

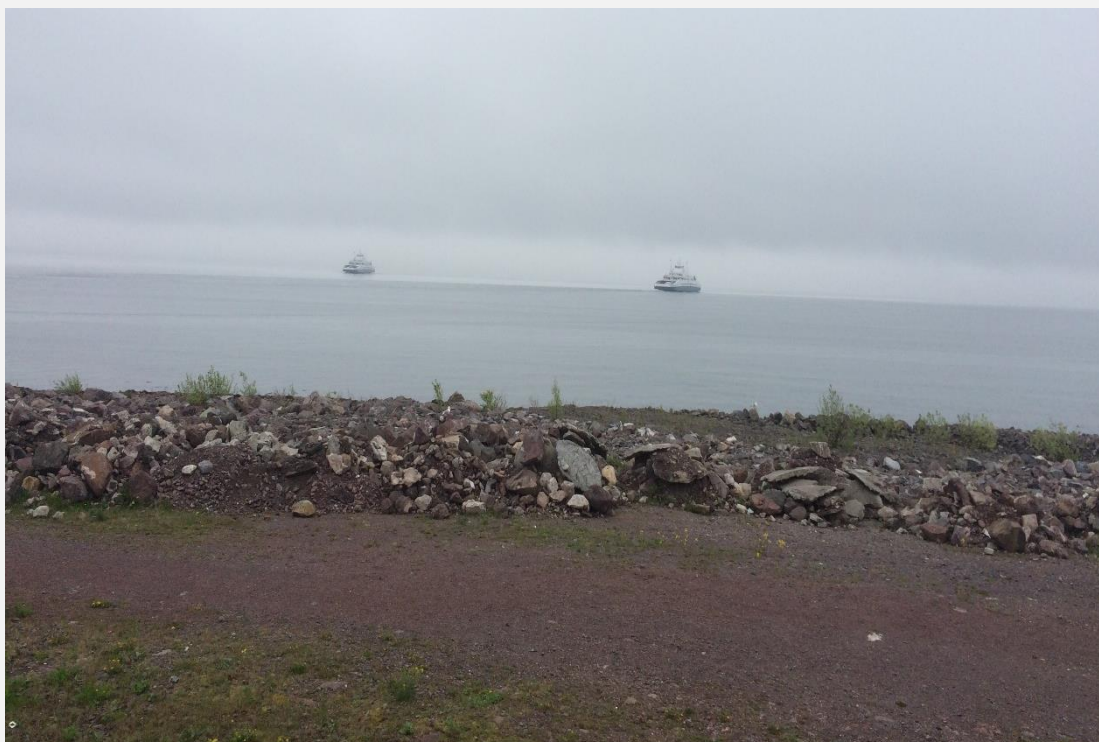
Horten Kommune

# FLOM, OVERVANN OG TEKNISKE FORUTSETNINGER RAPPORT

---

Sammensatt rapport av flomberegning utført av Asplan Viak AS og notat med tekniske forutsetninger for byggehøyder og avstand bebyggelse mot sjø, utført av Norconsult AS.

**Dato: 21.06.2018, 01.10.2018**  
**Versjon: 01**



Oppdragsgiver: Horten Kommune  
Oppdragsnavn: Horten Områdeplan Horten Havn  
Oppdragsnummer: 612913-01  
Utarbeidet av: Jon Bergersen Zeigler, Gerard Dam  
Oppdragsleder: Susanna Grimsæth  
Tilgjengelighet: Åpen

## Flom og overvann, Horten havn

1. INNLEDNING .....	2
2. FORUTSETNINGER.....	2
3. TERRENGAVRENNING .....	2
4. STORMFLO.....	5
5. BØLGEPÅVIRKNING.....	6
6. MINIMUM GULVHØYDE .....	6
7. TILTAK MOT BØLGEPÅVIRKNING .....	6
8. REFERANSER .....	7

01	21.06.18	Utkast	JZ, GD	SH
VERSJON	DATO	BESKRIVELSE	UARBEIDET AV	KS

## 1. INNLEDNING

Som en del av områdeplanen for Horten er det gjort en overordnet vurdering av flomfare. Det er sett på terrengavrenning, stormflo og bølgepåvirkning.

## 2. FORUTSETNINGER

Da analysen er utført på overordnet nivå er det gjort en del forenklinger:

- Eksisterende overvannsnett er ikke vurdert. For dreneringslinjer og vannmengder tas det utgangspunkt i en situasjon der alt vann renner på overflaten
- Terrengmodell er ikke justert for eventuelle underganger og murer. Dette er elementer som kan føre til at vannet tar andre veier enn beregnet
- Bølgeberegningen er basert på anslag på bakgrunn av vindstyrke med 50 års returperiode. Det er ikke satt opp bølgemodell. Dette medfører betydelig usikkerhet.
- Vannmengder fra terrenget er estimert med rasjonale metode. Denne metoden vil medføre ekstra usikkerhet for felt over 100 ha og de beregnede verdiene er mest sannsynlig høyere enn i realiteten.
- Det legges til grunn sikkerhetsklasse F2 for området (jfr. TEK17), altså flom med 200 års returperiode. Det benyttes 40 % klimapåslag.

## 3. TERRENGAVRENNING

På grunnlag av laserdata (DTM1) fra Statens kartverk er det gjort overordnet avrenningsanalyse av området. Denne viser at flere nedbørsfelt drenerer gjennom planområdet og ut i sjøen (Figur 1). Det største er på ca. 140 hektar (ha). Et felt på ca. 45 ha drenerer gjennom planområdet litt lengre nord. Disse feltene kan bidra med betydelige mengder overvann i en situasjon der ledningsnettets ikke klarer å ta unna. Beregningen tar som nevnt ikke høyde for eksisterende overvannsnett, og forutsetter at all avrenningen skjer på overflaten. Dette er en situasjon som i teorien kan inntreffe hvis overvannsnettets er overbelastet eller ute av drift.

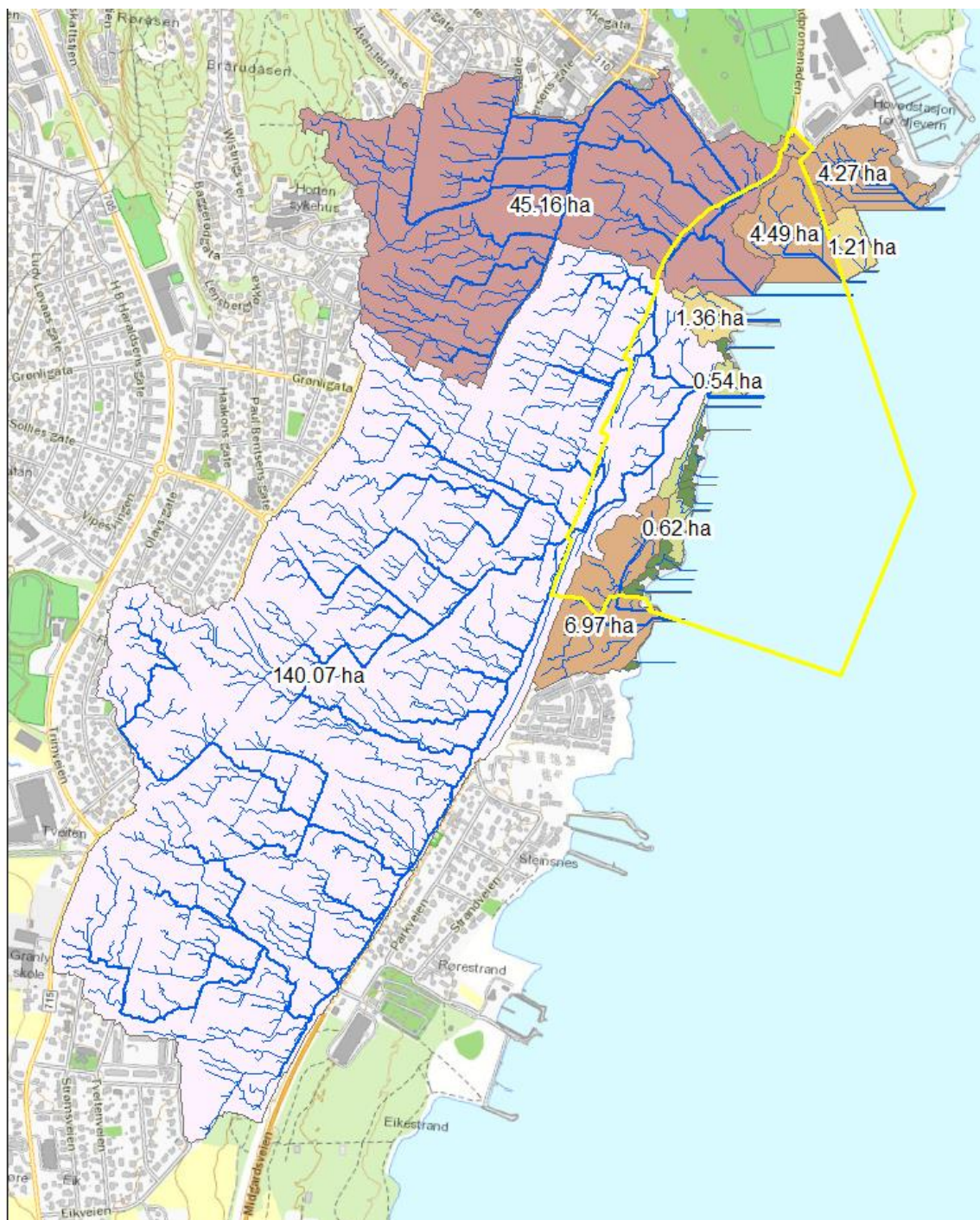
For disse to feltene tas det utgangspunkt i data fra nedbørmåleren Kilen i Tønsberg. Konsentrasjonstid estimeres ut fra lengden på lengste dreneringslinje samt høyder fra terrengmodell. C-verdier er estimert på bakgrunn av standardverdier for ulike typer bebyggelse, inkludert 30 % påslag for 200 års returperiode. Resultatet vises i Tabell 1:

Tabell 1. Estimerte vannmengder for 200 års returperiode

Feltareal (ha)	Avrenningskoeffisient	Dim. nedbørsintensitet (l/s*ha)	Klimafaktor	Estimert vannmengde, 200 års returperiode (m <sup>3</sup> /s)
140.07	0.85	125.7	1.4	<b>20.82</b>
45.16	0.91	218.1	1.4	<b>12.55</b>

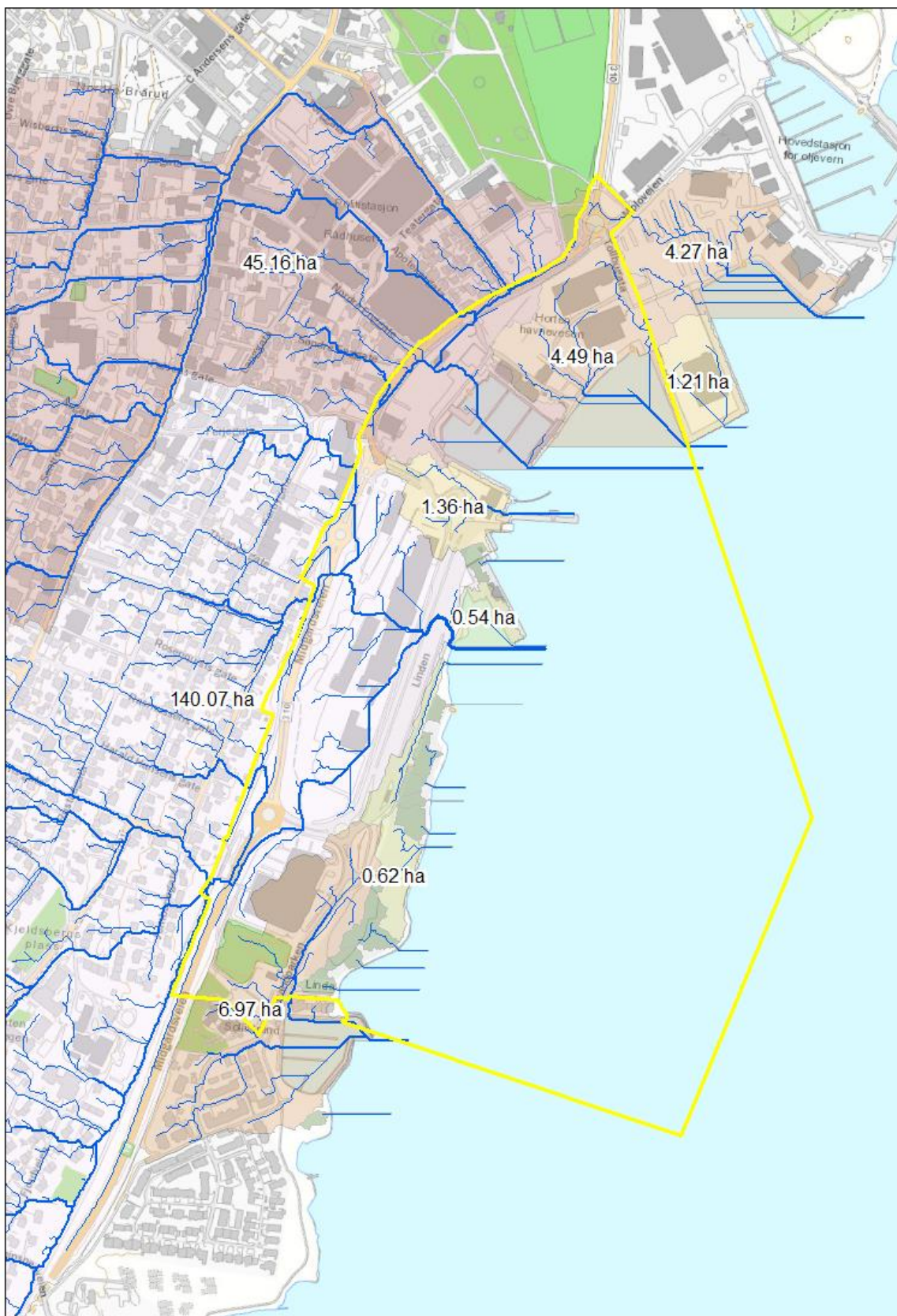
Vannet fra disse feltene må ha en trygg flomvei på overflaten i ekstremisituasjoner der overvannsnettets ikke tar unna. Om vannet fra det største feltet kan avskjæres mot sjøen sør for utbyggingsområdet vil dette trolig være beste løsning. Det vil riktignok fortsatt være behov for trygg

transport av restvannføringen. En flomvei kan f.eks. være en forsenkning i terrenget med svak V-form, eller en gate med ekstra forsterking mot erosjon, med lengdefall mot sjøen. En flomvei må uansett detaljprosjekteres.



Figur 1. Hovednedbørsfelt som drenerer til planområdet (gulmerket) Det vil være fordelaktig om vannet fra det største feltet kan avskjæres før det når planområdet.

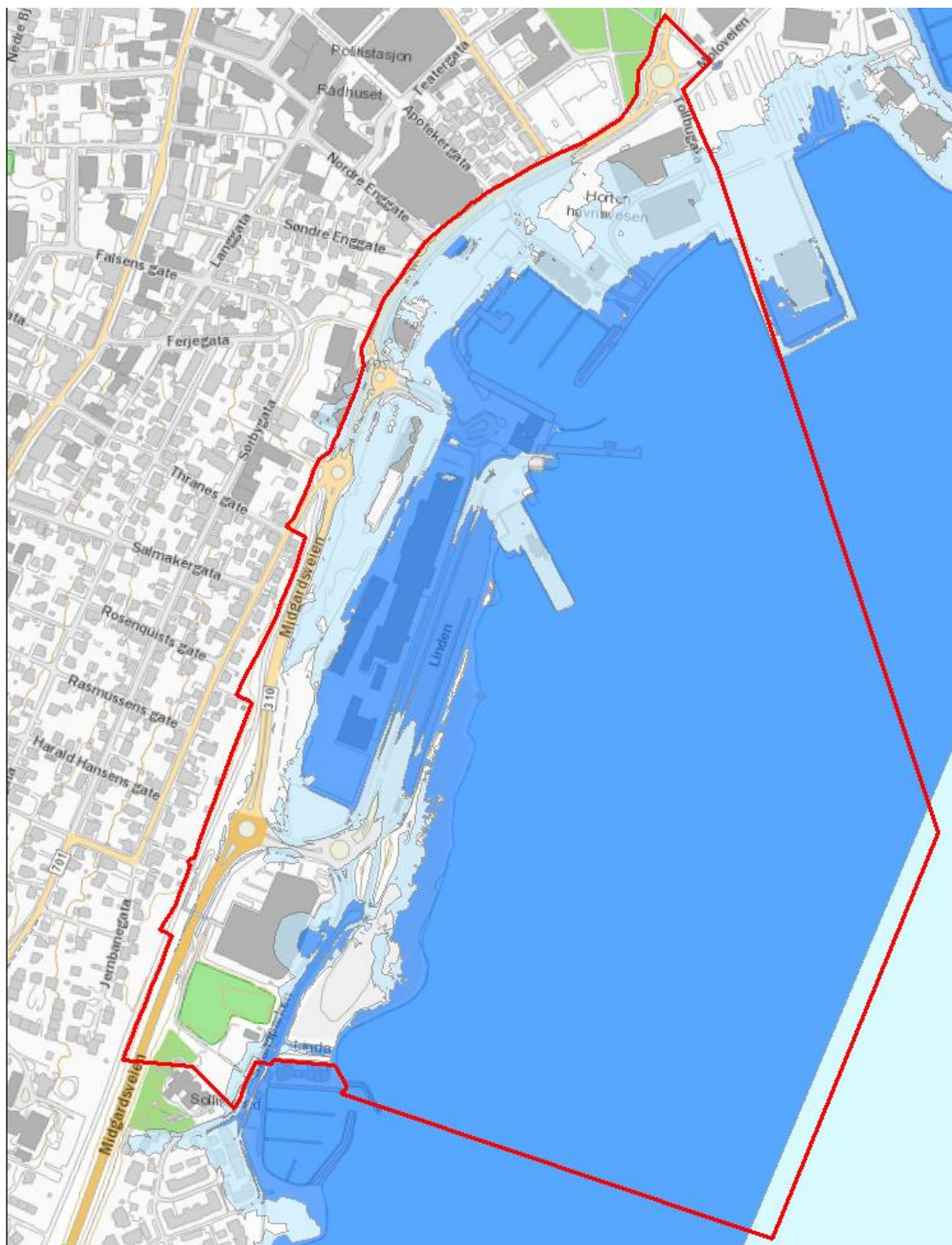
Utsnitt for planområdet vises i Figur 2.



Figur 2. Utsnitt av dreneringslinjer og nedbørsfelt innenfor planområdet

## 4. STORMFLO

Fra DSBs veileder for havnivåstigning og stormflo (2016) fremkommer det at 200 års stormflo for Horten ligger på kote +2,20 (avrundet) for NN2000. Dette vises i Figur 3, i tillegg til en sone der det for illustrasjon er lagt på 0,5 m sikkerhetsmargin (kote +2,70).



Figur 3. Stormflosone for stormflo med 200 års gjentakintervall (kote +2,20) med mørk blåfarge. Sone inklusive 0,5 m sikkerhetsmargin (kote +2,70) vises med lyseblått

## 5. BØLGEPÅVIRKNING

En fullstendig beregning av dimensjonerende bølgehøyde med 200 års returperiode krever at det settes opp en bølgemodell. I denne utredningen gjøres kun et estimat med utgangspunkt i estimert vindstyrke med 200 års returperiode fra Meteorologisk institutt. Denne tar utgangspunkt i vindstyrke med 50 års gjentaksintervall fra Hvaler. Ut fra dette kan det antas at vindstyrke med 200 års returperiode vil ligge omkring 30 m/s.

Videre brukes Brettsneider-formelen til å regne ut bølgehøyde ved en vindstyrke på 30 m/s. Deretter må en vite hvor mye åpent vann som finnes i rett linje fra Horten (slik at bølger kan bygges opp). Fra Torbjørnskjær (Ytre Hvaler) til Horten er det ca. 48 km åpent vann. I tillegg behøves vanndybden på strekningen. Ut fra sjøkart fremgår det at gjennomsnittlig dybde er ca. 100m (Formelen er lite følsom for dybde her; 50m eller 200m dybde gir nesten det samme resultat).

Brettsneider-formelen gir en signifikante bølgehøyde på 4,3m ved Horten (Signifikant bølgehøyde er definert som gjennomsnittshøyden av de 1/3 høyeste bølgene). Høyeste bølgeperiode blir da 8,4 sekunder.

Denne formelen tar ikke hensyn til brytning av bølger, eller at bølger refraktæres ellers diffrakteres. I tillegg tar den ikke hensyn til havbølger som kan komme inn i Oslofjorden fra sjøen. Dette gir et relativt konservativt estimat, og reell bølgehøyde er trolig lavere. For å få med effekten av disse trengs en mer omfattende bølgemodell.

## 6. MINIMUM GULVHØYDE

I kommunedelplan for sentrum er laveste gulvhøyde satt til kote +2,5. Beregnet stormflonivå ligger altså 30 cm under det som er satt som minimum gulvhøyde i kommunedelplanen (kote +2,5). I de fleste tilfeller vil det også legges en sikkerhetsmargin på beregnet dimensjonerende vannstand når minimum byggehøyde skal fastsettes. Dette for å kompensere for usikkerhet i beregningene. Sikkerhetsmarginen er typisk på 50 cm. Med denne sikkerhetsmarginen ender vi over det som er satt som foreløpig minimum gulvhøyde, også før bølgepåvirkningen tas i betraktning. Med en signifikant bølgehøyde på 4,3 m i tillegg er det mye som tyder på at minimum gulvhøyde bør heves. Det er rimelig å anta at dimensjonerende bølgehøyde kan opptre samtidig med dimensjonerende stormflo. Dette er riktignok et konservativt estimat, og det anbefales å kjøre en fullstendig bølgemodell for å redusere usikkerheten.

## 7. TILTAK MOT BØLGEPÅVIRKNING

For å redusere effekten av store bølger bør det vurderes en form for bølgebryter i tilknytning til området. Dette kan gjøres på flere måter, bl.a. som fast eller flytende bølgebryter, eller ved å redusere dybden i sjøen rett utenfor planområdet (oppfylling). En form for kunstig undersjøisk rev er også et alternativ for å få store bølger til å bryte lengre fra land.

Behovet for bølgebryter vil riktignok reduseres hvis minimum gulvhøyde heves, eller det konstrueres en form for demning mot bølgene.

## 8. REFERANSER

- Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. 2016. «Havnivåstigning og stormflo»
- Direktoratet for byggkvalitet. «Byggteknisk forskrift (TEK17)»



**Til:** Asplan Viak / Susanna Grimsæth

**Fra:** Arne E Lothe

**Dato** 2018-10-01

# Tekniske forutsetninger for bebyggelse – oppfølgingsnotat til vurdering av stormflo og bølgehøyder

## Innledning

Asplan Viak utreder på vegne av Bane Nord et boligområde på den gamle tomten til fergeropstillingen for biler i Horten havn. Norconsult er engasjert for å bestemme sikre byggehøyder.

## Stormflo og bølgehøyder

Data om stormflo og byggehøyder er hentet fra tidligere utredninger av forhold i Horten havn. Her inngår en beregning av bølgehøydene basert på lokale vindgenererte bølger fra østlig sektor, og dønningbølger som kan komme fra ytre Oslofjord ved sørlige vindretninger i åpent hav.

Dønningbølger fra Ytre Oslofjord fra retning sør kommer inn til Horten med en retning på ca 150°. Disse bølgene passerer på begge sider av Bastøy, men hoveddelen passerer på østsiden.

Vindbølger kommer inn mot havna fra NØ og SSV, med bølgene i 150° sektor som de høyeste.

De to aktuelle retningene er så nær at vi antar at i en dimensjonerende situasjon kan de opptre samtidig.

Bølgedata og stormflo er gitt i Tabell 1 og Tabell 2

Tabell 1 Ekstremverdier av bølgedata, 200 års returperiode for havna i Horten

Parameter	Vindbølger	Dønning	Total
Signifikant bølgehøyde $H_s$ m	1.32	1.00	1.66
Spektral topp-periode $T_p$ s	6	10 - 14	10 - 14
Retning ved Horten °	150	120 - 150	150

Tabell 2 Stormflonivå i Horten med 200 års returperiode, cm over NN2000. Estimaten for 2050, 2090 og 2100 inkluderer effekter av klimaendringer i hht Flomklasse F2 i TEK 17. Dimensjonerende nivå er markert med understreket, uthevet skrift.

		2018	2050	2090	2100
Høyeste registrerte Helgeroa	128				
Helgeroa		149	169	203	212
Horten		161	183	<u>219</u>	229

## Effekter av flom

Begrepet flom omfatter alle tilfeller og typer av vann-inntrenging på steder der vannet ikke er ønsket eller det ikke er forberedt for vann. Flom vil derfor omfatte f eks flom i elver, stormflo (ekstremt høyt vann-nivå) i sjøen og oppskylling på land fra bølger. Et eksempel på hvilke skader kombinasjonen av høy vannstand og bølger kan føre til er vist i Figur 1, som er hentet fra Trondheim etter en storm i desember 2011.

Ved vurderingen av skadepotensialet er de primære *last*-parameterne følgende:

1. Vannstand eller stormflo, som er det nivået vannstanden (uten bølger) kan nå opp til i en ekstremsituasjon. Stormflo er forårsaket av astronomisk tidevann og væravhengige parametere som vind, luft-trykk osv. Man må også ta hensyn til at middelvannstanden i havet forventes å øke som følge av klima-endringer, og da vil verdiene for stormflo flytte seg tilsvarende oppover.
2. Bølgetilstand, gitt ved bølgehøyde, bølgeperiode og bølgeretning. Intensiteten av bølgeoppskylling øker med bølgehøyden, men bølgeperioden er også viktig der hvor terrenget er svakt hellende (eksempelvis svaberg). Havbølger med høy periode (over ca 10 s) er lange, og har evne til å skylle langt innover land. Kortere bølger med lav periode (3 – 7 s) rekker tilsvarende kortere innover land. I en avstand på ca ½ bølgelengde fra strandkanten kan man regne med at effekten av bølgeoppskylling er null, forutsatt at terrenget ikke heller mot land.

Generelt må alle bygg som er permanente oppholdssted for mennesker prosjekteres i Flomklasse F2, hvilket betyr at byggene må ha golvhøyde på minimum 219 cm NN2000 + tillegg for bølger, Tillegget for bølger varierer med hvilken type strandlinje som er prosjektert, og hvor stor avstanden er fra strandlinja og inn til bygget. For noen bygg er det aktuelt å akseptere en høyere risiko for flom. Det gjelder bygg i Flomklasse F1, dvs bygg med sporadisk menneskelig opphold og enkel evakuering, og ingen kritiske infrastrukturfunksjoner, eksempelvis badehus, naust eller paviljonger. For denne typen bygg er man nødt til å akseptere at flom og derav følgende skader kan oppstå med større hyppighet.

Merk også at for hver flomklasse er det ikke krav om at flom-påvirkning skal unngås. Flom mot et bygg kan derfor aksepteres så lenge bygget er dimensjonert for det og byggets funksjoner og sikkerheten for menneskene er ivaretatt.



Figur 1 Stormskader i Trondheim, desember 2011

## Eventuelle tiltak for å redusere flomfare

Det er meget vanskelig å redusere faren for flom fra *statisk stormflo*, dvs høy vannstand som kan vare fra 1 – 6 timer. Denne typen flom er et permanent vanntrykk som vil ha stor evne til å trenge gjennom barriærer som voller eller murer, og gjennom utilsiktede åpninger som avløpsrør, sprekker i fjell og tidligere utlagte fyllinger med ukjent materiale.

Det er derimot mulig å beskytte seg mot bølger inn mot bygninger og anlegg. Beskyttelse mot bølger kan grupperes i fire typer.

1. Moloer
2. Flytende konstruksjoner
3. Bølgedempende tiltak i strandsonen
4. Sperrer (murer) mot bølgeoppkylling på land

### Moloer

En vanlig metode for å beskytte seg mot bølger er å bygge moloer. Moloen kan være en tradisjonell type med toppen anslagsvis 4.0 m over middelvann. En slik molo vil stoppe all bølge-energi inn mot stranda langs molo-lengden, men det vil forekomme lekkasje i endene.

Et alternativ er å bygge en neddykket molo som går opp til ca middelvann. En slik molo vil dempe bølgene nok til at det blir akseptable forhold lenger inne mot stranda.

Det er først og fremst økonomiske forhold som begrenser realismen for moloer. En molo vil måtte være ca 400 m lang, og må bygges som en frittliggende molo. Det betyr at moloen ikke vil kunne brukes til andre formål, som f eks marina eller havneareal.

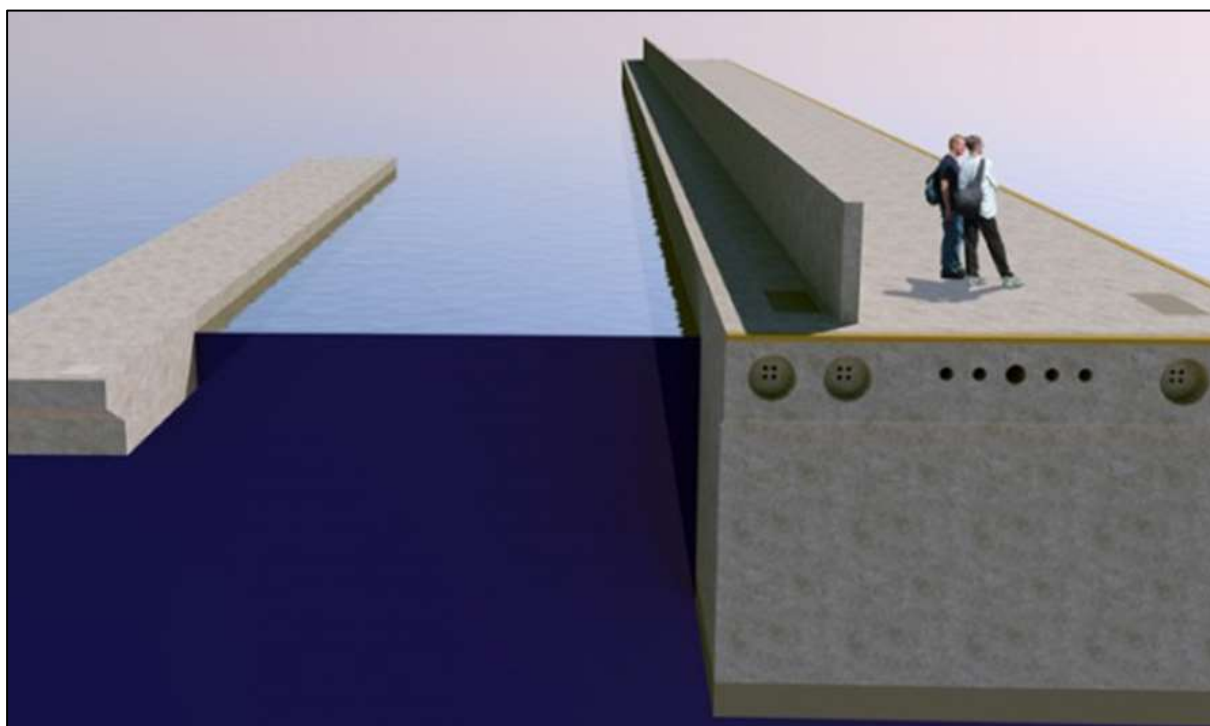
En vanlig molo opp til ca +4.0 m vil stjele en del av utsikten fra land, og en eventuell ned-dykket molo vil utgjøre en fare for båt- og skipstrafikk. Det siste argumentet bør tillegges betydelig vekt fordi området er kjent for å ha stor trafikk av både nytte-trafikk og fritidsbåter.

Bygging av en fast molo vil også kreve grunnundersøkelser for å sikre seg at grunnen vil tåle den ekstra belastningen.

### Flytende konstruksjoner

Flytende konstruksjoner for bølgedemping kan i noen tilfeller være aktuelle. Skal slike benyttes, så må det velges såkalte «flytemoloer», dvs konstruksjoner som er vesentlig større og tyngre enn de flytebyggene som man vanligvis ser benyttet i marinaer.

En illustrasjon av forskjellen på de to typene flytere er vist i Figur 2, som er hentet fra presentasjonen til en leverandør av flytemoloer.



Figur 2 *Illustrasjon av flytebrygge (venstre) og flytemolo (høyre), hentet fra Marina Solutions. Flytemoloen er så stor at rommet inni moloen kan utnyttes til lager, boder og naust.*

Slike flytemoloer er effektive for å stoppe de korte, lokale bølgene, men har mindre effekt på havbølger og dønning. I vårt tilfelle kan dette imidlertid gi tilstrekkelig demping av bølgene.

Dersom et slikt alternativ skal være økonomisk forsvarlig, så antar vi at det må bygges en form for adkomst fra land til flytemoloene, slik at anlegget kan utnyttes til f.eks. brygger og marina-formål.

*Et usikkert moment er om slike flytende enheter kan godkjennes som permanent beskyttelse av boligene. Flytemoloene er i prinsippet mobile, og kan havarere, de kan flyttes og eventuelt selges, og de vil kreve aktivt vedlikehold for å fungere som forutsatt. Dersom en slik beskyttelse er aktuell, bør man forsikre seg om at det er en godkjent løsning, og det må undersøkes om den beskyttelsen flytemoloene gir er tilstrekkelig i dimensjonerende storm.*

## Bølgedempende tiltak i strandsonen

Formålet med denne typen tiltak er å å dempe bølgene idet de slår opp på land. Den vanligste metoden er å legge ut en fylling med store steinblokker i strandsonen. Bølge-energien vil absorberes i hulrommene mellom steinblokkene, og oppskyllingen på land blir redusert. Et eksempel på en slik fylling er vist i Figur 3. I denne figuren er det vist en fylling som er betydelig større enn det som er aktuelt i Horten. Eksempelet har en horisontal bredde ut fra land på ca 25 m, men i Horten antar vi at det vil være tilstrekkelig med 3 – 4 m.

Slike forbygninger i strandsonen har den fordel at de er effektive, de ruver lite (og hindrer i liten grad utsikt), og de er forholdvis rimelige tiltak. I tillegg vil de belaste grunnen så lite at de normalt kan bygges på de fleste underlag. En betydelig ulempe er at de ødelegger den opprinnelige strandsonen, og de hindrer rekreasjonsbruk av stranda.



Figur 3 Eksempel på bølgedempende fylling i strandkanten fra E10 ved Reine i Lofoten.

## Sperrer (murer) mot bølgeopp skylking på land

Der hvor bølgeopp skylking inntreffer, vil vannet fra toppen av bølgen strømme innover land. På en ru flate (som f eks en molo eller en steinfylling), vil vannet stoppe raskt, mens det på underlag som svaberg, betong, asfalt eller grasdekker kan strømme langt innover. I en avstand på ca  $\frac{1}{2}$  bølgelengde fra strandkanten kan man regne med at vannstrømmen er omtrent lik null. Det forutsetter at terrenget er formet slik at vannet dreneres bort eller tilbake i sjøen, og ikke magasineres på land.

Dersom et bygg ligger innenfor den sonen som kan være utsatt for bølge-opp skylking (men over det statiske stormflonivået), kan det være et effektivt og rimelig tiltak å sette opp sperrer for den pulserende vann-strømmen. Slike sperrer kan være i form av betongmurer, plankegjerd eller murte

steinmurer (med tettingskjerne). Funksjonen til slike installasjoner er å stoppe en kort vannpuls, og det er derfor ikke nødvendig at de er 100 % vanntette. Slike installasjoner kan gjerne kombineres med eller «kamoufleres» som gjerde, hekk, sittebenker, blomsterkasser eller lignende som er del av det landskapet som skal formes.

## Detaljering

Byggeplaner er inndelt fra nord til sør i Tverrsnittene A, B, B1 og B2. Nedenfor er hvert tverrsnitt behandlet separat. Vurderingen er basert på en beregnet overskyllingsrate, gitt i liter per sekund per lengdemeter, l/(sm).

I hht referanse 1 er grensen for personer med godt utstyr og normal førlighet ca 10 l/(sm), som vil gjelde for gangstier og publikumsområder, se Tabell 3.

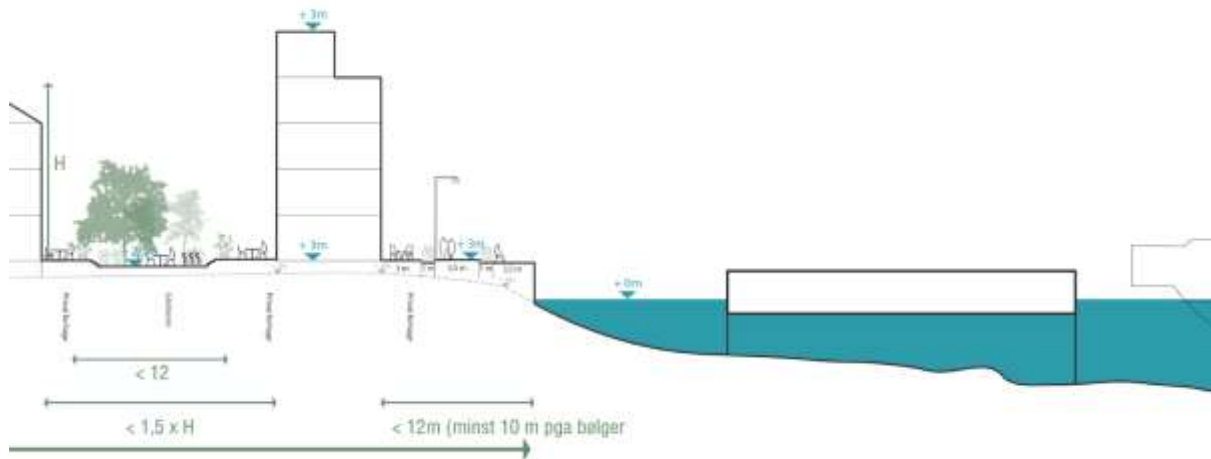
Bygninger som ikke er forberedt på vannpåvirkning kan tåle så lite som 1.0 l/(sm), men enkle tiltak kan heve toleransen opp til 10 – 50 l/(sm). Nye norske hus har en høy og tett grunnmur som vil tåle mye vann. De svake punktene er dører, nedkjøring til garasjer og eventuelle utvendige kjellerdører.

I Tabell 3 ser vi at det er meget strenge verdier for fotgjengere («Pedestrians»). De strengeste kravene gjelder for tilfeller av uforberedte personer i tette urbane miljø, som eksempelvis publikum på vei ut av en kinosal. For det dimensjonerende tilfellet (200 års storm) kan vi forvente at ingen personer er ute uten å være klar over forholdene og uten å ha tilpasset utstyr («Professional»).

Tabell 3 Tabell som viser alminnelige grenseverdier for vannmengder angitt i liter per sekund pr lengdemeter i henhold til EurOtop Manual (1)

		Tolerable overtopping l/s/m		
		min	mean	max
Pedestrians	General public		0.03	
	Aware public		0.1	
	Professional	1		10
Vehicles	Low speed	10		50
	moderate to high speed	0.01		0.05
Property	Damage eqpmt within 5 - 10 m		0.4	
	Damage to building elements		1	
	Sink small boats 5 - 10 m		10	
	Sign. damage, sink yachts		50	
Breakwaters and dikes	No damage to unprotected		0.1	
	No damage to grass and clay	1		10
	No damage to protected rear	50		100
Promenades and seawalls	Damage to pavement		200	
	Damage to grass and light prot.		50	

## Tverrsnitt A



Figur 4 Tverrsnitt A

Tabell 4 Data for Tverrsnitt A

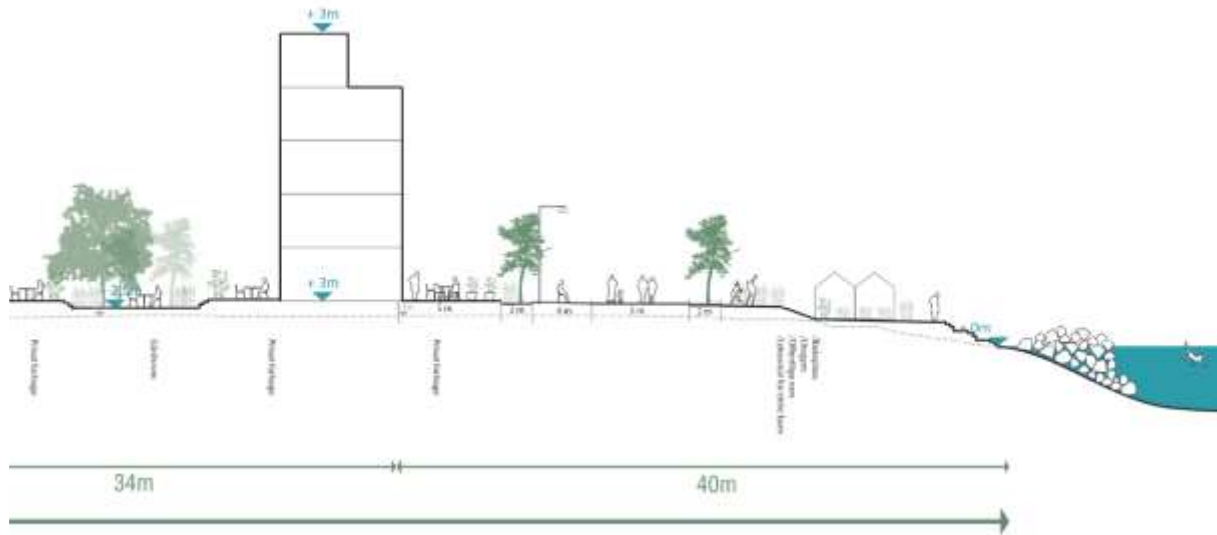
Snitt	Type bygg	Type front mot sjøen	Helning på front	Avstand til bygg m	Fribord ved dim. stormflo (219 cm NN2000) m	Merknad
Snitt A	Bolig	Vertikal kai	vertikal	12	0.81	

I snitt A er det beregnet først hvor store mengder vann som kommer over kaikanten. Deretter er det antatt at bølgen skyller inn over et tilnærmet flatt terreng mot byggene.

Tabell 5 Resultat for tverrsnitt A

Snitt	Rate over fremre kant l/(sm)	Rate mot objekt	Vurdering
Snitt A	900	1	OK

Tverrsnitt B



Figur 5 Tverrsnitt B

Tabell 6 Data for Tverrsnitt B

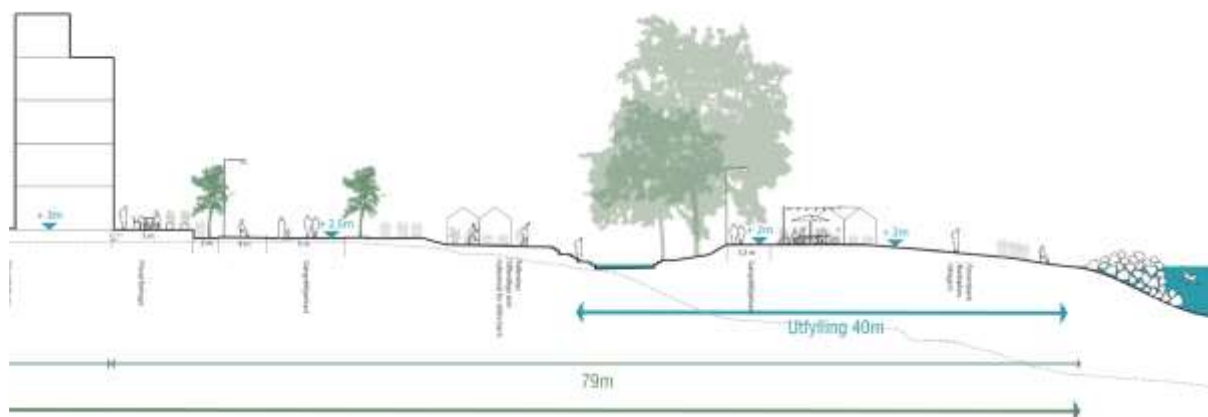
Snitt	Type bygg	Type front mot sjøen	Helning på front	Avstand til bygg m	Fribord ved dim. stormflo (219 cm NN2000) m	Merknad
Snitt B badehus	badehus	steinfylling	1 : 1.3	9	-0.69	Under vann
Snitt B bolig	bolig	steinfylling	1 : 1.3	40	0.81	

Tabell 7 Resultat for tverrsnitt B

Snitt	Rate over fremre kant l/(sm)	Rate mot objekt	Vurdering
Snitt B badehus			Under vann også i 2018
Snitt B bolig		0.01	OK



## Tverrsnitt B1



Figur 6 Tverrsnitt B1

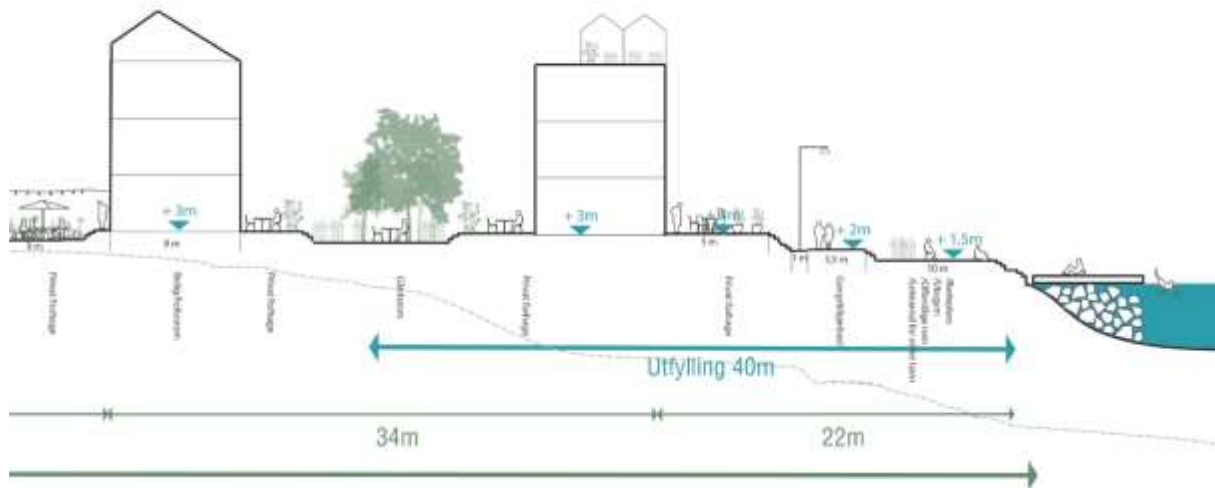
Tabell 8 Data for Tverrsnitt B1

Snitt	Type bygg	Type front mot sjøen	Helning på front	Avstand til bygg m	Fribord ved dim. stormflo (219 cm NN2000) m	Merknad
Snitt B1 Paviljong	paviljong	Steinfylling	1: 1.3	14	-0.19	Under vann

Tabell 9 Resultat for tverrsnitt B1

Snitt	Rate over fremre kant l/(sm)	Rate mot objekt	Vurdering
Snitt B1 Paviljong 2090			Under vann
Snitt B1 Paviljong 2060		1.0	OK fram til 2060

## Tverrsnitt B2



Figur 7 Tverrsnitt B2

Tabell 10 Data for Tverrsnitt B2

Snitt	Type bygg	Type front mot sjøen	Helning på front	Avstand til bygg m	Fribord ved dim. stormflo (219 cm NN2000) m	Merknad
Snitt B2 bolig	bolig	steinfylling	1 : 1.3	25	0.81	
Snitt B2 gangsti	sti	steinfylling	1 : 1.3	14	-0.19	Under vann

Tabell 11 Resultat for tverrsnitt B2

Snitt	Rate over fremre kant l/(sm)	Rate mot objekt	Vurdering
Snitt B2 bolig		0.0	OK
Snitt B2 gangsti 2090			Under vann
Snitt B2 gangsti 2060			OK fram til 2060

## Oppsummering og konklusjon

1. Dimensjonerende stormflo i hht TEK17 er 2.19 m NN200 i 2090.
2. Byggene som har golvnivå på 3.0 m NN2000 er tilfredsstillende sikret mot *statisk stormflo* i Flomklasse F2.
3. Boligbyggene i Tverrsnitt B, B1 og B2 ligger så langt fra sjøkanten at tilleggs-belastningen fra bølger ikke når fram til byggene.
4. Boligbygget i Tverrsnitt A kan i en dimensjonerende situasjon bli utsatt for en svak flom fra bølger som skyller opp på land. Flomraten er imidlertid så liten at bygget skal tåle den belastningen. I en situasjon hvor dette inntreffer, må man imidlertid regne med en del skader på terrenget foran bygget. Det vil gjelde busker, trær, hagemøbler og dekke på vegger og gangstier. Et aktuelt tiltak kan være å sette opp en betongmur ca 8 m fra kanten der det på snittene er vist en hekk som skille mellom privat og offentlig areal.
5. Det er indikert badehus (kote 1.5 m) og paviljonger (kote 2.0 m) i snitt B og B1. Disse byggene ligger svært lavt, men som lette konstruksjoner uten fast opphold, kan de klassifiseres i Flomklasse F1. Man må også regne med at disse byggene ikke har levetid fram til 2090. Byggherren må være klar over at i en ekstremsituasjon i dag vil badehusene stå under vann, mens dimensjonerende stormflo når opp til paviljongen ca 2060.
6. Gangstiene ligger til dels under dimensjonerende stormflo. I en ekstremsituasjon vil vannet står over disse og noe skade kan oppstå. Man bør sikre at elektriske installasjoner tåler vann opp til ca 2.5 m NN2000.
7. Dersom man ønsker å iverksette tiltak for å hindre bølgeoppskylning mot badehus, paviljonger eller generelle uteanlegg anbefales bruk av faste murer/voller/gjerder på land. Dette er det mest økonomiske og minst omfattende tiltak av de som er vurdert.

## Referanser

1. EurOtop Wave Overtopping of Sea Defences and Related Structures: Assessment Manual , August 2007

1	2018-10-01	Utkast til kommentering	Arne E Lothe	Onno Musch	Svend Arntzen
1	2018-10-01	Utkast til kommentering			
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS 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.