

Oppdragsgiver: **Jemar Utvikling AS**  
Oppdragsnr.: **5177614** Dokumentnr.: 1

**Til:** Johannes Ersnes  
**Fra:** Arne ELothe  
**Dato** 2018-12-20

## ► Flomsikringshøyder - Sørholmen

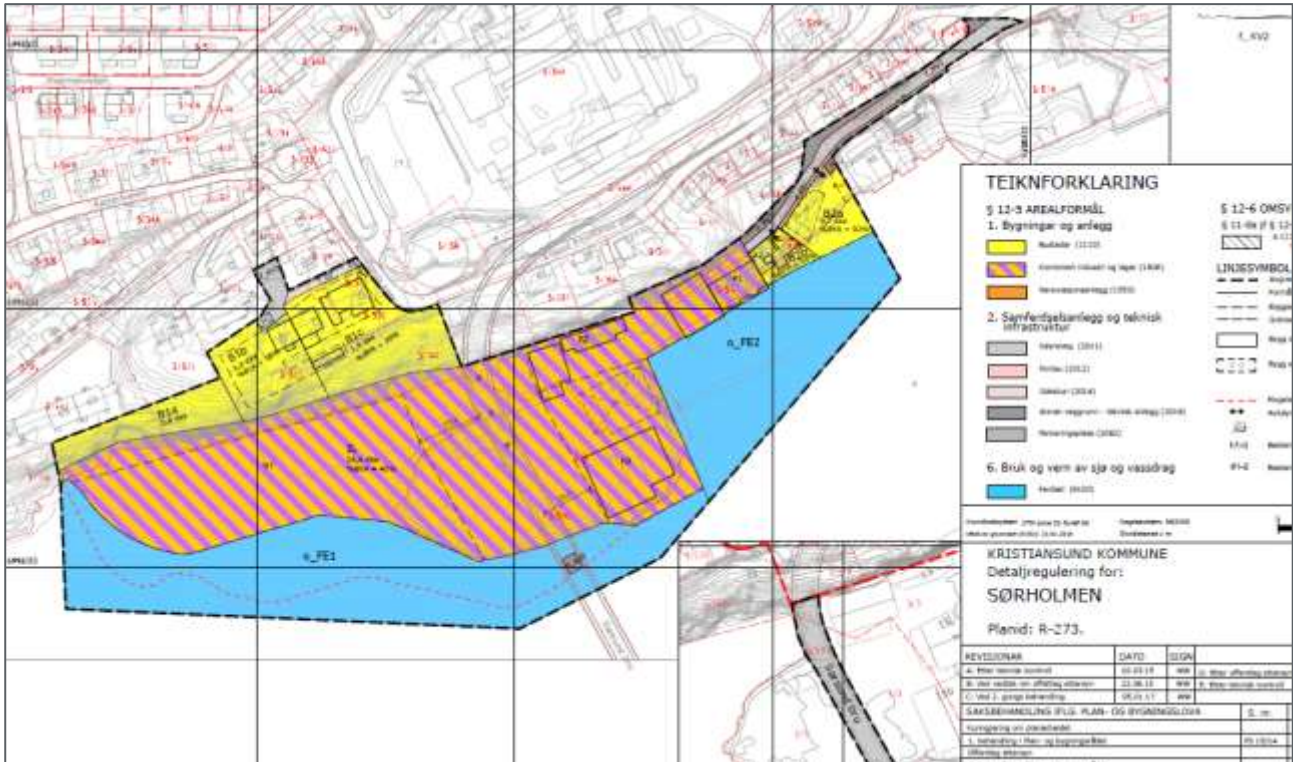
### INNLEDNING

Jemar Utvikling AS planlegger en utbygging med boliger og industriområde ved Sørholmen i Kristiansund, se Figur 1. Et utsnitt av kommunens reguleringsplan er vist i Figur 2. I forbindelse med søkeprosessen er det reist krav fra kommunen om at det skal foretas en beregning av fare for flom fra stormflo og bølger i flomfareklasse F2. En slik analyse er presentert i dette notatet. Resultatet er en beregning av flomfaren og anbefalte høyder i anlegget.

Flomfareklasse F2 gjelder for de fleste bygg med varig opphold av mennesker og innebærer at byggene må dimensjoneres for å tåle flom med returperiode 200 år. Det skal tas hensyn til klimaendringer, og beregningene skal baseres på en tilstand i 2090, med antatt scenario for utslipp av klimagasser RCP8.5, og ensemblespredning 95 %. For detaljer om klimascenariene se referanse 1, som er basert på siste tilgjengelige data fra IPCC.



Figur 1 Oversiktsfoto (fra Planomtale)



Figur 2 Reguleringsplan, Kristiansund kommune

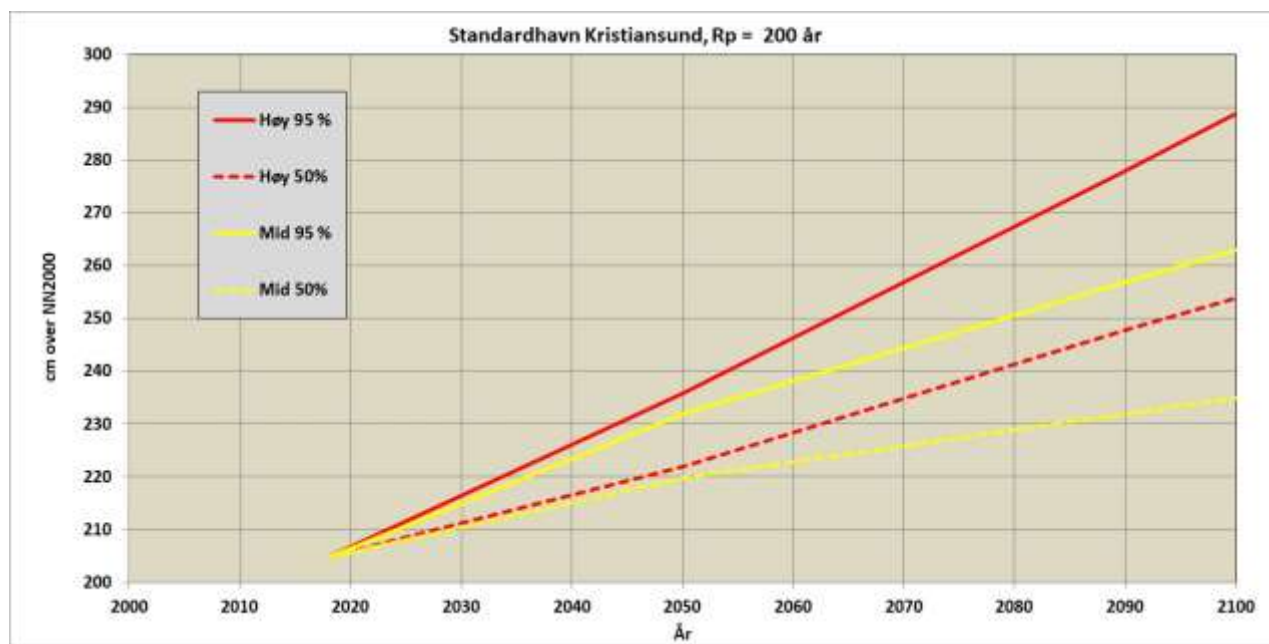
## STORMFLO

Beregninger av mulig stormflo er basert på data fra Kartverkets målestasjon i Kristiansund, som har vært i drift siden 1952. Stormflo er definert som alle tilfeller av ekstremt høyt vann-nivå uansett årsak. Høyt vann-nivå vil bestå av bidrag fra tidevann, bølger, vind, luft-trykk osv. Som grunnlag for beregningene benytter vi beregninger av ekstremverdier fra tidevannstabellene. Dette gir beregnet stormflonivå i 2018/2019. Til denne verdien skal det adderes en antatt heving av middelvannstand i havet fram til 2090, basert på estimater fra referanse 1.

Resultat er vist i Tabell 1, og estimater på utviklingen av middelvannstand i havet er vist i Figur 3. Figur 3 viser utviklingen fram til 2100 for flere ulike scenarier, men flomklasse F2 forutsetter at man benytter den heltrukne røde linjen i 2090.

Tabell 1 Beregnede stormflonivå i Kristiansund med 200 år returperiode; cm over NN2000.

År	Høyeste registrerte	Stormflo med 200 år returperiode
2018	189 (tilsvarer 55 år returperiode)	205
2050		236
2090		<b>278</b>
2100		289



Figur 3

## BØLGER

Bølger består av havbølger og dønning som kommer inn fra Nordsjøen og gjennom Bremsnesfjorden. Grunnområdene rundt Grip og ved Smøla vil skjerme noe mot bølger fra nord. Bølgene fra havet kan ikke komme direkte inn mot Sørholmen, men bølgene som har passert vestenden av Kirklandet (Klubbneset) vil dreie mot øst og komme inn mot Sørholmsundet.

I tillegg vil det dannes lokale bølger av lokal vind, hovedsakelig fra vest mot Bremsnes, og fra øst mot Nordlandet.

I det etterfølgende er det beregnet bølger separat for delene av planen som ligger vest for brua og de delene som ligger øst for brua, se

Beregningene av havbølger er basert på en tidligere modell av Halsafjorden, som har et rutenett på ca 150 x 150 m<sup>2</sup>. Inngangsverdier i modellen er beregnede bølgehøyder i Nordsjøen i perioden 1959 – 2016.

Omfanget av modellen er vist i Figur 4 ned bølger fra vest og målpunktet vest for Sørholmen markert som er rød firkant. For området vest for brua er det brukt data fra modellen direkte, mens det for området øst for brua er benyttet en redusisjon som tar hensyn til åpningen under brua.

Vindbølgene er beregnet ved å benytte vind-data fra Kvernberget 2003 – 2011, og beregne høyden av bølgene som kommer inn fra øst og fra vest.

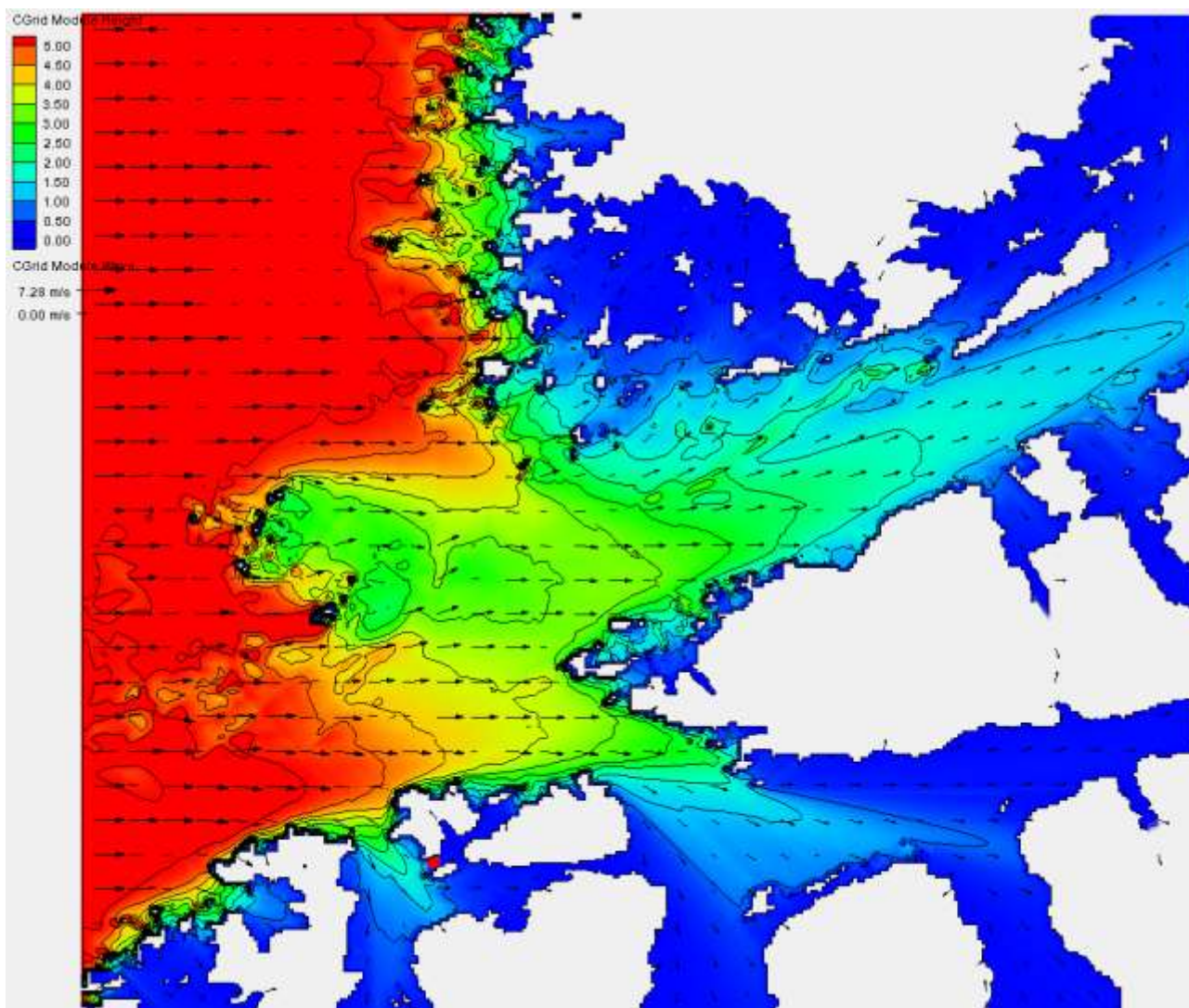
Resultat av bølgeberegningene er vist i Tabell 2. Som ventet er området vest for brua mest utsatt, og den dominerende belastningen her kommer fra havbølger og dønning.

# Notat

Oppdragsgiver: **Jemar Utvikling AS**  
Oppdragsnr.: **5177614** Dokumentnr.: **1**



Figur 4 Detalj av planområdet



Figur 5 Bølgemodell vist ved bølger fra vest

Tabell 2 Signifikante bølgehøyder (m) inn mot land på hhv vest og østsiden av brua. Data er beregnet ved 200 år returperiode

Type bølger	Vest for brua	Øst for brua
Havbølger/dønning	2.05 m	0.30 m
Vindbølger	0.86 m (fra vest)	0.38 m (fra vest) 0.25 m (fra øst)

## SAMLET VURDERING

I en samlet vurdering må alle bygg og områder i klasse F2 ha en minimum høyde på 278 cm NN2000. I tillegg til dette skal det tas hensyn til vannpåvirkning fra bølger.

Det kan stilles krav til maksimal tillatt overskylling angitt i liter per sekund per lengdemeter ( l/(sm) ). Vi har bearbeidet tall fra dokumentet EurOtop Manual (2), og benytter følgende kriterier:

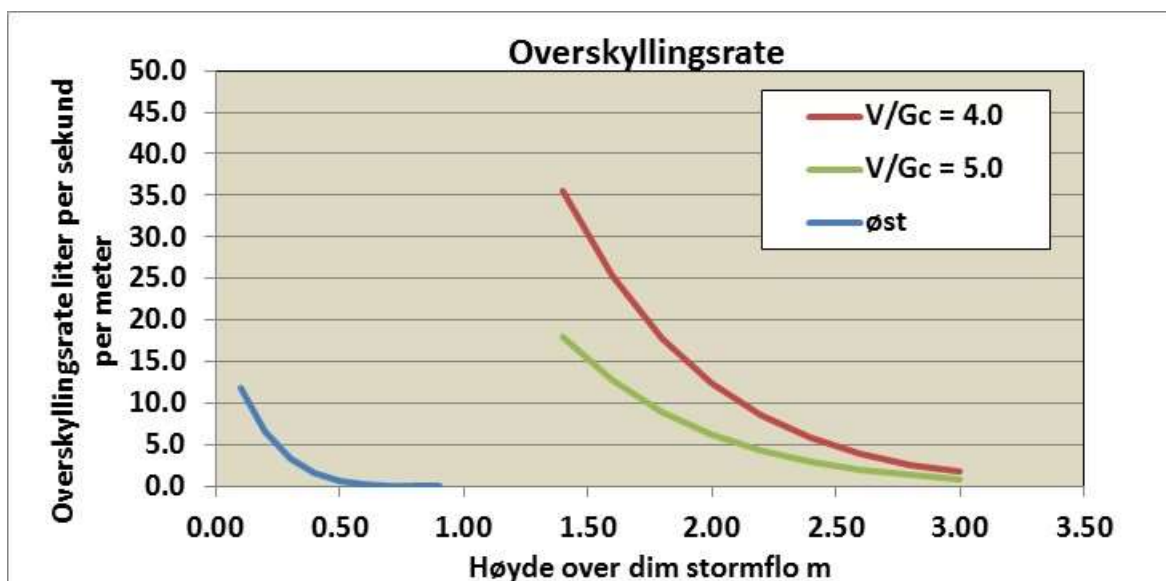
- Utendørs publikumsområder som kan stenges eller unngås ved dårlig vær:  $q_{\max} = 25$  l/(sm)
- Utendørs publikumsområder som ikke kan stenges ved dårlig vær:  $q_{\max} = 10$  l/(sm)
- Vanlige hus hus, bygninger og boliger uten spesielle tiltak  $q_{\max} = 5$  l/(sm)
- Industriområder uten bygninger  $q_{\max} = 50$  l/(sm).

Figur 6 viser resultat av beregninger med metoden beskrevet i EurOtop Manual. Figuren viser hvilken overskyllingsrate som vil oppstå på hhv vest og østsiden av brua ved ulike høyder (høyde over dimensjonerende stormflo).

For østsiden (blå kurve) ser vi at dersom man skal begrense overskyllingen til 5.0 l/(sm) under en 200 års storm, så må høyden av terrenget (eller kanten mot sjøen) ha en høyde på ca 0.25 m over dimensjonerende stormflo, dvs 2.78 m (Tabell 1) + 0.25 m = 3.03 m NN2000.

Vestsiden er mye mer utsatt for havbølger, og her må det benyttes kraftigere vern mot bølger. For denne delen er det også innført en variabel som er bredden  $G_c$  av topp av fylling. Da tenker man seg at fronten utføres som en vanlig fylling som går opp til en viss høyde og som så er flat på toppen i en avstand  $G_c$ . Herfra kan fyllingen falle ned igjen på høyden for det ferdige industriarealet.

Vi ønsker eksempelvis å begrense overskyllingen til 20 l/(sm) på industriarealet i vest. Dersom bredden i toppen av fyllingen er 4.0 m (rød kurve), er det nødvendig med en høyde av fyllingen på ca 1.75 m over dimensjonerende stormflo, dvs 2.78 + 1.75 = 4.53 m NN2000. Hvis vi øker bredden  $G_c$  til 5.0 m, vil det være tilstrekkelig med 2.78 m + 1.3 m = 4.08 m NN2000.



Figur 6

Overskyllingsrater vs høyde over dimensjonerende stormflo

## KONKLUSJON

- A. Dimensjonerende stormflo i flomklasse F2 er 2.78 m NN2000. Alle hus og bygninger som ikke er tett mot statisk vanntrykk må ligge over dette nivået.
- B. Beskyttelse mot flom fra bølger vil variere med utformingen av arealet. På østsiden av brua er det tilstrekkelig med en høyde på 3.03 m NN2000 for alle praktiske formål.
- C. Vestsiden av brua er mer utsatt for bølger. Vi anbefaler at fronten mot sjøen utformes som en beskyttelsesvegg/voll som skal hindre bølgeinntrenging. Vollen kan ha en kombinasjon av høyde og bredde på f eks 4.5 m / 4.0 m eller 4.1 m / 5.0 m. Planum bak vollen kan da ligge på nivå f eks 3. 0 m.
- D. Vi gjør oppmerksom på at belastningen på fronten mot vest er så høy at den bør prosjekteres spesielt som en molo.

## REFERANSER

1. M.J.R. Simpson, J.E.Ø. Nilsen, O.R. Ravndal, K. Breili, H. Sande, H.P. Kierulf, H. Steffen, E. Jansen, M. Carson, O. Vestøl (**2015**): Sea Level Change for Norway NCCS report no. 1/2015
2. EurOtop Wave overtopping of Sea Defences and Related Structures: Assessment Manual 2011
- 3.

# Notat

Oppdragsgiver: **Jemar Utvikling AS**

Oppdragsnr.: **5177614** Dokumentnr.: 1

1	2018-12-20	Utkast til kommentar	Arne E Lothe	Athul Sasikumar	Onnu Musch
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.