



REGULERINGSPLAN FOR AVLASTET E6 LILLEHAMMER

FAGRAPPORRT GEOTEKNIKK

FORORD

Denne fagrapporten er utarbeidet som en del av arbeidet med reguleringsplan for avlastet E6, Lillehammer.

I forbindelse med reguleringsplanen er følgende dokumenter og fagrapporter utarbeidet:

- Plankart
- Bestemmelser
- Planbeskrivelse
- ROS-analyse
- Miljøplan
- Fagrapporter:
 - Geoteknikk
 - Forurensset grunn
 - Konstruksjon
 - Støy
 - Trafikk
 - Anleggsgjennomføring
 - Skredfarevurdering
 - VA og hydrologi
 - Tiltaksplan for kryssinger
- Tegninger:
 - C (plan og profil veglinje)

Denne rapporten tar for seg temaet geoteknikk.

Tiltakshaver og ansvarlig for utredningen er Nye Veier.

Hos Nye Veier leder Bjørn Åmdal arbeidet med reguleringsplanen. Kaisa Stina Tofthagen er prosjektleder hos Rambøll. Fagansvarlig for geoteknikk har vært Magnus Woxholt-Jensen.

Innhold

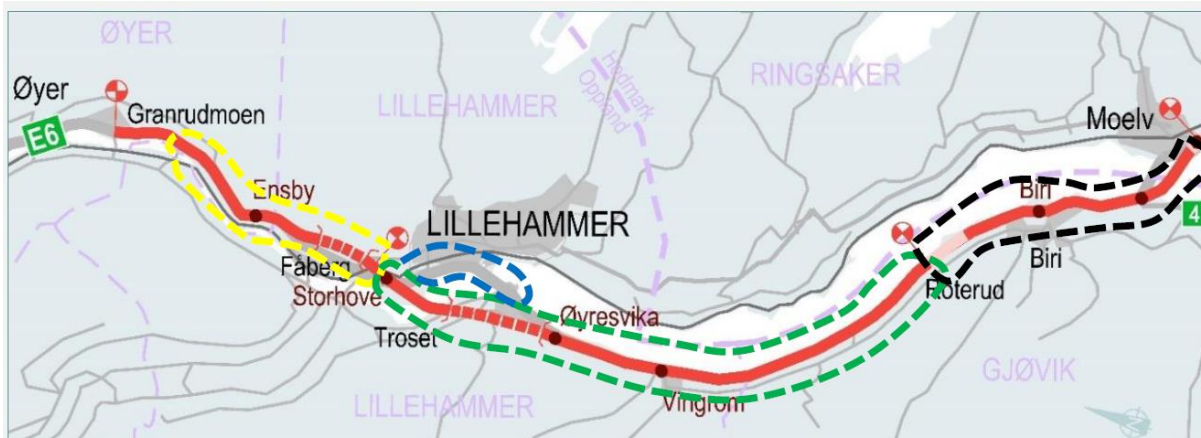
FORORD	4
1 Innledning	7
1.1 BAKGRUNN	7
2 HENSIKTEN MED UTREDNINGEN	10
3 REGELVERK	10
3.1 Prosjekteringsforutsetninger.....	10
3.2 Prosjekteringsstandarder	10
3.3 Veiledninger og retningslinjer	10
3.4 Håndbøker og rapporter.....	10
3.5 Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC)	10
3.6 Geoteknisk kategori	11
3.7 Kontroll	11
3.7.1 Kontroll av prosjektering	11
3.7.2 Kontroll av utførelse	12
3.8 Jordskjelv	12
3.9 Områdestabilitet	12
4 FORUTSETNINGER OG METODE	12
4.1 Grensetilstander og belastningssituasjoner.....	12
4.2 Laster og lastfaktorer	12
4.3 Bruddmekanismer.....	13
4.4 Partialfaktorer	13
4.4.1 Tiltak som berører offentlig veg	13
4.4.2 Tiltak som berører spor.....	15
4.4.3 Øvrige konstruksjoner	16
4.5 Grunnforhold.....	16
4.5.1 Kvartærgeologi	18
4.5.2 Topografi	19
4.5.3 Løsmasser.....	20
4.5.4 Berg	21
4.5.5 Grunnvann	21
4.5.6 Materialparametere	21
4.5.7 Flom- og skredfare	21
4.5.8 Områdestabilitet	22
5 VURDERINGER	24
5.1 Tiltak 1: Tursti fra Øyresvika til Vingnesvika.....	24
5.1.1 Grunnforhold	25
5.1.2 Anleggsfase	26
5.1.3 Driftsfase	27
5.2 Tiltak 2: Fortau langs Vingromsvegen fra Øyresvika til Vingnes.	27
5.2.1 Grunnforhold	29
5.2.2 Anleggsfase.....	29
5.2.3 Driftsfase	30
5.3 Tiltak 3: Støyskjerminger for bebyggelse mellom Øyresvika og Lillehammer bru.....	30
5.3.1 Grunnforhold	30
5.3.2 Anleggsfase.....	31

5.3.3	Driftsfase	31
5.4	Tiltak 4: Støyskjerming friluftsområde i Vingnesvika og strekningen Mesnaelva-Korgvegen.....	31
5.4.1	Grunnforhold	32
5.4.2	Anleggsfase.....	32
5.4.3	Driftsfase	32
5.5	Tiltak 5: Miljøtiltak Vingnes	33
5.5.1	Grunnforhold	33
5.5.2	Anleggsfase.....	33
5.5.3	Driftsfase	35
5.6	Tiltak 6: Gang- og sykkelveger fra Vingnes til Storhove.	35
5.6.1	Grunnforhold	37
5.6.2	Anleggsfase.....	38
5.6.3	Driftsfase	42
5.7	Tiltak 7: Flomsikker kryssombygging ved Strandtorget, samt tilbakeføring av restarealer av nåværende E6.	42
5.7.1	Grunnforhold	43
5.7.2	Anleggsfase.....	43
5.7.3	Driftsfase	43
5.8	Tiltak 8: Kryssinger Forbedringer for gående og syklende i samtlige kryssinger av dagens E6.....	43
5.9	Tiltak 9: Ny rundkjøring på Hovemoen.....	44
5.9.1	Grunnforhold	44
5.9.2	Anleggsfase.....	45
5.9.3	Driftsfase	45
6	ANBEFALING – FØRINGER FOR REGULERINGSPLANEN.....	45
6.1	Tiltak 1: Tursti fra Øyresvika til Vingnesvika.....	45
6.2	Tiltak 2: Fortau langs Vingromsvegen fra Øyresvika til Vingnes.	45
6.3	Tiltak 3: Støyskjerming bebyggelse mellom Øyresvika og Lillehammer bru.	45
6.4	Tiltak 4: Støyskjerming friluftsområde i Vingnesvika og strekningen Mesnaelva-Korgvegen.....	46
6.5	Tiltak 5: Miljøtiltak Vingnes	46
6.6	Tiltak 6: Gang- og sykkelveger fra Vingnes til Storhove.	46
6.7	Tiltak 7: Flomsikker kryssombygging ved Strandtorget, samt tilbakeføring av restarealer av nåværende E6.	46
6.8	Tiltak 8: Kryssinger Forbedringer for gående og syklende i samtlige kryssinger av dagens E6.....	46
6.9	Tiltak 9: Ny rundkjøring på Hovemoen.....	47
7	REFERANSER	47
8	VEDLEGG	48

1 Innledning

1.1 BAKGRUNN

Utbyggingen av E6 i Innlandet er et helhetlig prosjekt som går på tvers av kommunegrenser. Det statlige utbyggingselskapet Nye Veier har ansvar for utarbeiding av reguleringsplaner og utbygging av ny E6 blant annet gjennom Lillehammer kommune.



Figur 1 Nye Veiers entreprisinndeling; gul: E6 Storhove-Øyer sør, grønn: E6 Roterud- Storhove, blå: avlastet E6 ved Lillehammer, svart: E6 Moelv-Roterud.

Kommunedelplanen for E6 Vingrom-Ensby ble vedtatt av Lillehammer kommune den 21. juni 2018. I forbindelse med vedtaket av kommunedelplanen E6 Vingrom-Ensby ble det innarbeidet en rekke tiltak langs avlastet E6 i forbindelse med lokalisering av ny E6.

Tiltakene som reguleres i denne detaljreguleringsplanen er som følgende:

1. Tiltak 1: Tursti fra Øyresvika til Vingnesvika.
2. Tiltak 2: Tiltak for myke trafikanter langs Vingromsvegen fra Øyresvika til Vingnes.
Alternativ 2A Reguleringsalternativ: Vingromsvegen delvis med fortau, med TS-tiltak.
Alternativ 2B Reguleringsalternativ: Vingromsvegen med møteplasser og fortau.
Alternativ 2C Primæralternativ: Vingromsvegen, uten fortau, med TS-tiltak.
Alternativ 2D Reguleringsalternativ: Rundkjøring.
Alternativ 2E Reguleringsalternativ: T-kryss.
Alternativ 2F Reguleringsalternativ: Uten kryssløsning i Øyresvika, men med fortau.
3. Tiltak 3: Støyskjermer for eksisterende bebyggelse mellom Øyresvika og Lillehammer bru.
4. Tiltak 4: Støyskjerming for friluftsområde i Vingnesvika og strekningen Mesnaelva-Korgvegen.
5. Tiltak 5: Vingnes.

Alternativ 5A Primæralternativ: Miljøtiltak Vingnes med hastighetsreduserende tiltak og kollektivløsning.

Alternativ 5B Reguleringsalternativ: Trearmet rundkjøring med avkjøring mot Vingnesgata.

6. Tiltak 6: Gang- og sykkelveger fra Vingnes til Storhove.

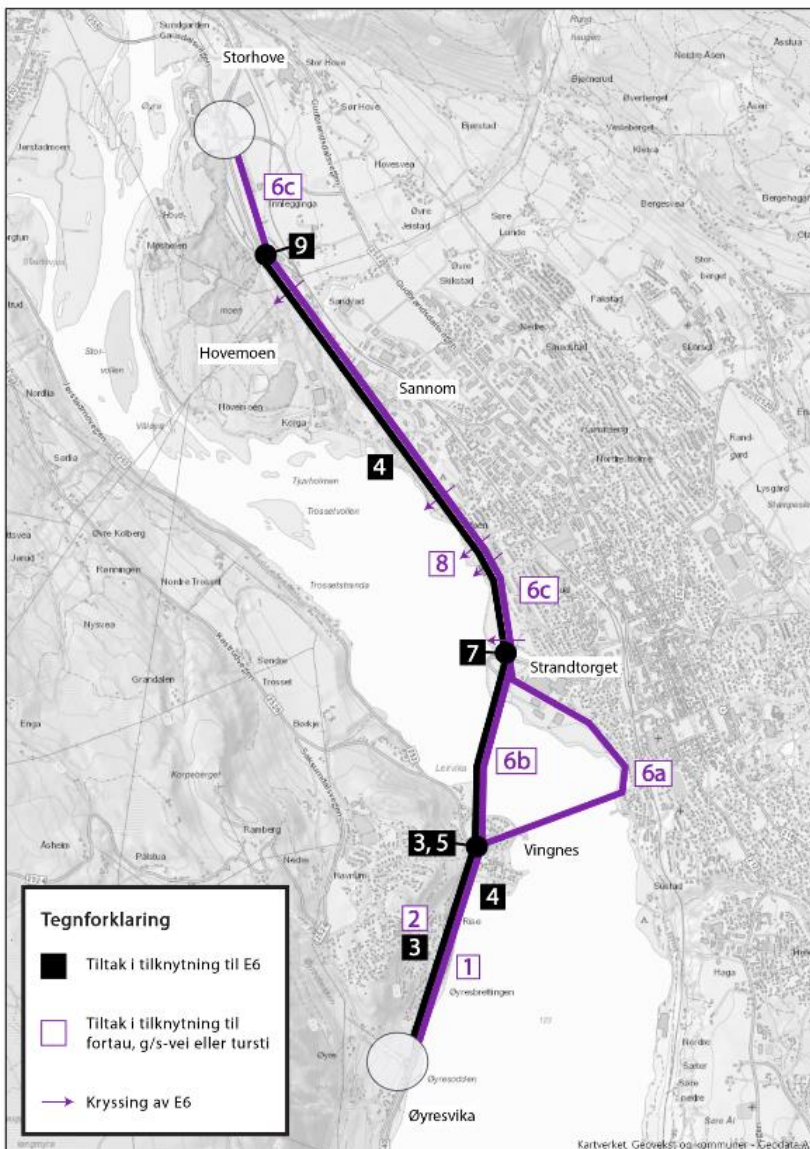
Alternativ 6A Primæralternativ: G/S-veg fra Mesnaelva til Storhove.

Alternativ 6B.1A Primæralternativ: Trapp.

Alternativ 6B.1B Primæralternativ: Sykkelveg fra Vingnesbruas østside til Mesnaelva.

Alternativ 6C Reguleringsalternativ: G/S-veg over Lillehammer bru.

7. Tiltak 7: Flomsikker kryssombygging ved Strandtorget, samt tilbakeføring av restarealer av nåværende E6.
8. Tiltak 8: Utrede forbedringer for gående og syklende i samtlige kryssinger av dagens E6. (Tiltakene vises med eksisterende reguleringsformål i plankart og beskrives i planbeskrivelsen).
9. Tiltak 9: Ny rundkjøring ved Hovemoen.



Figur 2 Oversikt over tiltakenes beliggenhet.

Planområdet strekker seg langs dagens E6 og grenser mot reguleringsplan for E6 Roterud-Storhove ved Øyresvika og ved Hovemoen/Storhove. Strekningen er ca. 7 km lang. I tillegg omfatter planområdet strekningen mellom Vingnesbruas østside og Strandtorget.

Innledningsvis i planarbeidet ble det utarbeidet et forprosjekt. I forprosjektet ble det utført en systematisk gjennomgang av de ulike tiltakene med vurdering av ulike alternativer innenfor disse igjen. Forprosjektrapporten omhandlet, foruten innholdet i forprosjektet, også en gjennomgang av premissene og prosessen som har ført frem til de anbefalte løsningene. Forprosjektet ble behandlet av Lillehammer kommunestyre i august 2020.

2 HENSIKTEN MED UTREDNINGEN

Foreliggende utredning tar for seg ulike geotekniske problemstillinger, hovedsakelig knyttet til stabilitet, bæreevne og setninger.

3 REGELVERK

3.1 Prosjekteringsforutsetninger

All prosjektering skal gjennomføres i henhold til gjeldende lovverk. I tillegg til gjeldende norske standarder refereres til Bane NOR teknisk regelverk [1] og aktuelle håndbøker fra Statens Vegvesen.

3.2 Prosjekteringsstandarder

- [2] Standard Norge, «NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner»
- [3] Standard Norge, «NS-EN 1991-2:2003+NA:2010 Eurokode 1: Laster på konstruksjoner, Del 2: Trafikklaster på bru»
- [4] Standard Norge, «NS-EN 1993-1-1:2005+NA:2008 Eurokode 3: Prosjektering av stålkonstruksjoner»
- [5] Standard Norge, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering»
- [6] Standard Norge, «NS-EN 1997-2:2007+NA:2008 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver,» 2008.
- [7] Standard Norge, «NS-EN 1998 Eurokode 8: Seismisk prosjektering»

3.3 Veiledninger og retningslinjer

- [8] NVE, Veileder 7/2014. Sikkerhet mot kvikkleireskred, vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddsegenskaper
- [9] NVE, Retningslinjer nr. 2/2011. Flom og Skredfare i arealplaner

3.4 Håndbøker og rapporter

Statens vegvesens håndbøker, i all hovedsak:

- [10] Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, 2019
- [11] Håndbok N200 Vegbygging, 2018
- [12] Håndbok N400 Bruprosjektering, 2015
- [13] Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, 2014

3.5 Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC)

For å kunne bestemme kontrollomfanget for både prosjekteringen og utførelsen skal det angis en pålitelighetsklasse for prosjektet og prosjektets deloppgaver. Konsekvensklasser og

pålitelighetsklasser knyttes sammen i [2]. Pålitelighetsklasser fastsettes på bakgrunn av definisjoner gitt av Eurokode 0 [2].

Prosjektet regnes generelt å være i ***konsekvens- og pålitelighetsklasse 2***, med unntak av geoteknisk prosjektering i forbindelse med punktene gitt under, som plasseres i ***konsekvens- og pålitelighetsklasse 3***. Dette gjelder

- Lillehammer Bru (del av tiltak 6)
- Bruer over dagens E6 ved Hovemoen (jernbanebru for sidespor og vegbru) (del av tiltak 6)
- Tiltak innenfor områder med påvist kvikkleire (tursti ved Vingnesvika) (del av tiltak 1)

3.6 Geoteknisk kategori

For å kunne bestemme minstekravet til omfanget og innholdet av geotekniske undersøkelser, beregninger og kontroll/målinger under utførelse, skal det fastsettes en *geoteknisk kategori* for prosjektet og prosjektets deloppgaver. Geoteknisk kategori fastsettes på bakgrunn av definisjoner gitt av Eurokode 7 [5], og spesifisering gitt i teknisk designbasis

Geotekniske tiltak for prosjektet kan plasseres i ***geoteknisk kategori 2***: «...konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- og belastningsforhold.» så lenge det ikke er tiltak som berøres av kvikkleire. Konstruksjoner som berøres av kvikkleire skal settes i ***geoteknisk kategori 3***. Dette gjelder tursti ved Vingnesvika.

3.7 Kontroll

3.7.1 Kontroll av prosjektering

Minste prosjekteringskontrollklasse (PKK) bestemmes i henhold til tabell NA.A1(902) i [2]. Pålitelighetsklasse 2 gir krav om prosjekteringskontroll etter **PKK2** og pålitelighetsklasse 3 gir krav om **PKK3** og det er dermed krav om at det utføres:

- Egenkontroll
- Intern systematisk kontroll
- Utvidet kontroll

Hva som skal kontrolleres står beskrevet i avsnitt NA.A1 (903.2, 903.3 og 903.4) i [2], og kap. 203 i [11]. Spesielt nevnes at utvidet kontroll i PKK2 kan begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det prosjekterende foretaket. Kontroll i PKK3 er mer omfattende.

Egenkontroll og intern systematisk kontroll utføres av det prosjekterende foretaket.

Utvidet kontroll av prosjektering er byggherres ansvar, i dette tilfelle Nye Veier.

3.7.2 Kontroll av utførelse

Minste utførelseskontrollklasse (UKK) bestemmes i henhold til tabell NA.A1(903) i [2]. For UKK2 og UKK3 kreves:

- Egenkontroll
- Intern systematisk kontroll
- Utvidet kontroll

Hva som skal kontrolleres står beskrevet i avsnitt NA.A1 (903.2, 903.3 og 903.4) i [2] og kap. 203 i [11]. Spesielt nevnes at utvidet kontroll i UKK2 skal bekrefte at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det utførende foretaket, for UKK3 er kontrollen mer omfattende.

3.8 Jordskjelv

Lastsituasjoner ved et eventuelt jordskjelv skal kontrolleres i henhold til [7]. Følgende er gjeldende for området rundt Lillehammer:

- $a_{g40Hz} = 0,35$ (spissverdi for berggrunnens akselerasjon)
- $a_{gR} = 0,8 \cdot a_{g40Hz} = 0,28$ (referansespissverdi for berggrunnens akselerasjon)

Grunntype vil variere innad på prosjektområdet, avhengig av grunnforhold og dybde til berg. Stort sett vurderes grunntyper A, B og C som mest aktuelle, men må vurderes konkret for hvert tiltak.

Hvis relevant fastsettes seismisk klasse fastsettes av fagfeltet konstruksjon. Det er ingen nye konstruksjoner i prosjektet, som er underlagt seismisk dimensjonering.

3.9 Områdestabilitet

I områder med sprøbruddmateriale eller kvikkleire skal områdestabilitet utredes i henhold til NVEs veileder 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [8].

Vurderinger knyttet til områdestabilitet er gjort under beskrivelse av grunnforhold.

4 FORUTSETNINGER OG METODE

4.1 Grensetilstander og belastningssituasjoner

Fastsettes i henhold til krav i gjeldende lovverk, og vurderes særskilt for de ulike geotekniske tiltakene i prosjektet.

4.2 Laster og lastfaktorer

Fastsettes i henhold til krav i gjeldende lovverk, og vurderes særskilt for de ulike geotekniske tiltakene i prosjektet. Laster på eksisterende bruer er fastsatt av konstruksjon, se [14].

Karakteristiske laster for stabilitetsvurderinger i bruddgrensetilstand:

- Trafikkerte veier og parkeringsplasser $Q_k = 15$ kPa [11]

- Gang- og sykkelveger $Q_k = 10 \text{ kPa}$ [11]
- Øvrig terreng $Q_k = 5 \text{ kPa}$ [3]

Karakteristiske laster for laster på konstruksjoner/fylling inntil konstruksjoner i bruddgrensetilstand:

- Boggiekvivalent, i inntil to lastfelt/6m bredde $Q_k = 25 \text{ kPa}$ [15]
- Tjenestekjøretøy, akselavstand 3m og hjulavstand på tvers 1,3m $F = 80 \text{ kN} + 40 \text{ kN}$ [3]
- Øvrig terreng $Q_k = 5 \text{ kPa}$ [15]

For dybdevirkning av trafikklast gjelder tekst fra tidligere NA-rundskriv 07/2015.

4.3 Bruddmekanismer

Bruddmekanismer vurderes spesifikt for hvert tiltak. Tiltak som kan medføre brudd i kvikkleire eller sprøbruddmateriale forventes å gi en sprø bruddmekanisme. Tiltak utenfor områder med påvist kvikkleire, eller tiltak innenfor områder med sprøbruddmateriale hvor et eventuelt brudd ikke forventes å berøre sprøbruddmaterialet, forventes en nøytral bruddmekanisme. Brudd i underbygning, som består av komprimerte kvalitetsmasser (sprengstein, puk, grus, sand) forventes å gi en seig bruddmekanisme. Eventuelle brudd i øvrige materialer forventes å gi en nøytral bruddmekanisme.

4.4 Partialfaktorer

Krav til partialfaktorer avhenger av tiltakets konsekvensklasse og forventet bruddmekanisme.

4.4.1 Tiltak som berører offentlig veg

I all hovedsak benyttes partialfaktorer gitt i [11]. Bruer klassifiseres som CC3 «Meget alvorlig». Inndeling av veger basert på ÅDT er vist i Tabell 3. Dagens E6 har en ÅDT på ca. 17.000 gjennom tiltaksområdet (2019-tall, <https://vegkart.atlas.vegvesen.no/>) og klassifiseres dermed som CC3. Dermed plasseres tiltak, som gjøres i tilknytning til dagens E6 også i CC3 «Meget alvorlig». Tiltak som ikke direkte berører dagens E6 plasseres i CC2 «Alvorlig». Dette gjelder hovedsakelig G/S-veg fra Vingromsbrua til Strandtorget. Bruddmekanisme vurderes som «sprøtt, kontraktant brudd» for tiltak 1, mens øvrige tiltak vurderes å tilhøre «nøytralt brudd».

Se utsnitt i Tabell 1 og Tabell 2.

Tabell 1: Partialfaktor for effektivspenningsanalyse etter [11]. Anvendes for tiltak som berører veg.

Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,25	1,3	1,4
CC2 Alvorlig	1,3	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

Tabell 2: Partialfaktor for totalspenningsanalyse etter [11]. Anvendes for tiltak som berører veg.

Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,4*	1,4*	1,4
CC2 Alvorlig	1,4*	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

Tabell 3: Inndeling i CC basert på ÅDT [10].

Konsekvens-klasse	Beskrivelse	Eksempel på bygg og anlegg	Veiledende kriterier for vegbygging
CC3	Stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, <i>eller svært store</i> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	Tribuner, offentlige bygninger der konsekvensene av brudd er store (f.eks. en konserthall)	ÅDT > 8000*, eller svært viktig veg uten (eller med svært dårlig) omkjøringsmulighet. Nær trafikkert jernbane**. Fundamenteringsarbeider eller andre geotekniske tiltak med stor bruddkonsekvens.
CC2	Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	Boliger og kontorbygg, offentlige bygninger der konsekvensene av brudd er betydelige (f.eks. et kontorbygg)	1500 < ÅDT < 8000*, eller mindre trafikkert viktig veg med vanskelig/dårlig omkjøring. Fundamenteringsarbeider eller andre geotekniske tiltak med begrenset bruddkonsekvens og god evne til å tåle deformasjoner.
CC1	liten konsekvens i form av tap av menneskeliv, og små eller uvesentlige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	Landbruksbygninger der mennesker vanligvis ikke oppholder seg (f.eks. lagerbygninger), drivhus	ÅDT < 1500*. Gode omkjøringsmuligheter. Konstruksjoner med liten skadekonsekvens og god mulighet for reparasjon eller gjenoppbygging.

ÅDT = årsdøgntrafikk; Det totale antall kjøretøy som passerer et snitt av en veg i løpet av ett år, dividert med 365.

*) I byggefase gjelder grensen for trafikkmengde på veg i nærheten som vil bli berørt ved en eventuell bruddsituasjon. For beregnings situasjoner relevante etter vegåpning gjelder ÅDT for ferdig veg.

***) Se Bane NORs tekniske regelverk (Ref. 1) og teknisk designbasis for InterCity-strekningene (Ref. 2).

4.4.2 Tiltak som berører spor

Bane NORs tekniske regelverk stiller krav til partialfaktor for effektivspennings- og totalspenningsanalyse for prosjektering i bruddgrensetilstanden (ULS) [1]. Eneste tiltak som berører spor er i forbindelse med ny G/S-veg langs dagens E6, under sidespor ved Hovemoen. Her består grunnforholdene av faste friksjonsmasser. Dermed regnes utelukkende effektivspenningsanalyse og bruddmekanisme vurderes som «nøytralt». Etter avklaringsmøte med geotekniker i Bane NOR settes alle anleggsfaser samt ferdig situasjon i CC3. Se Tabell 4 nedenfor.

Tabell 4: Partialfaktor γ_M ved stabilitets- og bæreevneberegninger med α - ϕ -metoden, etter [1].

Analysetype	Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
		Seigt	Nøytralt	Sprøtt
Effektivspenningsanalyse, $\alpha\phi$ -metoden	CC1 Mindre alvorlig	1,25	1,30	1,40
	CC2 Alvorlig	1,30	1,40	1,50
	CC3 Meget alvorlig	1,40	1,50	1,60

4.4.3 Øvrige konstruksjoner

For øvrige konstruksjoner som ikke omfattes av [1] eller [11] kan geoteknisk prosjektering utføres etter krav i Eurokode 7 [5]:

Effektivspenningsanalyse: $\gamma_M = 1,25$

Totalspenninganalyse: $\gamma_M = 1,4$

4.5 Grunnforhold

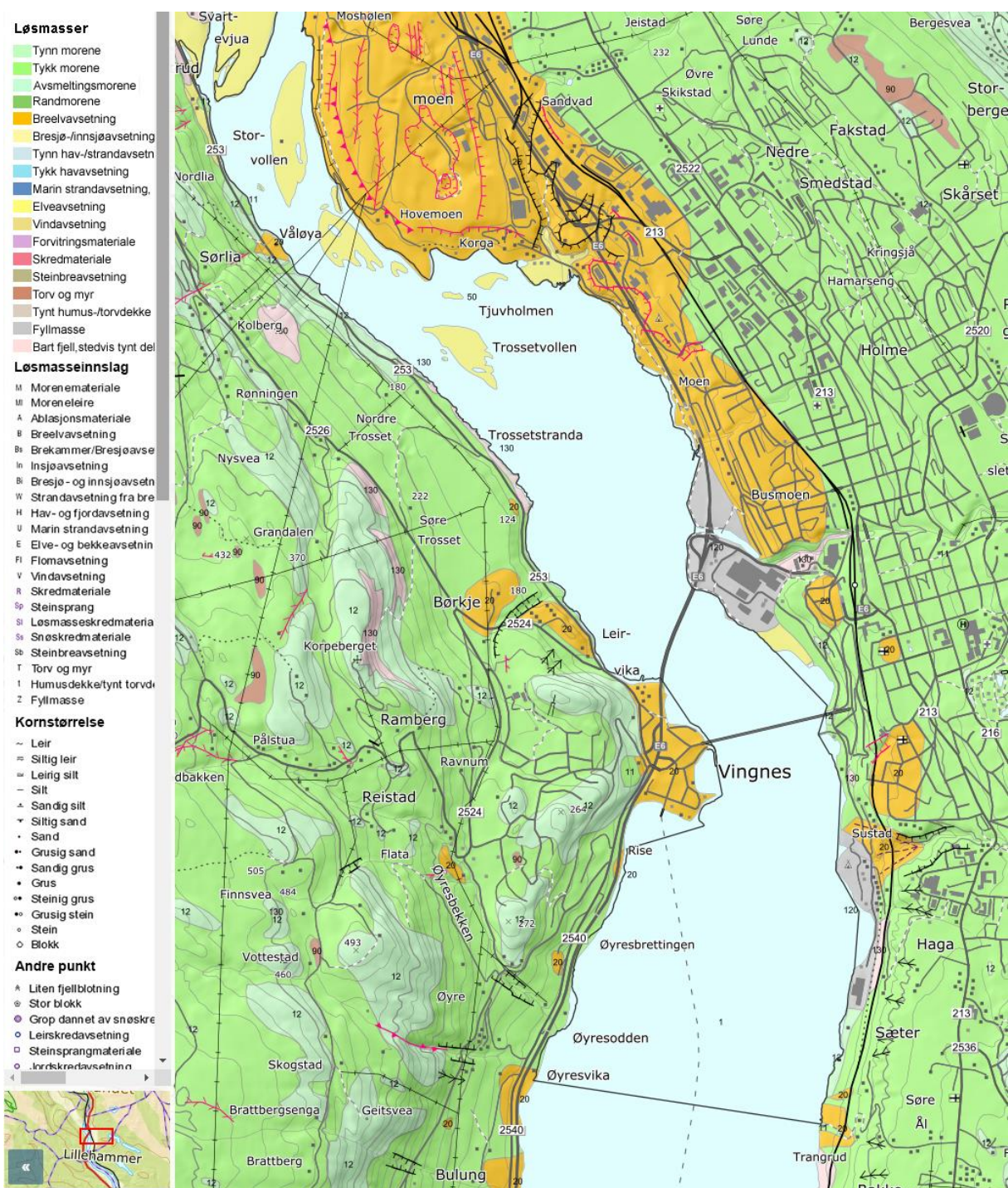
Tiltaket strekker seg over et relativt stort geografisk område. Derfor viser Figur 3 og Figur 4 en oversikt over de viktigste stedsnavn relatert til geotekniske tiltak. I kapitlene under gjennomgås overordnede grunnforhold. I forbindelse med gjennomgang av hvert enkelttiltak beskrives lokale grunnforhold i mer detalj. Informasjonen er sammensatt av tilgjengelig kartgrunnlag, tidligere utførte grunnundersøkelser og undersøkelser utført i forbindelse med reguleringsarbeidene.



Figur 4: Oversikt over viktigste stedsnavn for sørlige del av tiltaksområdet. Kilde: norgeskart.no

4.5.1 Kvartærgeologi

Kvartærgeologisk kart fra NGU indikerer at løsmassene i området hovedsakelig består morene for sørlige deler av området, på vestsiden av Mjøsa og brellavsetning ved Vingnes og for områder på østsiden av Mjøsa. Strandtorget-området består av fyllmasser. Se utsnitt fra kvartærgeologisk kart i figur 5.



Figur 5: Kvartærgeologisk kart fra www.ngu.no, hentet 16.11.2020.

4.5.2 Topografi

Tiltaksområdet har ganske varierende topografi, men ligger ned til/i nærheten av Mjøsa. På vestsiden, fra Vingnes og sørover ligger en bergknaus som stiger fra Mjøsa (kote ca. +125) til +263. Helt i sør er det områder med dyrket mark, som stiger med helning ca. 1:4 – 1:5 mot vest. Vingnes er relativt flat og stort sett med høydeforskjeller på maksimalt 5m.

Ved Vingnesbrua øst faller terrenget bratt (1:1,5-1:2) mot vest og Mjøsa. Ved Strandtorget er terrenget relativt flat. Dagens E6 ligger på en 3-4 m høy fylling. Fra Mesnadalselva og nordover er terrenget relativt kupert. Skråninger ligger stort sett med helning 1:1,5-1:2. Dagens E6 ligger i en kombinasjon av fylling og skjæring.

4.5.3 Løsmasser

Det er utført spredte grunnundersøkelser ved utvalgte tiltak for prosjektet [16]. Det er i tillegg utført grunnundersøkelser i forbindelse med kommunedelplan for E6 Vingrom-Ensby [17], der alternativ II-A-1 i hovedsak følger dagens E6, med mindre variasjoner og avvik. Disse to sett grunnundersøkelser er de som hovedsakelig er benyttet i prosjektet. I tillegg er det benyttet ulike eldre grunnundersøkelser ved aktuelle tiltak, hovedsakelig for Strandtorget-området.

Resultater fra tilgjengelige grunnundersøkelser viser at løsmassene hovedsakelig består av faste morenemasser.

Det er to unntak.

Det ene er langs strandsonen ved Mjøsa, sørover fra Vingnes. Her er det stort sett et løsere lagret lag langs bredden på ca. 0-5 m tykkelse, over morenelaget. 3 totalsonderinger fra [17] indikerer en forekomst av kvikkleire (boring F478-F480) på 2-5 m dybde.

Det andre unntak er Strandtorget og området nord for Mesnaelva, der det er gjort omfattende utfylling. Figur 6 viser utfyllingen på bakgrunn av historiske flyfoto. Massene består i hovedsak av sandige masser, men det er påvist humusholdige masser i opp til 20 m dybde [18]. Det er over en lang årrekke påvist omfattende setninger på utfylt område, både langs vegfylling og sideterreng. Rambøll har tilgang til måleserier for Lillehammer bru og tilstøtende områder for perioden 1983-2019. Det er målt totale setninger på over 150mm i perioden og setningsrater på opptil 12mm/år. Setningsutviklingen er fortsatt pågående i noen av målepunktene, [19]. Lillehammer bru har i flere runder måttet jekkes opp for å kompensere for setningene.



Figur 6: Historiske flyfoto av Strandtorget og området nord for Mesnaelva. Til venstre: 1968, til høyre: 2004. Kilde: kart.finn.no.

4.5.4 Berg

Dybde til berg er varierende innenfor planlagt tiltaksområde, fra berg i dagen til boringer med dybde inntil ca. 30 m uten påvisning av berg. For mer detaljert beskrivelse av bergforholdene vises til [16].

4.5.5 Grunnvann

Det er ikke målt grunnvannstand i forbindelse med reguleringsplanen. I utgangspunktet antas grunnvannstand å følge vannstand i Mjøsa og Mesnaelva.

Ved beregninger er det antatt konservative grunnvannstander, plassert i laveste drenerende nivå.

Ved detaljprosjektering bør det installeres poretrykksmålere for konstruksjoner og tiltak, der grunnvannstand kan være kritisk. Av viktige tiltak nevnes bruer ved Hovemoen, der forutsetninger for grunnvannstand for utførte stabilitetsberegninger må verifiseres.

4.5.6 Materialparametere

Grunnforholdene består i hovedsak av faste morenemasser. Det er for området ved Vingnes og Vingnesvika, samt Strandtorget ikke utført beregninger som avhenger av materialparametere av stedlige masser.

Morenemassene er svært faste, og fastsettelse av dimensjoneringsparametere er erfaringsmessig utfordrende. Det er tatt utgangspunkt i erfaringsverdier fra [10]. Det er også gjort en sensitivitetsanalyse med lavere friksjonsvinkel (38°) for kritiske beregninger etter ønske fra Bane NOR for å ta hensyn til, at enkelte sonderinger indikerte lag med litt lavere bormotstand.

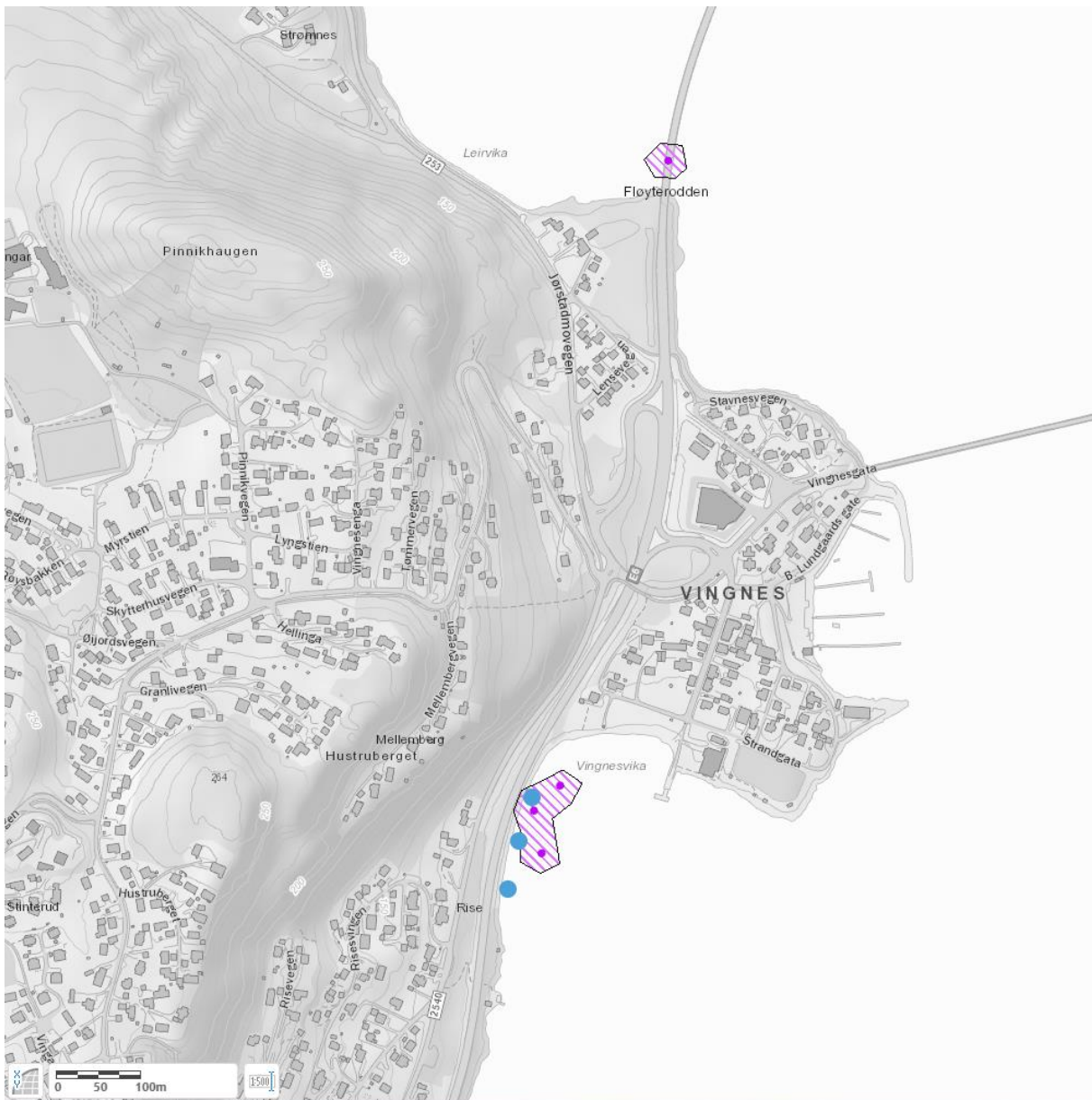
Benyttede parametere for stabilitetsberegninger i morenemasser er gjengitt i tabell 5.

Tabell 5: Materialparametere for stabilitetsberegninger

Morene	
Friksjonsvinkel, °	40 (38 for sensitivitetsanalyse)
Attraksjon, a [kN/m ²]	5

4.5.7 Flom- og skredfare

I følge TEK17 skal byggverk plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom. Store deler av tiltaket ligger delvis innenfor kartlagt aktsomhetsområde for flom, se Figur 7. Flomsikringstiltak er dokumentert i [20].



Figur 8: Statens Vegvesen kvikkleirepunkter (lilla) og omtrentlig plassering av borpunkter som potensielt har truffet kvikkleire (blå), kilder: atlas.nve.no og grunnundersøkelser for E6 Vingrom-Ensby, boringer F478-F480 [22].

For kvikkleirepunktet ved Lillehammer bru er det utført mange grunnundersøkelser i området, og ikke truffet andre forekomster. Dette anses dermed som en isolert/lokal lomme.

De 3 kvikkleirepunkter og de 3 totalsonderinger i Vingnesvika som indikerer en forekomst av kvikkleire avgrenses mot vest av bergskjæring over Vingromsvegen. I tillegg viser grunnundersøkelser i/langs Vingromsvegen fastere masser [17]. Det er ingen kartlegging av, hvor langt ut i Mjøsa kvikkleireforekomsten strekker seg.

Det antas og forutsettes, at vegfylling for dagens E6 er utarbeidet enten ved masseutskifting eller massefortrengning av eventuelle bløte masser. Dermed vil ikke kvikkleireforekomsten kunne

resultere i et retrogressivt skred inn i vegfyllingen, men vil være å betrakte som en utfordring med lokalstabilitet ut i Mjøsa. Dette må verifiseres med supplerende grunnundersøkelser i strandsonen og potensielt med boringer fra flåte, ved detaljprosjektering. Dette gjelder uansett hvilket av reguleringsalternativene som velges, men omfang skaleres og tilpasses tiltaket.

5 VURDERINGER

Vurderinger deles opp i tiltak, der både anleggsfase og driftsfase vurderes. Grunnforhold og andre geotekniske problemstillinger gjennomgås. Tiltakene listes opp under og beskrives overordnet. For mer detaljert beskrivelse av tiltakene vises til planbeskrivelsen.

5.1 Tiltak 1: Tursti fra Øyresvika til Vingnesvika

Med en mulig forekomst av kvikkleire i Vingnesvika er det viktig at krav om supplerende grunnundersøkelser angitt i kapittel 4.5.8 følges opp i senere prosjektfaser.

Det er fra kommunens side ønskelig at deler av turstien tåler vedlikeholdskjøretøy. Dette må i så fall vurderes i detaljprosjekteringsfasen.

Turstien skal all hovedsak følge eksisterende terreng, med mindre justeringer og tilpasninger. Enkelte områder kan det bli aktuelt med mindre vegfylling for å ta opp høydeforskjeller. Disse plasseres i topp av eksisterende veifylling, som antas å bestå av kvalitetsmasser. Dette må verifiseres i senere planfaser og det må gjøres stabilitetsberegninger for å avdekke eventuelle behov for tiltak.

Figur 9 viser oversikt over tiltaket, slik det ligger inne i modellen (ikke oppdatert etter siste avklaringsmøte med Lillehammer kommune – men prinsippene er fortsatt tilsvarende).



Figur 9: Utklipp fra prosjektets vegmodell av tiltak 1.

5.1.1 Grunnforhold

Det er ikke utført grunnundersøkelser for turstien i forbindelse med reguleringsplan. Det foreligger noen grunnundersøkelser fra [17]. Borplan V-203, V-204 og V-205 dekker traséen. I tillegg er det gjort undersøkelser og geotekniske vurderinger for strekket Roligheten – Vingrom Kirke [23], som ligger sør for tiltak 1.

Grunnboringer utført på land, både ved Øyresodden, i Brettingsvika og langs Vingromsvegen bak viser faste grunnforhold. Det er stort sett brukt spyling eller slag og økt rotasjon i samtlige totalsonderinger.

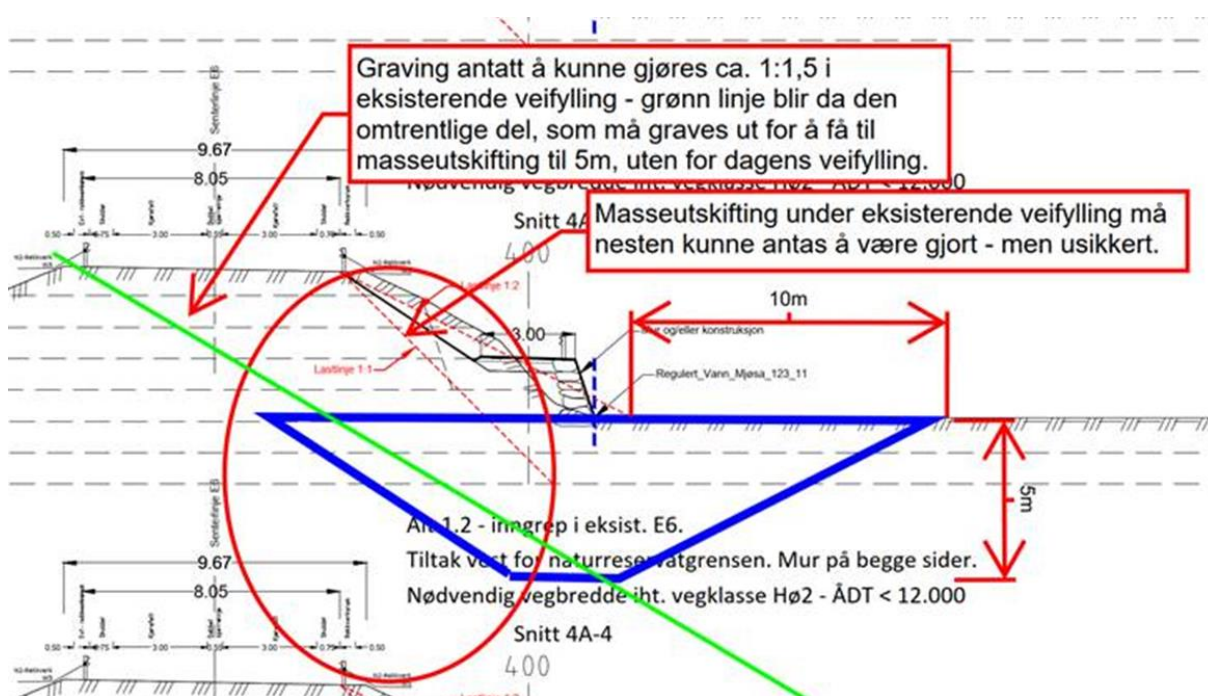
Boringer utført i Mjøsa/i strandsonen viser et lag på 1-3m tykkelse, med lavere bormotstand, etterfulgt av fastere masser. Maksimal dybde av dette bløte lag er ca. 5m under terreng. I Vingnesvika er det 3 Statens Vegvesen kvikkleire-punkter og 3 totalsonderinger, som indikerer en forekomst av kvikkleire.

Det må utføres supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med detaljprosjektering av tiltaket. Det må legges særlig vekt på å dokumentere antagelsene gjort rundt områdestabilitet og kvikkleire i Vingnesvika, men grunnundersøkelser lengre sør vil også være aktuelt.

5.1.2 Anleggsfase

Det må gjøres supplerende grunnundersøkelser for å kartlegge omfang av bløte masser. I detaljprosjektfasen brukes denne informasjonen vurdert opp mot eventuelle tilleggsbelastninger, stabilitetsforhold (både lokal- og områdestabilitet) og vedlikeholdelseskrav til å prosjektere turstiens utforming og plassering som ikke genererer behov for masseutskifting. Når det ikke ønskes en løsning med masseutskifting kan worst-case bli, at det ikke er mulig å gjennomføre tursti-prosjektet som følge av utfordringer med enten lokal- eller områdestabilitet. En annen mulig konsekvens er, at det kan bli behov for svært omfattende og kostbare pelede konstruksjoner.

Ved bløte masser under eventuelle fyllinger og konstruksjoner bør det legges til grunn et prinsipp om masseutskifting til en dybde på opp til ca. 5m etter prinsipp vist i Figur 10. Dette er samme metode som er beskrevet i [23]. Prinsipp for tursti som vil trenge masseutskifting er skissert i Figur 10.



Figur 10: Prinsipp for masseutskifting – utforming av tursti stemmer ikke, men prinsippene for masseutskifting er tilsvarende.

Det er også viktig at fyllinger og murer dimensjoneres til å tåle naturpåkjenninger (bølger, strøm, is og drivved). Store deler av dagens vegfylling har blitt reparert i nyere tid, se Figur 11. Dette indikerer, at det er laster på fyllingen og ny fylling må dimensjoneres til å tåle disse påkjenninger, alternativt må det aksepteres at det trolig vil være behov for løpende utbedringer.



Figur 11: Utklipp fra Google Street View av Vingnesvika, sett mot nord. Rød ring markerer tydelige utbedringer av eksisterende vegfylling.

5.1.3 Driftsfase

Tiltaket er av begrenset omfang, både med tanke på mengde oppfylling og dimensjonerende laster, og det kan aksepteres at det oppstår mindre setninger. Dette må dog påregnes og omfang må detaljeres.

5.2 Tiltak 2: Fortau langs Vingromsvegen fra Øyresvika til Vingnes.

Alternativ 2A Primæralternativ: Vingromsvegen delvis med fortau, med TS-tiltak

Alternativ 2B Reguleringsalternativ: Vingromsvegen med møteplasser og fortau

Alternativ 2C Reguleringsalternativ: Vingromsvegen, uten fortau, med TS-tiltak

Alternativ 2D Primæralternativ: Rundkjøring

Alternativ 2E Reguleringsalternativ: T-kryss

Alternativ 2F Reguleringsalternativ: Uten kryssløsning i Øyresvika, men med fortau

Det er lite geotekniske forhold som skiller alternativene.

Tiltakene medfører lokale breddeutvidelser, både i skjæring og på fylling.

Figur 12 viser utklipp fra Novapoint-modell av tiltaket.

Tiltak 2D og 2E gjelder ny kryssløsning ved Øyresvika. Del-tiltak 2 er beskrevet separat under.



Figur 12: Utklipp fra Novapoint-modell av tiltak 2, reguleringsalternativ 2B, fortau langs Vingromsvegen.

Del 2 av tiltaket er kryssløsning i Øyresvika. Primæralternativet er 4-armet rundkjøring mens reguleringsalternativet er T-kryss, se Figur 13.



Figur 13: Utklipp fra Novapoint-modell av tiltak 2, kryss ved Øyresvika, primæralternativet: 4-armet rundkjøring på venstre side, reguleringsalternativet: T-kryss på høyre.

5.2.1 Grunnforhold

Det er ikke utført grunnundersøkelser for tiltaket i forbindelse med reguleringsplan. Det foreligger noen grunnundersøkelser fra [17]. Borplan V-203, V-204 og V-205 dekker traséen. Grunnboringer utført langs Vingromsvegen indikerer faste grunnforhold. Det er stort sett brukt spyling eller slag og økt rotasjon i samtlige totalsonderinger, i store deler av profilene

Det må utføres supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med detaljprosjektering av tiltaket, med hovedvekt på områder med større fyllinger eller skjæringer.

5.2.2 Anleggsfase

Der det for T-krysset lagt opp til fylling mot turstien, skal det etableres mindre murer (høyder opp til ca. 1,5m). For T-kryss og rundkjøring er det lagt opp til mindre murer inntil boligeiendommer. For etablering av murene må det reguleres tilstrekkelig plass. For å sikre tilstrekkelig plass anbefales det, at det legges til grunn 1:2 graveskråninger. Primær- og reguleringsalternativene skiller seg ikke i stor grad med tanke på geoteknikk.

For etablering av kryss ved Øyresvika medfører begge alternativer mindre skjæringer og fyllinger. Disse forventes å kunne anlegges med skråninger 1:2.

5.2.3 Driftsfase

Tiltaket har ingen spesielle geotekniske forutsetninger i driftsfasen.

5.3 Tiltak 3: Støyskjerminger for bebyggelse mellom Øyresvika og Lillehammer bru.

Reguleringsalternativ 3.2: Støyskjerming.

Dimensjonert etter hastighet 70 km/t.

Figur 14 viser utklipp av Novapoint-modell for tiltaket. Tiltaket består av støyskjermer på vestsiden av dagens E6. Skjermene har en høyde på opp til 3,5-4m. Snitthøyde ca. 3,2m.



Figur 14: Utklipp fra Novapoint-modell av tiltak 3 med ny støyskjermer langs dagens E6.

5.3.1 Grunnforhold

Det er ikke utført grunnundersøkelser for tiltaket i forbindelse med reguleringsplan. Det foreligger noen grunnundersøkelser fra [17]. Borplan V-203, V-204 og V-205 dekker traséen.

Grunnboringer utført langs Vingromsvegen og dagens E6 indikerer faste grunnforhold. Det er stort sett brukt spyling eller slag og økt rotasjon i samtlige totalsonderinger, i store deler av profilene

5.3.2 Anleggsfase

Fundamentering av støyskjermer er ikke vurdert i detalj, men anses som mulig å løse med produkter fra støyskjem-leverandører, alternativt med mindre lokale punktfundamenter. Ved bruk av produkter fra leverandør påpekes det, at det må forventes faste og grove grunnforhold og typiske skrue-fundamenter kan bli utfordrende.

5.3.3 Driftsfase

Tiltaket har ingen spesielle geotekniske forutsetninger i driftsfasen.

5.4 Tiltak 4: Støyskjerming friluftsområde i Vingnesvika og strekningen Mesnaelva-Korgvegen.

Reguleringsalternativ:

4.1: Støyskjem ved Vingnesvika

4.2: Støyskjem ved Mosodden sør

4.3: Støyskjem ved Mosodden nord

Dimensjonert etter hastighet 70 km/t.

Tiltaket består av et kortere strekk støyskjem på østsiden av dagens E6 ved Vingnes samt lavere støyskjermer på strekket Mesnaelva-Korgvegen. Figur 14 viser tiltak 4.1 lengst i nord, i forlengelse av tiltak 3 mens Figur 15 viser tiltak 4.2 og 4.3.



Figur 15: Utklipp fra Novapoint-modell av tiltak 4.2 og 4.3 med støyskjerming langs dagens E6. Mesnaelva og Strandtorget rett utenfor bildet i nedre høyre hjørne.

5.4.1 Grunnforhold

For tiltak 4.1 gjelder samme grunnforhold som for tiltak 3.

For tiltak 4.2 og 4.3 er det ikke utført grunnundersøkelser i forbindelse med reguleringsplan. Det foreligger noen grunnundersøkelser fra [17]. Borplan V-208 dekker delvist traséen.

Grunnboringer utført langs traséalternativet for ny E6 indikerer løsere lagrede fyllmasser på utfylt område, nord for Mesnaelva (se Figur 6). Nord for utfylte område indikerer sonderindene fastere grunnforhold.

5.4.2 Anleggsfase

Fundamentering av støyskjermer er ikke vurdert i detalj, men anses som mulig å løse med produkter fra støyskjermer-leverandører, alternativt med mindre lokale punktfundamenter.

Ved bruk av produkter fra leverandør påpekes det, at det langs deler av tiltaket må forventes faste og grove grunnforhold og typiske skruer-fundamenter kan bli utfordrende.

5.4.3 Driftsfase

For det utfylte område nord for Mesnaelva kan det potensielt bli mindre setninger, noe som valgt løsning bør tåle – alternativt bør det planlegges en masseutskifting med lette masser for å sikre kompensert fundamentering.

5.5 Tiltak 5: Miljøtiltak Vingnes

Primæralternativ, 5A: Miljøtiltak Vingnes med hastighetsreducerende tiltak og kollektivløsning.
Reguleringsalternativ, 5B: Trearmet rundkjøring med avkjøring mot Vingnesgata.

Primæralternativet består av en ny gangveg fra ny busslomme fra dagens E6 opp til Jørstadmovegen. Reguleringsalternativet har ny, 3-armet rundkjøring og ny gangveg fra dagens E6 ned til undergang under dagens E6 fra ny busslomme.



Figur 16: Utklipp fra Novapoint-modell, primæralternativ til venstre og reguleringsalternativ til høyre

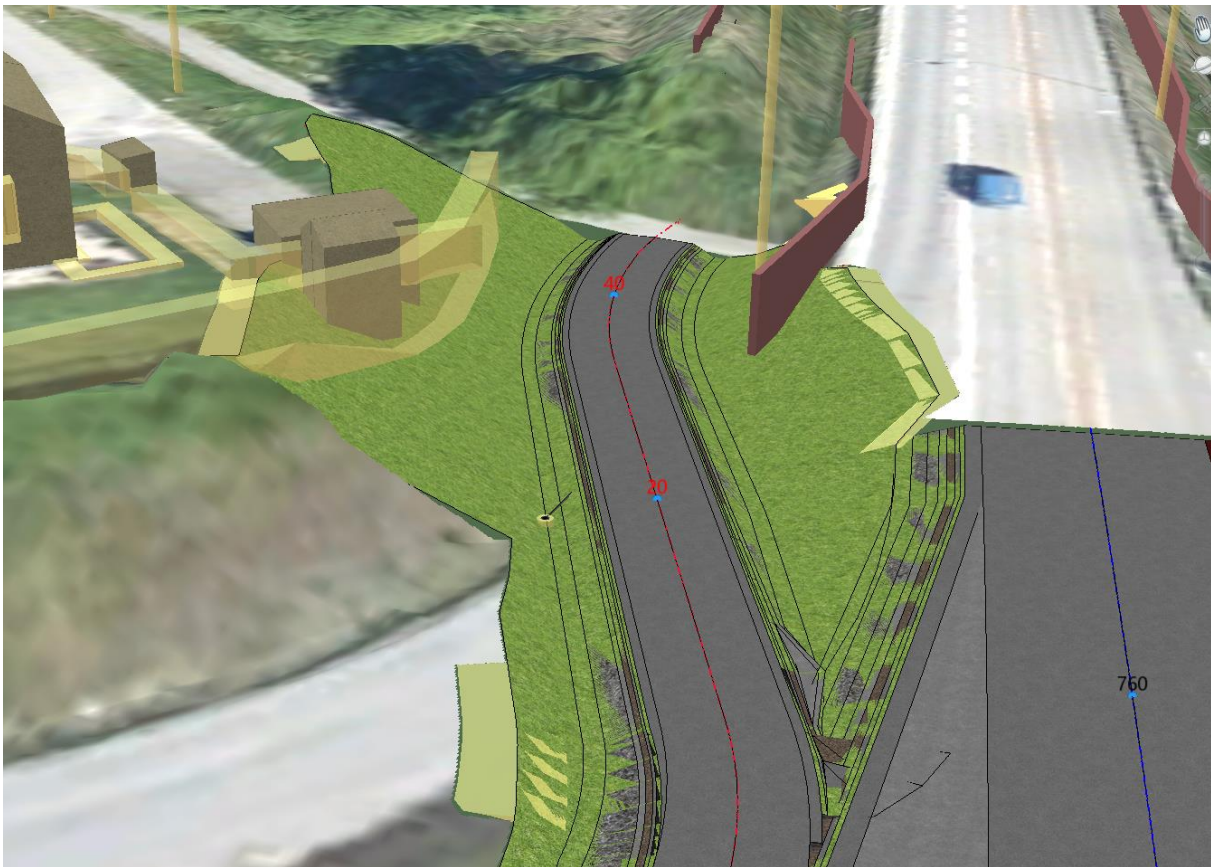
5.5.1 Grunnforhold

Fløyterodden (ut mot landkar for Lillehammer Bru) er oppfylte masser, sannsynlig fylt ut i forbindelse med etablering av brua. Det er ingen tiltak som påvirker dette område. Utførte totalsonderinger indikerer faste masser og det er benyttet spyling gjennom store deler av profilene. Det er registrert mye antatt stein/blokk i boringene. [16], [17].

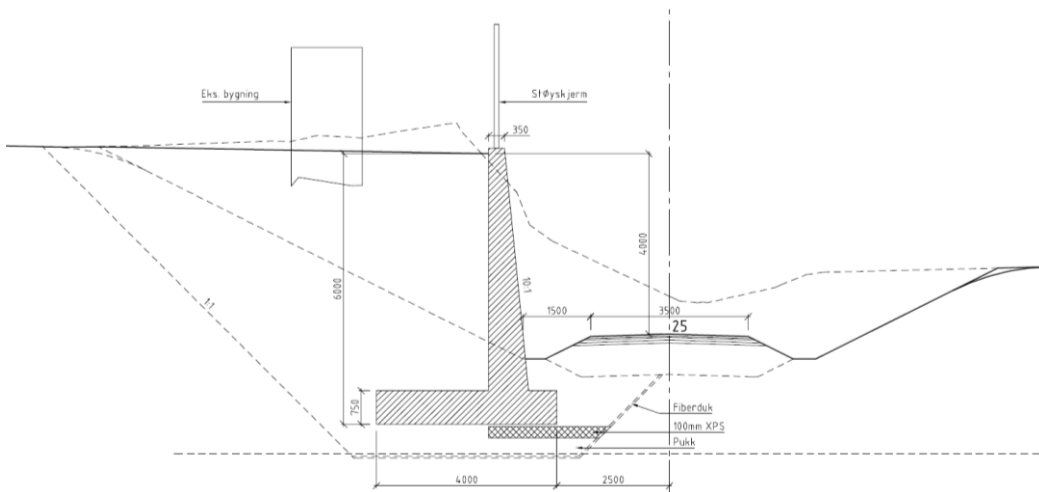
5.5.2 Anleggsfase

For primæralternativet er det lagt opp til fyllinger og skjæringer (1:2 eller slakere). Med de faste massene anses anleggsfasen som uproblematisk.

For reguleringsalternativet er der per nå lagt inn en skjæring, som vil påvirke hjørnet av tomten i tilknytning til Gnr/Bnr 200/1282, Lensevegen 7, se Figur 17. I henhold til kartgrunnlaget er disse konstruksjoner (et drivhus og vedskjul) dog plassert utenfor eiendomsgrensen, se Figur 19. Dermed vurderes det, at konstruksjoner ikke reetableres. For å holde tiltaket innenfor eiendomsgrensen etableres en murløsning. For mer utfyllende informasjon vises til fagrapport, konstruksjon [14].



Figur 17: Utklipp av reguleringsalternativet med ny G/S-veg fra dagens E6 til undergang.



Figur 18: Forslag til løsning for støttemur, fra [14].



Figur 19: Utklipp fra Norgeskart.no som viser, at eksisterende drivhus og vedskjul ligger utenfor eiendomsgrensen tilhørende Gnr/Bnr 200/1282.

5.5.3 Driftsfase

Tiltaket har ingen spesielle geotekniske forutsetninger i driftsfasen.

5.6 Tiltak 6: Gang- og sykkelveger fra Vingnes til Storhove.

Alternativ 6A Primæralternativ: Sykkelveg fra Mesnaelva til Storhove

Alternativ 6B.1A Primæralternativ: Trapp

Alternativ 6B.1B Primæralternativ: Sykkelveg fra Vingnesbruas østside til Mesnaelva

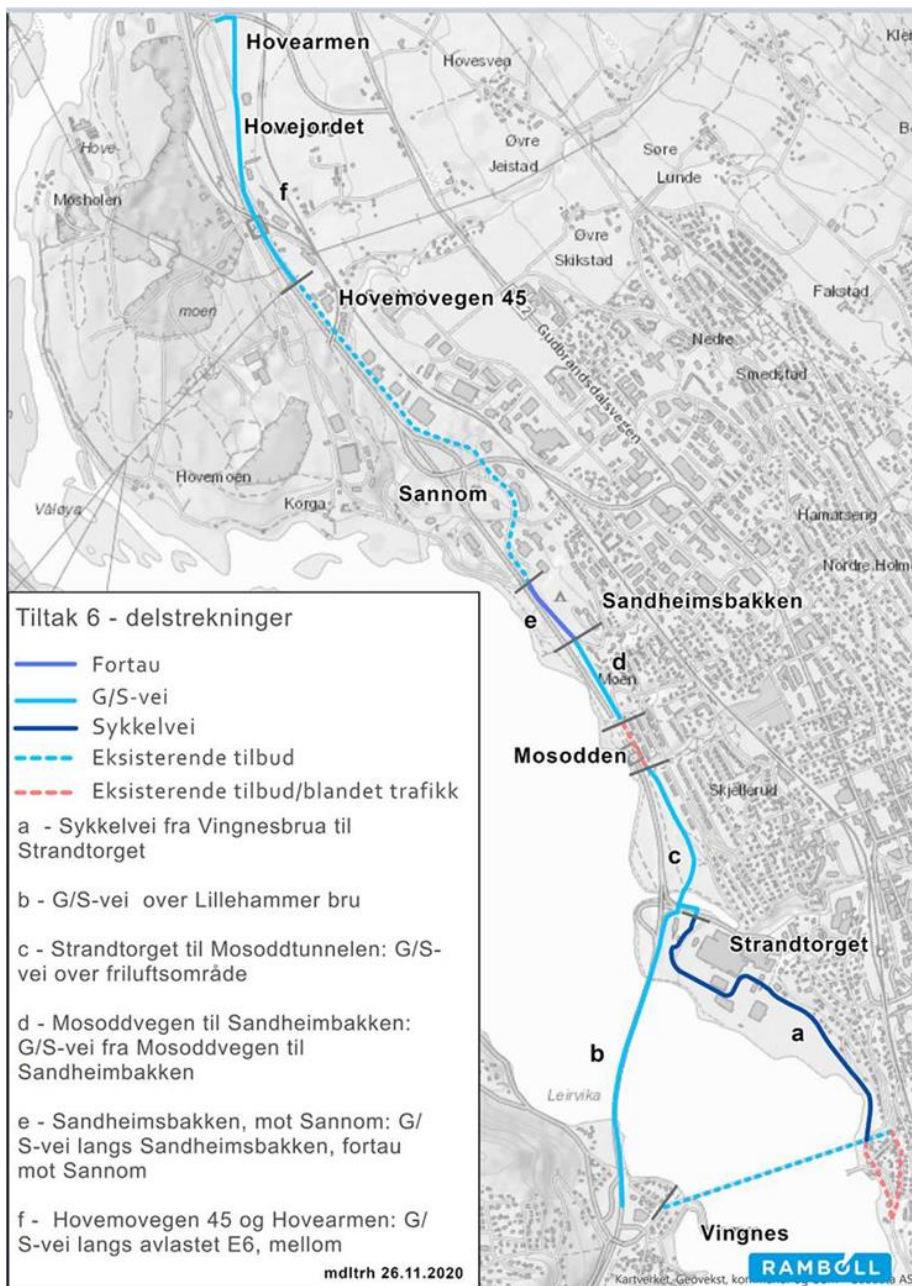
Alternativ 6C Reguleringsalternativ: G/S-veg Lillehammer bru (K05-1365)

Tiltak 6 består av en rekke ulike lokale tiltak over et relativt stort geografisk område, fra Vingnes til Storhove. Tiltaket deles inn i 6 ulike deler. Geografisk inndeling er vist Figur 20.

- **a** har to deler og gjelder kobling fra Vingnesbrua til Strandpromenaden og dekker over en trapp for å ta opp høydeforskjell fra Vingnesbrua til Strandpromenaden samt sykkelveg fra Vingnesbrua til, og over Strandtorget
- **b** er reguleringsalternativet som vil medføre påkobling av ny G/S-veg på siden av eksisterende Lillehammer bru. Dette dekker over G/S-veg på ny fylling langs eksisterende

fylling på sørsiden av Lillehammer bru ved Vingnes, i 3m bredde, samt ny fylling ved nordsiden på Strandtorget

- **c** er G/S-veg langs dagens E6, som er ny G/S-veg, opparbeidet med små terrenginngrep delvis over tidligere utfylt område
- **d** og **e** er sykkelveg og G/S-veg langs dagens E6, opparbeidet med små terrenginngrep
- **f** er kryssing av G/S-veg under eksisterende bruer over dagens E6 og inkluderer endring av terrengprofilen mellom akse 1 og 2 på eksisterende bruer (K05-1523 Hovemovegen bru og K051524 Hovemoen sidesporbru)



Figur 20: Utklipp fra Novapoint-modell for tiltak 6.

5.6.1 Grunnforhold

Tiltaket dekker over et stort geografisk område, med varierende grunnforhold. Derfor brukes også inndelingen angitt over her.

Ved **a** er det utført 4 totalsonderinger ved fremtidig trapp [16]. I boringene er det truffet mye blokk, og er brukt slag, spyling og økt rotasjon i store deler av borhullene. Det er ikke utført undersøkelser i forbindelse med reguleringsplanen langs den nye sykkelvegen opp mot Strandtorget. Det formodes at sørlige del av traséen har fastere masser, mens det i nord, mot/ved

Strandtorget kan være setningsgivende masser, som følge av tidligere oppfylling i området. Ved Strandtorget består massene i hovedsak av sandige masser, men det er påvist humusholdige masser i opp til 20 m dybde ved Strandtorget [18]. Det er over en lang årrekke påvist omfattende setninger på utfylt område, både langs vegfylling og sideterreng. Det er målt setninger på opptil 12mm/år. Setningsutviklingen er fortsatt pågående [19].

For **b** er det ikke utført grunnundersøkelser i forbindelse med reguleringsplan. Det er dog utført grunnundersøkelser i forbindelse med bygging av brua [24]. Disse indikerer at sand er den dominerende fraksjon. I tillegg er det organisk innhold. Det er forekomst av flere løst lagrede lag, hovedsakelig i sand- og siltfraksjoner. Det må ved detaljprosjektering utføres supplerende grunnundersøkelser både på land og fra flåte.

Ved **c, d og e** er det ikke utført grunnundersøkelser i forbindelse med reguleringsplanen. Det er dog utført en rekke totalsonderinger langs dagens E6 i forbindelse med ny E6, siden flere av traséalternativene går i samme trasé [17]. Sonderingene er utført til en dybde opp til 30m og indikerer generelt faste friksjonsmasser. Enkelte sonderinger har et lag fra ca. 5-15m der bormotstanden har vært litt lavere. Det vurderes dog fortsatt som relativt fast lagrede friksjonsmasser. Det anbefales dog supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med detaljprosjektering i områder med større fyllinger eller skjæringer.

Ved **f** er det utført 6 totalsonderinger og en prøveserie, 3 ved topp skråning og 3 ved bunn, på hver side av bruene og mellom. Alle sonderinger viser faste friksjonsmasser, [16].

5.6.2 Anleggsfase

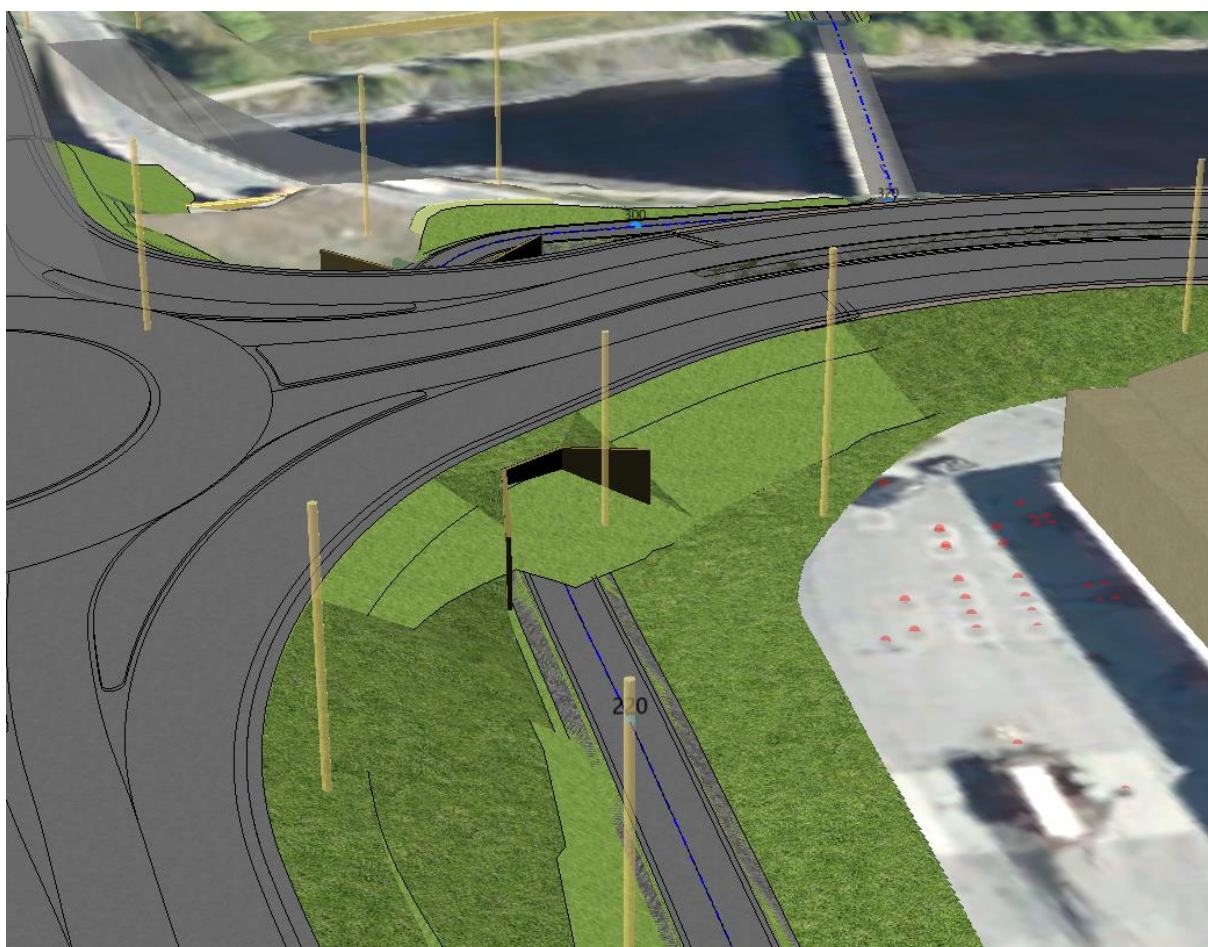
Ved **a** løses høydeforskjellen med trapp som stort sett følger dagens terreng, med mindre fyllinger, se Figur 21. Fyllinger etableres med helninger 1:2 og med de faste massene anses dette som uproblematisk.



Figur 21: Utklipp fra Novapoint-modell, tiltak 6, del A – trapp ved østsiden av Vingnesbrua.

Sykkelvegen opp til og over Strandtorget har mindre terrenginngrep og fyllinger. Små setninger kan forekomme i enkelte områder, men det anses som uproblematisk.

På Strandtorget er det planlagt en kulvert. For denne er det ikke gjort en detaljert geoteknisk vurdering, men utklipp fra modell er vist i Figur 22. Lastene forventes å være begrensede/mindre enn laster fra vegfylling på sider. Det kan dog være aktuelt med setningsreducerende tiltak (bruk av lette masser) for å redusere risiko for setninger. Det samme gjelder fyllinger for G/S-veg på Strandtorget og det utfylte areal nord for Mesnadalselva.



Figur 22: Utklipp fra Novapoint-modell av tiltak 6, del C

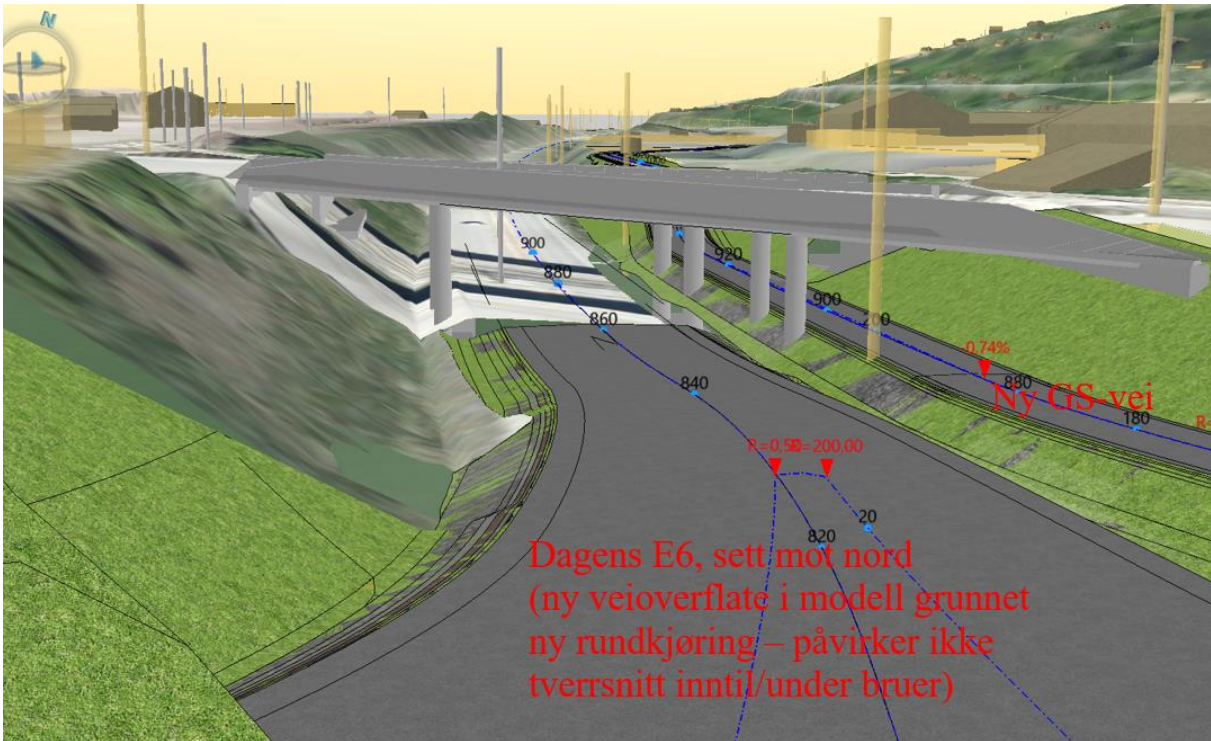
b, som er reguleringsalternativet, vil medføre en tilleggsbelastning både på land på begge sider av Mjøsa, samt på eksisterende trepelefundamenter for Lillehammer bru. Det er gjort overslag på tilleggslaster på fundamenter [14]. Basert på dette er det gjort et overslag på kapasitet av fundamenter. Lasten per pel øker med omtrent 2,5% og estimert utnyttelsesgrad for pelene øker fra 89% til 91% og anses som akseptabelt. Det er dog en god del usikkerhet rundt de eksisterende fundamenter samt grunnforhold, og det er viktig at dette undersøkes nærmere ved en eventuell detaljprosjektering.

Det er planlagt fylling på østsiden av eksisterende vegfylling ved Vingnes. Grunnforholdene er usikre, og det må forutsettes masseutskifting etter samme prinsipper som for tiltak 1.

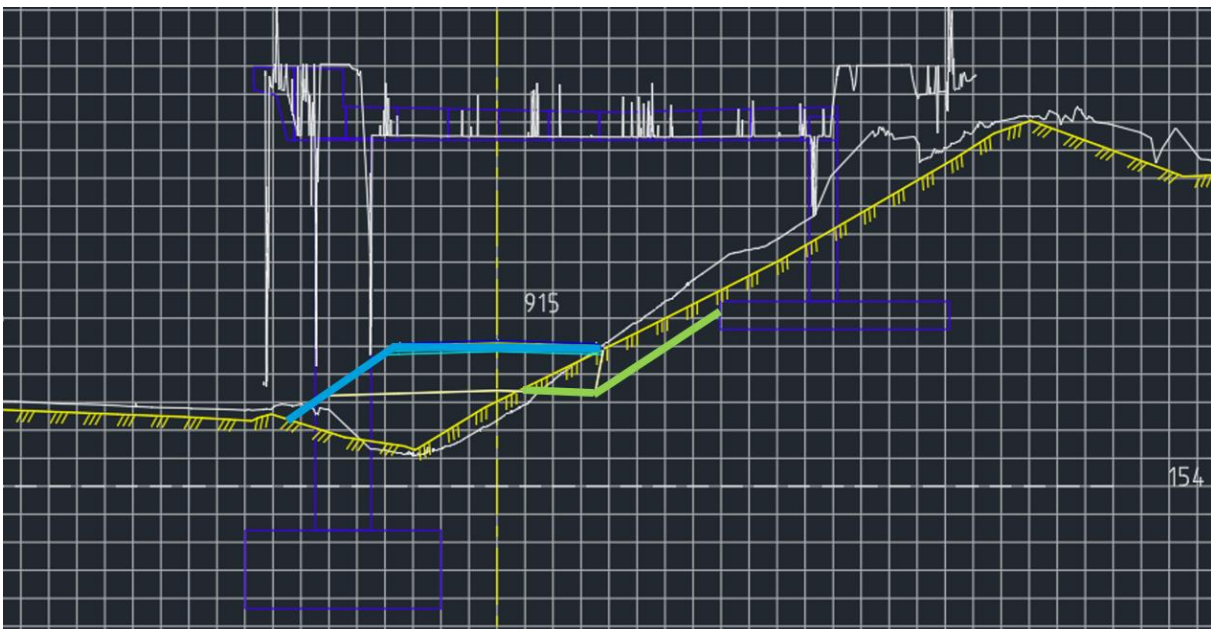
c, d og e er stort sett mindre terrenginngrep, i form av fyllinger og skjæringer (estimert opp mot 1m forskjell i forhold til dagens terreng, basert på modell). Grunnforholdene fra de spredte grunnundersøkelser indikerer greie forhold for det begrensede tiltak.

f vil kreve mindre terrenginngrep under eksisterende bruer. Figur 23 viser tiltaket i utklipp fra modell mens Figur 24 viser terrengprofil inkl. fundamenter for jernbanebru. Situasjonen ved

jernbanebru er ansett som kritisk, basert på både laster, geometri og krav til sikkerhetsfaktor. Dermed er ikke vegbruen vurdert i detalj.



Figur 23: Tiltak 6, del E: ny G/S-veg under eksisterende bruer ved Hovemoen



Figur 24: Terrengprofil under jernbanebru ved Hovemoen, profil 915. Gul strek er FKB-data, hvit strek er fra laserskann, grønn er gravearbeider i anleggsfasen, lys blå er ny fylling for GS-veg og mørk blå er bru og fundamenter.

Det er regnet stabilitet i 3 ulike faser; dagens situasjon, anleggsfasen og ferdig situasjon. I anleggsfasen graves det til underkant av fundamenter for å regne mest konservative alternativ. I tillegg er det utført en sensitivitetsanalyse på friksjonsvinkel, etter ønske fra Bane NOR. Tabell 6 viser oppsummering av oppnådde partialfaktorer med friksjonsvinkel på 40°, opp mot krav i aktuelle regelverk.

Det ses at anleggsfasen er kritisk, og at det må forutsettes at det ikke er trafikk på bruene eller E6 i anleggsfasen. I tillegg kan geometri/utgraving foran fundament i akse 1 justeres for å forbedre stabiliteten.

Sensitivitetsanalyse av friksjonsvinkel viser en redusert partialfaktor på ca. 5-6%. Dermed vil utgraving til underkant fundament gi en partialfaktor rett under 1,50 i anleggsfasen med den mest konservative geometri/utgraving. Det er dog små justeringer av utgraving foran fundament som må til for å oppnå partialfaktor over 1,50.

En mer detaljert analyse må gjennomføres i detaljprosjekteringen, blant annet må grunnvannstand og materialparametere vurderes i større detalj. Det er også rom for justering av geometri, styring av rekkefølgekrav, motfylling, seksjonsvis graving m.m.

Tabell 6: oppsummering av stabilitetsberegninger ved bruer ved Hovemoen for jernbanebru, K05-1524.

	Dagens situasjon	Anleggsfase, uten trafikklast	Anleggsfase, full trafikklast på jernbanebru	Ferdig situasjon
Oppnådd partialfaktor	1,66-1,85	1,56-1,85	1,45-1,78	2,52
Krav, partialfaktor	1,50	1,50	1,50	1,50

Det er gjort et overslag på bæreevne under fundamenter i akse 2, der det kommer en tilleggsbelastning fra ny fylling over. Det vurderes at tilleggsbelastning på 30-40 kPa ikke utgjør en kritisk belastning for eksisterende fundamenter. Dette må dog verifiseres i detaljprosjektering.

5.6.3 Driftsfase

For størsteparten av tiltakene er det ikke noen spesielle geotekniske forutsetninger i driftsfasen. For større fyllinger og kulvert ved Strandtorget må det forventes noen setninger under fyllinger og rundt kulverten.

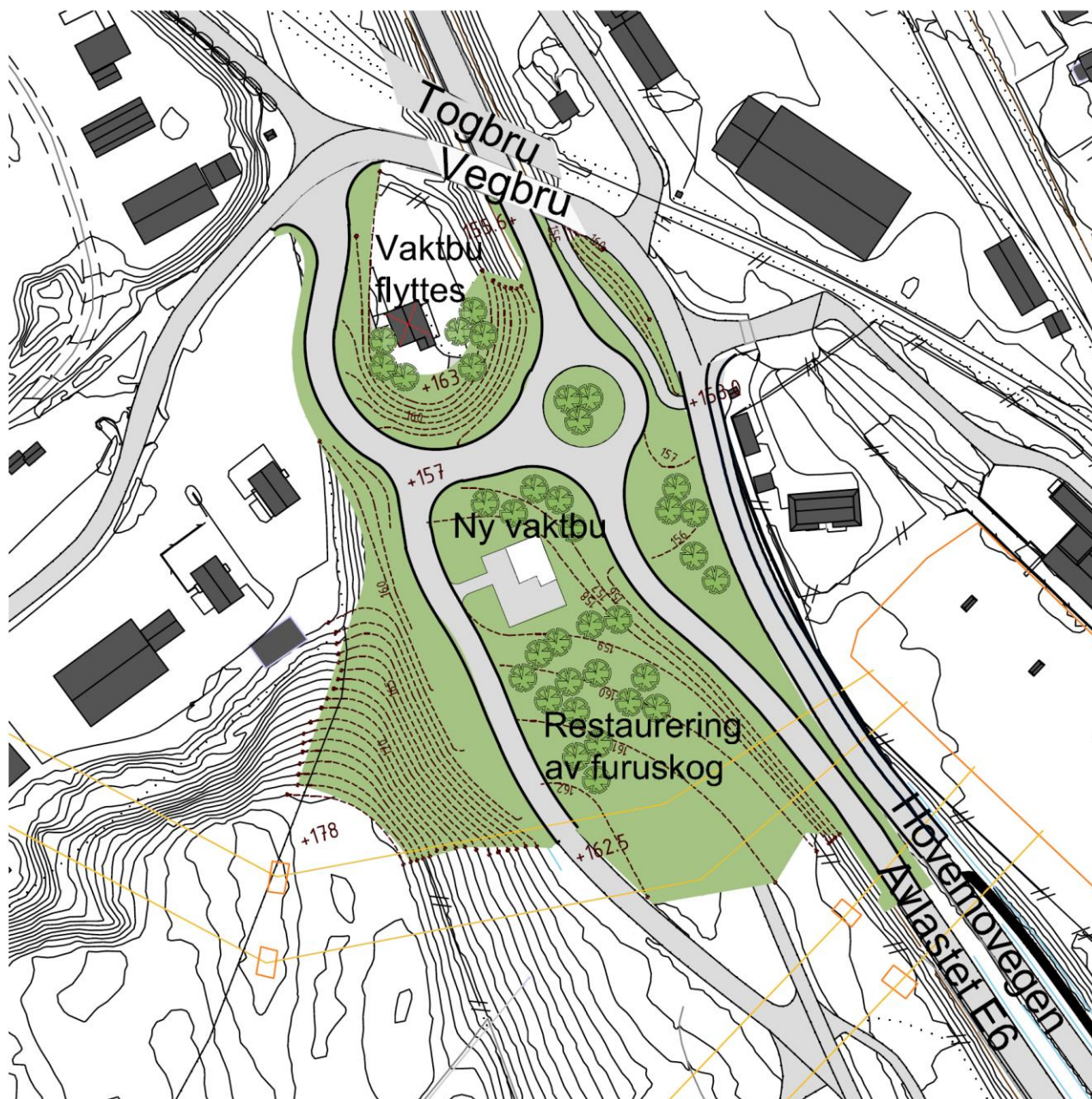
5.7 Tiltak 7: Flomsikker kryssombygging ved Strandtorget, samt tilbakeføring av restarealer av nåværende E6.

Alternativ 7 Rundkjøring ved Strandtorget

Tiltaket inkluderer opp mot 3m fylling for ny veglinje Mesnadalsarmen og kryssløsning utover dagens veglinje, se Figur 25.

5.9 Tiltak 9: Ny rundkjøring på Hovemoen.

Kryss sør for bruer over dagens E6 er en forskjøvet trearmet rundkjøring, se Figur 26.



Figur 26: Utklipp fra Novapoint av tiltak 9.

5.9.1 Grunnforhold

Det er utført 6 totalsonderinger og tatt opp 2 prøveserier i forbindelse med tiltak 9, [16]. Alle sonderingene viser svært høy bormotstand og det er benyttet økt rotasjon, slag og spyling i store deler av profilet.

5.9.2 Anleggsfase

Det er lagt opp til skjæringer med helning 1:2. Total høyde er i enkelte områder relativt stor (opp mot 10+m), men følger i hovedsak dagens terreng, og det totale volum som skal graves bort er begrenset. Gravearbeidene anses som uproblematisk. Det må dog ivaretas plass for dypere utgraving for vegoppbygging.

5.9.3 Driftsfase

De nye skjæringene bør erosjonssikres, for eksempel ved beplantning. Avskjæringsgrøfter bør også vurderes.

6 ANBEFALING – FØRINGER FOR REGULERINGSPLANEN

Generelt må tiltak detaljprosjekteres basert på endelige løsninger og geometri. Under er en oppsummering av viktige områder for de enkelte tiltakene.

6.1 Tiltak 1: Tursti fra Øyresvika til Vingnesvika

Tiltaket vil kreve supplerende grunnundersøkelser. Omfanget avhenger av omfang av fyllinger, murer og krav til vedlikeholdelseskjøretøy. Dette må detaljeres i en senere fase.

Den tilpassede, gruslagt tursti med varierende bredde gir en fleksibel løsning, der mindre setninger lettere vil kunne aksepteres.

Det må uansett etableres et anleggsbelte for å ivareta mulighet for grunnundersøkelser. Grunnundersøkelsene brukes til å detaljere tursti som ikke krever masseutsifting. Uten masseutsifting kan det, i worst case være enkelte områder der turstien ikke er mulig å gjennomføre, alternativt at den vil medføre kompliserte og kostbare konstruksjoner.

Gravearbeider anbefales utført i periode med lav vannstand i Mjøsa for å forenkle anleggsarbeidene. Dette må vurderes i en senere planfase.

6.2 Tiltak 2: Fortau langs Vingromsvegen fra Øyresvika til Vingnes.

Der det er lagt opp til skjæringer, skal det etableres mindre murer (høyder opp til ca. 1,5m). For etablering av murene må det reguleres tilstrekkelig plass for anleggsgjennomføringen. For å sikre tilstrekkelig plass anbefales det, at det legges til grunn 1:2 graveskråninger.

For etablering av kryss ved Øyresvika medfører begge alternativer mindre skjæringer og fyllinger. Disse forventes å kunne anlegges med skrån timer 1:2, men må vurderes i detaljprosjekteringen.

6.3 Tiltak 3: Støyskjerming bebyggelse mellom Øyresvika og Lillehammer bru.

Fundamentering av støyskjermer er ikke vurdert i detalj, men anses som mulig å løse med produkter fra støyskjermer-leverandører, alternativt med mindre lokale punktfundamenter. Ved bruk av produkter fra leverandør påpekes det, at det må forventes faste og grove grunnforhold og typiske skruer-fundamenter kan bli utfordrende. Bæreevne/fundamentering må detaljprosjekteres.

6.4 Tiltak 4: Støyskjerming friluftsområde i Vingnesvika og strekningen Mesnaelva-Korgvegen.

Fundamentering av støyskjermer er ikke vurdert i detalj, men anses som mulig å løse med produkter fra støyskjerm-leverandører, alternativt med mindre lokale punktfundamenter. Ved bruk av produkter fra leverandør påpekes det, at det må forventes faste og grove grunnforhold og typiske skrue-fundamenter kan bli utfordrende.

For det utfylte område nord for Mesnaelva kan det potensielt bli mindre setninger, noe som valgt løsning bør tåle.

Bæreevne/fundamentering må detaljprosjekteres.

6.5 Tiltak 5: Miljøtiltak Vingnes

For primæralternativet er det lagt opp til fyllinger og skjæringer med helning 1:2 eller slakere. Med de faste massene anses anleggsfasen som uproblematisk, men stabilitet og bæreevne må verifiseres i detaljprosjekteringen.

For reguleringsalternativet må det forutsettes at vedskjul og drivhus ved Gnr/Bnr 200/1282 Lensevegen 7 kan flyttes/rives i forbindelse med utgraving og etablering av mur.

6.6 Tiltak 6: Gang- og sykkelveger fra Vingnes til Storhove.

Ved fyllinger og kulvert på Strandtorget kan det forventes setninger. Det anbefales derfor å benytte lette masser i fyllinger. Det er viktig dette ivaretas og undersøkes i detaljprosjektering. For del f, under bruene ved Hovemoen er det en forutsetning at det kan stenges for trafikk, både på dagens E6 og bruene over i deler av anleggsfasen, der det graves i forkant av fundamenter og inntil det er tilbakefylt/oppbygget G/S-veg.

For nytt G/S-felt på Lillehammer bru er det viktig, at forutsetninger i forhold til bæreevne av eksisterende fundamenter (trepeleer) verifiseres. Det er utført en konseptgodkjenning med Vegdirektoratet. Det er viktig at fundamentering og kapasitet til eksisterende fundamenter følges opp.

6.7 Tiltak 7: Flomsikker kryssombygging ved Strandtorget, samt tilbakeføring av restarealer av nåværende E6.

Med 3m tilleggsfylling må det påregnes relativt store setninger av både veg og bru. Eksisterende bru over Mesnadalselva har dokumentert store setninger, med opptil 12mm/år. Den nye fylling vil kunne medføre at denne utvikling øker ytterligere.

Lette masser kan benyttes som setningsreducerende tiltak. Dette må vurderes i detaljprosjektering.

6.8 Tiltak 8: Kryssinger Forbedringer for gående og syklende i samtlige kryssinger av dagens E6

Tiltaket har ingen større grunnarbeider eller geotekniske arbeider og behandles ikke ytterligere.

6.9 Tiltak 9: Ny rundkjøring på Hovemoen.

Det er lagt opp til skjæringer med helning 1:2. Gravearbeidene anses som uproblematisk. Det må dog ivaretas plass for dypere utgraving for vegoppbygging. Stabilitet må verifiseres i detaljprosjektering.

De nye skjæringene bør erosjonssikres, for eksempel ved beplantning.

7 REFERANSER

- [1] Bane NOR, «Teknisk regelverk,» 2019. [Internett]. Available: <https://trv.banenor.no/wiki/Forside>.
- [2] Standard Norge, «NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner,» 2016.
- [3] Standard Norge, «NS-EN 1991-2:2003+NA:2010 Eurokode 1: Laster på konstruksjoner. Del 2: Trafikklast på bruer,» Standard Norge, 2010.
- [4] Standard Norge, «NS-EN 1993-1-1:2005+NA:2008 Prosjektering av stålkonstruksjoner. Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger,» 2005.a
- [5] Standard Norge, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering Del 1: Allmenne regler,» 2016.
- [6] Standard Norge, «NS-EN 1997-2:2007+NA:2008 Eurokode Geoteknisk prosjektering - Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver,» 2008.
- [7] Standard Norge, «NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 Eurocode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for beregninger,» 2014.
- [8] NVE, «Veileder nr. 7, Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2014.
- [9] Noregs vassdrags- og energidirektorat, «Retningslinjer nr 2/2011: Flaum- og skredfare i arealplanar,» 2014.
- [10] Statens vegvesen, «Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging,» Statens vegvesen, 2019.
- [11] Statens vegvesen, «N200 Vegbygging,» 2018.
- [12] Statens Vegvesen, «N400 Bruprosjektering,» 2015.
- [13] Statens Vegvesen, «Håndbok V221, Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger,» Statens vegvesen, 2014.
- [14] Rambøll Norge AS, Fagrapport konstruksjon, 2020.
- [15] Lovdata, «Forskrift for trafikklast på bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner i det offentlige vegnettet,» 2017.
- [16] Rambøll Norge as, «G-rap-001 Geoteknisk datarapport. Avlastet E6 Lillehammer,» 2020.
- [17] Mannvit, «E6 Vingrom-Ensby-Kommunedelplan med konsekvensutredning. Geoteknisk rapport,» 2017.
- [18] Vegdirektoratet, «E-198A Kryss E6/avkjøring til Lillehammer, rapport nr. 1,» 1989.
- [19] Statens Vegvesen, «E6 Vingrom-Einsby grunnundersøkelser,» 2016.
- [20] Mannvit, «E6 Vingrom Ensby, Reguleringsplan. Strekingen Roligheten - Vingrom kirke,» 2015.
- [21] Statens Vegvesen, «Lillehammer bru, undersøkelse av grunnforhold,» 1980.
- [22] Statens vegvesen, «Jordskjelvdessign i Statens vegvesen, rapport nr. 604,» Statens vegvesen, 2017.
- [23] NGF, «Byggegruppveileder,» 2017.

8 VEDLEGG