



**SINTEF Byggforsk AS**  
Kyst og havnelaboratoriet

Postadresse: 7465 Trondheim  
Besøk: Klæbuveien 153  
Telefon: 73 59 30 00  
Telefaks: 73 59 23 76

Foretaksregisteret: NO 989 015 540 MVA

# NOTAT

GJELDER

**Harstad havan**  
**Bølgemønster i havna**

BEHANDLING

UTTALELSE

ORIENTERING

ETTER AVTALE

GÅR TIL

Harstad Havn KF v/Lennart Jensen

ARKIVKODE

GRADERING

Fortrolig

ELEKTRONISK ARKIVKODE

N-Harstad havn-nov06.doc

PROSJEKTNR.

DATO

SAKSBEARBEIDER/FORFATTER

ANTALL SIDER

56003200

2006-11-09

Sverre Bjørdal

18

## Sammendrag

Harstad Havn KF har gjennomført et forprosjekt ”Harstad Havn – Terminalbygg og kaier”. Prosjektet innbefatter nye kaier sentralt i havna, samtidig som andre kaier rives. Kai 2 skal forlenges og får en bølgedempende kai på enden. Hurtigrutekaia skal forlenges mot nordvest som spuntvegg. For å vurdere bølgemønsteret i havna ved en slik utbygging har Harstad Havn KF engasjert Kyst og havnelaboratoriet ved SINTEF Byggforsk AS. Det er spesielt skjørtedybden på bølgedemperkaia og vinklingen av spuntveggkaia som skal vurderes for å unngå at bølger ledes mot hurtigbåtterminalen ved kai 2.

Som grunnlag for disse vurderingene er det gjennomført en bølgeanalyse. Analysen er delvis basert på vinddata fra Sandsøy og ellers på vinddata fra Sama i Harstad.

Ved utgangspunkt i bølgeanalysen er det beregnet en dybde på kaiskjørtet som skal gi tilfredsstillende rolighetsforhold i kaiområdet bak. Lengden av bølgedemperkaia er vurdert og vinklingen på den nye spuntkaia er også vurdert. Til slutt er det angitt dimensjonerende belastning på kaiskjørtet. Basert på det utførte arbeid vil vi trekke følgende konklusjoner:

- ✓ Vinklingen på den nye spuntkaia er akseptabel. De største bølgene, bølger fra NØ, vil reflektere bort fra kaia ved hurtigbåtterminalen. Bølger fra østlig retning og sydøst vil imidlertid reflektere inn mot området for hurtigbåtkaia, men disse bølgene er betydelig mindre enn bølgene fra NØ og vil være å leve med.
- ✓ Skjørtet på bølgedemperkaia bør føres ned til ca 4 m under middelvann for å gi tilstrekkelig demping av bølger fra NØ.

- ✓ Lengden bølgedemperkaia har i sydøst retning virker tilstrekkelig, men vi foreslår at kaiskjørtet føres rundt nordøstre hjørne av kaia og ca 15 – 20 m innover (nordvest) på hovedkaia. Dette for å skjerme bedre for hurtigbåtterminale.
- ✓ Kaiskjørtet som har en dybde på 4 m under middelvann bør dimensjoneres for 12 tonn pr lm. Resultantkraften vil ligge i vannlinjen.

## 1 Innledning

Harstad Havn KF har gjennomført et forprosjekt ”Harstad Havn – Terminalbygg og kaier”. Dette forprosjektet innbefatter nye kaier sentralt i havna, samtidig som andre rives Blant annet skal kai 2 forlenges og får en bølgedemperkai på enden i østlig retning, og hurtigrutekaia skal forlenges nordvestover med en spuntvegg. Harstad Havn KF har engasjert Kyst og havnelaboratoriet ved SINTEF Byggforsk AS for å vurdere bølgemønsteret som kan oppstå i havna ved en slik utbygging. Av forhold som skal vurderes er spesielt nødvendig dybde av skjørt på bølgedemperkaia og vinklingen av spuntvegg og kaier for å unngå at ikke bølger ledes fra denne og mot området ved hurtigbåtkaia.

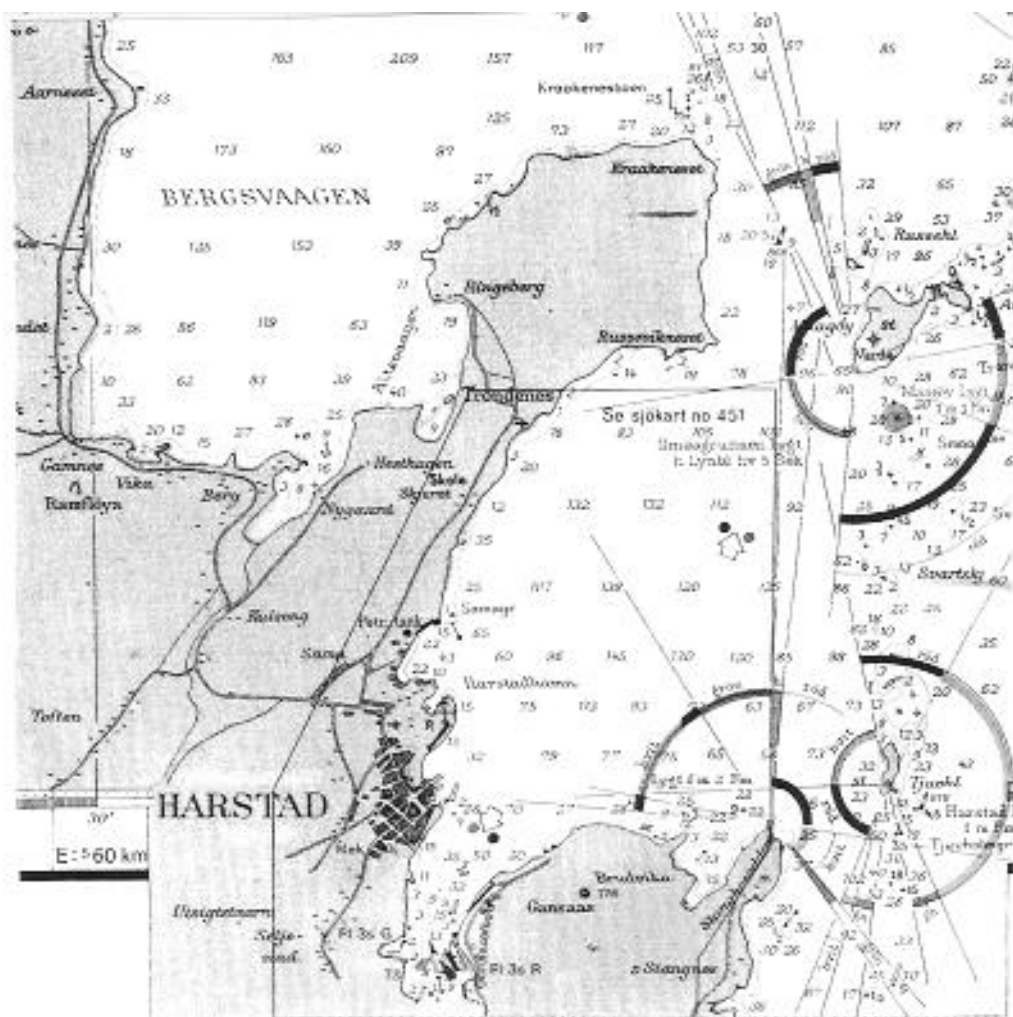
Som grunnlag for disse vurderingene/beregningene utføres det en bølgeanalyse. Bølgene bestemmes i høyde og retning ut fra vindforholdene. Bølgeanalysen er beskrevet i kapittel 2. Kapittel 3 omhandler bølgedempning for kaiskjørt generelt, og det gis en kurve som angir bølgedempning i forhold til skjørtedybde og skjermingsgrad i forhold til kailengder. Kapittel 4 omhandler bølgerrefleksjon, og det gis en anbefaling av retning på spuntveggkaier for å minimalisere bølgerrefleksjon mot hurtigbåtkaia. I kapittel 5 angis bølgekrefter på kaiskjørt.

## 2 Bølgeanalyse

Bølgeanalysen bygger på en beregning av bølgehøyden ut fra strøklengde og vindhastighet.

Havneområdet i Harstad er eksponert for bølger fra en sektor mellom nord-nordøst og syd-sydøst. De høyeste bølgene vil komme fra NØ-lig kant, hvor en har det lengste strøket, figur 2.1

I vedlegg 1 har vi utført strøkberegninger som viser bølgehøyden som funksjon av vindstyrke for de forskjellige retningene.



Figur 2.1 Utsnitt av sjøkart nr

Vindstyrken fra de forskjellige retningene og hyppigheten av denne vil bestemme hyppighet og retning på bølgene.

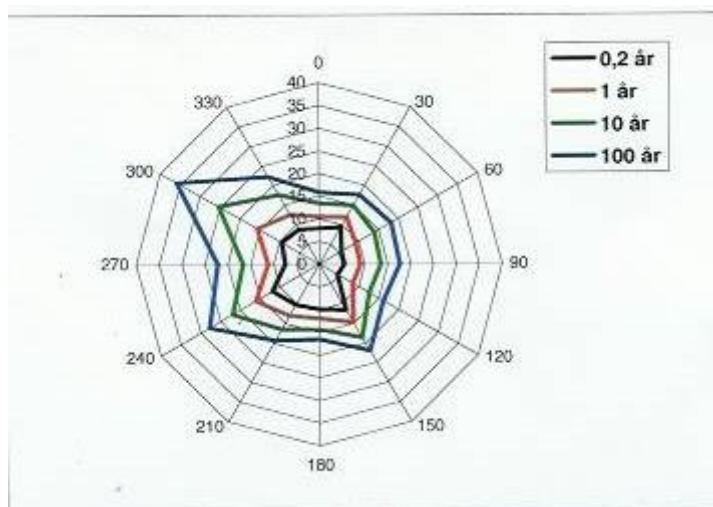
I nordøstlig vær vil vinddata fra den meteorologiske stasjonen på Sandsøy (1966-1977) være rimelig representativ for vind som genererer bølger over Vågsfjorden. Tabell 2.1 viser hyppighet og styrke av denne vinden.

Tabell 2.1 Forventet vindhastighet for vind fra nordøst over Vågsfjorden.

Hyppighet/Returperiode	Vindfart fra nordøst	Betegnelse
5 ganger per år	12,4 m/s	Liten kuling
1 år	15,1 m/s	Stiv kuling
10 år	18,5 m/s	Sterk kuling
100 år	21,8 m/s	Liten storm

For vind fra mer øst- og sydøstlig kant er vi mer usikker på representativiteten av datamaterialet fra Sandsøy.

Vi har derfor utarbeidet en vindstatistikk basert på eksisterende data fra Sama i Harstad. Vindregistreringene fra Sama er av kortere varighet (1956 – 1960). Datamaterialet er vist i figur 2.1 i form av en vindrose.



Figur 2.1 Vindrose "Sama" 1956 – 1960.

For vind fra NØ retning viser vinddata fra Sama noe lavere vindhastigheter enn stasjonen på Sandsøy. For retningene 30° og 60° velger vi å benytte statistikker for Sandsøy for bølgebestemmelse av hyppighet og høyde av bølger fra NØ-lig sektor. For øst- og sydøstlig sektor benyttes datamaterialet fra "Sama".

I tabell 2.2 har vi satt opp anbefalte vindhastigheter og hyppighet av disse for angivelse av bølgeforholdene i Harstad havn.

Tabell 2.2 Vindhastigheter for beregning av bølgepågang mot Harstad havn.

Retning	Returperiode			
	5 ganger/år	1 gang/år	1 gang/10 år	1 gang/100 år
30°	12,4 m/s	15,1 m/s	18,5 m/s	21,8 m/s
60°	12,4 m/s	15,1 m/s	18,5 m/s	21,8 m/s
90°	5,5 m/s	9,0 m/s	13,4 m/s	17,6 m/s
120°	4,6 m/s	8,4 m/s	12,5 m/s	16,0 m/s
150°	11,51 m/s	14,6 m/s	18,5 m/s	21,9 m/s
180°	9,9 m/s	11,9 m/s	14,3 m/s	16,4 m/s

Som det går fram av figur 2.1 er det registrert lite vind fra østlig kant på Sama. Derimot relativt høy vind fra sydøst.

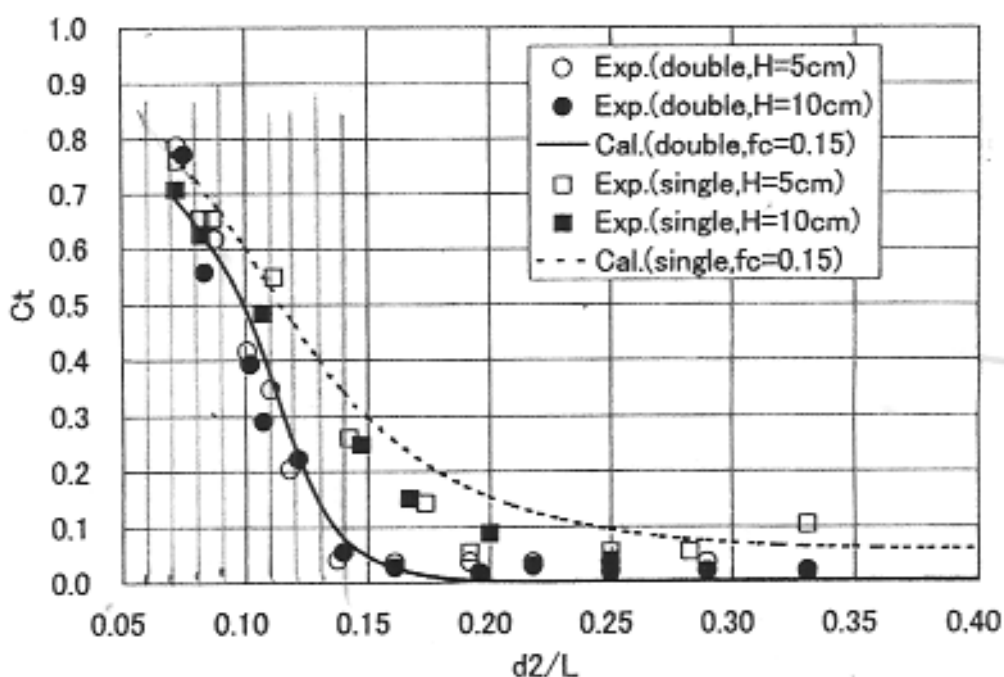
Basert på vinddata og strøkberegningene har vi i tabell 2.3 satt forventet høyde og hyppighet av bølger fra forskjellige retninger mot havneområdet.

Tabell 2.3 Forventet bølgepågang mot Harstad havn for forskjellige retninger.

Bølgeretning	Returperiode			
	5 ganger/år	1 gang/år	1 gang/10 år	1 gang/100 år
NNØ 30°	0,7 m - 4,1 s	0,9 m - 4,5 s	1,2 m - 4,9 s	1,5 m - 5,2 s
ØNØ 60°	0,9 m - 4,4 s	1,2 m - 4,9 s	1,6 m - 5,4 s	2,0 m - 5,8 s
Ø 90°	0,25 m - 2,8 s	0,5 m - 3,5 s	0,75 m - 4,2 s	1,1 m - 4,7 s
ØSØ 120°	0,15 m - 2,0 s	0,2 m - 2,4 s	0,35 m - 2,9 s	0,5 m - 3,1 s
SSØ 150°	0,2 m - 1,4 s	0,3 m - 1,7 s	0,36 m - 1,9 s	0,5 m - 2,0 s
S	0,15 m - 1,4 s	0,18 m - 1,5 s	0,2 m - 1,6 s	0,25 m - 1,7 s

### 3 Bølgedemping ved skjortekai

Figur 3.1 viser transmisjonskoeffisienten  $C_T$  for enkel og dobbel skjerm, for et dypgående for skjermen på  $d/h = 0,353$  fra [1] ( $d$  er skjermdybde og  $h$  er vanddybde). Transmisjonskoeffisienten  $C_T = H/H_0$  hvor  $H$  er bølgehøyden bak skjermen og  $H_0$  er bølgehøyden inn mot skjermen. Transmisjonskoeffisienten er gitt som funksjon av dybde på skjermen i forhold til bølgelengden.



Figur 3.1 Transmisjonskoeffisient for enkel og dobbel skjerm som funksjon av skjermdybde/bølgelengde.

Fra tabell 2.e ser en at bølgeperioden for bølger fra NØ er ca 5 sek 1 gang per år. Den tilhørende bølgelengden på dypt vann kan beregnes til  $L_0 = 1,56 T^2 = 39$  m. Ved ca 10 m vanddypp tilsvarer dette en bølgelengde på ca 35 m.

Av figur 3.1 framgår det at en reduksjon av bølgehøyden på 50 % krever et d/L forhold på 0,12, dvs med bølgelengde 35 m må skjørtedybden bli 4,2 m.

For bølger fra NØ har vi i tabell 3.1 beregnet demping som funksjon av skjørtedybde.

Tabell 3.1 Dempning som funksjon av skjørtedybde.

Dybde	Returperiode	
	5 ganger/år	1 gang/år
2 m	H = 0,72 m ( $C_T = 0,8$ )	H = 1,06 m ( $C_T = 0,88$ )
3 m	H = 0,54 m ( $C_T = 0,6$ )	H = 0,66 m ( $C_T = 0,55$ )

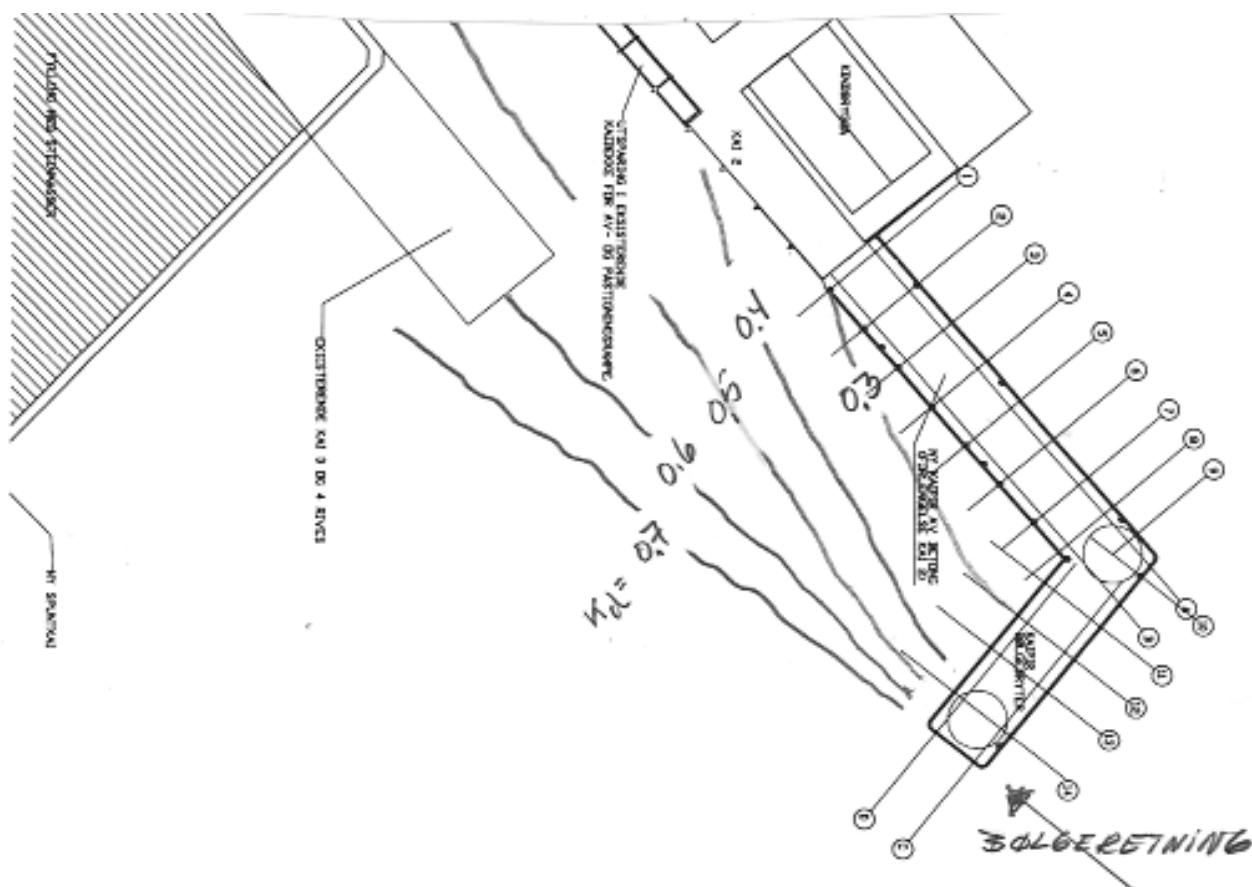
Akseptabel bølgehøyde ved kai for litt større fartøy anbefales til 0,3 m – 0,4 m og som opptrer noen perioder pr år. Ut fra dette vil vi foreslå en skjørtedybde på 4 m. Vi vil også foreslå at dybden regnes fra middelvann. Ved høyvann vil dempingen bli noe bedre og ved lavvann noe mindre.

Den angitte bølgedempningen er basert på en to-dimensjonal situasjon, der bølgene kommer normalt på konstruksjonen og ingen energi går rundt endene. I en virkelig situasjon vil bølger diffraktere rundt endene av konstruksjonen som illustrert i figur 3.2, samtidig med at bølgene transmitteres gjennom.



Figur 3.2 Bølgediffraksjon.

Figur 3.3 viser diffraksjonsdiagram for en tett konstruksjon for bølger med periode  $T = 4$  s og  $L = 25$  m.

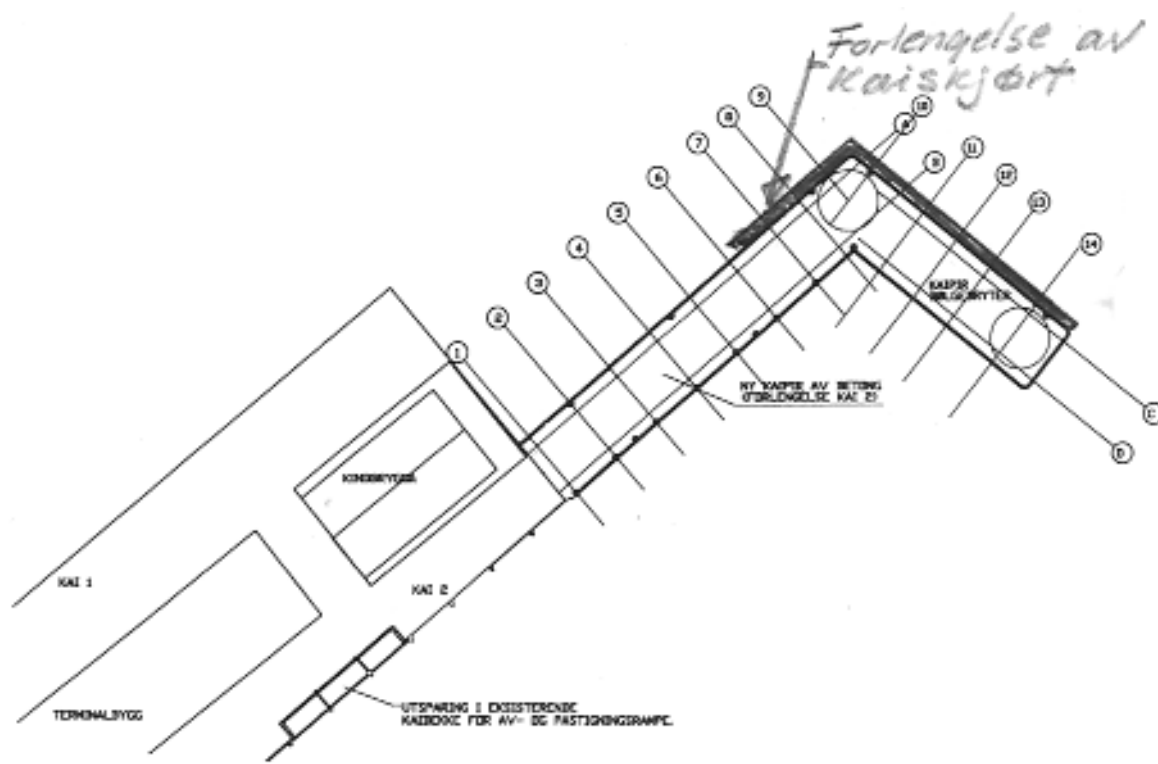


Figur 3.3 Diffraksjon for tett konstruksjon.

Figur 3.3 viser diffraksjon rundt den ene enden av kaia; lignende diffraksjonsmønstre vil opptre rundt den andre enden også.

De gitte diffraksjonskoeffisienter er for en vegg som går ned til bunnen. I dette tilfelle går bølgeskjermen bare ca 4 m ned i sjøen, og diffraksjonen vil være mindre markant. Vi antar at diffraksjonskoeffisientene kan reduseres med 60 – 70 %, men det vil oppstå bølgetog som krysser hverandre og dermed et noe uryddig bølgebilde. Det er vanskelig å anslå, men med en skjortedybde på ca 4 m vil bølgehøyden langs innersiden av kaien kunne bli  $H_s = 0,45$  m 5 ganger pr år og  $H_s = 0,85$  m 1 gang årlig.

Slik vi ser det bør det vurderes å lage kaiskjørt som forlenges 15 – 20 m fra bølgebryterkaien (om dette er mulig) og inn langs hovedkaien. Se skisse figur 3.4.



Figur 3.4 Forlengelse av kaiskjørt.

Lengden av bølgebryterkaia mot sydøst er tilfredsstillende.

Bølgedempningen som er vurdert hittil er bølger fra NØ, de høyeste og lengste bølgene. Når været dreier mer på øst virker det som vinden ikke opptrer med samme styrke og dessuten avtar strøklengden. For denne bølgeretningen vil ikke bølgedemperkaia ha vesentlig skjermingseffekt, bortsett fra innsiden av kaia.

Når været dreier mot sydøst øker vindstyrke og hyppighet, men strøklengden er svært begrenset. For denne bølgeretning vil ikke bølgedemperkaia ha effekt.

## 4 Bølgerrefleksjon

Når bølger kommer inn mot en konstruksjon eller en strand vil de reflektere. Hvordan de reflekteres er avhengig av bølgens innfallsvinkel og krapphet, strandens ruhet, permeabilitet og helning.

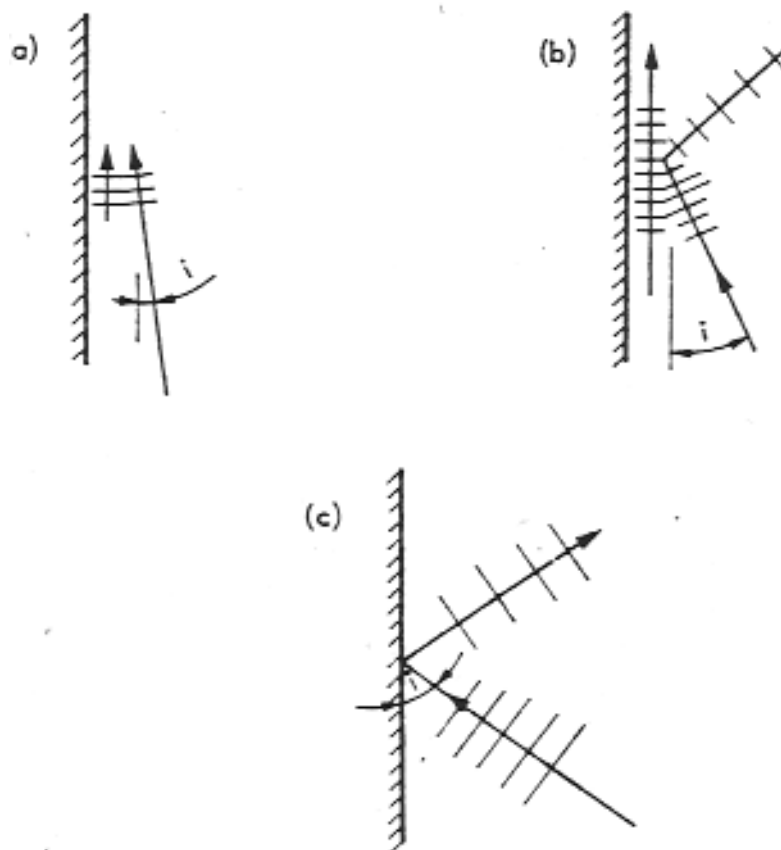
I Harstad havn vil vi ha refleksjon fra vegger, og i det tilfellet vil en ha følgende.

Når innfallsvinkelen er mindre enn  $20^\circ$  ( $\alpha$ ) er det ingen refleksjon, men det oppstår en bølge som beveger seg med kammen normalt vegg.



Når innfallsvinkelen er mellom  $20^\circ$  og  $45^\circ$  (b) vil en få delvis refleksjon. Noe energi reflekteres og noe går langs veggen som for en situasjon med mindre enn  $20^\circ$ .

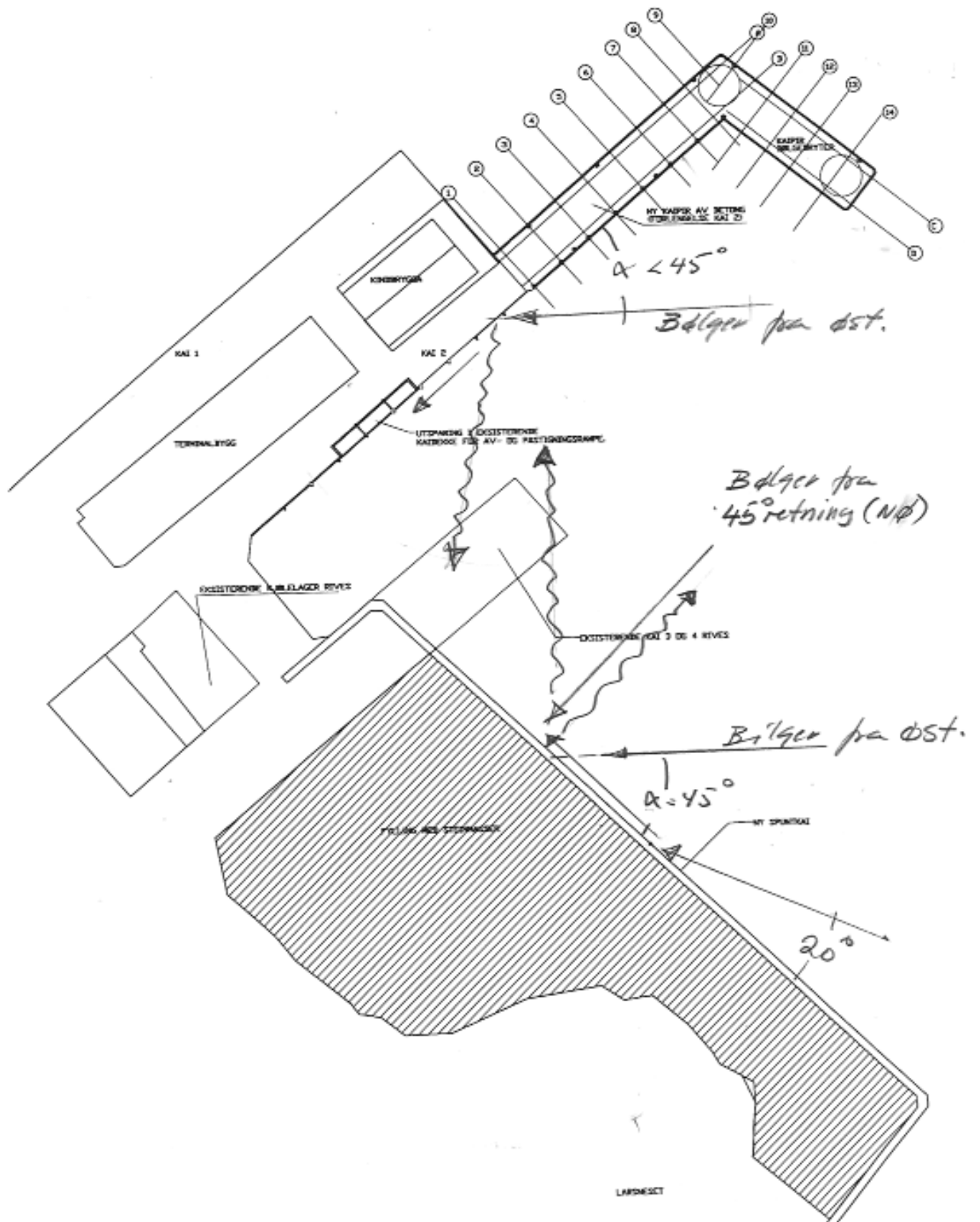
Når vinkelen er større enn  $45^\circ$  (c) vil det være normal refleksjon, bølgene går ut fra veggen med en vinkel lik innfallsvinkelen. De tre situasjonene er illustrert i figur 4.1.



Figur 4.1 Refleksjonssituasjoner.

Betraktes den nye geometrien i havneområdet vil bølger fra en sektor nord om  $45^\circ$  treffe spuntkaiaen på skrå og reflektere bort fra hurtigbåtkaia. Bølger fra  $45^\circ$  vil nå inn til den nye spuntkaia med  $90^\circ$  vinkel og gå rett ut igjen. Bølger med retning øst av  $45^\circ$  vil treffe spuntkaia og reflektere mot området av hurtigbåtkaia. Til mer østlig bølgene kommer fra til lenger inn langs hurtigbåtkaia kommer refleksbølgene.

Refleksforholdene er søkt illustrert i figur 4.2.



Figur 4.2 Refleksforhold i Harstad havn.

Som det går fram av skissen på figur 4.2 vil bølger fra øst gi refleksbølger både fra hurtigbåtkaia og fra ny spuntveggkai. Refleksbølgene fra spuntveggkaia vil re-reflektere fra hurtigbåtkaia. Refleksbølgene fra hurtigbåtkaia vil re-reflektere fra spuntveggkaia. For denne bølgeretningen vil det bli mye refleks i havneområdet, men bølgene fra denne retningen er dog små, og vi vil tro forholdene ved kai kan aksepteres. Vi ser ingen enkle løsninger for å dempe refleksbølgene ved å vri kaifrontene. Bølger fra sydøst vil gli inn langs den nye spunkaia som bølger uten refleks, mens bølgene fra sydøst vil komme normalt på hurtigbåtkaia.

## 5 Bølgekrefter på bølgeskjerm

Som dimensjoneringsgrunnlag benyttes 100 års bølgesituasjon, kombinert med et vann-nivå som forventes å opptre 1 gang pr 10 år. Dette gir følgende verdier:

$$H_s = 2,0 \text{ m} \quad T_p = 5,8 \text{ s}$$

Vannstand +3,08 i henhold til sjøkartverkets 0, som tilsvarer +1,74 middelvann.

Skjørtedybden er satt til 4 m under middelvann, dvs dybden på skjermen er  $4 + 1,74 \text{ m} = 5,74 \text{ m}$ .

Bølgekraften pr lm konstruksjon kan beregnes ut fra følgende uttrykk

$$F_{MO} = F_O \left( \frac{w}{h} \right)^{0,386(h/L_p)^{-0,7}}$$

Hvor

$$F_O = \rho g H_{MO} \frac{\sinh(k_p h)}{k_p \cosh(k_p h)}$$

$F_{MO}$  significant force per unit on partial-depth impermeable wave screen

$F_O$  significant force per unit width on full-depth wall

$H_{MO}$  significant wave height

$h$  water depth

$w$  wave screen draft or penetration

$L_p$  wave length associated with peak spectral wave period,  $T_p$

$k_p$  wave number associated with peak spectral wave period,  $2\pi/L_p$

$\rho$  water mass density

$g$  acceleration of gravity

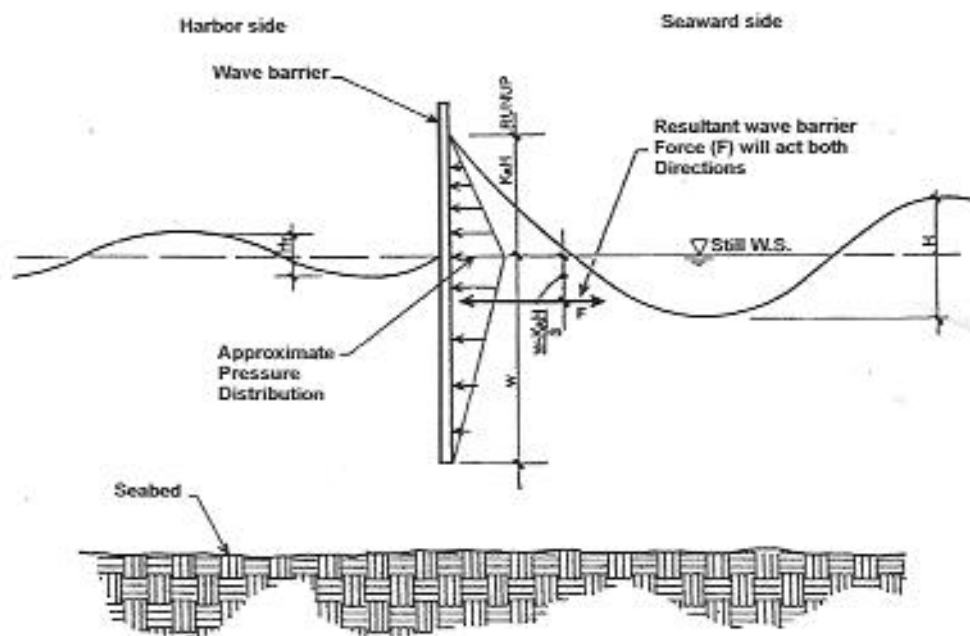
Beregning av gitte formelverk gir:

$$F_{MO} = 70272 \text{ N/Lm}$$

Design kraft kan da settes til

$$F_{\text{Design}} = 1,8 F_{\text{MO}} = 126489 \text{ N/Lm} = 12 \text{ tonn/Lm}$$

Trykkfordelingen er vist i figur 4.1.



Figur 4.1 Trykkfordeling,

## **VEDLEGG 1**

**Bølgehøyder mot Harstad havn som funksjon  
av retning og vindstyrke**

harstad\_2.txt  
 Tabell Lokalgenerert vindsjo ved Harstad\_25  
 Midlere vindretning er 0. grader.  
 Stroklengde i vindretningen er 24.1 km.

Vind (m/s)	Varighetsbegrenset sjo			Strokbegrenset sjo		
	Hmo (m)	Tp (s)	Varighet (timer)	Hmo (m)	Tp (s)	Varighet (timer)
5.	0.11	2.03	6.0	0.11	2.03	4.6
6.	0.14	2.17	6.0	0.14	2.17	4.3
7.	0.17	2.31	6.0	0.17	2.31	4.0
8.	0.20	2.43	6.0	0.20	2.43	3.8
9.	0.23	2.55	6.0	0.23	2.55	3.6
10.	0.26	2.66	6.0	0.26	2.66	3.5
11.	0.29	2.77	6.0	0.29	2.77	3.3
12.	0.33	2.87	6.0	0.33	2.87	3.2
13.	0.36	2.97	6.0	0.36	2.97	3.1
14.	0.40	3.06	6.0	0.40	3.06	3.0
15.	0.43	3.15	6.0	0.43	3.15	2.9
16.	0.47	3.24	6.0	0.47	3.24	2.9
17.	0.51	3.32	6.0	0.51	3.32	2.8
18.	0.55	3.41	6.0	0.55	3.41	2.7
19.	0.59	3.49	6.0	0.59	3.49	2.7
20.	0.63	3.57	6.0	0.63	3.57	2.6
21.	0.67	3.64	6.0	0.67	3.64	2.5
22.	0.71	3.72	6.0	0.71	3.72	2.5
23.	0.75	3.79	6.0	0.75	3.79	2.4
24.	0.80	3.86	6.0	0.80	3.86	2.4
25.	0.84	3.94	6.0	0.84	3.94	2.4
26.	0.89	4.01	6.0	0.89	4.01	2.3
27.	0.93	4.07	6.0	0.93	4.07	2.3
28.	0.98	4.14	6.0	0.98	4.14	2.2
29.	1.03	4.21	6.0	1.03	4.21	2.2
30.	1.08	4.27	6.0	1.08	4.27	2.2
31.	1.13	4.33	6.0	1.13	4.33	2.1
32.	1.18	4.40	6.0	1.18	4.40	2.1

Tabell Lokalgenerert vindsjo ved Harstad\_25  
 Midlere vindretning er 30. grader.  
 Stroklengde i vindretningen er 36.8 km.

Vind (m/s)	Varighetsbegrenset sjo			Strokbegrenset sjo		
	Hmo (m)	Tp (s)	Varighet (timer)	Hmo (m)	Tp (s)	Varighet (timer)
5.	0.25	2.88	6.0	0.25	2.89	6.1
6.	0.31	3.10	6.0	0.31	3.10	5.7
7.	0.37	3.30	6.0	0.37	3.30	5.3
8.	0.43	3.48	6.0	0.43	3.48	5.1
9.	0.49	3.64	6.0	0.49	3.64	4.8
10.	0.56	3.80	6.0	0.56	3.80	4.6
11.	0.63	3.95	6.0	0.63	3.95	4.4
12.	0.70	4.10	6.0	0.70	4.10	4.3
13.	0.78	4.24	6.0	0.78	4.24	4.1
14.	0.86	4.37	6.0	0.86	4.37	4.0
15.	0.93	4.50	6.0	0.93	4.50	3.9
16.	1.01	4.63	6.0	1.01	4.63	3.8
17.	1.10	4.75	6.0	1.10	4.75	3.7
18.	1.18	4.87	6.0	1.18	4.87	3.6
19.	1.27	4.98	6.0	1.27	4.98	3.5
20.	1.35	5.10	6.0	1.35	5.10	3.4
21.	1.44	5.21	6.0	1.44	5.21	3.4
22.	1.53	5.31	6.0	1.53	5.31	3.3
23.	1.63	5.42	6.0	1.63	5.42	3.2
24.	1.72	5.52	6.0	1.72	5.52	3.2

harstad\_2.txt

25.	1.82	5.62	6.0	1.82	5.62	3.1
26.	1.92	5.72	6.0	1.92	5.72	3.1
27.	2.02	5.82	6.0	2.02	5.82	3.0
28.	2.12	5.92	6.0	2.12	5.92	3.0
29.	2.22	6.01	6.0	2.22	6.01	2.9
30.	2.32	6.10	6.0	2.32	6.10	2.9
31.	2.43	6.19	6.0	2.43	6.19	2.8
32.	2.54	6.28	6.0	2.54	6.28	2.8

Tabell Lokalgenerert vindsjo ved Harstad\_25  
Midlere vindretning er 60. grader.  
Stroklengde i vindretningen er 39.7 km.

Vind (m/s)	Varighetsbegrenset sjo			Strokbegrenset sjo		
	Hmo (m)	Tp (s)	Varighet (timer)	Hmo (m)	Tp (s)	Varighet (timer)
5.	0.32	3.09	6.0	0.32	3.16	6.4
6.	0.40	3.39	6.0	0.40	3.39	5.9
7.	0.48	3.60	6.0	0.48	3.60	5.6
8.	0.56	3.79	6.0	0.56	3.79	5.3
9.	0.64	3.97	6.0	0.64	3.97	5.1
10.	0.73	4.15	6.0	0.73	4.15	4.9
11.	0.82	4.31	6.0	0.82	4.31	4.7
12.	0.92	4.47	6.0	0.92	4.47	4.5
13.	1.01	4.62	6.0	1.01	4.62	4.4
14.	1.11	4.77	6.0	1.11	4.77	4.2
15.	1.21	4.91	6.0	1.21	4.91	4.1
16.	1.32	5.05	6.0	1.32	5.05	4.0
17.	1.43	5.18	6.0	1.43	5.18	3.9
18.	1.53	5.31	6.0	1.53	5.31	3.8
19.	1.65	5.44	6.0	1.65	5.44	3.7
20.	1.76	5.56	6.0	1.76	5.56	3.6
21.	1.88	5.68	6.0	1.88	5.68	3.5
22.	2.00	5.80	6.0	2.00	5.80	3.5
23.	2.12	5.91	6.0	2.12	5.91	3.4
24.	2.24	6.02	6.0	2.24	6.02	3.3
25.	2.37	6.13	6.0	2.37	6.13	3.3
26.	2.49	6.24	6.0	2.49	6.24	3.2
27.	2.62	6.35	6.0	2.62	6.35	3.2
28.	2.75	6.45	6.0	2.75	6.45	3.1
29.	2.89	6.56	6.0	2.89	6.56	3.1
30.	3.02	6.66	6.0	3.02	6.66	3.0
31.	3.16	6.76	6.0	3.16	6.76	3.0
32.	3.30	6.85	6.0	3.30	6.85	2.9

Tabell Lokalgenerert vindsjo ved Harstad\_25  
Midlere vindretning er 90. grader.  
Stroklengde i vindretningen er 31.9 km.

Vind (m/s)	Varighetsbegrenset sjo			Strokbegrenset sjo		
	Hmo (m)	Tp (s)	Varighet (timer)	Hmo (m)	Tp (s)	Varighet (timer)
5.	0.24	2.81	6.0	0.24	2.81	5.5
6.	0.29	3.02	6.0	0.29	3.02	5.1
7.	0.35	3.21	6.0	0.35	3.21	4.8
8.	0.41	3.38	6.0	0.41	3.38	4.6
9.	0.47	3.54	6.0	0.47	3.54	4.4
10.	0.54	3.70	6.0	0.54	3.70	4.2
11.	0.60	3.85	6.0	0.60	3.85	4.0
12.	0.67	3.99	6.0	0.67	3.99	3.9

harstad_2.txt						
13.	0.74	4.12	6.0	0.74	4.12	3.8
14.	0.81	4.25	6.0	0.81	4.25	3.7
15.	0.89	4.38	6.0	0.89	4.38	3.5
16.	0.96	4.50	6.0	0.96	4.50	3.5
17.	1.04	4.62	6.0	1.04	4.62	3.4
18.	1.12	4.73	6.0	1.12	4.73	3.3
19.	1.20	4.85	6.0	1.20	4.85	3.2
20.	1.29	4.96	6.0	1.29	4.96	3.1
21.	1.37	5.06	6.0	1.37	5.06	3.1
22.	1.46	5.17	6.0	1.46	5.17	3.0
23.	1.55	5.27	6.0	1.55	5.27	2.9
24.	1.64	5.37	6.0	1.64	5.37	2.9
25.	1.73	5.47	6.0	1.73	5.47	2.8
26.	1.82	5.56	6.0	1.82	5.56	2.8
27.	1.92	5.66	6.0	1.92	5.66	2.7
28.	2.01	5.75	6.0	2.01	5.75	2.7
29.	2.11	5.84	6.0	2.11	5.84	2.7
30.	2.21	5.93	6.0	2.21	5.93	2.6
31.	2.31	6.02	6.0	2.31	6.02	2.6
32.	2.41	6.11	6.0	2.41	6.11	2.5

Tabell Lokalgenerert vindsjø ved Harstad\_25  
 Midlere vindretning er 120. grader.  
 Stroklengde i vindretningen er 15.6 km.

Vind (m/s)	Varighetsbegrenset sjo			Strokbegrenset sjo		
	Hmo (m)	Tp (s)	Varighet (timer)	Hmo (m)	Tp (s)	Varighet (timer)
5.	0.12	1.97	6.0	0.12	1.97	3.4
6.	0.14	2.11	6.0	0.14	2.11	3.2
7.	0.17	2.24	6.0	0.17	2.24	3.0
8.	0.20	2.36	6.0	0.20	2.36	2.9
9.	0.23	2.48	6.0	0.23	2.48	2.7
10.	0.26	2.59	6.0	0.26	2.59	2.6
11.	0.30	2.69	6.0	0.30	2.69	2.5
12.	0.33	2.79	6.0	0.33	2.79	2.4
13.	0.37	2.88	6.0	0.37	2.88	2.3
14.	0.40	2.97	6.0	0.40	2.97	2.3
15.	0.44	3.06	6.0	0.44	3.06	2.2
16.	0.48	3.15	6.0	0.48	3.15	2.1
17.	0.52	3.23	6.0	0.52	3.23	2.1
18.	0.56	3.31	6.0	0.56	3.31	2.0
19.	0.60	3.39	6.0	0.60	3.39	2.0
20.	0.64	3.47	6.0	0.64	3.47	1.9
21.	0.68	3.54	6.0	0.68	3.54	1.9
22.	0.72	3.61	6.0	0.72	3.61	1.9
23.	0.77	3.69	6.0	0.77	3.69	1.8
24.	0.81	3.76	6.0	0.81	3.76	1.8
25.	0.86	3.83	6.0	0.86	3.83	1.8
26.	0.90	3.89	6.0	0.90	3.89	1.7
27.	0.95	3.96	6.0	0.95	3.96	1.7
28.	1.00	4.02	6.0	1.00	4.02	1.7
29.	1.04	4.09	6.0	1.04	4.09	1.7
30.	1.09	4.15	6.0	1.09	4.15	1.6
31.	1.14	4.21	6.0	1.14	4.21	1.6
32.	1.19	4.27	6.0	1.19	4.27	1.6

Tabell Lokalgenerert vindsjø ved Harstad\_25  
 Midlere vindretning er 150. grader.  
 Stroklengde i vindretningen er 8.3 km.



harstad\_2.txt

vind (m/s)	Varighetsbegrenset sjo			Strokbegrenset sjo		
	Hmo (m)	Tp (s)	Varighet (timer)	Hmo (m)	Tp (s)	Varighet (timer)
5.	0.07	1.08	6.0	0.07	1.08	2.2
6.	0.09	1.16	6.0	0.09	1.16	2.1
7.	0.11	1.23	6.0	0.11	1.23	2.0
8.	0.13	1.30	6.0	0.13	1.30	1.9
9.	0.15	1.36	6.0	0.15	1.36	1.8
10.	0.17	1.42	6.0	0.17	1.42	1.7
11.	0.19	1.48	6.0	0.19	1.48	1.6
12.	0.21	1.53	6.0	0.21	1.53	1.6
13.	0.23	1.58	6.0	0.23	1.58	1.5
14.	0.26	1.63	6.0	0.26	1.63	1.5
15.	0.28	1.68	6.0	0.28	1.68	1.4
16.	0.30	1.73	6.0	0.30	1.73	1.4
17.	0.33	1.77	6.0	0.33	1.77	1.4
18.	0.35	1.82	6.0	0.35	1.82	1.3
19.	0.38	1.86	6.0	0.38	1.86	1.3
20.	0.40	1.90	6.0	0.40	1.90	1.3
21.	0.43	1.94	6.0	0.43	1.94	1.2
22.	0.46	1.98	6.0	0.46	1.98	1.2
23.	0.49	2.02	6.0	0.49	2.02	1.2
24.	0.51	2.06	6.0	0.51	2.06	1.2
25.	0.54	2.10	6.0	0.54	2.10	1.2
26.	0.57	2.13	6.0	0.57	2.13	1.1
27.	0.60	2.17	6.0	0.60	2.17	1.1
28.	0.63	2.21	6.0	0.63	2.21	1.1
29.	0.66	2.24	6.0	0.66	2.24	1.1
30.	0.69	2.28	6.0	0.69	2.28	1.1
31.	0.73	2.31	6.0	0.73	2.31	1.0
32.	0.76	2.34	6.0	0.76	2.34	1.0

Tabell Lokalgenerert vindsjo ved Harstad\_25  
 Midlere vindretning er 180. grader.  
 Stroklengde i vindretningen er 1.7 km.

vind (m/s)	Varighetsbegrenset sjo			Strokbegrenset sjo		
	Hmo (m)	Tp (s)	Varighet (timer)	Hmo (m)	Tp (s)	Varighet (timer)
5.	0.06	1.09	6.0	0.06	1.09	0.8
6.	0.08	1.16	6.0	0.08	1.16	0.7
7.	0.09	1.24	6.0	0.09	1.24	0.7
8.	0.11	1.30	6.0	0.11	1.30	0.6
9.	0.12	1.37	6.0	0.12	1.37	0.6
10.	0.14	1.43	6.0	0.14	1.43	0.6
11.	0.16	1.48	6.0	0.16	1.48	0.6
12.	0.18	1.54	6.0	0.18	1.54	0.5
13.	0.19	1.59	6.0	0.19	1.59	0.5
14.	0.21	1.64	6.0	0.21	1.64	0.5
15.	0.23	1.69	6.0	0.23	1.69	0.5
16.	0.25	1.74	6.0	0.25	1.74	0.5
17.	0.27	1.78	6.0	0.27	1.78	0.5
18.	0.30	1.83	6.0	0.30	1.83	0.5
19.	0.32	1.87	6.0	0.32	1.87	0.5
20.	0.34	1.91	6.0	0.34	1.91	0.4
21.	0.36	1.95	6.0	0.36	1.95	0.4
22.	0.38	1.99	6.0	0.38	1.99	0.4
23.	0.41	2.03	6.0	0.41	2.03	0.4
24.	0.43	2.07	6.0	0.43	2.07	0.4
25.	0.45	2.11	6.0	0.45	2.11	0.4
26.	0.48	2.15	6.0	0.48	2.15	0.4
27.	0.50	2.18	6.0	0.50	2.18	0.4
28.	0.53	2.22	6.0	0.53	2.22	0.4

				harstad_2.txt		
29.	0.56	2.26	6.0	0.56	2.26	0.4
30.	0.58	2.29	6.0	0.58	2.29	0.4
31.	0.61	2.32	6.0	0.61	2.32	0.4
32.	0.63	2.36	6.0	0.63	2.36	0.4

---