

Oppdragsgiver: **Stad Kommune**

Oppdragsnr.: **52404136** Dokumentnr.: **KYST01**

**Til:** Stad kommune

**Fra:** Gudrun Østling

**Dato** 2025-05-26

## ► Stormflo og bølgeanalyse - Detaljreguleringsplan for Prestevika aust

### Sammendrag/Konklusjon

Det skal etableres en fylling i sjø rett vest for eksisterende avløpsrenseanlegg på Mel, i innerste del av Eidsfjorden på Nordfjordeid. Fyllingen skal legge til rette for nytt renseanlegg, samt en gangsti langs fjorden som skal gi allmenheten tilgang til fjorden. Tiltakene som planen legger til rette for klassifiseres etter sikkerhetsklasser i TEK17 §7-2 etter konsekvensene ved oversvømmelse. Renseanlegget plasseres i sikkerhetsklasse F2 og dimensjoneres for en ekstremtilstand fra bølger og stormflo med en returperiode på 200 år.

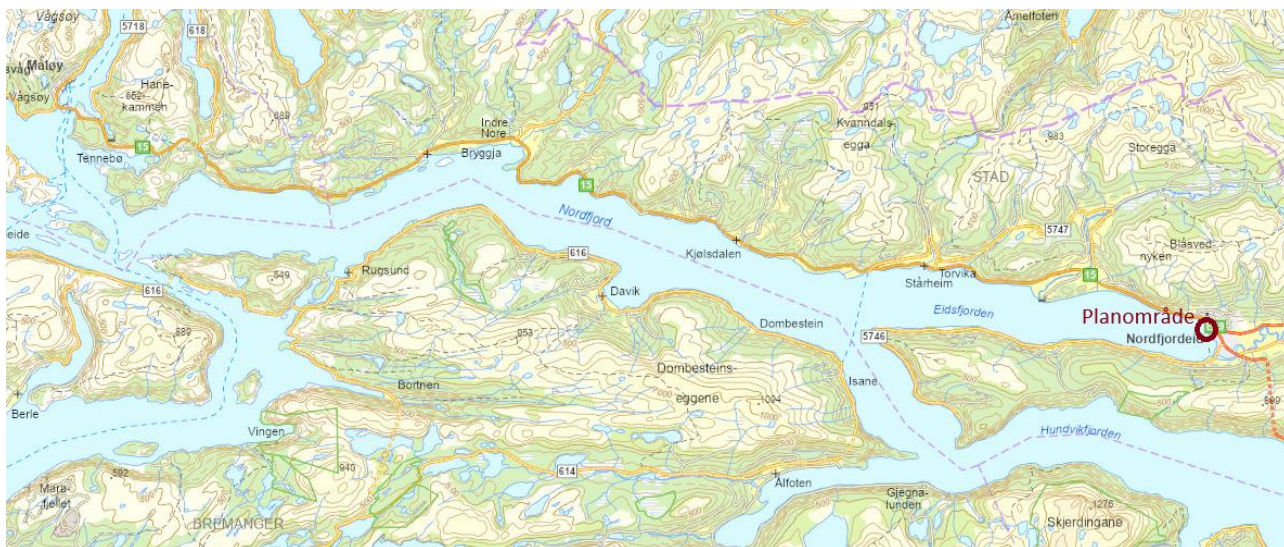
Stormfloestimatene er beregnet fra historisk vannstandsdata fra Måløy sammenlagt med framtidig havnivåstigning i år 2100. Disse viser en dimensjonerende 200 års stormflo på kote +2,6 NN2000. Dimensjonerende bølger i området er beregnet som lokale vindbølger som oppstår i Nordfjorden. Dette gir en signifikant bølgehøyde på 1,6 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. Den planlagte fyllingshøyden på kote +3,0 NN2000 får en høyere overskylling enn den tolererbare mengden ved dimensjonerende ekstremtilstand. Det foreslås derfor enten å etablere en forhøyet voll ytterst for å ta unna overskylling, eller å trekke bygget lengre inn på fyllingen. Fire alternative utforminger er vist i Figur 6, Figur 7, Figur 8 og Figur 9.

## 1 Innledning

Det skal bygges et renseanlegg på fylling i fjorden rett nord for Nordfjordeid sentrum. Norconsult er av Stad kommune engasjert til å utarbeide detaljreguleringsplanen for området. I den sammenheng er det utført en bølge- og stormflo-analyse for å sikre at erosjonssikringen på fyllingen vil stå imot en dimensjonerende ekstremtilstand med bølger og stormflo.

Utfyllingen skal romme nevnte renseanlegg, samt utformes med en gangsti langs fjorden for å gi allmenheten tilgang til sjøen. Oversiktskart over området er vist i Figur 1 og utsnitt fra situasjonsplanen til området er vist i Figur 2.



Figur 1: Oversiktskart plassering planområde.



### Teiknforklaring

#### Reguleringsplan PBL 2008

##### §12-5. Nr. 1 - Bygninger og anlegg

- AV Avløpsanlegg
- UNB Uthus/naust/badehus

##### §12-5. Nr. 2 – Samferdselsanlegg og teknisk infrastruktur

- KV1 Køyreveg
- GS2 Gang-/sykkelveg
- AVG1 Annan veggrunn - grøntareal
- TIS Teknisk infrastruktur

##### §12-5. Nr. 3 – Grøntstruktur

- TD Turdrag
- FRI2 Friområde

##### §12-5. Nr. 6 – Bruk og vern av sjø og vassdrag, med tilhørende strandsone

- SH Småbåthamn
- FLV Friiluftsområde i sjø og vassdrag

Figur 2: Utsnitt av detaljreguleringsplanen for området.

## 2 Stormflo og bølgeanalyse

Byggteknisk forskrift (TEK17) fastsetter krav til sikkerhet naturpåkjenninger. Sikkerhet mot flom og stormflo dekkes av § 7-2. Dimensjonerende stormflotilstand avhenger av konsekvensene ved oversvømming av et område. Sikkerhetsklasser for flom er gjengitt i Tabell 1. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen ikke overskrides [1].

Tabell 1 Sikkerhetsklasser for flom etter TEK17 § 7-2.

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

De fleste byggverk beregnet for personopphold plasseres i sikkerhetsklasse F2 [1]. Renseanlegget plasseres i denne kategorien og dimensjoneres for 200-års stormflo. Andre byggverk med lite personopphold eller små økonomiske/samfunnsmessige konsekvenser kan plasseres i sikkerhetsklasse F1 [1] og dimensjoneres for 20 års stormflo. Uteområdet med tursti langs fjorden er ikke direkte rommet av TEK17 § 7-2 da det ikke er et byggverk. Uteområdet kan om nødvendig plasseres i sikkerhetsklasse F1, men dimensjoneringen av fyllingen gjøres med utgangspunkt i sikkerhetsklasse F2 med bakgrunn i renseanlegget på tomten.

TEK17 § 7-3 dekker sikkerhet mot skred og tsunami som etterfølge av skred. Sikkerhet mot skred har strengere krav mht. største nominelle årlige sannsynlighet. Byggverk i sikkerhetsklasse S1 og S2 skal dimensjoneres for flom med høyt skadepotensial dersom de ligger innenfor sone med nominell årlig sannsynlighet større enn henholdsvis 1/200 (S1) og 1/1000 (S2).

## 2.1 Stormflo

DSBs veileder for havnivåstigning og høye vannstander gir anbefalinger for hvordan tallene for havnivåstigning skal brukes i planarbeid [2]. Veilederen angir at 200-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 vises i Kartverkets tjeneste «se havnivå» for forskjellige plasseringer i landet. Framtidig havnivåstigning i Nordfjordeid er vist i Figur 3. 83-prosentilen er vist som det høyeste anslaget innenfor parentesen lik 77 cm i år 2100 [3].

| Scenarioer                         | År 2100            | År 2150             |
|------------------------------------|--------------------|---------------------|
| SSP 3-7.0 Middels faglig sikkerhet | 47 cm (24 — 77 cm) | 76 cm (32 — 132 cm) |

Figur 3: Tillegg for framtidig havnivåstigning i Nordfjordeid. Hentet fra Kartverket - Se havnivå.

Selve stormflonivåene med forskjellig returperiode er estimert basert på historisk havnivå ved Måløy (ca. 50 km vest for Nordfjordeid). Resulterende havnivå som er dimensjonerende for de ulike sikkerhetsklassene er oppsummert i Tabell 2.

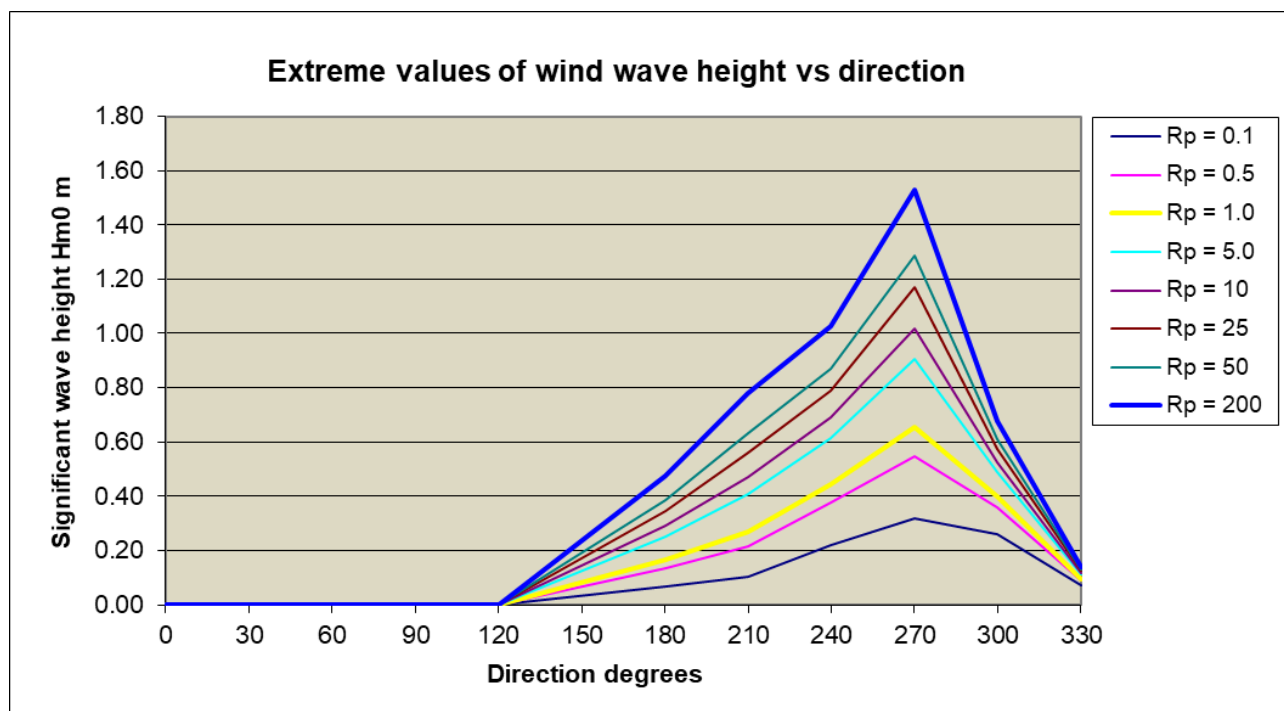
Tabell 2: Dimensjonerende stormflonivå for sikkerhetsklassene.

| Sikkerhetsklasse                      | F1                   | F2                  |
|---------------------------------------|----------------------|---------------------|
| Gjentaksintervall                     | 20 år                | 200 år              |
| Beregnet stormflonivå i nåtid         | + 1,55 NN2000        | + 1,81 NN2000       |
| Tillegg for havnivåstigning i år 2100 | -                    | 0,77 m              |
| <b>Dimensjonerende stormflonivå</b>   | <b>+ 1,55 NN2000</b> | <b>+ 2,6 NN2000</b> |

## 2.2 Bølger

Dimensjonerende bølger i tiltaksområdet er beregnet som lokalt vindgenererte bølger i Nordfjorden. Bølger med forskjellige returperioder er beregnet ved bruk av en parametrisk bølgemodell som hensyntar strøklengder i fjorden som bestemmer i hvilken grad bølger rekker å bygge seg opp før de treffer planområdet. Vinndataene benyttet i beregningene er estimert ut ifra målt vinndata fra målestasjon Sandane lufthavn.

Resulterende signifikante bølgehøyder fra de forskjellige retningene er vist i Figur 4. Denne viser største bølger fra vest med signifikant bølgehøyde på omtrent 1,6 m.

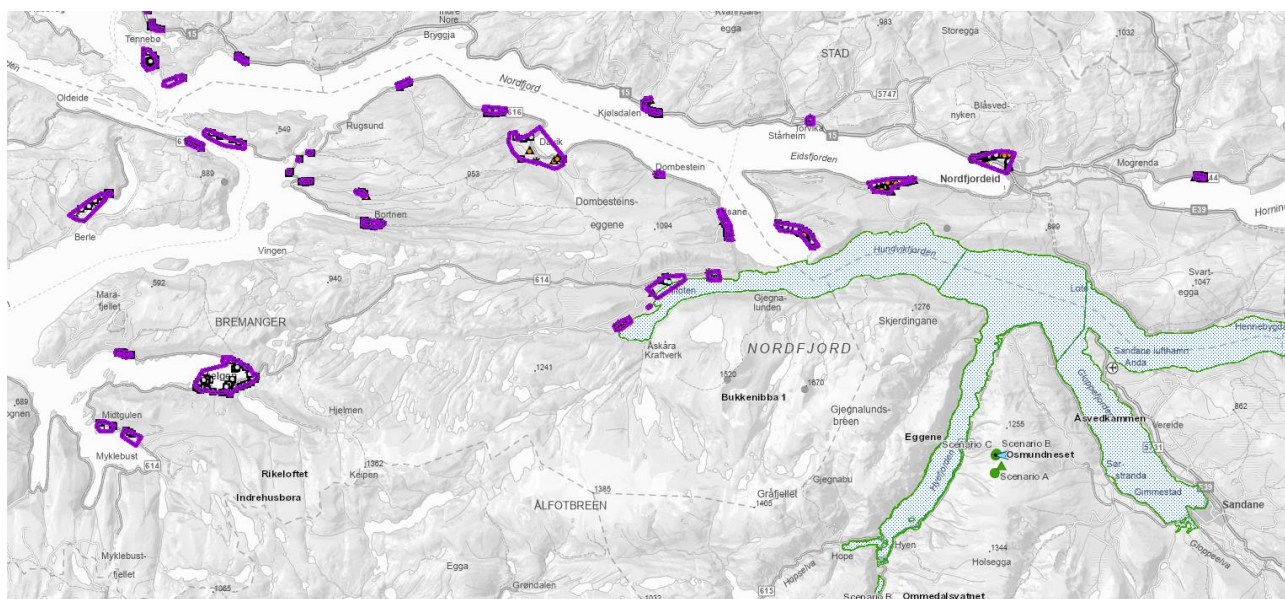


Figur 4: Signifikante bølgehøyder fra forskjellige retninger, Nordfjordeid.

Beregningene viser at bølgene fra vest har en spektral topp-periode på omtrent 5 sek og en bølgelengde på 35 m.

### 2.3 Fare for flodbølge

Da tiltaksområdet ligger innerst i en fjord er området rundt sjekket for ustabile fjellparti som ved fjellskred kan forårsake en tsunami/oppdemming i fjorden. NVEs faresonekart viser kartlagte områder av ustabile fjellparti. Utsnitt av faresonekartet for området rundt Nordfjordeid er vist i Figur 5.



Figur 5: Utsnitt fra NVEs faresonekart over området Nordfjorden og Hundvikfjorden.

Kartet viser at planområdet ikke er innenfor NVEs faresonekart for Tsunami. Det er angitt en rekke skredfareområder utover i fjorden, markert ut med lilla omriss i Figur 5. Det antas at disse ikke er store nok til å utgjøre en fare for å utløse en tsunami i fjorden. Området lenger inn i Hundvikfjorden er anvist med faresone for Tsunami markert med grønt omriss i Figur 5. Her er sannsynligheten markert som  $<1/5000$ , noe som uansett er en lavere sannsynlighet enn TEK17 § 7-3 krever at det skal planlegges for [1]. Det er ikke foretatt noen videre undersøkelser av dette.

### 3 Utforming erosjonssikring

Utformingen av erosjonssikringen er dimensjonert med bakgrunn i stormflo og bølger i området. Nødvendig blokkstørrelse på erosjonssikringen er beregnet ut ifra bølgepåkjenningene mot fyllingen. Det er også gjort en samlet vurdering av bølger og stormflo ved å se på de totale overskyllings-mengdene som skyller over planområdet når dette står på samtidig. Det ansees sannsynlig at en ekstrem bølgetilstand fra vest pågår samtidig som ekstrem stormflo. Nødvendig høyde/bredde på erosjonssikringen er bestemt fra beregnet overskyllingsmengde som kan tillates på fyllingen.

#### 3.1 Blokkstørrelser

Erosjonssikringen dimensjoneres for 200-års bølger. Da dimensjonerende signifikant bølgehøyde er over 1,5 m anbefales det å plastre erosjonssikringen, både av estetiske og sikkerhetsmessige årsaker. Stabil blokkvekt er beregnet fra Van der Meers formelverk. Dette resulterer i en plastring med median blokkvekt;  $W50 = 1$  tonn med tykkelse 1,5 m. Under plastringen må det legges et filterlag med fraksjon 120/300.

#### 3.2 Overskylling

Overskyllingen av planområdet er beregnet fra formelverk i EurOtop Manual [4]. Overskyllingsmengdene er beregnet for forskjellige sikkerhetsklasser separat, med input-verdiene vist i Tabell 3. Grensen for tolererbar overskylling er satt til 10 l/s per m.

Tabell 3: Input-verdier til overskyllingsberegning for de ulike sikkerhetsklassene.

|             | Sikkerhetsklasse | Dim. Havnivå | Dim. Bølgehøyde, Hs |
|-------------|------------------|--------------|---------------------|
| Tursti      | F1               | +1.55 NN2000 | 1,6 m               |
| Renseanlegg | F2               | +2.6 NN2000  | 1,6 m               |

Fyllingen er planlagt å ligge på kotehøyde +3,0 NN2000. Beregningene viser en overskylling på omtrent 350 l/s per m over fyllingsfronten på denne kotehøyden ved en 200-års hendelse (inkl. havnivåstigning). For en 20-års hendelse viser beregningene en overskylling på omtrent 31 l/s per m.

Det foreslås derfor å enten etablere en forhøyet voll ytterst for å ta unna overskylling, eller å plassere bygget lengre inn på fyllingen. Overskyllingen avtar med økende høyde og avstand fra sjøkanten. Her foreslås fire alternativ avhengig av om fyllingen skal etableres med en tursti langs fjorden eller om bygget skal plasseres så nærme fjorden som mulig. Det understrekes at for de alternativene der turstien dimensjoneres for en 20-års tilstand, kun gjelder for en tursti som ikke benyttes under ekstremvær.

#### Alternativ 1

For alternativet med sti langs fjorden foreslås vollen å ligge med topp på kote +3,7 NN2000 (ca.  $d_{50}$  over fyllingstopp) og bredde 2,5 m. Turstien vil da ligge på innsiden av vollen. For en 200-års situasjon er overskyllingen estimert til 20 l/s per m på innsiden av vollen. Dette er litt høyere enn tolererbar overskyllingsmengde, men siden turstien alene kunne blitt plassert i sikkerhetsklasse F1 så godtas dette. Ved en dimensjonerende 20-års situasjon estimeres overskyllingen å være godt under tolererbar overskyllingsmengde på innsiden av vollen. Renseanlegget vil da ha en trygg avstand fra fjorden på andre siden av stien, med en minimumsavstand på 5 m fra sjøfronten. Resulterende type-snitt for dette alternativet er vist i Figur 6.

## Alternativ 2

For alternativet der bygget ligger nærmest mulig fjorden foreslås vollen å ligge med topp på kote +4,0 NN2000 med en bredde på 2 m. Renseanlegget kan da ligge på innsiden av denne vollen. Resulterende type-snitt for dette alternativet er vist i Figur 7.

## Alternativ 3

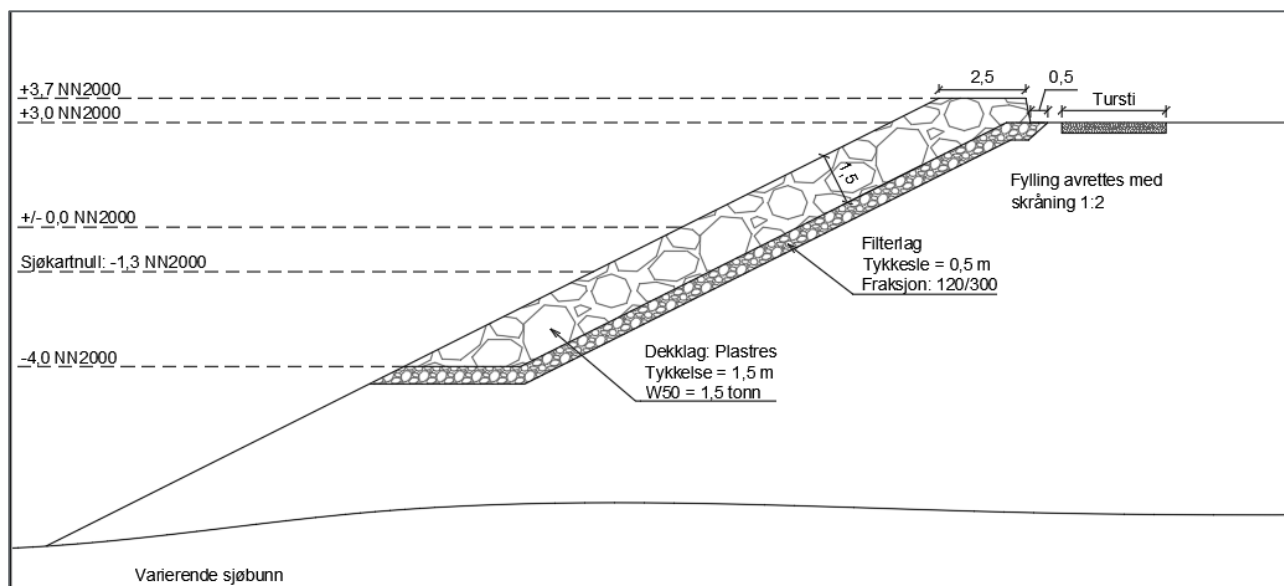
For alternativ uten forhøyet voll må bygget trekkes inn minimum 6 m og fyllingen må helle slakt utover. Turstien kan da plasseres mellom erosjonssikringen og bygget, så lenge stien har en minimumsavstand fra fyllingsfronten på 2,3 m. Resulterende type-snitt for dette alternativet er vist i Figur 8.

## Alternativ 4

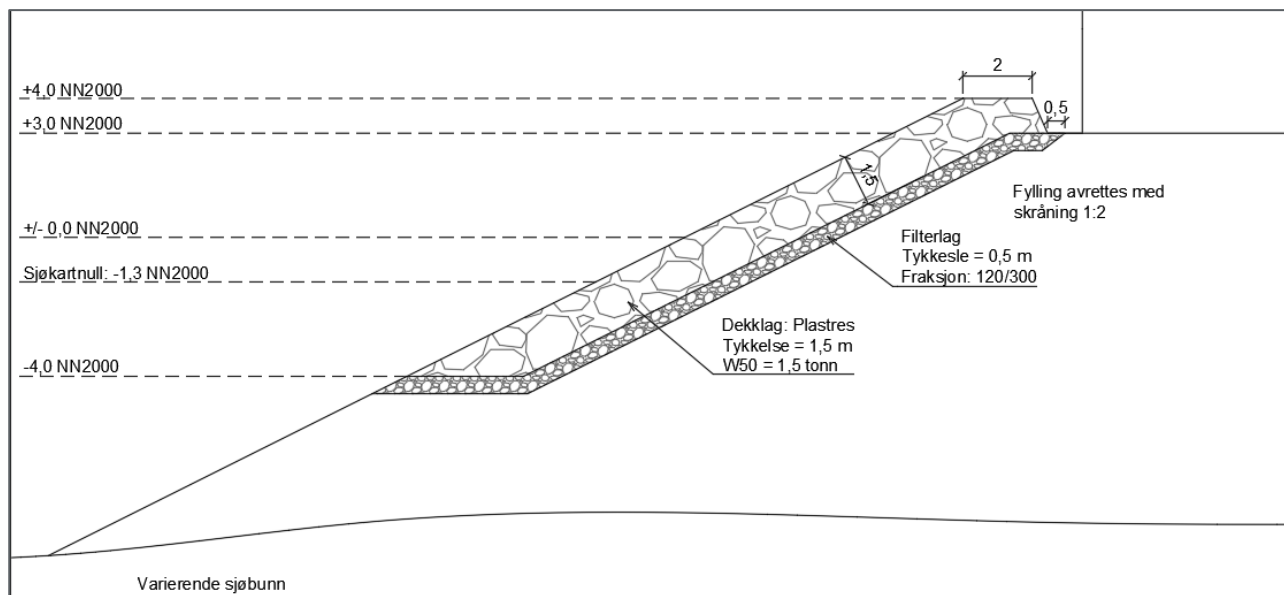
Dersom turstien ønskes mer adskilt fra renseanlegget kan turstien plasseres lenger ned, innlemmet i erosjonssikringen. Turstiens avstand fra fyllingsfronten er da avhengig av høyden på turstien. Dersom stien plasseres på kote +2,5 NN2000 må den plasseres minimum 3,5 m fra fyllingsfronten. Bygget må fortsatt plasseres ca. 5 m bak fronten på kote +3,5 NN2000. Alternativet krever mer plass til erosjonssikringen og fyllingsfronten enn de andre alternativene. Alternativet er illustrert i Figur 9.

## 3.3 Resulterende type-snitt

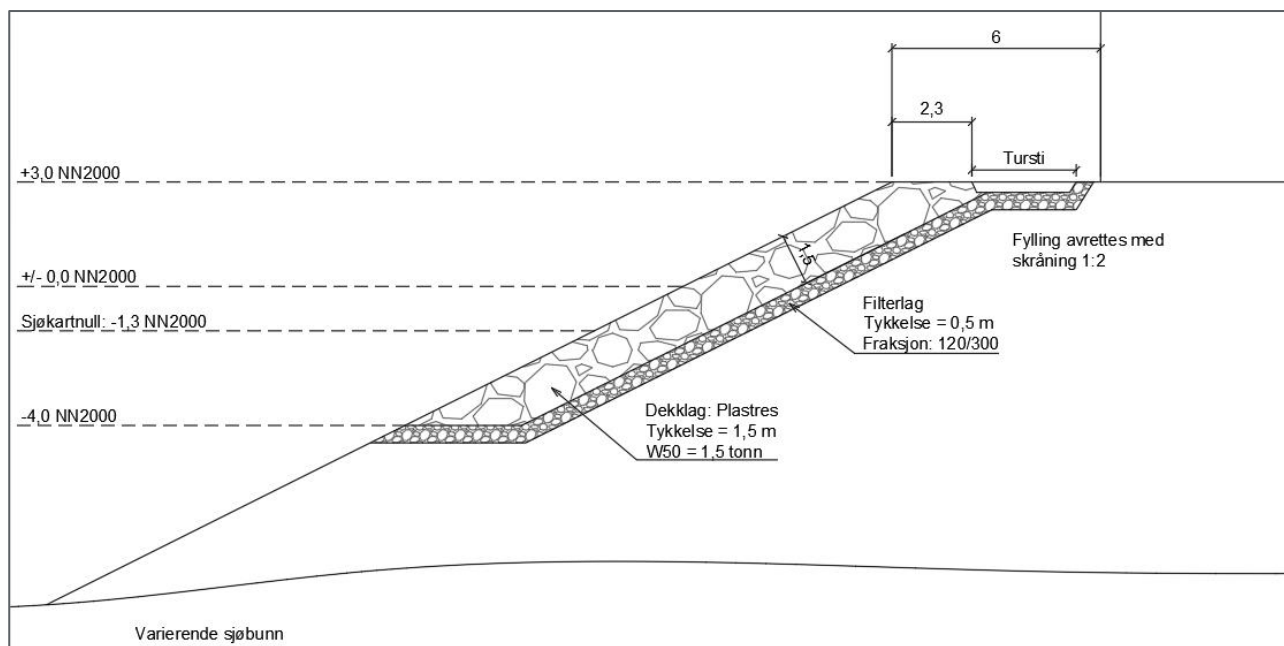
Resulterende utforming av erosjonssikringen for de fire alternativene er vist i Figur 6, Figur 7, Figur 8 og Figur 9.



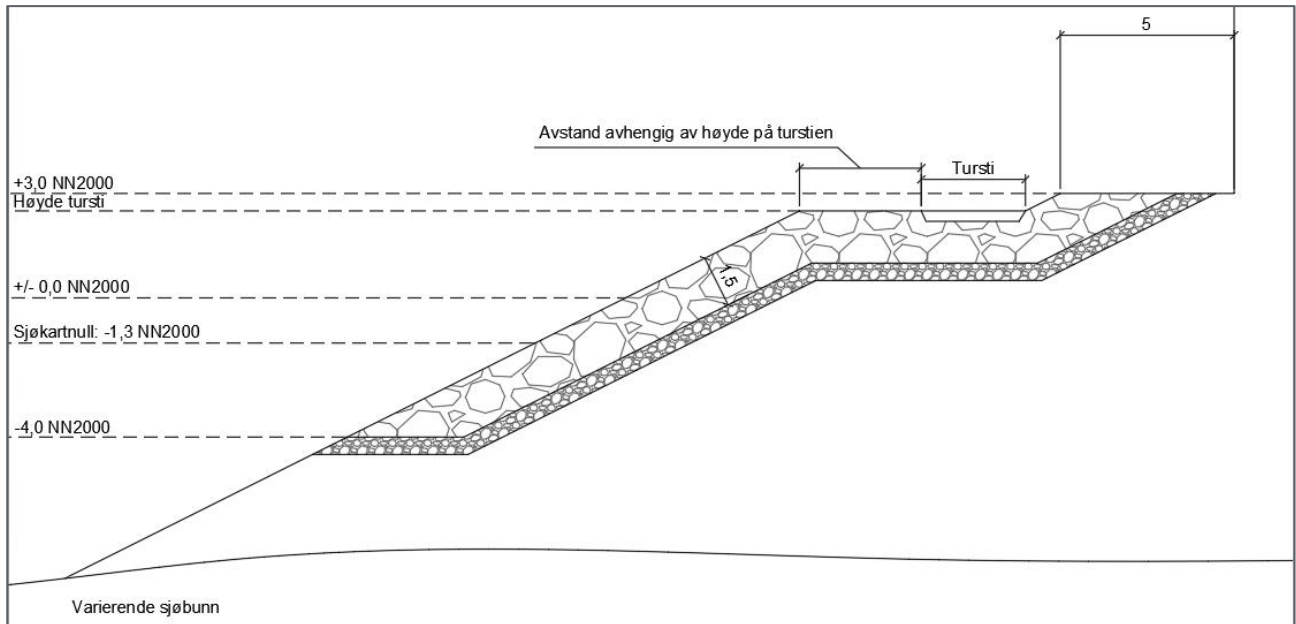
Figur 6: Type-snitt erosjonssikring, Alternativ 1.



Figur 7: Type-snitt erosjonssikring, Alternativ 2.



Figur 8 Type-snitt erosjonssikring, Alternativ 3.



Figur 9 Type-snitt erosjonssikring, Alternativ 4.

## 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, tidevann og vannstand,» 25 02 2025. [Internett]. Available: <https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva/resultat?id=616580&location=Nordfjordeid>. [Funnet 25 02 2025].
- [4] EurOtop, «Manual on wave overtopping of sea defences and related structures, Second Edition 2018.,» EurOtop, 2018.

|                |             |                                                                |                   |                       |                 |
|----------------|-------------|----------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------|
| J03            | 2025-05-26  | For bruk.<br>Nye alternativer for erosjonssikring er lagt til. | Gudrun Østling    | Arne Erling Lothe     | AnMGj           |
| D02            | 2025-03-03  | For godkjenning hos oppdragsgiver.                             | Gudrun Østling    | Arne Erling Lothe     | AnMGj           |
| A01            | 2025-02-27  | Til fagkontroll                                                | Gudrun Østling    | Arne Erling Lothe     | AnMGj           |
| <b>Versjon</b> | <b>Dato</b> | <b>Beskrivelse</b>                                             | <b>Utarbeidet</b> | <b>Fagkontrollert</b> | <b>Godkjent</b> |

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.