



**Miljøpakken**

– bedre by

# Detaljregulering Bjørndalen fra Søbstadvegen til Okstadøy

Fagrapport tekniske fag



Veg, trafiksikkerhet, landskap, overvann, elektro, konstruksjon, hydrologi og hydrogeologi

Trondheim, 04.09.2024



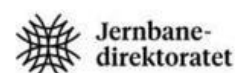
TRONDHEIM KOMMUNE



Trøndelag  
fylkeskommune



Statens vegvesen



Jernbane-  
direktoratet



## SAMMENDRAG

Trøndelag fylkeskommune ønsker å detaljregulere en hovedsykkelveg langs fv. 6682 fra Heimdal til Okstadøy. Strekningen som reguleres er del av sykkelruta «Heimdalsruta». Målet er å etablere et sammenhengende sykkelnett i Trondheim kommune.

Løsningen som detaljreguleres er sykkelveg med fortau, med bredder 4 meter sykkelveg og 2 meter fortau. Anlegget planlegges i samme trasé som dagens gang- og sykkelveg. Løsningen vil øke trafikksikkerheten og fremkommeligheten for gående og syklende på strekningen, samt gjøre det mer attraktivt å gå og sykle. De busslommene som blir berørt av tiltaket, er foreslått reetablert etter dagens standard.

Bjørndalen er preget av mange kvikkleirefaresoner på begge sider av dalen. For å ivareta områdestabilitet, er dalbunnen foreslått hevet på deler av strekningen. Det betyr at sykkelveg med fortau, fylkesveg og sideterrenget er lagt på et høyere nivå enn i dag. Nivået på hevingen er opptil ca. 3 meter på det meste. I tillegg er Heimdalsbekken foreslått løftet tilsvarende, over nesten samme utstrekning. Dagens lukking av Heimdalsbekken under Bjørndalsbrua foreslås åpnet, en lengde på ca. 100 meter. Ellers på strekningen holdes Heimdalsbekken åpen i de samme områdene som i dag. Som følge av heving av Heimdalsbekken, og etablering av mur langs bekken, må bekkebunnen erosjonssikres. Noen steder håndteres utvidelse til en bredere sykkelveg med fortau med mur mot sideterrenget.

Med tiltakene som legges til grunn i reguleringsplanen, vurderes tiltaket som gjennomførbart. Prosjektet vil være et bidrag for å oppnå:

- Miljøpakkens forpliktelse om at veksten i persontransporten skal skje med kollektiv, sykling og gange
- Trondheim kommunes mål om at personbiltrafikken skal reduseres med 20 prosent frem mot 2025



# INNHOOLD

<b>Sammendrag .....</b>	<b>2</b>
<b>1 Innledning .....</b>	<b>5</b>
1.1 Bakgrunn for planarbeidet .....	5
1.2 Mål for prosjektet og planarbeidet .....	5
1.3 Planområdet .....	5
1.4 Plangrense .....	6
<b>2 Eksisterende situasjon .....</b>	<b>7</b>
2.1 Veg .....	7
2.1.1 Gang- og sykkelveg .....	7
2.1.2 Fylkesveg .....	8
2.1.3 Bussholdeplasser .....	9
2.2 Trafikk .....	9
2.2.1 Trafikk gang- og sykkelveg .....	9
2.2.2 Trafikk fylkesveg .....	10
2.3 Ulykkessituasjon .....	10
2.4 Landskap .....	11
2.5 Overvann .....	12
2.6 Elektro .....	12
2.7 Fjernvarme .....	12
2.8 Konstruksjon .....	13
2.9 Hydrologi .....	14
2.9.1 Beregning av dimensjonerende flom .....	14
2.9.2 Beregning av 100-årsflomvannstand ved dagens situasjon .....	17
2.9.3 Flomsituasjon ved 100-årsflom .....	19
2.10 Hydrogeologi .....	21
2.10.1 Grunnforhold .....	21
2.10.2 Strømningsforhold .....	21
<b>3 Tekniske forutsetninger .....</b>	<b>22</b>
3.1 Veg .....	22
3.1.1 Gang- og sykkelveg .....	22
3.1.2 Fylkesveg .....	23
3.2 Overvann .....	24
3.3 Elektro .....	25
3.4 Konstruksjon .....	25
3.4.1 Standarder, håndbøker og teknisk regelverk .....	25
3.4.2 Pålitelighetsklasse og bestandighet .....	25
3.4.3 Krav til materialer og utførelse .....	26
3.5 Hydrologi og flom .....	26
3.5.1 Returperiode for flom .....	26
3.5.2 Bekketverrsnitt ved heving av Heimdalsbekken .....	26
3.6 Anleggsgjennomføring .....	27
<b>4 Planlagte løsninger .....</b>	<b>28</b>
4.1 Sykkelveg med fortau og fylkesveg .....	28
4.1.1 Krysset med Søbstadvegen – jernbanebrua på Heimdal .....	28
4.1.2 Kryssing av jernbanebrua på Heimdal .....	29
4.1.3 Jernbanebrua på Heimdal – John Aaes veg .....	29
4.1.4 John Aaes veg – Okstadøy .....	30
4.2 Trafikk .....	32
4.2.1 Trafikkmengde sykkelveg .....	32
4.2.2 Trafikkmengde fylkesveg .....	33
4.3 Trafikksikkerhet, opplevd trygghet og fremkommelighet .....	33



4.3.1	Normalprofil .....	33
4.3.2	Skoleveg.....	33
4.3.3	Kryss.....	33
4.3.4	Bussholdeplasser .....	33
4.3.5	Gangfelt.....	34
4.4	Landskap .....	34
4.4.1	Mål for utformingen.....	34
4.4.2	Terrengforming- og vegeteringsprinsipper.....	35
4.4.3	Marksikring .....	39
4.4.4	Universell utforming .....	39
4.4.5	Murer .....	40
4.4.6	Støyskjerming .....	40
4.4.7	Massehåndtering.....	41
4.5	Overvann .....	41
4.6	Elektro.....	42
4.7	Fjernvarme .....	42
4.8	Konstruksjon .....	43
4.9	Hydrologi .....	45
4.9.1	Beregning av flomvannstand .....	45
4.9.2	Flomsituasjon ved dimensjonerende flom.....	46
4.9.3	Vurdering av kvalitet og usikkerhet .....	48
4.9.4	Nødvendige kulvert/brudimensjoner .....	49
4.9.5	Erosjonssikring av Heimdalsbekken .....	51
4.10	Hydrogeologi .....	52
4.11	Anleggsgjennomføring .....	53
4.11.1	Trafikkavvikling .....	53
4.11.2	Massehåndtering.....	54
4.11.3	Spesielle hensyn til Heimdalsbekken.....	55
4.11.4	Støy .....	56
4.11.5	Fossilfri drift .....	56
<b>5</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>57</b>



# 1 INNLEDNING

## 1.1 Bakgrunn for planarbeidet

Trøndelag fylkeskommune har igangsatt en detaljregulering av hovedsykkelveg langs fv. 6682 Heimdal – Selsbakk. Strekingen er en del av sykkelruta «Heimdalsruta». Denne rapporten omhandler delstrekingen Heimdal sentrum – Okstadøy.

Fylkestinget vedtok i sak 76/20: Høring Miljøpakkens handlingsprogram 2021-24, behandlet den 17/6- 2020, følgende om økt sykkelsatsing i Trondheim:

*Fylkestinget vil ha høye mål for sykkel og ambisjon om at Trondheim skal være landets beste sykkelby med både:*

1. *Helhetlig sykkelvegnett*
2. *Trygg skolevei*
3. *Trygge nærmiljø*
4. *Sikker sykkelparkering*

*Sykkelandelen skal opp på 14 %, og vi skal bygge minst 35 km og planlegge minst 50 km veg som er særlig tilrettelagt for sykkel i perioden. Det forutsetter god planlegging og effektiv gjennomføring.*

Heimdalsruta er en prioritert hovedsykkelrute innenfor disse rammene.

Parallelt med arbeidet med ny sykkelveg med fortau, inkluderer reguleringsplanarbeidet ny avløpsledning på deler av strekingen. Dette arbeidet utføres i samarbeid med Trondheim kommune.

## 1.2 Mål for prosjektet og planarbeidet

Hovedformålet med planarbeidet er å forbedre denne strekingen av «Heimdalsruta» som en del av et sammenhengende hovednett for sykkel i Trondheim kommune. Prosjektet skal bidra til å gjøre det mer attraktivt og trafiksikkert å sykle, og at Bjørndalen skal bli et mer attraktivt område for myke trafikanter. Strekingen starter like sør for krysset mellom Søbstadvegen og Bjørndalen, går langs Bjørndalen, og avsluttes ved Okstadøy.

Planarbeidet skal bidra til å sikre fremkommelighet, trafiksikkerhet og opplevd trygghet hos trafikanter, med forbedring av dagens situasjon både for strekingen og gjennom kryss. På grunn av stigning og til dels høy hastighet er det et viktig tiltak å skille gående og syklende på strekingen, og det planlegges sykkelveg med fortau. Strekingen er ca. 2,5 km lang, og planlegges oppgradert fra gang- og sykkelveg til sykkelveg med fortau.

Reguleringsplanen vil være grunnlag for grunnverv til gjennomføring av tiltak i planen.

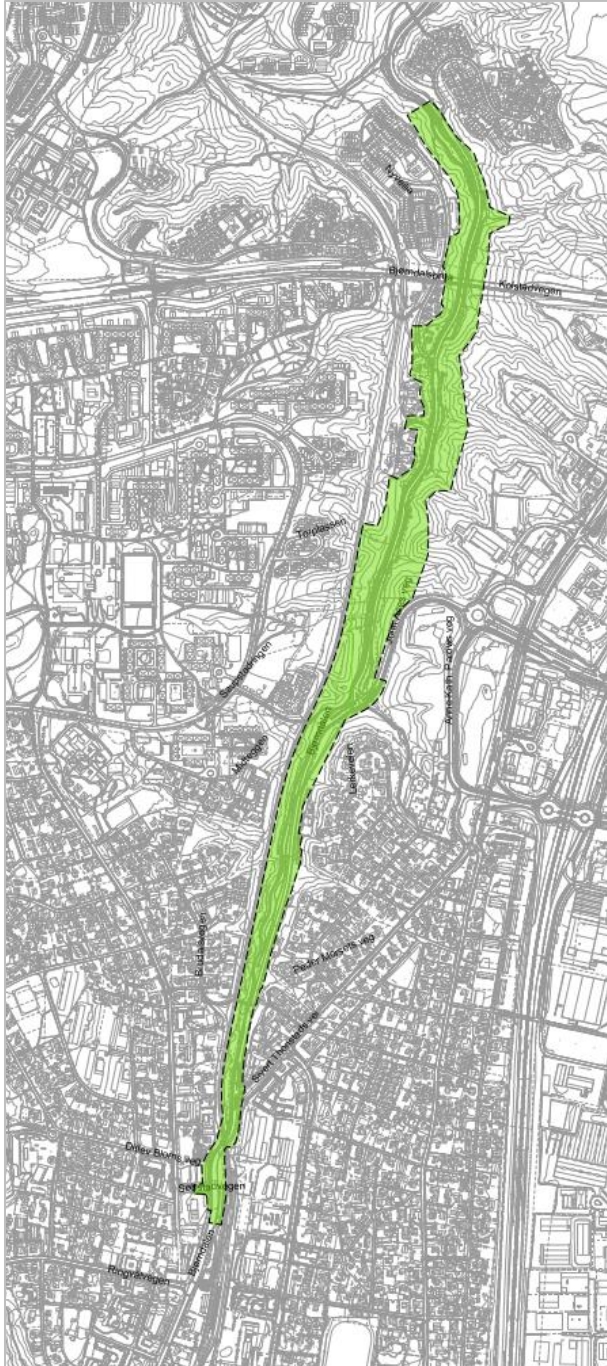
## 1.3 Planområdet

Fra sentrumsarealene på Heimdal er Bjørndalen et større sammenhengende grøntområde med fylkesveg 6682 (Bjørndalen) og gang- og sykkelveg i dalbunnen. Bjørndalen er et delvis bratt og smalt dalføre, med enkelte partier med større bredde. Området preges av større sammenhengende grøntområder hvor høye grantrær dominerer landskapsbildet. Heimdalsbekken følger vegtraseen nedover dalen, både i rør og som åpent bekkedrag, før den renner ut i Leirelva.

Det er noe spredt bebyggelse langs dalen, og flere boligfelt med avkjøring fra Bjørndalen. Bolig- og næringsbebyggelse ligger tettest på traséen ved Heimdal og Nyveilia. Det drives både jordbruk og skogbruk langs deler av strekingen. På platåene rundt Bjørndalen er det tett boligbebyggelse, handels- og service-områder, og E6 går på østsiden. Dovrebanen går langs vestsiden av Bjørndalen i sørlig del av planområdet.

## 1.4 Plangrense

Nedenfor vises kart med planavgrensning for reguleringsplanen.



Figur 1-1: Reguleringsplangrensen er vist med stiplet strek.

Reguleringsplangrensen omfatter hele kjørebanebredden i Bjørndalen pluss nødvendig areal til anleggsperioden. Planavgrensningen i sør inkluderer nok areal til å løse krysset med Søbstadvegen på en bedre måte for myke trafikanter. Alle steder hvor det går gangveger og stier opp i boligområdene (gjelder begge sider av veien) er det inkludert ekstra areal. Dette er gjort for å ivareta eventuelle terrengjusteringer, siktutbedringer og liknende for bedre trafiksikkerhet og gangvennlighet, samt areal som kreves i anleggsperioden.

## 2 EKSISTERENDE SITUASJON

### 2.1 Veg

#### 2.1.1 Gang- og sykkelveg

Tilbudet til gående og syklende langs fv. 6682 Bjørndalen er i dag gang- og sykkelveg med bredde 3 meter, og blander gående og sykle på samme flate. Gang- og sykkelvegen ble bygget på slutten av 1990-tallet og begynnelsen av 2000-tallet. Stedvis bærer gang- og sykkelvegen preg av dette, med bl.a. dårlig dekke og dårlige rekkverkløsninger. Det har den senere tid vært gjennomført oppgradering av rekkverket på deler av strekningen.

Gang- og sykkelvegen følger Bjørndalen på hele strekningen, og ligger i slakt fall retning nord. Strekningen er ca. 2,44 km lang, med en høydeforskjell på ca. 70 meter. Stigning på gang- og sykkelvegen er opptil ca. 4 %, men med partier som er slakere. Like nord for Heimdal kommer Heimdalsbekken frem, og følger dalen nordover. Bekken ligger stedvis åpen, stedvis lukket i kulvert. I sør er dalen på sitt bredeste og dalsidene på sitt laveste. Videre nordover blir dalen smalere og dypere. Stedvis er dalen så trang at det ikke er grøft på utsiden av gang- og sykkelvegen, men etablert kantstein. Noen steder er det i tillegg brukt mur for å ta opp høydeforskjellen mellom gang- og sykkelveg og terrenget.

Trafikk skillet mellom gang- og sykkelveg og fylkesveg er i hovedsak rabatt med bredde ca. 1 – 1,5 meter, stedvis med rekkverk. Tilgjengelig snøopplag fra fylkesvegen er derfor begrenset på disse strekningene. På flere delstrekninger er Heimdalsbekken lagt åpen mellom gang- og sykkelvegen og fylkesvegen.

Horisontalgeometrien på dagens gang- og sykkelveg er i all hovedsak slak, og innenfor krav i gjeldende håndbok N100 [1], som er  $R = 40$  meter. Ved krysset mellom Bjørndalen og John Aaes veg, samt litt sør for Okstadøy, er horisontalkurvaturen under kravet, ca. 25 meter.

Gang- og sykkelvegen krysser to veger og én avkjørsel på strekningen. Alle kryssingene skjer med avstand ca. 1-1,5 meter fra gjennomgående veg. Sikten i krysset med Søbstadvegen er tilfredsstillende. Sikt i de to andre kryssingene er noe under gjeldende krav, delvis på grunn av vegetasjon.

- Kryss med Søbstadvegen, signalregulert
- Kryss med Nyveilia
- Avkjørsel Bjørndalen 63-83



Figur 2-1: Gang- og sykkelvegens kryssing av Søbstadvegen. Kilde: Google.com.



Figur 2-2: Gang- og sykkelvegens kryssing av Nyveilia.



Figur 2-3: Gang- og sykkelvegens kryssing av avkjørsel til Bjørndalen 63-83.

Gang- og sykkelvegen er flere steder knyttet til sideområdene via gang- og sykkelveger, snarveger og gangfelt over fylkesvegen:

- Sivert Thonstads vei: to gangfelt krysser Bjørndalen til områdene øst for fylkesvegen
- Bussholdeplass Kvenild (ca. 190 meter nord for krysset med Sivert Thonstads vei): gangfelt over Bjørndalen, tilknytninger til boligområdene på begge sider av Bjørndalen
- Bjørndalen 80 og 82: gangbru over Heimdalsbekken som knytter boligene til gang- og sykkelvegen
- John Aaes veg: gangfelt over Bjørndalen, tilknytning til bussholdeplass Rosten og til boligområdene på begge sider av Bjørndalen
- Okstadøy: gangfelt over Bjørndalen til Okstadøy, snarveg til Nyveilia

I 2021 ble det påbegynt bygging av gang- og sykkelbru over Bjørndalen like nord for krysset med John Aaes veg. Brua vil knytte sammen Saupstad og Tiller. I forbindelse med arbeidene er fylkesveg 6682 Bjørndalen, gang- og sykkelveg og tilliggende terreng hevet. Prosjektet er ventet ferdigstilt sommeren 2024.



Figur 2-4: Fylkesveg 6682 Bjørndalen, gang- og sykkelveg og sideterreng er hevet i forbindelse med bygging av gang- og sykkelbru over dalen.

Sør for Søbstadvegen er det nylig bygget sykkelveg med fortau med bredde 5 meter. Nord for parsellen er tilbudet gang- og sykkelveg med bredde 3 meter.

### 2.1.2 Fylkesveg

Fylkesveg 6682 Bjørndalen ligger parallelt med gang- og sykkelvegen, og følger dalens forløp. Horisontalkurvaturen er relativt slak sør for krysset med John Aaes veg, og krappere nord for krysset, med radier ned mot  $R = 100$  meter. Vertikalkurvaturen er slak.

Vegen har varierende bredde, med registrert kjørefeltbredde 3 – 3,5 meter. Registrert skulderbredde er ca. 0,35 meter.

Fartsgrensen er i all hovedsak 60 km/t, men med lavere fartsgrense i forbindelse med noen av kryssene på strekningen:

- Krysset med Søbstadvegen: 40 km/t
- Krysset med Sivert Tonstads vei: 50 km/t
- Krysset med John Aaes veg: 50 km/t

Det er fire kryss på strekningen:

- Søbstadvegen, signalregulert
- Sivert Tonstads vei, signalregulert og kanalisert
- John Aaes veg, kanalisert
- Nyveilia

I tillegg er det flere avkjørsler, der tilknytningen til Bjørndalen 63-83 er den største.



### 2.1.3 Bussholdeplasser

Det er flere bussholdeplasser på strekningen:

- Kvenild
- Rosten
- Kolstaddalen
- Okstadøy

Holdeplassene er utformet som busslommer, men ikke etter gjeldende krav. Ingen av holdeplassene har plattform eller leskur. Ventende passasjerer må derfor stå i gang- og sykkelvegen, og avstigende passasjerer går rett ut i gang- og sykkelvegen.

I dag betjenes holdeplassene kun av nattbuss natt til lørdag og natt til søndag.

## 2.2 Trafikk

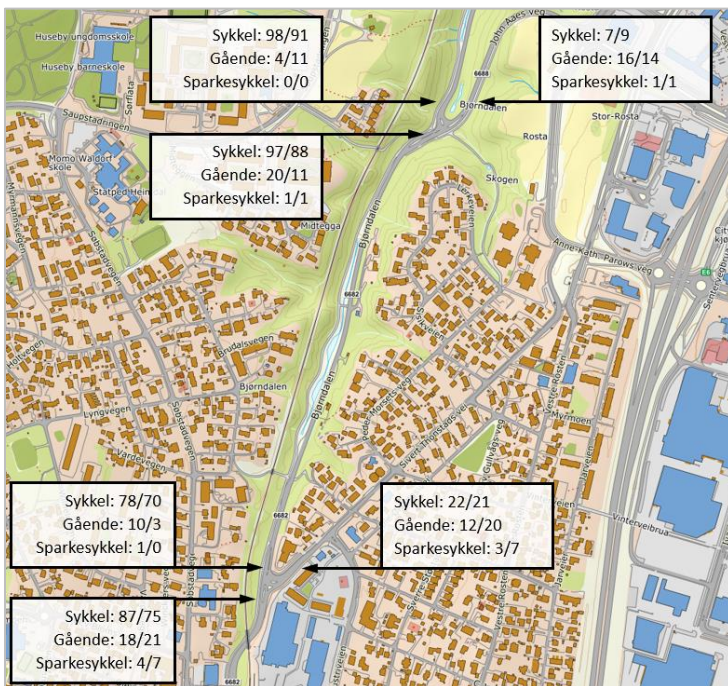
### 2.2.1 Trafikk gang- og sykkelveg

Det er gjennomført tellinger av gående, syklende og brukere av sparkesykkel på gang- og sykkelvegen langs Bjørndalen. Tellingene ble gjennomført 17. april 2024 i kryssene med Sivert Thonstads veg og John Aaes veg.

Nord for krysset med John Aaes veg, der sykkeltrafikken var størst, var det ca. 100 syklende i maksimaltiden i morgenrushet i tidsrommet 07-08. Justert for sesongvariasjon kan det antas at antall syklende i maksimaltiden i et normaldøgn i juni er ca. 150. Trafikktellingene viser en retningsfordeling på ca. 1/4 – 1/6. Jevnest fordeling er det nord for John Aaes veg på morgenen.

Antall gående var høyest sør for krysset med Sivert Thonstads vei, med 20 gående i maksimaltiden i ettermiddagsrushet. Det er usikkert hvordan sesongvariasjonene påvirker antall gående i området.

Tellingene ble gjennomført i rushtrafikken morgen og ettermiddag over én dag. Dette gjør at vurderingene som baserer seg på dette tallmaterialet er svært usikre, og er påvirket av blant annet været på telledagen (lettskyet og like over 0°C på morgenen, sludd og vind på ettermiddagen).



Figur 2-5: Oversikt over antall syklende, gående og på sparkesykkel i maksimaltimene i morgenrushet/ettermiddagsrushet. Telling bel gjennomført 17. april.



### **2.2.2 Trafikk fylkesveg**

Trafikkmengden (ÅDT) på fv. 6682 er ca. 11 000 – 11 500 sør for krysset med John Aaes veg. Nord for krysset er trafikkmengden ca. 2 500. Andelen lange kjøretøy er ca. 4 – 5 %.

### **2.3 Ulykkesituasjon**

For perioden 2014-2023 er det 10 politiregistrerte trafikkulykker på strekningen.

Det er registrert 1 trafikkulykke på gang- og sykkelvegen, der to syklende i samme kjøreretning har støtt sammen. Ulykken skjedde ved jernbanebrua ved Heimdal.

Det er registrert 9 trafikkulykker på fylkesvegen. I fire av trafikkulykkene er myke trafikanter involvert. Tre av disse ulykkene skjedde i krysset med John Aaes veg, og alle skjedde på høsten. To av disse ulykkene skjedde på ettermiddagstid, etter mørkets frembrudd. Én av trafikkulykkene med myk trafikanter skjedde da fotgjenger krysset vegen utenfor gangfelt ved Kvenild buss-holdeplass. Én trafikkulykke innebar utforkjøring med MC. De øvrige fire trafikkulykkene skjedde mellom biler, og alle disse skjedde i forbindelse med kryss.

Det kan antas at ca. 10-12 % av sykkelulykkene registreres i ulykkesregisteret. Det kan altså forventes at det er store mørketall, spesielt for singelulykker. Det er ikke kjent hvor stort omfanget av nestenulykker er.

Sikten til eksisterende gangfelt er innenfor gjeldende krav. Belysningen ifm. gangfeltene tilfredsstillende ikke krav til intensivbelysning eller forsterket belysning.

## 2.4 Landskap

Bjørndalen er en relativt intakt ravinedal, som er en rødlistet naturtype. Bekken Heimdalsbekken strekker seg gjennom Bjørndalen fra Heimdal og løper ut i Leirelva i Forsøkslia. Bekken har tilsig fra flere mindre bekker nedover dalen, blant annet fra Saupstad og Flatåsen. Langs dalbunnen ligger også fylkesvegen side om side med elv og gang- og sykkelveg, og jernbane følger på vestsiden. Dalskråningene er i hovedsak preget av skogsvegetasjon. Det er boligområder på kanten av dalen på flere strekninger, og stedvis avkjørsler og snarveger til disse boligområdene.



Figur 2-6: Bekkeløp med åpne vannspeil og hvileplass ved Heimdal.



Figur 2-7: Avkjørsel til boligområde i vest.



Figur 2-8: Karakteristisk tverrsnitt i Bjørndalen. Separert gang- og sykkelveg og fylkesveg ved Okstadøy.

## 2.5 Overvann

Langs Bjørndalen ligger Heimdalsbekken, og denne ligger delvis som åpen bekk og delvis i kulvertrør langs vegen. Kulverten krysser under vegen flere steder. Eksisterende overvannssystem for både kommunale og private ledninger, går med utløp til bekken/kulverten i dag. Det er større boligfelt fra både vest og øst med kommunalt ledningsanlegg som går med utløp i bekken. Boligfeltene ligger som regel på et høyere terreng langs Bjørndalen.

Det er også flere stikkrenner langs eksisterende veg med utløp ut i elven, samt mindre bekker fra sideområdene. Alle eksisterende bekker og stikkrenner med utløp i bekken må ivaretas i forbindelse med heving av ny gang- og sykkelvei og bekk.

## 2.6 Elektro

Gatelysanlegget er av både nyere og eldre dato, med mastehøyde fra 5-8 m. Ny sykkelveg med fortau kommer i konflikt med flere eksisterende gatelys.

Det er hentet inn kabelkart fra Tensio, som viser eksisterende høyspent- og lavspentkabler. Det er ikke mange steder ny sykkelveg med fortau kommer i konflikt med eksisterende kabler, se tegning I101 og I102.

Det er også hentet inn kabelkart fra fiberaktører, som viser eksisterende kobber- og fiberkabler. Det er noen steder ny sykkelveg med fortau kommer i konflikt med eksisterende teletrase, se tegning I101 og I102.

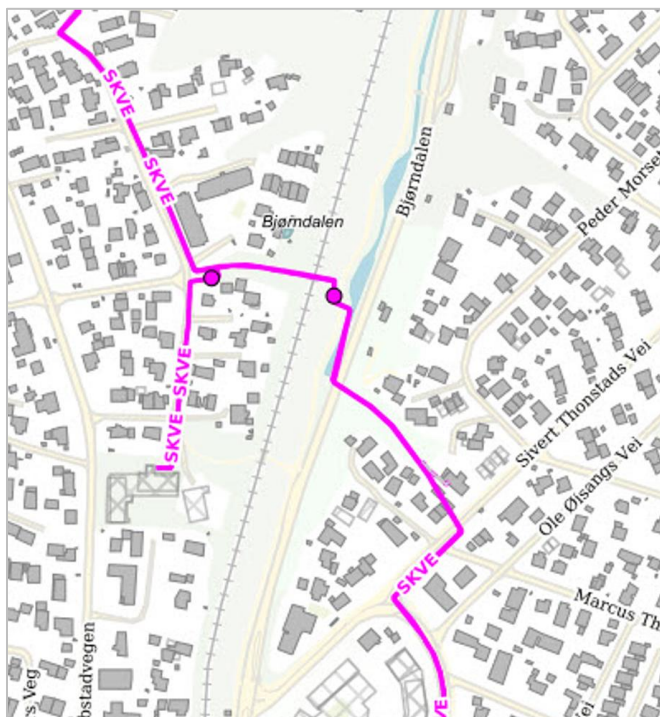
Ny gang- og sykkelveg kommer i konflikt med deler av eksisterende signalanlegg i krysset Søbstadvegen. I krysset Sivert Thonstads vei kommer ny gang- og sykkelveg i konflikt med signalskap og kabelskap.

Dagens belysning av gangfeltene er ikke i henhold til kravet for intensivbelysning eller forsterket belysning.

Dybden på kablene er ikke kartlagt, eventuell skader på strømkabler og fiberkabler er kritiske.

## 2.7 Fjernvarme

I Bjørndalen, nord for vegkrysset med Sivert Thonstads Vei, krysser det en eksisterende trase for fjernvarme og fjernkjøling over vegen. Se figuren nedenfor. Traseen består av hovedledninger med dimensjoner DN 500 mm og med en utvendig isolasjonskappe som gir en dimensjon på Ø710 mm.



Figur 2-9: Eksisterende fjernvarme og fjernkjøling ved Bjørndalen.

Traseen krysser i dag under eksisterende bekk og med dette antas det at traseen ligger med en dybde på minimum 1 meter under terreng. Det er ikke registrert høydedata på ledningen.

## 2.8 Konstruksjon

Sør for vegkrysset Bjørndalen – John Aes veg ligger det en eksisterende trebru for gående og syklende over Heimdalsbekken. Dagens bru er av trevirke med et tredekke og rekkverk i tre, med avstivende stålkryss. Brua har en foringsbredde på omtrent 3 meter og en lengde på 9 meter. Brua er fundamentert på betongfundamenter, direkte på løsmasser.



Figur 2-10: Eksisterende gang- og sykkelbru over Heimdalsbekken

## 2.9 Hydrologi

Ved siden av eksisterende gang- og sykkelveg renner Heimdalsbekken. For å kartlegge eksisterende flomsituasjon er det sett på dimensjonerende flom for strekningen, iht. krav i TEK17 og Statens Vegvesens håndbok N200 [2] [3].

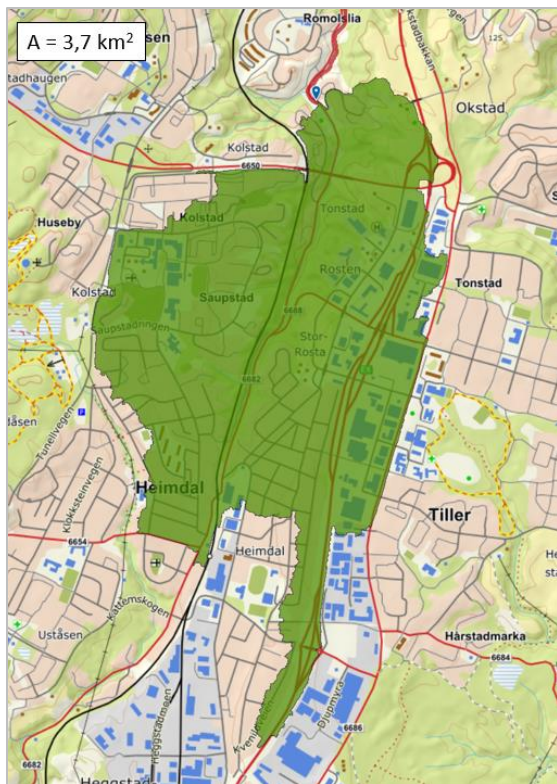
### 2.9.1 Beregning av dimensjonerende flom

Norconsult gjorde i 2022 en flomvurdering av Forsøkslia 7 [4], og i den forbindelse ble det beregnet 200-årsflom inkludert 20 % klimapåslag for Heimdalsbekken ved Forsøkslia (1,2 km nedstrøms Okstadøy), se tabell 2-3. I flomberegningen fra 2022 ble det brukt nasjonalt formelverk for små nedbørfelt for å bestemme flomverdi. 100-årsflom for Heimdalsbekken blir beregnet ut fra dette.

Heimdalsbekken renner nordover fra Heimdal sentrum, og har ved start av strekning et feltareal på 0,8 km<sup>2</sup>. Det kommer inn flere sidetilsig underveis på strekningen. Ved Okstadøy har Heimdalsbekken et feltareal på 3,7 km<sup>2</sup>, og tre av sidetilsigene kommer inn i Heimdalsbekken på strekningen ned til Okstadøy. Feltareal er beregnet ved bruk av Scalgo. Normalavrenning er beregnet i [4].

Tabell 2-1: Nedbørfeltparametere for Heimdalsbekken ved Okstadøy.

Felt	Feltareal km <sup>2</sup>	Eff. sjøprosent %	Høyde (H0-H50-H100) moh.	Normaltilsig l/s/km <sup>2</sup>	Elvelengde km
Heimdalsbekken v/ Okstadøy	3,7	0,00	62-50-195	25	2,1



Figur 2-11: Nedbørfelt for Heimdalsbekken ved Okstadøy.

Dimensjonerende returperiode for gang- og sykkelveger, blir bestemt ut fra Statens vegvesens vegnormal N200 [2] og TEK17 [3]. Iht. N200 regnes gang-/sykkelveg å være i samme trasé som vegen når de begge krysser samme vassdrag og ev. flomskader vil berøre dem begge [3].

I tabell 2.3.1-1 og tabell 2.3.1-2 i N200 står krav til sikkerhetsklasse og tilhørende returperiode for flom. Sikkerhetsklassen skal bestemmes ut fra ÅDT og omkjøringsmuligheter. Vegen som gang- og sykkelvegen ligger ved har en trafikkmengde (ÅDT) på 11 000-11 500 sør for krysset med John Aaes veg. Nord for krysset er trafikkmengden ca. 2500 (<https://vegkart.atlas.vegvesen.no/>). Dette tilsvarer en sikkerhetsklasse V3 for vegen sør for John Aaes veg, og V2 nord for John Aaes veg. Dette gir krav til returperiode lik 200-årsflom for sør og 100-årsflom for nord.

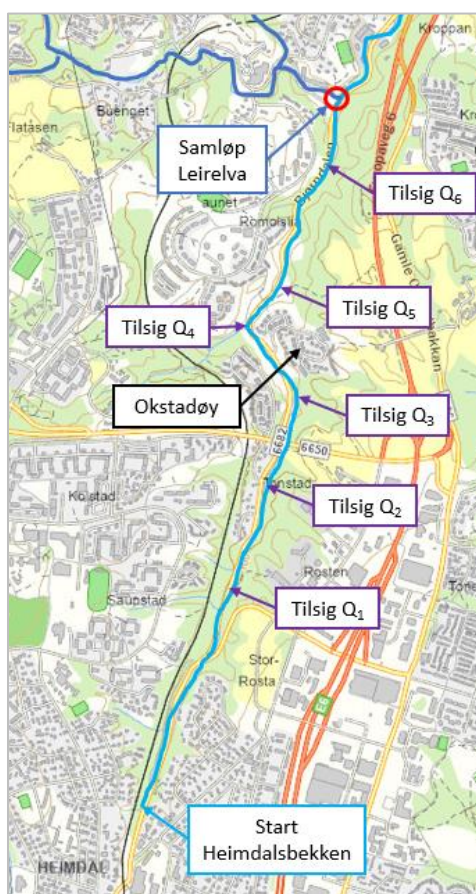
Tabell 2-2: Sikkerhetsklasse og returperiode basert på ÅDT (N200).

Strekning	ÅDT	Sikkerhetsklasse	Dimensjonerende returperiode
Veg nord for kryss med John Aaes veg	2500	V2	100-årsflom
Veg sør for kryss med John Aaes veg	11 000-11 500	V3	200-årsflom

Mellom Heimdal og Forsøkslia kommer det ned seks sidetilsig til Heimdalsbekken, vist i figur 2-12. Flomverdiene til disse sidetilsigene er arealskalert mot flomverdien som ble regnet ut for totalt nedbørfelt for Heimdalsbekken i 2022 [4]. Sidetilsigene frem til Okstadøy er satt opp i tabell 2-3. Siden feltareal til Heimdalsbekken ved Okstadøy er ca. halvparten så stort som nedbørfeltet til Heimdalsbekken ved Forsøkslia, kan det lokalt være opp mot 10 % økning i flomverdi. Dette er det ikke tatt hensyn til i disse beregningene, men må vurderes i videre detaljprosjektering.

Tabell 2-3: Beregnede flomverdier for Heimdalsbekken fra flomvurdering gjort i 2022 [4]. Kulminasjonsverdier.

Flomhendelse	Heimdalsbekken ved Forsøkslia m <sup>3</sup> /s
200-årsflom	11,3
200-årsflom med 40% klimapåslag	15,8



Figur 2-12: Oversikt over sidetilsig til Heimdalsbekken.

For å ta hensyn til fremtidige klimaendringer skal det legges på en klimafaktor ( $F_k$ ). Iht. N200 [3] skal det benyttes  $F_k = 1,4$  for små nedbørfelt mindre enn 10 km<sup>2</sup> uavhengig av fylke og feltegenskaper.





For anlegg med levetid over 50 år skal det brukes en sikkerhetsfaktor  $F_s$  for usikkerhet ved beregning av dimensjonerende vannføring. Iht. N200 skal  $F_s$  bestemmes ut fra sikkerhetsklassen av vegen og kvaliteten på det hydrologiske datagrunnlaget.

Denne velges ut fra tabell 2.4.1.1-2 i N200 [2] Kvaliteten på det hydrologiske datagrunnlaget vurdert til å være klasse 4; begrenset hydrologisk datagrunnlag ble brukt i beregningene. Dette gir en  $F_s$  på 1,3 for vegen med sikkerhetsklasse V2 og 1,4 for sikkerhetsklasse V3.

Dermed er dimensjonerende flomvannføring inkl. klima og sikkerhetsfaktor for vegene i planområdet som følger:

For gang- og sykkelvegen sør for krysset med John Aaes veg:

$$Q_{dim} = 1,4 \times 1,4 \times Q_{200}$$

For gang- og sykkelvegen nord for krysset med John Aaes veg:

$$Q_{dim} = 1,4 \times 1,3 \times Q_{100}$$

Tabell 2-4: Arealskalerte flomverdier for sidetilsig til Heimdalsbekken. Kulminasjonsverdier med klima og sikkerhetsfaktor.

Grensebetingelse	Totalt feltareal km <sup>2</sup>	Lokalt feltareal km <sup>2</sup>	$Q_{100}$ inkl. $F_k=1,4$ & $F_s=1,3$ m <sup>3</sup> /s	$Q_{200}$ inkl. $F_k=1,4$ & $F_s=1,4$ m <sup>3</sup> /s
Start Heimdalsbekken	0,79	0,79	2,06	2,55
Q <sub>1</sub>	2,11	1,32	3,45	4,26
Q <sub>2</sub>	2,84	0,73	1,91	2,35
Q <sub>3</sub>	3,24	0,40	1,05	1,29

## 2.9.2 Beregning av 100-årsflomvannstand ved dagens situasjon

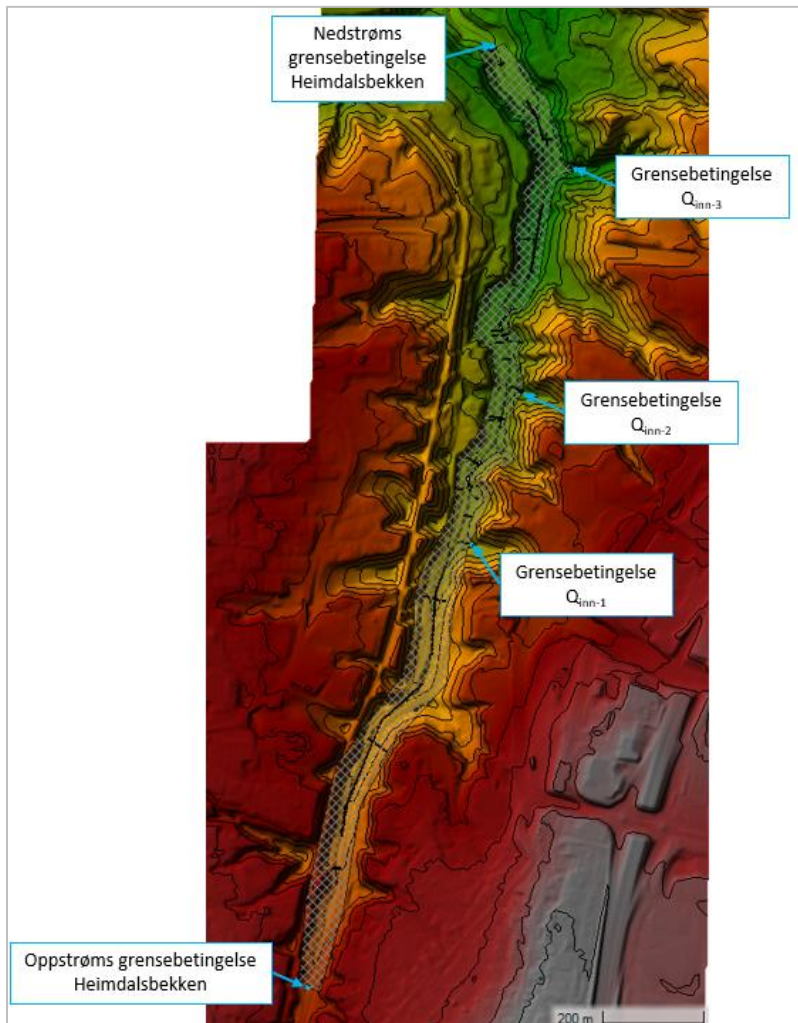
For den hydrauliske simuleringen er strekningen fra Heimdal sentrum til Okstadøy simulert.

Beregning av 100-årsflomvannstand med usikkerhets- og klimapåslag gjøres på grunnlag av beregnet flomvannføring. For å kunne gjøre om vannføring til vannstand må flomvannføringen rutes gjennom en hydraulisk modell. I denne analysen er programvaren HEC-RAS v6.3.1 benyttet. HEC-RAS kan beregne strømning i 2 dimensjoner, noe som er egnet for å vurdere flomsone langs vassdrag.

Høydemodellen i beregningen er hentet fra [www.hoydedata.no](http://www.hoydedata.no), der det foreligger en skanning over området fra 2022 med tetthet på 30 pkt./m<sup>2</sup>, høyder i NN2000. Beregningsmeshet er satt til en oppløsning på 3m x 3m, med breaklines noen steder med celler på 2m. Breaklines er benyttet for å kontrollere strømningsmønsteret. Courant tall er på maks 1,2 på strekningen.

Beregningsstrekningen starter i sør ved start av Heimdalsbekken, og strekker seg 2,0 km nordover til Okstadøy. Beregningsmesh er vist i figur 2-13. Oppstrøms grensebetingelser er konstant 100-års kulminasjonsvannføring i Heimdalsbekken, som vist i tabell 2-4. Nedre grensebetingelse er satt til normal helning = 0,026, målt fra modellen. Mannings n er satt til 0,03 for elveløp, 0,08 for skog og 0,011 for veg.

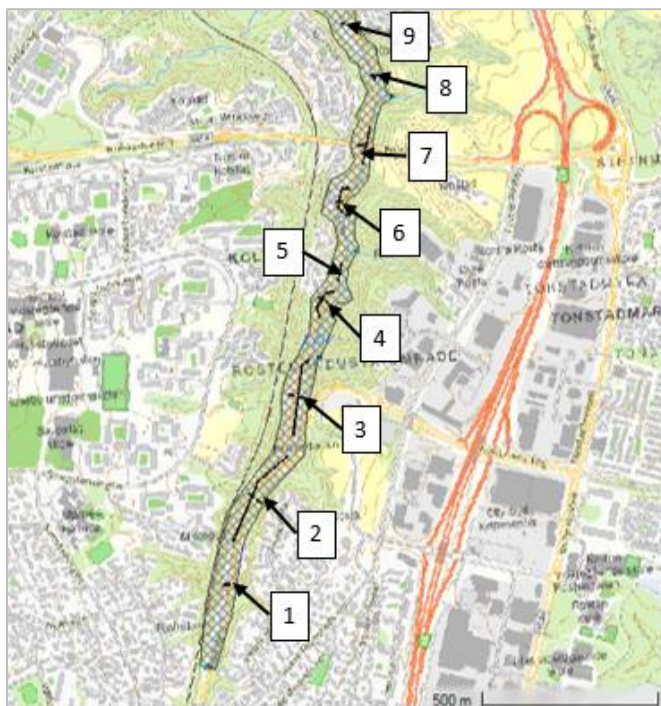
Det er vegetasjon langs bekkeløpet, og dette gjør at terrengmodellen vil ha færre bakkepunkter og dermed større usikkerhet. Laserdataene ved skanning fra fly måler vannflaten og ikke terrenget under overflate. Det er ikke gjort manuelle korreksjoner i terrenget i bekkeløpet, og dette vil gi konservativ beregning av flomvannstandene.



Figur 2-13: Beregningsmesh med plassering av grensebetingelser. Koter med ekvidistanse 5,0 m.

Det er totalt 2 bruer og 7 kulverter i beregningsmodellen, se Figur 2-14 for plassering. Norconsult v/Julie N. Eikeland har utført befaringer den 23.08.2023 med fokus på å måle opp eksisterende

bruer og kulverter på beregningsstrekningen. Dimensjoner er lagt inn i modellen med egenskaper vist i tabell 2-5.



Figur 2-14: Plasseringer av bruer og kulverter i beregningsmodellen.

Tabell 2-5: Dimensjoner og egenskaper for kulverter og bruer i beregningsmodell.

Nummerering	Beskrivelse	Lysåpning, B x H (m x m) / Diameter (m)	Tykkelse brodekke m	Mannings n	Tapskoeffisient innløp
1	Trebru	-	0,35	0,03	0,5
2	Betongkulvert	D=1,5		0,011	0,5
3	Kulvert	Ikke målt inn pga. anleggsarbeid. Antatt D=1,5		0,011	0,5
4	Korrugert metallkulvert	D=1,2		0,019	0,5
5	Korrugert metallkulvert	D=1,6		0,019	0,5
6	Betongkulvert	D=1,9		0,011	0,5
7	Betongkulvert	D=1,9		0,011	0,5
8	Betongkulvert	B x H= 2,5 x 1,25		0,011	0,5
9	Betongbru	B x H=6 x 1,3	0,35	0,03	0,5

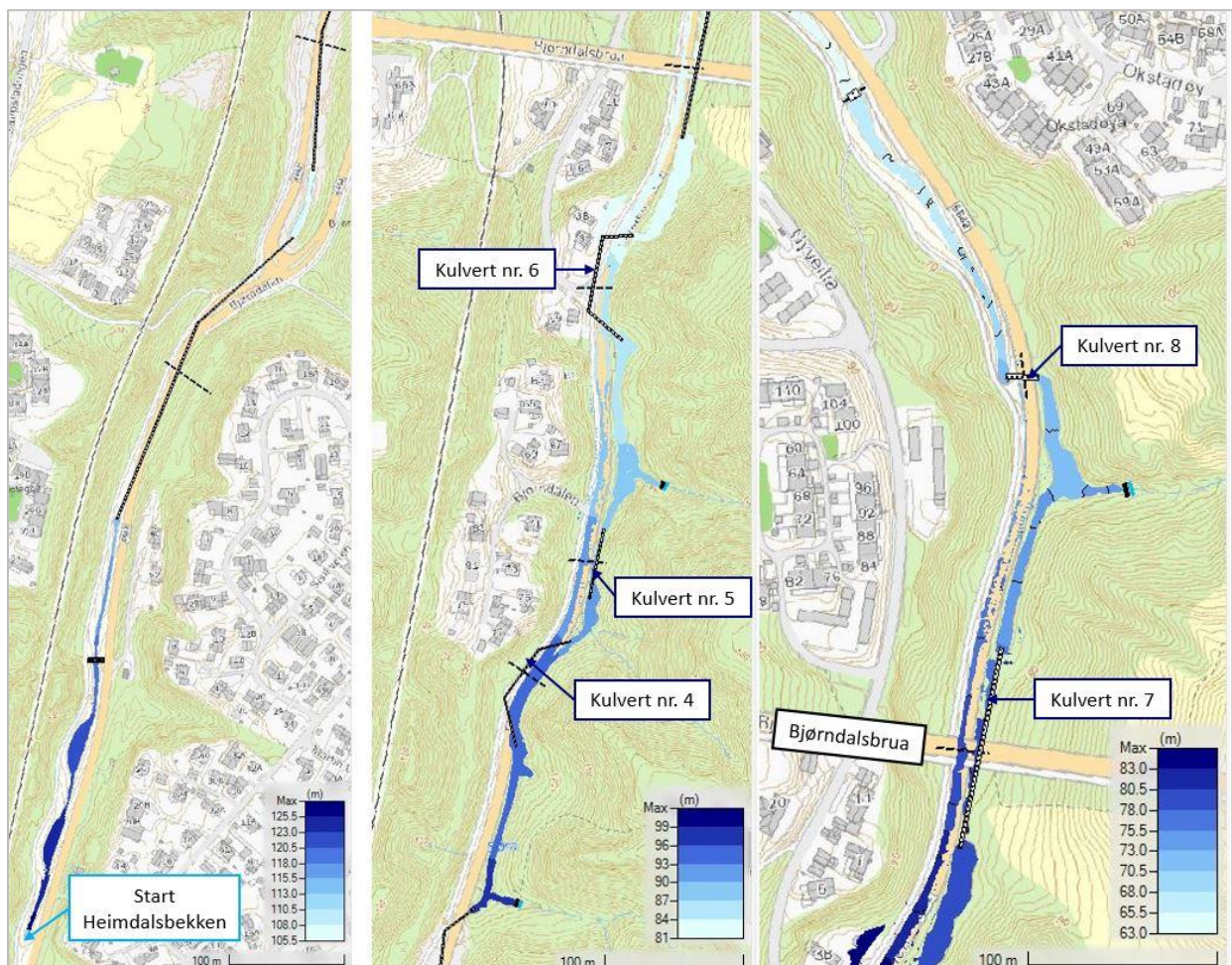
### 2.9.3 Flomsituasjon ved 100-årsflom

I figur 2-15 er resultater for dagens situasjon ved 100-årsflom med 40 % klimapåslag og 30 % sikkerhetspåslag vist. Dagens gang- og sykkelveg er flomutsatt.

Ved dagens situasjon holder flomvannet seg i bekkeløpet frem til kulvert nr. 4. Kulverten har for liten kapasitet til å ta unna en 100-årsflom, og 1,9 m<sup>3</sup>/s renner over kulverten og opp på fylkesvegen (fv. 6682). Vanddybden over veien er ca. 0,3 m. Videre renner noe av vannføringen ned i bekken igjen, mens ca. 0,9 m<sup>3</sup>/s fortsetter i grøfta mellom fylkesvegen og dagens gang- og sykkelveg nordover.

Ved kulvert nr. 5 er det for liten kapasitet i kulverten og det er ca. 0,4 m<sup>3</sup>/s som renner over kulverten og opp i grøft på østsiden av fylkesvegen. Det følger grøfta og renner deretter ned igjen i Heimdalsbekken.

Ved kulvert nr. 6 er det for liten kapasitet i kulverten og det er ca. 0,9 m<sup>3</sup>/s som renner over kulvert og opp i grøft på østsiden av fylkesvegen, langs skråningen. Dybden på vannet i grøfta er ca. 0,2 m. Noe av vannet renner ned i Heimdalsbekken igjen ved utløpet av kulvert nr. 6, mens noe av vannet krysser fylkesvegen og havner i grøft mellom dagens sykkelveg og fylkesveg. Vannet følger denne grøfta frem til kulvert nr. 8, hvor det renner ut i Heimdalsbekken igjen.



Figur 2-15: 100-årsflom inkl. 30% usikkerhetspåslag og 40% klimapåslag ved dagens situasjon. Koter med 1 m ekvidistans. Venstre: Heimdal i sør. Høyre: Okstadøy i nord. Vannstand i blått (moh.).



## 2.10 Hydrogeologi

### 2.10.1 Grunnforhold

Bjørndalen er en V-formet dal, med jevn, svak helning mot nord. Dalbunnen er av varierende bredde, men er relativt liten. På øst- og vestsiden av dalen er det relativt bratte skråninger (helning omtrent 30 grader). Stedvis er det sideraviner i dalsidene.

I henhold til kvartærgeologisk kart består løsmassene innenfor planområdet i hovedsak av hav- og fjordavsetning [5]. Dette er sammenhengende finkornet marin avsetning (leire) med mektighet opp til mange ti-talls meter. I geoteknisk rapport (*GSV Bjørndalen – geotekniske materialparametere* – ikke ferdigstilt pr d.d.) er løsmassene beskrevet å bestå av et topplag av tørrskorpeleire og stedvis enkelte lag av grovere løsmasser (sand) med noen meters tykkelse. Deretter er det mektige leirlag, med stedvis innslag av tynne silt/sandlag. Dybde til fjell er i hovedsak ikke kjent, men enkelte steder, spesielt i nordre del av dalen er det påtruffet fjell relativt grunt under dalbunnen og i dalsidene.

### 2.10.2 Strømningsforhold

I dalbunnen av Bjørndalen renner Heimdalsbekken mot nord. Det antas at grunnvann strømmer nedover dalsidene mot bunn av Bjørndalen, og dreneres av bekken nordover.

Det er installert piezometere langs med planområdet i sju posisjoner: A9, A10, A11, B6, B7, B15 og B18. I fem av disse er det installert sensorer i ulike dyp. Piezometerne har minne og logger poretrykk 2 ganger pr døgn. Målingene viser generelt at de dypeste piezometerne i bunn av dalen har hydrostatisk overtrykk, mens piezometerne høyere i profilet og i dalsidene viser grunnvannsnivå 2-3 m under terreng. Piezometerne vil omtales nærmere i geoteknisk rapport (*GSV Bjørndalen – geotekniske materialparametere*), som ikke ferdigstilt pr d.d.

## 3 TEKNISKE FORUTSETNINGER

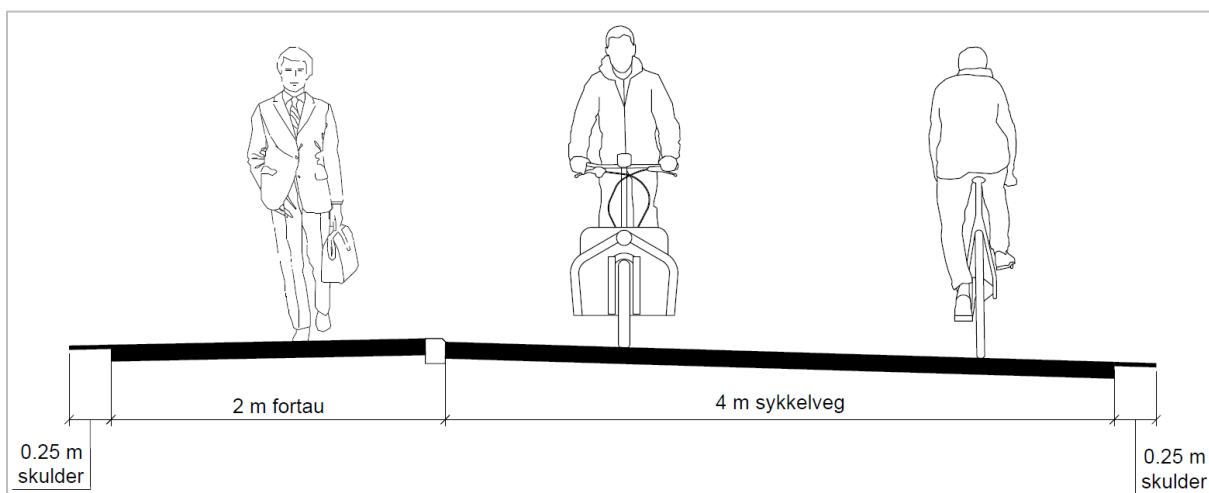
### 3.1 Veg

#### 3.1.1 Gang- og sykkelveg

Nytt tilbud for gående og syklende planlegges som sykkelveg med fortau. Bredde på sykkelvegen er 4 meter. Bredde på fortauet er 2 meter. Bredde på grusskuldre på hver side er 0,25 meter. For å tilpasse anlegget til eksisterende sykkelveg med fortau sør for Søbstadvegen, og jernbanebrua på Heimdal, er bredden på sykkelvegen på denne strekningen 3 meter. Det er lagt til grunn at sykkelveg med fortau etableres med takfall, slik at smeltevann ikke renner over vege og fryser. Krav til horisontal- og vertikalgeometri i håndbok N100 er lagt til grunn for prosjekteringen.

Da det er begrenset med plass mellom fortau og skråning i vest, er det lagt opp til en smal grøft på 0,5 meter på store deler av strekningen. Der det er areal tilgjengelig, legges det opp til en grøft på 1,5 meter.

Det avsettes 0,5 meter til rekkverksrom utenfor sykkelvegen på hele strekningen, for å ta høyde for rekkverksbehovet som slår inn på flere partier.



Figur 3-1: Normalprofil for sykkelveg med fortau. Bredde sykkelveg 4 meter, bredde fortau 2 meter. I tillegg 0,25 meter skuldre på hver side.

Der sykkelveg med fortau ligger på dagens terreng er det lagt til grunn en overbygning med tykkelse på 74 cm. I partier der sykkelveg med fortau ligger på kvalitetsfylling, vil overbygningen kunne reduseres med 20 cm. Prosjektet må i byggeplanfasen gjøre nye vurderinger rundt over- og underbygning.

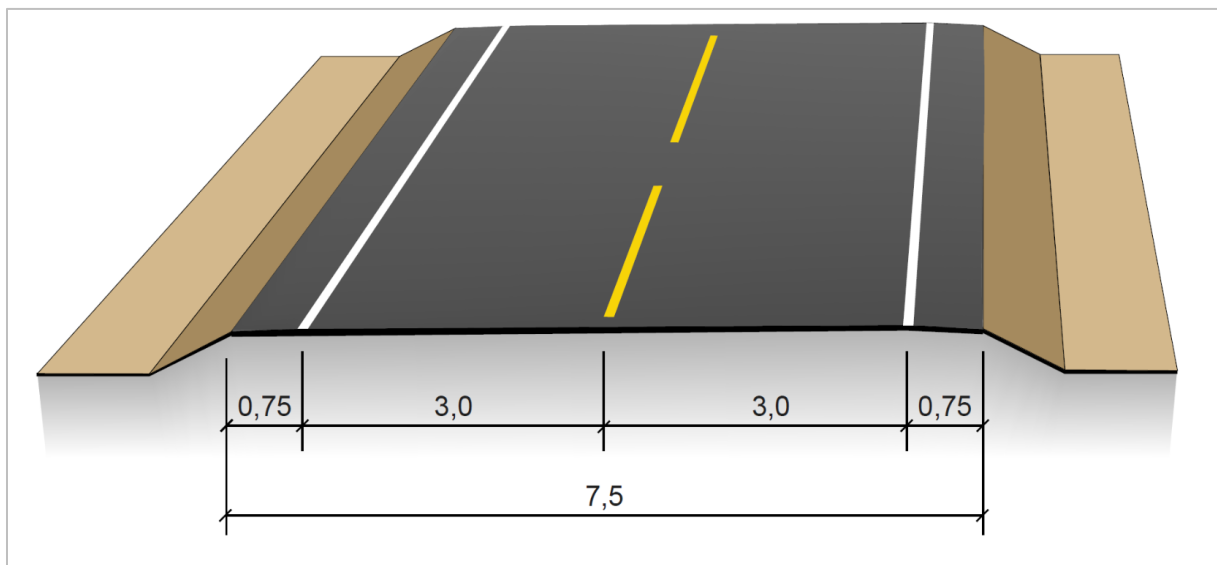


Figur 3-2: Overbygning sykkelveg med fortau

### 3.1.2 Fylkesveg

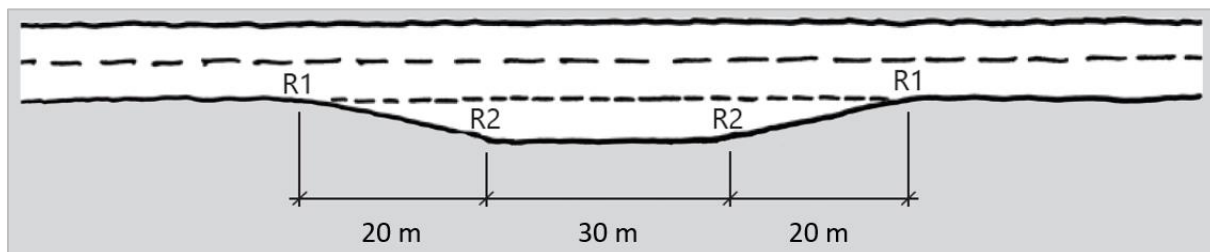
Der fylkesvegen legges om planlegges dette som utbedringstiltak. Utbedringer tilpasses standarden på tilstøtende strekninger slik at store sprang i standard unngås.

Ny veg reguleres med bredde 7,5 meter, som dimensjoneringsklasse Hø2. Der fylkesvegen går langs åpen bekk, eller det av andre grunner er behov for rekkverk, settes det av plass til et rekkverksrom på 0,75 meter.



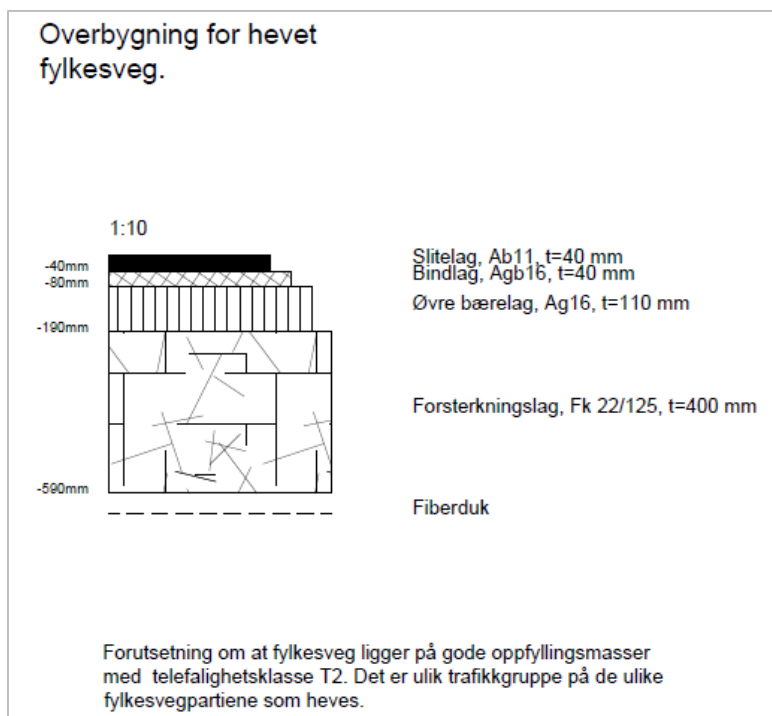
Figur 3-3: Normalprofil for dimensjoneringsklasse Hø2. Kilde: SVVs håndbok N100.

Der bussholdeplassene berøres, er det i planen satt av plass til normerte busslommer, med lengde 70 meter og bredde 3 meter. Det er satt av plass til plattform med bredde 3 meter, samt leskur med bredde 2 meter.



Figur 3-4: Lengde på busslommer er 70 meter.

Det forutsettes at hevet fylkesveg legges på kvalitetsmasser (sprengstein). Overbygningstykkelse på 59 cm legges dermed til grunn. Prosjektet må i byggeplanfasen gjøre nye vurderinger rundt over- og underbygning.



Figur 3-5: Overbygning ny fylkesveg.

### 3.2 Overvann

Overvann fra planområdet i forbindelse med ny sykkelvei med fortau håndteres iht. Trondheim kommunes VA-norm og ved benyttelse av tretrinnsstrategien. Situasjon for flom og flomveier er omtalt i eget kapittel i denne rapporten.

Overvann langs ny sykkelvei med fortau håndteres som hovedregel med naturbaserte løsninger som gir en fordrøyning av overvannet og med en rensefunksjon. Det er ikke sett et behov for fordrøyning av overvannet eller bruk av omfattende rensesiltak, utover det som oppnås med naturlige grøfter langs ny sykkelvei med fortau, da eksisterende bekk og ny bekk/kulvert har tilstrekkelig kapasitet.





Eksisterende bekker fra vest/øst med tilrenning mot Heimdalsbekken må ivaretas ved at terreng tilpasses. Dette gjelder også eksisterende stikkrenner under veg og stikkrenner kan eventuelt forlenges.

### 3.3 Elektro

Trøndelag fylkeskommune har utarbeidet et forutsetningsnotat som omtaler belysning langs veg, trekkerør og -kummer, tellepunkt for bil og sykkel, mm. Forutsetningsnotatet skal legges til grunn ved videre detaljering av prosjektet

Det er få tilkoblingspunkter for ladesystemer for elektriske maskiner. Det må holdes koordineringsmøte med Tensio for å kartlegge effekttilgangen til de ulike punktene tidlig i detaljprosjekteringen.

Eksisterende tremast ved profil 2165 må vurderes om skal beholdes for å ivareta luftstrekket (Telenor) over vegen og ned mot avkjøring til Okstadøy.

### 3.4 Konstruksjon

#### 3.4.1 Standarder, håndbøker og teknisk regelverk

Bærende konstruksjoner skal prosjekteres etter den til enhver tid gjeldende utgave av Eurokodene som angitt under. Ved valg av alternative materialer vil aktuell Eurokode for valgt materiale gjøres gjeldende. Hver standard består normalt av flere deler som kommer til anvendelse der dette er relevant:

- NS-EN 1990 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner [6]
- NS-EN 1991 Laster på konstruksjoner [7]
- NS-EN 1992 Prosjektering av betongkonstruksjoner [8]
- NS-EN 1995 Prosjektering av trekonstruksjoner [9]
- NS-EN 1997 Geoteknisk prosjektering [10]
- NS-EN 1998 Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning [11]

Utfyllende bestemmelser og føringer for prosjektering og utforming finnes i:

- FOR-2017-11-17-1900 Trafikklastforskrift for bruer m.m. (korttittel) [12]
- N400 Bruprosjektering [13]
- N100 Veg- og gateutforming [1]
- N101 Trafikksikkert sideterreng og veisikringsutstyr [14]
- V161 Brurekkverk [15]

Hvis det er uoverensstemmelser eller oppstår tvil om hvilket regelverk som skal brukes, skal dette avklares med Trøndelag fylkeskommune.

#### 3.4.2 Pålitelighetsklasse og bestandighet

Trebrua som inngår i denne strekningen klassifiseres etter pålitelighetsklasse 2 [6] med tilhørende krav til kontroll og utførelse.

Eksponeringsklasser i henhold til NS-EN 1992-1-1 [8] Tabell 4.1. N400 kan gi krav til overdekning for de ulike eksponeringsklassene som skjerper tilsvarende krav i Eurokode.

Konstruksjoner prosjekteres for en dimensjonerende brukstid på 100 år i henhold til tabell 1.2-1 (NS-EN 1990 [6]), forutsatt normalt vedlikehold.

### 3.4.3 Krav til materialer og utførelse

Krav til utførelse og kontroll i henhold til relevante prosesser i håndbok R762 Prosesskode 2 [16] gjelder dersom annet ikke er bestemt av vegmyndighet.

For betongkonstruksjoner gjelder generelt [17] nøyaktighetsklasse B, mens klasse A gjelder for karakteristiske linjer i bygverkets lengderetning.

Kantdrager skal utformes slik at de tilfredsstillers krav i N400 [13].

For trekonstruksjoner gjelder generelt [18].

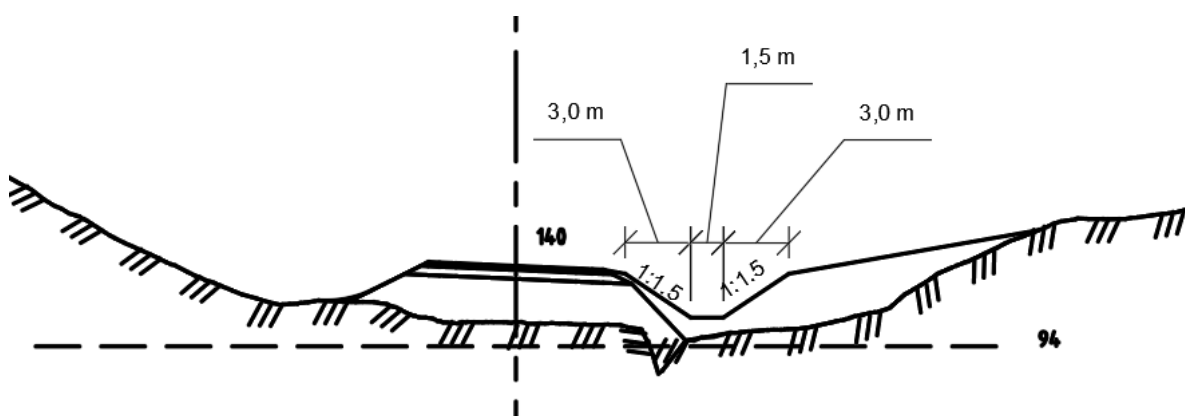
## 3.5 Hydrologi og flom

### 3.5.1 Returperiode for flom

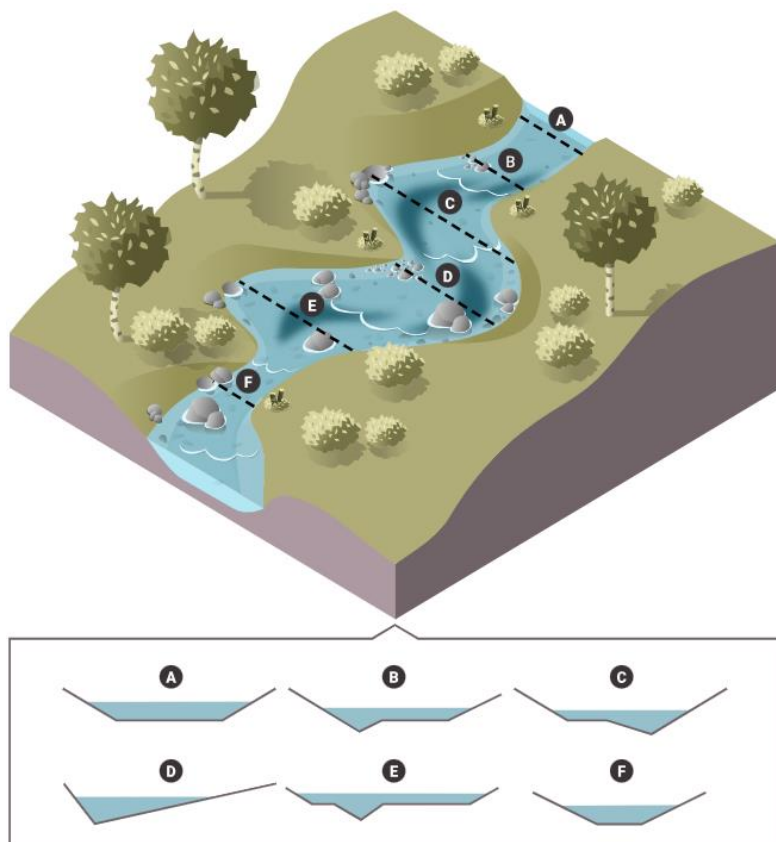
Returperiode for flom bestemmes ut fra krav i SVVs N200 [2]. Se kapittel 2.9.1 for dimensjonerende flom.

### 3.5.2 Bekketverrsnitt ved heving av Heimdalsbekken

Ved bekkeheving (beskrevet nærmere i kapittel 4.1.4) er det laget et overordnet tverrsnitt, vist i figur 3-6 **Error! Reference source not found.** Dette er et prinsippssnitt, og hevet bekk må videre detaljprosjekteres etter NVEs Modul F0.101: Miljøtilpassing av sikring i vassdrag [19]. Se figur 3-7 for prinsippsskisser av et variert bekkeløp, hentet fra [19].



Figur 3-6: Dimensjoner på bekketverrsnitt (prinsippssnitt).



Figur 3-7: Prinsippskisse med varierte tverrprofiler i et mindre vassdrag, hentet fra [19].

Ved heving av Heimdalsbekken, forutsettes det at Heimdalsbekken og sidebekkene kobles sammen på en skånsom måte med minst mulig inngrep i sidebækker og uten at dette reduserer vannføring i Heimdalsbekken ved lave/normal vannføringer.

### 3.6 Anleggsgjennomføring

Anleggsbeltet er prinsipielt trukket 3,0 meter utenfor ytterste, kjente inngrep. Enkelte områder har noe større avstand enn 3,0 meter, for å ha større fleksibilitet for trafikkavvikling i anleggsgjennomføringen, samt mer robusthet for mulige tilpasninger av teknisk løsning. På grunn av begrenset tilgjengelig areal og/eller store negative konsekvenser for beslaget, har enkelte områder et anleggsbelte med bredde fra 0 – 3,0 meter utenfor ytterste kjente inngrep.

I områder hvor det ikke skal gjennomføres tiltak på fylkesvegen, er fylkesvegen likevel lagt innenfor anleggsbelte, for å kunne ivareta midlertidig trafikkavvikling for gående, syklende og kjørende.



## 4 PLANLAGTE LØSNINGER

### 4.1 Sykkelveg med fortau og fylkesveg

#### 4.1.1 Krysset med Søbstadvegen – jernbanebrua på Heimdal

Sykkelveg med fortau planlegges med bredde 3 meter sykkelveg og 2 meter fortau på strekningen mellom Søbstadvegen og jernbanebrua.

Det planlegges bruk av sykkelsignal ved kryssing av Søbstadvegen. Dette krever at det ikke er konflikterende trafikkstrømmer med syklende. Trafikksignalet må derfor omprogrammeres med en ekstra fase. For ikke å forsinke bussene gjennom krysset vil det være nødvendig med et ekstra kjørefelt fra nord. For å begrense inngrepet i eiendommene vest for fv. 6682, legger reguleringsplanen opp til at det meste av utvidelsen tas mot øst.

Fra nord og inn mot krysset legges det opp til å etablere tre kjørefelt; venstre kjørefelt (sett i kjøreretningen) for trafikk som skal rett frem, midterste kjørefelt forbeholdes buss som skal rett frem, og høyre felt for høyresvingende. I Søbstadvegen etableres det trafikkøy mellom kjøreretningene der hovedsykkelvegen krysser vegen. Foruten dette, planlegges krysset prinsipielt med samme utforming som i dag.

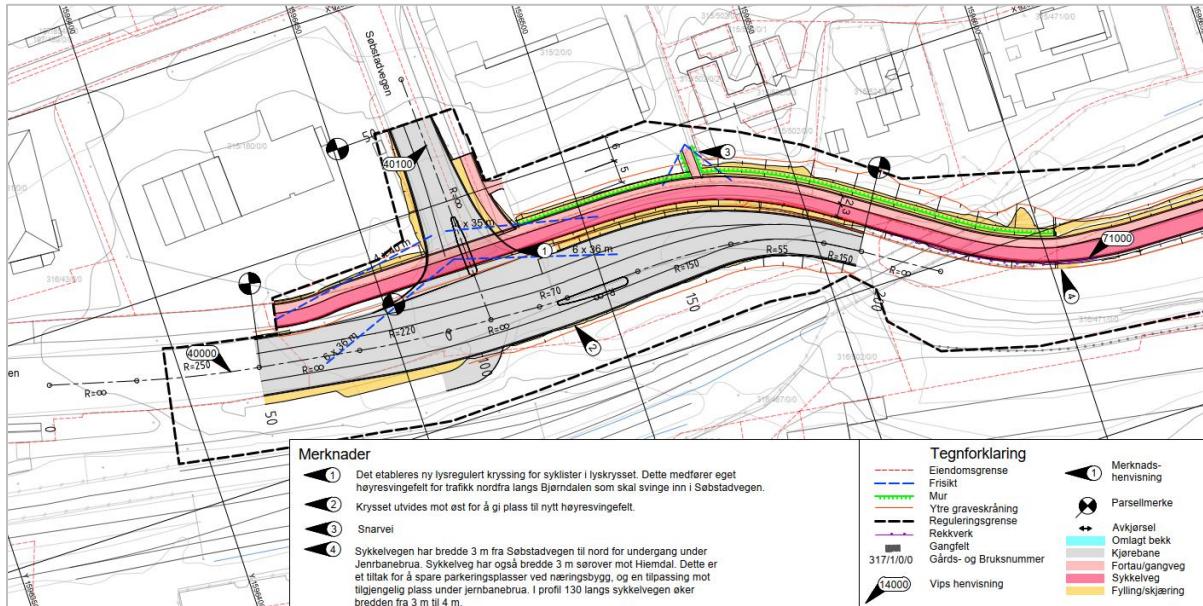
For å gi plass til sykkelveg med fortau, blir det vest for Bjørndalen inngrep i Søbstadvegen 5, 7, 13 og 15. På grunn av tilpasning av sykkelveg med fortau mot nye signalstolper, blir det et mindre inngrep i Søbstadvegen 5. Høydeforskjell mellom sykkelveg med fortau og Søbstadvegen 7, 13 og 15 forutsettes tatt opp med mur. Langs næringseiendommen Søbstadvegen 7 legger reguleringsplanen opp til en bredde på parkeringsarealet på 10,5-12,5 meter, dette er 1-2 meter smalere enn i dag. Ved videre detaljering i byggeplan kan muligheten for å øke bredden vurderes. Etablering av en gangforbindelse mellom parkering og sykkelveg med fortau i nordenden av parkeringen, vil føre til at én parkeringsplass forsvinner. Forbi eiendommene Søbstadvegen 13 og 15 vil det bli støttemur med høyde 2-3 meter.

Avstanden mellom sykkelvegen og fylkesvegen på sør- og nordsiden av krysset, planlegges med ca. 2-3 meter for å kunne etablere en trekket i trafikkskillet.

Vegutvidelsen gjøres i hovedsak øst for Bjørndalen. Det betyr at fire parkeringsplasser forsvinner langs lokalvegen mellom fv. 6682 og jernbanen. Bussen som i dag bruker denne vegen, og snur før den kjører sørover, kan bruke vegen også i ny situasjon. Nord for krysset legges nordgående kjørefelt inn i det grønne beltet langs vegen. For å begrense inngrepet i jernbanefyllingen, og ivareta stabilitet, er fv. 6682 hevet opptil 0,7 meter. Vegen heves over en strekning på ca. 110 meter - fra rett sør for krysset og frem til vegen tilpasses eksisterende veg like sør for jernbanebrua.

Gjennomgående felt i sørgående retning vil være for trafikk som skal rett frem i krysset. Ved utvidelse av vegen, er det planlagt at høyresvingefeltet etableres før kollektivfeltet. Lengden på høyresvingefeltet blir 35-40 meter i foreslått løsning. Fordeling av kjørefelt og bredder kan tilpasses på en annen måte i senere fase.

Kurven i nordgående retning rett sør for jernbanebrua har en krappere kurvatur enn dagens veg. Med jernbanefyllingen tett på vegen, er konsekvensen av dette at frisikten reduseres sammenlignet med dagens veg. Frisikten vil være ca. 45 meter i kurven, som er kravet til stoppsikt langs gater med fartsgrense 50 km/t.



Figur 4-1: Tegning som viser alternativ med nytt høyresvingefelt med utvidelse mot øst og trafikkøy i Søbstadvegen.

#### 4.1.2 Kryssing av jernbanebrua på Heimdal

Sykkelveg med fortau krysser under jernbanebrua på Heimdal. Det er plass til sykkelveg med bredde 3 meter, og fortau 2 meter i bredden. Dybden til bruas fundament er kontrollert ut fra byggetegninger. Ny sykkelveg med fortau bygges slik at asfaltlag vil ligge nær landkarsvegg. Vertikal avstand fra overkant asfaltlag til underkant fundament blir ca. 1,2 meter (fundamenttykkelse er 1,0 meter). Overbygningen til ny sykkelveg med fortau vil ha en tykkelse på omtrent 0,8 meter. For å unngå at eksisterende landkar får en forverret frostbelastning, anbefales det å legge et frostisolasjonslag i bunnen av ny underbygning i området nær landkaret med en utbredelse på minimum 1,6 meter i alle retninger, i underbygningstrauet.

#### 4.1.3 Jernbanebrua på Heimdal – John Aaes veg

Sykkelvegen utvides til 4 meter bredde nord for jernbanebrua på Heimdal. Ny sykkelveg med fortau følger samme trasé som eksisterende gang- og sykkelveg. Bussholdeplass Kvenild bygges om, og sykkelveg med fortau føres bak ny plattform.

Sykkelveg med fortau er plassert slik at skjæringer mot jernbanen er begrenset. For å oppnå tilstrekkelig stabilitet, legges det opp til noe terrengbearbeiding, ved terrengavlasting fire steder mot jernbanen, samt oppfylling av en liten ravinedal.



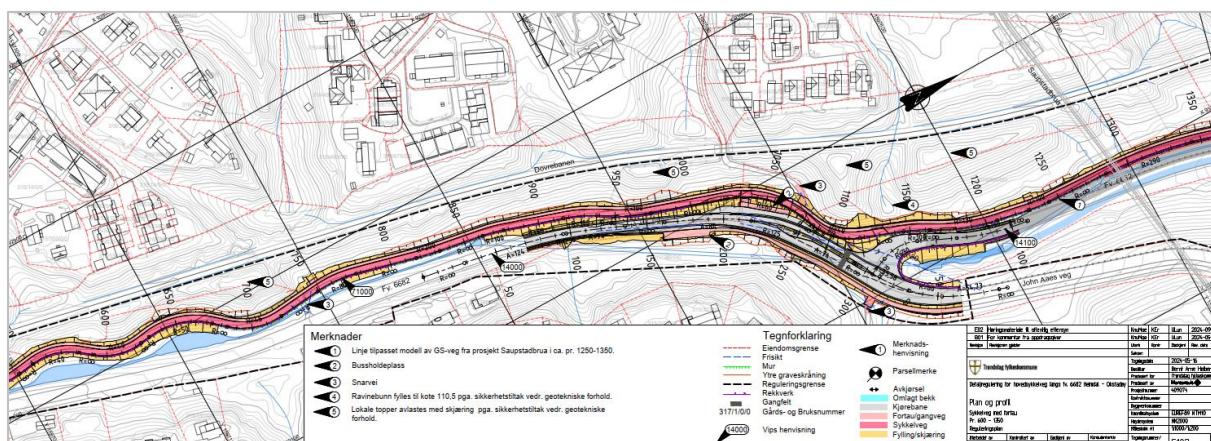
Figur 4-2: Planlagt sykkelveg med fortau følger omtrent samme trasé som eksisterende gang- og sykkelveg.

Videre nord bygges sykkelveg med fortau opptil 1,5 meter høyere enn dagens gang- og sykkelveg for å unngå skjæringer mot Dovrebanen. Dette er gjort for å ivareta stabiliteten. For å begrense inngrepet i Heimdalsbekken, må det stedvis etableres mur mot denne. Som følge av dette må bekken erosjonssikres.

Det planlegges ny gangbru over Heimdalsbekken ved Bjørndalen 80 og 82. Se kapittel 8.

Over en strekning på ca. 300 meter gjennom krysset med John Aaes veg må fylkesvegen, sykkelveg med fortau og tilliggende terreng løftes opptil 3 meter. I tillegg er det behov for oppfylling av ravinebunn og avlastning av topper mot jernbanen. Dette er nødvendig for å redusere skjæringer i sideterrenget, og sørger for tilstrekkelig geoteknisk stabilitet i området. Nye bussholdeplasser, Rosten, etableres. Holdeplass for busser i sørgående retning er plassert i horisontalkurve. For å lette inn- og utkjøring, er utforming og lengde på inn- og utkjøringsstrekningene tilpasset. Holdeplass for busser i nordgående retning plasseres noe lengre sør enn dagens holdeplass, og sikten bakover for sjåfør bedres. Ny gangkryssing av Bjørndalen etableres på samme sted som i dag. Ettersom vegen bygges i et høyere nivå enn dagens veg, blir sikten for kjørende retning nord til gangfeltet bedre enn i dag.

Tiltaket knytter seg til snarvegene på hver side av Bjørndalen.



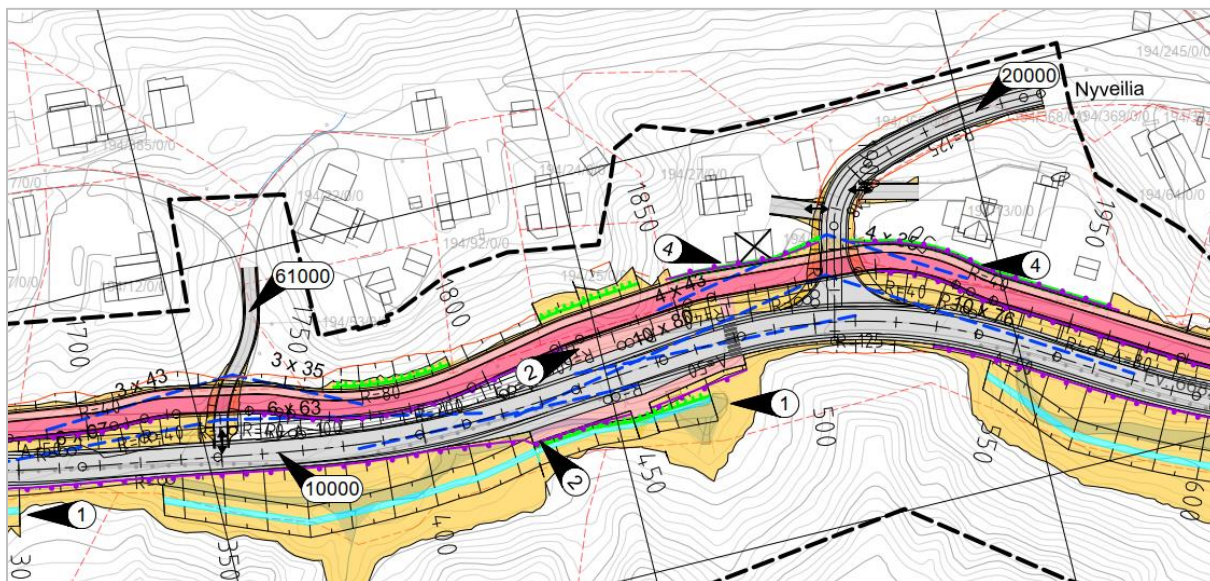
Figur 4-3: Fylkesvegen, sykkelveg med fortau og tilliggende terreng løftes opptil 3 meter gjennom krysset med John Aaes veg.

#### 4.1.4 John Aaes veg – Okstadøy

Nord for krysset med John Aaes veg tilpasses tiltaket til ny fylkesveg og gang- og sykkelveg som nylig er bygget i forbindelse med Saupstadbrua. Bruprosjektet løfter fylkesvegen, gang- og sykkelvegen og sideterrenget med opptil ca. 2,5 meter.

Nord for dette prosjektet legges det opp til videreføring av løftingen av fylkesveg, sykkelveg med fortau, Heimdalsbekken og tilliggende terreng. Dette er gjort for å øke robusthet for stabilitet, da dette området har flere kvikkleirefarezoner på begge sider av dalen. Ny fylkesveg, sykkelveg med fortau og omlagt Heimdalsbekk følger samme trasé som eksisterende anlegg. Det innebærer at fylkesvegen har noenlunde samme geometri som dagens veg. Sykkelveg med fortau ligger høyere enn fylkesvegen på store deler av denne strekningen, og kantstein langs fylkesvegen vil måtte benyttes for å ta opp skråningen mellom sykkelveg og fylkesveg. Dette er også tilfellet på store deler av strekningen i dag.

Sykkelveg med fortau krysser avkjørsel til Bjørndalen 63-83 og Nyveilia i en avstand ca. 5 meter fra fylkesvegen. Dette er gjort for at en innsvingende eller utkjørende bil kan stå mellom vegen og kryssende sykkelveg med fortau. Dette gjør at kjørende ut på fylkesvegen kan konsentrere seg om én kryssing av gangen, og at kjørende av fylkesvegen ikke blir stående i fylkesvegen ved stans for syklende. Det legges opp til vikepliktsregulering for kjørende i begge kryssingene.



Figur 4-4: Sykkelveg med fortau trekkes inn 5 meter ved kryssing av avkjørsel til Bjørndalen 63-83 og kryss med Nyveilia.

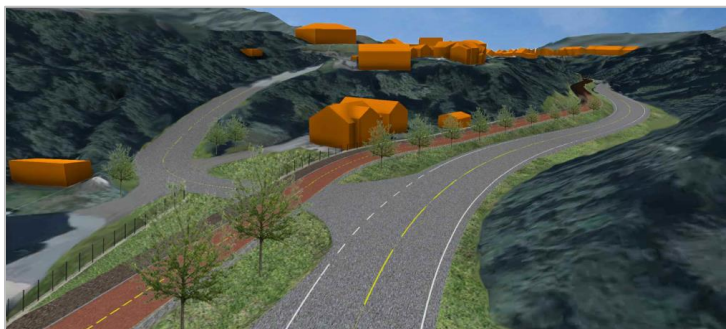
Bussholdeplasser like sør for Nyveilia reetableres med omtrent samme plassering som i dag. Det legges opp til gangfelt på tvers av fylkesvegen, men det anbefales at det vurderes tilrettelagt kryssing, se kapittel 4.3.5.

Planen legger opp til ivaretagelse av boligene ved krysset med Nyveilia; Bjørndalen 59 og Nyveilia 3. Ettersom vegsystemet heves med opptil ca. 2,5 meter, legges det opp til å ta opp høydeforskjellen mellom fortauet og eiendommene med mur.

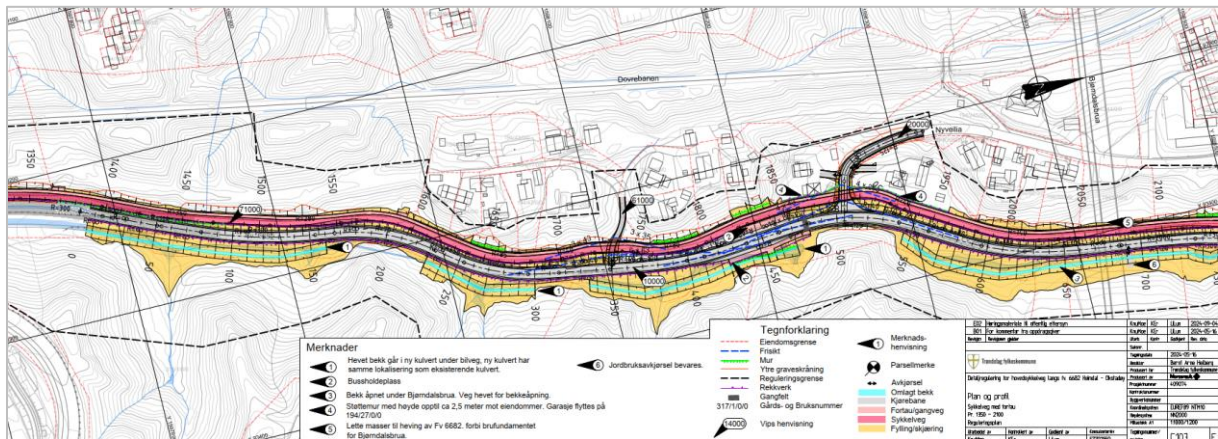
Ved Bjørndalen 59 blir muren plassert ca. 12 meter fra bolighuset. En murløsning vil gi en høyde på muren på ca. 1,5 meter. Med rekkverk på toppen vil løsningen påvirke utsyn fra boligen og hagesituasjonen ved at det blir en vegg på om lag 2,7 meter. Et alternativ til murløsning er å ta opp høydeforskjellen ved fylling og terrengbehandling, evt. trapping med lave natursteinsmurer. Løsningen detaljeres i byggeplanfasen. Vegtiltaket kommer så tett på garasjen tilhørende Bjørndalen 59 at det forutsettes at denne rives, og ny garasje reetableres annet sted på eiendommen. Ny plassering avklares i forbindelse med grunnerverv og dialog med grunneier.

Ved Nyveilia 3 blir muren plassert ca. 5 meter fra bolighuset. Høyden på muren blir opptil ca. 2,3 meter. Muren må også ha et rekkverk mot vegen. Dette vil påvirke utsyn fra boligen og hagesituasjonen vesentlig negativt. Tiltak for å ivareta oppholdskvalitet i bolig og hagen detaljeres i byggeplanfasen.

Avkjørslene til begge eiendommene bygges om. Stigning til Bjørndalen 59 blir opptil ca. 5 %. Stigning til Nyveilia 3 blir opptil ca. 8 %.



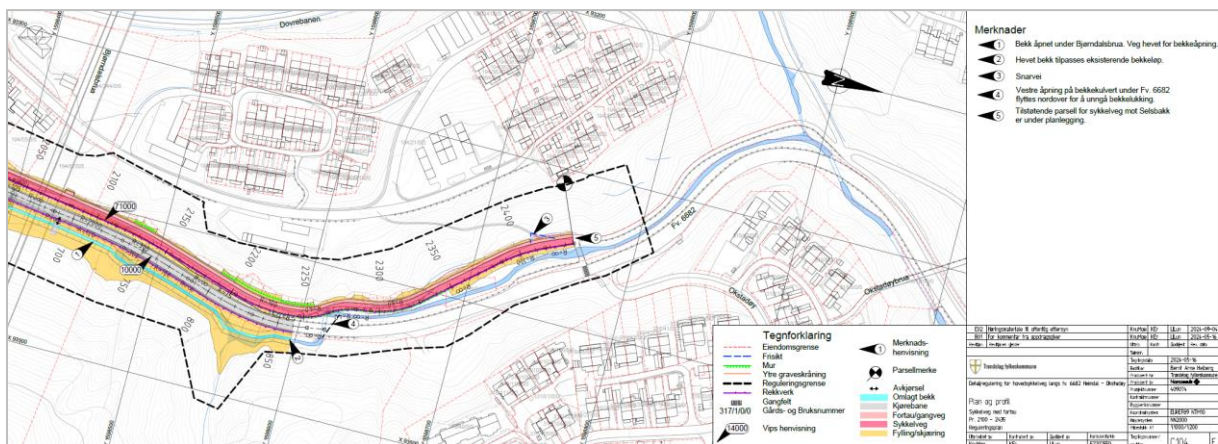
Figur 4-5: Illustrasjon av situasjonen ved Krysset med Nyveilia.



Figur 4-6: Fylkesvegen, sykkelveg med fortau og Heimdalsbekken heves opptil ca. 2,5 meter.

Heimdalsbekken legges i ny bekketrásé på den strekningen der dalen heves. Strekninger med lukket bekk blir omtrent som i dag, med unntak av under Bjørndalsbrua. Her åpnes bekken i en strekning på ca. 100 meter. Det har vært sett på tiltak for åpning av bekken på flere strekninger der den i dag er lukket, men dette ville innebåret store terrenginngrep eller ytterligere heving av dalen.

Nord for Bjørndalsbrua krysser Heimdalsbekken under fylkesvegen. Her etableres ny bekkelukking, der utløpet plasseres noe lengre nord, ca. 10 meter. Dette er nødvendig for å tilpasse geometri for nye sykkelveg med fortau. Kryssingen av ve-gen blir da ca. 5 meter lengre. Nord for bekkeluk-verten forutsettes det etablert mur mellom sykkelveg og Heimdalsbekken. Det må derfor erosjonssikres i bekkeløpet.



Figur 4-7: Ny bekkelukvert under fylkesvegen, der utløpet flyttes lenger nord.

På strekningen etableres det flere murer utenfor fortauet for å ta opp høydeforskjellen mot skråningene i vest.

## 4.2 Trafikk

### 4.2.1 Trafikkmengde sykkelveg

TØI har utviklet et enkelt program for å beregne potensialet for økning av sykkeltrafikken ved etablering av sykkeltiltak på en strekning. Programmet gir ikke direkte svar på potensiale for økning av sykkeltrafikken ved å bygge om fra gang- og sykkelveg til sykkelveg med fortau. Det er derfor gjennomført to beregninger, først potensialet ved å bygge gang- og sykkelveg, og så potensialet ved å bygge sykkelekspressveg på en strekning som tidligere var uten tilbud for gående og syklende. Beregningen antyder at det er 1 % større potensiale for sykling ved å etablere





sykkelekspressveg enn å bygge gang- og sykkelveg. Programmet gir kun grove overslag, men det kan antas at økning i sykkeltrafikk ikke vil være dramatisk ved ombygging fra gang- og sykkelveg til sykkelveg med fortau.

#### **4.2.2 Trafikkmengde fylkesveg**

Det ventes ingen store endringer i trafikkmengden på fv. 6682 som følge av etablering av sykkelveg med fortau i Bjørndalen. I den grad trafikkmengden blir påvirket av tiltaket, forventes den å bli redusert.

### **4.3 Trafikksikkerhet, opplevd trygghet og fremkommelighet**

#### **4.3.1 Normalprofil**

Dagens gang og sykkelveg er ca. 3 meter bred, og blander gående og sykle på samme flate. Med etablering av sykkelveg med fortau, blir gående og syklende skilt fra hverandre. Det antas at både trafikksikkerhet, opplevd trygghet og fremkommeligheten øker, både for gående og syklende. Ettersom det er registrert kun et fåtall ulykker med personskade der syklende og gående er involvert på strekningen de siste 10 år, er det vanskelig å tallfeste forventet reduksjon i antall trafikkulykker på gang- og sykkelvegen. Det forventes allikevel at antall hendelser, både med og uten personskade, samt nestenulykker, vil reduseres med etablering av sykkelveg med fortau. Fremkommeligheten for gående øker ved at de ikke trenger å gå til side når det kommer flere syklende i stor hastighet. Fremkommeligheten for syklende øker ved at det ikke er gående i kjørebanelen.

Sykeltrafikken på strekningen langs Bjørndalen er relativt ensrettet nordover retning Trondheim sentrum i morgenrushet, og retning sør i ettermiddagsrushet. Trafikktellingene ved kryssene med Sivert Thonstads vei og John Aaes veg viser en retningsfordeling på ca. 1/4 – 1/6. Jevnest fordeling er det nord for John Aaes veg på morgenen. Det betyr at sannsynlighet for at det kommer motgående syklist i forbindelse med en ønsket forbisykling er moderat. Det antas at det i all overskuelig fremtid vil være bruk av både elektriske sykler og manuelle sykler, også i Bjørndalen. Det gjør at behovet for forbisykling av andre syklende i samme retning, spesielt i motbakke retning sør, vil være stort. Det vil være enklere å gjennomføre en forbisykling på en bredere sykkelveg enn på en smalere.

TØI har utarbeidet rapport «Bredder på infrastruktur for gående og syklende» [20], der det kommer frem at økende sykkelvegbredde reduserer både antall ulykker og antall konflikter mellom syklist. Rapporten legger ikke frem konkrete tall på forventet endring i ulykkesituasjonen ved ombygging fra gang- og sykkelveg til sykkelveg med fortau.

#### **4.3.2 Skoleveg**

Ny sykkelveg med fortau legger opp til å skille gående fra syklende på hele strekningen. Dette vil være en fordel spesielt for mindre barn, som generelt er mindre oppmerksomme enn voksne.

#### **4.3.3 Kryss**

I avkjørsel til Bjørndalen 63-83 og i kryss med Nyveilia er sykkelveg med fortau foreslått trukket 5 meter fra fylkesvegen, slik at en innsvingende eller utkjørende bil kan stå mellom veien og kryssende sykkelveg med fortau. Dette gjør at kjørende ut på fylkesvegen kan konsentrere seg om én kryssing av gangen, og at kjørende av fylkesvegen ikke blir stående i fylkesvegen ved stans for syklende.

I krysset med Søbstadvegen planlegges sykkelsignal. For at det ikke skal være noen konflikterende trafikkstrømmer med syklende, samt unngå forsinkelser for kollektivtrafikken, kreves det at et eget høyresvingefelt fra nord etableres. Der hovedsykkelvegen krysser Søbstadvegen etableres det trafikkøy med bredde 2 meter mellom kjøreretningene.

#### **4.3.4 Bussholdeplasser**

Reguleringsplanen legger opp til nye busslommer der eksisterende busslommer berøres. Prosjektet vurderer dette som den mest trafikksikre løsningen. Det er vurdert bruk av kantstopp. En slik løsning krever mindre areal. Forbikjøring av buss på holdeplass ved kantstopp kan imidlertid



medføre et trafiksikkerhetsproblem. Holdeplassene ligger på strekning med fartsgrense 60 km/t og korte sikt lengder (nord for John Aaes veg), og langs veg med ÅDT over 11 000. Det er derfor vurdert at en slik løsning ikke har tilfredsstillende trafiksikkerhet.

Reguleringsplanen legger opp til plattform mellom sykkelveg med fortau og busslomme. Det gjør at både ventende og avstigende passasjerer har et eget areal, adskilt fra sykkelvegen. Dette vurderes som en mer trafiksikker løsning enn slik det er i dag, der ventende passasjerer må stå i gang- og sykkelvegen, og avstigende passasjerer går rett ut i gang- og sykkelvegen. Løsningen vil også oppleves tryggere.

#### 4.3.5 Gangfelt

Alle gangkryssinger på tvers av Bjørndalen forutsettes opprettholdt eller erstattet på samme sted som i dag. Sikt til gangfeltene vil være innenfor gjeldende regelverk. Det forutsettes at nye gangfelt belyses etter gjeldende krav.

I perioden 2014-2023 er det registrert 4 trafikkulykker med personskade i krysset med John Aaes veg, hvorav tre involverer myke trafikanter i gangfeltet. Håndbok V127 *Kryssingssteder for gående* [21] gir anbefalinger for nye og eksisterende gangfelt. Ved ÅDT > 8 000 og fler enn 10 gående i makstimen anbefales gangfelt, men med akseptabelt fartsnivå under 45 km/t.

Ved krysset med John Aaes veg er fartsgrensen 50 km/t, ÅDT ca. 11 500, og det er flere enn 10 gående i maksimaltiden. Det er ikke gjennomført fartsmålinger i krysset i forbindelse med reguleringsplanen. Det kan imidlertid ikke utelukkes at fartsnivået er høyere enn 45 km/t. Sikten til gangfeltet er innenfor normalkrav for aktuell veg. For kjørende retning nord blir sikten til gangfeltet bedre enn i dag når vegen heves og avstanden til sideterrenget økes. Det forutsettes at ny vegbelysning oppfyller gjeldende krav, også i forbindelse med gangfelt. Det anbefales at det gjøres vurderinger i byggeplanfasen for å se om det er nødvendig med ytterligere tiltak for å bedre trafiksikkerheten.

Ved krysset med Nyveilia planlegges det reetablering av gangfelt som betjener holdeplass for nordgående busser. Gangfeltet ligger på strekning med fartsgrense 60 km/t og trafikkmengde ÅDT 2 200. Håndbok V127 *Kryssingssteder for gående* [21] anbefaler ikke å anlegge gangfelt ved fartsgrense 60 km/t. Det bør derfor i byggeplanfasen vurderes om kryssingen skal ivaretas med tilrettelagt kryssing.

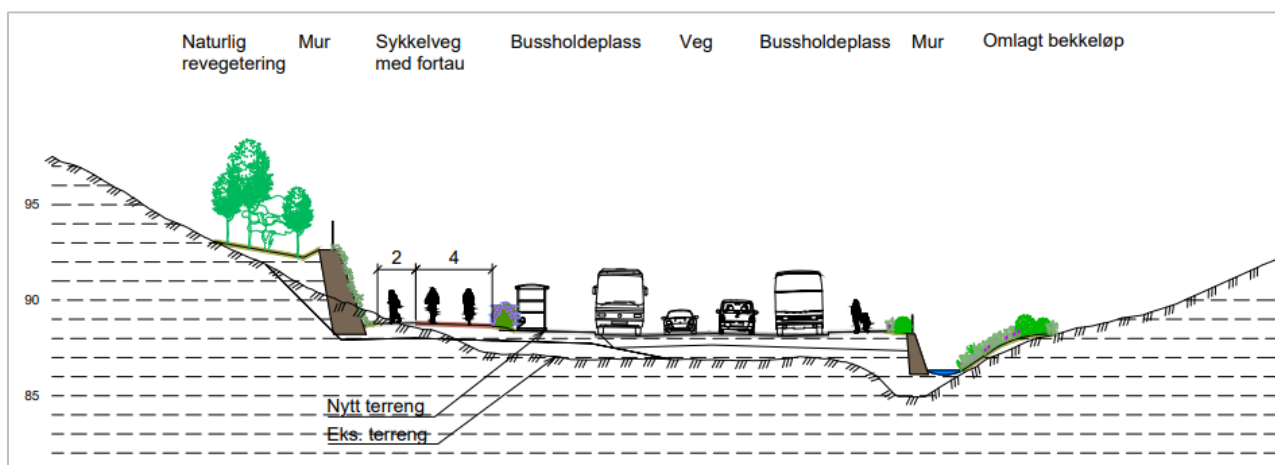
### 4.4 Landskap

Veganlegget er søkt tilpasset landskapet estetisk og funksjonelt med tanke på helhet, lesbarhet og ferdsel- og oppholds-kvaliteter langs fylkesveien og ny sykkelveg med fortau.

Ny vegetasjon forholder seg til omgivelsenes karakter og er benyttet for å integrere veianlegget i landskapet. Vegetasjon demper uheldige nær- og fjernvirkninger, tilfører veganlegget frodighet og dynamikk, skjerner bolig- og lokalmiljø, og tilfører ferdsels- og oppholdsarealer pryde og opplevelseskvaliteter. Egnede vegetasjon bidrar til økologisk mangfold, og i dette prosjektet er det spesielt viktig med egnede kantvegetasjon som tilfører bekkeløpet skygge og økologisk funksjon. Eksisterende og ny beplantning er også med på å hindre erosjon.

#### 4.4.1 Mål for utformingen

- Alle deler av veganlegget skal oppleves som integrert i landskapet.
- Sykkelveg med fortau, hevet fylkesveg og omlagt bekkeløp skal tilpasses områdets karakter og natur- og landskapspreg.
- Det skal etterstrebes å gjøre minst mulig inngrep i verdifulle natur- og landskapstyper.
- Alle ferdsels- og oppholdsarealer skal om mulig gis universell utforming.
- Det skal utformes naturlige ledelinjer og anlegget skal ha god lesbarhet, oversiktlige forhold og oppleves som trygt.
- Sykkelveg med fortau, sidearealer og oppholdsarealer skal gis en attraktiv opparbeidelse av ønskede bruksfunksjoner og tilføres opplevelseskvaliteter.



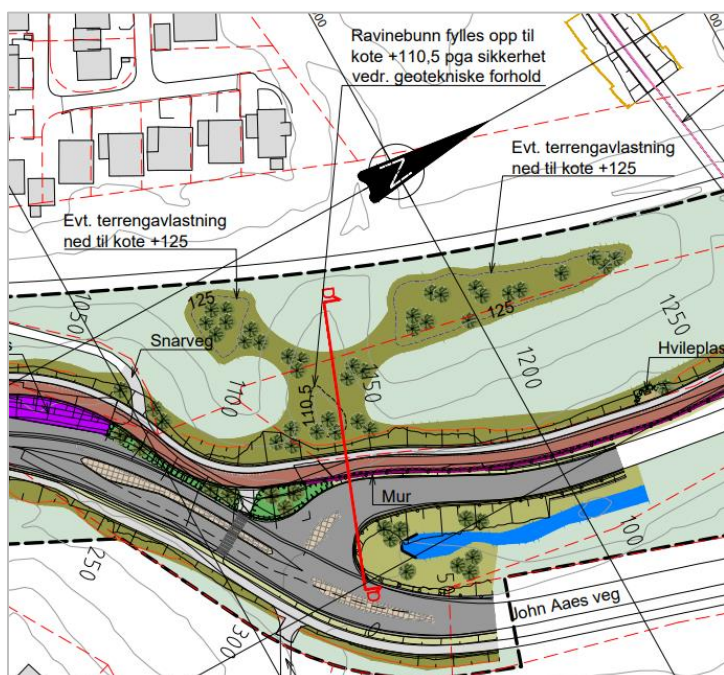
Figur 4-8: Prinsipsnitt profil 1830.

#### 4.4.2 Terrengforming- og vegeteringsprinsipper

##### Naturområder

Naturområder skal gis naturlig utforming for all terrengforming, med myke overganger til eksisterende terreng og avrundet topp og bunn. Ved inngrep i ravinlandskapet skal terreng og landskapselementer omformes for å harmonere med landskapstypen. Prinsipper er vist i aktuelle snitt og visualiseringer medfølgende illustrasjonsplanen

Ved avlastning av raviner vest for krysset Bjørndalen og John Aaes veg skal terrengbehandlingen i anleggsperioden følge korridorer fra området for oppfylling (mellom ravinetoppene), se tegning O102 og utsnitt fra denne under. Dette for å begrense terrenginngrepet, bevare eksisterende verdifull skogsvegetasjon i størst mulig grad, og dempe nær- og fjernvirkningen av inngrepet.



Figur 4-9: Terrengavlastning ved krysset Bjørndalen og John Aaes veg.

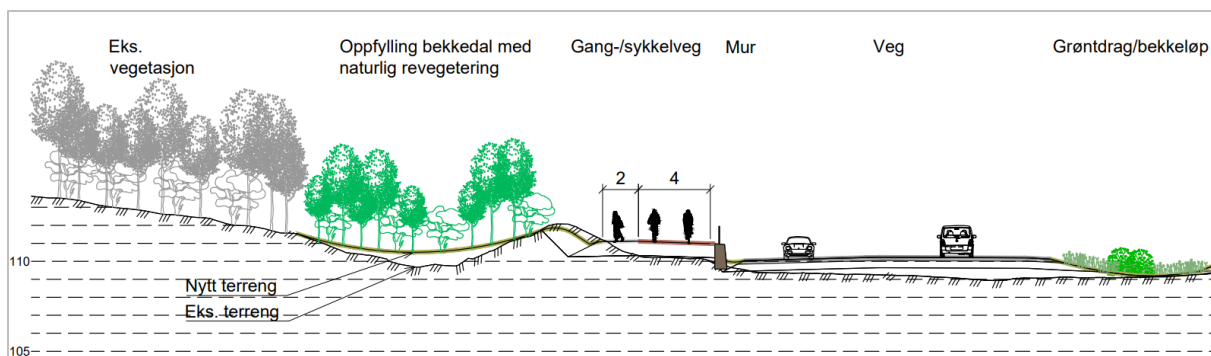
Planen legger til rette for minst mulig inngrep i de verdifulle forekomstene av almeskog.

I områder med inngrep i verdifull natur skal ny vegetasjon tilpasses og forsterkes lik gjenstående/tapt verdifull vegetasjon.

Det er lagt til grunn at veganlegg i berøring med bekkenes kantvegetasjon skal revegetering og/eller nyetablering av kantvegetasjon gjøres i samråd med egnet fagperson for å oppnå ønsket økologisk funksjon der dette er påkrevd.

Ved inngrep i naturpregede områder skal det benyttes naturlig revegetering (markert i Illustrasjonsplanen). I disse områdene er det lagt til grunn at topplaget av vegetasjonsdekket som inneholder frø og plantedeler tas av og lagres for seg i maks 2 meter høye ranker. Det er en fordel at disse massene lagres nær veglinjen. Det er viktig at massene ikke blandes med andre masser under lagring og at de ikke komprimeres for å best mulig ta vare på livet i massene. Revegeteringen forsterkes med 20 % nyplanting av stedegen vegetasjon.

Ved utforming av marksikringsplan skal naturfaglig og landskapsfaglig kompetanse rådføres ved bevaring av trær og vegetasjon på hele strekningen.

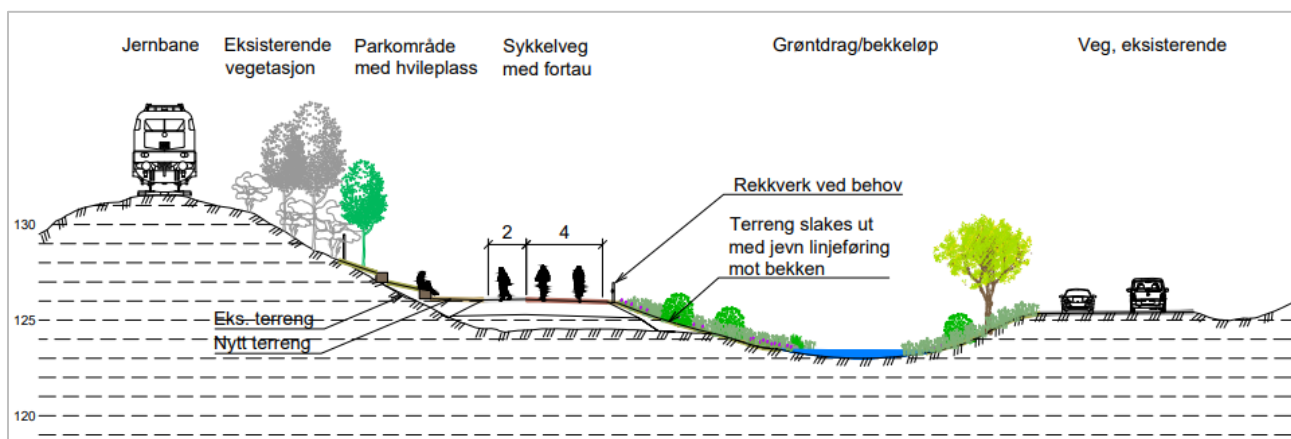


Figur 4-10: Prinsipsnitt profil 1140

### Parkdrag

Fra Heimdal og strekningen frem til ca profil 700-750 (ca 400 meter sør for krysset med John Aaes veg) har en urban/bebygd karakter, og sykkelveg med fortau ligger mer åpent i landskapet med direkte kontakt til bebyggelse, jernbane og Heimdal sentrum. Sidearealene får derfor her et mer parkmessig preg, med vegetasjon som gir prygd og opplevelsesverdi. Ved inngrep i ravinelandskapet skal terreng og landskapselementer omformes for å harmonere med landskapstypen. Dette er spesielt viktig ved terrengavlastning i parkdraget, som medfører at de lave ravineformene tas ned i høyde. Ravineformene må gjenskapes for å ivareta landskapets særpreget og historie, samt ivareta formdynamikken ravinene her gir og som bidrar til variasjon og gode opplevelseskvaliteter. Det er viktig at ravineformene beplantes med større busker og trær. Dette for å raskt avdempne sårene i landskapet i et sterkt eksponert område, og som er attraktivt for bruk i dag.

Det er her lagt inn buede murer som forsterker terrengformene og gir ytterligere dynamikk til de buede vannspeilene og sykkelvegen med fortau mellom disse. Detaljfase vil avklare om det blir nødvendig å erosjonssikre bekkeløpet, og i hvilket omfang. Der det åpne bekkeløpet ikke skal erosjonssikres gis det egnet kantvegetasjon mtp økologi, med innslag av vegetasjon med prygdverdi der det er naturlig og det er rom for det. Overgangen mellom parkområde og jernbanen i vest gis en naturlig terrengforming med stedlig vegetasjon.

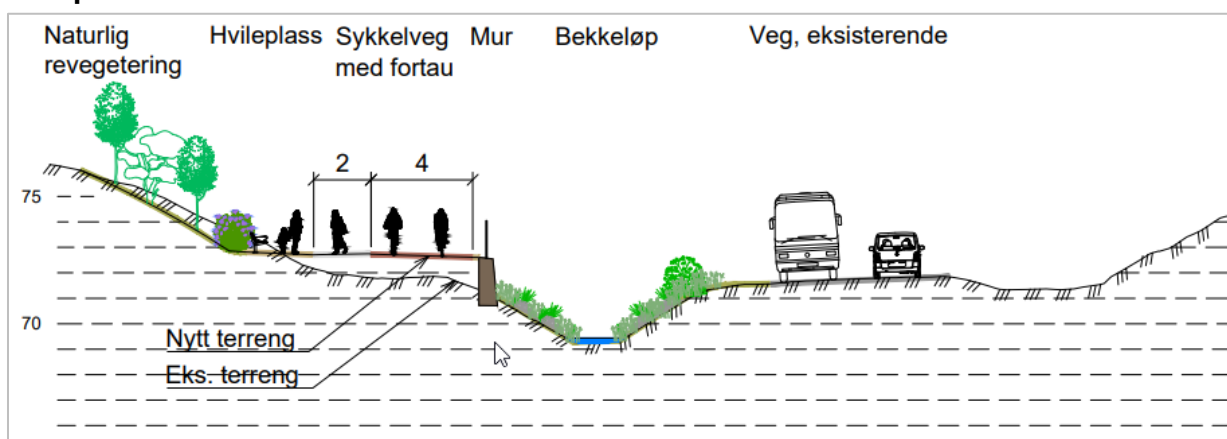


Figur 4-11: Prinsippssnitt profil 570.

## Bekk

- Eksisterende bekkeløp bevares.
- Åpning og reetablering av bekk og kantvegetasjon utføres i samråd med egnet fagperson, se rapport 52207550-PLP-Rapp-07-KU-Naturmangfold. Det er lagt opp til naturlig revegetering, med samme prinsipp som beskrevet under punkt Naturområder ovenfor.
- Vegetasjon er tilført for frodighet og skygge til bekkedraget, og bidrar med attraktiv opparbeidelse mtp ferdsel langs sykkelveg med fortau og fylkesveg.
- Det legges opp til at mur mot bekk gis en estetisk tilpasning som ikke er til hinder for økologisk funksjon. I detaljfase vurderes mulighet for overhengende vegetasjon og/eller beplantede gjerder/plantestativ for å skape skygge, og samtidig gi bekkeløpet pryd-kvaliteter.
- I dalens østside kommer flere mindre sidebækker ned dalsiden. Disse er tilsluttet hevet/endret bekkeløp, er gitt et vannspeil/kulp med naturlig utforming i overgangen mellom bekkeløpene. Sidebækkene revegeteres med samme økologisk prinsipp som beskrevet for hovedbekkeløpet.
- Prinsippssnitt for oppbygging av bekk, se kapittel 3.5.2 Bekketverrsnitt ved heving av Heimdalsbekken.

## Hvileplasser



Figur 4-12: Prinsippssnitt profil 2280.

- Det er lagt til rette for en attraktiv opparbeidelse av hvileplassene.
- Hvileplassene skal i hovedsak ha likhetstrekk med samme type materialbruk og møblering
- Det er plassert én hvileplass i parkdraget, og denne plassen får utforming og vegetering i samsvar med parken.

- Hvileplassen sør for parkdrag sees i sammenheng med denne.
- Hvileplasser i nærhet til verdifull almeskog skal etableres med nye almetrær av stedegen type.

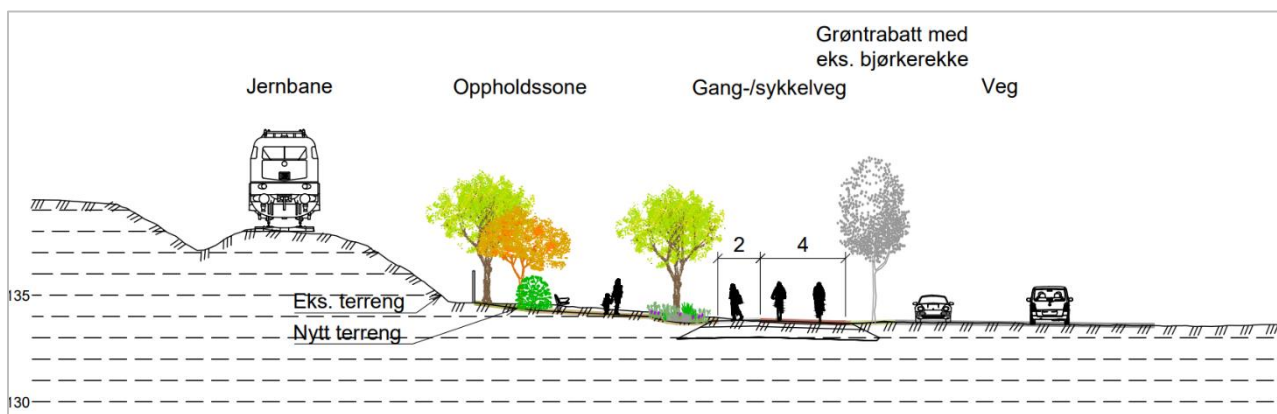
### Avkjørsler og kryssende stier

- Avkjørsler skal være oversiktlige og gis attraktiv beplantning.
- Sideterrang rundt avkjørsler, kryssende stier, busslommer og hvileplasser nord for parkdraget istandsettes som grasbakke og forsterkes med naturlig busk- og trevegetasjon.
- Stier skal være oversiktlige og ha lesbare sammenhenger på tvers av sykkelveg med fortau og fylkesvegen. Ved kryssingene skal det anlegges beplantning, og plasseres benk der dette er naturlig.

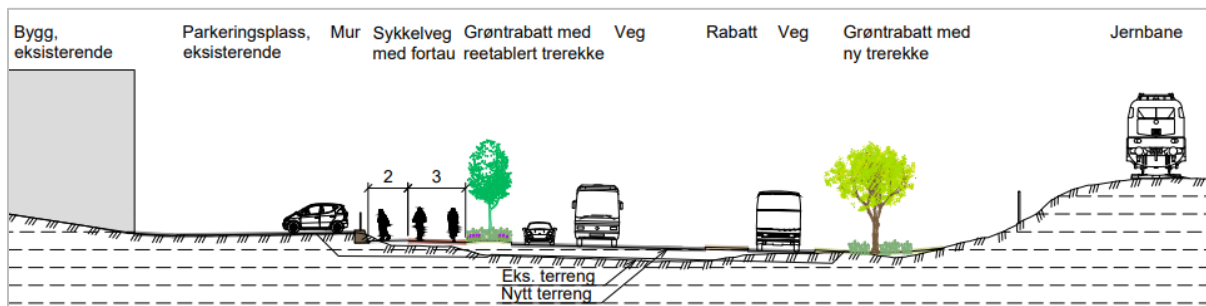
### Vekstforhold for trær langs veien

Mellom sykkelveg med fortau og fylkesvegen er det stedvis liten plass til etablering av trær. Det er likevel ønskelig med trerekker mellom disse ferdssonene der dette er mulig, og der det er avklart krav til trafikksikkerhet. Trevegetasjon vil dele opp vegarealet med vertikale romdannende elementer, og tilføre grønnstruktur og frodighet til veganleggets harde, monotone og grå/røde flater. Trevegetasjon skjærer også mot trafikk langs sykkelveg med fortau og gjør den mer attraktiv for myke trafikanter. Det er derfor viktig at det i disse områdene foretas tiltak som bedrer vekstforholdene for trær og beskytter/bevarer rotsonen.

- Planen legger opp til bevaring av eksisterende vegetasjon nær ny opparbeidelse av fylkesveg og sykkelveg med fortau. Det må her iverksettes tiltak for å beskytte rotsonen.
- Det må også vurderes tiltak som sikrer gode vekstforhold i kritisk smale rabatter mellom fylkesvegen og sykkelveg med fortau.
- Det må etableres rotvennlig bærelag nært fylkesvegen og sykkelveg med fortau. Dette er spesielt viktig der det er veg/asfalt på begge sider.
- I krysset med Søbstadvegen er det spesielt viktig at det etableres forhold for ny trerække mellom sykkelveg med fortau og fylkesveg. Mot jernbanen står det i dag står en bjørkerække som må reetableres ved opparbeidning av krysset. Trerekken er viktige som visuell buffer og nødvendig grønnstruktur i et område med mye infrastruktur kombinert med tettstedsfunksjoner.



Figur 4-13: Prinsippnutt profil 210.



Figur 4-14: Prinsippsnitt profil 135 mellom kryss mot Søbstadvegen og jernbanebru.

#### 4.4.3 Marksikring

Det skal lages en marksikringsplan for å ivareta vegetasjon som grenser til inngrepsområdene. Det skal etableres særskilte tiltak der inngrep grenser mot bekkeløp og høyt verdsatt natur.

Naturfaglig og landskapsfaglig kompetanse rådføres ved bevaring av trær og vegetasjon på hele strekningen.

#### 4.4.4 Universell utforming Sykkelveg med fortau

- Det skal være tydelig soneinndeling mellom gående og syklende, og i overgang til oppholdssoner (hvileplasser og parkareal) på siden av veien.
- Sykkelveg med fortau skal anlegges med asfalttype og kantstein med luminanskontrast i henhold til universelle krav.
- Sykkelveg med fortau gis belysning som oppfyller behov for oversikt og lesbarhet, men som ikke er til sjenanse (lysforurensning) for brukere og bebyggelse og oppholdsarealer i omgivelsene.
- Det skal unngås å bruke allergene planter i direkte tilknytning til sykkelvegen.

#### Parkområde

- Det skal være tydelig soneinndeling (fargebruk med luminanskontrast mellom asfaltdekke og natursteinslinjer) mellom ferdselsone og parkareal.
- Parkdraget er i illustrasjonsplanen vist med amfi/sitteskulptur i siden opp til jernbanelinja. Hvis detaljfasen viser mulighet for lave murer kan opparbeidelsen gjøres universell i større utstrekning.
- Parken skal gis belysning som oppfyller behov for oversikt og lesbarhet, men som ikke er til sjenanse (lysforurensning) for brukere, bebyggelse og oppholdsarealer i omgivelsene.
- Indirekte belysning av for eksempel vegetasjon kan gjerne brukes som et vitaliserende element.
- Alle benker skal ha plass til rullestol/barnevogn på siden.
- Det skal unngås å bruke allergene planter i direkte tilknytning til opphold.

#### Hvileplasser

- Det plasseres hvileplasser med jevne mellomrom (ca. 200 meter) langs hele vegstrekningen for å tilrettelegge for ferdsel og opphold tilpasset alle brukergrupper. Illustrasjonsplan og plankart viser plassering av disse.
- Det skal planlegges manøvreringsplass for rullestol uten konflikt med ferdsel på sykkelveg med fortau.
- Plassene skal anlegges med harde dekker for å ivareta tilgjengelighet, med fallforhold som er forenelig med brukere av rullestol.
- Alle benker skal ha ryggstø og armlene.
- Alle benker skal ha plass til rullestol/barnevogn på siden.
- Det skal være et tydelig skille mellom sykkelveg med fortau og oppholdsareal.



- Oppholdsarealer skal være belyst, uten at dette er til sjenanse for opphold eller for omgivelsene.
- Det skal unngås å bruke allergene planter i direkte tilknytning til opphold.

### **Bussholdeplasser**

- Plassene skal ha tydelig soneinndeling (fargebruk med luminanskontrast mellom asfaltdekke og natursteinslinjer).
- Fortau skal ha en tydelig og lesbar tilslutning til plassen.
- Det skal planlegges for naturlige ledelinjer, evt. anlegges ledelinjer i dekke.
- Plassene skal anlegges med harde dekker og med fallforhold som er forenelig med brukere av rullestol.
- Det skal planlegges manøvreringsplass for rullestol.
- Plassene møbleres med benker og søppelhåndtering.
- Alle benker skal ha ryggstø og armlene, og det skal være plass til rullestol/barnevogn på siden.
- Arealet skal være belyst.
- Det skal unngås å bruke allergene planter i direkte tilknytning til plassene.

### **Ferdselsårer**

- Ferdselsårer på tvers bør merkes og/eller utstyres med informasjon i form av f.eks. oversiktskart over attraktive områder for friluftsliv i nærområdet, ferdselsnettverk til disse områdene og turmålene, og den aktuelle stiens konkrete turmål og/eller funksjonsmål.
- Ferdselsårer skal være belyst, uten at dette er til sjenanse for omgivelsene.
- Det bør tynnes i evt. tett vegetasjon langs ferdselsårer.
- Det bør vurderes standardheving mtp bredde og underlag, og evt. Tilføres hvilerepos i terrenget i hht universell utforming.

#### **4.4.5 Murer**

Bjørndalen er en smal dal med trangt tverrsnitt. Det er også store geotekniske utfordringer langs strekningen pga. leirraviner. For å kompensere for inngrep ved utvidelse av sykkelveg med fortau er fylkesvegen, sykkelveg med fortau og bekkeløp stedvis hevet. Hevingen er opptil ca. 3 meter. Den helhetlige situasjonen gjør at det er utfordrende med landskaps- og terrengtilpasninger. Som følge av dette er det flere steder ikke til å unngå at det blir murer, stedvis høye og stedvis lange, tett på sykkelveg med fortau og tett på bekkeløpet. Murhøyden varierer fra ca 0,5 til 6 meter, og er i hovedsak stigende fra sør til nord ettersom dalen blir smalere og utfordringene mot sideterreng øker. Et unntak er på Heimdal, hvor det blir en sekvens med høy mur (3,5 meter) mellom p-plassen og inn mot jernbanebrua. Den høyeste muren ligger i ca profil 1830 rett sør for Nyveilia, på om lag 5,5 meter. Her blir det også mur ned til bekkeløp på østlig side av fylkesvegen på om lag 2 meter. Situasjonen er vist i prinsippssnitt E i Illustrasjonsplanen (O103).

Det er potensiale for optimalisering av tilpasning til sideterreng ved tilfeller hvor lav og/eller forlenget mur kan begrense arealinngrep, samt steder hvor lav mur kan legge til rette for oppholdsarealer som imøtekommer krav til universell utforming (fallforhold). En mer detaljert vurdering av omfang av mur, og prosjektering av hvordan murene kan tilpasses landskapet og tilsluttes terreng, må gjennomføres i detaljfasen.

Alle murer skal ha utførelse i naturstein. Natursteinsmurer er brukt i området i dag, og naturstein er et varig, robust og vakkert materiale. Tørrmurer krever mindre midlertidige inngrep i terrenget, noe som flere steder er en forutsetning for geoteknisk sikkerhet gjennom Bjørndalen. Det bør etterstrebes gjenbruk av naturstein som blir fjernet i forbindelse med opparbeidelse av det nye veganlegget.

#### **4.4.6 Støyskjerming**

Det er ikke vurdert type støyskjermingstiltak i konsekvensutredningen av støy:





“Det er ikke vurdert langsgående skjermingstiltak i denne fasen. Dersom samlet støybelastning fører til en større totaløkning i støynivå, kan det være hensiktsmessig med langsgående støyskjerming, særlig der flere bygninger ligger i rød støysone.” Rapporten beskriver også mulighet for områdeskjermer og/eller lokale skjerming, samt lokale tiltak.

Valg av type støyskjerming og utforming av støyskjermingstiltak må vurderes i byggeplanfasen.

Utforming av evt. støyskjerming må utarbeides sammen med landskapsarkitekt for å oppnå stedstilpasset utforming, materialvalg og fargebruk, og vurdering av transparente løsninger mtp variasjon, dynamikk og ønsket/uønsket inn/utsyn.

#### **4.4.7 Massehåndtering**

Overskuddsmasser som tilfredsstillende gjeldende krav, kan gjenbrukes som vegetasjonsdekke. Tilførte masser må være rene masser med en tilsvarende frøbank som den som er fra området. jfr. forskrift om fremmede organismer.

For hele prosjektet bør det utarbeides en massedisponeringsplan for arealer som omfattes av tiltak i planen. Dette gjelder behandling og plassering av masser til bruk i veganlegget og i masselagring utenfor planområdet.

### **4.5 Overvann**

Overvann fra planområdet i forbindelse med ny sykkelvei med fortau håndteres iht. Trondheim kommunes VA-norm og ved benyttelse av tre-trinns strategien.

I dette prosjektet er det utfordrende å ivareta trinn 1 (infiltrasjon) og trinn 2 (fordrøyning) ettersom det flere steder er lite tilgjengelig plass til grøft for infiltrasjon og fordrøyning. Videre må Heimdalsbekken ha tilrenning for å ivareta en viss vannføring. Trinnene 1 og 2 skal håndtere relativt små nedbørsmengder, og til dette har Heimdalsbekken god kapasitet.

Overvann langs ny sykkelvei med fortau håndteres i størst mulig grad med naturbaserte løsninger, der det kan tilrettelegges plass, og disse løsningene vil gi en fordrøyning og en rensfunksjon av overvannet. Prosjekterte overvannsløsninger langs ny sykkelvei med fortau, legger opp til å etablere en åpen gresskledd grøft som overvannet føres til, mellom fortau og veg, før overvannet går til sandfangsluk, i ledningsanlegg og videre med utløp til eksisterende overvannssystem/resipient. Eksisterende resipient vil være Heimdalsbekken og denne ligger langs hele Bjørndalen.

Der det ikke er tilgjengelig plass for en åpen fordrøyingsgrøft langs ny sykkelvei med fortau, vil overvann ledes mot sandfangkummer og med stikkrenner til nærmeste bekk/kulvert for påkobling. I detaljprosjekteringen må det vurderes nærmere om permeable overflater på gang- og sykkelveien er et aktuelt tiltak for å ivareta trinn 1.

Heimdalsbekken går delvis i kulverter langs strekket. Fra sideområder i Bjørndalen, går det både ledningsanlegg og åpne bekker/grøfter mot eksisterende bekk/kulvert. Disse ivaretas i planforslaget ved å legge ut nye ledninger med sammenkoblinger til eksisterende ledninger og terrengtilpasninger for bekkeføringer.

I forbindelse med heving av ny veg og ny sykkelvei med fortau, vil bekken heves enkelte plasser. Dette medfører også til at bekken/kulverter legges om enkelte steder, samt at eksisterende overvannssystem må tilpasses og justeres i forhold til dette.

I Nyveilia og ved vegkrysset Nyveilia/Bjørndalen, er terrenget hevet slik at overvannssystemet for eksisterende bebyggelse blir endret og må ivaretas. Bekken er hevet og overvannet fra boligene får ikke den samme naturlige avrenningen til bekken. Det prosjekteres nytt ledningsanlegg som føres inn på tomtene for videreføring av overvannet ut til nytt tilkoblingspunkt på ny bekk/kulvert. Overvannsløsninger internt på egen tomt må tilpasses for å lede overvannet ut på nytt ledningsanlegg i vegen. Dette kan være åpne grøfter, stikkrenner og sandfangkummer. Det vil oppstå nye lavpunkter internt på tomtene som overvannet fra omkringliggende områder kan bli



ledet mot og med mulighet for oppstuvning dersom det ikke gjøres tiltak. Nødvendige tiltak må ses på for hver enkelt tomt og prosjekteres i detaljeringsfasen. Kjellerhøyder og husdrenering bør også undersøkes for å prosjektere nødvendige høyder på overvannsledningene fra tomtene og ut til resipient.

I Nyveilia legges eksisterende kommunale DN 500 overvannsledning og DN 200 spillvannsledning om. Traseen gikk tidligere over tomt med gårds- og bruksnummer 194/13, og er nå prosjektert om nedover i Nyveilia. Ledningsanlegget legges videre nedover langs Bjørndalen før det går ut i Heimdalsbekken.

Det er ikke registrert kapasitetsproblemer i eksisterende eller ny bekk og det kan gis unntak til fordrøyning av overvann på de private tomtene ved vegkrysset Nyveilia/Bjørndalen.

I detaljprosjekteringen må oppbygningen av grøften langs sykkelveg med fortau vurderes med tanke på rensefunksjon, før overvannet blir ført ut i Heimdalsbekken.

## 4.6 Elektro

Det må gjøres nye lysberegninger iht. gjeldende håndbøker og NEK600 når nytt anlegg etableres. Plasseringene av lyspunkt må gjøres iht. forutsetningsnotatet til TRFK og det må gjøres egne beregninger for gangfelt og kryssområder. Trøndelag fylkeskommune ønsker at det etableres forsterket belysning for gangfelt og kryssområder.

Valg av armaturtype må være iht. Trøndelag Fylkeskommune sine krav.

Det må benyttes ettergivende master av type HE, når mastene plasseres innenfor sikkerhetssonen til kjørebanelen. Det er ikke krav om ettergivende master langs sykkelveg med fortau.

Trøndelag fylkeskommune skal ha reserverørpakke langs hele trasen, 2xø110 mm + 1x3xø40 mm DL. TRFK skal også ha trekkekummer (TK2) hver 350 m, andre aktører må ha egne trekkekummer.

Det må utføres FEBDOK - beregninger for de nye fordelingskapene.

Det skal også etableres trafikkregistreringsstasjon(tellepunkt) på to plasser langs trasen, ved holdeplass Rosten ved John Aaes veg og like sør for avkjøringen Okstadøy. Disse skal registrere både syklende og kjørende.

For signalstolper som blir berørt i prosjektet skal påmontert utstyr fornyes og ved flytting skal trekkerør og kabler fornyes til nærmeste signalpunkt.

Det er kun Global Connect som har meldt interesse for trekkerør langs trasen pr dags dato. Ved detaljprosjektering må prosjektet meldes inn i K-grav.

## 4.7 Fjernvarme

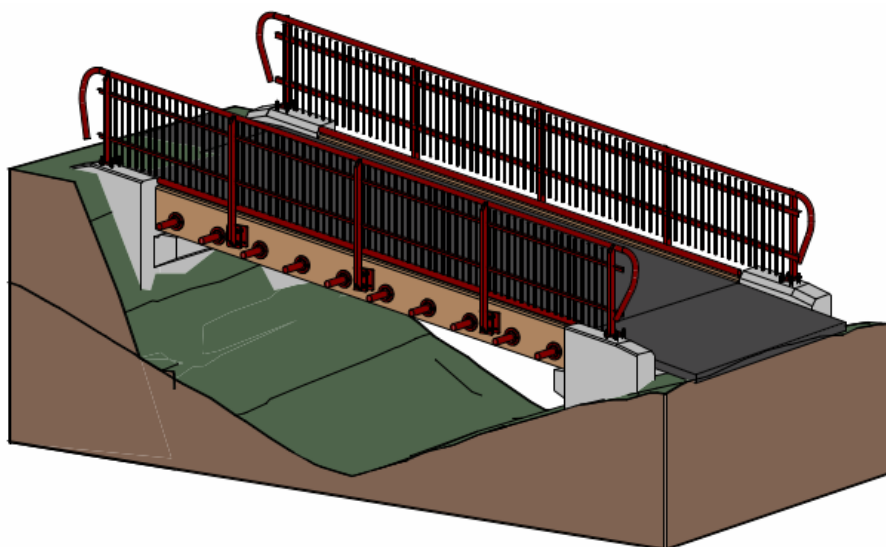
Da fjernvarmetraseen krysser under nytt fortau, vil det oppstå en kryssing med ny planlagt drensledning. Det anbefales at eksisterende fjernvarme-trase avdekkes i forbindelse med gravearbeidene. Det antas at ny drensledning vil kunne krysser over eksisterende fjernvarme. Dersom dette ikke er løsbart, må drensledningen krysse under fjernvarmetraseen, eventuelt at drensledningen går med utløp til eksisterende bekk før kryssingen.

## 4.8 Konstruksjon

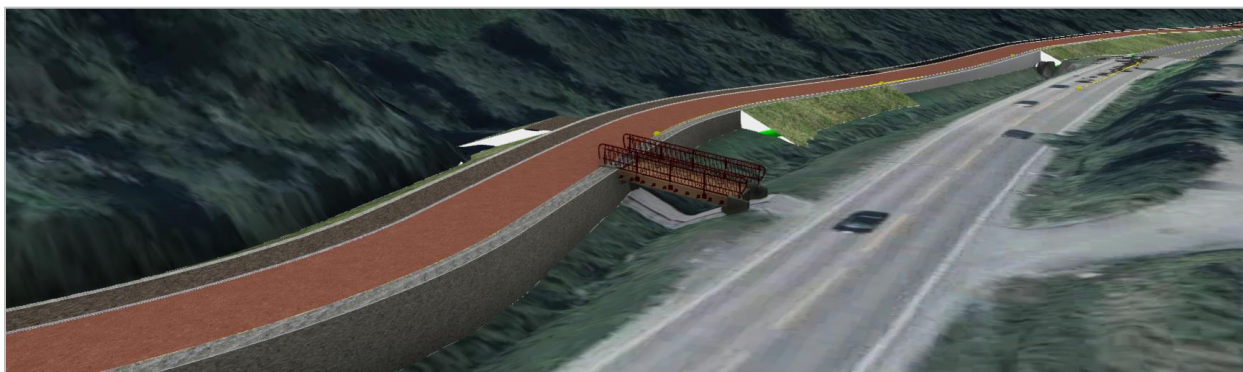
På strekningen Heimdal - Okstadøy inngår tre nye brukonstruksjoner.

Da ny sykkelveg med fortau er bredere enn eksisterende, må eksisterende trebru over Heimdalsbekken, sør for vegkrysset Bjørndalen x John Aaes veg skiftes ut med en kortere bru. På grunn av at sykkelveg med fortau er hevet, og fylkesvegen ikke er det, får brua en stigning på ca. 13 %.

Det er valgt å benytte en trebru med samme estetiske uttrykk, men utformet i henhold til krav i gjeldende prosjekteringsregelverk. Ny bru vil ha en føringsbredde på 3 meter. Dette muliggjør tilkomst for brøytetekjoretøy hvis behov. Denne bredden tilfredsstillers N101, da det er marginal bruk av denne brua (meget lav ÅDT). Lengde på ny bru blir 6 meter. Brua vil bli fundamentert på betongfundamenter, plassert på løsmasser. Det er foreslått bruk av rekkverk med høyde 1,2 meter av stål, med vertikale balustre med avstand 10 cm, noe som er i henhold til håndbok N101. Eksisterende bru har et tredekke som blir glatt når det er vått, og ved frost. Det er foreslått at ny bru bygges med et asfaltlag på bruoverbygningen som da vil bestå av tverrspente limtrebjelker med høyde 350 mm. Denne oppbygningen er nødvendig for å få en tilstrekkelig stiv overbygning som kreves hvis man velger å ha et topplag av asfalt. Et dekke bestående av massive trebjelker er ikke tilstrekkelig stivt ved bruk av asfalt. Det er utført flomanalyser som angir kotehøyde for 200 års flom. Brua har en skrå underside og ved laveste punkt under bru har vi en frihøyde på 440 mm. Det er 60 mm under kravet til frihøyde som er 0,5 meter. 90% av brulengden overholder dette kravet. Detaljplanfasen kan se på tilpasninger av bru/bekkeløp slik at kravet blir ivaretatt. Overordnet vurdering av erosjonssikring er gjort av hydrologifaget.

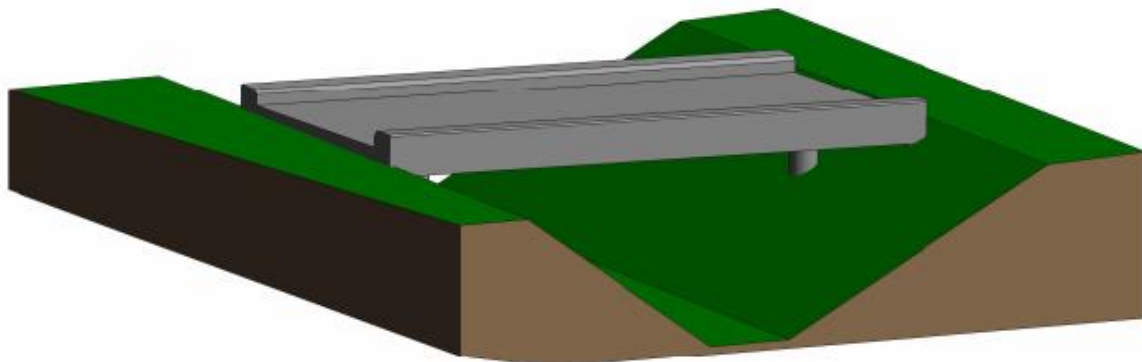


Figur 4-15: Forslag til ny trebru over Heimdalsbekken.



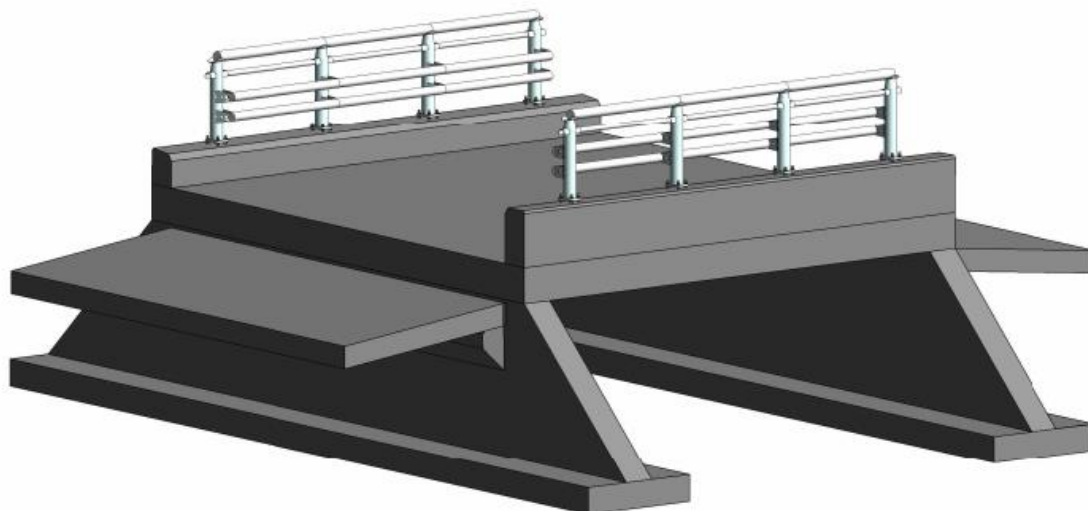
Figur 4-16: Ny bru over Heimdalsbekken er foreslått plassert samme sted som den gamle brua.

Det er prosjektert en bru over bekk for landbruksadkomst til jorder på østsiden av fylkesvegen. Beliggenhet er ved profil 2080, under Bjørndalsbrua. Brua er tenkt bygd over bekkeåpning. Brua utformes som en betongplate fundamentert på to Ø500 mm stålrørspeler fylt med betong i hver ende. Denne fundamenteringsmetoden hindrer store inngrep i bekkekant slik at obstruksjon av vassdrag minimeres. Brua kan enten plasstøpes eller monteres som elementbru. Ved sistnevnte alternativ må det etableres lager i hver ende av brua over tverrbjelker. Brua går klar av 200 års flom med 0,5 meters frihøyde.



Figur 4-17: Ny bru over bekk for landbruksadkomst.

Ny kulvert for bekkekryssning under fylkesvegen nord for Bjørndalsbrua skal erstatte en eksisterende kulvert. Den nye kulverten utformes med et rektangulært betongprofil med toppplate og vegger fundamentert på såler (striefundament). Dette gjør at man kan ivareta den naturlige elvebunnen med tanke på for eksempel vandrende fisk. Kulverten er dimensjonert til å ha kapasitet til en 200 års flom. Alternativet er å bygge en halvrørskulvert av stål med betong- striefundament etter samme prinsipp som betongkulverten.



Figur 4-18: Ny kulvert for bekkekryssning under fylkesvegen nord for Bjørndalsbrua.

## 4.9 Hydrologi

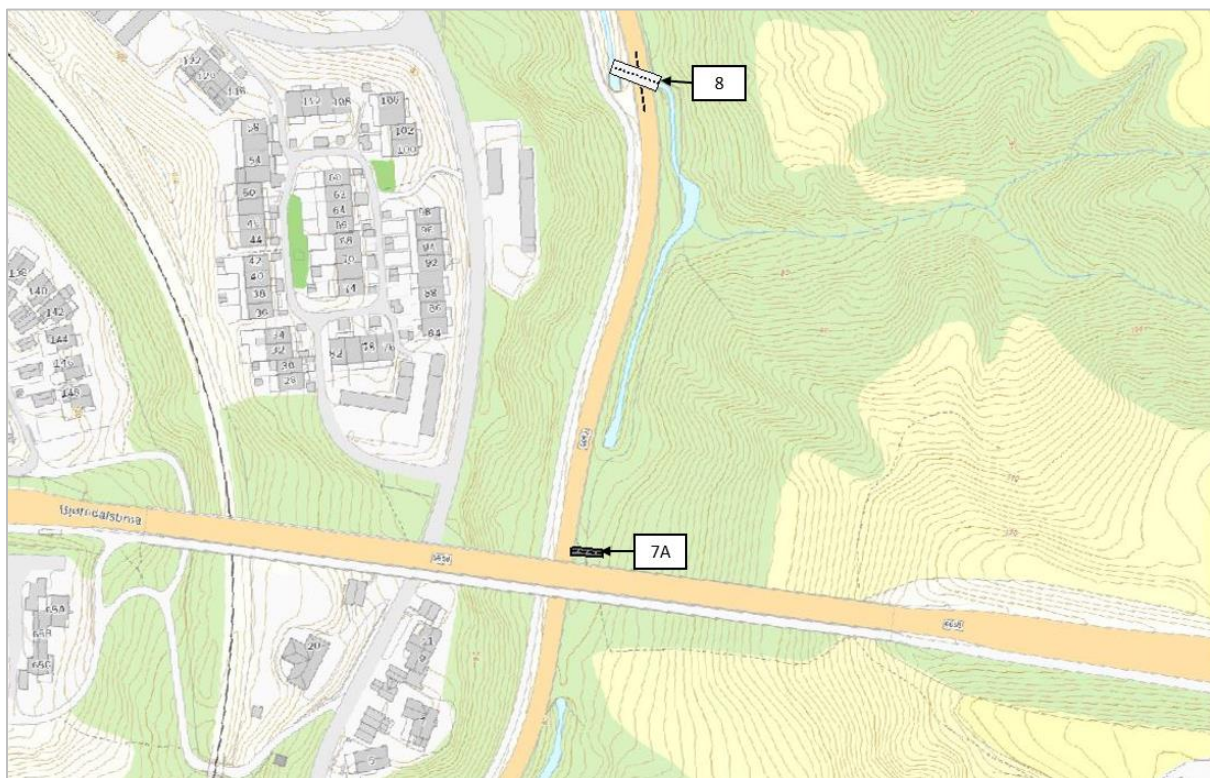
Det er gjort en hydraulisk simulering av prosjektert sykkelveg med fortau, for å sammenligne dagens situasjon med prosjektert situasjon.

Som beskrevet i kapittel 4.1.4, er det flere kulverter som skal byttes ut og forlenges. Kulverter med nye dimensjoner er lagt inn i modellen med dimensjoner beskrevet i kapittel 4.9.4.

Kulvert nr. 7 skal fjernes og en åpen bekk er planlagt i denne strekningen. Det er en landbruksveg som krysser den åpne bekken. En platebru fundamentert på peler er planlagt for landbruksovergangen (se kapittel 0).

For kulvert nr. 8 skal eksisterende fjernes og en ny kulvert under fylkesvegen er planlagt.

For trebru (nr.1) skal eksisterende bru skiftes ut med en ny trebru med samme estetiske uttrykk (se kapittel 0).



Figur 4-19: Plasseringer av landbruksovergang (Nr. 7A) og kulvert under fylkesvegen (Nr. 8) i beregningsmodellen.

For prosjektert situasjon er det brukt samme dimensjonerende flomverdier som for dagens situasjon (se kapittel 2.9.1).

### 4.9.1 Beregning av flomvannstand

Som ved dagens situasjon er programvaren HEC-RAS v6.3.1 benyttet. Høydemodellen som ble brukt for dagens situasjon er sydd sammen med prosjektert sykkelveg med fortau og hevet bekk ved bruk av integrert funksjon i programmet. Parameter på beregningsmesh og verdier for grensebetingelser, courant tall og friksjon er tilsvarende som ved dagens situasjon.

Se kapittel 2.9.2 for nærmere beskrivelse av den hydrauliske modellen.

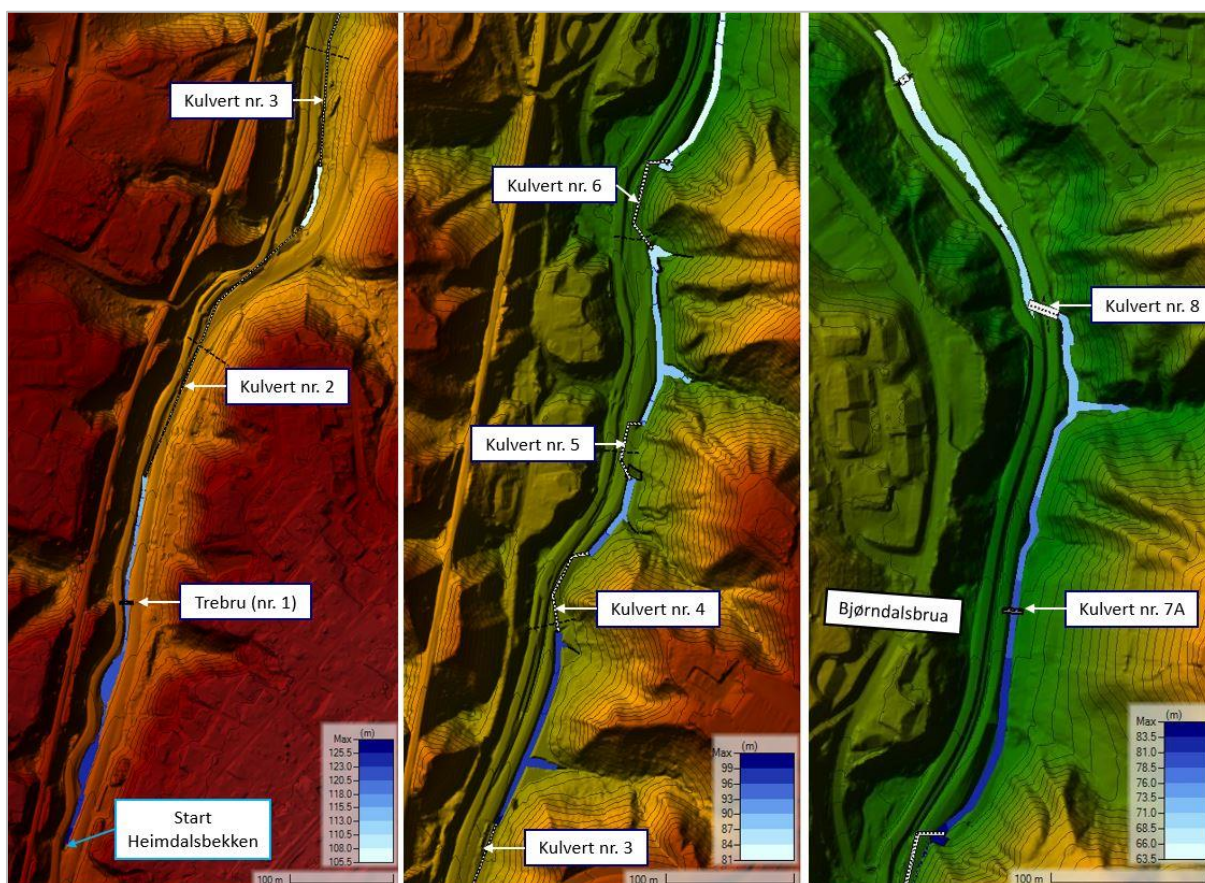
#### 4.9.2 Flomsituasjon ved dimensjonerende flom

I **Error! Reference source not found.** og **Error! Reference source not found.** er resultater for sykkelveg med fortau ved hhv. 100- og 200-årsflom med klima- og sikkerhetspåslag vist.

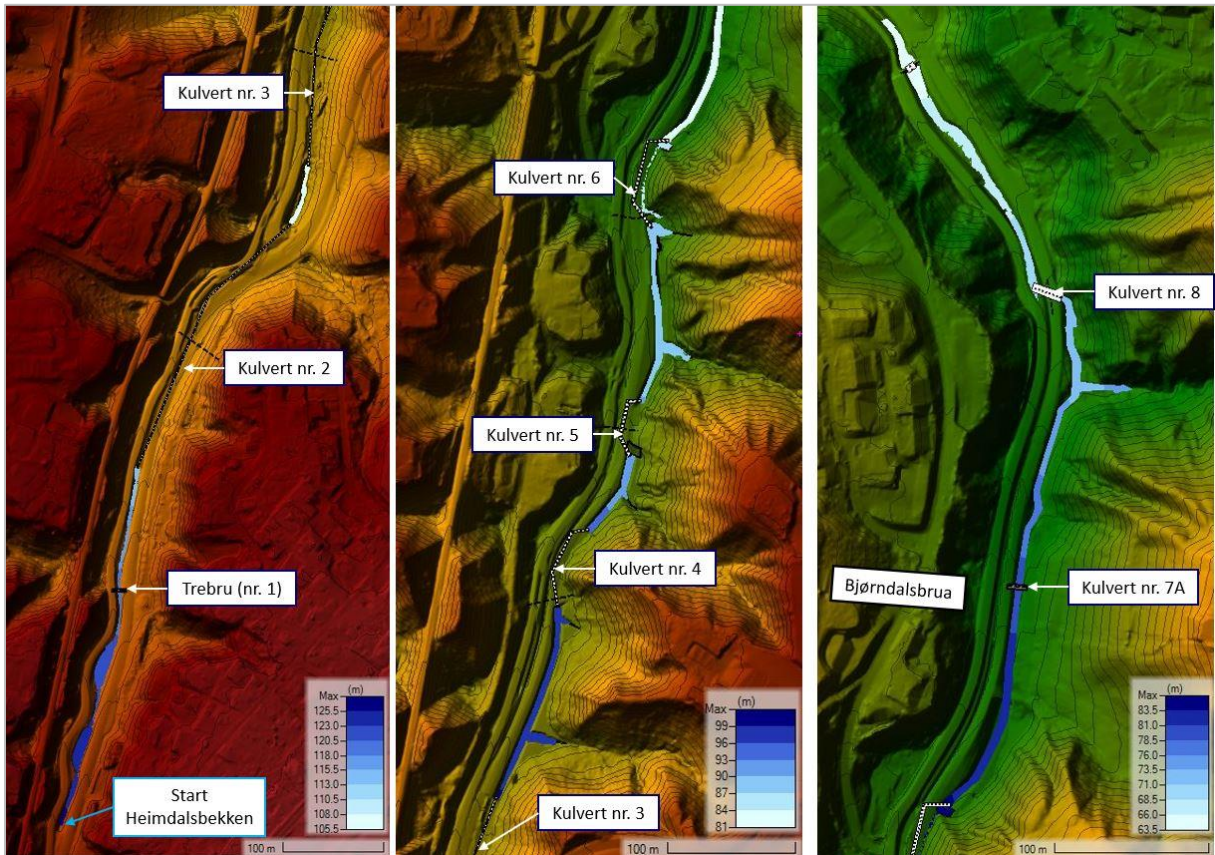
I Figur 4-20 er flomsituasjon ved prosjektert sykkelveg med fortau (rødt) sammenlignet med eksisterende flomsituasjon (blått) ved 100-årsflom.

Ved å bytte ut kulvert nr. 4, 5 og 6 med tilstrekkelig dimensjoner (beskrevet i kapittel 4.9.4) holder all flomvannføring seg i Heimdalsbekken, og hverken ny sykkelveg med fortau eller kjøreveg blir påvirket av dimensjonerende flom (100-årsflom med sikkerhet og klimapåslag). Flomsituasjon er derfor forbedret fra eksisterende situasjon.

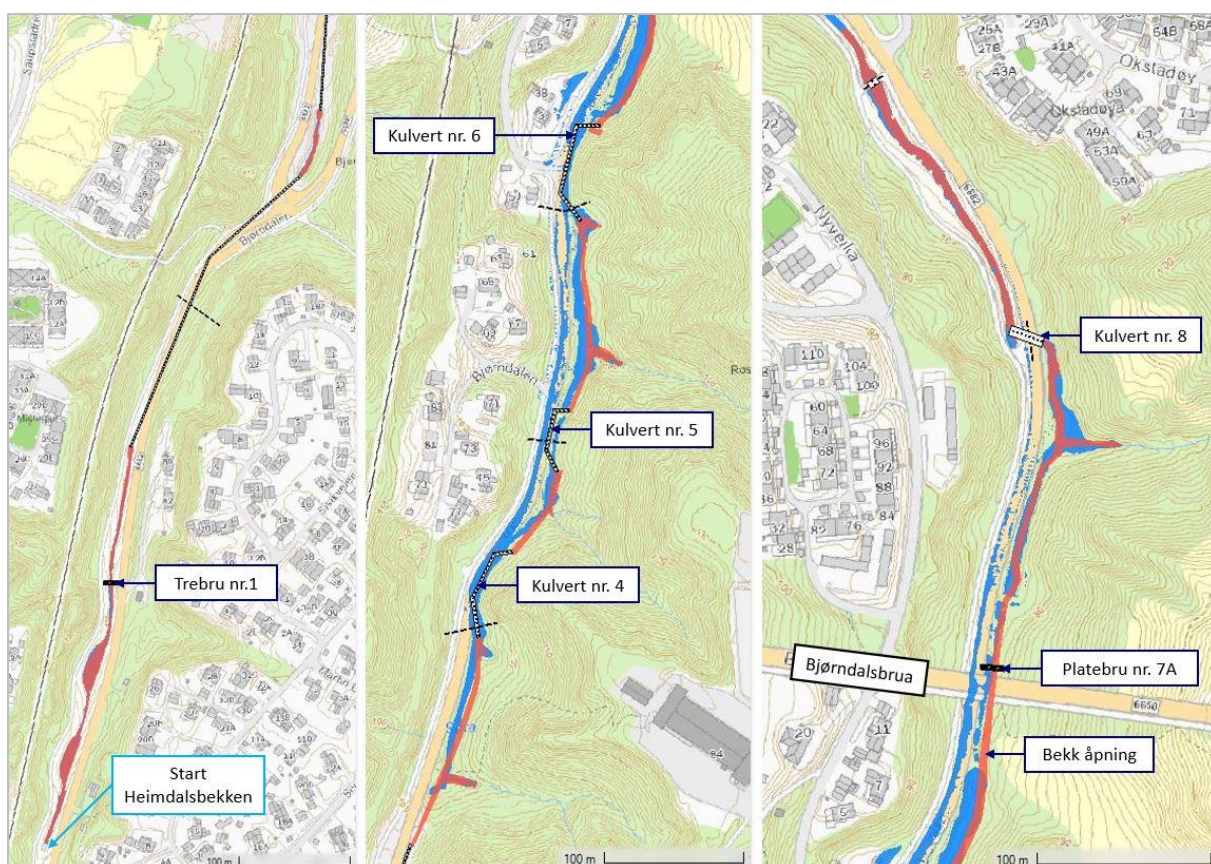
Der hvor bekken ikke heves er det ca. samme vannhastighet som ved eksisterende situasjon. Der bekken er hevet med en brattere helning enn eksisterende bekkeløp vil det være en økt hastighet på vannet. Hevet bekk må erosjonssikres ut fra vannføring og helning på bekken, se kapittel 4.9.5.



Figur 4-20: 100-årsflom ved prosjektert sykkelveg med fortau. Venstre: Heimdal i sør. Høyre: Okstadøy i nord. Vannstand i blått (moh.). Koter med 2 m ekvidistanse på terrenget, 1 m ekvidistanse på vannstand.



Figur 4-21: 200-årsflom ved prosjektert sykkelveg med fortau. Venstre: Heimdal i sør. Høyre: Okstadøy i nord. Vannstand i blått (moh.). Koter med 2 m ekvidistanse på terreng, 1 m ekvidistanse på vannstand.



Figur 4-22: Sammenligning mellom 100-årsflom ved dagens situasjon og prosjertert sykkelveg med fortau. Koter med 1 m ekvidistanse. Venstre: Heimdal i sør. Høyre: Okstadøy i nord. Dagens flomsituasjon i blått, prosjertert flomsituasjon i rødt.

### 4.9.3 Vurdering av kvalitet og usikkerhet

#### Usikkerhet på hydrologisk grunnlag

Det vil alltid være usikkerhet beheftet med beregning av flomvannføring. Usikkerheten er størst i bestemmelsen av kulminasjonsflommens størrelse. En sensitivetsanalyse med 20 % økt vannføring gir ikke endring i konklusjonen av analysen. Flomvannstanden i Heimdalsbekken øker da i hovedsak mindre enn 0,1 m, men enkelte korte partier opp mot 0,2 til 0,3 m. Det viser at sensitiviteten i analysen er liten til moderat med hensyn til vannføringen. Det er også kontrollert sensitivitet med hensyn på Mannings tall i den hydrauliske modellen, der en variasjon på Mannings n med 20 % gir et utslag på vannstanden med mindre enn 5 cm.

#### Usikkerhet på kart og terrenggrunnlag

Terrengdata kartlagt med luftbåren laser har de senere år gitt tilgang på betydelig bedre terrengdata for Norge enn det som var tilfellet for bare 10 år siden. Laserkartlagte data har likevel også sine begrensninger, blant annet kan ikke tradisjonell rød laser kartlegge terreng under vannflaten, og vegetasjon og løvverk vil redusere antallet registrerte punkt på reell terrengoverflate. For Heimdalsbekken er reduserte punkt på reell terrengoverflate grunnet vegetasjon et problem. Dette gir en viss usikkerhet i terrengmodellen, og særlig bekkeløpet er såpass smalt at det må påregnes usikkerhet. Det er ikke gjort modifikasjoner i bekkeløpet for å redusere usikkerheten.



## Beregningskvalitet

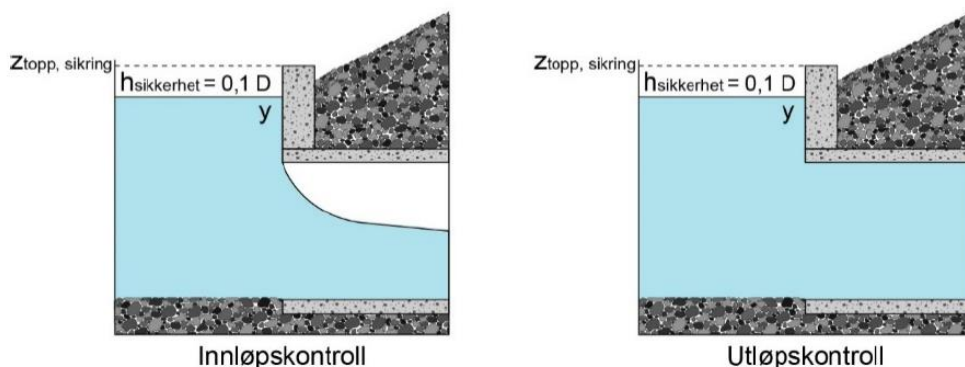
Den hydrauliske beregningen forholder seg til terrenget slik det var på scanningstidspunktet. Eventuell erosjon/ sedimentasjon i vassdraget i tiden etter scanning, eller det som oppstår under en flomhendelse, samt forhold knyttet til tilstopping av dagens kulverter, is eller grunnforhold/ skred, er ikke hensyntatt i beregningen.

### 4.9.4 Nødvendige kulvert/brudimensjoner

På strekningen hvor dalen skal løftes (beskrevet i kapittel 4.1), skal tre kulverter byttes ut i forbindelse med hevingen. Dette er kulvert nr. 4, 5 og 6 på Figur 2-14.

Ved dimensjonering av kulverter skal det tas hensyn til delvis gjentetting som kan redusere kulvertkapasiteten. Det skal antas 1/3 gjentetting av innløpets høyde [2]. Dersom fyllingen over kulverten ikke er sikret skal vanndybden ved innløpet ikke overstige toppen av kulverten [2]. Dersom det er ønskelig å redusere dimensjoner på kulvertene kan vanndybden stå over høyden på kulverten, men da må fyllingen ha tett sikring over kulverten ved innløpet. Vannstanden kan da stå opp til  $0,1 * D_i$  under topp av sikring. Se Figur 4-23 for illustrasjon.

Ut fra disse kravene blir minimum nødvendige dimensjoner for de tre kulvertene ved en 100-årsflom med usikkerhets- og klimapåslag som vist i tabell 4-1. Det er tatt utgangspunkt i at fylling over kulvert ikke har tett sikring. Dimensjoner og utforming av kulverter må detaljprosjekteres i senere fase.



Figur 4-23: Vannstand ved innløp for fyllinger med tett sikring (Figur 2.4.2.1-1 [2]).

Tabell 4-1: Nødvendige kulvertdimensjoner for de tre kulvertene på strekningen med heving av dalen. Verdier ved dimensjonerende flom (100-årsflom inkl. 30% usikkerhetspåslag og 40% klimapåslag).

Kulvert	Dimensjon (m)	Terrenghøyde ved bunn av innløp (moh.)	Vannstand ved innløp (moh.)	Vanndybde ved innløp
Nr. 4	2,4 (sirkulær)	94,3	96,5	2,2 m
Nr. 5	2,4 (sirkulær)	90,0	92,2	2,2 m
Nr. 6	2,4 (sirkulær)	84,2	86,8*	2,6 m

\* For kulvert nr. 6 er det nødvendig med tett sikring ved innløpet fordi vannstand er 0,2 m over topp kulvert ved innløpet.

Kulvert Nr.8 betraktes som en bru, ettersom spennet overstiger 2,5 m. Den er modellert som boks-kulvert i HECRAS (se Figur 4-24). Trebru (Nr.1) og landbruksovergangen (Nr.7A) er modellert som bru i HEC-RAS modellen (se Figur 4-25).

Bruene dimensjoneres for 200-årsflom iht. N400 og påslag er som for vegene. Dvs. dimensjonerende flom blir 1,4x1,4xQ200 sør for John Aaes veg, og 1,4x1,3xQ200 nord for vegen.

Bruene (Nr.1 og Nr.7A) og kulvert nr.8 under fylkesvegen er dimensjonert for en 200-årsflom inkl. sikkerhets- og klimapåslag. Forenkling er 1,4x1,4xQ200 brukt for bru nr.7A og nr.8 selv om de ligger nord for John Aaes veg.

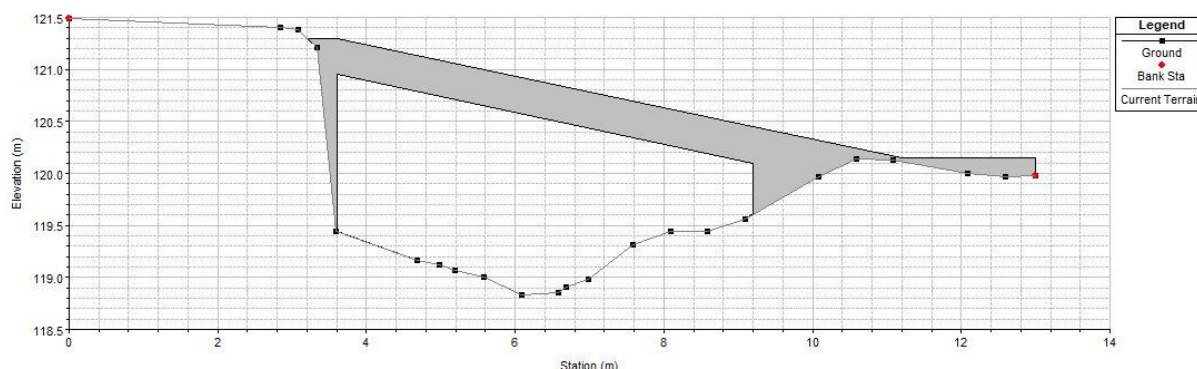
Ved dimensjonering av bruer over vassdrag skal det iht. N400 [13] være klaring/frihøyde  $\geq 0,5$  meter til overbygningen ved dimensjonerende vannføring.

Tabell 4-2: Nødvendige kulvertdimensjoner for kulvert under fylkesvegen (Nr. 8). Verdier ved dimensjonerende flom (200-årsflom inkl. 40% usikkerhetspåslag og 40% klimapåslag).

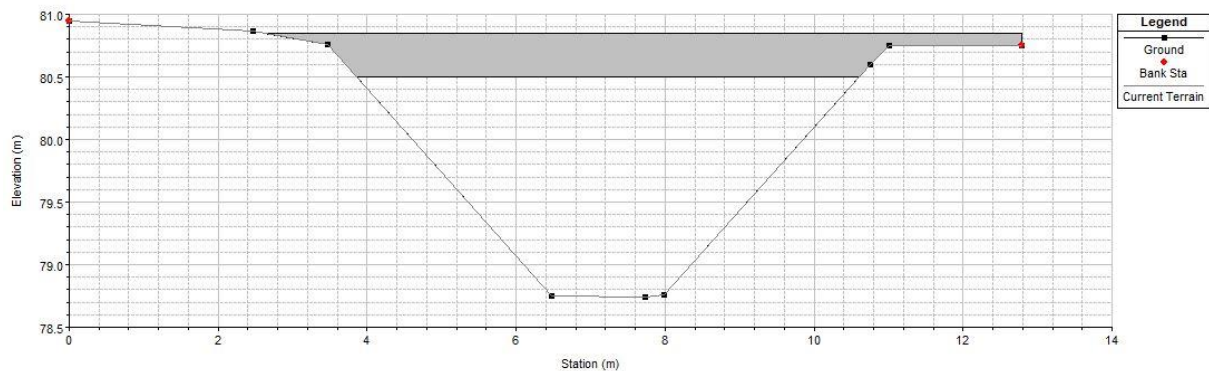
Kulvert	Dimensjon (m)	Terrenghøyde ved bunn av innløp (moh.)	Vannstand ved innløp (moh.)	Vanndybde ved innløp (m)
Nr. 8	BxH=6,0x1,75 (Boks)	69,9	71,15	1,25 m

Tabell 4-3: Nødvendige brudimensjoner for trebru (Nr. 1) og landbruksovergangen (Nr. 7A). Verdier ved dimensjonerende flom (200-årsflom inkl. 40% usikkerhetspåslag og 40% klimapåslag).

Bru	Bredde (m)	Overkant brudekke (moh.)	Underkant brudekke (moh.)	Terrenghøyde ved bunn av innløp (moh.)	Vannstand ved innløp (moh.)
Nr. 1	5,6 (trebru)	120,45 - 121,30	120,1 - 120,95	118,9	119,6
Nr. 7A	6,8 (platebru)	80,85	80,5	78,8	80,0



Figur 4-24: Planlagt trebru (Nr.1) i HECRAS modell.

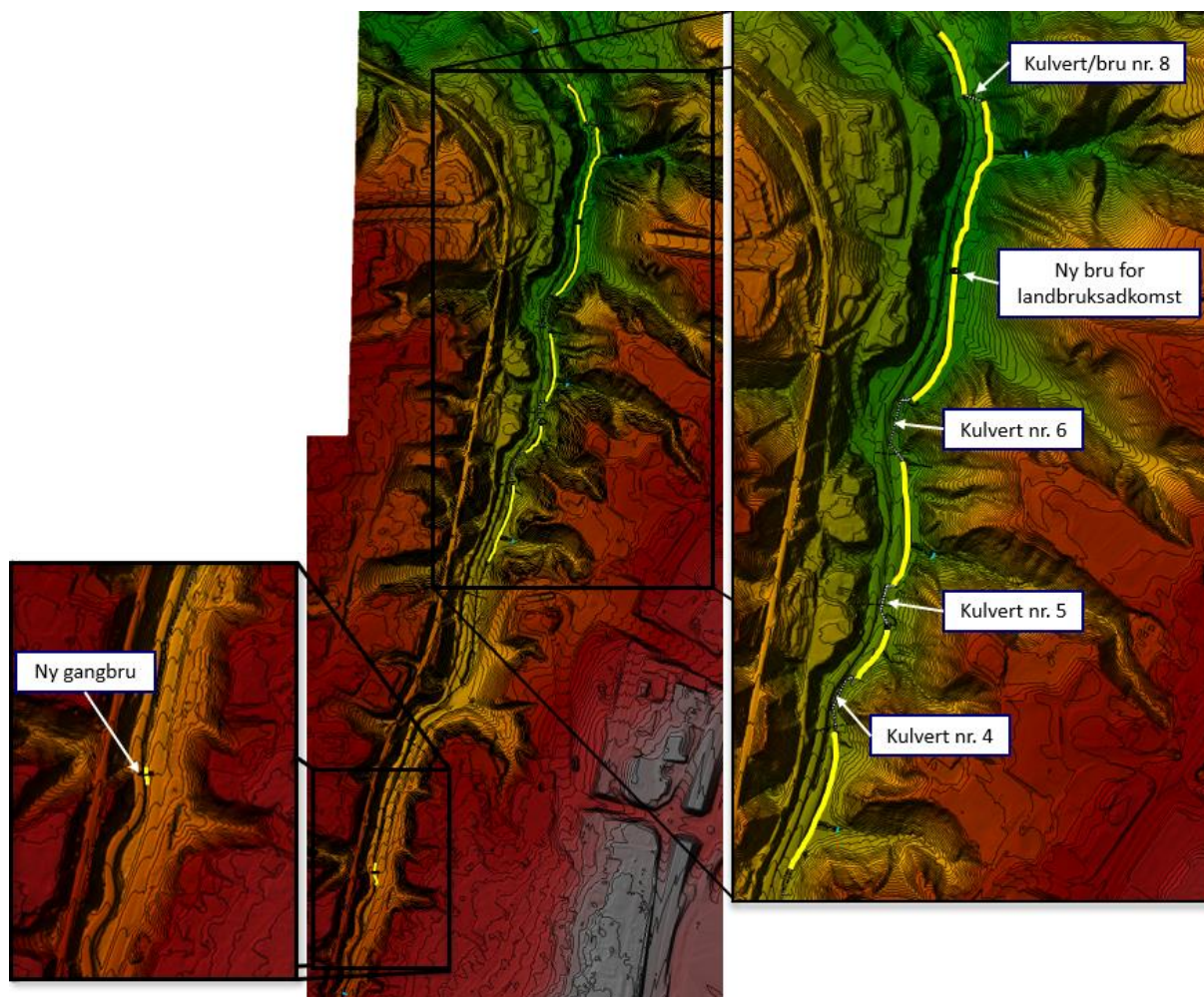


Figur 4-25: Planlagt platebru ved landbruksovergang (Nr. 7A) i HECRAS modell.

#### 4.9.5 Erosjonssikring av Heimdalsbekken

På de strekningene bekkeløpet blir endret, vil det være nødvendig å erosjonssikre. Bekkeløpet må senkes mot innløpet til kulvertene som skal byttes ut. Dette fører til noen brattere parti. Ved utløp av kulvertene må det også erosjonssikres. I tillegg må det erosjonssikres ved de tre nye bruene omtalt i kapittel 4.8. Figur 4-26 viser oversikt over hvilke strekninger som vil kreve erosjonssikring i Heimdalsbekken. Det kan noen steder bli behov for erosjonssikring i skråning mellom sykkelveg og eksisterende bekkeløp, dette er ikke markert på figuren.

Det anbefales at bekk erosjonssikres over hele bekketverrsnittet. Tetting av bekkbunn for å sikre at vann i bekken ikke drenerer ned i bakken er omtalt av hydrogeologi (kapittel 4.10). For at vannet ikke skal forsvinne inn mellom de store steinene i erosjonssikringen ved lave/normale vannføringer, kan det i forbindelse med detaljprosjektering vurderes å etablere tetteribber [19] på tvers av bekkeløpet. Tetteribber består av fine og tette masser som legges på tvers av bekkeløpet ned til tette masser. Øvre del av sikringslaget kan tildekkes med stedlige masser for naturlig revegetering. Det bør også gjøres et forsøk på å reetablere et så naturlig bekkeløp som mulig, med innslag av både elvegrus og større runde elvestein.



Figur 4-26: Strekninger som må erosjonssikres i Heimdalsbekken markert med gult.

#### 4.10 Hydrogeologi

Der bekken skal heves må man sikre tett underlag gjennom å systematisk tilføre finere masser/leire for tetting, eventuelt membran, slik at bekken ikke drenerer ned i underliggende masser. Dette vil medføre at bekken – der denne heves – vil utgjøre et kunstig hengende vannspeil, over det opprinnelige grunnvannsnivået. Det planlegges å fylle opp hele profilet fra opprinnelig terreng til ny bekkebunn med tette masser. Men for veiarealene er det planlagt å benytte permeable masser mellom ny hevet veitrase og opprinnelig terreng.

Tiltaket vil kunne ha påvirkning på hydrogeologien i området, da Heimdalsbekken, som er den naturlige drensveien for grunnvann i dalbunnen, vil heves. Det anbefales ikke å legge til rette for å heve grunnvannsnivået slik at dette følger det hevede bekkeløpet, da økt poretrykk kan medføre stabilitetsutfordringer til ravinedalene i dalsidene. Grunnvann som strømmer nedover dalsidene bør derfor ivaretas gjennom egen dreneringsløsning.

Slik profilet til dalbunnen er tenkt bygget opp vil trolig grunnvannet, som renner nedover dalsidene, dreneres av de permeable massene som benyttes som oppbygning av veiareal, da disse massene vil ha mye større permeabilitet enn omkringliggende stedlig leire og tettesjikt for bekk. Men for å unngå stabilitetsutfordringer som følge av vannstrøm i veioppbygningen, og for å holde grunnvannsnivået tilnærmet lik førsituasjonen, anbefales det at grunnvannet håndteres i drensledning lagt i det opprinnelige bekkeløpet.



Heimdalsbekken er vurdert som en viktig resipient mtp. biologisk mangfold, og det er viktig at tiltaket i dalbunnen ikke påvirker vannbalansen i stor grad. Det er ikke gjort vurderinger av grunnvannets betydning for vannbalansen i bekken per i dag, men for at tiltaket ikke skal ha stor negativ effekt på strømningsforholdene bør det i detaljprosjekteringen prosjekteres løsninger som leder grunnvannet mot bekkeløpet. Eventuelle dreneringsledninger bør derfor renne ut i bekken der denne følger sitt opprinnelige bekkeløp.

#### 4.11 Anleggsgjennomføring

Tiltaket starter i Heimdal sentrum, ved kryss mot Søbstadvegen og strekker seg frem til Okstadøy. En grov inndeling av hvilke hensyn og aktiviteter som inngår i de forskjellige delstrekningene, er synliggjort under.

- Fra profil 0– 700
  - Arbeider med kryss Bjørndalen × Søbstadvegen
  - Kryssing under jernbanebru
  - Nærhet til Heimdalsbekken
  - Mur mot jernbanefylling og boliger sør for jernbanebrua
  - Heving av veg frem til jernbanebru
  - Avlasting av terreng mot jernbane
- Fra profil 700 – 1300
  - Etablering av ny bru over Heimdalsbekken
  - Nærhet til Heimdalsbekken
  - Mur fra Heimdalsbekken mot fylkesveg
  - Heving av sykkelveg med fortau og fylkesveg
  - Justering av kryssområde
  - Etablering av spillvannsledning
- Fra profil 1300 – 2435
  - Løsmasseskjæring med mur
  - Heving av fylkesveg, sykkelveg med fortau og bekk
  - Etablering av nye kulverter
  - Etablering av spillvannsledning
  - Natursteinsmur mot bekk
  - Kryssing av sideveger og avkjørsler

Spesielle utfordringer og hensyn er nærmere beskrevet i kapitlene under.

##### 4.11.1 Trafikkavvikling

Tiltakets utstrekning nødvendiggjør en oppdeling av anleggsgjennomføringen i delområder, blant annet for å unngå en langvarig belastning og lange omveier for trafikantene som i dag benytter gang- og sykkelvegen og fylkesveien. Det avsettes arealer i dagens fylkesveg for å legge til rette for at gående og syklende til enhver tid har gjennomgående ferdselsmuligheter gjennom Bjørndalen, med nødvendig langsgående sikring. Dette vil kreve at det etableres midlertidig skyttelsignalanlegg for regulering av kjøretrafikken, hvor bare én kjøretretning avvikles om gangen, eller at fylkesvegen stenges helt for kjørende trafikk i perioder.

I områder hvor det skal utføres geotekniske stabiliseringstiltak, med heving av dalbunnen, må det vurderes å helstenge vegen for trafikk. Det vurderes imidlertid som delvis gjennomførbart å holde ett felt åpent for trafikk under disse arbeidene, men dette vil gi en mer irrasjonell gjennomføring av tiltaket enn ved å stenge vegen for trafikk. Å holde vegen delvis åpen under gjennomføringen, vil gi en lengre gjennomføringsperiode.

I områder hvor det skal legges nye ledninger eller kulverter som krysser eller går i fylkesvegen, vil vegen måtte stenges helt for biltrafikk i perioder. Det skal etableres flere nye kulverter for å dimensjonere opp flomkapasiteten i Heimdalsbekken. I tillegg skal det etableres nye kryssinger med kommunal spillvannsledning. For å redusere tidsrommet for stenging, bør det vurderes å gjennomføre tiltakene i en konsentrert periode, hvor flere kulverter etableres samtidig. De fleste



kryssingene vil skje nord for krysset Bjørndalen × John Aes veg, fra profil 1100 og nordover. Sør for John Aes veg er det lagt til grunn tre kryssinger med kommunal spillvannsledning.

Ved arbeider nær kryss og avkjørsel til boliger, skal arbeidene planlegges og tilrettelegges for at tilkomst sikres til boligene som blir berørt.

#### **4.11.2 Massehåndtering**

Løsmassene i tiltaksområdet består i hovedsak av marin siltig leire, med et topplag av tørrskorpeleire og stedvis enkelte lag av grovere løsmasser (sand). Traseen går i et område med anstrengt stabilitet, spesielt fra krysset John Aes veg og nordover.

Det skal etableres nye skjæringer langs traseen. I anleggsfasen vil utgraving flere steder medføre en midlertidig forverring av stabiliteten. Det settes derfor krav om stedvis seksjonsvis utgraving og midlertidig mellomlagring av massene. I områder hvor dalbunnen skal heves, bør dette gjennomføres før man graver ut for skjæringer, for å unngå en midlertidig forverring av situasjonen. I utfordrende tilfeller der tradisjonelle sikringstiltak ikke tilfredsstillende krav til sikkerhet, kan man vurdere å bruke avistvining (spunt). Lokale utgravinger, eksempelvis ved nedsetting av kummer, kan vurderes gjennomført med spunkasse. Se *Geoteknisk vurdering* for nærmere beskrivelser av de geotekniske tiltakene i de forskjellige profilene.

Det er ikke forventet noe uttak av berg i linjen i prosjektet, og det er derfor forventet et betydelig underskudd av masser. Disse massene må hentes inn eksternt. Nærmeste steinbrudd ligger ca. 10 km unna. Løsmasser fra skjæringer i linjen bør benyttes som justeringsmasser utenfor kjernefyllingene. Tette leirmasser bør benyttes som bunntetting av Heimdalsbekken, i de områdene hvor bekken skal heves.

Tiltaket går gjennom et trangt ravinelandskap, med veldig få egnede arealer for mellomlagring av masser. Det bør derfor tilstrebes mest mulig direkte gjenbruk av masser. Ved behov for mellomlagring, må dette etableres utenfor planområdet.

Kvalitetsmasser fra eksisterende overbygning i gang og sykkelveg og i fylkesvegen, bør sorteres ut og gjenbrukes i nye fyllinger eller som frostsikringslag for ny sykkelvei med fortau.

Humusholdige overskuddsmasser som tilfredsstillende gjeldende krav, kan gjenbrukes som vegetasjonsdekke. Tilførte masser må være rene masser med en tilsvarende frøbank som den som er fra området. jfr. forskrift om fremmede organismer.



## Forurensset grunn

Det er gjennomført en innledende kartlegging av forurensset grunn i tiltaksområdet. Kartleggingen angir en mistanke om forurensning i den øverste 0,5 meteren og i en avstand på opptil 8,0 meter fra fylkesvegen, langs hele strekningen i prosjektet. Det er ikke mistanke om forurensning i selve vegoverbygningen, verken i kjørevegen eller i eksisterende gangveg.

I området sør for Søbstadvegen, ved Esso-stasjonen, er det påvist forurensning fra 0,8 meter under terrengnivå. Tiltak i dette området som krever graving dypere enn 0,8 vil nødvendigvis gjøre håndtering av forurensset masse.

Kartleggingen av forurensning tar utgangspunkt i historiske flyfoto, kartgrunnlag fra Miljødirektoratets grunnforurensningsdatabase og tidligere utarbeidede rapporter fra området. Det må derfor forventes at omfanget kan endres noe i en senere fase av planleggingen.

## Fremmede arter

Det er i denne fasen gjennomført en kartlegging av fremmede arter i og i nærheten av tiltaksområdet, hvor det er registrert 20-30 enkeltobservasjoner. Ikke alle observasjonene vil komme i konflikt med tiltaket, men en betydelig andel må håndteres. Hvilke tiltak som må gjøres, vil variere fra situasjon og art, og må detaljeres i en senere fase av planleggingen. For å redusere sannsynligheten for spredning, anbefales det at fremmede arter håndteres før annen aktivitet påbegynnes. I byggefasen må det lages en tiltaksplan for håndtering av forurensede masser.

Det fremheves at det er observert varianter i Parkslirekneslekta (svært høy risiko) på tre lokaliteter i planområdet: På østsiden av Bjørndalen ved Sivert Thonstads vei 6, på østsiden av Bjørndalen ved Bjørndalen 80/82, og på vestsiden av Bjørndalen ved Bjørndalen 67. Artene i slekta er storvokste og karakteristiske, og det er sannsynlig at det meste som finnes av dem i planområdet er fanget opp og kartlagt. Det kan likevel skje at det blir oppdaget flere forekomster av parkslirekne. Artene har strenge krav til bekjempelse og håndtering jf. veileder M-982, og det må lages egne soner for dem i tiltaksplanen.

### 4.11.3 Spesielle hensyn til Heimdalsbekken

Forvaltningen av Heimdalsbekken som vannforekomst, og nedstrøms samtløp med Leirelva krever at det tas store miljøhensyn når aktiviteter nært bekken skal gjennomføres. Vannmiljøtilstanden i Heimdalsbekken er for tiden svært bekymringsverdig, og bekkens vannkvalitet, og spesielt partikkelbelastningen, påvirker også resipienten Leirelva svært negativt nedstrøms samtløpet.

Tiltaket medfører flere midlertidige og permanente inngrep i og nært Heimdalsbekken som kan påvirke vannkvaliteten nedstrøms i bekken. Påvirkningen vil i hovedsak bestå av partikkelfrigjøring som en følge av gravearbeider og avdekking av vegetasjon, samt avrenning av partikler i forbindelse med etablering av fyllinger ved heving av veg og etablering av nytt bekkeløp.

For å redusere risikoen for spredning av forurensning skal det planlegges med nødvendig beredskap for håndtering av eventuell akutt forurensning. Det forutsettes at det etableres beredskapsplan for akutte hendelser under anleggsgjennomføringen, som følges opp gjennom prosjektgjennomføringen.

Arbeider ved og i bekkeløpet som kan medføre betydelig partikkelavrenning og påfølgende nedslamming og tetting av bunnsstratet i bekken, skal tilpasses sesonger som gjør minst skade på fisk og annet liv i bekken. Tidsrom for gytevandring, gyting og smoltvandring, samt perioder hvor det ligger egg og plommeseekyngel i grusen. Med bakgrunn i dette, vurderes sommerperioden fra juni til ut august som best egnet for å gjennomføre tiltak. I tillegg bør arbeider nært anadrom grense utføres på dagtid i gytevandningsperioder, for å redusere støypåvirkningen i skumringstiden og på natten.

I tillegg til å gjennomføre tiltak for å redusere sannsynligheten for partikkelavrenning til Heimdalsbekken, bør det etableres en sedimentasjonsløsning nedstrøms anleggsarbeidene.



Det bør etterstrebes å benytte halvkulvert ved en eventuell bekkelukking nord for Bjørndalsbrua i anleggsfasen. Bruk av denne kulvertløsningen ivaretar bekkens naturlige bunnsstrat, og reduserer tap av funksjonsareal for sjøørret i vassdragets anadrome strekning. Ivaretagelse av bekkens i byggeperioden er ikke planlagt i denne planfasen. Detaljer med hensyn på eventuell midlertidig omlegging, bruk av rør, faser/etapper, etc. må gjennomføres i en byggeplanfase.

#### **4.11.4 Støy**

Det er ikke utført støyberegninger for anleggsperioden ettersom det på nåværende tidspunkt ikke foreligger tilstrekkelig detaljerte fremdrift- og faseplaner. Det forventes at anleggsstøyen vil overskride veiledende grenseverdier for boligene langs fv. 6682, men dette blir første endelig avklart når det utføres detaljerte støyberegninger av anleggsarbeidene, og gjøres normalt når planene for anleggsgjennomføring er nærmere avklart i en byggeplanfase.

I løpet av anleggsperioden vil støyen fra anlegget endres over tid, avhengig av aktiviteten som til enhver tid foregår. Støynivået vil variere avhengig av utstyret som brukes, samt hvor nær det støyende utstyret opererer i forhold til bebyggelsen. Eventuelle tiltak og restriksjoner for anleggsgjennomføringen må vurderes nærmere i byggeplanfasen.

#### **4.11.5 Fossilfri drift**

Det forventes at en betydelig del av anleggsgjennomføringen skal utføres med fossilfrie anleggsmaskiner. I dag er det tilgjengelige infrastruktur for etablering av ladepunkter bare i endene av Bjørndalen. Erfaring tilsier at belting med elektriske gravemaskiner bruker mye energi, og det vurderes derfor som uheldig med lange avstander fra arbeidsområdene til ladepunktene.

For å løse disse utfordringene må det gjøres tiltak for å legge til rette for lading i Bjørndalen, eller legges til grunn en gjennomføring med ladehengere eller containere som flyttes rundt på anlegget. Dette må nærmere redegjøres for i en byggeplanfase.





## 5 REFERANSER

- [1] Statens vegvesen Vegdirektoratet, N100 Veg- og gateutforming, Statens vegvesen Vegdirektoratet, 2023.
- [2] Statens vegvesen Vegdirektoratet, N200 Vegbygging, 2024.
- [3] Direktoratet for byggkvalitet, Byggteknisk forskrift (TEK17), 2017.
- [4] Norconsult Norge AS, Vannlinjeberegning for Forsøkslia 7, 2022.
- [5] NGU, «Nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available: [http://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/). [Funnet 2024].
- [6] S. Norge, NS-EN 1990 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, Standard Norge, 2002+A1:2005+AC:2010+NA:2016.
- [7] S. Norge, NS-EN 1991 Laster på konstruksjoner, Standard Norge, 2002+NA:2019.
- [8] S. Norge, NS-EN 1992 Prosjektering av betongkonstruksjoner, Standard Norge, 2004+A1:2014+NA:2021.
- [9] S. Norge, NS-EN 1995 - Prosjektering av trekonstruksjoner, Standard Norge, 2004-2024.
- [10] S. Norge, NS-EN 1997 Geoteknisk prosjektering, Standard Norge, 2004+A1:2013+NA:2020.
- [11] S. Norge, NS-EN 1998 Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning, Standard Norge, 2004+A1:2013+NA:2021.
- [12] Lovdata, FOR-2017-11-17-1900 Forskrift for trafikklast på bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner i det offentlige vegnett, Lovdata, 2017.
- [13] S. vegvesen, Vegnormal N400 Bruprosjektering, Statens vegvesen, 2022.
- [14] S. vegvesen, Vegnormal N101 Trafikksikkerhet sideterrang og vegsikringsutstyr, Statens vegvesen, 2022.
- [15] S. vegvesen, Veiledning V161 Brurekkverk, Statens vegvesen, 2016.
- [16] S. vegvesen, Retningslinje R762 Prosesskode 2 Standard beskrivelsestekster for bruer og kaier, Statens vegvesen, 2018.
- [17] S. Norge, NS-EN 13670:2009+NA:2010 - Utførelse av betongkonstruksjoner, Standard Norge, 2009.
- [18] S. Norge, NS-EN 14080:2013+NA:2016, Standard Norge, 2013.



- [19] Norges vassdrags- og energidirektorat, Modul F0.101: Miljøtilpassing av sikring i vassdrag, 2023.
- [20] Trafikkøkonomisk institutt, «Bredder på infrastruktur for gående og syklende,» 2023.
- [21] Statens vegvesen Vegdirektoratet, V127 Kryssingssteder for gående, Statens vegvesen Vegdirektoratet, 2017.
- [22] D. N. pelemekomite, Peleveiledningen 2019, Den Norske pelemekomite, 2019.
- [23] Norges vassdrags- og energidirektorat, Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein, 2009.
- [24] Statens vegvesen Vegdirektoratet, N200 Vegbygging, 2022.



**Miljøpakken**

– bedre by



TRONDHEIM KOMMUNE



Trøndelag  
fylkeskommune



Statens vegvesen



Jernbane-  
direktoratet