

Oppdragsgiver: **Wacker Chemicals Norway AS**
Oppdragsnr.: **52203733** Dokumentnr.: **Kystteknik 01**

Til: Torbjørn Halland
Fra: Athul Sasikumar
Dato 2023-01-02

► **Bølger og Stormflo - Holla industiral area - Zoning plan**

Innhold

Innledning	2
Lovverk	3
Stormflo og havnivåstigning	4
Vindbølger	6
Samlet Vurdering, stormflo og bølger	8
Erosjonssikring	8
Erosjonssikring langs seksjon 1 mot vindbølger	8
Erosjonssikring langs seksjon 2 mot strømning fra elva	13
Beregningsgrunnlag	13
Erosjonssikring	14
Kaier	17
Estimerer på avbrudd (nedetid) på ny kai	17
Oppsummering	19
Referanser	20

Innledning

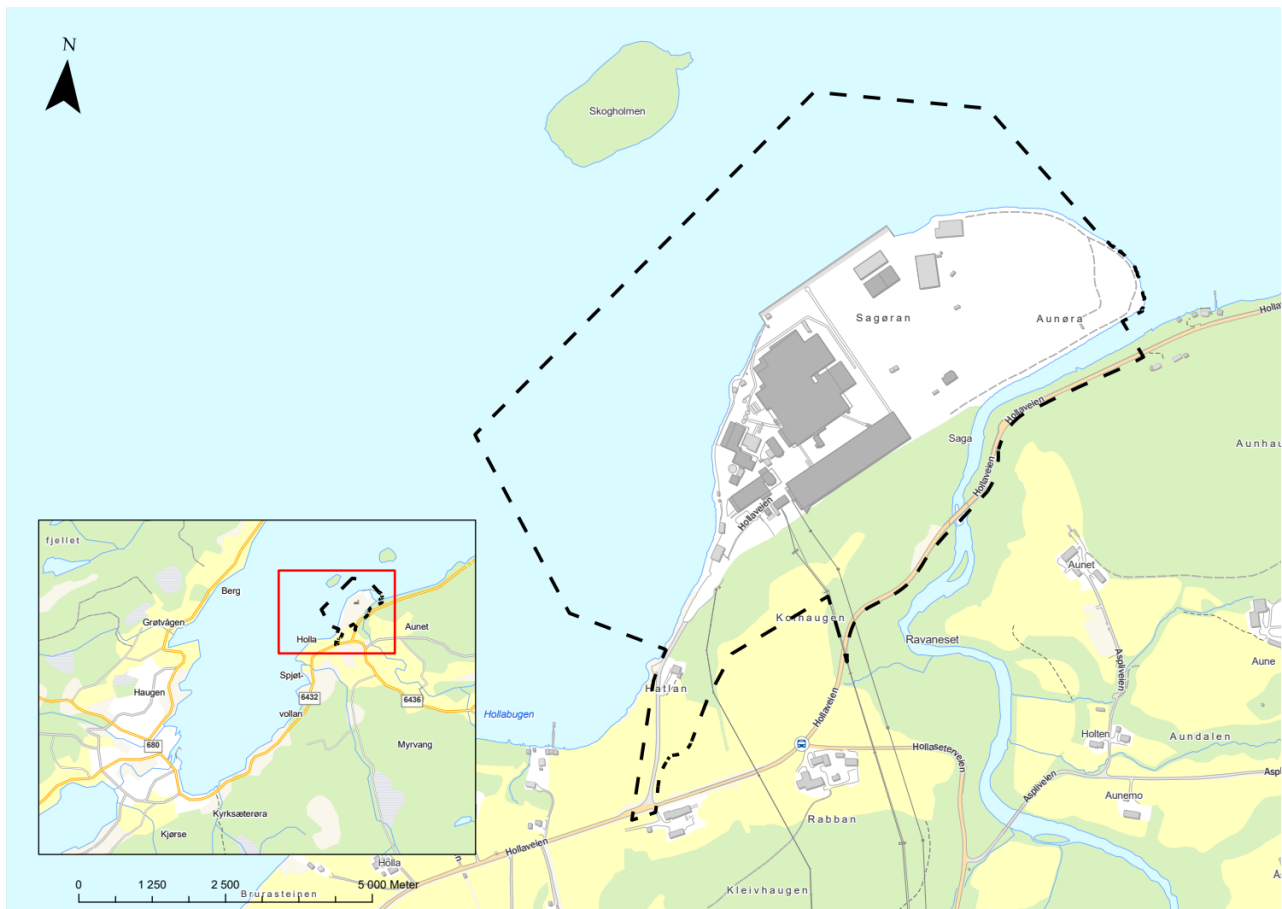
Wacker Chemicals Norway AS ønsker å starte arbeid med detaljregulering av Holla industriområde (Figur 1). Hovedformålet med planarbeidet er å legge til rette for et fremtidsrettet industrianlegg for produksjon av silisium og potensiale for etablering av cluster/næringspark. Planområdet er vist i Figur 2.

I denne notatet er det utført en beregning av dimensjonerende stormfloverdier samt bølgeberegning mot planområdet iht. TEK 17 § 7-2 [2]. Notatet har tatt utgangspunkt i at anlegget faller under sikkerhetsklasse F2 hvor konsekvensen av en flom er middels. TEK 17 sier her at naturpåkjenningene må beregnes med en returperiode på 200 år for sikkerhetsklasse F2.

Notatet inneholder beregninger for stormflo, havnivåstigning og vindbølger, som er brukt til å vurdere flomfaren fra havet. I tillegg er det også gjort en beregning av nødvendig erosjonssikring mot bølger og strømning fra Holla elva.



Figur 1 Oversiktskart. Bildet til høyre viser dagens situasjon.



Figur 2 Planområdets beliggenhet og omriss av planområdet

Loverk

Byggteknisk forskrift [1], TEK 17 § 7, krever at byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger. Angående sikkerhet mot stormflo og bølger har Byggeforskriften [1], TEK17 følgende krav,

- (1) Byggverk hvor konsekvensen av en flom er særlig stor, skal ikke plasseres i flomutsatt område.
- (2) For byggverk i flomutsatt område skal sikkerhetsklasse for flom fastsettes. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen nedenfor ikke overskrides. I de tilfeller hvor det er fare for liv fastsettes sikkerhetsklasse som for skred, jf. § 7-3.

Forskriften opererer med tre ulike sikkerhetsklasser. Den viktigste utløsende faktor for valg av klasse er graden av personopphold og konsekvensen ved oversvømmelse. Her opererer § 7-2 med sikkerhetsklassene F1, F2 og F3 for flom.

Tabell 1 Sikkerhetsklasse for flom [1]

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	liten	1/20
F2	middels	1/200
F3	stor	1/1000

Klasse F2 omfatter de fleste byggverk beregnet for personopphold og innebærer at flomrisiko skal estimeres for 200 års returperiode. Planlagt industrianlegg for produksjon av silisium og potensiale for etablering av cluster/næringspark er vurdert som et F2-tiltak av Heim kommune.

Stormflo og havnivåstigning

Tidevannsnivåer og stormflonivå er hentet fra Se havnivå [2]. Aktuelle vannstander for planområdet er vist i cm over NN2000 i Tabell 2 og i Figur 3. Figur 4 viser eksisterende situasjon under en 200 års stormflo i 2090 [2]. Merk at figuren ikke tar hensyn til effekten fra bølger.

Tabell 2 Tidevannstander og stormflonivå i cm over NN2000 ved Holla [2].

Vannstand	Verdi
200 års stormflo i 2090 (F2)	262 cm
200 års stormflo i 2022	205 cm
Høyeste observerte vannstand	208 cm
Høyeste astronomiske tidevann (HAT)	143 cm
Middelvann (MV)	-7 cm
Laveste astronomiske tidevann (LAT)	-158 cm

Oppdragsgiver: Wacker Chemicals Norway AS

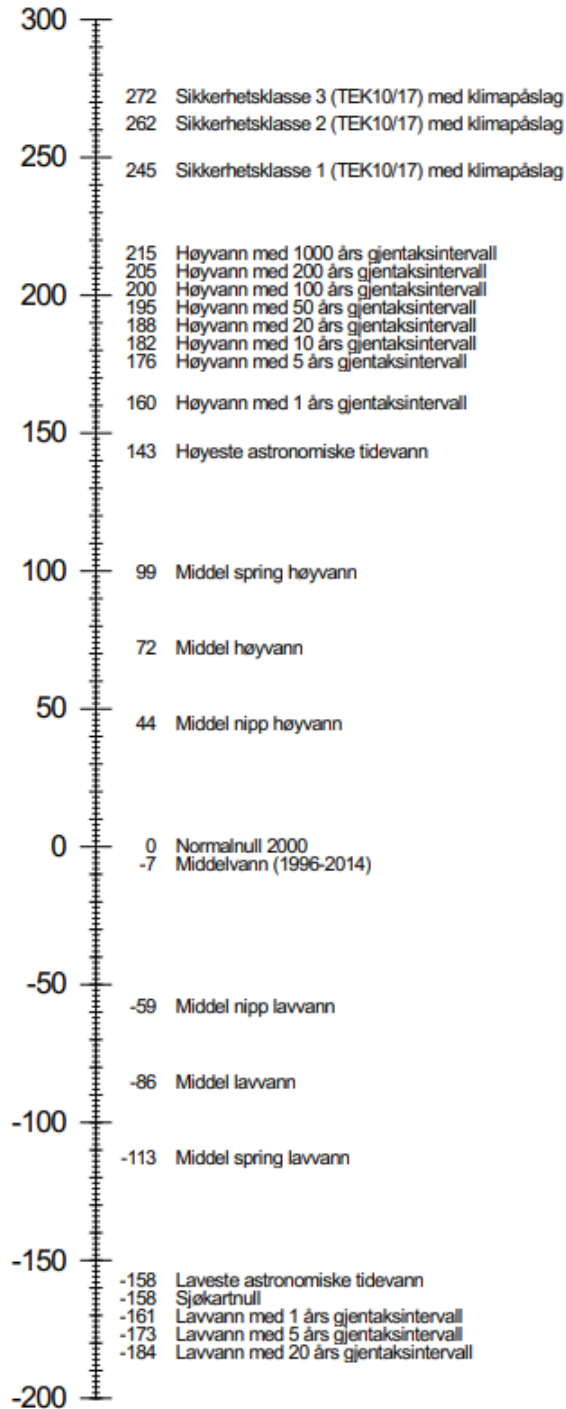
Oppdragsnr.: 52203733 Dokumentnr.: Kystteknik 01

N63°17,4' E9°5,3'

Nivåskisse

KYRKSÆTERØRA

Nivå knyttet til tidevann er hentet fra Heimsjø, justert med faktor 1,01.



Figur 3 Vannstander hentet fra Se havnivå [2]. Høydereferanse i m over NN2000.

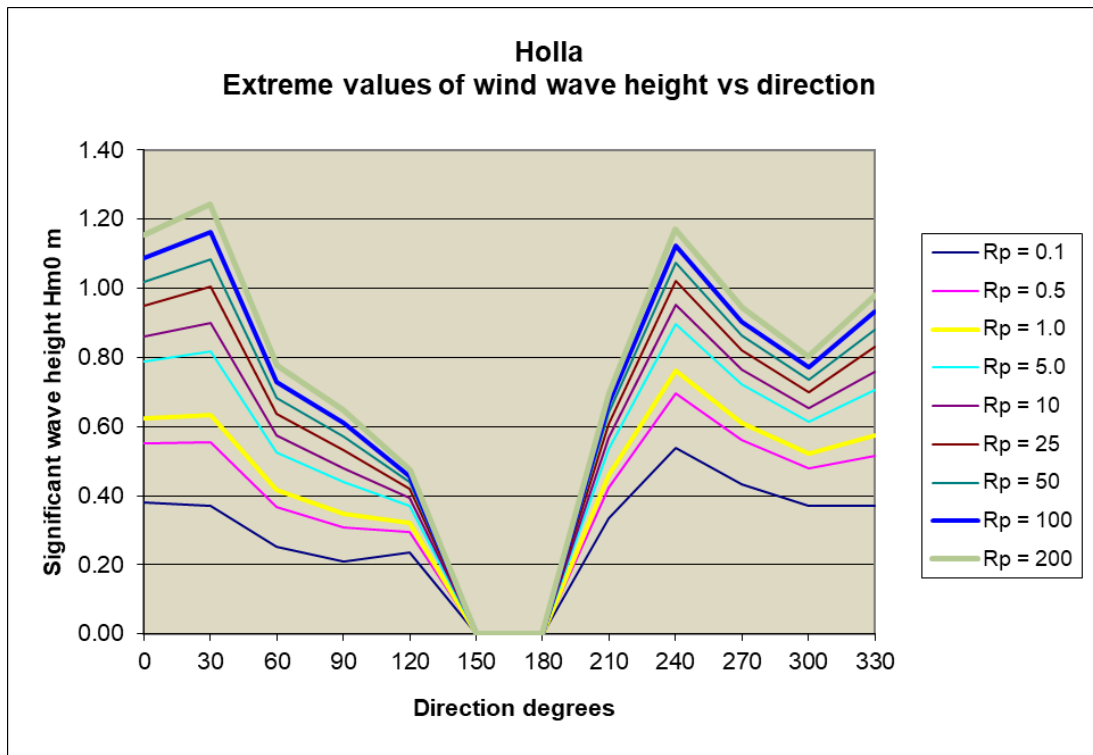


Figur 4 Eksisterende situasjon under en 200 års stormflo inkludert havnivåstigning i 2090 [2]. Deler av området nærmest sjøen risikerer oversvømmelse. Figuren tar ikke hensyn til tilleggseffekten fra bølger.

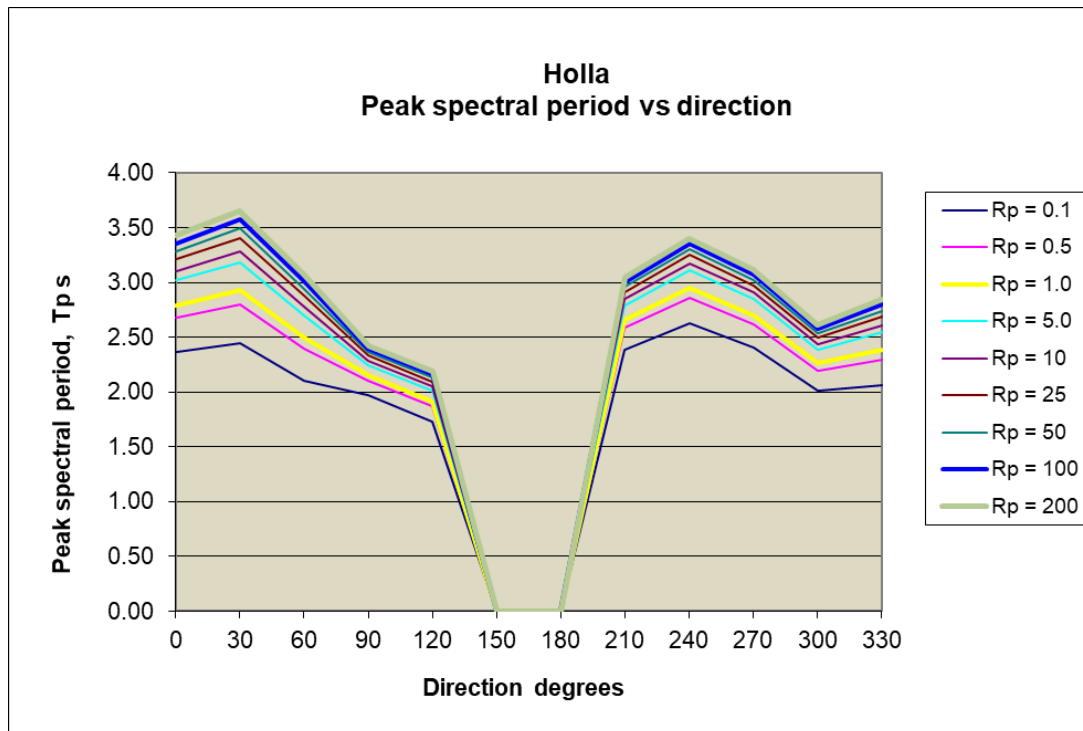
Vindbølger

Bølgene som kommer inn mot planområdet ved Holla vil være lokalt genererte vindbølger med lengste strøklengder mot nordøst og sørvest. Vindsjø beregnes ved hjelp av en standard metode som er basert på en beregning av ekstremverdier av vind fra en nærliggende målestasjon, og en beregning av bølgene som kan oppstå ved den beregnede vinden. For beregning av lokale vindbølger er det benyttet vind-data fra Ørland målestasjon i perioden 1980 – 2011. Vindhastigheten er redusert med en faktor på 0.90 (unntatt for 30 til 90 grader) for å ta hensyn til at vinden sannsynligvis er sterkere ved Ørland enn i Hemnfjorden.

Beregnete signifikante bølgehøyder for alle mulige strøk foran planområdet er vist i Figur 5 og Figur 6. Figuren viser at man finner de høyeste bølgene i sektoren 30° (fra nord-nordøst) og 240° (vest-sørvest), og at disse kan nå opp til 1,20 m med returperiode på 200 år. Som vist i Figur 6 ser vi at dette tilsvarer bølgeperioder i nærheten av $T_p = \text{ca. } 3,5 \text{ s}$ for 200 års returperiode.



Figur 5 Ekstremverdier av signifikant vind-bølgehøyde. R_p er returperiode i år. (Nord = 0 grader).



Figur 6 Fordeling av spektral topp-periode for vindbølger. R_p er returperiode i år. (Nord = 0 grader).

Samlet Vurdering, stormflo og bølger

Med flom menes all form for uønsket vanninntrenging, og man må vurdere den samlede effekten fra stormflo og bølger samtidig. Bølger utgjør en fare ved at vann og drivgods kan påføre skade mot bygningsdeler og trenge inn i bygninger. Figur 4 viser at de kommer en del bølger fra 240 grader (vest-sørvest-retning), som også er en retning der det vil forekomme oppstuvning av vann mot kysten (lavtrykk, pålandsvind og høyt tidevann). Vi må derfor anta at en situasjon med ekstremt høy vannstand kan forekomme sammen med ekstreme bølger fra sørvestlig retning.

Tilstrekkelig beskyttelse mot stormflo i klasse F2 i dette tilfellet vil være å sikre anlegget opp til kote + 2.7 m NN2000. Generelt anbefaler Norconsult at man legger inn ekstra sikkerhet over dim. stormflonivå for sikkerhetsklasse F2 forutsatt at anlegget skjermes mot bølgeoppkyll. Tiltakene mot bølger inkluderer at industribygninger enten legges på et høyt nok nivå, i sikker avstand fra sjøen eller at det bygges en sikring foran anlegget i form av en erosjonssikring, mur etc.

Meste delen av industriområde er satt på +4,0 NN2000, noe som er 1,3 m over dimensjonerende stormflo. Minimums krav til trygg kote høyde og sikker avstand fra sjøen er beregnet basert på hvor langt bølgene skyller inn på land under en 200 års flomhendelse (stormflo, havnivåstigning og bølger). Det er benyttet formelverk av van der Meer [3] i vurderingene for bølgeoverskylling og det settes en maksimal overskyllingsgrense på 10 liter per sekund per løpemeter, utgitt av EurOtop [3].

Basert på anbefalt overskylling og kombinasjon av stormflo og bølger, anbefaler vi å plassere anlegget på en av de følgende kombinasjoner,

- **+3,0 m over NN2000 med en sikker avstand av 5,0 m fra vannkanten, med erosjonssikring opp til +3,0 m NN2000.**
- **+3,0 m over NN2000 med erosjonssikringen opp til +3,5 m NN2000**

Erosjonssikring

Det må kontrolleres at eksisterende erosjonssikring langs dagens fylling tilfredsstillende kravene til TEK 17 dermed være stabilt mot en 200 års storm scenario. Om dagens erosjonssikring ikke er tilfredsstillende, må den utbedres. På grunn av ulik belastning er erosjonssikringen delt i 2 seksjoner som vist i Figur 7. Langs seksjon 1 er det vindbølgene som dimensjonerende og langs seksjon 2 er det strømning fra elva.

Erosjonssikring langs seksjon 1 mot vindbølger

Stabil steinstørrelse

Nødvendig median blokkvekt, W50 på erosjonssikring er funnet ved hjelp av van der Meers formelverk utgitt i blant annet Molohåndboka [4]. Av beregnet W50 følger minste tillatte steinstørrelse, W_{min} og at 5 % av blokkene skal være tyngre enn W5%. I beregningene er det antatt at blokkenes egenvekt er 2,7 tonn/m³. Nødvendig blokkstørrelse langs seksjon 1 er beregnet til 0,5 tonn. Blokken skal rause og ordnes. Se Tabell 3 for beskrivelse av ordnet raus erosjonssikring. Om det er ønskelig kan det også plastres, men da må man øke blokk størrelsen til 1,0 tonn.

Mellom blokkene og fyllingsmassen må det legges ut et filterlag. Hensikten med filterlaget er å forhindre at fyllingsmassen vaskes ut gjennom dekklaget og må tilpasses blokkstørrelsene. Beregningene viser at D50 i filterlaget skal være mellom 130-150 mm, hvor fraksjonen 120/300 ivaretar dette kravet. Lagtykkelsen settes til 0,5 m mellom blokkene og kjernemassene. Toleransen for utlegging av filterlaget settes til ±0,25 m. Oversikt over blokkstørrelsen er gitt i Tabell 4. Dagens erosjonssikring langs seksjon 1 er vist i Figur 8.

Tabell 3 Metode for Rauset erosjonssikring

Betegnelsen	Beskrivelse	Kravspesifikasjoner	Anvendelsesområde
II. Ordnet raus	<p>Steinmaterialet rauses ut fra tipp. Bearbeides deretter for å sikre korrekt helning og utslaking av bratte partier og overheng.</p> <p>Overflaten ordnes for å sikre jevn overflate uten synlige hull eller utstikkende blokker</p>	<input type="checkbox"/> Blokkstørrelse <input type="checkbox"/> Lagtykkelse <input type="checkbox"/> Egenvekt <input type="checkbox"/> Helning <input type="checkbox"/> Jevnhet av overflate <input type="checkbox"/> Estetikk	<p>Skjermede fjordstrøk med kun svak dønning, havner</p> <p>H_s : 0.5 – 1.5 m</p> <p>T_p : 0 – 6.0 s</p>
III. Plastring	<p>Utvalgte steinblokker legges individuelt i et låsemønster på et forberedt underlag av dimensjonert filterstein. Blokkene løftes fra toppen og legges nedenfra og opp. Strenge krav til blokkvekter, blokkform og egenvekt</p>	<input type="checkbox"/> Blokkstørrelse (også underlaget) <input type="checkbox"/> Lagtykkelse (også underlaget) <input type="checkbox"/> Egenvekt <input type="checkbox"/> Helning <input type="checkbox"/> Jevnhet av overflate <input type="checkbox"/> Estetikk <input type="checkbox"/> Blokkform <input type="checkbox"/> Orientering av blokkene	<p>Åpne fjordstrøk og steder utsatt for dønning eller havsjø</p> <p>H_s : > 1.5 m</p> <p>T_p : 0 – 20 s</p> <p>Mest brukt for moloer og fyllinger i utsatte strøk; flere ulike byggemetoder</p>

W_{min} , d_{min} : minste tillatte blokkvekt / ekvivalent diameter

W_{50} , d_{50} : median blokkvekt / median diameter

$W_{5\%}$, $d_{5\%}$: 5 % av blokkene skal ha større blokkvekt enn denne / større ekvivalent diameter enn denne



Figur 7 Erosjonssikring delt i 2 seksjoner

Tabell 4 Dimensjoneringskriteria for erosjonssikring – seksjon 1 (Rauset erosjonssikring)

Parameter	Returperiode år	Verdi
Dimensjonerende vann-nivå	200	RCP 8.5, 2090 2,62 m NN2000
Signifikant bølgehøyde Hs	200	1,25 m
Bølge-periode, T _p	200	3,5 s
Antatt egenvekt av stein (kN/m ³)	--	2,7 tonn/m ³
Blokkstørrelse (vekt) – Rauset W _{min} , W ₅₀ , W _{5%} (tonn)	--	0,35 – 0,5 – 0,7
Tykkelse, Rauset (m)	--	1,5
Filterlag	--	120/300
Tykkelse, Filterlag (m)	--	0,5
Bredde, erosjonssikring topp	--	2,0
Helning i front	--	1:1,3



*Figur 8
overflate.*

Dagens erosjonssikring utsatt for bølger. Den anbefalte nye sikringen av ordnet raus må ha en jevnere

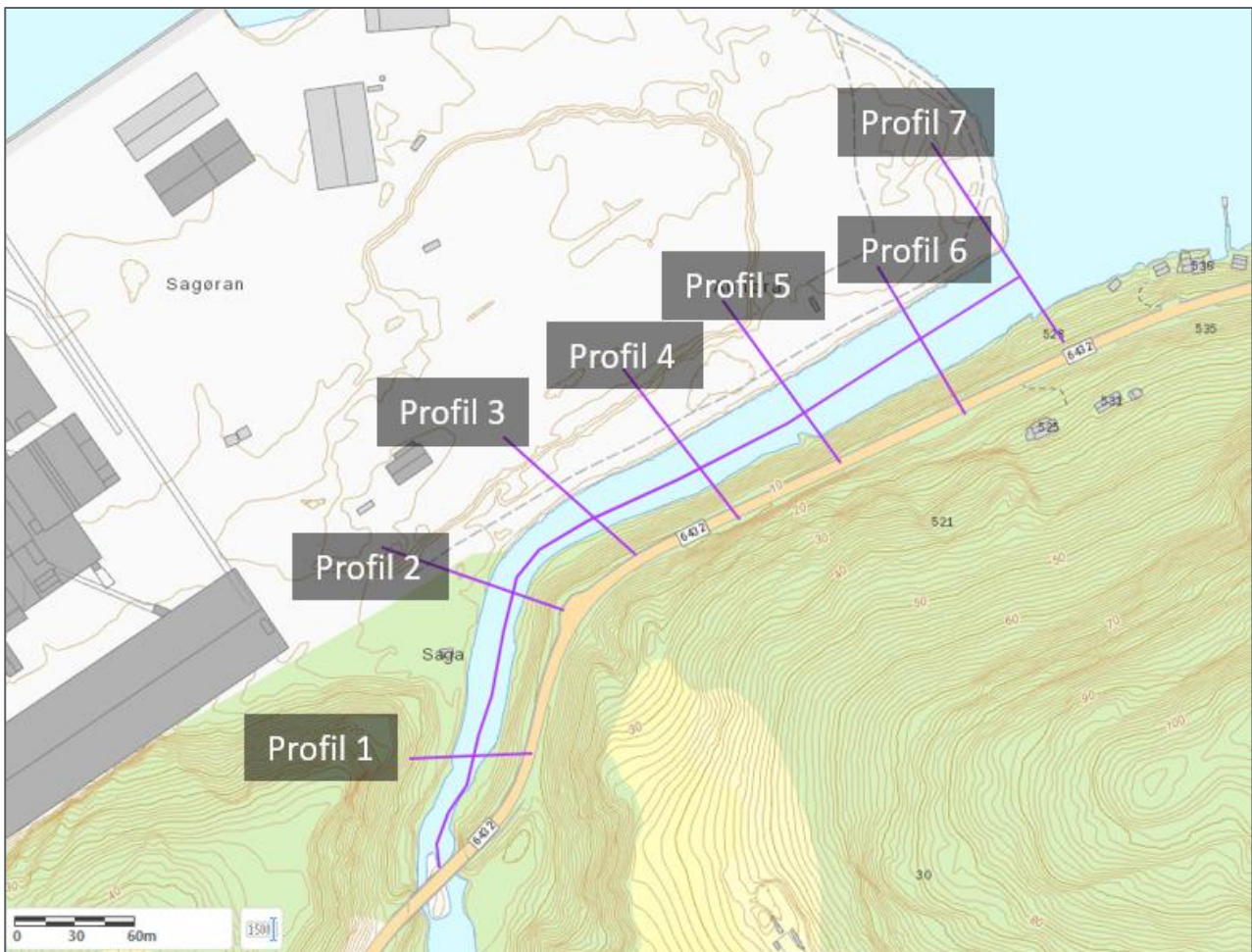
Erosjonssikring langs seksjon 2 mot strømning fra elva

Beregningsgrunnlag

Norconsult har utført en vannlinjeberegning for Hollaelva ved industriområdet på Holla [5]. Resultatene er tatt ut for syv tverrprofiler mellom brua og utløpet, og for lengdesnitt fra brua ned til profil 7 (Figur 9).

Vannlinje for beregnet 200-årsflom og middelflom, begge med 30 % klimapåslag, er vist i Tabell 5. For profil 1-3 gir 200-årsflom høyest vannstand. Videre nedstrøms bestemmes vannstanden av 200-års stormflo i sjøen. 200-årsflom ved 1-års lavvann er det scenariet som gir høyest maksimal hastighet i elva, se

Tabell 6.



Figur 9 Tverrprofiler 1-7 og lengdesnitt.

Tabell 5 Beregnet vannstand i tverrprofiler. Høyeste scenario for hvert profil er uthevet.

Profil	1.3xQ ₂₀₀ + 1-års stormflo Vannstand (moh)	1.3xQ ₂₀₀ +1-års lavvann Vannstand (moh)	1.3xQ _M +200-års stormflo Vannstand (moh)
Profil 1	4.63	4.63	3.59
Profil 2	3.67	3.67	3.02
Profil 3	2.72	2.72	2.65
Profil 4	2.28	2.28	2.64
Profil 5	2.26	2.25	2.64
Profil 6	2.21	0.76	2.71
Profil 7	2.17	0.37	2.62

Tabell 6 Beregnet maks. vannhastighet i tverrprofiler. Høyeste scenario for hvert profil er uthevet.

Profil	1.3xQ ₂₀₀ + 1-års stormflo Vannhastighet (m/s)	1.3xQ ₂₀₀ +1-års lavvann Vannhastighet (m/s)	1.3xQ _M +200-års stormflo Vannhastighet (m/s)
Profil 1	5.1	5.1	3.3
Profil 2	5.4	5.5	3.0
Profil 3	4.9	5.5	2.1
Profil 4	3.6	4.5	1.3
Profil 5	3.0	4.2	1.1
Profil 6	2.5	3.9	0.9
Profil 7	2.2	4.0	0.8

Erosjonssikring

Beregning av erosjonssikringens tykkelse og steinstørrelse langs seksjon 2 er gjort i henhold til NVE sin veileder [6]. Det er benyttet en returperiode på 200 år i beregningene, som tilfredsstiller kravene til TEK 17 § 7-2 sikkerhetsklasse F2 [1]. Flomvannstand og vannhastighet danner grunnlag for dimensjonering av erosjonssikring. I beregningene er det tatt høyeste verdiene for vannstand og vannhastighet, dvs:

- Flomvannstand fra 200-årsflom kombinert med 1-års stormflo for profil 1-3
- Flomvannstand fra middelflom kombinert med 200-års stormflo for profil 4-7
- Vannhastighet fra 200-årsflom kombinert med 1-års lavvann for alle profiler

Stabil steinstørrelse

Steinstørrelse, D_{30} er beregnet ved bruk av Maynords formel [6]. Formelen gyldig for elver med fall opp til 2% og for sideskråninger slakere enn 1:1,5. Formelen gjelder for tilfeller med normal turbulens.

Nødvendig blokkstørrelse, for sidesikringen langs seksjon 2 er estimert med Maynords formel til 300/600 FK. Lagtykkelsen settes til 1,5 m målt vinkelrett fra sideskrånningen. Det må benyttes blokker av sprengstein i sikringen. Erosjonssikring langs seksjon 2 må bygges/heves opp til +4,0 m NN2000.

Det kan forventes stor variasjon i masser inne ved elvebredden. I vårt tilfelle er massene ukjent, men det er antydning at de kan være i størrelse sand/grus, det vil si lett eroderbart. Derfor for å hindre utvasking av bakenforliggende masser gjennom erosjonssikring, må det legges filterlag. Mellom eksisterende terreng og blokkene må det legges ut et 0,5 m tykt filterlag bestående av standardfraksjonen FK 22/120. Toleranse på filterlaget er $\pm 0,15$ m.

Dersom underlaget noe sted består av silt, leire eller fin sand, må bruk av filterduk vurderes. Inngangsparameterne i beregningen av blokkstørrelse og resulterende nødvendig blokkstørrelsen er listet opp i Tabell 7.

Tabell 7 Inngangsparametere brukt i Maynords formel og resulterende median blokkvekt.

Parameter	Verdi	Kommentar
Sikkerhetsfaktor, S_r	1,2	Maynord anbefaler at S_r skal være minst 1,1.
Bredde av hovedløp, W	30,0 m	Fra kartverket
Kurveradius, R	2000,0 m	Fra kartverket
Relativ radius, R/W	67,0	Kurveradius delt på bredde av hovedløp
Vannhastighet midlet over tverrsnittene, V	Fra Tabell 6	
Vanndybde, y_0 m	Fra Tabell 5.	
Stabilitetskoeffisient, C_s	0,3	Gjelder for sprengstein.
Koeffisient for vertikal hastighetsfordeling, C_v	1,0	Avhengig av relativ radius, R/W
Koeffisient for sikringstykkel, C_T	1,0	Tetthet = 2600 kg/m ³
Koeffisient til skråningshelning, K_1	0,78	For skråningshelning 1:2, $K_1 = 0,78$
Spesifikk tetthet, s	2,6	Tetthet 2600 kg/m ³
D_{50}	0,5	Maynords formel gir D_{30} , og for å gjøre om dette til D_{50} er forholdet 1,2 $D_{30}=D_{50}$ brukt.
Beregnet blokkstørrelse	300/600 FK	
Lagtykkelse	1,5 m	

Filterlag	120/300 FK
Tykkelse filterlag	0,5 m

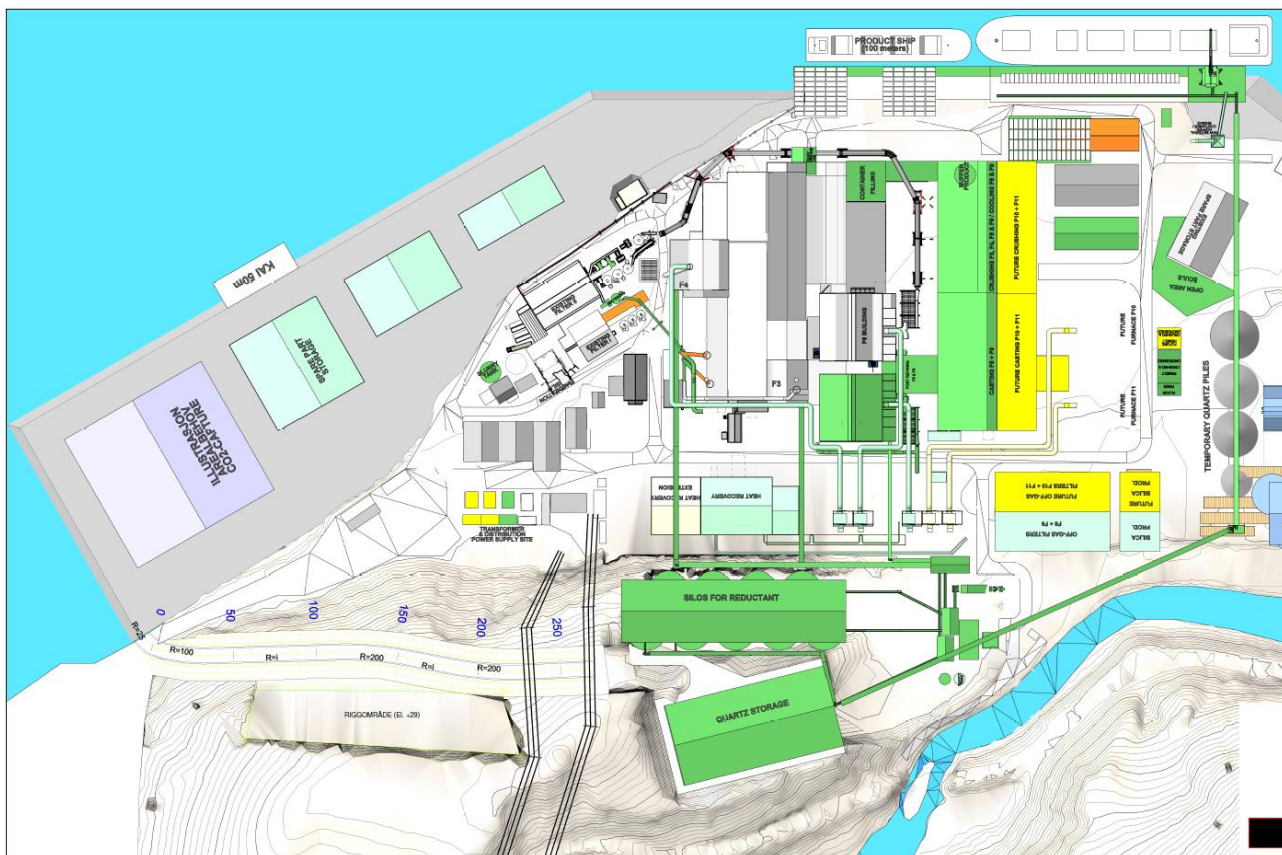
Figur 10 viser dagens erosjonssikring ca. mellom ca. mellom profil 3 til 5 i Figur 9. Profil 1 er eksisterende elveleie hvor det ikke er gjort inngrep. Det vil være komplisert å gjøre noe tiltak fra profil 1 til profil 2. Tiltaket oppstrøms profil 2 må besluttes etter befaring på stedet. Fra bildene er det vurdert at dagens erosjonssikring mellom profil 2 og 7 er ikke godt nok og en må gjøre en full rehabilitering av elveskråningen mellom profil 2 og 7.



Figur 10 Dagens erosjonssikring langs elva, ca. mellom profil 3 til 5 i Figur 9.

Kaier

Det er aktuelt med en ny kai langs den planlagt fyllingen som vist i Figur 11. Dagens kai skal også utvides. Kaier er egentlig ikke dekket av TEK17s flomklasser hvis det ikke står bygg på dem, og en kai kan ha den høyden som den må ha for å tjene til formålet. Høyde på kai bør bestemmes sammen med sluttbruker og/eller basert på hvilke fartøy som skal ligge fortoyd.



Figur 11 Planlagt kaia langs nye fylling ved Holla (Foreløpig)

Estimerer på avbrudd (nedetid) på kai

Nedetid for en kai defineres som tid da normale eller ønskede operasjoner ikke kan utføres på grunn av ytre omstendigheter, som f.eks. værforhold. I tilfellet med ny kai på Holla kan vi få et forholdsvis godt estimat på nedetid fordi det bare er vind og bølger som påvirker havneforholdene. Vi kan se bort fra is, og regner med at strøm ikke vil utgjøre en kraft som kan stoppe havneoperasjoner. Nedetid på utvidelsen av dagens kai er ikke vurdert her.

Vind og vindbølger må nødvendigvis opptre samtidig, og oppgaven er da å bestemme hvilken av disse to faktorene som først når en kritisk verdi og stopper operasjonene. Vi kjenner de statistiske parameterne for både vind og bølger og kan beregne sannsynligheten for et en eller begge skal overskride gitte terskelverdier.

I beregningen legger vi til grunn følgende:

1. Dersom en eller begge parametere overskrides, telles det ett avbrudd.

2. Bølger vil alltid opptre samtidig med vind, men vind kan forekomme fra retninger det det ikke kan komme bølger.
3. Når det settes et kriterium for tillatt vindhastighet U_{max} , antas det at skipet tåler ($U_{max} + 2.0$ m/s) rett forfra og akter, og ($U_{max} - 2.0$ m/s) rett på sidene, med en cosinus-variasjon imellom.
4. Det benyttes en signifikant bølgehøyde som er middelverdien av den høyeste 1/3 av alle bølger i en storm med 3 timers varighet. Vindhastigheten er høyeste 10 min middelverdi av vindhastighet innenfor en 3 timers storm.

Det er definert 2 ulike «tilfeller» av en kombinasjon av kriterier. Disse tilfellene er definert i Tabell 8. Tilfelle 1 kan ansees som realistisk, mens tilfelle 2 vil være et utfordrende, men ikke umulig, scenario.

Tabell 8 Tilfeller benyttet for beregning av nedetid.

Tilfelle	Vindhastighet (10 min middelvind) [m/s]	Signifikant bølgehøyde, vindbølger [m]
1	12.0 ± 2.0	0.5 m
2	15.0 ± 2.0	0.7 m

Med kriteriene vist i Tabell 8 kan vi nå beregne hvor ofte ett eller flere av kriteriene vil bli overskredet på årlig basis. Dette er vist i Tabell 9. Dersom vi velger et strengt kriterium for vind, $U_{10,max} = 12$ m/s og grense for bølger $H_s = 0,5$ m, vil det gi oss ca. 706 nedetimer eller totalt ca. 30 døgn pr år. Velger vi derimot $U_{10,max} = 15$ m/s og grense for bølger $H_s = 0,7$ m, ser vi at det kan gi oss nedetidsestimater fra 190 timer (8 døgn) pr år. Driftsavbrudd for operasjoner i havna vil i stor grad skyldes vind og regulariteten er estimert til 97 % eller bedre når det er tatt hensyn til den kombinerte effekten av vind og bølger.

Tabell 9 Estimert nedetid ved kai

Tilfelle	Nedetid [timer/år]	Regularitet [%]	Årsak nedetid %	
			Vind	Vindbølger
1	706	92	98.5	1.5
2	190	97	99	1

Oppsummering

- Stormflo-analysen er basert på observerte tall fra Heimsjø målestasjon og estimerer på framtidig endring av middelvann i Heim kommune Dimensjonerende stormflonivå (F2) i henhold til TEK 17 § 7-2 i 2090 er 2,62 m NN2000.
- Bølgeberegningene viser at de høyeste vindbølgene kommer ved vind fra 30° og 240°
- Det vurderes sannsynlig at ekstrem stormflo (fra vestlig storm) kan opptre samtidig som ekstreme vindbølger fra 240 grader.
- Basert på anbefalt overskylling og kombinasjon av stormflo og bølger, anbefaler vi å plassere anlegget på en av de følgende kombinasjoner,
 - +3,0 m over NN2000 med en sikker avstand av 5,0 m fra vannkanten, med erosjonssikring opp til +3,0 m NN2000.
 - +3,0 m over NN2000 med erosjonssikringen opp til +3,5 m NN2000
- Terrenget bak muren må ha dreneringsmulighet eller fall mot sjøen.
- Det må kontrolleres at eksisterende erosjonssikring langs dagens fylling tilfredsstillende kravene til TEK 17 dermed være stabilt mot en 200 års storm scenario. Om dagens erosjonssikring ikke er tilfredsstillende må den utbedres. På grunn av ulik belastning er erosjonssikringen delt i 2 seksjoner.
- Nødvendig blokkstørrelse langs seksjon 1 (sjø) er beregnet til 0,5 tonn. Filterlaget består av standardfraksjonen FK 120/300 med en lagtykkelse på 0,5 m.
- Nødvendig blokkstørrelse langs seksjon 2 (elv) for sidesikringen er estimert med Maynords formel til 300/600 FK. Lagtykkelsen settes til 1,5 m målt vinkelrett fra sideskråningen. Det må benyttes blokker av sprengstein i sikringen. Filterlaget består av standardfraksjonen FK 120/300 med en lagtykkelse på 0,5 m.
- Erosjonssikring langs seksjon 2 må bygges/heves opp til +4,0 m NN2000.
- Driftsavbrudd for operasjoner ved nye kaia vil i stor grad skyldes vind og regulariteten er estimert til 97 % eller bedre når det er tatt hensyn til den kombinerte effekten av vind og bølger.

Referanser

- [1] Direktoratet for byggkvalitet, «Veiledning om tekniske krav til byggverk, Kapittel 7. Sikkerhet mot naturpåkjenninger, TEK 17».
- [2] Kartverket, «Se havnivå,» [Internett]. Available: <https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva>.
- [3] EurOtop, ««Wave overtopping of sea defences and related structures: assessment manual,»,» 2007.
- [4] Kystverket, «Molohåndboka,» 2007.
- [5] Norconsult AS, «Vannlinjeberegning for Wacker Holla,» 2022.
- [6] NVE, Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein, 2009.
- [7] NVE, «Flomsonekart, Delprosjekt Verdalsøra,» 2019.
- [8] NVE, Modul F2.001: Beregning og valg av steinstørrelse i erosjonssikringer, «<https://www.nve.no/moduler/modul-f2-001-beregning-og-valg-av-steinstorrelse-i-erosjonssikringer/>,» [Internett].

01	2022-10-21	Til bruk	ASa	AEL	ASBJ
00	2022-10-18	Til KS	Athul Sasikumar		
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.