

NOTAT

OPPDRAAG	713032 Regulering Vannkanten	DOKUMENTKODE	713032-RIMT-NOT-001
EMNE	Vurdering av oversvømmelse og overskylling	TILGJENGELIGHET	Åpen
TILTAKSHAVER	Vannkanten AS	Oppdragsleder	Trude Johnsen
KONTAKTPERSON	Thomas Nystad	SAKSBEHANDLER	Øyvind Nilsen
KOPI		ANSVARLIG ENHET	5040 Marin Teknologi

Oppsummering

Multiconsult Norge er engasjert av Vannkanten AS for utarbeidelse av reguleringsplan for Vassvikbukta i Narvik (Figur 1). I forbindelse med reguleringsplanen er det utført en vurdering av sikkerhet mot oversvømmelse og overskylling.

Dette notatet gir en kortfattet vurdering av risiko for oversvømmelse og overskylling iht. til kravene i TEK 17 for tilfredsstillende sikkerhet mot skade fra naturpåkjenninger ved samtidig stormflo og bølgepåkjenning.

Lokale vindbølger er grovt stipulert med forenklet strøkmotodikk med vindhastighet og effektiv strøklengde som input.

Naturfare i forbindelse med dimensjonerende vannstand på 3.3 m relativt NN1954 (gjentaksintervall 200 år) er undersøkt i kombinasjon med dimensjonerende bølgepåkjenning med signifikant bølgehøyde 3.5 m (gjentaksintervall 20 år). Denne kombinasjonen gir stor overskylling inn over tiltaksområdet.

Det anbefales å adressere sikkerhet mot overskylling ved videre utvikling av hele planområdet inkludert prosjektering av fylling, fyllingskant, bølgevern og bolighus (plassering, orientering og materialvalg).

En avansert bølgesimulering forventes å gi lavere ekstrem bølgetilstand enn stipulert med den forenklete metoden i dette studiet og dermed lavere anslag for overskylling.

00	05.10.2021	Første versjon til oppdragsgiver	OYN	EH	
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Innhold

Oppsummering	1
Innhold	2
1 Begreper og definisjoner	3
2 Bakgrunn	4
3 Krav til sikkerhet mot skade fra naturpåkjenninger	5
4 Metode	6
4.1 Vannstand	6
4.2 Bølgetilstand	7
4.3 Overskylling	7
5 Resultater	8
5.1 Vannstandsnivå	8
5.2 Bølgetilstand	8
5.3 Overskylling	9
6 Konklusjon	10
7 Referanser	11

1 Begreper og definisjoner

Havnivå	Havets gjennomsnittsnivå målt over en lang periode, slik at variasjoner forårsaket av tidevannskrefter og vær ikke påvirker resultatet.
Overskylling	Gjennomsnittlig vannmengde som skyller over f.eks. en fyllingsfront per tidsenhet per meter bredde.
Gjentaksintervall	Statistisk begrep som beskriver hyppigheten til en hendelse. 20 års gjentaksintervall vil f.eks. opptre i gjennomsnitt hvert 20 år, og ha en 5 % sannsynlighet for å opptre i løpet av et år. Også kalt returperiode.
Stormflo	Vannstander høyere enn normal flo i sjø som følge av kraftig lavtrykk og sterk vind.
Vannstand/stille vann (SWL)	Høyden av vannflaten på et bestemt sted på et gitt tidspunkt. For havet påvirkes vannstanden av tidevann og værets virkning (vind, lufttrykk, mm).
Klimapåslag	Forventet endring i middelvannstand på grunn av endringer i klimaet.
Signifikant bølgehøyde	Gjennomsnittlig bølgehøyde for de 1/3 største bølgene over en gitt periode.

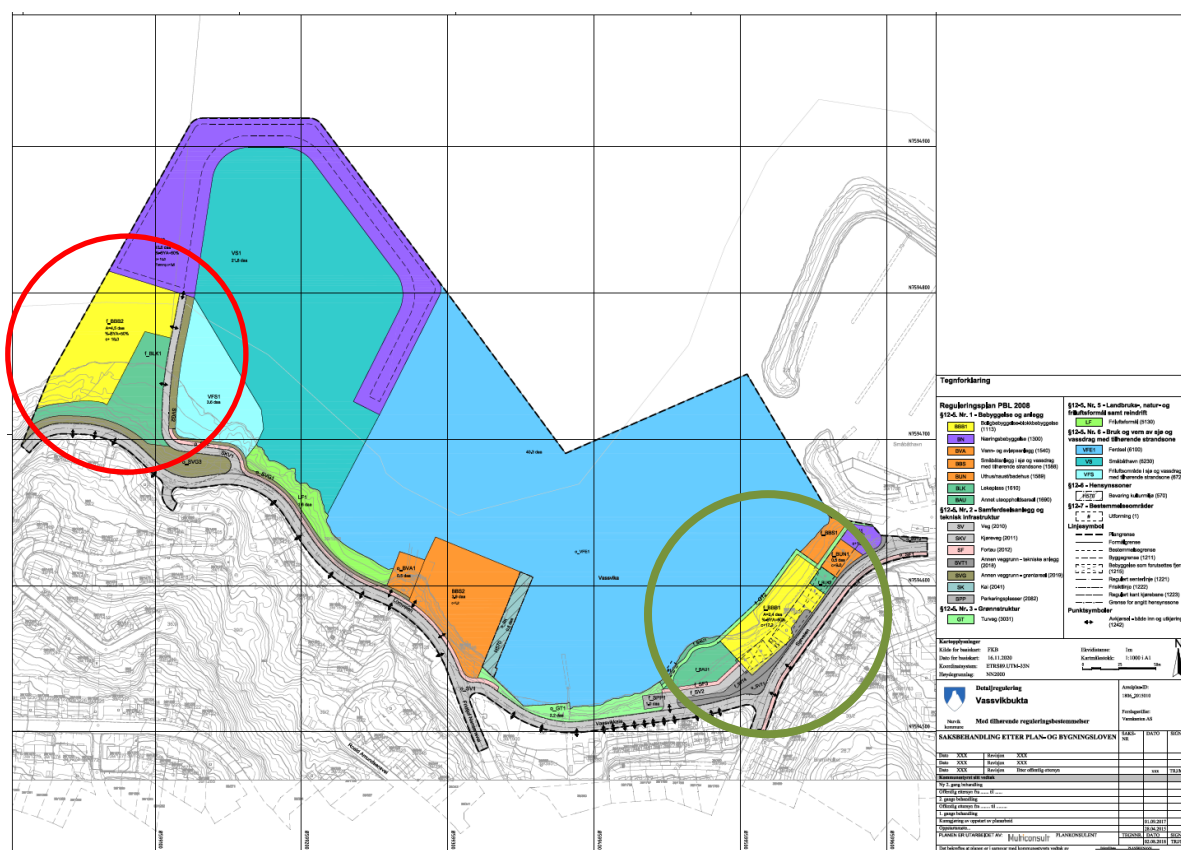
2 Bakgrunn

Multiconsult Norge er engasjert av Vannkanten AS for utarbeidelse av reguleringsplan for Vassvikbukta i Narvik (Figur 1). I forbindelse med reguleringsplanen skal det gjøres en vurdering av sikkerhet mot oversvømmelse og overskylling. Boligområdene er oppgitt å ligge på enfylling på kote 4.3 m rel. NN1954.

Dette notatet gir en kortfattet vurdering av risiko for oversvømmelse og overskylling iht. til kravene i TEK 17 for tilfredsstillende sikkerhet mot skade fra naturpåkjenninger ved samtidig stormflo og bølgepåkjenning. I vurderingene er det tatt hensyn til forventet havnivåstigning på grunn av klimaendringer.

Følgende forhold er undersøkt:

- Vannstand med 200 års gjentaksintervall i dag og med klimapåslag
- Bølgetilstand ved inngangen til Vassvikbukta med 20 års gjentaksintervall
- Overskylling ved fyllingsfront ved boligområde NV (rød sirkel Figur 1)
- Overskylling ved fyllingsfront ved boligområde SØ (grønn sirkel Figur 1)
- Sikkerhet mot vannstand og bølgepåkjenning for de to boligområdene



Figur 1 Foreliggende Reguleringsplan Vassvikbukta. Boligområde NV markert med rød sirkel. Boligområde SØ markert med grønn sirkel.

3 Krav til sikkerhet mot skade fra naturpåkjenninger

Byggteknisk forskrift, TEK17, krever at byggverk generelt skal prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade fra naturpåkjenninger. I forskriften defineres tre sikkerhetsklasser for byggverk som kan rammes av flom eller stormflo (Tabell 1). Sikkerhetsklassen fastsettes ut fra konsekvensen av skade ved stormflo fra et samfunnsmessig perspektiv.

Lagerbygninger med lite personopphold vil typisk tilhøre laveste sikkerhetsklasse (F1) da konsekvensen av skade ved stormflo anses som liten. Bolighus vil vanligvis tilhøre midterste sikkerhetsklasse (F2). Et sykehus vil tilhøre høyeste sikkerhetsklasse (F3) da konsekvensen av skade ved stormflo anses som stor. Sikkerhetsklassen bestemmer hvilket gjentakintervall for vannstand som skal benyttes ved vurdering av skade eller ulempe. Sikkerhet oppnås ved å sikre tiltaket mot oversvømmelse / overskylling eller ved å konstruere byggverket slik at det tåler belastningene (DIBK, 2011).

For planlegging av boligområdene ved Vassvikbukta, vurderes det som hensiktsmessig å forholde seg til sikkerhetsklasse F2 som definert i TEK 17.

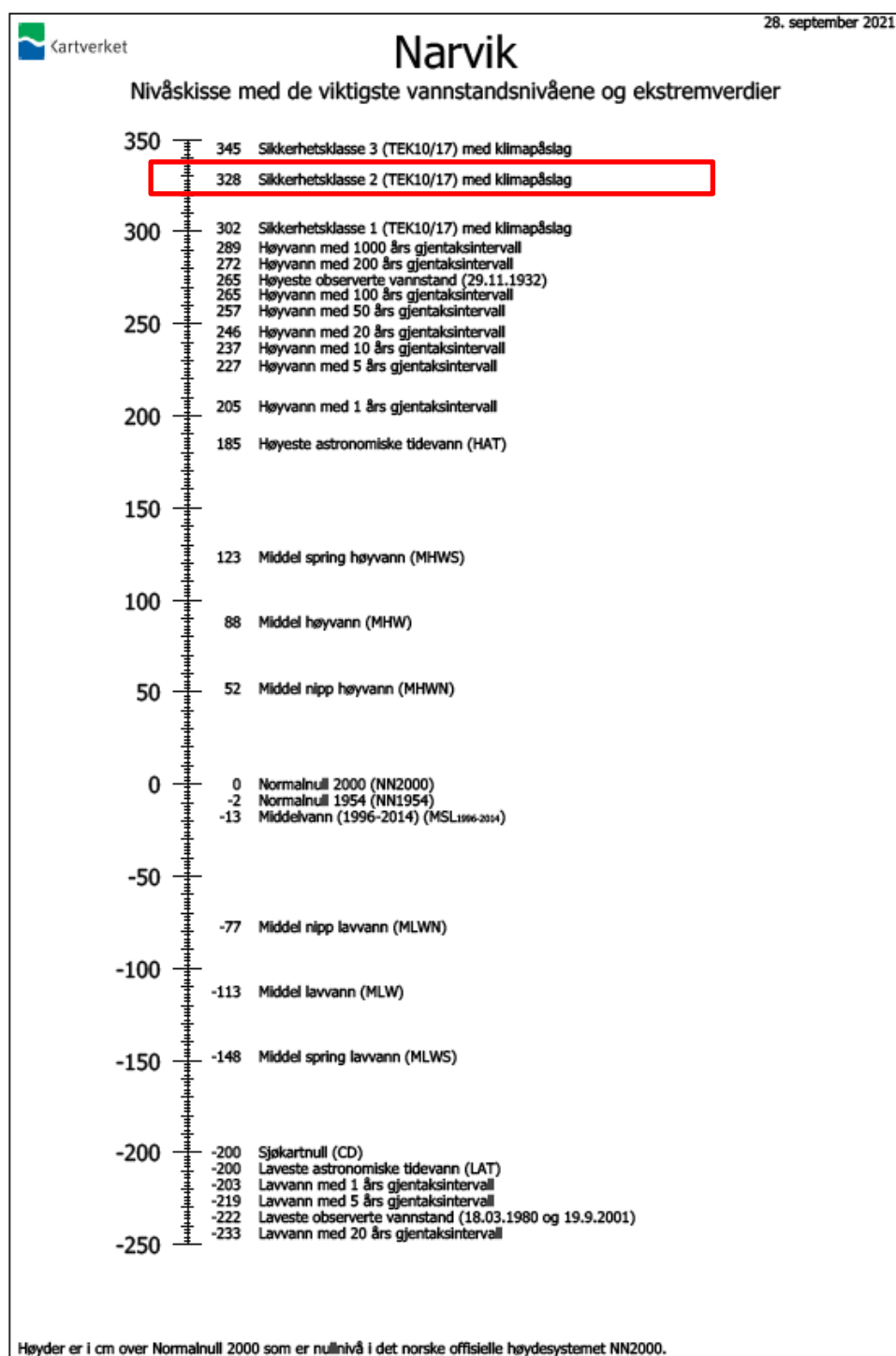
Tabell 1: Sikkerhetsklasser i TEK17 og eksempler på byggverk som faller inn under sikkerhetsklassene (DIBK, 2011).

Sikkerhets-klasse	Konsekvens av oversvømmelse	Eksempel på byggverk	Gjentaksintervall naturpåkjenning
F1	Liten	Bygninger med lite personopphold, f.eks. garasje og lagerbygning	20 år
F2	Middels	Omfatter de fleste byggverk beregnet for personopphold, f.eks. bolig, fritidsbolig, campinghytte, kontorbygning eller industribygg	200 år
F3	Stor	Omfatter byggverk for sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk der oversvømmelse kan gi stor forurensning, f.eks. sykehjem, bygg med beredskapsmessig betydning, anlegg for avfallsdeponier	1000 år

4 Metode

4.1 Vannstand

Verdier for anbefalt vannstands nivå for planlegging av tiltak nært sjø, er hentet fra Kartverkets nettside om vannstands nivå (Figur 2). Oppgitte tall for Vassvikbukta er utledet fra vannstandsmålinger i Narvik. I tillegg til ekstrem vannstand, må samtidig opptredende bølgetilstand vurderes.



Figur 2 Vannstands nivåer for Vassvikbukta. Nullreferanse NN2000. NN1954 ligger -2 cm relativ NN2000.

4.2 Bølgetilstand

Lokale vindbølger er grovt stipulert med forenklet strøkmotodikk med vindhastighet og effektiv strøklengde som input. Stedvind er bestemt i henhold til NS-EN 1991-1-4:2005/NA:2009 (Tabell 2) der referansevind for Narvik (28 m/s) er korrigert mht. terrengkategori (terrengkategori 1 -kystnær, opprørt sjø, samt åpne vidder og strandsoner uten trær eller busker) samt retningsfaktorer for Narvik, Ballangen og Tysfjord.

Tabell 2: Stedvindhastighet (v_m) for Vassvikbukta. 20 års gjentakintervall

Retning (fra)	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
v_m , 20 år [m/s]	25	25	28	31	31	31	31	28

Inputvind i beregningene er strøkvind der stedvind er justert i forhold til lengden på effektivt strøk. Effektivt strøk er funnet ved midling av strøklengder over 15 °. Metoden er utviklet av US Army Corps of Engineers og er anbefalt brukt av Coastal Engineering Manual (Leenknecht et al., 1992, Vincent et al., 2002).

Dette er en forenklet vindbølgeberegning, som hverken tar hensyn til diffraksjon, refraksjon eller grunning. En avansert bølgesimulering forventes å gi lavere ekstrem bølgetilstand enn stipulert med den forenklede metoden i dette studiet. Blant annet fordi diffraksjon og grunning forventes å dempe bølgene inn mot tiltaket.

Maksimal vindbølgetilstand ved utfyllingen utenfor Vassvikbukta er estimert for åtte forskjellige retninger med gjentakintervall på 20 år.

4.3 Overskylling

Naturfare i forbindelse med høy vannstand skal undersøkes i kombinasjon med bølgepåkjenning. Vannstand med gjentakintervall på 200 år er kombinert med bølgetilstand med gjentakintervall på 20 år. Denne kombinasjonen av samtidig opptredende ugunstige hendelser vurderes å være adekvat i forhold til hensikten med bestemmelsen i TEK17.

Det er undersøkt overskylling over fyllingsfront mot vest med høyde 4.3 m relativ NN1954 basert på metodikk beskrevet i EuroTop II (2018). Høyder angitt relativt NN1954 ligger 2 cm lavere enn høyder angitt relativt til NN2000. For fyllingsfronten er det antatt en helning på 1:1.3 og plastring med ruhetsfaktor på 0.55 som tilsvarer to-lags plastring med impermeabel kjerne.

5 Resultater

5.1 Vannstandsnivå

Ekstrem vannstand med 200 års gjentakintervall for Vassvikbukta i dag er 2.74 m (rel. NN1954) (Tabell 3). Fram mot år 2100 forventes havnivåstigning opp mot 0.56 m. Med klimapåslag fra forventede klimaendringer blir anbefalt vannstandsnivå for planlegging 3.30 m (rel. NN1954) for tiltak i sikkerhetsklasse F2.

Tabell 3 Ekstrem vannstandsnivå Vassvikbukta (rel. NN1954)

Sikkerhetsklasse TEK17	I dag	Med klimapåslag
F1 (20 års gjentakintervall)	2.48 m	3.04 m
F2 (200 års gjentakintervall)	2.74 m	3.30 m
F3 (1 000 års gjentakintervall)	2.89 m	3.47 m

5.2 Bølgetilstand

Estimerte dimensjonerende bølgeforhold med 20 års gjentakintervall ved inngangen til Vassvikbukta er vist i **Tabell 4**

Største bølger dannes ved vind fra vest. Dimensjonerende bølgetilstand med 20 års gjentakintervall har estimert signifikant bølgehøyde på 3.5 m.

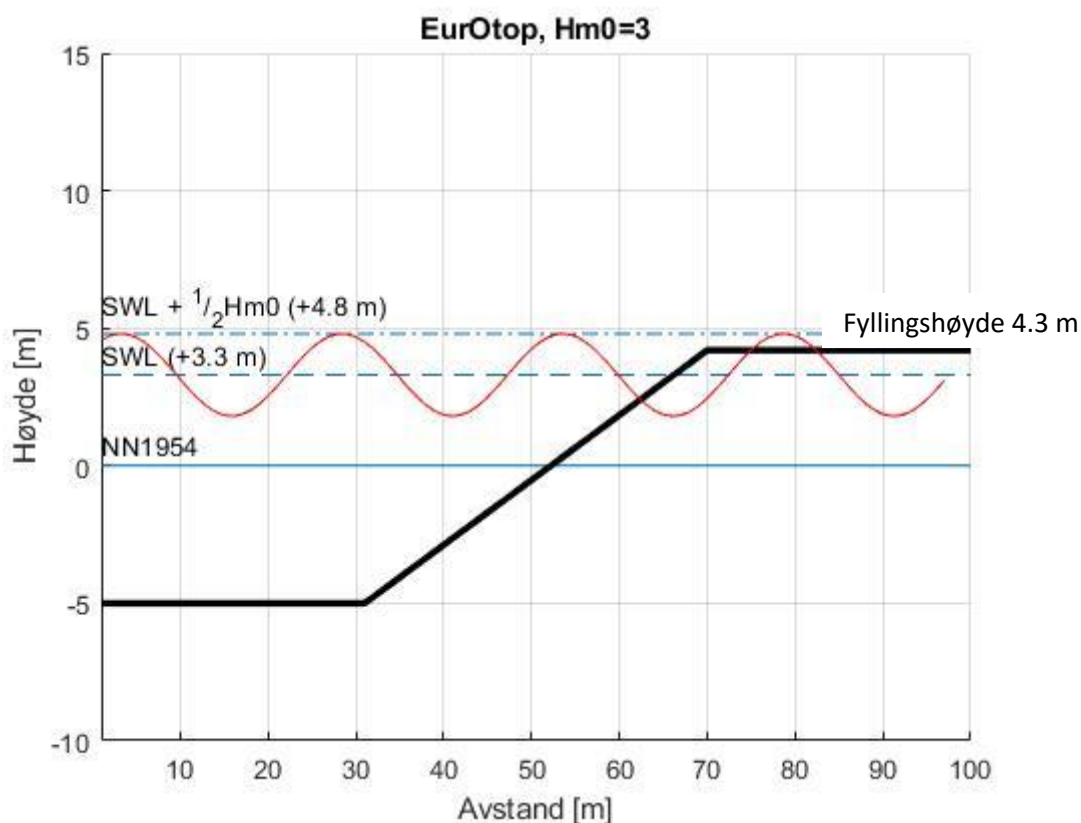
Tabell 4: Beregnet vindbølgetilstand med 20-års gjentakintervall for åtte forskjellige retninger. Største signifikante bølgehøyde er uthevet

Vindretning (fra)	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
Hs [m]	1.5	1.5	1.6	0.3	0.2	0.4	3.5	1.3
Tp [s]	4.3	4.3	4.4	1.6	1.4	2.0	6.7	3.9
Bølgeretning [°]	24	24	73	73	254	260	260	261

5.3 Overskylling

Boligområde NV

Vannstand for planlegging i sikkerhetsklasse F2 på 3.3 m gir fribord på 1.0 m opp til fyllingskant (4.3 m rel NN 1954). Samtidig bølgetilstand fra vest med signifikant bølgehøyde 3.5 m vil ha bølgetopper på høyere nivå enn fyllingshøyden. Dette gir overskyllingsrate på 1300 l/s/løpemeter fyllingsfront. EuroTop II (2018) anbefaler at bolighus i overskyllingsutsatte områder planlegges slik at de i ekstremisituasjoner eksponeres for lavere overskylling enn 1 l/s/løpemeter mot husvegg.



Figur 3 Innkommende bølger ved sterk storm fra vest mot fyllingsfront ved vannstands nivå for planlegging i sikkerhetsklasse F2. Bølgetopper over fyllingshøyde gir stor overskylling

Tabell 5. Estimerte overskyllingsrater (l/s/m) over kaifront og over nordlig fyllingsfront.

Gjentaksintervall	200 år
Overskylling ved fyllingsfront (4.3 m rel NN1954)	1130

Boligområde SØ

Det vurderes at ekstrem vind fra vest vil være dimensjonerende for overskylling ved boligområde SØ. Dette området vil være vesentlig mer skjermet for innkommende bølger enn boligområde NV. En bølgeanalyse som hensyntar blant annet diffraksjon, vil gi et sikkert estimat på dimensjonerende bølgeforhold inn mot boligområde SØ. Skissert molo i nordvestre del av reguleringsområdet (Figur 1) vil dempe bølger inn mot boligområde SØ øst betraktelig og representere økt sikkerhet mot naturfare ved stormflo.

6 Konklusjon

Beregnete overskyllingsrater indikerer at bølgepåkjenning ved høy vannstand er vesentlig faktor for videre utvikling og prosjektering av boligområdene ved Vassvikbukta.

Beregnete overskyllingsrater anses som konservative da de er bygget på dimensjonerende bølgesituasjon som er framkommet ved forenklet metodikk. Det er sannsynlig at bølgeberegning med mer avansert bølgemodell vil gi lavere estimat på dimensjonerende bølgesituasjon og lavere overskyllingsestimater.

Med fribord på 1 m og strøk rundt 30 – 40 km mot vest må man uansett påregne overskylling inn over planområdet ved samtidig høy vannstand og ekstremvær fra vest.

Det anbefales å adressere sikkerhet mot overskylling ved videre utvikling av hele planområdet inkludert prosjektering av fylling, fyllingskant, bølgevern og bolighus ved både boligområde NV og SØ (plassering, orientering og materialvalg).

Det anbefales å beregne dimensjonerende bølgetilstand med mer avansert modell som hensyntar diffraksjon, refraksjon og grunning. En avansert bølgesimulering forventes å gi lavere ekstrem bølgetilstand enn stipulert med den forenklede metoden i dette studiet.

Generelt kan sikkerhet mot overskylling økes ved:

- Sikrere anslag på dimensjonerende bølgesituasjon
- Grov stein i fylling
- Forhøyet fyllingskrone med høy dreneringsevne
- Bred fyllingskant med høy dreneringsevne
- Avstand fra bebyggelse til fyllingskant
- Dreneringstiltak i areal mellom fyllingsfront og bygninger

7 Referanser

DIBK, 2011. *Veiledning om tekniske krav til byggverk*. Direktoratet for byggkvalitet.

EuroTop 2016. *EurOtop II – Manual on wave overtopping of sea defences and related structures: An overtopping manual largely based on European research, but for worldwide application*.

Goda, 2000. *Random Seas and design of maritime structures*. World scientific publishing.

Leenknecht D.A., Szuwalski A. and Sherlock A.R. (1992): Automated Coastal Engineering System – Technica.I Reference, Chapter I. Windspeed Adjustment and Wave Growth. Coastal Engineering Research Center, Department of the Army Waterways Experiment Station, Corps of Engineers. 12 s.

NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009: Laster på konstruksjoner. Del 1-4. Almenne laster. Vindlaster.

SWAN 2016. *Technical documentation – SWAN Cycle III, version 41.10*. Delft University of Technology

TEK 17. *Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)*. Kommunal- og moderniseringsdepartementet