

Oppdragsgiver: **Burøyveien 13 AS**
Oppdragsnr.: **52404311** Dokumentnr.: **KYST01**

Til: Burøyveien 13 AS
Fra: Gudrun Østling
Dato 2024-12-02

► Bølge og stormfluvurdering - Burøyveien 13

Oppsummering

Planområdet på Burøyveien 13 i Bodø er vurdert for stormflo og bølgepåkjenning etter krav iht. TEK17 §7-2. Planområdet består av bygg benyttet til industri og lagring samt utomhus-areal til lagring, og kaianlegg. Det er også etablert et naturgassanlegg på området. Naturgassanlegget faller innenfor sikkerhetsklasse F3 og må dermed dimensjoneres for 1000 års stormflo. Dette gjelder også dersom andre forurensende objekter skal lagres på kaia. Resten av området vurderes til sikkerhetsklasse F2 og dimensjoneres for 200 års stormflo med fremtidig havnivåstigning. Selve kaianlegget er ikke omfattet av sikkerhetsklassene, men må dimensjoneres for å tåle belastningene under stormflo.

Stormfloestimatene er beregnet fra historisk vannstandsdata for Bodø sammenlagt med framtidig havnivåstigning i år 2100. Disse viser en dimensjonerende 1000 års stormflo på kote +3.4 NN2000 og 200 års stormflo på kote +3.2. Ytterste del av kaianlegget ligger på omtrent kote +3.3 NN2000. Dette medfører at ytterste del vil være oversvømt ved 1000 års stormflo, mens terrenget er over dimensjonerende 200 års stormflonivå.

Dimensjonerende bølger i området er funnet fra en kombinasjon av tyngre bølger fra sør-vest for Bodø og lokale vindbølger som oppstår inne i havna. Totalt beregnes signifikant bølgehøyde for en 1000 års bølgetilstand (F3) til 0.9 m. 200 års signifikant bølgehøyde (F2) beregnes til 0.8 m.

Den totale påkjenningen av bølger og stormflo er beregnet ved å se på overskyllingsmengdene som treffer planområdet. Grensen for tolererbar overskylling er satt til 10 l/s per m. Beregningene viser at overskylling av kaifronten ved en 200 års hendelse er omtrent 80 l/s per m, noe som er langt høyere enn tolererbar overskyllingsmengde. Det er derfor beregnet en sikkerhetsavstand til kaifronten på 7 m for byggverkene i sikkerhetsklasse F2. Sikkerhetsavstanden for elementene i sikkerhetsklasse F3 beregnes til 20 m, og må plasseres på minimum kotehøyde +3.4 NN2000. Sikker plassering er oppsummert i Tabell 1.

Tabell 1 Sikker plassering av elementer på planområdet

Situasjon	Sikkerhetsklasse	Sikker avstand fra kaifront	Terrenghøyde
Byggverk	F2	7 m	+ 3.3 NN2000
Naturgassanlegg	F3	20 m	+ 3.4 NN2000

Slik området er utformet i dag ser elementene i Tabell 1 ut til å være plassert utenfor påvirkning fra bølger og stormflo.

Innledning

Norconsult er engasjert av Burøyveien 13 AS til å bistå med utarbeidelse av detaljreguleringsplan for Burøyveien 13. Planområdet er i dag benyttet til industri og lagring. Det er også etablert et naturgassanlegg på området. Planarbeidet skal formalisere dagens bruk i en reguleringsplan, samt legge til rette for videre utvikling av industri-, håndverk- og lagervirksomhet på området.

I den sammenheng gjennomføres en stormflo og bølgeanalyse i dette notat for å se til at videre utvikling av planområdet er tilstrekkelig sikret mot bølger og stormflo.



Figur 1 Oversiktskart med plassering planområde i Bodø

Stormfloanalyse

Krav til sikkerhet mot flom og stormflo er fastsatt i Byggteknisk forskrift (TEK17). Dimensjonerende stormflotilstand avhenger av konsekvensene ved oversvømming av et område. Sikkerhetsklasser for flom er gjengitt i Tabell 2. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen ikke overskrides [1].

Tabell 2: TEK17 sikkerhetsklasser for flom

Sikkerhetsklasse	konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	Liten	1/20
F2	Middels	1/200
F3	Stor	1/1000

Veiledningen til TEK17 §7-2(2) angir preaksepterte ytelser for hvilke typer byggverk som omfattes av de ulike sikkerhetsklassene. De fleste byggverk med personopphold plasseres i sikkerhetsklasse F2 og dimensjoneres for 200-års havnivå. Andre byggverk med lite personopphold eller andre samfunnsmessige konsekvenser omfattes av sikkerhetsklasse F1. Disse dimensjoneres for 20-års stormflo. Byggverk for sårbare samfunnsfunksjoner eller byggverk der oversvømmelse kan gi stor forurensning på omgivelsene omfattes av sikkerhetsklasse F3. Disse skal dimensjoneres for 1000-års stormflo [1].

DSBs veileder for havnivåstigning og høye vannstander gir anbefalinger for hvordan tallene for havnivåstigning skal brukes i planarbeid [2]. Veilederen angir at 200- og 1000-års stormflonivå skal kombineres med havnivåstigning i år 2100. Det anbefales at føre-var-grunnlaget for planlegging med høye vannstander settes til scenario SSP 3-7.0 i år 2100 med 83-prosentilen som sannsynlig utfall. Havnivåstigning kan sees i Kartverkets tjeneste «se havnivå» for forskjellige plasseringer i landet. Framtidig havnivåstigning i Bodø er vist i Figur 2. 83-prosentilen er vist som det høyeste anslaget innenfor parenteser lik 57 cm i år 2100 [3].

Scenarioer	År 2100	År 2150
SSP 3-7.0 Middels faglig sikkerhet	26 cm (2 — 57 cm)	43 cm (-2 — 99 cm)

Figur 2 Tillegg for framtidig havnivåstigning i Bodø. Hentet fra Kartverket - Se havnivå.

DSBs veileder angir også Kartverkets tjeneste «se havnivå» som overordnet verktøy for stormflonivåer, men at det anbefales å gjøre egne kvalitetssikringer [2]. De angitte havnivåene fra Kartverket [3] er derfor sett opp imot historiske målinger for vannstand i Bodø. Noen anslåtte havnivå med ulik returperiode er vist i første rad i Tabell 3. Videre er antall hendelser av høyere vannstander enn disse nivåene i en 33-års periode (1990-2022) vist i andre rad.

Tabell 3 Antall overskridelser fra 1990-2022 av ulike havnivåer

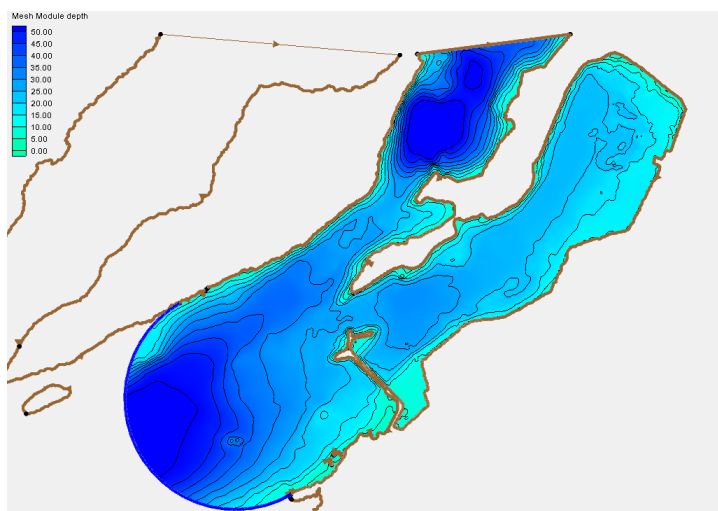
Gjentaksintervall Stormflo	1 år	20 år	200 år	1000 år
Kotenivå iht. kartverket [3] [m NN2000]	+ 1.78	+ 2.13	+ 2.34	+ 2.47
Antall overskridelser av kotenivå fra 1990-2022 (33 år)	70	3	1	0

Med bakgrunn i 70 overskridelser av årlig stormflonivå og 3 overskridelser av 20 års stormflonivå i løpet av 33 års perioden er det valgt å ta en egen vurdering av stormflonivå. De resulterende stormflonivåene for de ulike sikkerhetsklassene er oppsummert i Tabell 4.

Tabell 4 Beregnet stormflonivå for ulike sikkerhetsklasser

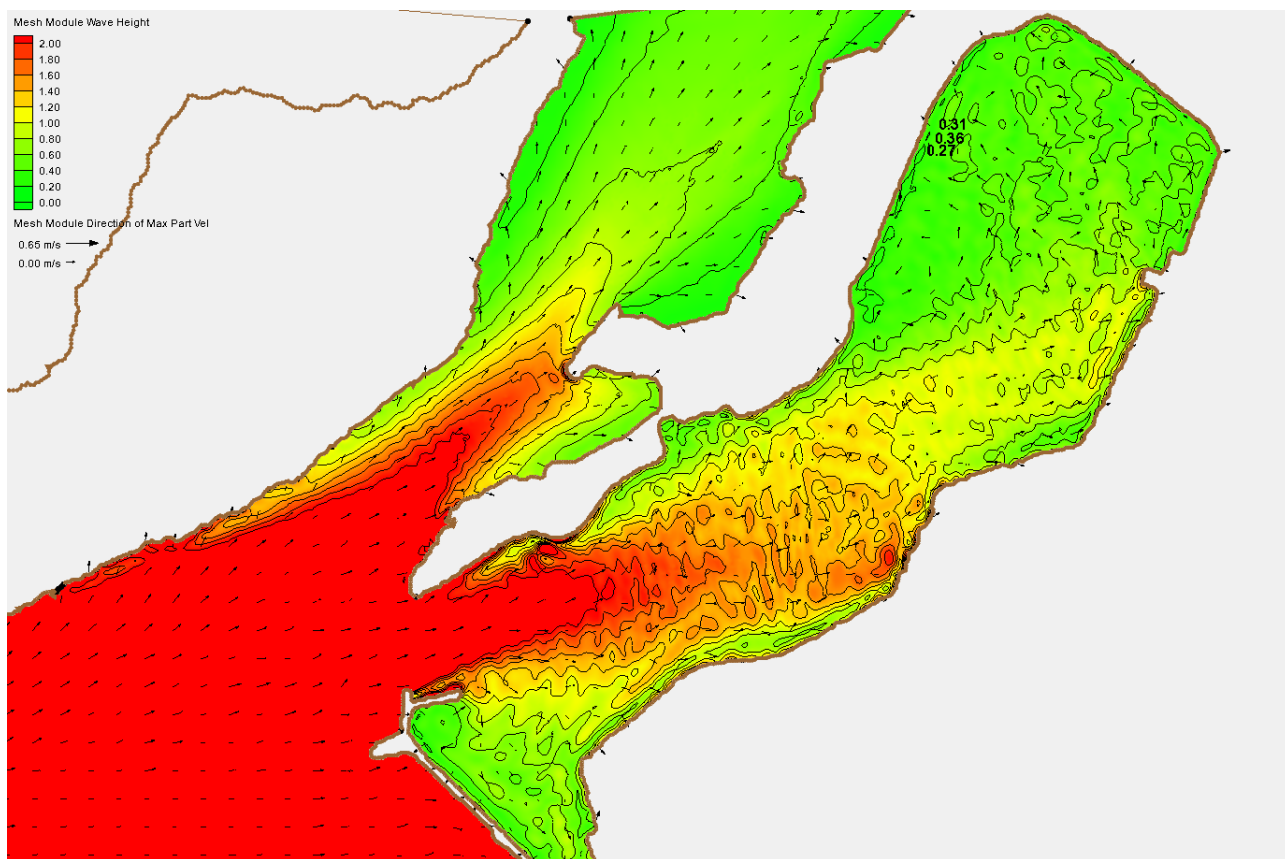
Sikkerhetsklasse	F1	F2	F3
Gjentaksintervall	20 år	200 år	1000 år
Beregnet stormflonivå nåtid [m NN2000]	+ 2.17	+ 2.54	+ 2.81
Tillegg for havnivåstigning i år 2100 [m]	0	0.57	0.57
Dimensjonerende stormflonivå [m NN2000]	+ 2.17	+ 3.11	+ 3.38

Planområdet består av bygg benyttet til industri og lagring samt utomhusareal til lagring og kaianlegg. Det er også etablert et naturgassanlegg på området. Naturgassanlegget faller innenfor sikkerhetsklasse F3 og må dermed dimensjoneres for 1000 års stormflo. Dette gjelder også dersom andre forurensende objekter skal lagres på kaia. Resten av området vurderes til sikkerhetsklasse F2 og dimensjoneres for 200 års stormflo. Selve kaianlegget er ikke omfattet av sikkerhetsklassene, men må dimensjoneres for å tåle belastningene under stormflo [1].



Figur 4 Dybdemodell brukt i bølgeberegningene

Hvordan havbølgene forplanter seg innover i havna er vist i Figur 5. Modellen viser at den signifikante 200-års bølgen på 4.5 m utenfor havna reduseres til omtrent 0.35 m ved planområdet. Videre estimeres den signifikante 1000-års bølgen å være omtrent 5 m utenfor havna, som reduseres til omtrent 0.4 m ved planområdet.

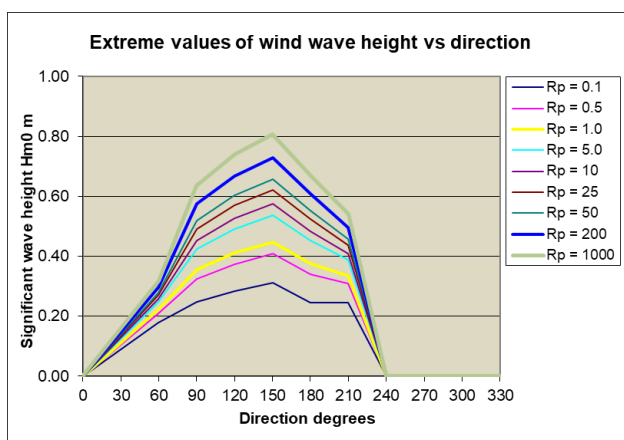


Figur 5 Bølgeutvikling for 200 års havbølge innover i havna

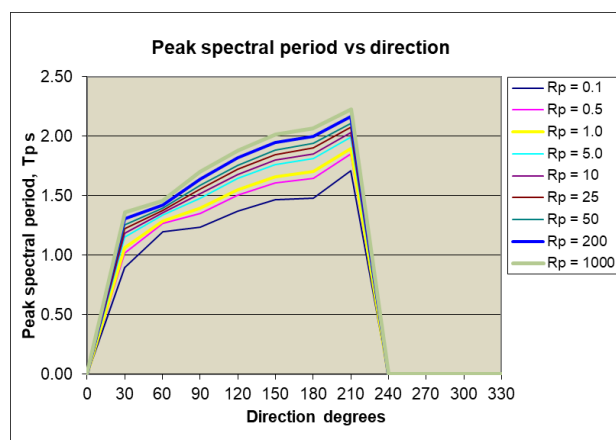
Lokale vindbølger

De lokale vindbølgene fra inne i havna er beregnet ved bruk av en parametrisk bølgemodell som hensyntar strøklengder i havna som bestemmer i hvilken grad bølger rekker å bygge seg opp før de treffer planområdet. Dette er sammenkoblet med vindhastigheter med forskjellige returperioder beregnet fra historisk vinddata for Bodø. Resulterende signifikante bølgehøyder med ulik returperiode er vist i Figur 6. De tilhørende spektrale topp-periodene er vist i Figur 7.

Beregningene viser en signifikant bølgehøyde med 200 års returperiode på 0.73 m fra sørøst med tilhørende spektral topp-periode på 2 sek. Videre beregnes 1000 års signifikant bølgehøyde til 0.8 m med omtrent samme topp-periode.



Figur 6 Signifikante bølgehøyder for forskjellige retninger med ulik returperiode



Figur 7 Spektral topp-periode for bølger i forskjellige retninger med ulik returperiode

Sammenlagt lokale vindbølger og dønningsjø

Ettersom vindbølgene bygges opp i omtrent samme retning som havbølgene forplanter seg innover havna antas vinden lokalt i havna å forsterke bølgene som kommer inn. Havbølgene og de lokale vindbølgene kombineres derfor sammen ved å addere bølgehøydene kvadratisk.

Da dønningsbølgene er beregnet fra både kystnære og tyngre bølger, kan disse ha veldig varierende perioder. De estimeres til å ligge et sted mellom 6 og 12 sek. Som vist i Figur 7 er topp-perioden til vindbølgene omtrent 2 sek. Perioden til de totale bølgene som treffer planområdet settes konservativt til 8 sek for videre beregninger av overskylling.

Resulterende bølgetilstand med 200 og 1000 års returperiode er oppsummert i Tabell 5.

Tabell 5 Resulterende dimensjonerende bølgetilstand for 200 og 1000 års returperiode

	Havbølger		Lokale vindbølger		Totalt	
Returperiode	200 år	1000 år	200 år	1000 år	200 år	1000 år
Hs	0.35 m	0.4 m	0.73 m	0.8 m	0.8 m	0.9 m
Tp	6 -12 sek	6 – 12 sek	2 sek	2 sek	8 sek	8 sek

Overskylling

Bølgeunderlaget i beregningene er forplantninger av bølger som kommer fra sørvest. Det ansees derfor sannsynlig at en ekstrem bølgetilstand kan opptre samtidig som en ekstrem stormflo hendelse. For å vurdere kombinasjonen av disse er de totale overskyllingsmengdene som treffer planområdet beregnet. Dette er beregnet etter formelverk i EurOtop manual [4]. Manualen angir grenser for hvilke overskyllingsmengder som er tolererbar i ulike situasjoner, differensiert for ulike dimensjonerende bølgehøyde. De anbefalte grensene relevante for dette prosjektet er gjengitt i Tabell 6.

Tabell 6 Tolererbar overskyllingsmengde gjengitt fra EurOtop.

Situasjon	Bølgehøyde Hs [m]	Overskyllingsmengde q [l/s/m]
Personopphold, fri sikt over sjø	3	0.3
	2	1
	1	10 - 20
	<0.5	ingen grense
Byggverk med svakere element som vindu, dører.	1-3	1

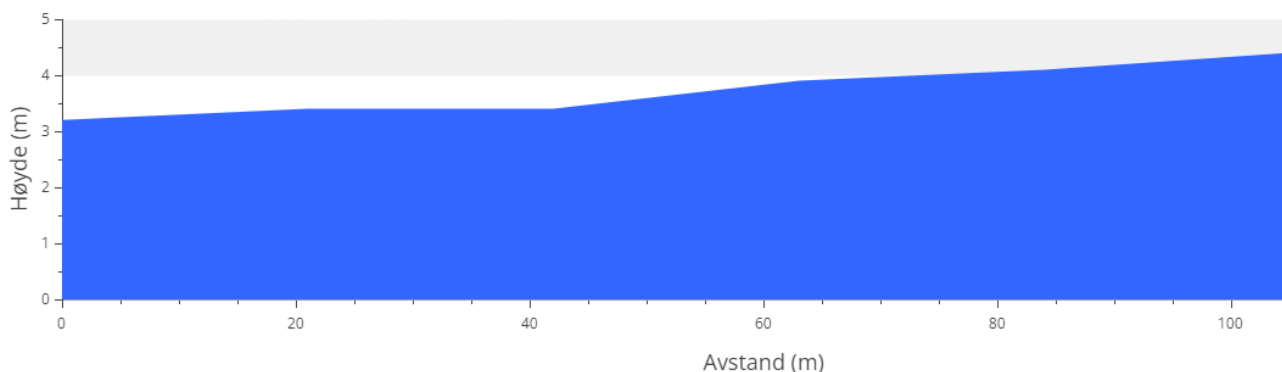
Manualen angir at områder for personopphold med dimensjonerende bølgehøyde på omtrent 1 m tåler en overskyllingsmengde på 10-20 l/s per m. For svake bygningselementer anslår manualen at overskyllingsmengden ikke burde overstige 1 l/s per m. Norconsult anser det likevel mulig at byggverk tåler overskyllingsmengder større enn dette ved enkle tiltak. En generell grense for overskyllingen på planområdet settes derfor til 10 l/s per m. Naturgassanlegget burde plasseres utenfor fare for overskylling.

Beregningen av overskyllingsmengde er avhengig av bølgehøyde og periode, samt terrengets høyde over havnivået. Mengden avtar med økende avstand og høyde over havnivået. Tolererbar overskylling kan derfor sikres ved enten å plassere områder med en nødvendig sikkerhetsavstand fra sjøkanten, eller å heve terrenget til en sikker høyde. Parameterne oppsummert i Tabell 7 er brukt som grunnlag i overskyllingsberegningen.

Tabell 7 Parametere brukt i overskyllingsberegning

Situasjon	Sikkerhetsklasse	Hs	Stormflonivå
Byggverk	F2	0.8 m	+ 3.2 NN2000
Naturgassanlegg	F3	0.9 m	+ 3.4 NN2000

Kaifronten ligger på omtrent kote +3.3 NN2000. Høydeprofil av terrenget gjennom tomte er hentet fra karttjenesten til kystinfo og vist i Figur 8. Overskyllingen ved kaikanten beregnes til omtrent 80 l/s per m for sikkerhetsklasse F2, noe som er høyere enn tolererbar overskyllingsmengde. Det beregnes derfor en sikkerhetsavstand fra kaikanten etter EurOtops formelverk for slake diker [4]. Det beregnes at området er lite påvirket av overskylling en avstand på 7 m fra kaikanten for sikkerhetsklasse F2.



Figur 8 Høydeprofil hentet fra kystinfo.no, følger svart linje i Figur 9



Figur 9 Utsnitt flyfoto fra området, hentet fra kystinfo.no. Snitt for høydeprofil vist i Figur 8 følger svart linje.

Oversiktsbildet i Figur 9 angir omtrentlige avstander til byggverk fra kaikanten. Alle er plassert utenfor sikkerhetsavstanden til kaikanten og er derfor lite påvirket av overskylling. Utvendig lagringsareal burde også plasseres utenfor denne grensen.

For sikkerhetsklasse F3 estimeres kaifronten å være ca. 10 cm oversvømt. På kartoversikten virker naturgassanlegget å være plassert omtrent 60 m bak kaifronten, på en terreng høyde som er over dimensjonerende stormflonivå. Ved fremtidig utvidelse eller flytting av anlegget innenfor området må fundamentet på naturgassanlegget ligge på minimum kote +3.4 NN2000 med en sikker avstand fra kaifronten. Selv om kaifronten estimeres å være oversvømt ved en 1000 års flom, vil bølgene likevel bryte ved kaifronten. Sikkerhetsavstanden beregnes settes til 20 m fra kaifronten for sikkerhetsklasse F3.

Tiltakene som gir liten overskylling er oppsummert i Tabell 8.

Tabell 8 Tiltak som gir tolererbar overskylling

Situasjon	Sikkerhetsklasse	Sikker avstand	Terrenghøyde
Byggverk	F2	7 m	+ 3.3
Naturgassanlegg	F3	20 m	+ 3.4

Det gjøres oppmerksom på at personell som arbeider/oppholder seg på kaien ikke vil tåle overskyllingen ytterst på kaien ved dimensjonerende 200 års hendelse. Ved en ekstrem bølgetilstand med høyvannstand høyere enn kote +2.7 NN2000 burde det ikke være opphold på kaien.

Konklusjon

Planområdet er vurdert for stormflo og bølgepåkjenning etter inndeling i sikkerhetsklasser fra TEK17 §7-2. Stormfloestimatene er justert fra historisk vannstandsdata for Bodø sammenlagt med framtidig havnivåstigning i år 2100. Dimensjonerende bølger i området er funnet fra en kombinasjon av døunningssjø fra sør-vest for Bodø og lokale vindbølger som oppstår inne i havna. Den totale påkjenningen av bølger og stormflo er beregnet ved å se på overskyllingsmengdene som treffer planområdet. Grensen for tolererbar overskylling er satt til 10 l/s per m.

Planområdet består av bygg benyttet til industri og lagring samt utomhus-areal til lagring og kaianlegg. Det er også etablert et naturgassanlegg på området. De ulike delene deles inn i sikkerhetsklassene:

Sikkerhetsklasse F3:

- Naturgassanlegget faller innenfor sikkerhetsklasse F3 og må dermed dimensjoneres for 1000 års stormflo. Dette gjelder også dersom andre forurensende objekter skal lagres på kaia.
- Stormfloberegningene viser en dimensjonerende 1000 års stormflo på kote +3.4 NN2000. Ytterste del av kaianlegget ligger på omtrent kote +3.3 NN2000. Dette medfører at ytterste del vil være oversvømt ved 1000 års stormflo.
- Signifikant bølgehøyde for en 1000 års bølgetilstand (F3) beregnes til 0.9 m
- Naturgassanlegget er i dag plassert slik at det ikke er påvirket av overskylling. Dersom dette skal utvides eller flyttes i framtiden må det plasseres med fundamentet på minimum kote +3.4 NN2000 med en avstand på 20 m fra kaikanten. Dette gjelder også plassering/lagring av andre elementer som kan medføre forurensningsfare.

Sikkerhetsklasse F2

- Resten av området vurderes til sikkerhetsklasse F2 og dimensjoneres for 200 års stormflo. Selve kaianlegget er ikke omfattet av sikkerhetsklassene, men må dimensjoneres for å tåle belastningene under stormflo.
- Beregningene viser en dimensjonerende 200 års stormflo på kote +3.2 NN2000. Dagens terreng ligger høyere enn dette.
- 200 års signifikant bølgehøyde beregnes til 0.8 m.
- Beregning av overskylling viser en overskyllingsmengde på 80 l/s per m ved kaifronten på kote +3.3 NN2000. Dette er høyere enn tolererbar overskyllingsmengde. Det estimeres at området er lite påvirket av overskylling omtrent 7 m bak kaifronten. Byggverkene på planområdet i dag er plassert lenger bak enn dette og dermed lite påvirket av overskylling. Framtidig utvidelse må plasseres med en avstand på 7 m fra kaifronten på minimum kote +3.3 NN2000.

Oppsummert framstår området, med dagens utforming, som innenfor tolererbar påvirkning fra bølger og stormflo med havnivåstigning. Framtidige tiltak på området må forholde seg til anbefalingene i denne rapporten.

Referanser

- [1] Direktoratet for byggkvalitet, «Veiledning om tekniske krav til byggverk,» 2017.
- [2] DSB, «Havnivåstigning og høye vannstander i samfunnsplanlegging,» Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, 2024.
- [3] Kartverket, «Se havnivå,» 13 11 2024. [Internett]. Available: <https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva/resultat?id=926688&location=Bod%C3%B8>. [Funnet 13 11 2024].
- [4] EurTop, «Manual on wave overtopping of sea defences and related structures, Second Edition 2018.,» Eur Top, 2018.

Oppdragsgiver: **Burøyveien 13 AS**
Oppdragsnr.: **52404311** Dokumentnr.: **KYST01**

01	2024-12-02	Til godkjenning	GudOes	RobLer	SifSte
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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.