

Til: Norwegian Hydrogen AS Andreas Østigård
 Fra: Arne E Lothe
 Sted, dato: , 2022-11-03
 Kopi til: Kevin Medby



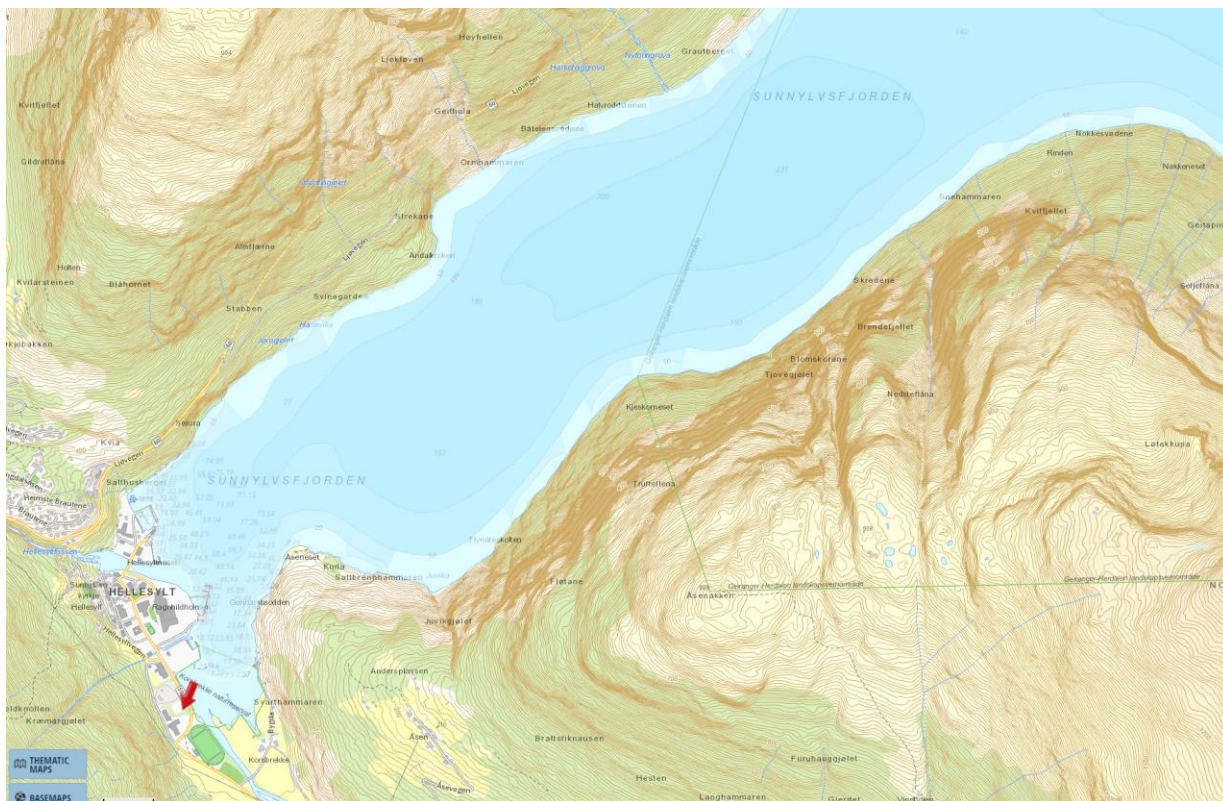
Flomfare fra sjø, Hellesylt, Rev C

1 INNLEDNING

Norwegian Hydrogen AS planlegger et anlegg for produksjon, lagring og distribusjon av hydrogen på en industritomt i Hellesylt sentrum. Norconsult er engasjert til å utrede reguleringsprosess, konsekvensutredning (KU) inkludert ROS, og andre oppgaver.

Et oversiktskart er vist i Figur 1 og Figur 2, foreslått plan og snitt i er vist i hhv Figur 3 og Figur 4. Dette notatet gir en analyse av *flomfare fra sjøen*. Flom fra elver, bekker eller overvann er ikke vurdert her. Flom som konsekvens av fjellskred (Åkerneset) er vurdert i egen analyse.

Vi forutsetter at anlegget kan klassifiseres under etter TEK17, Flomklasse F2. Begrunnelsen for dette er at anlegget ikke kommer i en kategori for anlegg er kritiske for samfunnsstrukturen (Klasse F3), og det er sannsynligvis ikke stort nok til å komme inn under Storulykkeforskriften.



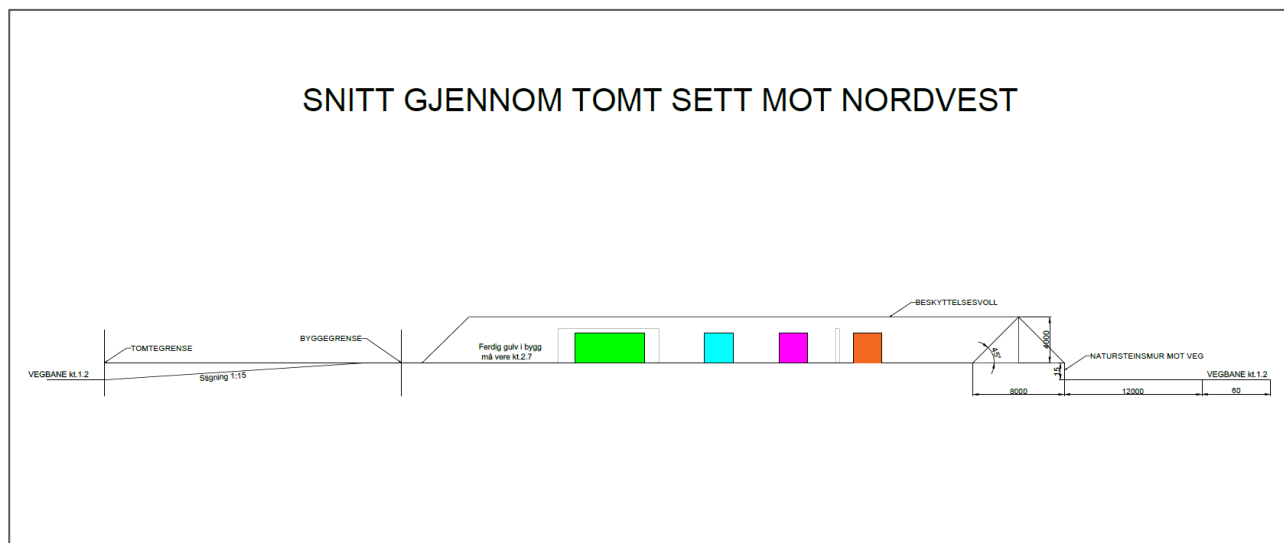
Figur 1 Oversiktskart



Figur 2 Detaljkart med dybder. Områder som ikke er dekket av dybdedata er tørrfallsområder.



Figur 3 Arrangementsplan



Figur 4 Prinsippsnitt gjennom anlegget, sett fra nedre kant av Figur 3

2 BESKRIVELSE

Figur 2 viser at elveosen fra Bygdaelve (som kommer inn fra sørøst) er et gruntvanns/våtmarksområde som består av mobile elvesedimenter. Området er vernet som Korsbrekke naturreservat. Figur 2 viser også at djupålen i elva gjør en sving bort fra den aktuelle tomte til en mer nordlig retning. Slike djupåler i et elvedelta er meget mobile og kan flytte seg over tidsperioder på noen få år. Men det er svært lite sannsynlig at elva skal ta en retning som bringer den nærmere den aktuelle tomte.

Fra Figur 3 og Figur 4 noteres følgende viktige detaljer.

- ☐ Ferdig golv i alle bygg er foreslått på kote 2.7 m NN2000
- ☐ Anlegget er begrenset av en offentlig veg på østsiden og mot sjøen på vestsiden.
- ☐ På vestsiden (mot sjøen) er anlegget beskyttet av en 8 m bred og 4 m høy voll over planum på 2.7 m NN2000. Vollens fotpunkt mot vegen hviler på en 1.5 m høy natursteinsmur over naturlig terreng.
- ☐ Natursteinsmuren har sitt fotpunkt på 1.2 m NN2000, og det er en ubenyttet sone på ca. 12 m fra muren og til vegen som er 6 m bred.
- ☐ Fra vegen fører en udefinert fylling med variabel bredde 5 – 6 m ned til sjøen.
- ☐ Det er regulert adkomst til anlegget fra vestsiden, men planforslaget innebærer adkomst fra den andre vegen på østsiden.
- ☐ Anlegget ligger i elveosen fra Bygdaelva, og flomnivå i elva kan derfor neglisjeres. Det er stormflo i sjøen som avgjør dimensjonerende vann-nivå.

3 STORMFLO

Stormflo er et fenomen med ekstremt høy vannstand i sjøen. Det kan oppstå under en kombinasjon av høyt tidevann (rundt jevndøgn eller fullmåne), lavt luft-trykk, og vedvarende pålandsvind med høye bølger. Det skal i tillegg tas hensyn effekten av klima-endringer, som fører til at middelvannstanden i havet stiger fram mot 2100. Hvor stort tillegget skal være er gitt i forskrifter (TEK17).

Vanlig stormflo for flomklasse F1, F2 og F3 kan finnes på Kartverket nettside sehavnivaa.no. Data for Hellesylt er beregnet på grunnlag av ca. 100 års måledata fra Ålesund. Data er gjengitt i Figur 5.

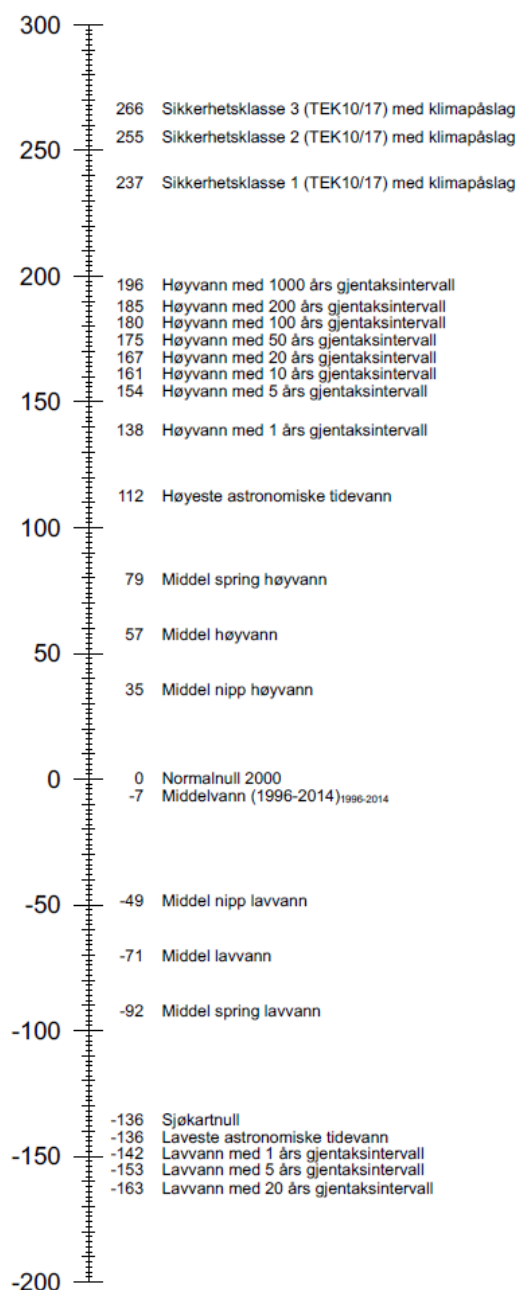
Figur 5 viser at flomklasse F2 (2090, 200 års returperiode) er 255 cm NN2000.

N62°5,1' E6°52,1'

Nivåskisse

HELLESYLT

Nivå knyttet til tidevann er hentet fra Ålesund, justert med faktor 1,03.



Høyder er i cm over Normalnull 2000 som er nullnivå i det norske offisielle høydesystemet NN2000. Datagrunnlag sist endret: 17. august 2021. Lastet ned: 22. august 2022.

1

Figur 5 Utskrift fra sehavnivaa.no for Hellesylt

4 BØLGER

Flomfare inkluderer mulig vannpåvirkning som følge av bølger. Bølgene omfatter vanlige vindbølger, dønning og skipsbølger. Bølger som følge av skred i sjøen (jord, stein, fjell eller snø) kan også gi opphav til flom, men i dette prosjektet dekkes skredbølger i en annen analyse.

Dønning og skipsbølger kan neglisjeres på dette stedet. Vi står igjen med vindgenererte bølger som kan dannes i Sunnøysfjorden, der retningen fra NØ har potensiale for høyeste bølger. Normalt skal slike bølger beregnes på grunnlag av en (antatt) lokal vindstatistikk, men i dette tilfellet er vinden så dominert av fjell og fjorden at det ikke er mulig å benytte data fra en stasjon i nærheten. Vi benytter derfor vindhastigheter mellom 24.0 m/s og 30 m/s som vil dekke det området som angis av standarden for vindbelastning på bygninger.

Vindbølger beregnes først i et punkt ca 250 m NV for Åseneset (midtfjords). Deretter beregnes hvor stor andel av disse bølgene som har en retning som tillater dem å passere mellom Åseneset og cruiseskipskaia og inn mot anlegget. Beregningen stopper ved ca 2 m dybde og ca 120 m foran sjøkanten ved tomta. Dette vil gi relativt konservative resultater fordi den begrensede dybden i de resterende 120 m vil dempe bølgene effektivt før de når tomta.

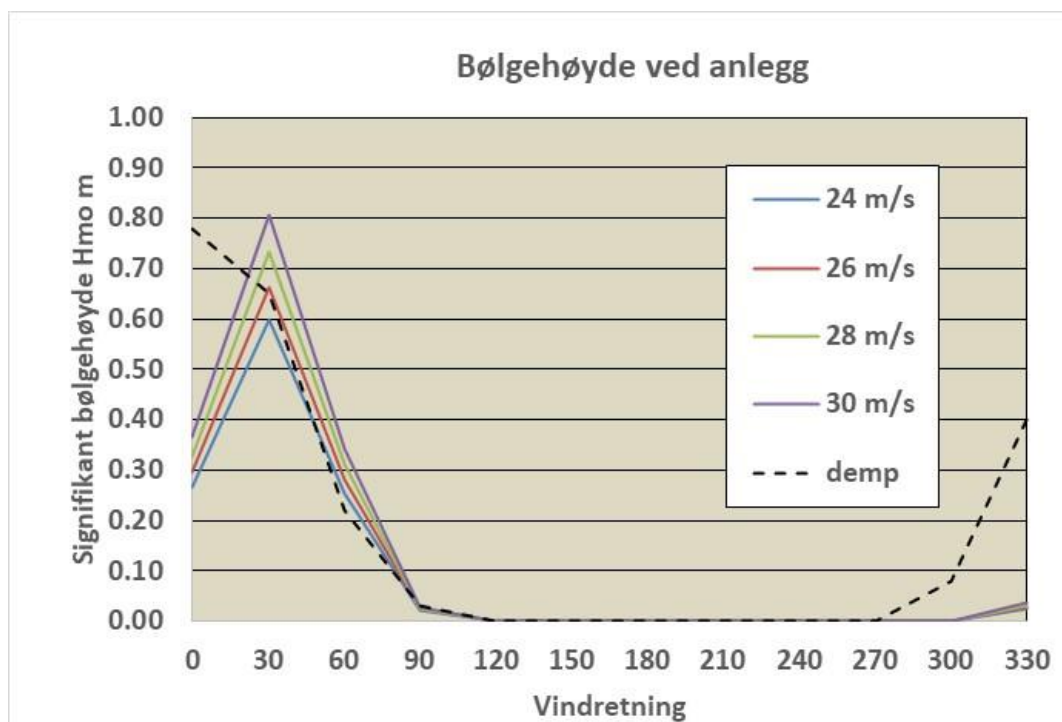
Vi tar imidlertid hensyn til at en storm kan inntreffe i en tilstand med ekstremt høy vannstand, og da er bølgedempingen mindre. I tillegg kan dybdeforholdene i elveosen endres som følge av nye utløp fra elva.

Vi anser det derfor som moderat konservativt å anta at bølgene som i dag kan nå fram til tørrfallsgrensen i en avstand på ca 120 m fra sjøkanten ved tomta også kan nå fram til tomta.

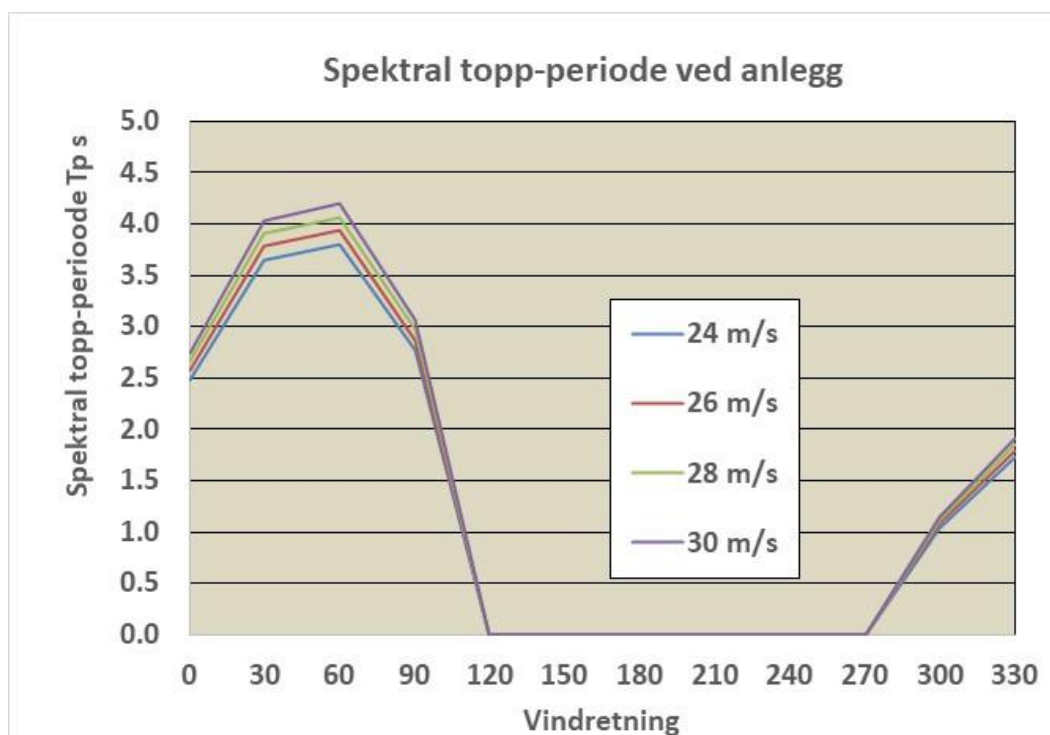
Resultat fra beregningene er vist i Figur 6 og Figur 7. Figur 6 viser signifikant bølgehøyde¹ H_{m0} som funksjon av retning for ulike vindhastigheter. Figuren viser at de høyeste bølgene mot tomta oppstår ved vindretning 30°, og ved 30 m/s vind er $H_{m0} = 0.8$ m. Det er potensiale for enda høyere bølger fra 60° ved beregningspunktet ved Åseneset, men her er dempingen så stor at bølgene mot tomta blir mindre.

Figur 7 viser samtidig opptreden av spektral topp-periode T_p , som er perioden til de mest dominerende bølgene. Figuren viser at bølger fra 60° har høyest periode, men bølgene fra 30° har en svakt lavere periode.

¹ Signifikant bølgehøyde er definert som middelveien av den høyeste 1/3 av alle bølger i en storm eller registrering. Den høyeste enkeltbølgen innenfor en slik storm er ca $2.0 \times H_{m0}$.



Figur 6 Fordeling av signifikant bølgehøyde, antatt gjeldende for strandlinja ved tomta. Skjermingskoeffisient for hver retning er angitt med stiplet linje.



Figur 7 Fordeling av spektral topp-periode ved strandlinja ved tomta

5 FLOMFARE

Forutsatt at planum og golvnivå for anlegget holdes på det planlagte 2.7 m NN2000 vil ekstrem stormflo ikke kunne gi flom i fabrikkområdet.

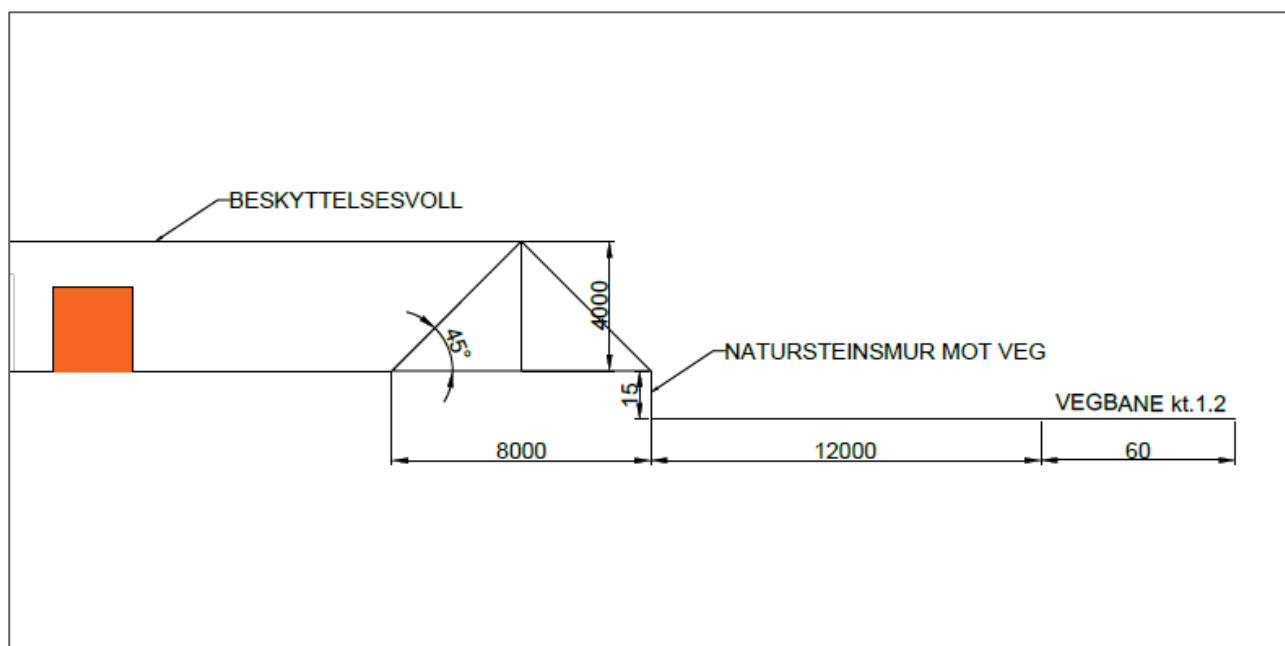
I en ekstrem situasjon med stormflo på 2.55 m NN2000 vil sjøvannet flomme over vegen og sonen mellom vegen og natursteinsmuren, slik at vannet står opp til foten av vollen og toppen av natursteinsmuren, se Figur 8.

Bølger med høyde $H_{m0} \approx 0.8$ m kan da slå direkte mot vollens ytterside. Bølgene er ikke høye nok til å slå over vollen, men vil nå i størrelse 1.0 – 1.5 m opp på den skrå yttersiden.

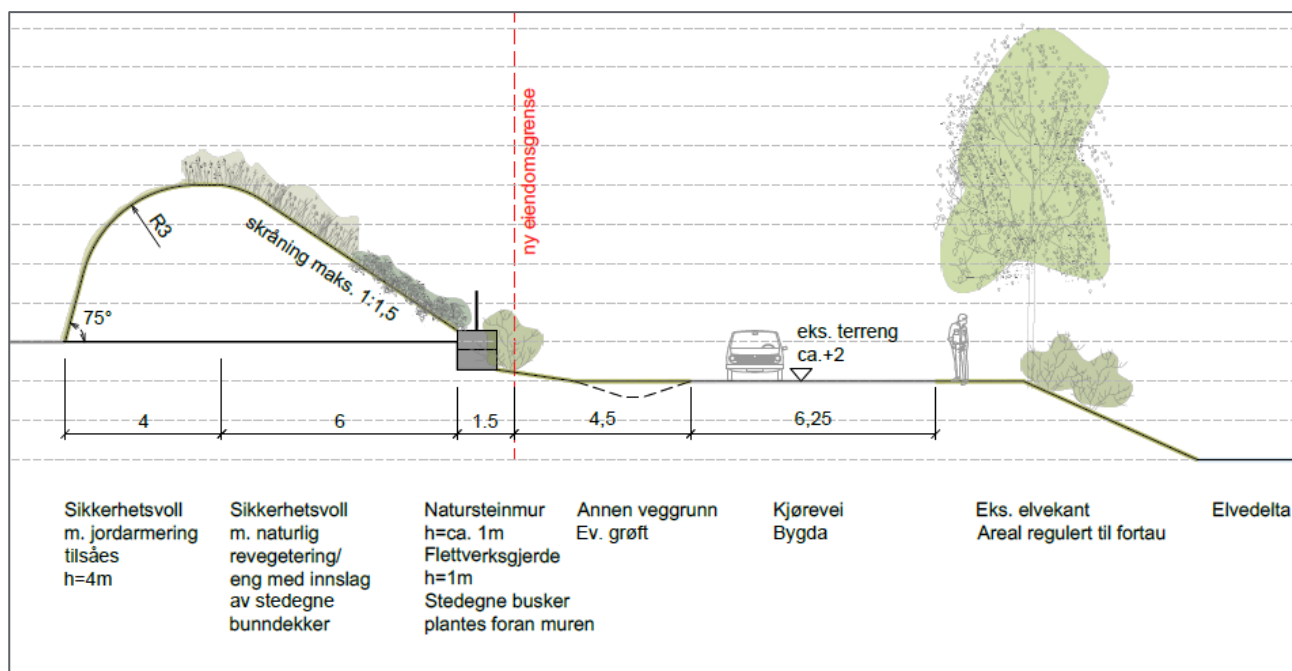
Figur 9 viser en *detaljer* av planlagt sikkerhetsvoll mot sjøen. Det er planlagt et flettverksgjerde på toppen av muren, og vollens ytterside dekkes med jord eller torv slik at naturlige vekster kan etablere seg.

Disse to elementene er viktige for sikkerheten. Det er ingen fare for at vannet står opp til vollen, og bølgene er så moderate at erosjonskraften er svært liten. Både gjerdet og den forventede vegetasjonen gir overflatestabilitet til vollen slik at det ikke er fare for utglidninger eller nedfall fra vollen.

Det er ikke gitt noen data for grensen mellom tomtas sørlige avgrensing og nabotomta (91/198). Her er det en mulighet for at bølger kan runde vollens sørlige ende og komme inn over grensen til nabotomta. Denne grensen må sikres, enten ved at nabotomta heves eller at det settes opp en fysisk sperre i form av en mur langs grensen.



Figur 8 Utsnitt av foreslått plan (Figur 4). Høyden på planum er 2.7 m NN2000 og høyden på natursteinsmur er 1.5 m.



Figur 9 Planlagt detaljering av sikkerhetsvoll og sone mellom voll og offentlig veg.

6 KONKLUSJON

- Golvnivå for bygninger i fabrikkområdet på 2.7 m NN2000 vil sikre mot flom fra stormflo i hht TEK17 Flomklasse F2.
- Den foreslåtte beskyttelsesvollen vil sikre mot bølgeflom fra østlig retning.
- Revegetering av vollen og gjerdet på toppen av natursteinsmuren gir tilstrekkelig sikring mot nedfall, og gir trygghet for publikum mellom vegen og natursteinsmuren
- Vern mot bølgeflom fra sør, dvs over nabotomta, er uavklart fordi data mangler. Behovet må avklares. Vern kan eventuelt utformes som en enkel mur i betong eller naturstein.
- Utbygger foreslår å flytte kjøreadkomst fra østsiden (mot sjøen) til vestsiden. Denne løsningen er den eneste mulige, fordi vegen på vestsiden vil være oversvømt både ved ekstrem stormflo og ved mer moderate hendelser. 5 års flom i 2022 er 154 cm NN2000, dvs 4 cm over vegbanen. Flom på denne vegen vil hindre adkomst av nødetater, vanlig transport og evakuering.
- Anlegget ligger i elveosen fra Bygdaelva, og flomnivå i elva kan derfor neglisjeres. Det er stormflo i sjøen som avgjør dimensjonerende vann-nivå.
- Flom som følge av skred i sjøen er ikke vurdert her