Danmark

Tlf: 9935 7500  
[www.ramboll.dk](http://www.ramboll.dk)

## Indholdsfortegnelse

<b>1.</b>	<b>Baggrund og forudsætninger</b>	<b>1</b>
1.1	Forudsætninger om udbygningstakten	1
1.2	Forudsætninger om anlæggets udførelse	2
<b>2.</b>	<b>Eksisterende forhold</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>Kort- og langsigtede virkninger på miljøet</b>	<b>9</b>
3.1	0-alternativ	9
3.1.1	Anlæg	9
3.1.2	Drift	9
3.1.3	Tiltag til minimering af påvirkningen på miljøet	9
3.2	0+-alternativ	9
3.2.1	Anlæg	9
3.2.2	Drift	9
3.2.3	Tiltag til minimering af påvirkningen på miljøet	9
3.3	Projekt	9
3.3.1	Anlæg	10
3.3.2	Drift	13
3.3.3	Tiltag til minimering af påvirkningen på miljøet	13
<b>4.</b>	<b>Manglende oplysninger</b>	<b>14</b>
<b>5.</b>	<b>Referencer</b>	<b>15</b>

### **Bilag:**

Bilag 1: Modelopsætning

Bilag 2: Modelresultater



## 1. Baggrund og forudsætninger

Nærværende baggrundsrapport indgår i VVM for udvidelse af Aalborg Østhavn.

VVM'en udarbejdes på baggrund af Aalborg Havns udviklingsplan for Østhavnen fra december 2002. Denne udviklingsplan har en tidshorizont dækkende perioden frem til ca. år 2050 og skal bl.a. sikre, at havnen i fremtiden kan servicere og understøtte en forøget aktivitet og godsomsætning i Aalborg Havn.

Ifølge udviklingsplanen vil havne efter udvidelsen bestå af et samlet havneareal på 358 ha og en samlet bolværklængde på 5.100 m i Østhavnen.

Der skal samlet gennemføres opfyldninger med et volumen på ca. 3 mio. m<sup>3</sup> bag det fremtidige bolværk. Der skal foretages uddybning med et samlet volumen på ca. 2 mio. m<sup>3</sup>.

Rapporten indgår i undersøgelsen af havneudvidelsens miljøpåvirkning af Limfjorden og fjordbredden som følge af sedimentspild og sedimentspredning.

I VVM'en opereres med tre alternativer:

- 0-Alternativet (eksisterende forhold)
- 0<sup>+</sup>-Alternativet (udvidelse indenfor eksisterende lokalplangrænse)
- Projekt (den totale udvidelse)

Der ses i nærværende rapport udelukkende på en referencesituation givet ved 0-alternativet og den fulde havneudvidelse, Projektet. Årsagen til denne beslutning er, at sedimentspredningen i forbindelse med anlæggelse af sidste fase af udvidelsen vil medføre størst spredning udenfor havnens område, og dermed størst miljøbelastning.

### 1.1 Forudsætninger om udbygningstakten

Udbygningen vil ske i samspil med kapacitetsbehovet, således at udbygningen dels gennemføres i en takt, der er rentabel og samtidig i et tempo, der understøtter udviklingen. Udbygningstakten vil derfor være bestemt af en lang række udefra kommende faktorer. Desuden må det forventes, at de tilgængelige og rentable konstruktions- og arbejdsmetoder vil ændres over så lang en tidshorizont.

Der er således en usikkerhed i forhold til udbygningsscenariet både hvad angår udbygningstakten og arbejdsmetoderne.

For at sikre at VVM-en dækker mulige udbygningsscenarier for så vidt angår tidshorizont og intensitet er det tilstræbt, at der gennemføres undersøgelser for mulige scenarier der afgrænser/definere et "udfaldsrum" af miljøpåvirkninger indenfor hvilket anlægsaktiviteterne kan gennemføres.

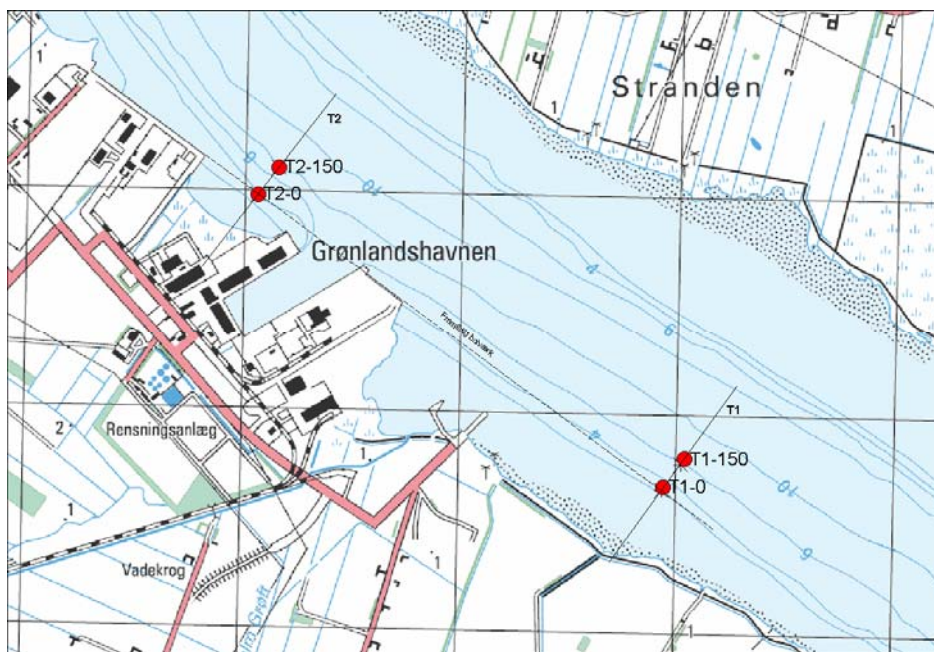
## 1.2 Forudsætninger om anlæggets udførelse

Der antages følgende forudsætninger i relation til udbygningsscenariet:

1. For den mest sandsynlig udbygningstakt forudsættes en successiv udvikling over 20-45 år. Efterfølgende antages 30 år som udbygningsperioden.
2. Den samlede bolværkslængde på 2.400 m øst for den eksisterende havn udbygges i 6 etaper á 400 m svarende til én liggeplads. Herudover forudsættes en 7. etape, der bl.a. omfatter uddybningen vest den eksisterende havn.
3. Det forudsættes, at der under udbygningen vil være en forholdsvis konstant landværts tilførsel af rene materialer, overskudsmaterialer o.a.
4. Hovedparten af materialer forudsættes at kunne tilvejebringes som materialer fra land, dvs. mere end 2 mio. m<sup>3</sup>.
5. Materialer fra land dozes ud i vandet.
6. I forbindelse med færdiggørelse af etaper vil der ske en intensivering af opfyldningen til nye havnearealer typisk ved anvendelse af marine sandmaterialer tilført med skib/pram fra f.eks. Hals Barre.
7. Der tilføres mindre end 1 mio. m<sup>3</sup> marine sandmaterialer.
8. Tilførsel af marine materialer sker for størstedelens vedkommende ved indpumpning til lukkede bassiner (bag spuns, stenkastning med bagfyld eller lignende).
9. Der foretages uddybning på samlet 2,0 mio. m<sup>3</sup> ved projektet (uddybning foran bolværk).
10. Uddybningen foretages med spandkædemaskine og/eller backhoe og/eller grab (mekanisk oprensingsmateriel).
11. Det forudsættes, at gytje kan deponeres på eksisterende depoter under eksisterende tilladelse.

## 2. Eksisterende forhold

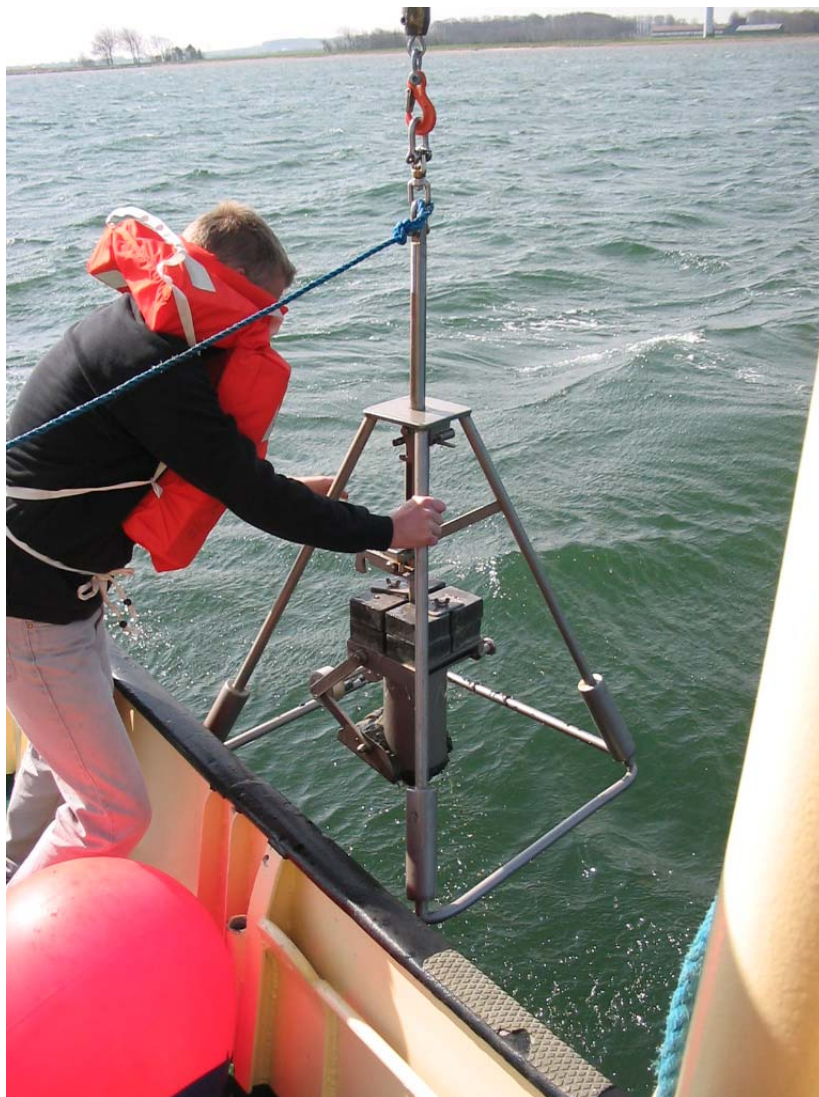
Der er indsamlet bundprøver fra fire positioner ved anlægsområdet. Positionerne er vist på figur 2.1.



Figur 2.1. Lokalteter af prøvetagning

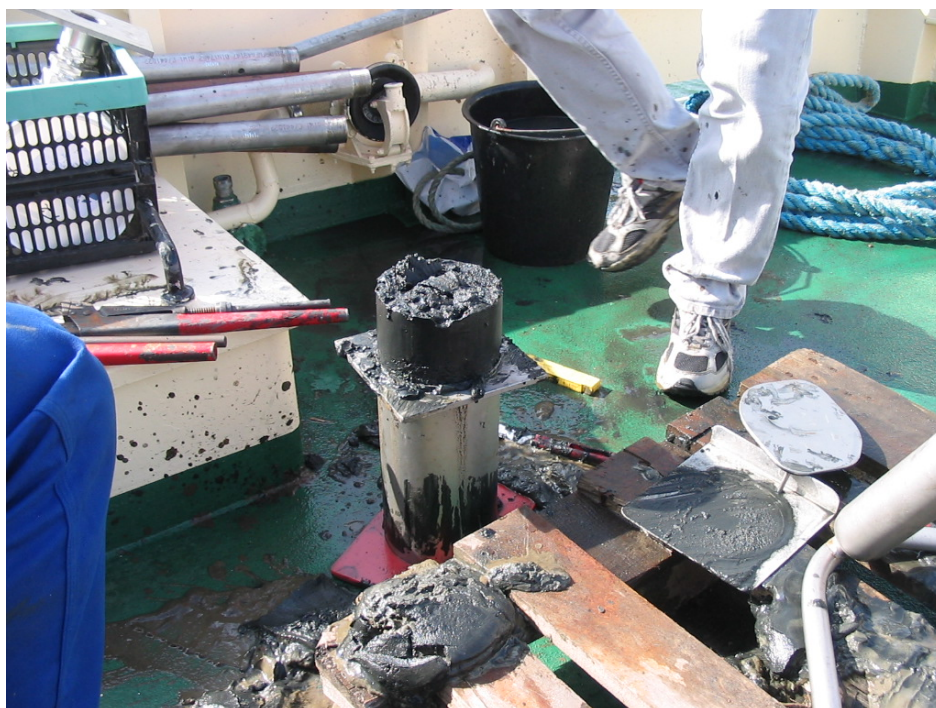
Der er på hver af de fire lokaliteter taget prøver i to dybder.

Overfladenære prøver er taget med en HAPS-prøvetager i en dybde på ca. 20-30 cm. Der er taget en prøve af det øverste sediment, hvor de øverste 1-2 cm overfladesediment dog er fjernet.



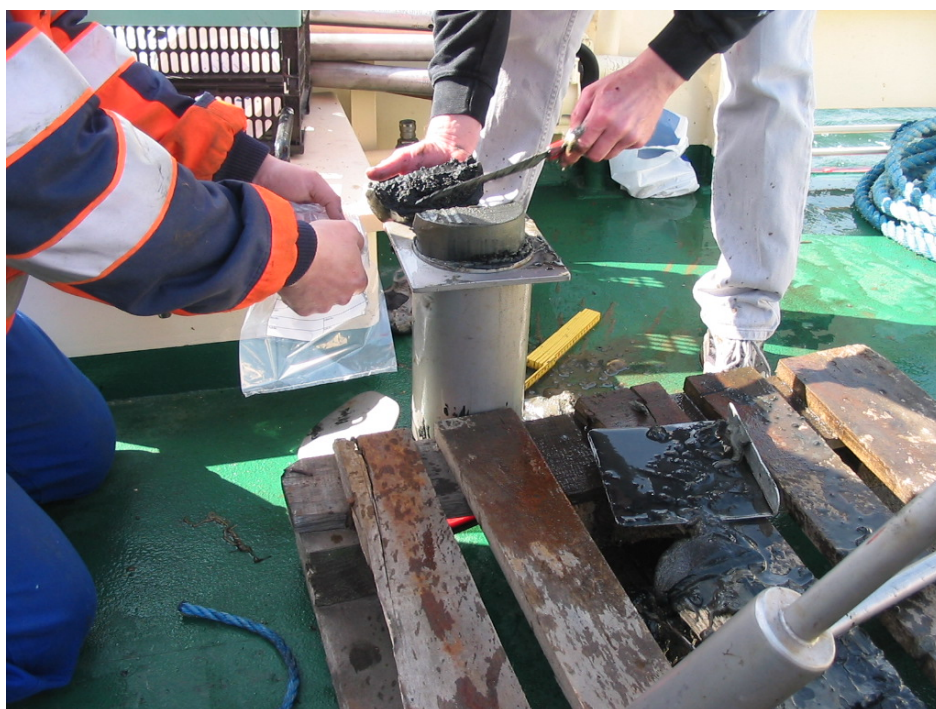
*Figur 2.2. Haps-prøvetager nedsænkes fra skib*

Dybere prøver på T2-150 er taget med en "modificeret HAPS", hvilket vil sige at det er nedpresse et  $\varnothing$  40 mm rør til ca. 1 m dybde. Denne prøve er således optaget ca. 0,90-1,20 m under havbunden. På dybder over 1 m viste metoden sig ikke brugbar, idet der uanset rørlængde kun var ca. 1 m prøvemateriale i røret.



*Figur 2.3. Sedimentprøver udtaget med HAPS-prøveudtager*

Ved de øvrige lokaliteter blev derfor anvendt en anden metode. Der blev nedpresset et plastrør til ca. 2 m under havbund, som efterfølgende blev renspulet. Inden i dette rør blev der herefter nedpresset et stålrør til optagning af prøvemateriale. Disse tre prøver er optaget indenfor et interval på ca. 2-2,5 m under havbunden. De nederste og øverste 5-10 cm af sedimentprøven blev kasseret.



*Figur 2.4. Sedimentprøve overføres til prøvepose*

Analyseresultaterne af prøverne ses i tabel 2.1. I tabel 2.1 er til sammenligning medtaget en klassifikation af rent jord. Der refereres her til "Vejledning om håndtering af overskudsjord" udarbejdet af Nordjyllands Amt, juni 2001.

Transekt	Afstand fra nyt bolværk	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2				Rent jord
		0	0	150	150	0	0	150	150	OF	B	Alle	
		OF	OF	OF	OF	B	B	B	B				
TS	%	65,1	44,8	44,8	52,5	53,9	47,0	33,9	42,4	51,8	44,3	48,1	
Gløderest	%	97,1	93,6	93,1	95,1	93,2	90,3	84,9	89,4	94,7	89,5	92,1	
COD	mg/kg	20.000	25.000	30.000	27.000	60.000	68.000	77.000	65.000	25.500	67.500	46.500	
BI-5	mg/kg	1200	630	1400	1200	560	510	670	1100	1108	710	909	
Tot-N	mg/kg	750	1.100	1.100	880	1.300	2.300	2.100	1.700	958	1.850	1.404	
NH4-N	mg/kg	3,7	17	17	16	68	99	120	98	13	96	55	
Tot-P	mg/kg	270	340	350	310	157	273	400	300	318	283	300	
Orto-P	mg/kg	130	160	150	160	63	110	110	140	150	106	128	
Cd	mg/kg TS	0,26	0,32	0,46	0,29	0,47	1,43	0,89	0,50	0,33	0,82	0,58	< 0,5
Hg	mg/kg TS	0,040	0,021	0,026	0,024	0,140	0,700	0,031	0,113	0,028	0,246	0,137	<1
Pb	mg/kg TS	8,4	13,2	17,5	14,6	9,1	127	18,1	28,5	13,4	45,7	29,6	<40
Cr	mg/kg TS	7,1	14,5	16,7	12,4	16,9	28,5	30,8	16,8	12,7	23,3	18,0	<500
Ni	mg/kg TS	5	9,8	11,2	8,3	10,8	19,2	19,3	11,4	8,6	15,2	11,9	<30
Zn	mg/kg TS	32,2	44,6	63,3	48,8	31,4	115	55,8	46,9	47,2	62,3	54,8	<500
Cu	mg/kg TS	5,8	9,9	13,7	10,3	9,4	25,7	17,1	11,5	9,9	15,9	12,9	<500
Sn	mg/kg TS	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	
As	mg/kg TS	2,8	5,7	6	4,3	2,7	4,5	10,7	4,4	4,7	5,6	5,1	
TBT	µg/kg TS	19	17	50	55	< 1	< 1	< 1	< 1	35	< 1	18	
densitet	kg/m3	1.630	1.300	1.250	1.330	1.360	1.340	1.200	1.270	1.380	1.290	1.340	
D10	µm		3,90			6,77	4,82	10,90	4,14	4	7	6	
D50	µm		32,31			78,68	41,43	533,8	37,72	32	173	145	
D90	µm		75,04			560,76	429,26	1691,07	399,26	75	770	631	
Tør rumvægt	kg TS /m3	1.061	582	560	698	733	630	407	538	725	577	651	
korndensitet	kg/m3	2.460	2.060	1.810	1.900	1.970	2.170	1.970	2.010	2.057	2.028	2.042	

Tabel 2.1. Resultat af prøvetagning. "rent jord" refererer til "Vejledning om håndtering af overskudsjord", Nordjyllands Amt, juni 2001

Materialet er vurderet geologiske under prøveudtagningen og beskrives som gytje. Prøverne består af uorganisk materiale med kohæsive egenskaber og organisk materiale. Gytjen har et forholdsvist lavt tørstofindhold på 34-65%.

Der er registreret BI-5 på 510-1400 mg/kg. Glødetabet er 3-15%. Der er registreret et ganske højt COD, der er 17 til 127 gang større end BI-5. Den høje COD kan være forårsaget af et kemisk iltforbrug eller af et højt indhold af svært omsætteligt organisk stof, der kan oxideres kemisk men ikke umiddelbart nedbrydes biologisk.

Materiale fra overfladen kan i relation til tungmetaller betegnes som "rent", se tabel 2.1. Der er i to af de dybere prøver fundet forhøjet indhold af cadmium og bly. Da de overliggende lag ikke er kontamineret anses dette for et naturligt niveau, der ikke er forårsaget af menneskelig aktivitet i området. Indholdet af tin er under detentionsgrænsen ( $< 1$  mg/Sn TS) med den anvendte analysemetode.

Der er i alle overfladeprøverne fundet spor af TBT i niveauet 17-55  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TS. I de dybe prøver er der ikke fundet TBT over detektionsgrænsen på 1,0  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TS. Indholdet af TBT i de overfaldenære prøver er givet et resultat af skibstrafik i det eksisterende havneområde og/eller Langerak i øvrigt



### **3. Kort- og langsigtede virkninger på miljøet**

#### **3.1 0-alternativ**

Ved 0-alternativet foregår der hverken anlægsaktiviteter eller driftsaktiviteter udover hvad der finder sted i dag. Denne påvirkning er derfor ikke undersøgt separat.

##### *3.1.1 Anlæg*

Dette alternativ omfatter ikke anlægsaktiviteter der medfører spild.

##### *3.1.2 Drift*

Dette alternativ omfatter vedligeholdelse i form af en løbende oprensning af størrelsesordenen 20-30.000 m<sup>3</sup>/år.

##### *3.1.3 Tiltag til minimering af påvirkningen på miljøet*

Intet at bemærke.

#### **3.2 0+ -alternativ**

##### *3.2.1 Anlæg*

Dette alternativ betragtes som en delmængde af Projektet.

##### *3.2.2 Drift*

Ved udbygning svarende til 0<sup>+</sup>-alternativet foregår der kun oprensning af hensyn til besejlingsforholdene. Spildet fra oprensningen er kvantitativt lille i forhold til de spild, der vil forekomme i forbindelse med anlægsaktiviteterne. Denne påvirkning er derfor ikke undersøgt separat.

##### *3.2.3 Tiltag til minimering af påvirkningen på miljøet*

Opfyldning på landsiden af fremtidige bolværker bør foretages i lukkede bassiner. Bassinerne bør på søsiden afgrænses af spuns eller bagfyldte stenkastninger. Herved vil materiale der bringes i suspension under tilførselen kun i ringe grad frigives til det omgivende miljø.

Ved uddybningsarbejder fjernes der materiale foran det nye bolværk. Disse materialer indeholder et vist organisk materiale (10-15% af TS). Afgravningen bør derfor i videst muligt omfang udføres med mekanisk gravemateriel, mens hydrauliske gravemetoder bør undgås. Derved minimeres spredningen, idet strukturen i materialet nedbrydes mindst muligt.

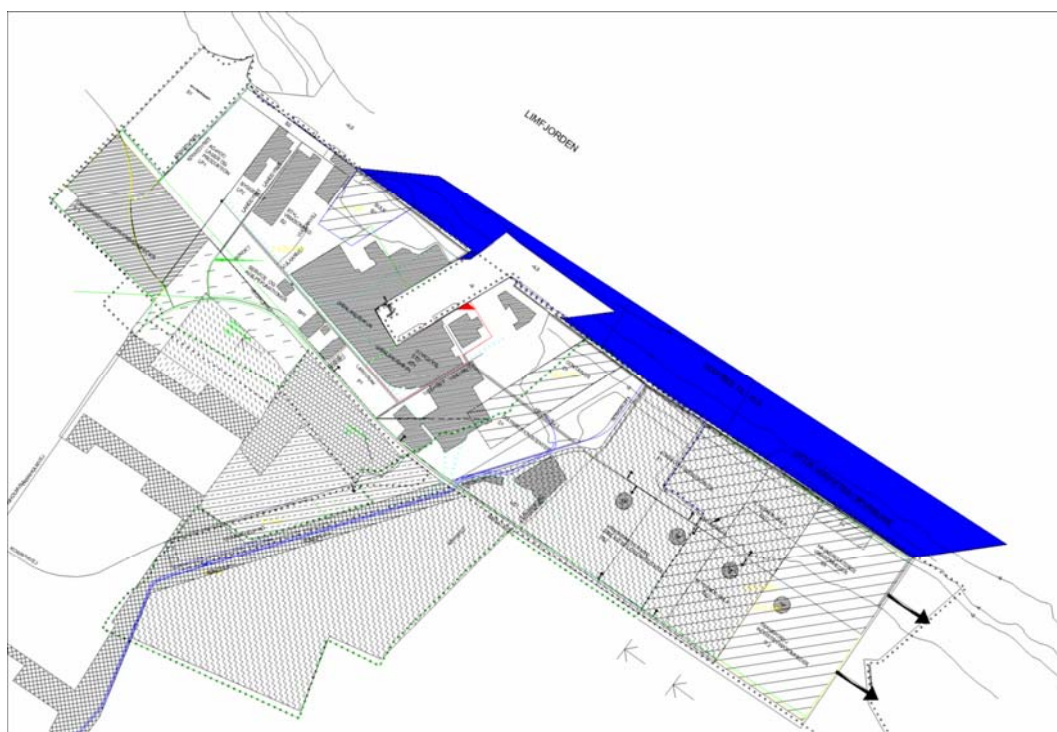
#### **3.3 Projekt**

Der er gennemført en analyse af eksisterende tilgængelige geotekniske data. På baggrund af de geologiske oplysninger er omfanget af graveområde inddelt i 3 delområder, som vist på figur 3.1.

På baggrund heraf er følgende volumener estimerede:

- Område 1) Sand - 179.000 m<sup>3</sup> og gytje 892.000 m<sup>3</sup> (total 1.071.000 m<sup>3</sup>)
- Område 2) Ler - 97.000 m<sup>3</sup> og gytje 430.000 m<sup>3</sup> (total 527.000 m<sup>3</sup>)
- Område 3) Gytje 75.000 m<sup>3</sup>
- Område 4) Gytje 318.000 m<sup>3</sup>

Der er anvendt følgende forudsætninger. Der afgraves til kote ca. -10 udenfor fremtidigt bolværk svarende til ca. 280 meter ud i Limfjorden fra fremtidigt bolværk til sejlrunden. Graveområdet er lokaliseret omkring det ca. 2.400 meter lange nye bolværk samt området omkring den eksisterende havn. Volumenerne er beregnet på grundlag af profilsnit (der dog ikke er fuldstændigt dækkende for hele området). Der er en tendens til at aflejringerne dykker fra kysten imod Langerak. Der er derfor ikke de store volumener af andre materialer end gytje.



Figur 3.1. Områder anvendt ved beregning af afgravningsvolumener i forbindelse med sejlrundeudbygning

Bestemmelse af sedimentfrigivelsen kræver, at anlægsscenariet i en vis udstrækning er kendt. Denne aktivitet er derfor baseret på de forudsætninger, der er angivet nedenfor.

Spredningsberegningerne er gennemført på grundlag af strømfelter beregnet i baggrundsnotatet til VVM'en "Hydrografi", ref. /1/.

### 3.3.1

#### Anlæg

Ved Projektet er der identificeret en række aktiviteter, der giver anledning til spild. Nedenstående anføres de anlægsarbejder, der giver anledning til sedimentspredning i forbindelse med etablering af Projektet.

Aktivitet	Lokalitet	Materiale	Varighed	Mængde	Spildprocent	Spild
1 Blødbundsudskiftning	I spunslinien	Gytje	~100 døgn	~100.000 m <sup>3</sup>	3 %	3000 m <sup>3</sup>
2 Tilbagefyldning, spuns	I spunslinien	Sand	~100 døgn	~100.000 m <sup>3</sup>	5 %	5000 m <sup>3</sup>
3 Opfyldning af havnearealer	Bag spuns og stenkastning	Sand eller andet stabilt materiale	>600 døgn	3 mio. m <sup>3</sup>	0,5 %	15.000 m <sup>3</sup>
4 Uddybning foran bolværk	Foran nyt bolværk	Gytje mm.	~200 døgn	2 mio. m <sup>3</sup>	3 %	60.000 m <sup>3</sup>

Tabel 3.1 Anlægsaktiviteter

Spildet er fremkommet på grundlag af en anslået spildprocent. Spildprocenten er bl.a. afhængig af afgravningsmetode og typen af håndteret materialemateriale. Erfaringer fra Øresundsforbindelsen og udvidelsen af Århus Havn viser at spildprocenten kan holdes under 3-5% med mekaniske gravemetoder.

Ved udvidelsen af Aalborg Østhavn er der anslået spildprocenter for de forskellige aktiviteter. For afgravning i gytje er spildprocenten sat til 3%. Dette spild er fastsat under hensyn til, at materialet fra prøvetagningen beskrives som sammenhængende. For sand er der anvendt en spildprocent på 5% ved mekanisk håndtering (aktivitet 2 i tabel 3.1) og 10% ved hydrauliske håndtering (aktivitet 3 i tabel 3.1). Ved indfyldning til selve havneområdet tilføres materialet til lukkede bassiner. Spildet er her meget lille og spildprocenten er sat til 0,5%. Alle spildprocenter anses for at være konservative (ikke undervurderede).

#### Ad 1)

Det antages, at der i hele eller i dele af spunslinien vil være nødvendigt at foretage en udskiftning af blødbund umiddelbart bag bolværkslinien for at reducere risikoen for sætninger i dette område. Afgraves der 25 m<sup>3</sup> gytje pr. løbende m spuns, bliver det samlede volumen maksimalt 100.000 m<sup>3</sup>. Spildet antages at være 3%. Denne mængde er lille i forhold til mængderne der håndteres i forbindelse med uddybningen foran bolværket og ud til sejlrunden i Langerak. Det materiale, der afgraves, formodes at være finpartikulært med et relativt højt indhold af organisk stof. Det må derfor formodes, at dette materiale har en lav faldhastighed og dermed kan holde sig i suspension længe. Denne aktivitet betragtes som en "delmængde" af aktiviteterne ved uddybningen foran bolværket (se efterfølgende).

#### Ad 2)

Efter fjernelse af blødbund bag bolværkslinien tilbagefyldes med et tilsvarende volumen sand. Materialet formodes at blive tilført fra overfladen. Denne aktivitet kan medføre en forholdsvis høj spildrate. Omvendt vil det tilførte sand have en væsentlig større kornstørrelse. Spildet er derfor antaget til 5%. Arbejdet forventes udført i etaper under lave produktionsrater (~1.000 m<sup>3</sup>/døgn). Denne mængde er lille i forhold til mængderne, der håndteres i forbindelse med uddybningen foran bolværket og ud til sejlrunden i Langerak.

#### Ad 3)

Opfyldning af landarealerne ved havnen medfører tilførsel af ca. 3 mio. m<sup>3</sup> over hele anlægsperioden. Hovedparten af materialet tilføres landværts og dozes ud i vandet. Op til 1 mio. m<sup>3</sup> tilføres søværts. Det er antaget, at tilførslen ved indpumpning vil ske til lukkede bassiner. Det antages at disse bassiner afgrænset af spuns og/eller bagfyldte stenkastninger. Derved vil bassiner fungere som lukkede sedimentationsbassiner. Overskudsvand og vand, der tilføres bassinet ved indpumpning, vil "sive" ud af bassinet. Det antages derfor, at spildprocenten er under 0,5 %. Udbygningstakten kan forventes at være meget varierende afhængig af efterspørgslen på havnearealer. Der forventes et interval fra "lejlighedsvis" tilførsel fra land til intens søværts tilførsel i

størrelsesordenen 5.000 m<sup>3</sup>/dag (givet ved den maksimale udgravede mængde af én gravemaskine).

Ad 4)

Der etableres tilstrækkelig, navigationsmæssig vanddybde (10 m) foran det nye bolværk. Derved skal der i alt afgraves ca. 2,0 mio. m<sup>3</sup> hovedsageligt gytje. Afgravningen finder sted "uafskærmet". Der antages derfor et spild på 3%. Dette spild er fastsat under hensyn til, at materialet er vurderet geologisk under prøvetagningen og beskrives som sammenhængende (klistret). Uddybningen antages at finde sted i etaper under relativ intensiv afgravning. Der forventes en produktionsrate på 5.000-10.000 m<sup>3</sup>/dag. Der er som grundlag for de efterfølgende beregninger konservativt (maksimal belastning) antaget gennemsnitlige daglige produktionsrate på 10.000 m<sup>3</sup>/dag.

Af tabel 3.2 ses, at aktivitet 5 er den anlægsaktivitet, der giver anledning til det største spild både hvad angår mængde og intensitet. Herudover er materialet, der håndteres ved denne aktivitet, gytje, som har et relativt højt organisk indhold og lav faldhastighed, hvorved sedimentet kan holdes i suspension længst og transporteres forholdsvist langt.

Denne aktivitet antages derfor at afgrænse den kraftigste miljøbelastning, der forekommer i forbindelse med anlægsarbejderne og undersøges nærmere ved numerisk modellering, som beskrevet i Bilag A. Beregningerne er udført på grundlag af strømfelter for en sommerperiode, men analyser viser, at perioden med rimelighed kan anvendes for hele året, se bilag A.

Resultatet af beregningerne ses i bilag B. Der er vist to eksempler på "øjebliksbilleder" af koncentrationsfelter ved hhv. østgående og vestgående strøm. Koncentrationsfeltet er en middelværdi over 1-times simulering.

Der er vist et gennemsnits koncentrationsfelt. Dette felt viser den gennemsnitlige koncentration under hele graveetapen.

Der er vist overskridelseshyppigheder af koncentrationerne 2, 5, 10 og 15 mg/l. Overskridelseshyppighederne er givet som % af tiden under gravearbejdet, hvorunder den angivne koncentration er overskredet. Disse koncentrationer har en række implikationer for miljøet som beskrevet i /3/:

- 2 mg/l Laveste synlige koncentration
- 5 mg/l Synlig koncentration
- 10 mg/l Fisk flygter/skræmmes
- 15 mg/l Problemer for fugles sigt (fouragering)

Resultaterne viser, at sedimentfaner på op til 2 mg/l kan strække sig fra Rærup til Hals med en hyppighed på op til 10% af tiden (ca. 3 døgn pr. etape). 2 mg/l er en ganske lav koncentration, der er grænsen for synlige faner ved afgravning fundet i forbindelse med afgravning i kalk i Øresund. Denne værdi vurderes at være konservativ (forsigtig) i forbindelse med afgravning af gytje. Anvendes i stede 5 mg/l vil fanen strække sig fra Nordjyllandsværket til Storvorde med en hyppighed på op til 10% af tiden. Koncentrationer på op til 10 mg/l kan tilsvarende strække sig 1-2 km uden for anlægsområdet.

Efter anlægsarbejdets ophør klinger koncentrationerne forholdsvist hurtigt af og når overalt under synlige koncentrationer indenfor 1-3 døgn afhængig af vejr- og strømforholdene.

De beregnede koncentrationer er omregnet til en skyggevirksomhed som beskrevet i bilag A. Skyggevirksomheden er den procentvise reduktionen af lysintensitet fra vandoverfladen ned til bunden som vist i bilag B. Ålegræs kræver, at ca. 11% af den lysmængde der

er til rådighed ved overfladen findes ved bunden. Områder hvor lysmængden ved bunden reduceres fra et niveau over 11% til et niveau under 11% er identificeret og vist. Det samlede areal er ca. 0,11 km<sup>2</sup>, Omkring halvdelen af arealet er lokaliseret umiddelbart ved graveområdet, mens det resterende areal er beliggende i Langerak. I praksis vil det betyde, at voksegrænsen for ålegræs tilbagerykkes horisontalt 0-3 m i Langerak. Det skal pointeres at de enkelte graveetaper har en varighed af ca. 1 måned hvorfor påvirkningen også begrænser sig til en tilsvarende periode.

Der er vist sedimentationsfelter. Sedimentationsfelterne angiver mængden af sedimenteret materiale som følge af graveaktiviteterne under én etape.

Der forekommer under én etape pålejninger af sediment på 0,5-1 cm på havbunden. Pålejninger i denne størrelsesorden forekommer foran det nuværende og kommende havneområde og op til 1 km øst herfor.

### 3.3.2 *Drift*

Ved fuld udbygning svarende til Projektet foregår der kun vedligeholdelsesoprensning af hensyn til besejlingsforholdene. Spildet fra oprensningen er kvantitativt lille i forhold til det spild, der vil forekomme i forbindelse med anlægsaktiviteterne. Der er en række forhold der kan påvirke det fremtidige oprensningsbehov, bl.a.:

- Det uddybede areal øges, hvilket kan medføre øget oprensningsmængden.
- Bolværket forlænges/strømlinies, hvilket kan medføre bedre selvrensning og dermed mindre oprensningsbehov.

Oprensningsbehovet er dog i nogen grad bestemt af den naturlige materialevandring langs Limfjordens sydlige bred. Denne forventes ikke ændret markant, jf. /2/. Der forventes derfor ikke at ske en markant ændring i oprensningsbehovet. Udbygningens indflydelse på vedligeholdelsesudbygning er dog ikke undersøgt separat.

### 3.3.3 *Tiltag til minimering af påvirkningen på miljøet*

Opfyldning foretages normalt i lukkede bassiner. Bassinerne kan på søsiden afgrænses af spuns eller bagfyldte stenkastninger. Herved vil materiale, der bringes i suspension under tilførselen kun i ringe grad frigives til det omgivende miljø

Ved uddybningsarbejder fjernes der materiale foran det nye bolværk. Disse materialer indeholder et vist organisk materiale (10-15% af TS). Afgravningen bør derfor i videst muligt omfang udføres med mekanisk gravemateriel, mens hydrauliske gravemetoder bør undgås. Derved minimeres spredningen, idet strukturen i materialet nedbrydes mindst muligt.

#### **4. Manglende oplysninger**

Udbygningstakten er bestemt af efterspørgslen efter havnearealer. Denne efterspørgsel er bestemt af en lang række udefra kommende faktorer, som ikke er kendt på nuværende tidspunkt. Det faktiske udbygningsscenarium kendes derfor ikke. Beregningerne er gennemført for en moderat "worst case" aktivitet.

## 5. Referencer

- /1/ Aalborg Havn, VVM Aalborg Havn, Hydrografi, 2004.10.13
- /2/ Aalborg Havn, VVM Aalborg Havn, Kystmorfologi, 2004.10.13
- /3/ Møller, A.L. og Edelvang, K. (2000): Havmøllepark ved Rødsand, VVM-redegørelse, Baggrundsrapport nr. 1. Dansk Hydraulisk Institut.
- /4/ Dyer, K. R.; A. J. Manning: Observation of size, settling and effective density of flocs, and their fractal dimensions, Journal of sea research 1999.
- /5/ Stæhr, P.A., Vang, T., Angantyr, L.A., Holm, I.H., Pedersen, V. & Boel, B.: Interkalibrering af marine målemetoder 2002. Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU 425, 2002.
- /6/ NOVANA, Marin overvågning 2004 – 2009, Vandmiljø i Limfjorden 2004. Limfjordsovervågningen: Ringkjøbing Amt, Viborg Amt, Nordjyllands Amt, Maj 2005
- /7/ Chesapeake Bay, Submerged Aquatic Vegetation Water Quality and Habitat-Based Requirements and Restoration Targets: A Second Technical Synthesis, United States Environmental Protection Agency for the Chesapeake Bay Program, August 2000
- /8/ <http://www.limfjord.dk/> [database] pr. 09-06-2005.
- /9/ "Vandmiljø i Limfjorden - NOVA Marin overvågning 1998-2003", Ringkjøbing Amt, Viborg Amt, Nordjyllands Amt, 2001, 2002, 2003
- /10/ I/s Fællesværk ved Vensysselværket, Kølevandsundersøgelse, Oktober 1980, DHI for i/s Nordkraft.

## Bilag 1

### Modelopsætning

Underpunkterne:

- 1.1 Hydrografi
- 1.2 Kildestyrke
- 1.3 Sedimentationshastighed
- 1.4 Lysdæmpning

Nærværende bilag indeholder baggrund og dokumentation for opsætningen af Mike 21 modellen til modellering af transport og spredning af materiale spildt i forbindelse med udbygning af Aalborg Østhavn.

#### 1.1 Hydrografi

I forbindelse med spredningsvurderingen anvendes et modeleret strømfelt, der svarer til de strømforhold, der kan forventes at forekomme under anlægsarbejderne. Spredningsberegningerne er gennemført på grundlag af strømfelter beregnet under "Hydrografi", ref. /1/. Da arbejderne typisk vil blive foretaget i sommermånederne eller på dage i øvrigt, hvor der ikke er hårdt vejr, er der valgt en rolig periode fra 5. maj 2004 til 5. juni 2004.

Perioden er karakteriseret ved at der netto er en vestgående strømning på 530.000 m<sup>3</sup>/mdr., hvor normalen (1988-2002) er 750.000 m<sup>3</sup>/mdr. Ved sammenligning af strømstatistik for den aktuelle modelberegning og målinger, /10/ ses, at der er samme fordeling mellem østgående og vestgående strøm (60% / 40%).

Det skal påpeges at afgravning i vinterhalvåret må afbrydes i perioder med meget vind, strøm og/eller bølger. Det vil sige, at under de sæsontypiske hydrografiske hændelser, der kendetegner vinterhalvåret, vil gravningen være indstillet. Det vurderes derfor, at den anvendte hydrografiske periode er repræsentativ for de forhold der er gældende under afgravning gennemført på et vilkårligt tidspunkt af året.

#### 1.2 Kildestyrke

Der graves i alt 2.000.000 m<sup>3</sup> med en intensitet på 10.000 m<sup>3</sup>/døgn. Afgravningen kan dermed gennemføres på 200 arbejdsdage fordelt over den samlede anlægsperiode. Det antages, at arbejdet underopdeles i 6 etaper af hver 400 m bolværk, samt en 7. etape for uddybning omkring den eksisterende havn. Det betyder, at hver etape vil være på 286.000 m<sup>3</sup> og gravearbejdet vil strække sig over ca. 29 døgn.

Der antages et spild på 3% af den afgravede mængde. Baggrunden for dette forholdsvis lave spild er, at materialet fra prøvetagningen er geologisk beskrevet som sammenhængende.

Prøver af sediment viser en tørstofindhold på 407-1061 kg/m<sup>3</sup>. Der regnes efterfølgende med gennemsnitsværdi på 651 kg/m<sup>3</sup>. Spildet udgør 300 m<sup>3</sup> pr. døgn svarende til 195.300 kg. Spildraten er derved 2,26 kg/s (fordelt på hele døgnet.)



Det samlede spild er beregnet til 10.500 m<sup>3</sup> svarende til 6.836 tons tørstof pr. etape og 63.000 m<sup>3</sup> eller 41.013 tons over hele byggeperioden

### 1.3 Sedimentationshastighed

Faldhastigheden for det spildte materiale har betydning for, hvor langt materialet kan transporteres, inden det aflejres på havbunden. Faldhastigheden er estimeret for de aktuelle forhold ved Aalborg Østhavn ved hjælp Stokes lov. Der er antaget en korndiameter på 10 µm, hvilket svarer til en mellemkornet siltfraktion. (90% af materialet er efter partikelnedbrydning med ultralyd fundet til 6 µm ved analyse). Det er antaget, at korndensiteten er 2.000 kg/m<sup>3</sup>. Prøvetagning viser en estimeret densitet på 1.810-2.460 kg/m<sup>3</sup>. Herved kan faldhastigheden beregnes til 5·10<sup>-5</sup> m/s. Denne parameter er dog bl.a. afhængig af materialets kohæsive egenskaber, hvilket er kornenes evne til at hæfte sammen og dermed danne større enheder (flokke) med andre fysiske egenskaber. Estimatet vurderes derfor at være konservativt (forsigtigt).

Der er i litteraturen angivet en række måleresultater for faldhastigheden af materialer med organiske indhold. I /4/ er angivet resultater af in situ målinger fra bl.a. Elbens munding. Målingerne er udført in situ ved anvendelse af specielle videokameraer. Det er ved denne metode muligt at bestemme partikeldiameter og faldhastighed direkte/optisk. Ved anvendelse af Stokes Lov er det herefter muligt at bestemme den effektive densitet.

Det konkluderes at store partikler/flokke har en lavere relativ densitet og er mere ustabile end mindre flokke. Målingerne fra tre forskellige estuarier viser en faldhastighed på 0,02 - 2·10<sup>-5</sup> m/s for flok størrelser på 20 - 800 µm. De observerede flokke består af primærpartikler. Det er angivet at faldhastigheden er 1·10<sup>-6</sup> m/s for primærpartikler med diameteren 0,7 - 1 µm, hvilket dog er noget mindre partikler end der er observeret i anlægsområdet. Der er ved Aalborg Havn udført partikelstørrelsesbestemmelse på i alt 5 prøver. D<sub>50</sub> for disse prøver er som gennemsnit 145 µm. Tilsvarende er D<sub>10</sub> fundet til 6 µm, hvilket betyder at 90% af masse findes som partikler større en 6 µm. Det skal påpeges at analyserne er udført efter 60 sek. ultralydsbehandling, som har til formål at nedbryde partikelgrupper til primærpartikler.

I de gennemførte beregninger er anvendt den laveste faldhastighed på 2·10<sup>-5</sup> m/s der er den mindste værdi refereret i /4/, hvilket anses for en konservativ (forsigtig) betragtning. Denne værdi er i øvrigt i god overensstemmelse med værdien, der indledningsvist blev estimeret i dette afsnit for forholdene ved Aalborg Østhavn.

### 1.4 Lysdæmpning

Lysdæmpningen beregnes i MIKE 21 modellen. Modellen beregner lysdæmpningen (p) ved bunden.

Lysintensiteten (I<sub>z</sub>) ved bunden er givet ved et eksponentielt udtryk:

$$I_z = I_0 \cdot \exp(-K_d \cdot Z)$$

Hvor:

I<sub>0</sub> er lysintensiteten på vandoverfladen.

K<sub>d</sub> er lysdæmpningskoefficienten.

Z er vanddybden.

Lysdæmpningskoefficienten K<sub>d</sub> der sammensat af to bidrag:

$$K_d = K_w + k_{ts} \cdot C_{ts}$$

Hvor:

$K_w$  er baggrundsbidrag fra vandet (med organisk stof, bobler etc.).

$k_{ts}$  er bidrag som følge af suspenderet stof.

$C_{ts}$  er koncentrationen af suspenderet stof (tørstof).

Lysdæmpningen  $P$  er givet ved

$$P = [1 - (\exp(-K_d \cdot Z) / \exp(-K_w \cdot Z))] \cdot 100\% = [1 - \exp(k_{ts} \cdot C_{ts} \cdot Z)] \cdot 100\%$$

Værdierne for  $K_w$  og  $k_{ts}$  skal herefter bestemmes mens  $C_{ts}$  er beregnet af modellen udfra de aktuelle koncentrationer (resultaterne af spredningsberegningen).

Som baggrundsværdi for lysdæmpningen tages der udgangspunkt i målinger af sigtedybde. Sigtedybden er især påvirket af mængden af planktonorganismer og af mængden af naturligt ophvirvlet sediment fra fjordbunden. I /6/ er der vist årstidsvariationer af sigtedybder og det vises her at sigtedybderne har maks./min. på forskellige tidspunkter på året afhængig af hvad der forårsager lysdæmpningen. Der er foretaget målinger af sigtedybder i Langerak ved Mou (Mou Havn - st.nr. 3718-1) , /8/. Middelværdien for perioden 1982-2003 er ca. 3,1 m. I /5/ er der angivet følgende sammenhæng:

$$K_d = 2,3 / \text{Sigtedybde}[\text{m}].$$

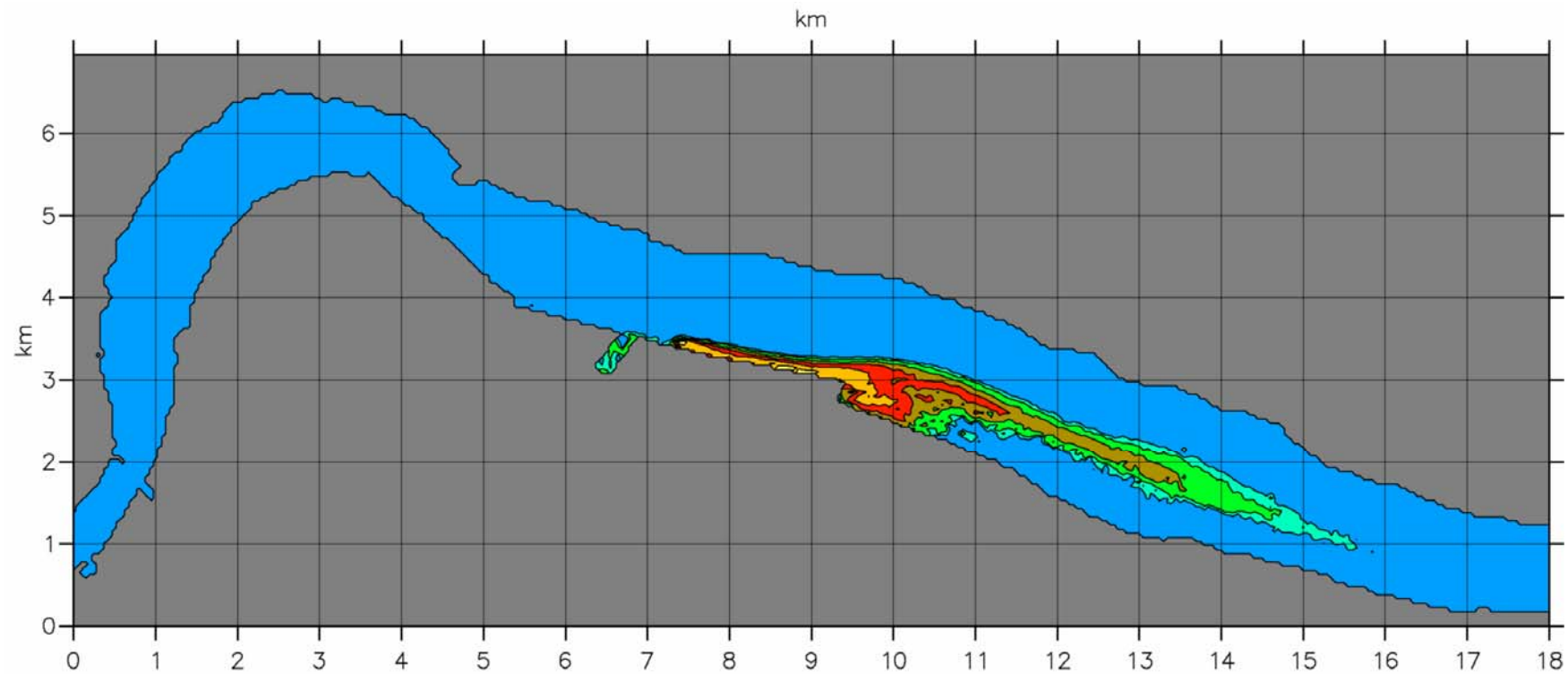
Heraf fås  $K_d = K_w = 0,74 \text{ m}^{-1}$ . ( $K_w$  er lig med  $K_d$  da målingerne i /8/ alene skyldes baggrundsdæmpningen uden indflydelse af spildt materiale.)

Der er i /7/ gennemført et litteraturstudium af  $k$ -værdier. Der er i /7/ refereret værdier for  $k_{ts}$  i intervallet  $0,013-0,101 \text{ m}^2/\text{g}$ . Det konkluderes at de observeres værdier samles omkring værdien  $0,06 \text{ m}^2/\text{g}$ , som er anvendt i beregningerne

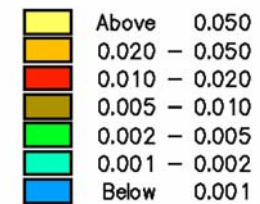
## Bilag 2

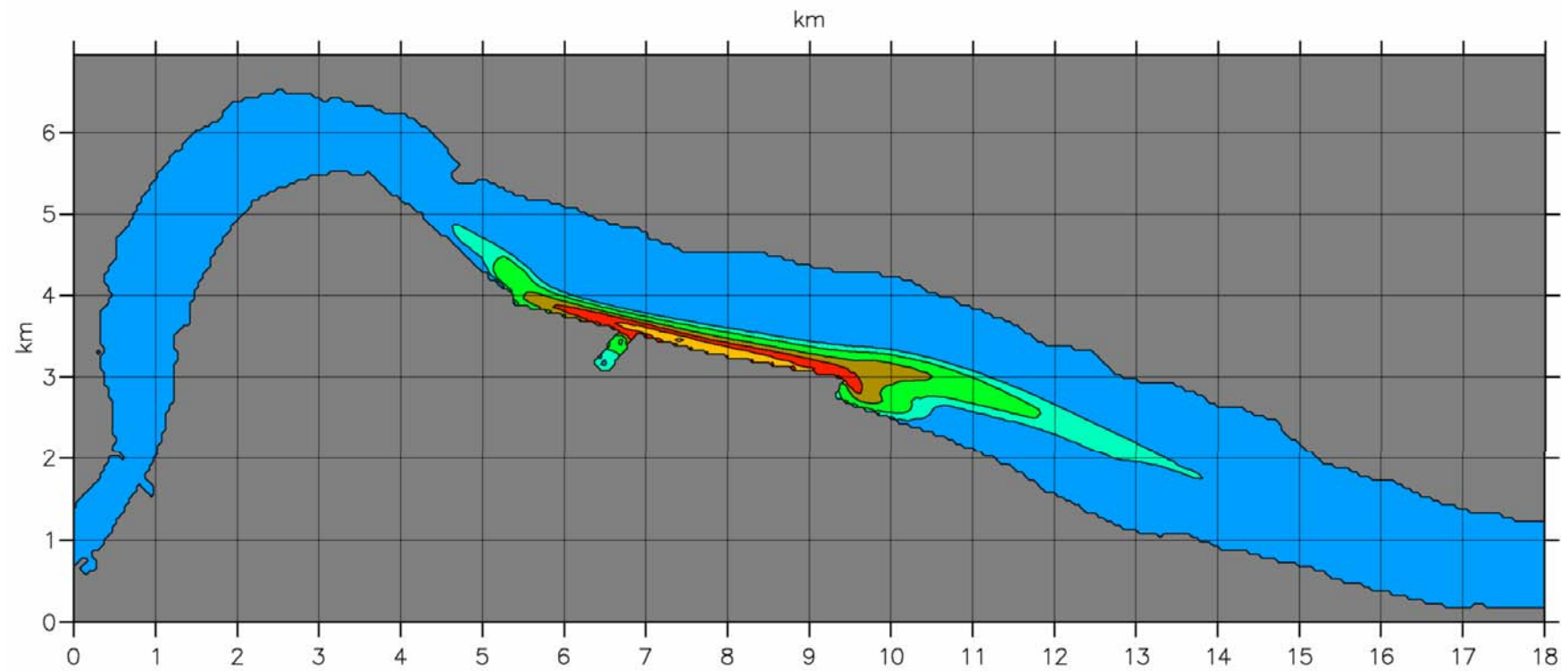
### Modelresultater

- Figur 2.1. Koncentration (g/l), Østgående strøm. (17-05-2004, 04:00)
- Figur 2.2. Middelkoncentration (g/l)
- Figur 2.3. Koncentration (g/l), Vestgående strøm. (20-05-2004, 20:00)
- Figur 2.4. Overskridelseshyppighed af koncentrationen 2 mg/l (% af tid).
- Figur 2.5. Overskridelseshyppighed af koncentrationen 5 mg/l (% af tid).
- Figur 2.6. Overskridelseshyppighed af koncentrationen 10 mg/l (% af tid).
- Figur 2.7. Overskridelseshyppighed af koncentrationen 15 mg/l (% af tid).
- Figur 2.8. Lysdæmpning (%). Procentvis ændring af lysintensiteten ved bunden i forhold til hvad den ville have været.
- Figur 2.9. Områder hvor lysintensiteten ved bunden reduceres fra over 11% til under 11% af lysintensiteten ved overfladen.
- Figur 2.10. Sedimentation forårsaget af udbygning af en etape. (Kg/m<sup>2</sup>).

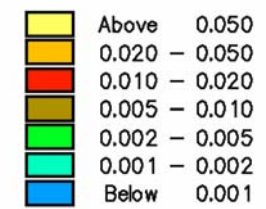


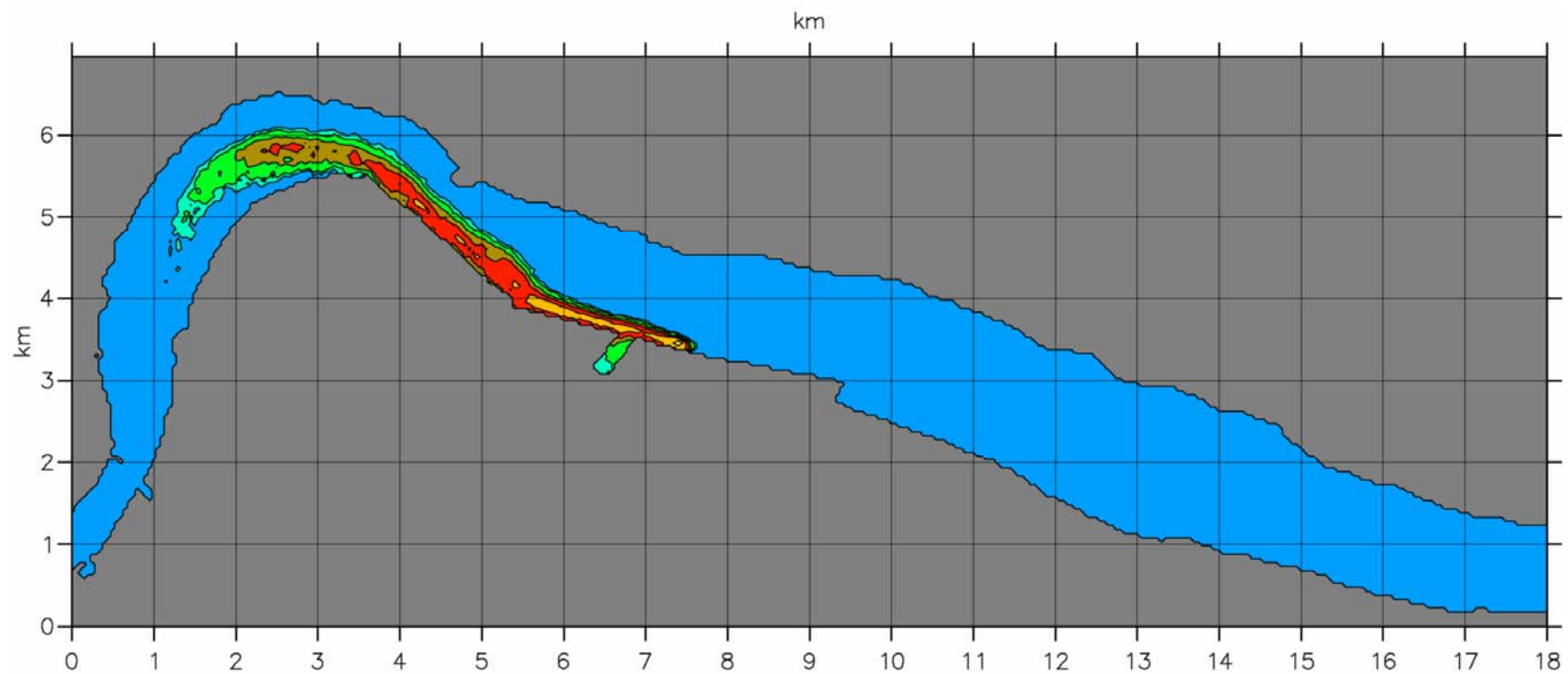
**Figur 2.1**  
 Koncentration (g/l), Østgående strøm. (17-05-2004, 04:00)



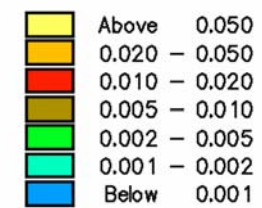


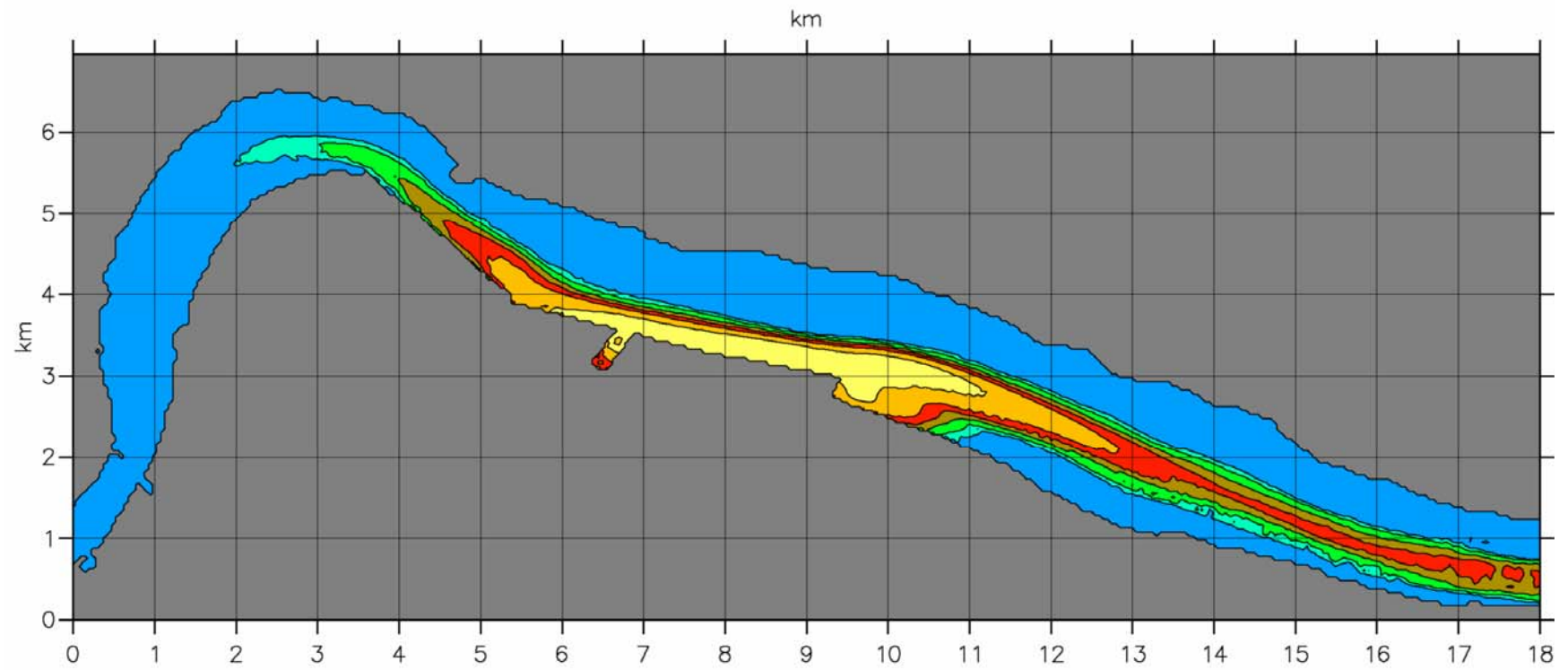
**Figur 2.2**  
*Middelkoncentration (g/l)*



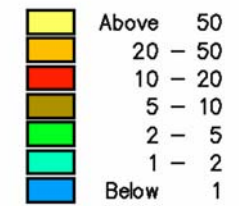


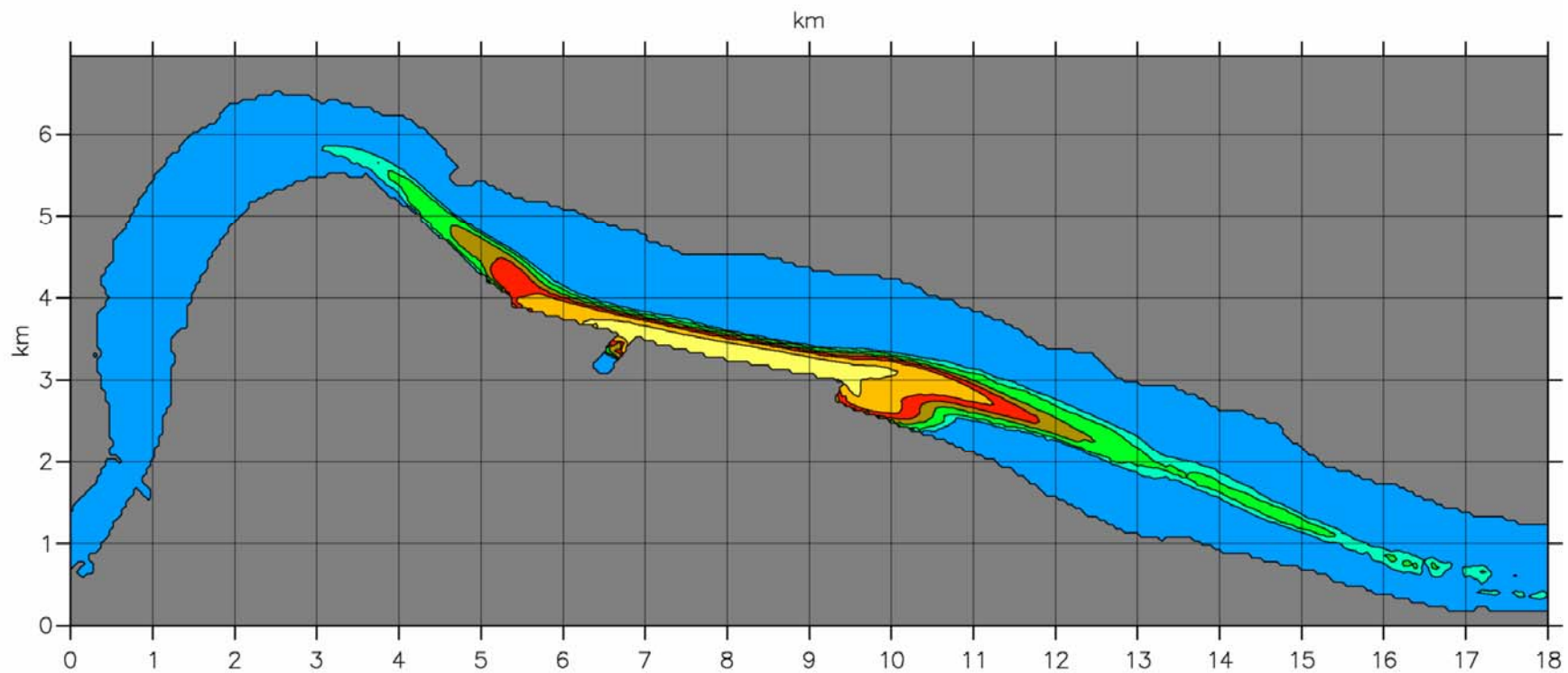
**Figur 2.3**  
*Koncentration (g/l), Vestgående strøm. (20-05-2004, 20:00)*



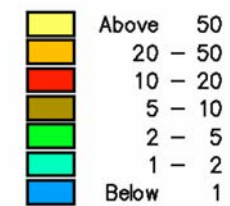


**Figur 2.4**  
 Overskridelseshyppighed af koncentrationen 2 mg/l (% af tid)

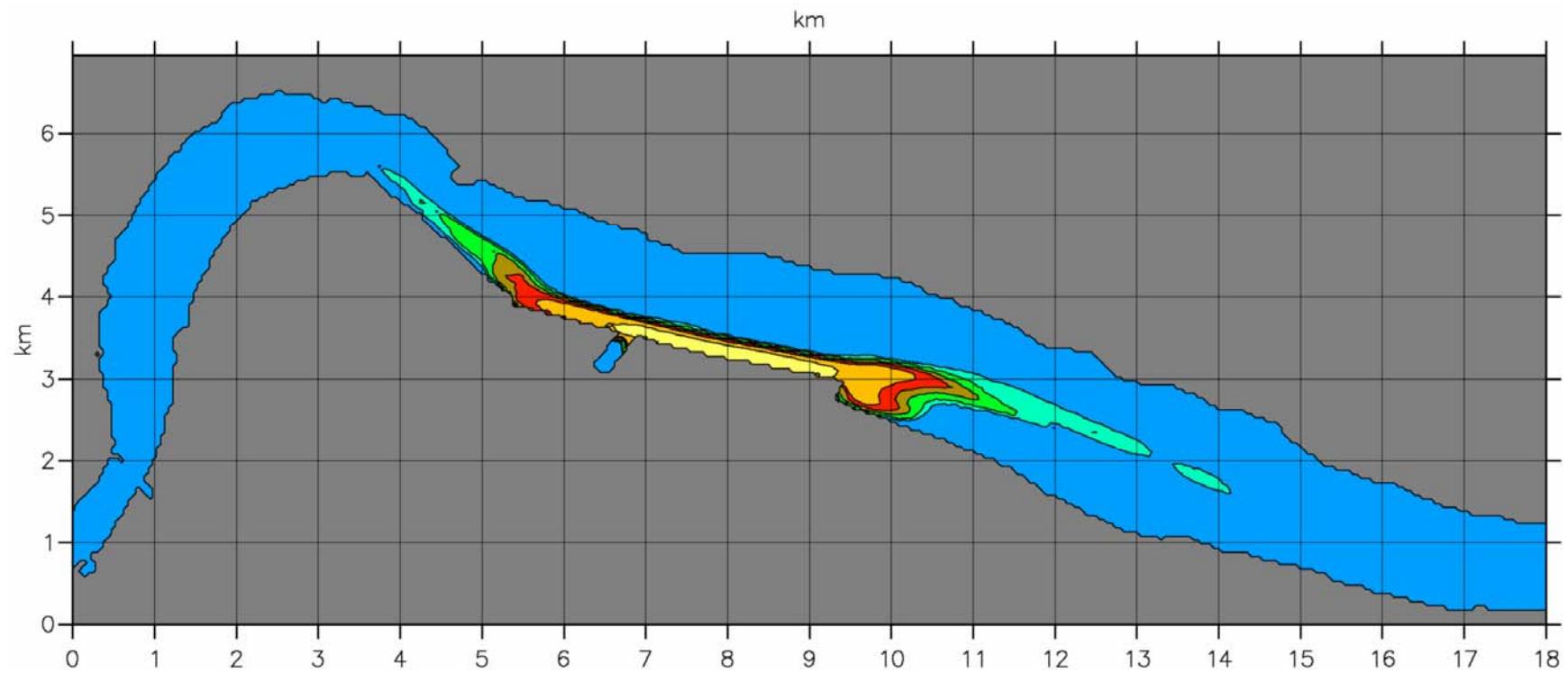




**Figur 2.5**  
*Overskridelseshyppighed af koncentrationen 5 mg/l (% af tid)*

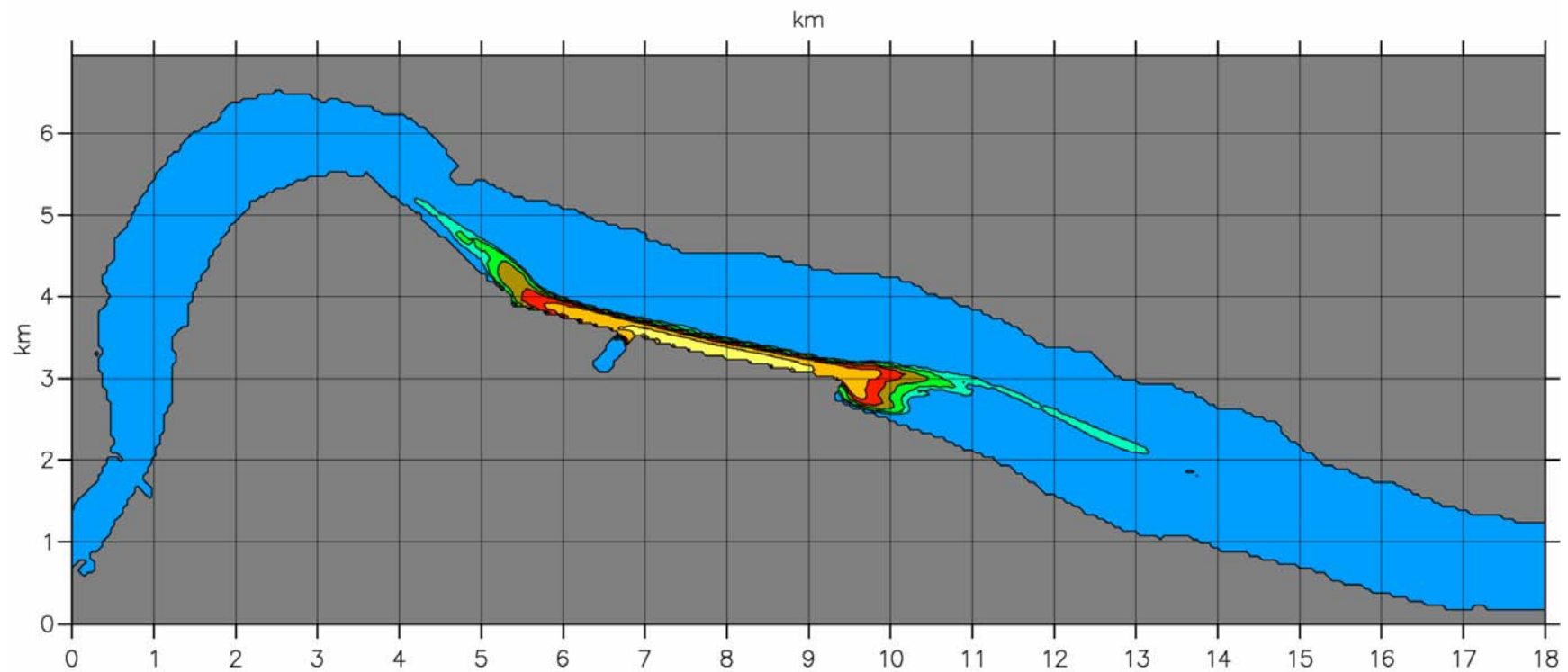




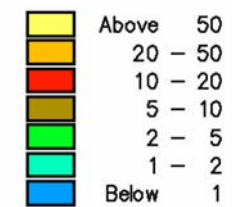


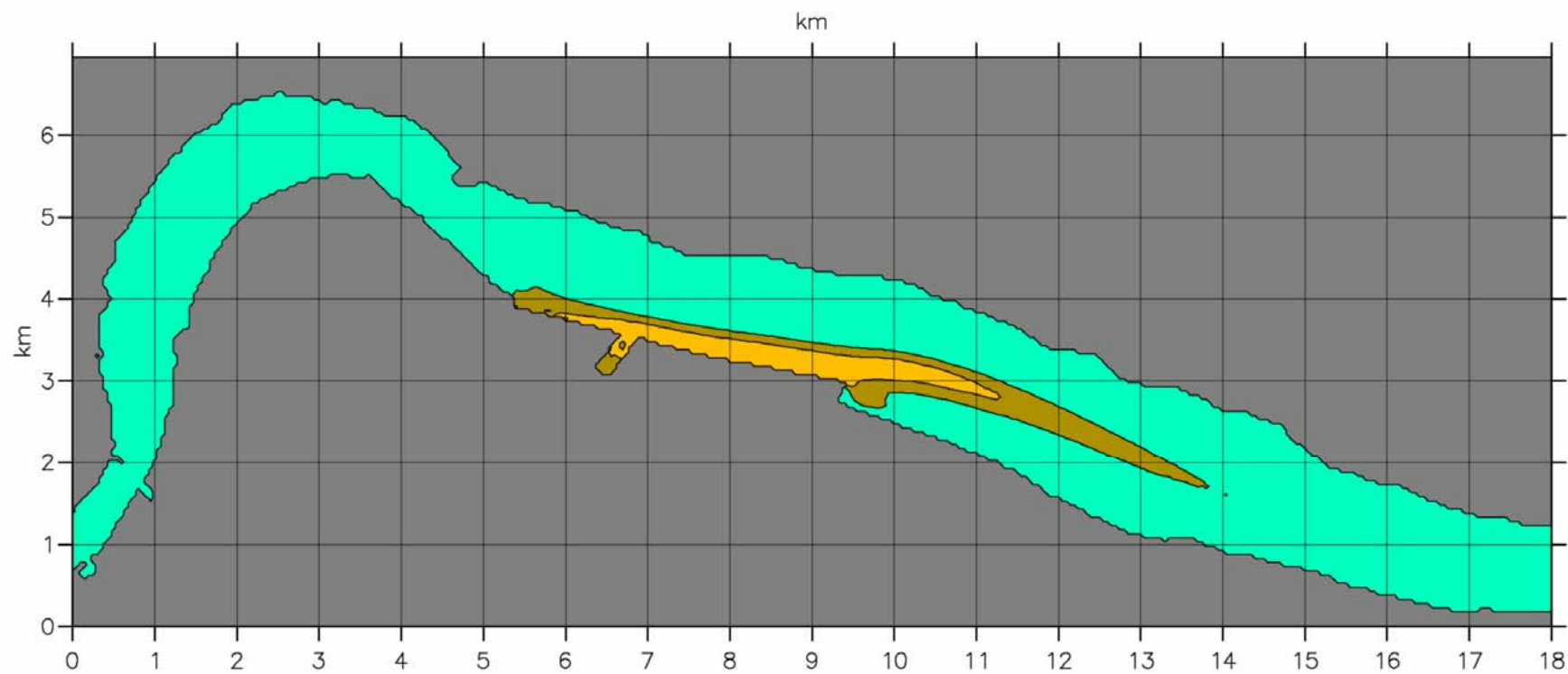
**Figur 2.6**  
*Overskridelseshyppighed af koncentrationen 10 mg/l (% af tid)*





**Figur 2.7**  
*Overskridelseshyppighed af koncentrationen 15 mg/l (% af tid)*



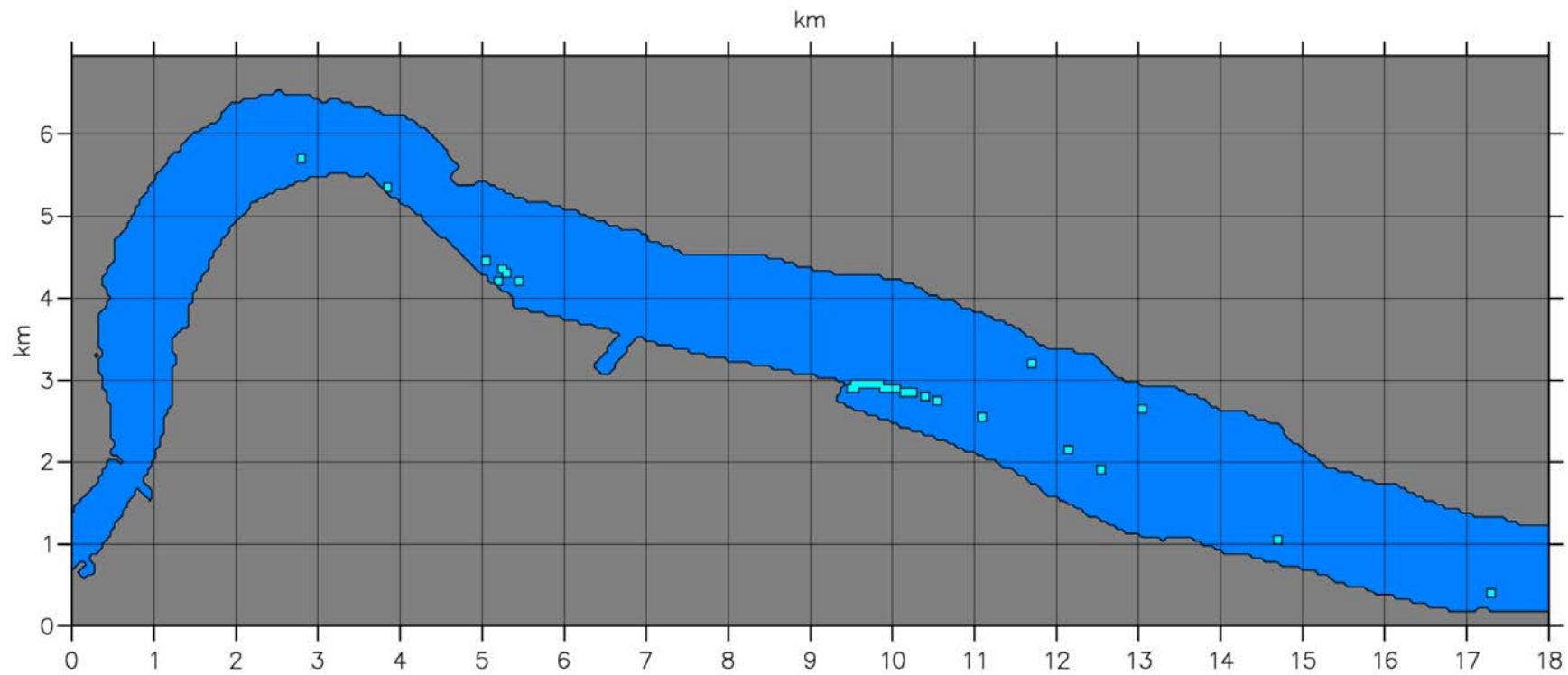


**Figur 2.8**

Lysdæmpning (%).

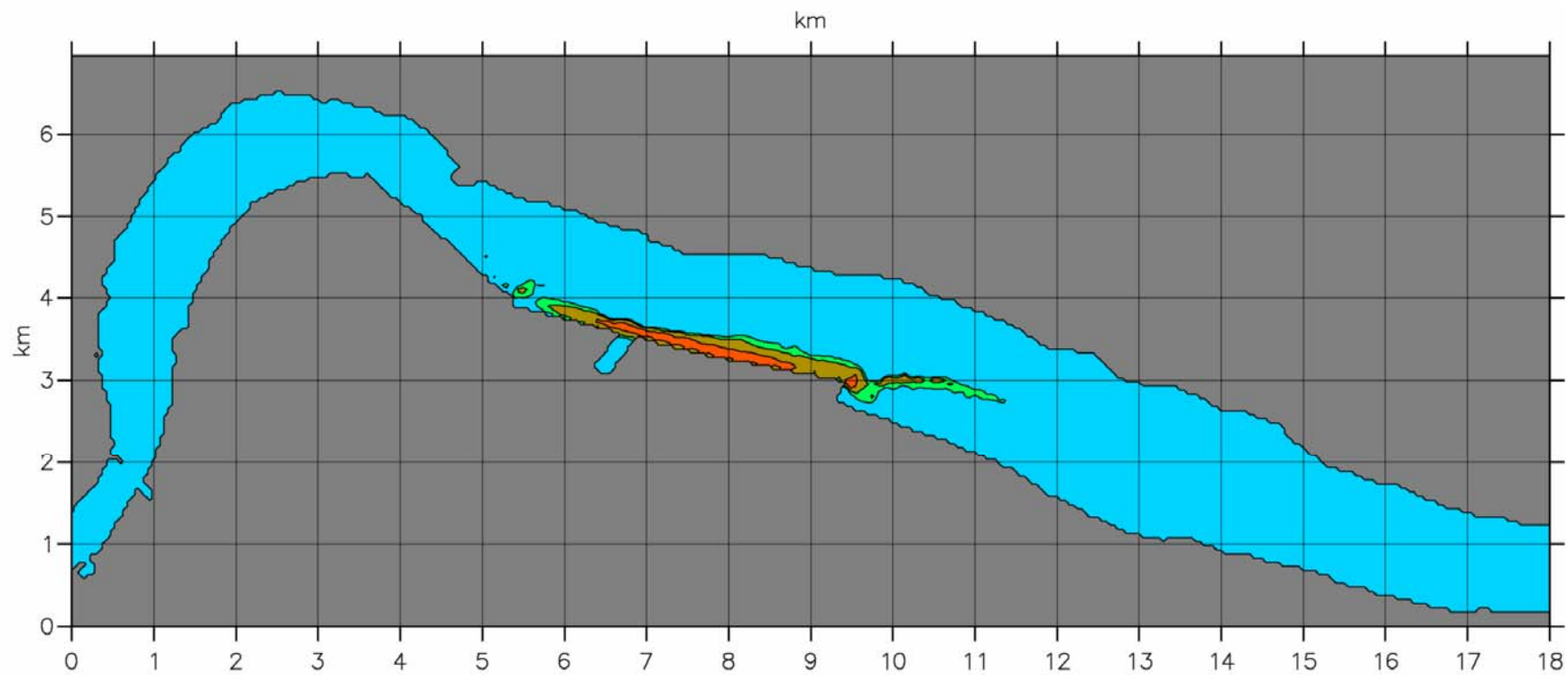
Procentvis ændring af lysintensiteten ved bunden i forhold til hvad den ville have været





**Figur 2.9**

*Områder hvor lysintensiteten (irradiansen) ved bunden reduceres fra over 11% til under 11% af lysintensiteten ved overfladen*



**Figur 2.10**  
 Sedimentation forårsaget af udbygning af en etape. (Kg/m<sup>2</sup>)  
 1 kg /m<sup>2</sup> svarer til i størrelsesordenen 0,5-1 mm sediment



# Aalborg Havn A/S VVM-redegørelse for udvidelse af Aalborg Østhavn

Bilag 7: Baggrundsnotat. Virkning på flora og fauna

Oktober 2005

Ref	0443041K G00017-3-ORK
Udg.	3
Dato	2005-10-04
Godk.	ORK
Kontrol	ORK
Udarb.	PML

Rambøll  
Prinsensgade 11  
DK-9000 Aalborg  
Danmark

Tlf.: 9935 7500  
[www.ramboll.dk](http://www.ramboll.dk)

## Indholdsfortegnelse

<b>1.</b>	<b>Eksisterende forhold</b>	<b>1</b>
1.1	Internationale naturbeskyttelsesområder	1
1.2	Romdrup Å	2
1.2.1	Strandens område omkring udløbet af Romdrup Å	4
1.2.2	Stranden langs kysten af Langerak øst for den eksisterende havn	6
1.2.3	Eng- og strandens område vest for Grønlandshavnen	7
1.2.4	Det lavvandede område fra stranden og ud til 4 m kurven øst for den eksisterende havn	7
<b>2.</b>	<b>Kort- og langsigtede virkninger på miljøet</b>	<b>12</b>
2.1	Projekt	12
2.1.1	Anlæg	12
2.1.2	Drift	21
2.1.3	Tiltag til minimering af påvirkning af miljøet	21
2.2	0 <sup>+</sup> -alternativ	22
2.2.1	Anlæg	22
2.2.2	Drift	23
2.2.3	Tiltag til minimering af påvirkning af miljøet	23
2.3	0-alternativ	24
2.3.1	Anlæg	24
2.3.2	Drift	25
2.3.3	Tiltag til minimering af påvirkning af miljøet	25
2.3.4	Tiltag til minimering af påvirkning af miljøet	25
<b>3.</b>	<b>Referencer</b>	<b>26</b>
<b>4.</b>	<b>Manglende oplysninger</b>	<b>28</b>

## 1. Eksisterende forhold

Den planlagte havneudvidelse vil berøre følgende naturtyper i området:

- Vandløbet Romdrup Å som udmunder i Limfjorden midt i den planlagte havneudvidelse
- Strandengsområder omkring udløbet af Romdrup Å
- Stranden langs kysten af Langerak øst for den eksisterende havn.
- Eng- og strandengsområde vest for Grønlandshavnen
- Det lavvandede område fra stranden og ud til 4m kurven øst for den eksisterende havn.

Områderne blev besigtiget den 30.09.2004. Der blev udtaget prøve af havbunden i det område, hvor den planlagte havneudvidelse vil komme til at foregå.

### 1.1 Internationale naturbeskyttelsesområder

I Limfjorden er der afgrænset en række internationale beskyttelsesområder. Generelt ligger de i en forholdsvis stor afstand fra projektområdet. Femten km vest for Ålborg, nærmest projektområdet, ligger Ulvedybet og Nibe bredning. Længere vest og sydpå ligger kysten fra Aggersund til Bygholm Vejle, Løgstør bredning og Lovns bredning. Et stykke mod øst ligger den sydlige del af Ålborg Bugt. En oversigt over de internationale beskyttelsesområder og deres udpegningsgrundlag gives i nedenstående tabel 1.1:



Navn	Type og Nr.*	Udpegningsgrundlag**	Afstand til projektområde (omtrentlig)
Ulvedybet og Nibe Bredning	F1, R7	Området er rasteplass for store mængder vandfugle i træk- og vintertiden (krikand, pipeand, grågå, kortnæbbet gå, taffeland, troldand, hvinand, sangsvane, knopsvane, blishøne, stor skallesluger, toppet skallesluger)	17 km
Ålborg bugt, nordlige del	F2	Bl.a. rasteplass for bjergand, sortand, fløjsand, hvinand og toppet skallesluger	18 km
Kysten fra Aggersund til Bygholm Vejle	F8, R6	Bl.a. rasteplass for andefugle (gravand og sangsvane)	57 km
Løgstør Bredning m.v.	F12, R6	Bl.a. rasteplass for andefugle (pipeand, bjergand, hvinand, sangsvane, fløjsand, stor skallesluger, toppet skallesluger)	57 km
Lovns bredning	F14	Krikand, stor skallesluger, toppet skallesluger	93 km
Ålborg Bugt, Randers Fjord og Mariager Fjord	H14	Spættet sæl, havlampret, flodlampret, stavsild	18 km
Nibe Bredning, Halkær Ådal og Sønderup Ådal	H15	Spættet sæl	17 km
Løgstør Bredning, Vejlerne og Bulbjerg	H16	Spættet sæl, havlampret	57 km
Lovns Bredning, Hjarbæk Fjord m.v.	H30	Spættet sæl	93 km

Tabel 1.1. Internationale beskyttelsesområder.

\* F = Fuglebeskyttelsesområde H = Habitatområde R = Ramsarområde

\*\* Der er kun medtaget et kort resumé af de mest relevante elementer af udpegningsgrundlaget. Det fuldstændige udpegningsgrundlag kan findes i /15/

F13 østlige Vejler er ikke medtaget, da området ikke er en del af Limfjorden.

Nogle af de ovenstående områder ligger delvist i Viborg Amt. I den vestlige del af Limfjorden er udpeget yderligere områder, men disse ligger uden for projektets påvirkningszone.

## 1.2 Romdrup Å

Romdrup Å starter sit forløb øst for Vårst og forløber over en strækning på ca. 25 km mod nord inden udløbet i Limfjorden øst for Aalborg Havn. Den modtager flere tilløb undervejs blandt andet Landbækken ved Lodsholm Bro og Lodsholm Grøft tæt ved udløbet. Vandløbets vandføring påvirkes foruden af tilløbene også af mange regnvandsoverløb. Vandløbet er på de nederste 2-3 km reguleret.

Romdrup Å er på den nederste strækning målsat som karpesikevand (B3-målsætning). Tilløbene er på de nederste strækninger ligeledes målsat som B3 karpesikevand eller med en lempet målsætning (æstetisk tilfredsstillende). Længere opstrøms findes længere delstrækninger, der er målsat som karpesikevand eller med lempet målsætning, samt kortere strækninger, der er målsat som gyde- og yngelopvækstvand for laksefisk (B1-målsætning).

Forureningsgraden blev i september 2003 bedømt til II-III på en målestation ved Lodsholm Bro, 4825 m fra åens udløb /1/.

Medianmiddelvandføringen over perioden 1968-2003 varierede over året fra 345 l/sek. i marts måned til 71 l/sek. i august måned /2/.

Ved besigtigelsen den 30.09 2004 havde vandet en brunlig farve og der blev konstateret flydeslam i vandløbet. Fra vejbroen over Rørdalsvej og 2 km opstrøms har vandløbet et kanaliseret forløb med ringe fysisk variation. Fra vejbroen og til udløbet er forløbet mere varieret og løber gennem et rørskovs område.

Romdrup Å blev reguleret på den nederste strækning i 1989 i forbindelse med etableringen af Nordic Transport Center. Ved samme lejlighed blev udløbet flyttet længere østpå.



*Figur 1.1. Romdrup Å set mod syd fra vejbroen. Foto: Rambøll 30.09.2004*



*Figur 1.2. Det tidligere forløb af Romdrup Å mellem vejbroen og udløbet. Foto: Ram-bøll 30.09.2004*

#### *1.2.1 Strandengsområde omkring udløbet af Romdrup Å*

Området omkring Romdrup Ås udløb i Limfjorden er i amtets regionplan 2001 /3/ udpeget som beskyttet natur (§3 område, strandeng). Området blev besøgt den 30.09.2004.

##### Beskrivelse

Området bærer stærkt præg af menneskelig aktivitet. I forhold til amtets §3 kort over området /4/ er udløbet flyttet mod øst, hvilket er sket i forbindelse med den oven for nævnte regulering. §3 området lå tidligere udelukkende på den østlige bred af vandløbet, men vandløbet går nu omtrent midt gennem området. Mod vest og nordvest pågår opfyldningsaktiviteter, (se baggrunden af figur 1.3) og i forbindelse hermed er der foretaget en inddæmning mod Limfjorden af området. Der er derfor umiddelbart vest for udløbet opstået et midlertidigt vandfyldt opfyldningsområde med rørafløb til Limfjorden.



Figur 1.3. Brakvandsområdet vest for udløbet af Romdrup Å med rørudløb i forgrunden. Volden til højre adskiller området fra Limfjorden. I baggrunden ses opfyldningsaktiviteter. Foto: Rambøll 30.09.2004

#### Flora

Opfyldningsområdet var fyldt med søsalat. Langs bredden voksede en slags standrørsump med spredt tagrør, strandvejbred, strandtrehage og arter som følfod, agertidsel, regnfang, alm. svinemælk og lugtløs kamille, der normalt findes langs vejkanter og ruderatombråder.

Syd herfor (på den vestlige bred af Romdrup Å) findes strandenglignende vegetation med græsser (alm. kvik), gåsepotentil og strandtrehage. Langs selve åløbet findes tagrør og strandkogleaks (se figur 1.1 og 1.2).

På den østlige side af udløbet var vegetationen stærkt domineret af tagrør.

#### Fauna

I og omkring opfyldningsområdet blev observeret en del rastende fugle tilknyttet vådområder (se tabel 1.2).

Art	Antal
Vibe	300
Dobbeltbekkasin	7
Hjejle	1
Stor præstekrave	1
Pibeand	10
Gråand	5
Skarv	10
Sølvmåge	100
Engpiber	5
Rørspurv	1

Tabel 1.2. Registrerede fugle under besigtigelse af området

Der har været rapporter om, at der forekommer strandtudse i området /5/. Strandtudsen er opført på EF-habitatdirektivets appendiks 4 over arter som har behov for streng beskyttelse. Strandtudsen udnytter gerne lavvandede, temporære vandhuller og kan yngle i et vandfyldt hjulspor. Den fouragerer gerne på ruderater og tætgræssede arealer. De sidst fund af kvækkende frøer og af haletudser er 5-10 år gamle og stammer fra udkanten af det daværende havneareal. Strandtudsen er ret mobil og kan flytte sig op til 3 km. Den nærmeste lokalitet med sikre fund i de seneste år er golfbanen ved Gistrup. Individuer truffet i området kan eventuelt stamme herfra. Området omkring udløbet af Romdrup Å er under tilgroning med rørskov og under stærk påvirkning af menneskelige aktiviteter. Det vurderes, at mulighederne for overlevelse af strandtudsen i dette område er ringe, og at den sandsynligvis allerede er forsvundet fra området.

Det vurderes, at området rummer fuglearter som foretrækker at yngle i rørskov.

Amtet ligger ikke inde med oplysninger om de nævnte §3 områder i øvrigt /5/.

Det vurderes, at området har lokal betydning for rastende ande- og vadefugle samt ynglende rørskovsfugle.

### 1.2.2

#### *Stranden langs kysten af Langerak øst for den eksisterende havn*

Området er udpeget som §3 område. I den vestlige del, øst for udløbet af Romdrup Å, er anlagt et opfyldningsområde, som ved besigtigelsen rummede ruderatflora som for eksempel agertidsel, lancetvejbred, vild gulerod, kruset skræppe, følfod, hvidkløver, rødkløver og horsetidsel.

Øst for opfyldningsområdet findes der et lavtliggende, dyrket område med 3 vindmøller, som er adskilt fra Limfjorden af et dige. Stranden er et sedimentationsområde med mudderflader, hvor der især op mod hjørnet til opfyldningsområdet er ophobet søsalat. Vegetationen har strandenspræg med forekomst af strandasters, kveller, tagrør samt næringstolerante arter som stor nælde og agertidsel.



Figur 1.4. Stranden øst for opfyldningsområdet. Foto: Rambøll 30.09.2004

Mudderfladerne er blottede ved lavvande og vil formentlig være fødesøgningsområder for vade- og mågefugle. Der blev konstateret 200 rastende sølv-, storm- og hættemåger.

### 1.2.3 Eng- og strandengsområde vest for Grønlandshavnen

Området ligger mellem Grønlandshavnen og en virksomhed for genbrug af metal (H. J. Hansen) og består af strandbred med bagvedliggende strand-eng, som går over i fersk eng.

Stranden er blandt andet bevokset med marehalm og i den bagved liggende strand-sump fandtes kveller. Herudover fandtes på strandengen alm. kvik, alm. hundegræs, alm. røllike, agertidsel, tagrør og lugtløs kamille.



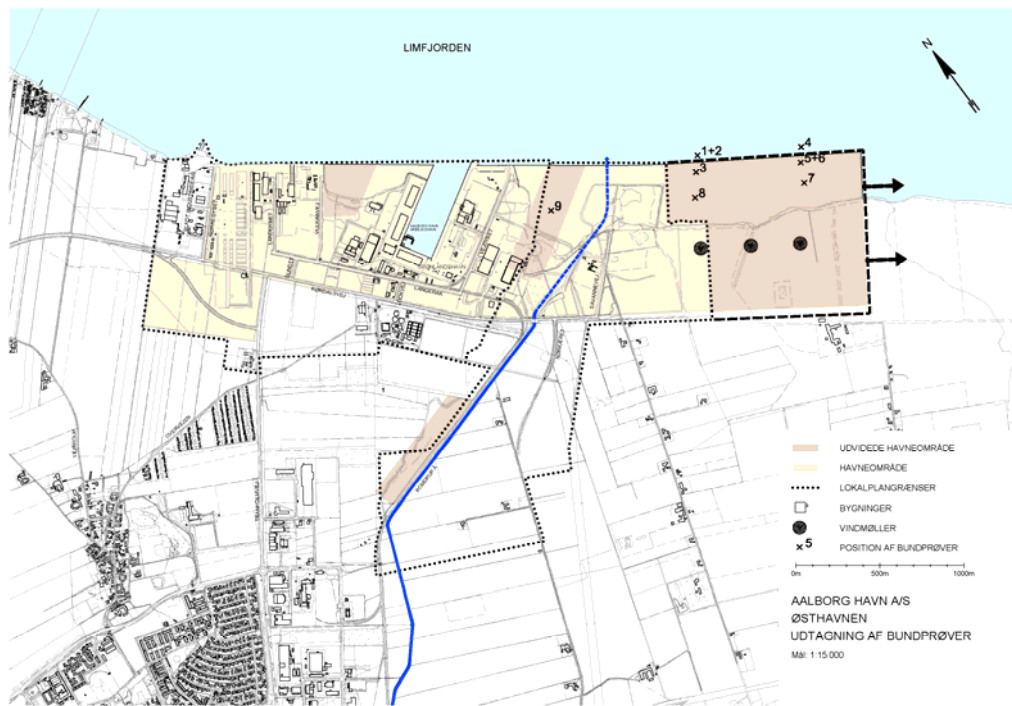
Figur 1.5. Strandengen vest for Grønlandshavnen. Strandsumpen ses bag strandvolden. Foto: Rambøll 30.09.2004

Strandengen er tydeligt påvirket af menneskelig indgriben. I midten af området forløber en drængrøft. En 10 m bred tracé var slået gennem området.

### 1.2.4 Det lavvandede område fra stranden og ud til 4 m kurven øst for den eksisterende havn

#### 1.2.4.1 Bundfauna Prøvetagning

Der er foretaget en kvalitativ vurdering af bundfaunaen i det berørte område sydøst for havnen på 2 transekter fra 4 meter til 1 meters vand. På 4 og 2,5 meters dybde er der anvendt en HAPS prøvetager, mens prøverne på 1 meters dybde er udtaget med smørstikke. Der er udtaget 2 prøver med HAPS prøvetager på 4 meters dybde på 2 stationer og det samme på 2,5 meters dybde (kort). På 1 meters vand er der udtaget 5 puljede smørstikke prøver på 2 stationer, og det samme er gjort i området ud for Romdrup Ås udløb.



Figur 1.6: Positioner for udtagning af bundprøver.

Prøverne er herefter sigtet (1 mm sigte), konserveret i 96% ethanol og efterfølgende bestemt til art eller, hvor dette ikke har kunnet lade sig gøre til slægt.

*Kort med prøvetagningsstationer*

#### Resultater

I alle prøverne udtaget på 4 og 2,5 meters vand er der kun fundet ganske få individer (Tabel 1.3). Sedimentet var egnet til bentisk makrofauna (siltet, oxideret zone 4mm) men, der er kun fundet maksimalt 4 individer i prøverne. Bundfaunasamfundet i de undersøgte områder på dybere vand må således betegnes som forarmet. I prøverne udtaget på 1 meters vand, hvor sedimentet er sandet, er der fundet et mere blandet bundfaunasamfund med arter, der må betegnes som almindelige på det lave vand i fjord- og kystområder.

Art \ Prøve	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
<b>Børsteorme</b>										
Heteromastus filiformis	1	1		1			22	38	12	75
Capitella capitata			3				2	6	5	16
Chaetozone setosa			1				3	10	14	28
Ampharate acutifrons							1			1
Polydora cornuta								1		1
Polydora sp.							1			1
Spio filiformis							1	1	2	4
Neantes succinea							1			1
Hediste diversicolor								5	5	10
<b>Muslinger</b>										
Mya arenaria	1	2								3
Mytilus edule								1		1
Ensis americanus								1		1
<b>Snegle</b>										
Hydrobia				2	1	2	2	3	1	11
Hinia reticulatus							2			2
Tectura tetudinalis								3		3
<b>Krebsdyr</b>										
Gammarus sp.							2			2
<b>Andet</b>										
Oligochaeta sp.							1	1		2

*Tabel 1.3. Antal individer fundet i de 9 prøver. For placering af prøvestationerne se kort*

Nordjyllands Amt indsamler i forbindelse med det regionale overvågningsprogram bundfaunaprøver i et område under 1 km sydøst for det berørte område. Der er i 2003 indsamlet prøver med haps på 20 stationer, der er lagt på en linie langs fjorden /6/.

Resultatet fra 2003 viser et bundfaunasamfund der både i arts- og individantal ligger væsentligt lavere end i den vestlige del af Limfjorden /6/. Stationerne er udlagt på 7-8 meters dybde, mens der i nærværende undersøgelse er indsamlet prøver på maksimalt 4 meters dybde. Resultatet fra såvel de prøver der er udtaget på 4 og 2,5 meters dybde er meget lig de prøver, som Nordjyllands Amt har indsamlet, dvs. med et forarmet bundfaunasamfund.

Kun i prøverne udtaget på 1 meters dybde er der fundet en bundfaunasammensætning, der må betegnes som værende normalt for et lavtvandsområde på den danske østkyst. Det er uvist, hvorfor der ikke forekommer et mere rigt bundfaunasamfund på dybere vand. Der forekommer ikke iltvind i området, og sedimentforholdene er egnede for den bentiske makrofauna.



#### 1.2.4.2

##### Fisk

Der er ikke foretaget en egentlig undersøgelse af fiskebestanden i området, men Nordjyllands Amt og Danmarks Fiskeriundersøgelser har gennemført forsøgsfiskeri på dybder mellem 3 og 18 meter i området øst for Løgstør. Undersøgelserne foregik årligt i perioden 1980-1984, men blev opgivet i 1985 da fangsterne var så små, at det syntes nytteløst at fortsætte. I 1997 blev undersøgelserne i området dog genoptaget pga. en stor indvandring til området.

Af hyppige arter i Langerak er skrubbe og torsk (1-2 årig yngel), rødspætte, og specielt brisling. Herudover vil der i området kunne forekomme sild, hvilling, og hestemakrel. På det lavere vand er der arter af kutlinger, der dominerer såvel i antal som biomasse.

#### 1.2.4.3

##### Miljøfremmede stoffer

Der er i denne undersøgelse indsamlet bundprøver fra 4 positioner ved anlægsområdet. Ved hver position er der udtaget prøver ved overfladen og ca. 2 m nede i sedimentet. En nærmere beskrivelse af proceduren ved prøvetagningen er givet i /8/. Prøverne er blevet analyseret for organisk stof, næringsstoffer, en række tungmetaller og TBT (tri-butyl tin).

TBT ophobes i fedtvæv og kan derfor akkumuleres i levende organismer. Effekter i form af misdannelser og kønsforandringer på flere arter laverestående dyr samt påvirkninger af immunsystemer hos fugle og pattedyr kan direkte henføres til TBT, der frigives fra bundmaling /17/. TBT er udfaset i 2008/17/.

Nordjyllands Amt har under NOVA-2003 programmet undersøgt forekomsten af imposex hos dværgkonken *Hinia reticulatus* ud for Gåser Enge i Langerak. Imposex antages at være en specifik virkning af TBT hos en række havsnegle, og giver sig til udtryk ved at hunnerne udvikler hanlige køns karakterer, en udvikling som er irreversibel. Samtlige undersøgte hunner i dette område i 2002 havde udviklet imposex i et fremskredent stadium, og det blev konkluderet at fjordområdet var tydeligt forurenet med TBT.

Det er imidlertid ikke dokumenteret i hvilken udstrækning sedimentbundet TBT bidrager til effekter på dyr og planter, idet de hidtil målte effekter stammer fra TBT direkte frigivet fra bundmaling til vandet /17/

De samlede analyseresultater er vist i Tabel 2.1 i /8/.

I den efterfølgende tabel 1.4 er udvalgte resultater fra sedimentanalyserne vist.

Ingen af prøverne overstiger det af OSPAR angivne interval for ubelastede sedimenter (tabel 1.4) for så vidt angår gennemsnitsværdierne for tungmetaller. For cadmium, kviksølv, og bly oversteg koncentrationerne på en enkelt station værdierne for ubelastet sediment.

	Maks. Konc. (mg/kg TS)	Gennemsnit af alle prøver	OSPAR interval for ubelastet sediment
<b>Cadmium</b>	1,43	0,58	0,1-1
<b>Kviksølv</b>	0,700	0,137	0,005-0,5
<b>Bly</b>	127	29,60	5-50
<b>Chrom</b>	30,8	18	10-100
<b>Kobber</b>	25,7	12,9	5-50
<b>Arsen</b>	10,7	5,1	1-10
<b>TBT</b>	55	18	5-50

Tabel 1.4. Maks. koncentration af metaller i sediment udtaget dels i Centralhavnen dels i Østhavnen, sammenlignet med OSPARs interval for ubelastet sediment /7/. TBT er angivet som µg/kg TS og OSPAR intervallet som ng/kg TS /24/.

De målte max. værdier af TBT på omkring 55 µg/kg TS fandtes i prøven T2-150 overflade på 6 meters vanddybde i sejlrenden i Langerak. På lavere vanddybder nærmere kajen i Østhavnen er koncentrationerne af TBT lavere. De høje koncentrationer stammer formodentlig fra afgivelse fra skibe på vej til og fra Aalborg Centralhavn. Der er ikke fundet TBT i prøverne længere nede i sedimentet.

#### 1.2.4.4 Bundflora

Det berørte område er undersøgt med vandkikkert fra båd i forbindelse med besigtigelsen, og der er indsamlet prøver af makroalger i området. I området sydøst for havnen forekommer der spredte bevoksninger med ålegræs (max. 3x3 meter). På undersøgelsestidspunktet var der en kraftig epifytisk vækst på ålegræsset (hovedsageligt *Ceramium rubrum*). Ålegræsset voksede fra ca. 0,5 meters vand og nåede ud til lidt over 2 meters dybde med en samlet dækningsgrad på ca. 20%.

Tilstedeværelsen af ålegræs er vigtig for en række fiskearter i den juvenile fase idet ålegræsset fungerer som skjul i den periode, hvor fiskene er mest udsat for predation. Endvidere reducerer ålegræsset de vind- og tidevandsinducerede vandstrømme og beskytter dermed mod fysiske forstyrrelser af sedimentet, samt øger sedimentationen af fint organisk materiale. Dette betyder bedre fødeforhold for den bentiske makrofauna, der er en vigtig fødekilde for fisk. Ålegræsset har endvidere betydning som føde for vandfugle som knortegås og svaner.

I området er der fundet en del søsalat (*Ulva lactusa*) specielt i området hvor Romdrup Å har sit udløb, og herudover er der fundet *Polysiphonia* (ledtang), *Ceramium* (klo-tang), *Chondrus crispus* (carrageentang), *Chaetomorpha linum* (krølhårstang) og *Chordaria flagelliformis* (pisketang).

Sammensætningen af den marine flora må betegnes som karakteristisk for et fjordområde udsat for en høj næringsstofbelastning.

## 2. Kort- og langsigtede virkninger på miljøet

### 2.1 Projekt

Projektet vil udover den eksisterende lokalplan omfatte en udvidelse af havnearealet mod øst og anlæggelse af en godsbanegård. Projektet er i øvrigt beskrevet i VVM-redegørelsens afsnit 2. Udbygningen forventes udført etapevis over en ca. 30 til 50-årig periode. Der er i det følgende taget stilling til den fulde udbygning af området, idet 0<sup>+</sup>-alternativet er en delmængde af Projektet. Den største miljøpåvirkning vil derfor forekomme ved gennemførelse af Projektet.

#### 2.1.1 Anlæg

##### 2.1.1.1 Romdrup Å

Langs det åbne forløb af Romdrup Å udlægges på hver side en ca. 9 m bred zone som henligger med bevoksning efter samme principper som fremgår af figur 1.1 og beskrivelse i afsnit 2.1.2. i VVM-redegørelsen.

I forbindelse med gennemførelse af Projektet vil der blive etableret 2 broer hver med en bredde på ca. 30 m umiddelbart før udløbet i Limfjorden (se VVM-redegørelsens afsnit 2.1.1). Mellem de to broer vil der blive etableret et åbent forløb af Romdrup Å over en strækning på ca. 30 m. Derudover må det forventes, at der yderligere vil blive etableret et mindre antal kortere broer.

Der findes allerede i dag en bro med en bredde på 27 m hvor Rørdalsvej føres over Romdrup Å. Denne bro er etableret som en "normal" bro med meget begrænsede muligheder for spredning af flora under broen. Hvis nye broer skal etableres med mulighed for passage af flora, skal de etableres med ekstra bredde og højde. Sådanne foranstaltninger vil være forbundet med betydelig omkostninger bl.a. fordi det vil medføre, at hele området skal hæves, hvilket også vil medføre at bygningerne vil blive mere synlige i omgivelserne. Den eksisterende bro vil i alle tilfælde medføre en vis begrænsning i udbredelsen af flora mellem havnen og det sydlige område. Effekten af de yderligere omkostninger ved etablering af nye broer med mulighed for spredning af flora vurderes at være særdeles begrænset omkostningerne taget i betragtning.

I forbindelse med terrorsikring vil adgangen også til Aalborg Østhavn blive begrænset i perioder. Det medfører, at adgangen langs med Romdrup Å inden for havnens område vil blive tilsvarende begrænset. Det vil derfor ikke blive mulighed for at færdes langs Romdrup Å inden for havnens område.

Generelt foreligger der meget lidt dokumentation af fiskenes muligheder for at passere broer og overdækkede strækninger /14/. Ørreder er normalt ikke bange for at trække gennem mørke rør af op til flere hundrede meters længde, eksempelvis trækker der ørreder op gennem Århus Å, som er overdækket gennem Århus /12/, /13/. Det må derfor vurderes som sandsynligt, at de også vil kunne finde vej under de her skitserede broer på det nederste stækning af Romdrup Å.

For at sikre opgang af fisk vil underkanten af udløbet i kajkanten blive etableret under vandet, således at der altid er mindst 20 cm vand i åen /12/ og, at der vil være en jævn strøm.

Under anlægsfasen sikres det, at der til stadighed er passagemulighed for vandløbets fisk eksempelvis gennem en midlertidig forlægning under arbejdet med etablering af broer.

Anlægget af godsbanegård vil ske vest for det eksisterende jernbanespor og forventes ikke at påvirke vandløbet. Opsamlet overfladevand påtænkes udledt på normal vis for havnen d.v.s. primært til Romdrup Å.

- 2.1.1.2 Strandengsområde omkring udløbet af Romdrup Å  
Området vil blive en del af havnen og vil som sådan ophøre med at eksistere som naturområde. Et område af lokal betydning for rastende ande- og vadefugle og ynglende rørskovsfugle samt noget strandengsvegetation vil derfor forsvinde. Set i sammenhæng med de øvrige lokaliteter for vade- og andefugle i Limfjorden, herunder habitat- og fuglebeskyttelsesområder, er tabet dog meget begrænset.
- 2.1.1.3 Stranden langs kysten af Langerak øst for den eksisterende havn  
Området vil blive en del af havnen og vil som sådan ophøre med at eksistere som naturområde. Set i sammenhæng med den udbredte forekomst af strandeng langs Limfjorden i øvrigt er tabet dog meget begrænset.
- 2.1.1.4 Eng- og strandengsområde vest for Grønlandshavnen  
Området vil blive en del af havnen og vil som sådan ophøre med at eksistere som naturområde. Set i sammenhæng med den udbredte forekomst af strandeng langs Limfjorden i øvrigt er tabet dog meget begrænset.
- 2.1.1.5 Det lavvandede område fra stranden og ud til 4m kurven øst for den eksisterende havn  
I forbindelse med anlægsarbejderne gennemføres en række aktiviteter, som dels vil medføre inddragelse af en del af havbunden til havnearealer, dels give anledning til spild af sediment i vandfasen. Aktiviteterne vil omfatte:

#### Inddragelse af havbund

I alt ca. 70 ha af havbunden ud for den eksisterende kystlinie vil blive inddraget til havneformål. Det forekommende plante- og dyreliv i det pågældende område vil forsvinde. På dybder mellem 2,5 og 4 m viste prøverne et forarmet plante- og dyreliv, medens der fandtes et normalt varieret bundfauna- og -flora samfund på lavere vand. Det pågældende samfund er vidt udbredt på begge sider af Langerak og i den øvrige del af Limfjorden. Det vurderes derfor, at nok vil gennemførelse af projektet betyde et tab af natur i projektområdet og de nærmeste omgivelser, men set i forhold til den øvrige udbredelse af samfundet i Limfjorden vurderes tabet af det pågældende område ikke at være af væsentlig betydning for plante- og dyrelivet.

#### Sedimentspild i anlægsfasen

I forbindelse med gravearbejdet vil de materialer som spildes blive suspenderet i vandmassen og spredes med strømmen, inden de aflejres på havbunden (for yderligere informationer henvises til /8/). Sedimentkoncentration i vandet kan have effekt på både fauna og flora, og følgende grænseværdier (tabel 2.1) er anvendt i flere rapporter /10/ og /11/.

Grænseværdi	Effekt
2 mg/l	Sedimentet er netop synligt i vandfasen
10 mg/l	Fisk skræmmes bort/skyggeeffekt på alger
15 mg/l	Problemer for dykkende havfugles syn under vandet
15 kg totalt/m <sup>2</sup>	Problemer for muslingelarvers overlevelse

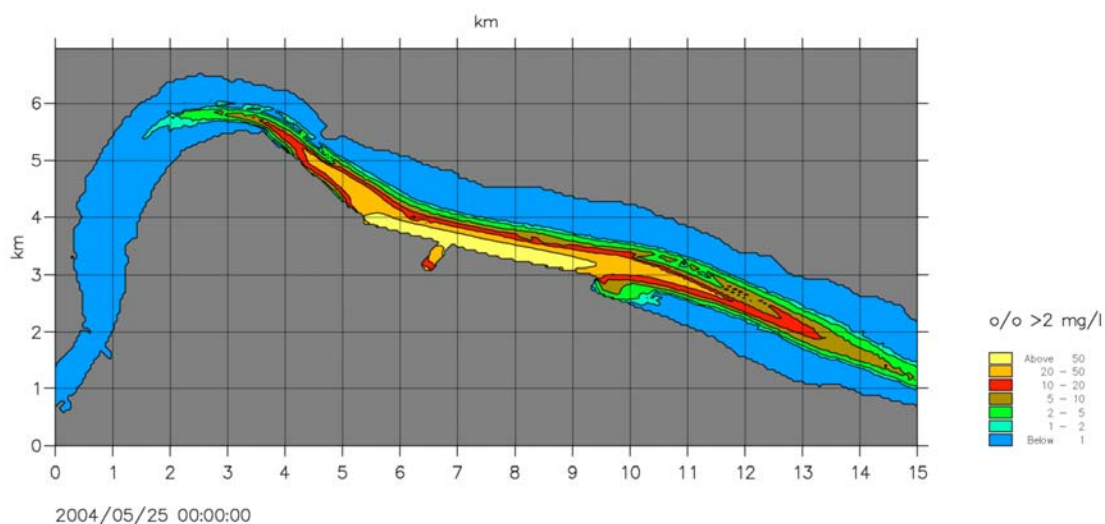
Table 2.1. Grænseværdier for effekten af sediment i vandfasen

Følgende aktiviteter i anlægsfasen forventes at give anledning til sedimentspild /8/:

- Blødbundsudskiftning i spunslinien
- Tilbagefyldning i spunslinien
- Bagfyldning af stenkastninger
- Opfyldning af havnearealer bag spuns og stenkastninger
- Oprensning foran ny kaj

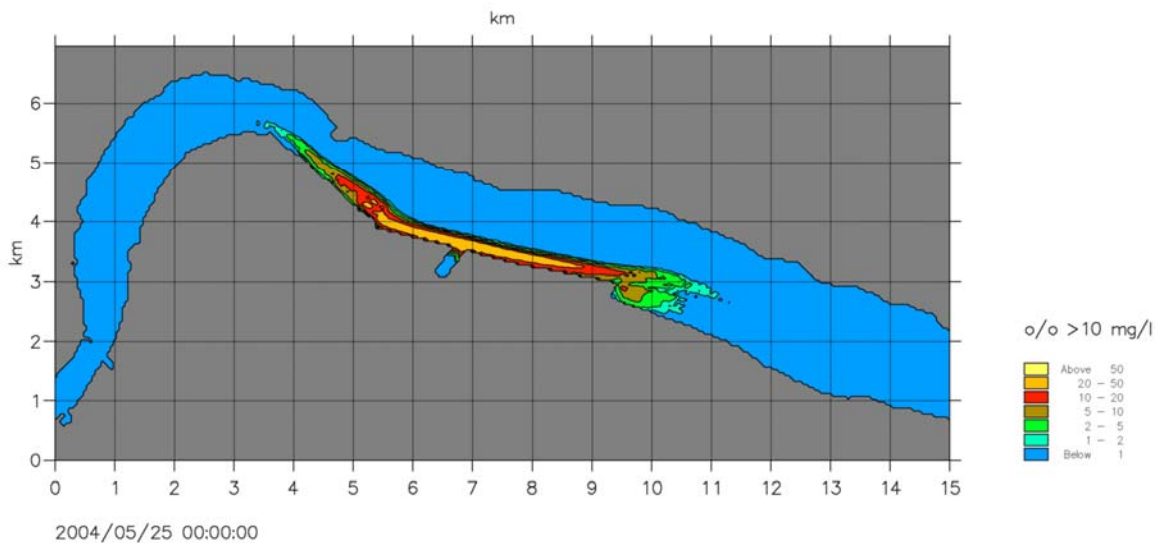
Sidstnævnte anlægsaktivitet vurderes at medføre det største spild, både hvad angår intensitet og hvad angår mængde. Der er på den baggrund gennemført modelberegninger af sedimentationen /8/. Beregningen er baseret på modellering af strømforholdene i en rolig periode (5. maj-5.juni 2004), idet det antages, at gravearbejdet fortrinsvis vil finde sted i roligt vejr /9/.

Der er udført beregninger af overskridelseshyppigheder i % af graveperioden for sedimentkoncentrationerne 2, 10 og 15 mg/l og den totale aflejring af sediment gennem graveperioden (figur 2.1).



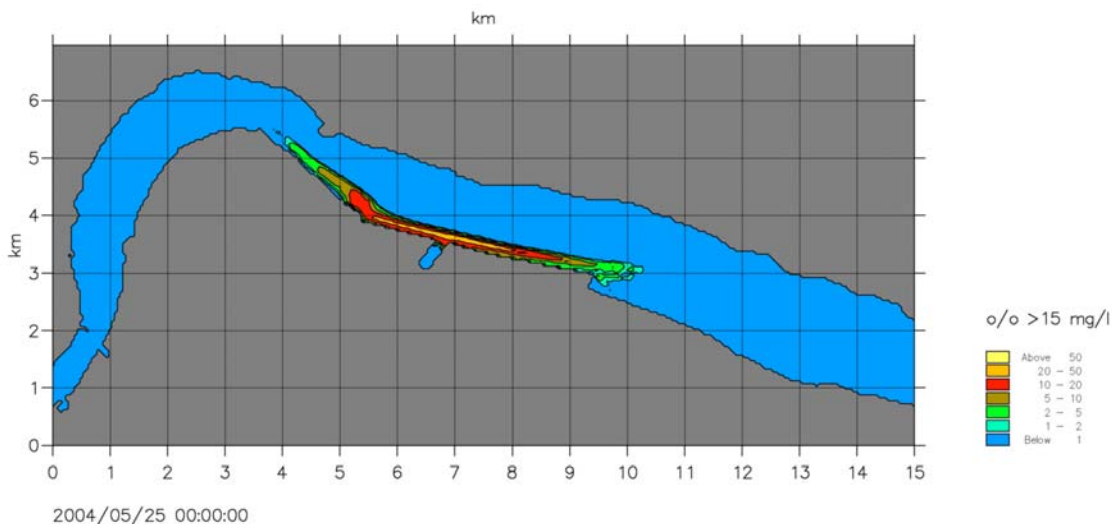
Figur 2.1 Overskridelseshyppighed af koncentrationen 2 mg/l (% af tid)

Er sedimentkoncentration <2 mg/l i vandet vil fanen ikke være synlig. Figur 2.1 viser altså den synlige udbredelse af sedimentspildet og at dette strække sig 5-7 km i begge retninger længst mod øst



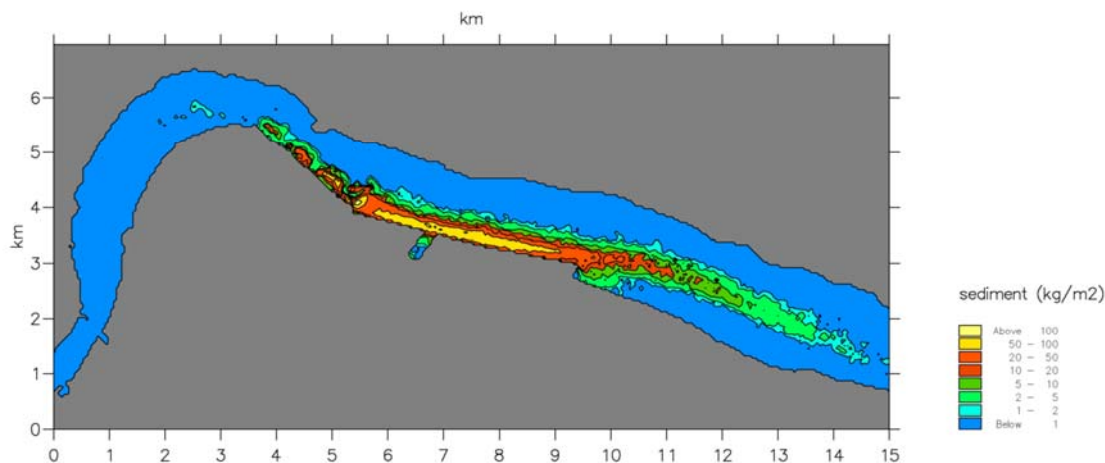
Figur 2.2. Overskrideshyppighed af koncentrationen 10 mg/l (% af tid)

Ved koncentrationer over 10 mg/l begynder der at indtræde biologiske effekter af sedimentkoncentration, idet fisk skræmmes bort og der begynder at optræde skyggeeffekter på alger. Koncentrationer på op til 10 mg/l kan strække sig 3-4 km væk fra graveområdet (figur 2.2), men de største hyppigheder forekommer i selve graveområdet og max. 1-2 km derfra. Det vides ikke, om der er opgang af ørreder gennem Romdrup Å (målsætningen er i overvejende grad karpefiskevand), men koncentrationen af sediment i vandet ved udløbet af Romdrup Å vil i perioder være så høj, at fisk vil kunne skræmmes væk. Såfremt anlægsarbejdet finder sted uden for perioden november/december, hvor ørrederne vandrer op i åerne vil problemet næppe blive stort.



Figur 2.3. Overskrideshyppighed af koncentrationen 15 mg/l (% af tid)

Overskrides en sedimentkoncentration på 15 mg/l opstår der problemer for dykkende havfugles syn under vandet. Denne koncentration overskrides kun hyppigt i graveområdet og de nærmest beliggende områder (figur 2.3). Koncentrationer på op til 10 mg/l kan strække sig 3-4 km væk fra graveområdet.



Figur 2.4. Sedimentation for hele gravescenariet. (Kg/m<sup>2</sup>). 1 kg /m<sup>2</sup> svarer til størrelsesordenen 0,5-1 mm sediment

Overstiger den samlede sedimentation i graveperioden 15 kg/m<sup>2</sup>, opstår der problemer for muslingelarvers overlevelse, idet de får svært ved at tilhæfte sig substratet. Området med sedimentation >15 kg/m<sup>2</sup> strækker sig 1-2 km på begge sider af projektområdet og en mindre påvirkning strækker sig op til 4-5 km på begge sider (figur 2.4). Det påvirkede område strækker sig længst mod øst, hvilket er en afspejling af den fremherskende strømretning. Den samlede sedimentation vil strække sig over en lang årrække (30 – 50 år) hvorfor det vurderes, at der ikke vil forekomme påvirkning der vil reducere muslingelarvernes overlevelse i området generelt, selv om det ikke kan udelukkes, at det kan forekomme en effekt i meget begrænsede områder.

#### Iltforbrug

I forbindelse med opgravning af sedimentet vil der kunne opstå et iltforbrug, som stammer fra nedbrydning af indholdet af organisk stof i sedimentet blandt andet i gytjen. BI<sub>5</sub> er et godt mål for iltforbruget forårsaget af nedbrydningen af det biologisk omsættelige organisk materiale. (COD vurderes i denne sammenhæng ikke at give et retvisende billede, idet der heri også medtages kemisk iltforbrug samt iltforbrug til oxidering af svært/ikke nedbrydeligt organisk materiale)

En overslagsmæssig beregning af effekten af ophvirvling af organisk stof kan foretages som følger:

Der forudsættes et totalt spild over hele anlægsperioden på 60.000 m<sup>3</sup> sediment svarende til 80.400 tons sediment. Med et gennemsnitligt tørstofindhold på 48,1 % /8/ bliver den samlede tørstofmængde 38.672 tons. Analyser på sedimentprøver fra området viser et iltforbrug af let omsætteligt organisk stof på i gennemsnit ca. 900 mg BI<sub>5</sub> /kg TS. Det samlede iltforbrug bliver herved ca. 35 t.

Den samlede afgravning i hele anlægsperioden er tidligere forudsat udtrakt over 200 arbejdsdage /8/. Det påvirkede område passerer af en nettovandmængde på ca. 100 m<sup>3</sup>/sek. Den samlede vandmængde, som ilten skal opløses i, kan herefter beregnes til 1,7\*10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> svarende til et iltforbrug på 0,02 mg/l havvand. Hvis det antages, at iltindholdet i havvandet er på ca. 8 mg/l svarer det til en reduktion af iltindholdet på 0,25 %. Resultatet vil være det samme, hvis en realistisk afgravningsperiode for hver etape på for eksempel 30 dage betragtes.

Iltforbruget, som beregnet ovenfor ud fra materialets totale indhold af iltforbrugende stof, må derfor forventes at strække sig over en meget længere periode end den, der er taget udgangspunkt i regneeksemplet. Hertil kommer, at anlægsperioderne vil være kortere og strække sig over en længere årrække, lige som der heller ikke er taget højde for geniltning fra luften. Den faktiske påvirkning af Limfjorden vil derfor være betydeligt mindre end det ovenfor beregnede.

#### Frigivelse af næringsstoffer

Sammen med spildet af opslæmmet materiale sker der en frigivelse af næringsstofferne kvælstof og fosfor. Frigivelsens størrelse afhænger af sedimentets beskaffenhed, herunder kornstørrelse, samt det anvendte materiel i forbindelse med udgravningen. Spildet er mindst ved anvendelse af gravemaskiner, medens det er noget større ved sandsuger og cutter maskiner. Ved vurdering af miljøpåvirkningerne i forbindelse Øresundsbroen er der på grundlag af målinger og laboratorieforsøg anvendt følgende værdier /19/ (tabel 2.2).

	Frigivelse (g/m <sup>3</sup> håndteret materiale)	
	N	P
Indpumpning af sand (g.sn. af stærkt mudret og mindre mudret materiale), /19/	8,6	0,45
Udvaskningstal for skæresugemaskiner, /19/	17	1
Forsøgsgravning, /20/	12	2
<b>Anvendt</b>	<b>12</b>	<b>1</b>

Tabel 2.2. Frigivelse af sediment i forbindelse med udgravning af sediment

I /20/ er der på baggrund af forsøgsudgravning beregnet standardværdier for udvaskning på 12 g N/m<sup>3</sup> og 2 g P/m<sup>3</sup>. På baggrund heraf er værdierne 12 g N/m<sup>3</sup> og 1 g P/m<sup>3</sup> anvendt.

Der tages udgangspunkt i en graveperiode på 30 døgn hvor der håndteres 300.000 m<sup>3</sup> sediment. Det giver en frigivelse på 3,6 tons N og 0,3 tons P i denne periode. Alternativt kan frigivelsen beregnes som 2x spildprocenten ved opgravningen /20/ svarende til 6% af det totale indhold af næringsstoffer i det opgravede materiale. I en graveperiode på 30 døgn vil det svare til 16 tons N og 3,5 tons P.

Ved vurderingen af effekten af de frigivne næringsstoffer skal der tages hensyn til tilførslen fra andre kilder, årstiden for tilførslen og til vandudskiftningen i området.

Den samlede udledning af kvælstof til Limfjorden udgjorde i 2004 15.884 tons, hvoraf rensningsanlæg og regnvandsbetingede udledninger udgjorde 3%, medens landbrug og naturbidrag udgjorde 95%. Den samlede fosforudledning udgjorde i 2004 374 tons, hvoraf landbrug og naturbidrag udgjorde 70% og spildevand og regnvandsbetingede udledninger udgjorde 23% (se nedenstående tabel efter /21/):

	N	P
Renseanlæg og regnvandsbetingede udløb	3%	17%
Industri og Dambrug	2%	6%
Spredt bebyggelse	0%	7%
Naturbidrag	26%	39%
Landbrug	69%	31%
I alt	100%	100%



Af større punktkilder i nærheden af graveområdet kan nævnes tilledning af rensset spildevand og regnvand fra Aalborg området. For 2004 som nedbørmæssigt var tæt på et normalår i Limfjordsområdet /21/ udledtes fra rensningsanlæg og regnvandsbetingede udløb 166 tons N og 22 tons P /22/. Frigivelsen af næringsstoffer i forbindelse med en måneds graveaktiviteter er dermed af samme størrelsesorden som en måneds udledning af næringsstoffer fra rensningsanlæg og regnvandsudløb. Hertil kommer et arealbidrag fra landbrugsdrift og natur, som jævnfør ovenstående må formodes at være væsentlig større.

Det påvirkede område passerer af en nettovandmængde på ca. 100 m<sup>3</sup>/s /9/. Langtidssårsmiddelværdien for N og P indholdet ved Løgstør bredning vurderes ud fra kurver i /21/ til ca. 750 µg N/l og ca. 25 µg P/l. Den overslagsmæssige næringsstofmængde, som passerer det påvirkede område i en graveperiode på 30 døgn, vil udgøre henholdsvis 194 tons kvælstof og 6,5 tons fosfor.

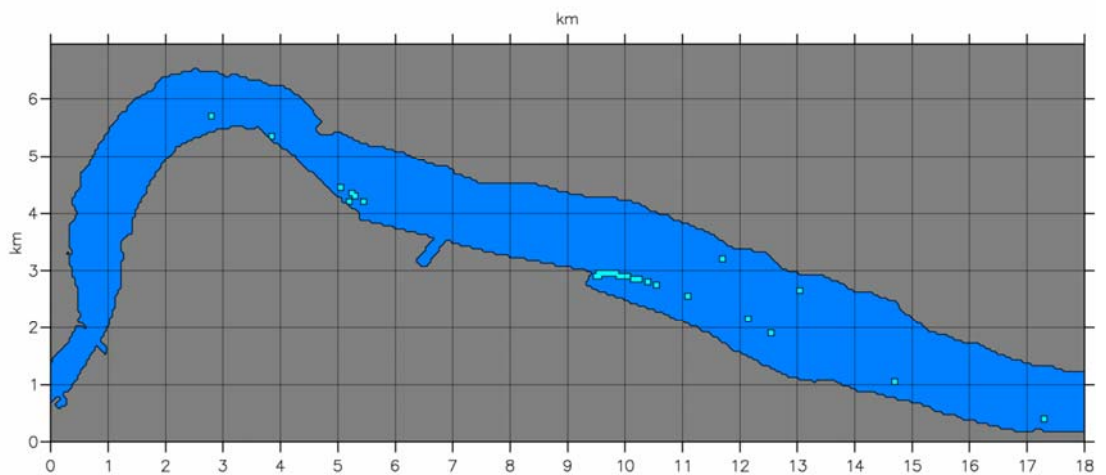
Det må på denne baggrund vurderes, at kvælstofbidraget ikke mængdemæssigt har væsentlig betydning i forhold til anden kvælstoftilførsel, hvorimod fosfor muligvis kan have en betydning. Effekten på algevæksten vil afhænge af det aktuelle forhold mellem N og P på det givne tidspunkt og vejrforholdene. Det kan ikke udelukkes, at der i perioder med stille vejr og sol i sommerhalvåret kan ske en forøget algevækst.

#### Skygning af ålegræs

Ålegræs er levested og fødegrundlag for en række dyrearter og et vigtigt led i det økologiske system på det lave vand. Som nævnt i afsnit 2.1.6.4 er ålegræs spredt forekommende på det lave vand i projektområdet ud til godt 2 meters dybde med en dækningsgrad på ca. 20%. Den gennemsnitlige dybdegrænse i Limfjorden var i 2004 2,3 m /21/. Dybdegrænsen er nøje korreleret med vandets gennemsigtighed (sigtdybden). I litteraturen angives, at ålegræs kan vokse ud til 11-25 meters dybde. Den forholdsvis lave dybdeudbredelse i Limfjorden skyldes, at vandet er uklart som følge af vækst af planktonalger og ophvirvling af sediment i de lavvandede områder. Normalt angives grænsen for primærproduktion at være ca. 2 gange sigtdybden, svarende til ca. 2% af lysintensiteten ved overfladen. For ålegræssets vedkommende er dybdegrænsen for udbredelsen 11% af overfladeintensiteten.

Nordjyllands Amt har i både i den nugældende regionplan og i forslaget til Regionplan 2005 en konkret målsætning om at ålegræssets dybdeudbredelse i Langerak skal være større end 4 meter. Målsætningen vurderes til ikke at være opfyldt /23/.

På nedenstående figur 2.5 er vist de områder ved bunden, hvor lysintensiteten i graveperioden reduceres fra et niveau over 11% til under 11% af intensiteten ved overfladen.

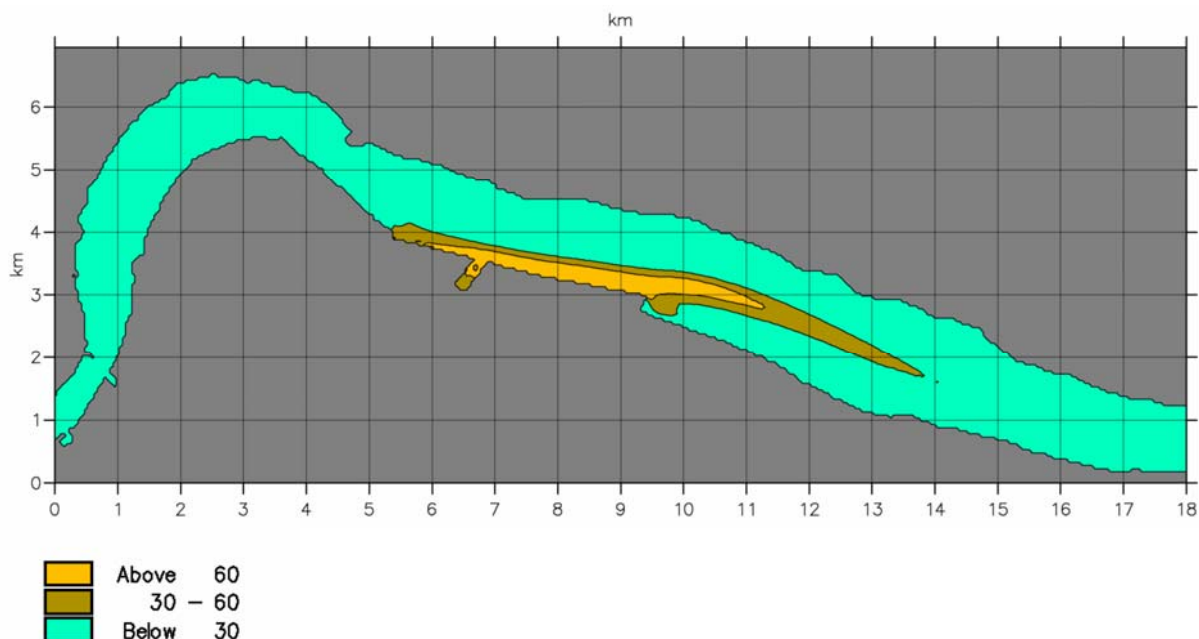


Figur 2.5. Områder ved bunden, hvor lysintensiteten reduceres til under 11% af intensiteten ved overfladen i graveperioden

Det fremgår af figur 2.5, at områderne hvor lysintensitet reduceres til under 11% er beliggende i eller nær uddybningsområdet, hvor der i forvejen ikke vokser ålegræs. Det skal også bemærkes, at tidsrummet med nedsat lysmængde ved bunden vil være maks. ca. 30 dage.

I forbindelse med etablering af Øresundsforbindelsen blev der foretaget undersøgelser af effekten af sedimentspild på ålegræssets vækst og udbredelse, herunder *in situ* eksperimenter med effekten af skygning på væksten af ålegræs /22/. Resultatet af disse undersøgelser viste, at ålegræsbevoksningen forsvandt efter 3 måneders 60% beskygning. Planterne var mest følsomme over for beskygning om foråret.

I nedenstående figur 2.6 er vist udbredelsen af områder med forskellig lysdæmpning jf. /8/.



Figur 2.6. Lysdæmpning (%). Procentvis ændring af lysintensiteten ved bunden som følge af uddybningsaktiviteterne

En lysdæmpning på over 60% forekommer i et begrænset område omkring uddybningerne og 30% reduktion af lyset forekommer 2-3 km øst på i Langerak. I det påvirkede område vokser der ikke ålegræs i dag. I en fremtidig situation, hvor miljøtilstanden i Limfjorden er forbedret så meget, at der igen vil vokse ålegræs, vurderes skygningen ikke at være så voldsom, at ålegræsset permanent vil forsvinde. Det skyldes at skygningens varighed er ca. 1 måned, hvorimod planterne i eksperimenterne blev udsat for 3 måneders skygge.

#### Miljøfremmede stoffer

Koncentrationerne af tungmetaller i de udtagne sedimentprøver ligger i det store og hele inden for de OSPAR-værdier, der karakteriserer uforurenet sediment (tabel 1.6).

For TBT's vedkommende er max. værdierne i overfladesedimentet en faktor 1.000 højere end OSPAR's økotoxikologiske grænseværdier for TBT i ubelastede sedimenter, der ligger på 5-50 ng/kg TS /24/. De økotoxikologiske grænseværdier for ubelastet sediment er så lave, at de er på niveau eller under de fleste laboratoriers detektionsgrænse. Værdierne forekommer kun i åbne farvande uden særlig skibstrafik.

I kystnære områder og havne varierer de undersøgelser fundne koncentrationer fra 30 millioner gange den øvre økotoxikologiske grænseværdi, fundet i havnesediment, over 1.600 gange den øvre grænseværdi fundet i floder, til 30 gange grænseværdien i åbne havområder med hyppig skibstrafik /25/. TBT niveauet i det lukkede farvand Langerak svarer derfor nogenlunde til det forventede.

Ved uddybning af sejlrenden foran den kommende havnefront vil størsteparten af spildet stamme fra dybder i sedimentet, der ikke indeholder TBT. Fra udgravning af de øverste dele af sedimentet vil der ske en spredning af en vis mængde TBT i forbindelse med opstået spild. TBT er imidlertid bundet meget stærkt til sedimentet, og det er

derfor ikke sandsynligt, at væsentlige mængder vil blive frigivet til vandfasen. Samlet set vurderes det derfor, at den mængde TBT, der spredes som følge af spild fra udgravning af sediment, ikke vil give anledning til forhøjede koncentrationer af betydning i omgivelserne. Det skal bemærkes, at der for tiden udføres forsøg med frigivelse af TBT fra sedimentresuspension, men resultater foreligger ikke på indeværende tidspunkt /26/. Endeligt vil der ved gennemførelse af Projektet alt andet lige ske en reduktion af den samlede mængde TBT, der findes i området, idet sedimentet overføres til sedimentdepoter på land.

- 2.1.1.6 Internationale beskyttelsesområde  
Som det fremgår af de foregående afsnit, kan sedimentspildet i forbindelse med anlægsfasen have en negativ effekt på plante- og dyrelivet i nærområdet til projektet. Det nærmeste internationale beskyttelsesområde er Ulvedybet og Nibe bredning, som ligger mere end 20 km fra projektområdets påvirkningsgrænse i vestlig retning og Ålborg bugt syd, som ligger 25-30 km øst for projektets østlige påvirkningsgrænse.
- På den baggrund vurderes det, at de internationale beskyttelsesområder vest og øst for projektområdet ikke vil blive påvirket i anlægsfasen af projektet.

## 2.1.2 *Drift*

- 2.1.2.1 Romdrup Å  
Der forventes ikke påvirkninger udover, hvad der er beskrevet under anlægsfasen.
- 2.1.2.2 Strandengsområde omkring udløbet af Romdrup Å  
Der forventes ikke påvirkninger udover, hvad der er beskrevet under anlægsfasen.
- 2.1.2.3 Stranden langs kysten af Langerak øst for den eksisterende havn  
Der forventes ikke påvirkninger udover, hvad der er beskrevet under anlægsfasen.
- 2.1.2.4 Eng- og strandengsområde vest for Grønlandshavnen  
Der forventes ikke påvirkninger udover, hvad der er beskrevet under anlægsfasen.
- 2.1.2.5 Det lavvandede område fra stranden og ud til 4m kurven øst for den eksisterende havn  
I lighed med de eksisterende forhold forventes det, at der af og til skal foretages oprensninger af hensyn til vedligeholdelse af dybden i havnen. Spildet i forbindelse med disse oprensninger vurderes at være forholdsvist ringe /8/.
- 2.1.2.6 Internationale beskyttelsesområder  
Det forventes ikke, at de i de foregående afsnit nævnte oprensninger vil påvirke de internationale naturbeskyttelsesområder.

## 2.1.3 *Tiltag til minimering af påvirkning af miljøet*

- 2.1.3.1 Romdrup Å  
Det vil næppe være muligt at afkorte de nævnte broer uden at det vil gå stærkt ud over driftsforholdene på havnen.
- For så vidt angår anlæg af godsbanegård, er der ingen påvirkning.
- 2.1.3.2 Strandengsområde omkring udløbet af Romdrup Å  
Da området fjernes i forbindelse med gennemførelse af Projektet (og for øvrigt også ved gennemførelse af 0<sup>+</sup>-alternativet, som er omfattet af de eksisterende lokalplaner) vil en reduktion af påvirkningen medføre, at de påtænkte anlægsarbejder ikke kan gennemføres.

- 2.1.3.3 Stranden langs kysten af Langerak øst for den eksisterende havn  
Da området fjernes i forbindelse med gennemførelse af Projektet (og for øvrigt også ved gennemførelse af 0<sup>+</sup>-alternativet, som er omfattet af de eksisterende lokalplaner) vil en reduktion af påvirkningen medføre, at de påtænkte anlægsarbejder ikke kan gennemføres.
- 2.1.3.4 Eng- og strandengsområde vest for Grønlandshavnen  
Da området fjernes i forbindelse med gennemførelse af Projektet (og for øvrigt også ved gennemførelse af 0<sup>+</sup>-alternativet, som er omfattet af de eksisterende lokalplaner) vil en reduktion af påvirkningen medføre, at de påtænkte anlægsarbejder ikke kan gennemføres.
- 2.1.3.5 Det lavvandede område fra stranden og ud til 4m kurven øst for den eksisterende havn  
De miljømæssige påvirkninger er søgt minimeret ved anvendelse af udstyr og metoder, som forårsager mindst mulig ophvirvling /8/.
- 2.1.3.6 Internationale beskyttelsesområder  
De nærmeste internationale beskyttelsesområder ligger mere end 20 km fra projektområdet og effekter vil kun forekomme op til 5-7 km fra projektområdet. Det vil derfor ikke være relevant at iværksætte tiltag, der mindsker påvirkningen af de internationale beskyttelsesområder.

## 2.2 0<sup>+</sup> -alternativ

0<sup>+</sup> alternativet er en intensiv udnyttelse af det område, som er udlagt i henhold til eksisterende lokalplaner.

### 2.2.1 Anlæg

- 2.2.1.1 Romdrup Å  
der vil blive etableret 2 brede og et mindre antal smalle broer over Romdrup Å før udløbet i det nyetablerede østlige havnebassin. For vurdering af konsekvenserne henvises til afsnit 3.1.1.1.
- 2.2.1.2 Strandengsområde omkring udløbet af Romdrup Å  
Området vil blive en del af havnen og vil som sådan ophøre med at eksistere som naturområde. Et område af lokal betydning for rastende ande- og vadefugle og ynglende rørskovsfugle samt noget strandengsvegetation vil forsvinde. Set i sammenhæng med de øvrige lokaliteter for vade- og andefugle i Limfjorden, herunder habitat- og fuglebeskyttelsesområder, er tabet dog meget begrænset.
- 2.2.1.3 Stranden langs kysten af Langerak øst for den eksisterende havn  
En væsentlig mindre del af området end det er tilfældet for Projektet vil blive en del af havnen og vil som sådan ophøre med at eksistere som naturområde. Set i sammenhæng med den udbredte forekomst af strandeng langs Limfjorden i øvrigt er tabet dog meget begrænset.
- 2.2.1.4 Eng- og strandengsområde vest for Grønlandshavnen  
Området vil blive en del af havnen og vil som sådan ophøre med at eksistere som naturområde. Set i sammenhæng med den udbredte forekomst af strandeng langs Limfjorden i øvrigt er tabet dog meget begrænset.

2.2.1.5 Det lavvandede område fra stranden og ud til 4m kurven øst for den eksisterende havn

I forhold til Projektet skal der foretages en mindre omfattende uddybning mellem bolværket og sejlrenden, og omfanget af flere af de nedennævnte aktiviteter vil også blive mindre end i forbindelse med gennemførelsen af Projektet:

- Blødbundsudskiftning i spunslinien
- Tilbagefyldning i spunslinien
- Bagfyldning af stenkastninger
- Opfyldning af havnearealer bag spuns og stenkastninger

Der skal fjernes mere sediment i 0<sup>+</sup>-alternativet i forhold til Projektet, da der skal udgraves to havnebassiner. Disse skal etableres i områder, hvor vanddybden enten er ringe eller der i dag findes landarealer.

Der er ikke udført modelberegninger for denne situation. Miljøpåvirkningen ved uddybningen mod sejlrenden vurderes at være mindre end for Projektet, idet arealet af havbunden der inddrages blive væsentligt mindre (skønnet ca. 30 ha), og at udgravningen af havnebassiner kan ske med en meget ringe belastning på Limfjorden f.eks. i lukkede bassiner uden kontakt til Limfjorden.

2.2.1.6 Internationale beskyttelsesområder

Med baggrund i at de forventede miljøeffekter vil blive væsentlig mindre end under Projektet, vurderes det, at der ikke vil være påvirkninger af de internationale beskyttelsesområder ved gennemførelse af 0<sup>+</sup>-alternativet.

2.2.2 *Drift*

2.2.2.1 Romdrup Å

Der forventes ikke påvirkninger udover hvad der er beskrevet under anlægsfasen.

2.2.2.2 Strandengsområde omkring udløbet af Romdrup Å

Der forventes ikke påvirkninger udover hvad der er beskrevet under anlægsfasen.

2.2.2.3 Stranden langs kysten af Langerak øst for den eksisterende havn

Der forventes ikke påvirkninger udover hvad der er beskrevet under anlægsfasen.

2.2.2.4 Eng- og strandengsområde vest for Grønlandshavnen

Der forventes ikke påvirkninger udover hvad der er beskrevet under anlægsfasen.

2.2.2.5 Det lavvandede område fra stranden og ud til 4m kurven øst for den eksisterende havn

I lighed med de eksisterende forhold forventes det, at der af og til skal foretages oprensninger af hensyn til vedligeholdelse af dybden i havnebassinerne. Spildet i forbindelse med disse oprensninger vurderes at være forholdsvist ringe /8/.

2.2.2.6 Internationale beskyttelsesområde

Det forventes ikke at de i foregående afsnit nævnte oprensninger vil påvirke de internationale naturbeskyttelsesområder.

2.2.3 *Tiltag til minimering af påvirkning af miljøet*

2.2.3.1 Romdrup Å

Det vil næppe være muligt at afkorte broerne uden at det vil gå stærkt ud over driftsforholdene på havnen.

- 2.2.3.2 Strandengsområde omkring udløbet af Romdrup Å  
Det eneste forhold der umiddelbart kan peges på er at friholde området for havneudvidelsen.
- 2.2.3.3 Stranden langs kysten af Langerak øst for den eksisterende havn  
Det eneste forhold der umiddelbart kan peges på er at friholde området for havneudvidelsen.
- 2.2.3.4 Eng- og strandengsområde vest for Grønlandshavnen  
Det eneste forhold der umiddelbart kan peges på er at friholde området for havneudvidelsen.
- 2.2.3.5 Det lavvandede område fra stranden og ud til 4m kurven øst for den eksisterende havn  
De miljømæssige påvirkninger er søgt minimeret ved anvendelse af udstyr og metoder, som forårsager mindst mulig ophvirvling /8/.
- 2.2.3.6 Internationale beskyttelsesområde  
De nærmeste internationale beskyttelsesområder ligger mere end 20 km fra projektområdet og effekter vil kun forekommer op til 5-7 km fra projektområdet. Det vil derfor ikke være relevant at iværksætte tiltag, der mindsker påvirkningen af de internationale beskyttelsesområder

## **2.3 O-alternativ**

O-alternativet udgøres af den nuværende udnyttelse af området uden udbygninger.

### *2.3.1 Anlæg*

- 2.3.1.1 Romdrup Å  
Der forventes ikke ændringer i forhold til den nuværende tilstand
- 2.3.1.2 Strandengsområde omkring udløbet af Romdrup Å  
Der forventes ikke ændringer i forhold til den nuværende tilstand. På sigt vil plejeindgreb dog være nødvendigt for at hindre tilgroning.
- 2.3.1.3 Stranden langs kysten af Langerak øst for den eksisterende havn  
Der forventes ikke ændringer i forhold til den nuværende tilstand.
- 2.3.1.4 Eng- og strandengsområde vest for Grønlandshavnen  
Der forventes ikke ændringer i forhold til den nuværende tilstand. På sigt vil plejeindgreb dog være nødvendigt for at hindre tilgroning.
- 2.3.1.5 Det lavvandede område fra stranden og ud til 4m kurven øst for den eksisterende havn  
Der forventes ikke ændringer i forhold til den nuværende tilstand.
- 2.3.1.6 Internationale beskyttelsesområder  
Der forventes ikke ændringer i forhold til den nuværende tilstand.

- 2.3.2 *Drift*
- 2.3.2.1 Romdrup Å  
Der forventes ikke ændringer i forhold til den nuværende tilstand.
- 2.3.2.2 Strandengsområde omkring udløbet af Romdrup Å  
Der forventes ikke ændringer i forhold til den nuværende tilstand. På sigt vil plejeindgreb dog være nødvendigt for at hindre tilgroning.
- 2.3.2.3 Stranden langs kysten af Langerak øst for den eksisterende havn  
Der forventes ikke ændringer i forhold til den nuværende tilstand.
- 2.3.2.4 Eng- og strandengsområde vest for Grønlandshavnen  
Der forventes ikke ændringer i forhold til den nuværende tilstand. På sigt vil plejeindgreb dog være nødvendigt for at hindre tilgroning.
- 2.3.2.5 Det lavvandede område fra stranden og ud til 4m kurven øst for den eksisterende havn  
Spild i forbindelse med vedligeholdelsesoprensninger forventes ikke at være af betydning og der forventes ikke ændringer i forhold til den nuværende tilstand.
- 2.3.2.6 Internationale beskyttelsesområde  
Der forventes ikke ændringer i forhold til den nuværende tilstand.
- 2.3.3 *Tiltag til minimering af påvirkning af miljøet*  
Der påtænkes ikke sådanne tiltag under 0-alternativet
- 2.3.4 *Tiltag til minimering af påvirkning af miljøet*  
Ikke relevant, da der alene er tale om mindre påvirkninger i forbindelse med driften af det eksisterende område.



### 3. Referencer

- /1/ Bjarne Åbrandt, Nordjyllands Amt. Mundtlig information okt. 2004.
- /2/ Bjarne Åbrandt, Nordjyllands Amt. Data vedr. vandføring i Romdrup Å
- /3/ Nordjyllands Amt. Regionplan 2001
- /4/ Nordjyllands amts hjemmeside: <http://www.gis.nja.dk>
- /5/ Oplysning fra Bjarke Huus, Nordjyllands Amt via e-mail fra Stine Rytter Bengtsson til RAMBØLL 4.10.2004, senere uddybet i mail af 10.jan. 2005.
- /6/ Ringkøbing, Viborg og Nordjyllands Amter (2004) Vandmiljø i Limfjorden 2003. Kan hentes elektronisk på <http://www.Limfjord.dk>
- /7/ <http://www.ospar.com>
- /8/ Sedimentspild og –spredning. Notat udarbejdet af Rambøll i forbindelse med VVM vurdering af udvidelse af Aalborg Østhavn.
- /9/ Hydrografiske forhold. Notat udarbejdet af Rambøll i forbindelse med VVM vurdering af udvidelse af Aalborg Østhavn.
- /10/ Grenå havn rapport
- /11/ Møller, A.L. og Edelvang, K. 2000. Havmøllepark ved Rødsand, VVM-redegørelse. Baggrundsrapport nr. 1. Dansk Hydraulisk Institut
- /12/ Nielsen, J. 1994. Vandløbsfiskenes verden – med biologen på arbejde. Gads Forlag.
- /13/ Nielsen, J. 2004. Faunapassageudvalget, Delrapport I. Fiskenes krav til passage-løsninger i vandløb med dambrug. Ministeriet for fødevareerhverv, de jyske amter, Danmarks Fiskeriundersøgelser, Dansk Dambrugerforening og Danmarks Sportsfiskerforbund.
- /14/ Jan Nielsen, personlig med. 10.12.2004
- /15/ <http://www.skovognatur.dk/natura2000>
- /16/ Ringkøbing amt, Viborg Amt, Nordjyllands Amt. 2004. Vandmiljø i Limfjorden 1998-2003.
- /17/ Møhlenberg, F. Giftighed og biotilgængelighed af sedimentbundet TBT – er vi for restriktive ved vurdering af havnesediment? Artikel fra DHI
- /18/ Aalborg havn. 2004. Oprensning i havnen 2004. Sedimentprøver
- /19/ DSB/VD.1990. Undersøgelse af konsekvenser for havmiljøet af en fast forbindelse over Øresund. KM 4.2. COWI/VKI
- /20/ The Øresund Link. 1998. Assessment of the impact on the marine environment of the Øresund Link. Update.
- /21/ Limfjordsovervågningen. 2005. Vandmiljø i Limfjorden 2004. NOVANA Marin overvågning 2004-2009.

- /22/ Øresundskonsortiet. 1996. Dynamics of eelgrass in Øresund and assessment of impact of shading of eelgrass growth at different depths and times of season. VKI/Toxicon.
- /23/ Nordjyllands Amt, 2005: Forslag til regionplan 2005. (www.nja.dk/Serviceomraader/Regionplan/Regionplan2005/Regionplan2005.htm#Subtitel2)
- /24/ [www.ospar.org/documents/dbase/decrecs/agreements/](http://www.ospar.org/documents/dbase/decrecs/agreements/)
- /25/ OSPAR Commission 2000. Quality status report 2000. Region II – Great North Sea. OSPAR Commission, London 136 pp.
- /26/ Mundtlig oplysning fra Eva Lund, Rambøll Odense.

#### **4. Manglende oplysninger**

Ingen.