

---

RAPPORT

# Detaljprosjektering Flomsikring Edland

---

OPPDRAAGSGIVER

Vinje Kommune

EMNE

Flomsikring Edland

DATO / REVISJON: 04. juli 2024 / 00

DOKUMENTKODE: 10256771-TVF-RAP-001

---



Multiconsult

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult. Enhver bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn de som er godkjent skriftlig av Multiconsult, er forbudt, og Multiconsult påtar seg intet ansvar for slikt bruk. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter.

## RAPPORT

OPPDRAG	<b>Detaljprosjektering flomsikring Edland</b>	DOKUMENTKODE	10256771-01-TVF-RAP-001
EMNE	Prosjekteringsrapport Edland flomvoller	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Vinje Kommune</b>	OPPDRAGSLEDER	Graeme Carey
KONTAKTPERSON	Kjetil Midtgarden Vaagen	UTARBEIDET AV	Graeme Carey/Kari Havnevik/Rakel Bjørngaard
KOORDINATER	Sone: Øst: Nord:	ANSVARLIG ENHET	10105060 Dammer og undergrunnsanlegg
GNR./BNR./SNR.	/ /		

## SAMMENDRAG

Multiconsult har blitt engasjert av Vinje kommune for detaljprosjektering av flomsikringstiltak i Edland langs Bora. Denne rapporten omhandler prosjektering av tiltakene basert på tidligere hydrologisk og hydrauliske beregninger utført av Norconsult og Asplan Viak. Den skal i korthet beskrive premisene for design og prosjektering.

Flomsikringstiltak er delt i to parseller, Bora Nord og Sør. Bora Nord omfatter en flommur i betong (ca. 50 m lengde) og en flomvoll i løsmasser med erosjonssikring (ca. 65 m lengde), med største høyden ca. 1,2 m over eksisterende terreng.

Bora Sør omfatter en flommur i betong (ca. 55 m lengde) og en flomvoll i løsmasser med gang/sykkelvei på toppen (ca. 220 m lengde), med største høyden ca. 2 m over eksisterende terreng.

00	04.07.2024	Første utgave	GRC/KARIH	JAR/JMA	GRC
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

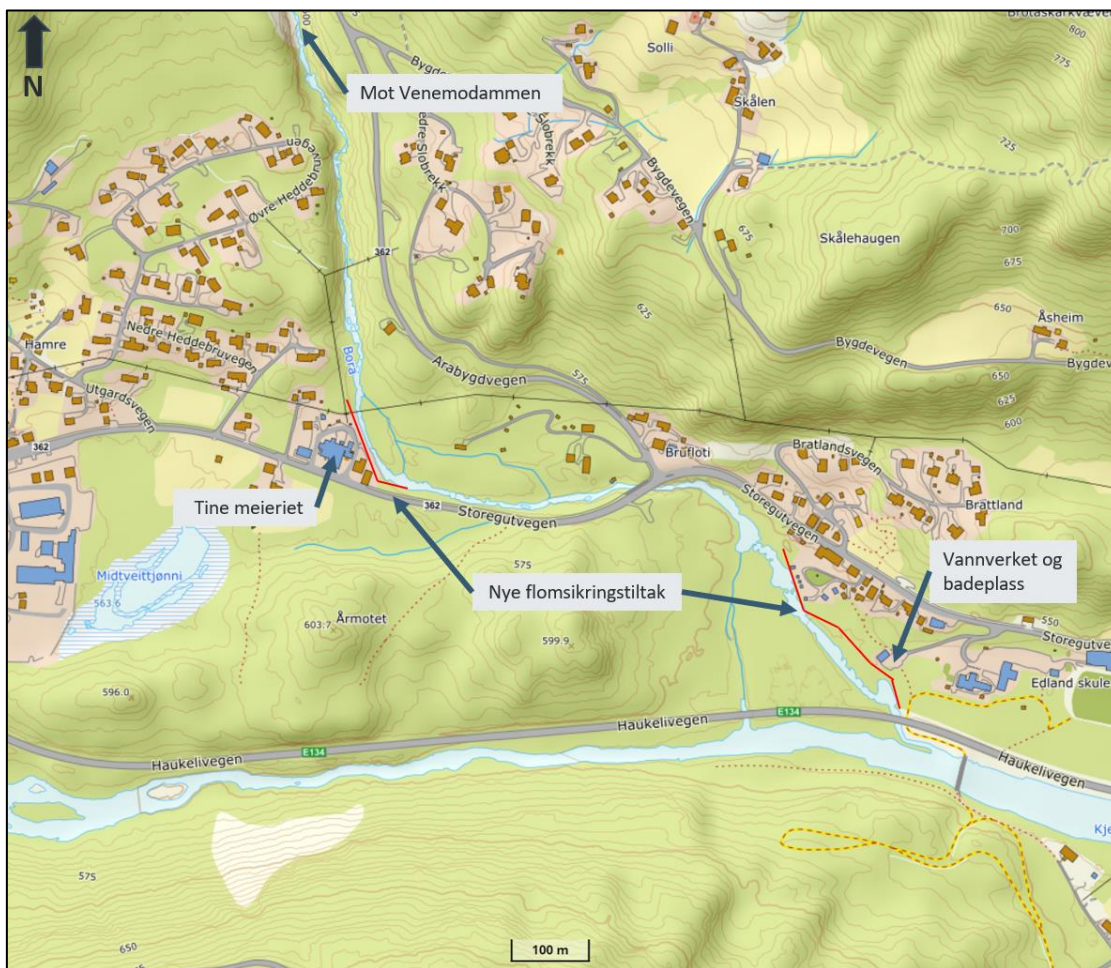
## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Planstatus</b> .....	<b>6</b>
2.1	Gjeldende arealplaner .....	6
<b>3</b>	<b>Premisser for design og prosjektering (Asplan Viak, 2022)</b> .....	<b>7</b>
3.1	Hydrologi og hydraulikk .....	7
3.2	Landskap .....	8
3.2.1	Landskapet .....	8
3.2.2	Flomvollens terrengform .....	10
3.2.3	Beplantning .....	11
3.3	Naturmiljø .....	11
3.3.1	Kjente naturverdier .....	11
3.3.2	Vurdering og videre håndtering .....	13
3.4	Beskrivelse av tiltak .....	13
3.4.1	Bora Nord .....	13
3.4.2	Bora Sør .....	14
3.5	Geoteknikk .....	16
3.5.1	Grunnundersøkelser .....	16
3.5.2	Viktige og kritiske momenter .....	16
3.5.3	Regelverk .....	16
3.5.4	Geoteknisk kategori .....	17
3.5.5	Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/RC) .....	17
3.5.6	Kvalitetssystem .....	18
3.5.7	Sikkerhet mot naturpåkjenninger .....	18
3.5.8	Stabilitetsberegninger og lekkasjeberegninger .....	18
3.5.9	Jordskjelv .....	19
3.6	Konstruksjon .....	19
3.6.1	Erosjonssikring og plastring .....	19
3.6.2	Tetning av flomvoll .....	20
	Betongmur .....	20
3.6.3	Gang/sykkelvei .....	21
<b>4</b>	<b>Gjennomføring/Utførelse</b> .....	<b>21</b>
4.1	Tiltaksklasse .....	21
4.2	SHA .....	21
<b>5</b>	<b>Forvaltning, drift og vedlikehold (FDV)</b> .....	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>22</b>
	Figur 1-1: Oversiktskart over Edland og samløp av Bora og Kjela vassdragene. ....	6
	Figur 2-1: Viser hensynssone for flomsikring i Bora langs meieriet (Asplan Viak, 2022) (Bora Nord). ....	7
	Figur 2-2: Viser hensynssone for flomsikring i Bora ved E134 (Asplan Viak, 2022) (Bora Sør). ....	7
	Figur 3-1: Foreslått plassering av flomsikringstiltak. Tatt fra Asplan Viak, 2022. ....	8
	Figur 3-2: 3d-visualisering av landskapet på Edland sett mot nord (kommunekart.no, 2024) .....	8
	Figur 3-3: Bora ved meieriet sett mot nord .....	9
	Figur 3-4 .....	10
	Figur 3-5. Kart over registrerte kulturminner i nærhet av nedre planlagte flomvoll. Kartkilde: Kulturminnesøk.no. ....	12
	Figur 3-6: Prinsippskisse oppbygning av flomvoll og erosjonssikring Bora Nord .....	14
	Figur 3-7: Prinsippskisse oppbygning av flomvoll Bora Sør. ....	15
	Figur 3-8: Lakkert gjerde montert på natursteinsmur og betong. Lignende rekkverk foreslås montert på tørrmuren ved vannverket. ....	16
	Figur 3-9: Geometri og lagdeling brukt i stabilitets- og lekkasjeberegning. ....	18
	Figur 3-10: Prinsippskisse utforming av betongmurer, fra tegning RIB-TEG-20. ....	20
	Figur 3-11: Forslag til overbygning gang- og sykkelvei .....	21

Tabell 3-1. Oversikt over registrerte rødlistearter i tilknytning til plassering av flomvoller. ....	12
Tabell 3-2: Mettet permeabilitet av lagene i modellen. ....	18
Tabell 3-3: Resultater fra stabilitetsberegning av flomvollen. ....	19
Tabell 3-4: Stabil steinstørrelse beregnet for de to parsellene. ....	20

## 1 Innledning

Vinje kommune i Telemark skal etablere flomvoller langs elva Bora mellom Heddebru og Bruflot, før utløp i Kjela (Figur 1-1) Flomsonekartlegging og hydraulisk modellering i Kjela og Bora ble tidligere utført av Norconsult (Norconsult, 2021). Videre utredning og modellering av mulige flomsikringstiltak ble gjort i 2022 av Asplan Viak (Asplan viak, 2022). Multiconsult vant i 2024 minikonkurranse om detaljprosjektering av tiltak.



Figur 1-1: Oversiktskart over Edland og samløp av Bora og Kjela vassdragene.

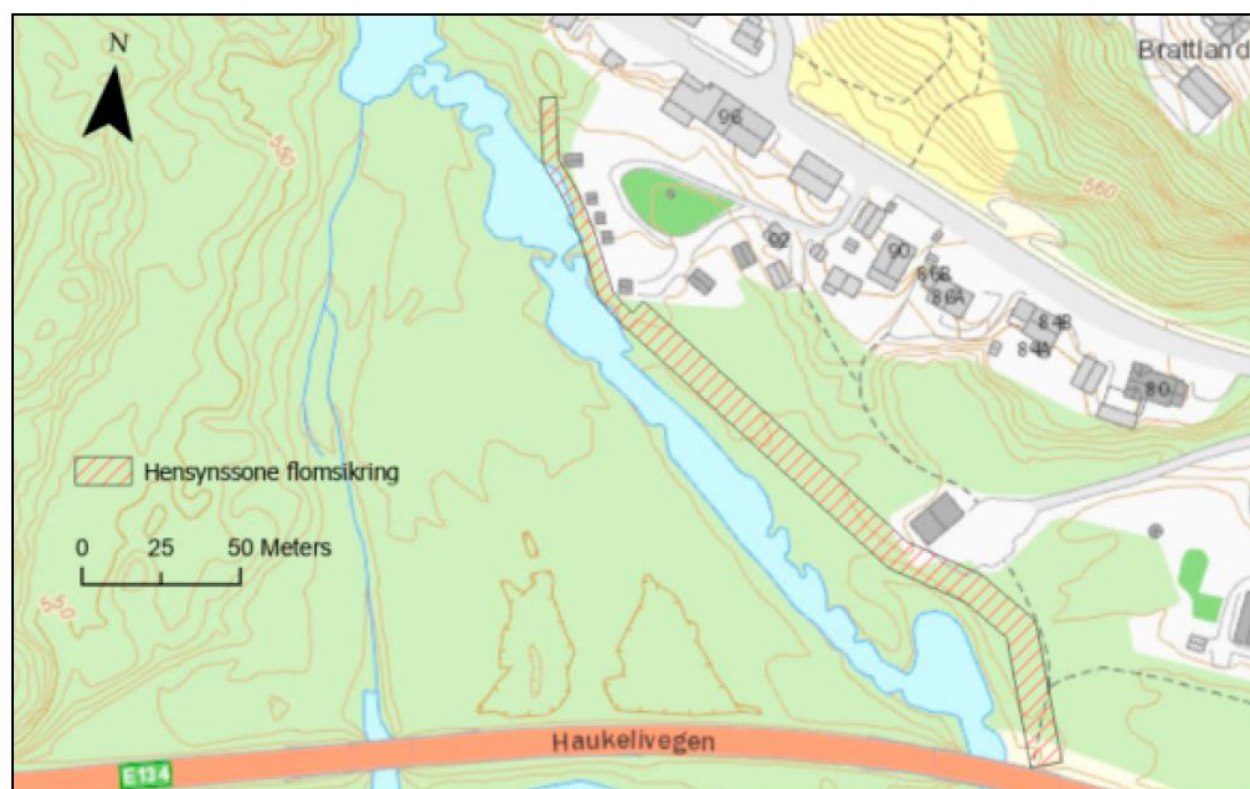
## 2 Planstatus

### 2.1 Gjeldende arealplaner

Gjeldene reguleringsplan *REGULERINGSFØRESEGNEN FOR MIDTVEIT BUSTADFELT OG BORA FLAUMLØP* ble vedtatt i 2023 og har regulert to hensynssoner for flomvern langs Bora. Disse er vist i Figur 2-1 og Figur 2-2.



Figur 2-1: Viser hensynssone for flomsikring i Bora langs meieriet (Asplan Viak, 2022) (Bora Nord).



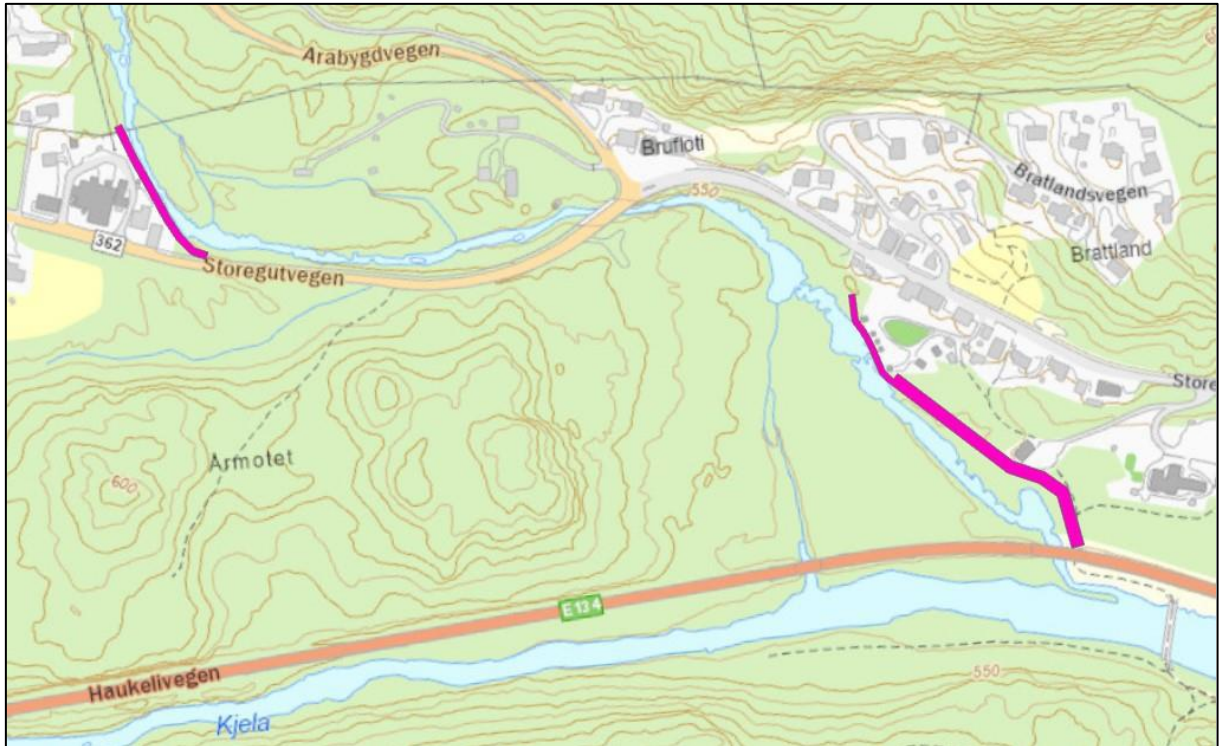
Figur 2-2: Viser hensynssone for flomsikring i Bora ved E134 (Asplan Viak, 2022) (Bora Sør).

### 3 Premisser for design og prosjektering (Asplan Viak, 2022)

#### 3.1 Hydrologi og hydraulikk

Flomsonekartlegging av Kjela- og Boravassdraget ble tidligere gjort for 10, 20, 100, 200 og 1000 års gjentaksinervall med klimapåslag av Norconsult (Norconsult, 2021). Kapasiteten av bruer som krysser vassdraget ble i tillegg vurdert.

Asplan Viak bygde videre på tidligere modellering til Norconsult, og foreslå etablering av to flomvoller langs nedre delen av Boravassdraget (Figur 3-1).

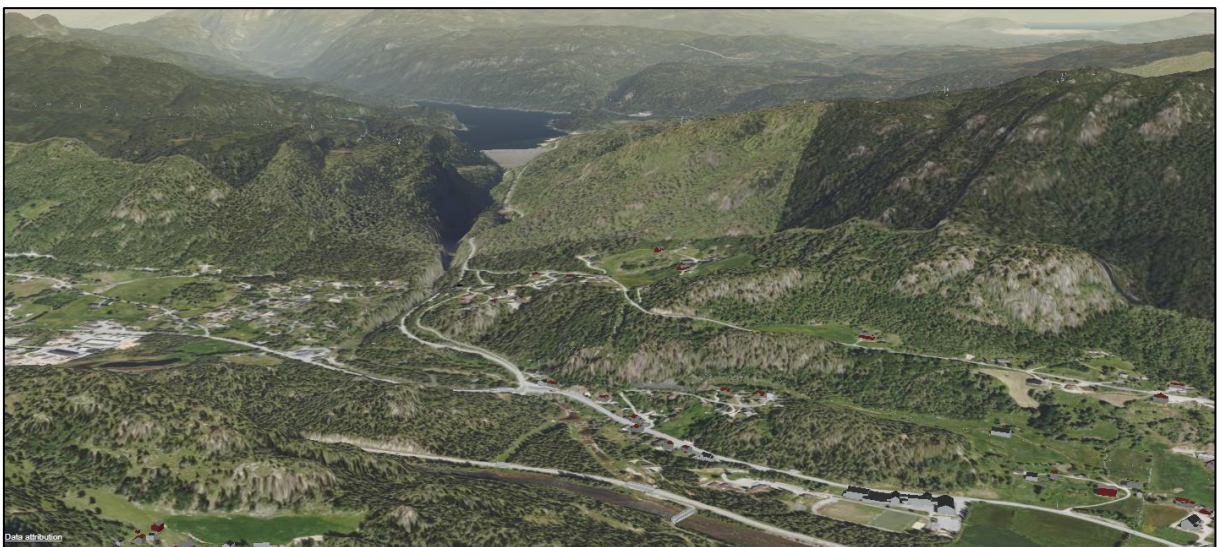


Figur 3-1: Foreslått plassering av flomsikringstiltak. Tatt fra Asplan Viak, 2022.

200 årsflommen (med 20% klimapåslagg) nedstrøms Venemodammen ble beregnet til 232,1 m<sup>3</sup>/s. Modellerte vannhastigheter er størst i svingen bak Tine meieriet (opp mot 5 m/s). Hastighet er noe lavere langs den søndre vollen, og varierer her mellom 1 m/s – 4 m/s (Asplan viak, 2022).

## 3.2 Landskap

### 3.2.1 Landskapet



Figur 3-2: 3d-visualisering av landskapet på Edland sett mot nord (kommunekart.no, 2024)

Edland ligger i en landskapstype som er relativt åpent dallaslandskap under skoggrensen med bebyggelse og infrastruktur (Artsdatabanken.no, 2024). Boraelva går i et sterkt nedskåret terrenget fra kraftmagasinet Venemodammen, terrenget ellers er avrundede dalsidene som er dominert av skog.



Området er lite preget av større innsjøer og menneskelig aktivitet, selv om enkelte områder er utviklet med boligområder, infrastruktur og linjeinngrep. Nedre del av Bora har gått gjennom et lite tettsted og har utløp under E134 Haukeliveien.



*Figur 3-3: Bora ved meieriet sett mot nord*

Elvestrekningen forbi meieriet er tett vegetert og har flere synlige inngrep i vassdraget. Det har tidligere vært lagt ut stor stein for å erosjonssikre ytterkurven i området. Området er berørt av bebyggelse, industri og infrastruktur. Elvebunnen består av middels stor elvestein med varierende kantvegetasjon dominert av løvfellende trær. Naturen har en overveiende del av arealbeslaget med store positive kvaliteter, dog ser ikke området ut til å bli nevneverdig brukt som rekreasjonsareal.



Figur 3-4: Nordlige enden av Bora Sø.

Nedstrøms Storegutvegen mot utløpet i Kjela er den lokale landskapskarakteren mer varierende enn i den øvre delen. Flere etablerte terskler har gitt elva vannspeil og større variasjon i utstrekning og karakter. Langs elva på nord- og østsiden ligger det spredt bebyggelse med innslag av campingplass og tilrettelagte oppholdsarealer for rekreasjon. Kantvegetasjonen langs elva har større variasjon, da det er høyere andel av bartrær og det er også synlig berg i dagen. Foruten de etablerte arealene er strekningen gjengrodde og lite tilgjengelige.

### 3.2.2 Flomvollens terrengform

Den nye flomvollens terrengform har en tradisjonell utforming, med plastring med naturstein ned mot elva på strekningen forbi meieriet.

Flomvullen langs nedre del av Bora har også en tradisjonell utforming, men varierer i bredde og har tillagt en gangvei på toppen og på sidene. For å minimere flomvollens arealbeslag på de trangere områdene mot campingplassen, etableres en betongmur som tettekjerne for å sikre bebyggelsen. Muren tildekkes i en terrengform slik at betongen ikke blir synlig i landskapet. Ettersom området ved utløpet har en større rekreasjonsverdi, er det tilrettelagt for ferdsel over og oppå flomverket. Badeplassen mot utløpet er en viktig friluftsverdi i området der det er tilrettelagt adgang ned fra flomvullen.

Ved vannverket det det foreslått å etablere en natursteinsmur med rekkverk på østlig side av flomvullen. Den er utformet slik for å opprettholde en vedlikeholdssone rundt bygget i det smale tverrsnittet mellom elva og bygget. Gangveien østover mot Edland skole er utformet universell for å sikre tilkomst for alle til området. De øvrige gangveiene med helning er ikke universelle, men lagt så slakt det lar seg gjøre.

### 3.2.3 Beplantning

I området sør for vannverket er det foreslått å etablere noen nye trær for å gjeninnføre skogspreget i området. Om ønskelig kan området skjøttes og holdes nede slik at det opprettholder et mer åpent landskapspreg. Det legges til rette for naturlig revegetering av anleggsområder.

### 3.3 Naturmiljø

Det er utført en enkelt skrivebordstudie for å få et overordnet bilde på de naturkvaliteter som ligger i tilknytning til tiltaksområdet. Kunnskapsgrunnlaget baserer seg på informasjon fra tilgjengelige databaser:

- Naturbase (Miljødirektoratet)
- Artskart (Artsdatabanken)
- Vannmiljø (Miljødirektoratet)
- Kilden (NIBIO)
- NVE Atlas (NVE)
- Kulturminnesøk (Riksantikvaren)
- Tidligere rapporter

Området er et relativt åpent dallandskap og ligger i nærhet av elva Bora. Tiltaksområdet ligger under tregrensa og områdene er dominert av barskog av låg og middels bonitet med innslag av lauvtrær. Området for aktuelle plasseringer for flomvoller har et høyt innslag av ung vegetasjon (figur 3-3). For nærmere beskrivelse av området henvises det til kapittel 3.2.1. Med hensyn til naturmiljø foreligger det lite tilgjengelig informasjon om de aktuelle steder for plassering av flomvoll i tilgjengelige databaser.

Det ble gjennomført en naturtypekartlegging av BioFokus i 2012 i Vinje kommune, men det ble ikke registrert noen naturtyper innenfor aktuelle plasseringer av flomvoller. Det foreligger biologiske undersøkelser av vassdraget gjennomført av Naturhistorisk Museum fra 2014, men disse omfatter kun Bora-vassdraget oppstrøms Venemodammen.

#### 3.3.1 Kjente naturverdier

##### Naturvernområder

Det er ikke registrert noen verneområder i tilknytning til tiltaksområdet.

##### Terrestrisk naturmangfold

Det er ingen kjente registreringer av naturtyper eller verneområder i tilknytning til tiltaksområdene. Det er kartlagt en naturtype, gammel furuskog med liggende død ved, nord for tiltaksområdet som har fått stor KU-verdi. Området omtrent ligger 400 meter nord for meieribygget, og er kartlagt etter NiN-kartleggingsinstruks i 2022. Per skrivende stund har vi ikke tilgang til disse dataene.

Det er ikke registrert noen fremmede arter i umiddelbar nærhet til tiltaksområdet. Det er registrert funn av fremmede arter langs nordlige deler av Øvre Heddebruvegen og langs Nedre Slobrekk.

Det er tatt en utsjekk av rødlistede arter i tilknytning av tiltaksområdene for flomvoller, med grense på mobile arter på 500 meter rundt tiltaksområdet. Det ligger ikke inne noen registreringer på immobile arter i artskart.

Tabell 3-1. Oversikt over registrerte rødlistearter i tilknytning til plassering av flomvoller.

Kategori	Artsnavn		Rødlistekategori	Funnår
Pattedyr	<i>Lynx lynx</i>	gaupe	EN	2020
Fugl	<i>Poecile montanus</i>	granmeis	VU	2017
	<i>Chloris chloris</i>	grønnfink	VU	2017
	<i>Sturnus vulgaris</i>	stær	NT	2022
	<i>Tringa totanus</i>	rødstilk	NT	2023
	<i>Delichon urbicum</i>	taksvale	NT	2024

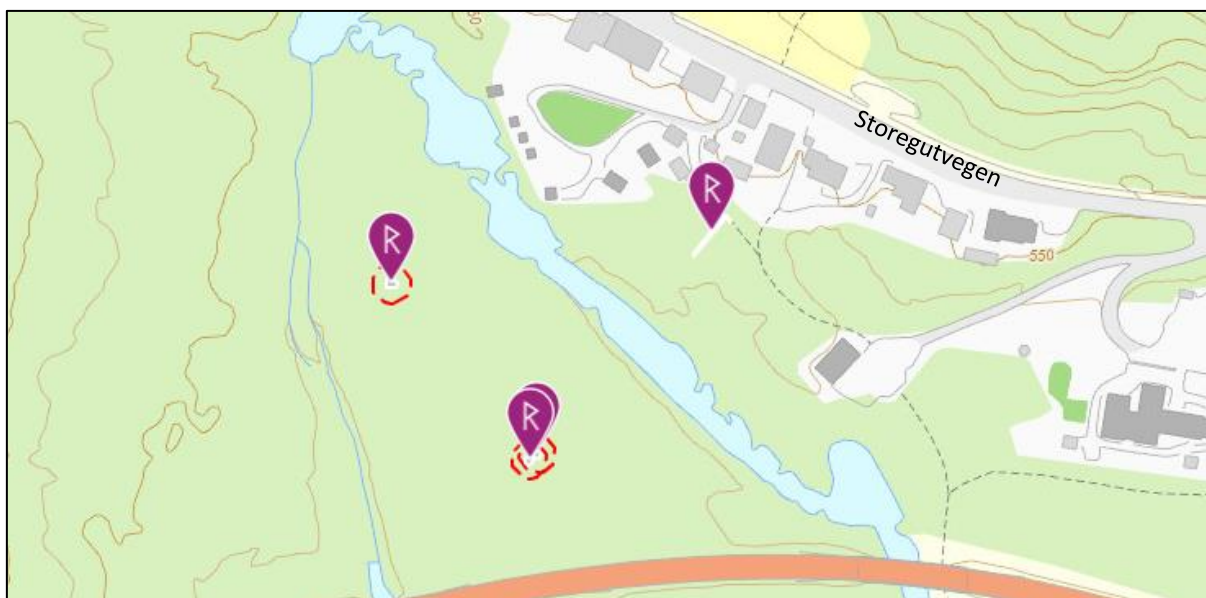
### Akvatisk naturmangfold

I artskartene finnes det eldre registreringer (1995) av ørret og røye i Venemodammen. Det er registrert ørekyte i Tveitevatnet. Det foreligger ingen registreringer i elvestrengen forbi de planlagte flomvollene, men elva er registrert i Vann-Nett med vannforekomst ID 016-186-R og som svært modifisert økologisk tilstand (SMVF) med moderat økologisk potensial (middels presisjon) og god kjemisk tilstand (lav presisjon). Bora nedenfor Venemo er oppført med informasjon om flere kvalitetselementer, herunder, påvekstalger, fisk, turbiditet/siktedyp, forsuringstilstand, nitrogenforhold og fosforforhold, men Multiconsult har ikke klart å lokalisere informasjonen i noen av de tilgjengelige offentlige databasene og dermed er informasjonen beheftet med usikkerhet.

Bora har et nedbørsfelt på 231,8 km<sup>2</sup>. Nedre deler av Bora ligger nedstrøms Venemodammen, som står oppført uten krav til minstevannføring, og som medfører at de nedre deler av Bora er delvis uten vann i store deler av året.

### Kulturmiljø

Det er ikke registrert noen kulturminner på de aktuelle lokalitetene for plassering av flomvoll. Nærmeste kulturminne for flomvoll ved meieritomta ligger på østsiden av Bora og består av tufter, rydningsrøys og veifar. Alle registrert uten vern. Flomvollen langs nedre deler av Bora ligger i nærheten av et registrert kulturminne, et steingjerde, på østsiden av planlagt flomvoll. Steingjerdet står registrert uten vern, og består av et 0,9 m høyt og 1,2 m dypt steingjerde som er 21,3 meter langt ifølge registreringen i Kulturminnesøk. Se figur nedenfor. Det er også registrert tre kullgroper på vestsiden av Bora, som alle er automatisk fredet.



Figur 3-5. Kart over registrerte kulturminner i nærhet av nedre planlagte flomvoll. Kartkilde: Kulturminnesøk.no.

### **3.3.2 Vurdering og videre håndtering**

Med hensyn til naturmiljø foreligger det lite tilgjengelig informasjon om de terrestriske naturkvalitetene innenfor de aktuelle lokalitetene i tilgjengelige databaser. Det samme gjelder informasjon om vannmiljø og akvatisk naturmangfold. Kunnskapsgrunnlaget for området er derfor usikkert.

Før arbeidet med flomvollene settes i gang vil det være behov for å oppdatere kunnskapsgrunnlaget og det anbefales oppfølgende undersøkelser for å kartlegge rødlistearter, fremmede arter og berørte naturtyper. I forbindelse med etablering av flomvoller vil det bli behov for å fjerne noe kantvegetasjon. Det må i den forbindelse søkes om dispensasjon for å fjerne kantvegetasjon etter vannressursloven § 11.

Dersom flomvollene strekker seg ut i elva eller elvekanten vil det være behov for å kartlegge akvatisk naturmangfold og ta vannprøver. Det vil også bli behov for å søke om tillatelse til fysiske tiltak i vassdrag etter forskrift om fysiske tiltak i vassdrag § 1.

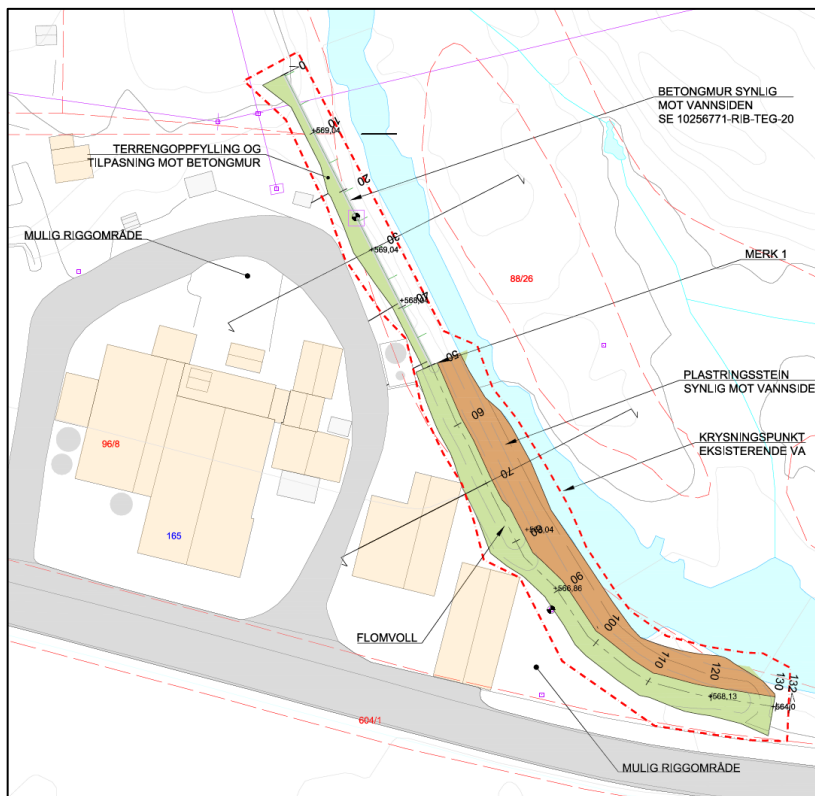
Det bør også tas en utsjekk av kulturminner med fylkeskommunen i henhold til undersøkelsesplikten § 9.

## **3.4 Beskrivelse av tiltak**

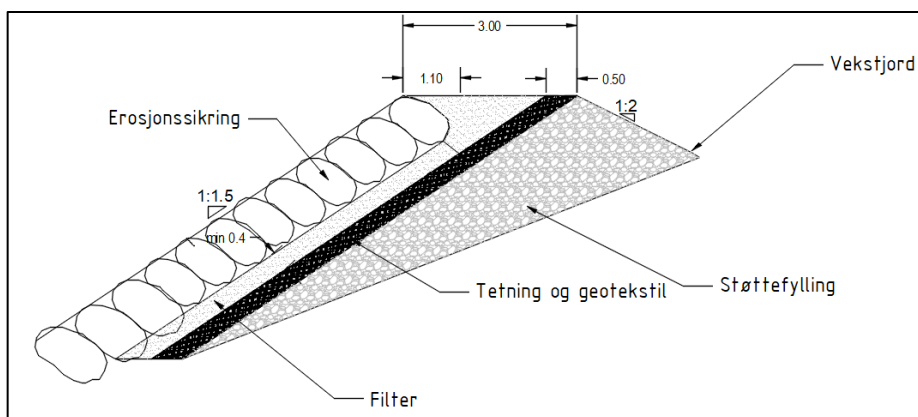
### **3.4.1 Bora Nord**

Flomsikringstiltak i nordre delen er en kombinert flommur i betong og en mer tradisjonell flomvoll i løsmasser. Flommuren bygges i nordligste ende (profil 0 – 50) der det ikke er plass til etablering av en flomvoll, og har en maksimal høyde ca. 1 m over eksisterende terreng. Murens nordligste ende tilpasses eksisterende terreng. Prinsippskisse av muren vises i Figur 3-12 og utførelse er beskrevet i RIB-TEG-20.

Etter profil 50 går flomsikring over til en flomvoll i terreng, vist i Figur 3-6 og Figur 3-7. Eksisterende erosjonssikring mot Bora repareres, og legges som damplastring. Utførelse er videre beskrevet i kapittel 3.6.1. Erosjonssikring skal ha maksimal skråningshelning 1:1,5, mens luft side av flomvollen og støttefylling skal ha maks. helning 1:2. Flomvollen er prosjektert med en kronebredde på 3 m.



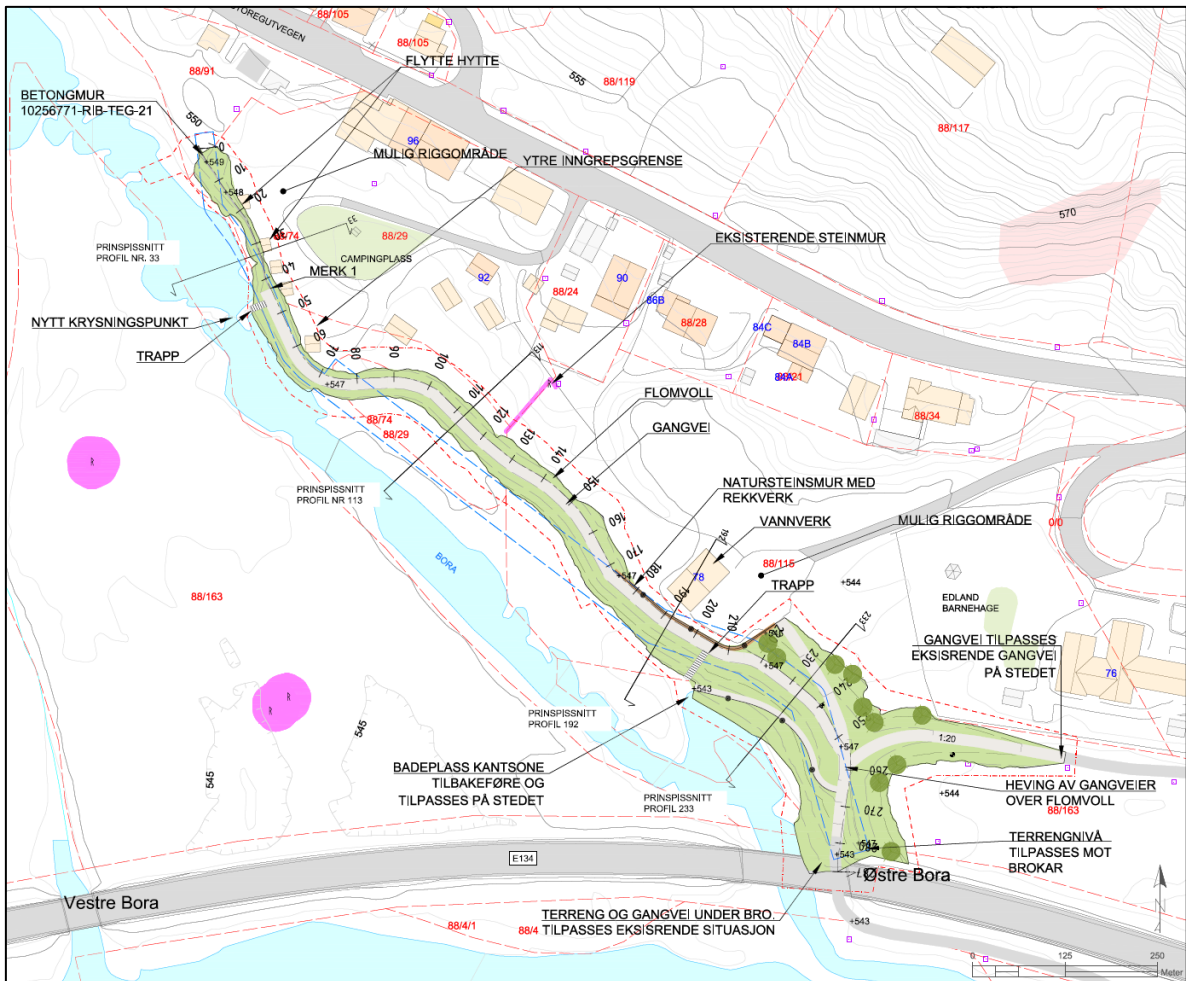
Figur 3-6: Plantering av flomsikringstiltak Bora Nord.



Figur 3-7: Prinsippskisse oppbygning av flomvoll og erosjonssikring Bora Nord.

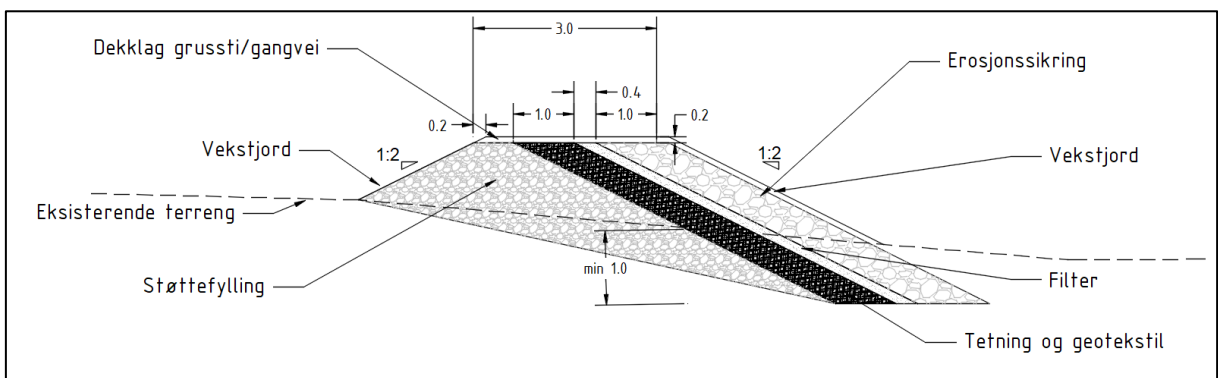
### 3.4.2 Bora Sør

Flomsikring forbi campinghyttene (profil 0 - 45) bygges som lav betong mur, likt som i den nordre delen. Muren avsluttes mot berg i nordre enden på flomsikker høyde og tilpasses.



Figur 3-8: Planlegging av flomsikringstiltak Bora Sør.

Ved profil 45 er det overgang til flomvoll i løsmasser. Vollen utformes med gang/sykkelvei på toppen og en kronebredde på 3 m. Maksimal skråningshelning på begge sider skal være 1:2. Vollens oppbygning er vist i Figur 3-9.



Figur 3-9: Prinsippskisse oppbygning av flomvoll Bora Sør.

Bak vannverket bygges luftsiden av flomvollen med tørrmur for å sørge for vedlikeholdssone rundt vannverket. Det skal etableres rekkverk eller flettverksgjerdet på toppen av muren (Figur 3-10). Gjerde og rekkverk bør lakeres i mørk grå (RAL kode 7010) slik at de blir mindre fremtredende og blander bedre inn i omgivelsene.



Figur 3-10: Lakkert gjerde montert på natursteinsmur og betong. Lignende rekkverk foreslås montert på tørrmuren ved vannverket.

Ramper over flomvollen fra parkering og ned til badeplass etableres med universell utforming.

## 3.5 Geoteknikk

### 3.5.1 Grunnundersøkelser

Det har ikke blitt utført grunnundersøkelser i området. Fra NGUs forenklet løsmassekart består området av tynt morenedekke, fluviale avsetninger og bartfjell. Observasjoner fra Multiconsult støtter kartleggingen fra NGU.

### 3.5.2 Viktige og kritiske momenter

Det er planlagt erosjonssikring av stein samt konstruksjon av lave betongmurer og flomvoller med morenetetning. Hovedmomenter for den geotekniske prosjekteringen i prosjektet omfatter:

- Fundamentering av tiltak
- Beregning av stabilsteinstørrelse og dimensjonering av filterlaget
- Stabilitet av støttemurer og voller opp til 2,3 meter

### 3.5.3 Regelverk

Gjeldende regelverk er lagt til grunn for prosjekteringen, og for geoteknisk prosjektering gjelder dermed:

- Eurokode 0 (NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016), Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
- Eurokode 1 (NS-EN 1991) Laster på konstruksjoner
- Eurokode 7-1 (NS-EN 1997-1:2004+A1:3013+NA:2016) Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler



## Prosjekteringsrapport

- Eurokode 8-1 (NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA-2014) Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger
- Eurokode 8-5 (NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA-2014) Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 5: Fundamenter, støttestruksjoner og geotekniske forhold
- TEK 17 §7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger
- TEK 17§10 Konstruksjonssikkerhet
- SAK 10 §14-2 Obligatoriske krav om uavhengig kontroll

I tillegg, i den grad de er relevante, benyttes følgende retningslinjer og veiledere:

- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging
- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V270 Tørrmuring med maskin
- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Veileder 4-2009: Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein
- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Sikringshåndboka Fase 2: Prosjektering av tiltak mot flom og erosjon

### 3.5.4 Geoteknisk kategori

Eurokode 7-1 (NS-EN 1997-1:2004+A1:3013+NA:2016) stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjektering». Det er ikke utført grunnundersøkelser i prosjektområdet.

Fundamentering, konstruksjon av tiltakene og jordarbeider anses som konvensjonelle metoder, uten unormal risiko.

Med overnevnt som grunnlag velges følgende krav til prosjektering:

- Fundamentering: Geoteknisk kategori 1
- Utgraving og sikring av byggegrop Geoteknisk kategori 1

### 3.5.5 Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/RC)

Eurokode 0 (NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016) definerer konstruksjonens plassering med hensyn til konsekvensklasse og pålitelighetsklasse (CC/RC). Konsekvensklasser er behandlet i standardens tillegg B (informativt), mens veiledende eksempler på klassifisering av byggverk i pålitelighetsklasser er vist i nasjonalt tillegg NA (informativt), tabell NA.A1 (901).

Eurokode 0, Tabell NA.A1(901) deler grunn- og fundamenteringsarbeider i to ulike alternativer:

- «ved enkle og oversiktlige grunnforhold»
- «i kompliserte tilfeller»

Når det legges til grunn at standardens intensjon er å knytte valg av pålitelighetsklasse til valgt geoteknisk kategori, velges derfor:

- Fundamentering: CC/RC = 1
- Utgraving av byggegrop CC/RC = 1

### 3.5.6 Kvalitetssystem

Eurokode 0 (NS-EN 1990:2002+1A1:2005+NA:2016) krever at ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal et kvalitetssystem være tilgjengelig, og dette systemet skal tilfredsstillende NS-EN Iso 9000-serien for konstruksjoner i pålitelighetsklasse 4. Multiconsults kvalitetssikringssystem tilfredsstiller sistnevnte krav, og kravet for kvalitetssystem er følgelig ivarettatt for alle pålitelighetsklasser.

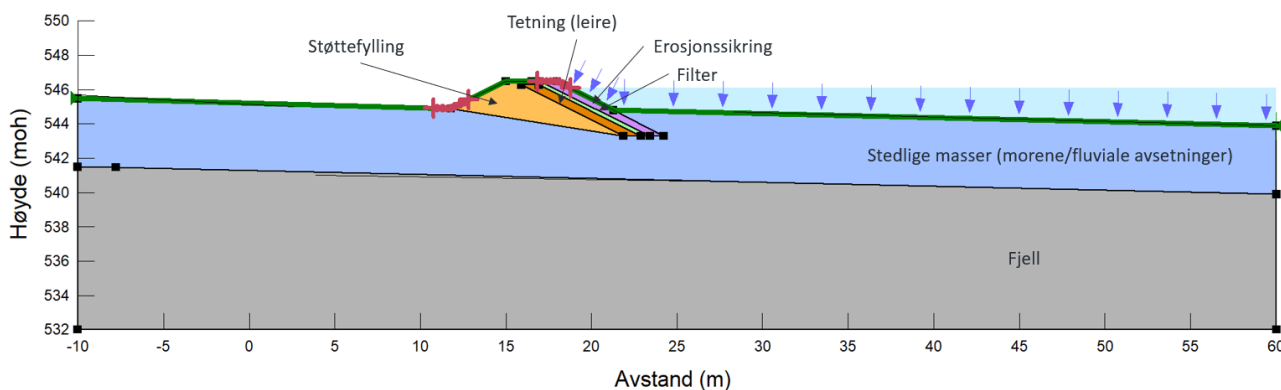
### 3.5.7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger

I henhold til TEK 17 §7-1 skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred).

Prosjektområde befinner seg i kartlagt aktsomhetsområde for snøskred. Konsekvenser av eventuelle skred i områder til byggverket vurderes som liten, sannsynlighet anses som svært liten etter at området er veldig flat og tiltaket er omringet av skogsområder.

### 3.5.8 Stabilitetsberegninger og lekkasjeberegninger

Det ble gjort stabilitets- og lekkasjeberegninger av flomvollen i programvarene Seep/W og Slope/W, en del av GeoStudio 2012. Uten tilgjengelige grunnundersøkelser er grunnforhold basert på erfaringstall for de forventet massetyperne (kartlagt i NGUs løsmassekart).



Figur 3-11: Geometri og lagdeling brukt i stabilitets- og lekkasjeberegning.

#### Lekkasjeberegning

Lekkasje gjennom flomvollen var beregnet i søndre del, der vollen er på sitt høyeste (ca. 2 m). Dybde til berg i prosjektområde er ukjent, og ble forutsatt som 4 m i modellen.

Tabell 3-2: Mettet permeabilitet av lagene i modellen.

Materiale	Mettet permeabilitet (k, m/s)
Erosjonssikring	0,05
Filter	0,001
Tetning (leire)	1e-8
Støttefylling	0,001
Stedlige masser	0,0001

Beregningen viser estimert lekkasjen gjennom vollen til å være ca.  $5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ , eller ca. 4000 l/døgn over vollens totale lengde.

### Stabilitetsberegning

Stabilitetsberegningene av flomvollen ble gjennomført iht. Eurokode 7, Geoteknisk prosjektering. Analysen er basert på grenselikevekts-betraktning («General Limit Equilibrium»). Et kritisk tverrsnitt der vollens høyde er størst ble modellert i to ulike tilfeller (Tabell 3-5). Geotekniske parametere brukt i modellen er presentert i Tabell 3-4, og geometrien er vist i Figur 3-11.

Materiale	Parameter	Verdi
Erosjonssikring	Vekt (kN/M3)	18
	Kohesjon (kPa)	0
	Friksjon (°)	42
Filter	Vekt (kN/M3)	19
	Kohesjon (kPa)	0
	Friksjon (°)	40
Tetning	Vekt (kN/M3)	19
	Kohesjon (kPa)	0
	Friksjon (°)	30
Støttefylling	Vekt (kN/M3)	19
	Kohesjon (kPa)	0
	Friksjon (°)	40
Stedlige masser	Vekt (kN/M3)	19
	Kohesjon (kPa)	0
	Friksjon (°)	40

Resultater fra stabilitetsberegning er oppsummert i Tabell 3-3.

Tabell 3-3: Resultater fra stabilitetsberegning av flomvollen.

Scenario	Vollside	Vannstand	Beregnet SF	Krav
Kritisksnitt - 1:2 skråningshelning	Luftside (flomvannstand)	546,1 moh	2,28	1,25
	Vannside (avtakende flom)	544,5 moh	1,72	1,25

### 3.5.9 Jordskjelv

Vollen prosjekteres i henhold til Eurokode 8 (NS-EN 1998:2004+NA:2014). Flomvollen bygges i en lav seismisk sone (definert basert på forventede grunn akselerasjon og grunnforhold) og Eurokode 8 krever i disse tilfellene ikke at bygg prosjekteres for jordskjelv.

## 3.6 Konstruksjon

### 3.6.1 Erosjonssikring og plastring

Dimensjonering av steinstørrelse til erosjonssikring av flomvollen ble gjort med Robinsons formel som beskrevet veileder 4/2009 (NVE, 2009). Beregningsresultater fra HEC-RAS-modellen med de

foreslåtte tiltakene utarbeidet av Asplan Viak (Asplan viak, 2022) ble benyttet som inngangsparametere i beregningene.

Beregningene gir stabile steinstørrelse ( $D_{50}$ ) for side- og bunnsikring. Disse er oppsummert for hvert relevant profil i Tabell 3-4. Erosjonssikringen bør være utført med stein som er vel sortert og likt i størrelse (en  $D_{min}$  og  $D_{max}$  verdiene er inkludert for å hjelpe med gradering).

Tabell 3-4: Stabil steinstørrelse beregnet for de to parsellene.

Lokalisering	Stabil steinstørrelse ( $D_{50}$ ) (mm)	$D_{min}$ (mm)	$D_{max}$ (mm)
Bora Nord	1100	850	1200
Bora Sør	450	200	550

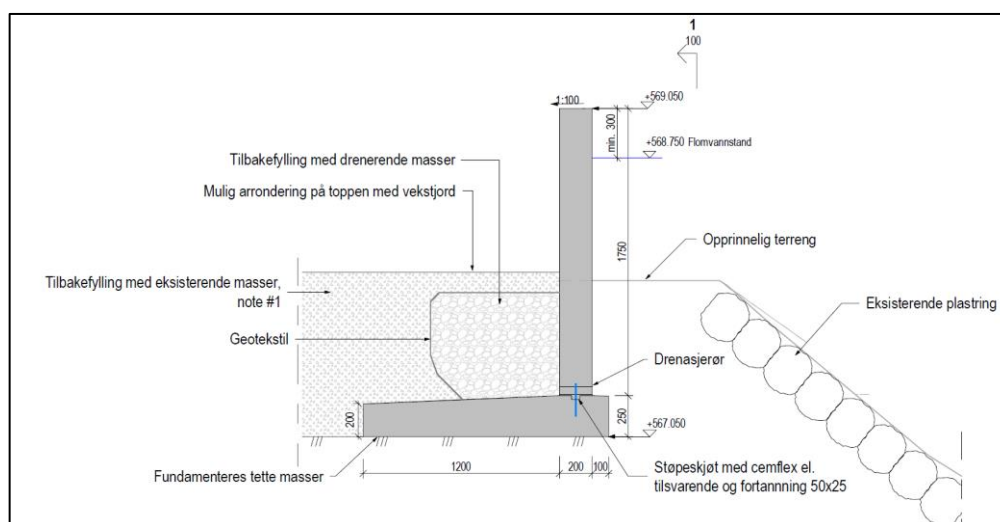
Erosjonssikringen bygges opp som en plastret erosjonssikring av kubiske stein i den nordre delen, og som en ordnet steinfylling mellom i den sørlige. Før utlegging av erosjonssikring må eksisterende sikringen fjernes. Stein fra eksisterende sikringen gjenbrukes dersom de oppfyller kravene til minste steinstørrelse og form. Bak steinene legges det ut et minimum 40 cm filterlag ( $20 < d < 120$ ).

### 3.6.2 Tetning av flomvoll

Tetningslaget skal bestå av morene eller leirmasser ( $d_{10} < 0,075\text{mm}$ ) pakket inn i geotekstil min. bruksklasse 4. Dersom morene masser benyttes må større steinblokk fjernes fra massene.

#### Betongmur

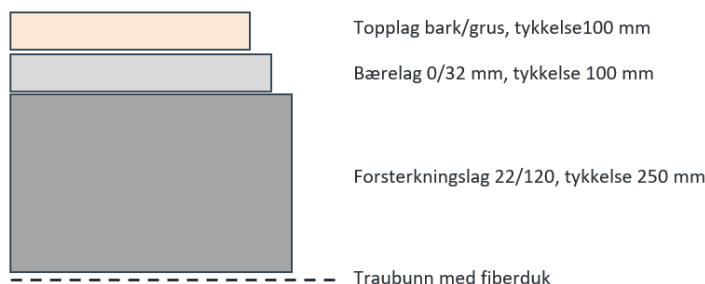
For de smaleste partiene hvor det ikke er mulig å etablere mer tradisjonelle flomvoller planlegges det sikring med betongmurer. Betongmurene må fundamenteres med et støpt fundament/en labb som legges på en gruspute. Dersom det oppdages fjell, skal RIB informeres for endring av løsning på fundamentering. Synlige hjørner må avfases og valg av forskalingsoverflate, gjerne bord forskaling, må avtales med byggherre. Veggene skal støpes i seksjoner på maksimalt 10 meter. Mellom hver seksjon skal det være bevegelsesfuge. Veggene skal bygges med vanntett betong uten åpenbare huller. Tilbakefylling rundt betongveggen utføres med drenerende masser, geotekstil og eksisterende masser. Muligheter for arrondering på toppen med vekstjord.



Figur 3-12: Prinsippskisse utforming av betongmurer, fra tegning RIB-TEG-20.

### 3.6.3 Gang/sykkelvei

Forbi vannverket legges det til rette for etabler av en ny gang/sykkelvei på toppen av flomvollen. Veien forutsettes 2 m bredd og lagt med grusdekke. Flomvollens totalbredde er 3 m. Gangveiens overbygning er vist i Figur 3-13. Gangveien kobles opp mot eksisterende gangvei ved Barnehage/lysløpya under E134 og avsluttes der flomvollen går over til betongmur i nordlig ende av Bora Sør.



Figur 3-13: Forslag til overbygning gang- og sykkelvei

## 4 Gjennomføring/Utførelse

### 4.1 Tiltaksklasse

Tiltaket er søknadspliktig og vurdert til å være i følgende tiltaksklasser:

- Geoteknikk: Tiltaksklasse 1
- Grunnarbeider og landskapsutforming: Tiltaksklasse 1

Det må i tillegg søkes tillatelse for fysiske tiltak i vassdrag før arbeidet kan settes i gang.

### 4.2 SHA

Det anbefales at det avholdes et møte mellom prosjekterende og byggherren for å vurdere farer/risikoforhold relatert til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA) i bygge- og anleggsfasen.

## 5 Forvaltning, drift og vedlikehold (FDV)

Generelt må det utarbeides FDVU dokumentasjon for alle arbeider. I henhold til beskrivelsen skal det gjennomføres innmålinger. Fundamentering av flomsikringstiltak skal dokumenteres med innmålinger. Etter utført anlegg må Bora måles inn. Innmålingen gjennomføres med profilering med intervall tilstrekkelig for å beskrive elveløpets utforming eller minimum hver 15m. For øvrig skal det samles sammen datablader for alle arbeider. Alle endringer på tegninger skal markeres med rød tusj og tegninger merkes med «som bygget». Arbeider med elektro og VA må følge kommunale normer og normal praksis.

Det vises videre til NVEs digitale sikringshåndbok og følgende moduler:

- Fase 4: Forvaltning drift og vedlikehold (FDV)
- F4.200: Erosjonssikring med stein
- F4.301: Flomvoll

- F4.302: Flommur

Kommunen må også regne med å følge opp tiltaket etter forskrift om kommunalt tilsyn med flomanlegg mv. Dette kan gjennomføres som beskrevet i faktaark 2/2004 *Tilsyn med sikringsanlegg mot flaum, erosjon og skred i vassdrag*.

## 6 Referanser

Artsdatabanken.no. (2024). Hentet fra <https://www.artsdatabanken.no/nin/LA/TI/I/D/32>.

Asplan Viak. (2022). *Notat Hensynssone flomvoll Bora, Vinje*.

Asplan Viak. (2022). *Notat Hydraulisk beregning Bora. 636478-01*.

kommunekart.no. (2024). Hentet fra <https://kommunekart.com/>

Norconsult. (2021). *Flomvurdering av Kjela- og Boravassdraget. 52105641 D01*.

NVE. (2009). *Veileder nr 4/2009. Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.