

Statens Vegvesen



E134 Dagslett - E18

Kommunedelplan med konsekvensutredning

Fagrapport ingeniørgeologi og hydrogeologi

Oppdragsnr.: **5198650** Dokumentnr.: **R-102** Versjon: **J01** Dato: **2021-06-30**



Oppdragsgiver: Statens Vegvesen

Oppdragsgivers kontaktperson: Nils Brandt og Marianne Harstad Haga

Rådgiver: Norconsult AS

Oppdragsleder: Kristin B. Økland

Fagansvarlig: Anders Kr. Vik

Andre nøkkelpersoner: Deuts Tse, Mari Krogstad, Lars Været, Heidi Kjennbakken

J01	2021-06-30	Endelig rapport, felles dato	MaHKr/Deu Tse	AKVi	KBO
A04	2021-03-05	Endelig versjon	MaHKr/DeuTse	AKVi	KBO
A03	2021-02-05	Fo kommentar fra oppdragsgiver	MaHKr/DeuTse	AKVi	KBO
A02	2020-06-25	For kommentar fra oppdragsgiver	DeuTse/MaHKr	AKVi	KBO
A01	2020-04-28	Første utkast for kommentar	DeuTse	AKVi	KBO
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler.

► Sammen drag

Denne rapporten er en sammenstilling av foreliggende geologisk informasjon og ingeniørgeologiske/hydrogeologiske vurderinger som er utført for kommunedelplan på prosjektet E134 Dagslett – E18. Faglige vurderinger i rapporten er basert på foreliggende grunnlagsmateriale, erfaringer fra nærliggende anlegg, samt egne feltobservasjoner.

Hoveddelen av rapporten er vinklet mot tunnelene som er planlagt innenfor hver av korridorene. Alle tunnelene er klassifisert iht. undersøkelsesklasse og geoteknisk kategori iht. Eurokodene. Alle tunnelene er vurdert til geoteknisk kategori 3. Tunnelene i Jensvoll- og Vitbankkorridoren er vurdert til undersøkelsesklasse C. Tunnelene i Husebykorridoren er vurdert til undersøkelsesklasse C, bortsett fra vestre påhuggsområde som er vurdert til undersøkelsesklasse C/D. Tunneler i Vikerkorridoren er vurdert til undersøkelsesklasse C.

Prosjektområdet ligger i et geologisk komplekst område, med grense mellom kalderabergarter og granitter i vestlig del av prosjektområdet, og kryssende forkastningsstrukturer hovedsakelig orientert i NØ-SV og N-S. Drammensgranitten varierer fra en aplittisk (dvs. veldig finkornet) struktur til finkornet og mer grovkornet. Biotittinnholdet i bergarten synes også å variere, med økende innhold av biotitt nordover. Skillene mellom disse ulike typene av granitt synes å være flytende. Inn mot kalderagrensen viser tidligere utført kartlegging forekomst av vulkansk breksje og ulike porfyrer. NØ-SV-orienterte forkastninger har tidligere vist seg å kunne opptre med dypforvitret bergmasse, hvor bergfragmenter i bergmassen, etter tilgang på vann og oksygen, omvandles til svelleleire. Forkastninger orientert i N-S opptre ofte med svelleleire som sprekkebelegg på sprekker. I prosjektområdet er det kartlagt flere diabasganger med varierende mektighet mellom ca. 1 og 10 m. Disse kan fremstå som svært oppsprukne, og har erfaringsmessig glatte sprekker inn mot sidebergartene. Disse forventes å kunne gi utfordringer i forbindelse med tunneldriften. I prosjektområdet er det kartlagt fire hovedsprekkesett. Tre av sprekkesettene er steile og er orientert langs NØ-SV, VNV-ØSØ og NNV-SSØ (sprekkesett S1, S2 og S4). I tillegg er det kartlagt et subhorisontalt sprekkesett (sprekkesett S3), samt mer tilfeldige sprekkestrukturer.

I denne planfasen er det utført grunnboringer i enkelte av påhuggsområdene. Ellers er det, langs linjen som tidligere er utredet for prosjekt rv. 23 Dagslett - Linnes, utført geofysiske undersøkelser, grunnboringer og kjerneboringer. Det er også utført en omfattende geologisk kartlegging i flere omganger. Traséen som ble utredet ligger nært dagens tunneltrasé innen Jensvoll- og Vitbankkorridoren i vestre del av tunneltraséen. Avstanden øker sørøstover, og er anslagsvis 250 m ved østre påhugg.

Det er gjort en anbefaling til videre arbeider for alle alternativene. Det er bl.a. anbefalt supplerende undersøkelser som grunnboringer i påhuggsområder. I påhuggsområder som er dekket med løsmasser er det også foreslått geofysiske undersøkelser. Kjerneboring og vanntapsmåling er anbefalt gjennom forventede større svakhetssoner/forkastninger. Det anbefales også undersøkelser av forventede større soner som kan kommunisere med nærliggende vann for kartlegging av bergmassekvalitet og permeabilitet. Overvåking og dokumentasjon av grunnvannsstanden anbefales også. Det er anbefalt supplerende kartlegging av svovelforekomster/rustutfelling for videre vurdering av potensiale for sur avrenning i tunnelen. Det er også anbefalt videre kartlegging av og vurdering av radonproblematikken langs linjene. Det er anbefalt en mer detaljert kartlegging av fordelingen av ulike typer granitter og andre bergarter langs linjealternativene. Det anbefales også testing av stein for bruk til byggeformål og videre planlegging av massehåndtering for å unngå unødvendig overskuddsmasse.

► Innhold

1	Bakgrunn for planen	8
2	Beskrivelse av tiltakene som er utredet	9
2.1	Tiltak som er utredet	10
2.2	Jensvollkorridoren	11
2.2.1	<i>Jensvoll - over</i>	11
2.2.2	<i>Jensvoll - under</i>	12
2.3	Vitbankkorridoren	12
2.3.1	<i>Vitbank - over</i>	12
2.3.2	<i>Vitbank - under</i>	13
2.4	Husebykorridoren	14
2.4.1	<i>Huseby - over</i>	14
2.4.2	<i>Huseby - under</i>	15
2.5	Vikerkorridoren	16
2.6	Anleggsgjennomføring	17
2.6.1	<i>Generelt for alle alternativer</i>	17
2.6.2	<i>Anleggsgjennomføring spesielt for alternativer over terreng for de tre sørlige korridorer (Jensvoll - over, Vitbank - over og Huseby - over)</i>	18
2.6.3	<i>Anleggsgjennomføring spesielt for alternativer under terreng for de tre sørlige korridorer (Jensvoll - under, Vitbank - under og Huseby - under)</i>	18
2.6.4	<i>Anleggsgjennomføring spesielt for Vikerkorridoren</i>	19
3	Om fagrapporten	20
3.1	Krav iht. N500 og N200	20
3.2	Krav fra eksterne myndigheter	20
4	Grunnlagsmateriale og utførte undersøkelser	22
4.1	Foreliggende dokumentasjon	22
4.2	Utførte grunnundersøkelser	22
4.2.1	<i>Generelt</i>	22
4.2.2	<i>Ingeniørgeologisk kartlegging</i>	23
4.2.3	<i>Refraksjonsseismiske undersøkelser</i>	24
4.2.4	<i>Geoelektriske målinger</i>	24
4.2.5	<i>Grunnboringer</i>	26
4.2.6	<i>Kjerneboringer</i>	26
4.2.7	<i>Laboratorietesting av steinmateriale</i>	27
5	Geologi	29

5.1	Kvartærgeologi	29
5.2	Berggrunnsgeologi	30
5.3	Strukturgeologi	34
5.4	Rustutfelling på bergarter	37
5.5	Oppsprekking og bergmassekvalitet	39
5.5.1	<i>Kartlegging utført våren 2020</i>	40
5.5.2	<i>Kartlegging langs Vikerkorridoren – masteroppgave 2020</i>	41
5.5.3	<i>Kartlegging utført i forbindelse med rv. 23 Dagslett - Linnes</i>	44
5.6	Bergspenninger	46
5.7	Tidligere utvinning av tungmetaller i Sørumlia	46
5.7.1	<i>Radon</i>	49
6	Hydrogeologi	50
6.1	Tidligere undersøkelser	50
7	Erfaringer fra nærliggende anlegg	52
7.1	Vannforsyningstunnel fra Glitrevann til Drammen	52
7.2	Jernbanetunnel gjennom Lieråsen	52
7.3	Vanntunnel til Nye Tofte cellulosefabrikk	54
7.4	Rehabilitering av Fosskolltunnelen	54
7.5	Bergspenninger, numerisk analyse i kritiske snitt – Vikerkorridoren	54
7.6	Rv. 23 Dagslett – Linnes - Bergmasseklassifisering	55
8	Ingeniørgeologisk tilnærming for vurdering av linjene	57
8.1	Geometri tunnel	57
8.2	Skjæringsgeometri	57
8.3	Geoteknisk kategori tunneler og høye skjæringer	58
8.4	Undersøkelsesklasser tunneler	59
9	Ingeniørgeologiske vurderinger for tunneler	60
9.1	Generelt	60
9.2	Driveforhold	60
9.3	Stabilitet og sikring	60
9.3.1	<i>Generelt</i>	60
9.4	Jensvollkorridoren	62
9.4.1	<i>Om traséen</i>	62
9.4.2	<i>Topografi og bergoverdekning</i>	63
9.4.3	<i>Kvartærgeologi</i>	63
9.4.4	<i>Berggrunnsgeologi og strukturgeologi</i>	63
9.4.5	<i>Grunnvann</i>	64
9.4.6	<i>Bergspenninger</i>	65

9.4.7	Tunnelpåhugg	65
9.4.8	Håndtering av overskuddsmasser fra tunnel	69
9.4.9	Kritiske partier	69
9.4.10	Anbefalte grunnundersøkelser	70
9.5	Vitbankkorridoren	71
9.5.1	Om traséen	71
9.5.2	Topografi og bergoverdekning	72
9.5.3	Kvartærgeologi	73
9.5.4	Berggrunnsgeologi og strukturegeologi	73
9.5.5	Grunnvann	74
9.5.6	Bergspenninger	74
9.5.7	Tunnelpåhugg	74
9.5.8	Håndtering av overskuddsmasser fra tunnel	79
9.5.9	Kritiske partier	79
9.5.10	Anbefalte grunnundersøkelser	80
9.6	Husebykorridoren	81
9.6.1	Om traséen	81
9.6.2	Topografi og bergoverdekning	82
9.6.3	Kvartærgeologi	83
9.6.4	Berggrunnsgeologi og strukturegeologi	83
9.6.5	Grunnvann	85
9.6.6	Bergspenninger	86
9.6.7	Tunnelpåhugg	86
9.6.8	Håndtering av overskuddsmasser fra tunnel	90
9.6.9	Kritiske partier	90
9.6.10	Anbefalte grunnundersøkelser	91
9.7	Vikerkorridoren	92
9.7.1	Om traséen	92
9.7.2	Topografi og overdekning	93
9.7.3	Kvartærgeologi	94
9.7.4	Berggrunnsgeologi og strukturegeologi	94
9.7.5	Grunnvann	96
9.7.6	Bergspenninger	97
9.7.7	Tunnelpåhugg	97
9.7.8	Tverrslag	101
9.7.9	Håndtering av overskuddsmasser fra tunnel	102
9.7.10	Kritiske partier	103
9.7.11	Anbefalte grunnundersøkelser langs traséen	104

10	Hydrogeologiske vurderinger	106
10.1	Generelt	106
10.2	Verdi- og sårbarhetsvurdering	106
10.3	Brønner	110
10.4	Setningsproblematikk	110
10.5	Tetthetskrav	110
10.6	Vikerkorridoren og hydrogeologiske forhold ved krysning over Lieråstunnelen	111
11	Vanntetting av tunneler	112
12	Ingeniørgeologiske vurderinger - dagsone	113
13	Skredpotensiale	114
14	Oppsummering og hovedkonklusjoner	117
14.1	Generelle geologiske problemstillinger langs alle traséalternativene	117

Vedlegg

- 1 – Oversiktstegning (V-tegning)
- 2 – Jensvollkorridoren (V- tegninger; 11001 – 002 og 11101 - 103)
- 3 – Vitbankkorridoren (V- tegninger; 13001 – 002 og 13101 - 103)
- 4 – Husebykorridoren (V- tegninger; 15001 – 002 og 15101 - 103)
- 5 – Vikerkorridoren (V- tegninger; 17001 – 004 og 17101 - 105)
- 6 – Anbefalte videre tiltak

1 Bakgrunn for planen

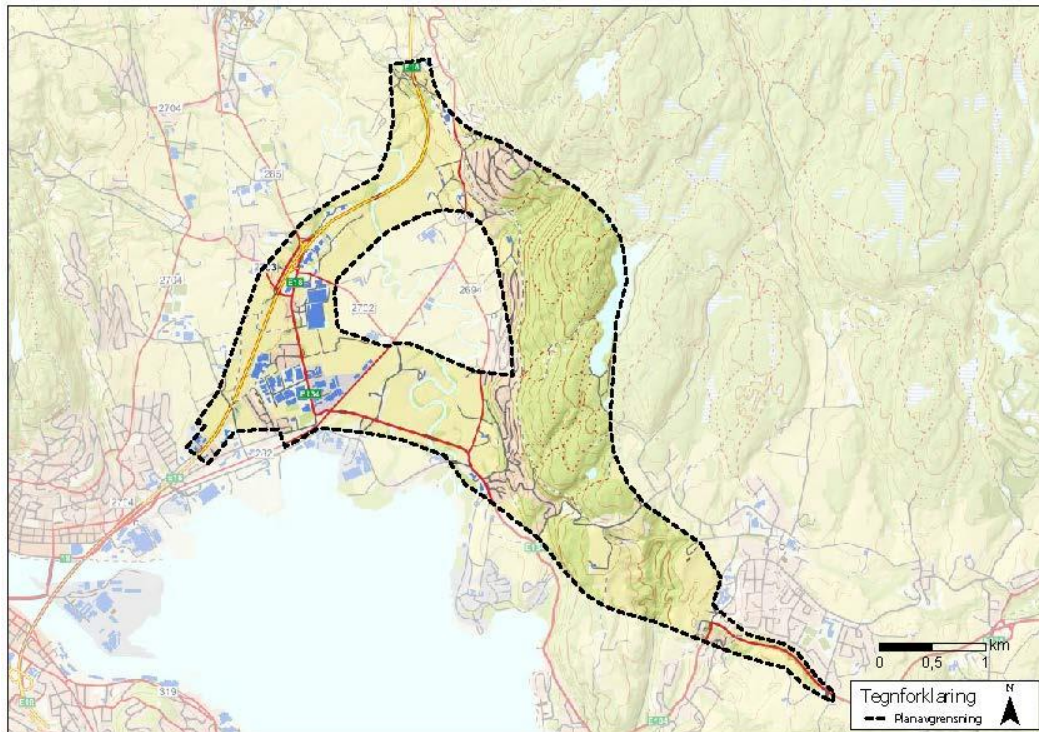
Dagens E134 mellom Dagslett og Kjellstad tilfredsstillende ikke gjeldende krav til riksveg med dagens trafikkmengde. Hverken vegbredde, kurvatur, avkjørsler, kryssløsninger eller fartsgrense er tilfredsstillende. Lokaltrafikk og gjennomgangstrafikk skaper miljø- og trafikksikkerhetsproblemer for de som bor langs strekningen.

Strekningen Dagslett – kryss E18 er en viktig del av en nasjonal vegkorridor (hovedvegforbindelse mellom E6 i Viken til Haugesund i Rogaland), samt en viktig regional veg for å kunne avlaste trafikksystemet i Oslo.

Prosjektet E134 (tidligere rv. 23) Dagslett – E18 ble omtalt i Stortingsproposisjon 87 (2017-2018), der det står; *«Samferdselsdepartementet går inn for at videre planlegging og utbygging av rv. 23 på strekningen Dagslett–kryss E18 blir gjennomført som ett samla prosjekt. Dette inneber at det igangsette planarbeidet for rv 23 Lillesand–kryss E18 blir utvida til å omfatte heile strekningen frå Dagslett til kryss med E18. Det er viktig at ein i vidare planarbeid får ei grundig utgreiing av alle relevante alternativ. Med ei samla og samanhengande utbygging ligg det til rette for ei meir kostnadseffektiv gjennomføring, med reduserte byggherrekostnader og redusert samla utbyggingstid. I planarbeidet skal det dessutan vurderast kostnadsreduserande tiltak på heile strekningen.»*

Samferdselsdepartementet ba i brev datert 2018-06-26 om at Statens vegvesen utarbeider et nytt planprogram for kommunedelplan der alle relevante alternativ inngår. Departementet viste til at det i tråd med retningslinjer for planlegging av riks- og fylkesveger etter plan og bygningsloven skal også rimeligste alternativ være vurdert.

Statens vegvesen utarbeider derfor, i samråd med Lier kommune og Asker kommune, kommunedelplan med konsekvensutredning og tilhørende teknisk underlag for ny E134 på strekningen E18 i Lier til Dagslett i Asker.



Figur 1-1 Varslet planområde fra planprogram [1].

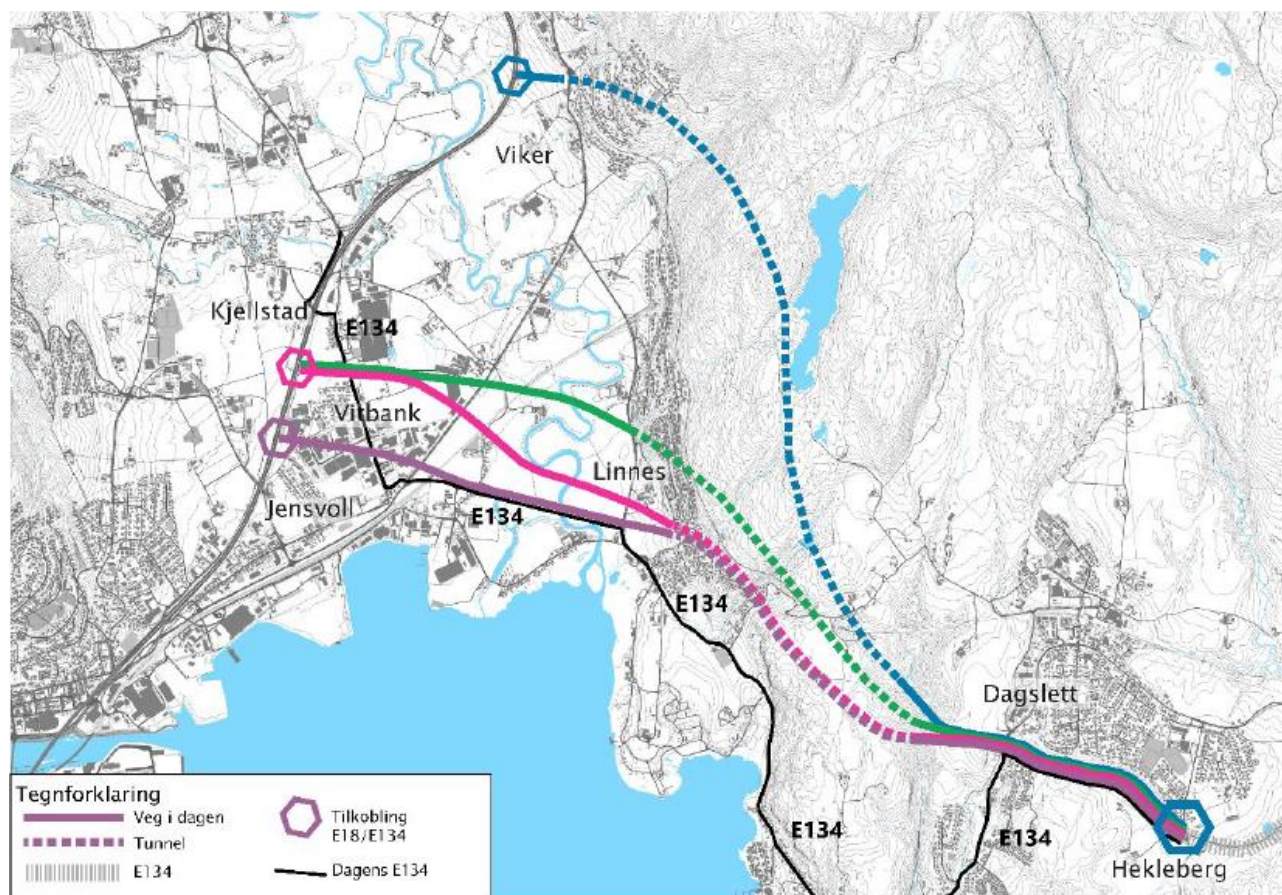
Planområdet er definert i planprogrammet [1], hvor Vikerkorridoren avgrenser området i nord, mens Jensvollkorridoren avgrenser området i sør.

Figur 1-1 viser varslet planområde for kommunedelplan slik det foreligger i planprogrammet. Planområdet omfatter alle korridorer.

2 Beskrivelse av tiltakene som er utredet

2.1 Tiltak som er utredet

Illustrasjonen under, Figur 2-1, viser linjer som er lagt fram i planprogrammet for E134 Dagslett-E18. Linjene viser ikke eksakt plassering av en veglinje, men representerer konsepter eller korridorer som skal utredes. Gjennom planprosessen er linjene utviklet videre på bakgrunn av krav til veggeometri og tilpasning til ulike hensyn, og er dermed noe justert. Det foreligger ett alternativ i Vikerkorridoren (blå linje), og to alternativer («over» og «under») i de tre øvrige korridorene. Alternativene som heretter kalles «over» har flere fellestrekk med linjer som har vært vurdert tidligere, og ligger på og til dels over eksisterende terreng. For alternativene som heretter kalles «under» er det vektlagt å finne avbøtende tiltak som kan redusere negative virkninger av tiltaket, og vegen er foreslått i kulvert på store deler av strekningen mellom kryss med E18 og tunnelportalen på Linnes. Alle alternativer er ytterligere beskrevet i Planbeskrivelsen for E134 Dagslett– E18 [2].



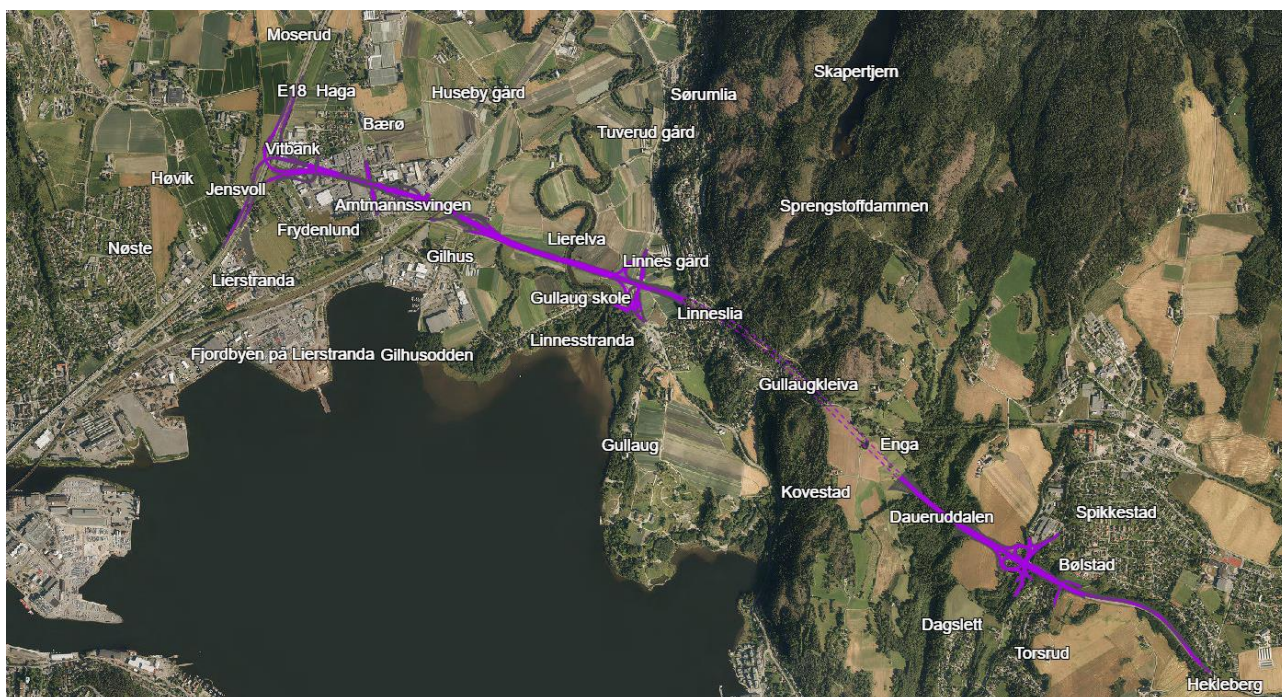
Figur 2-1 Prinsipper for linjeføring i hver korridor: Blå linje er Vikerkorridor, grønn er Husebykorridor, rosa er Vitbankkorridor og lilla er Jensvollkorridor.

Linjene som er beskrevet nedenfor er de optimaliserte linjene som er grunnlag for utredningen.

2.2 Jensvollkorridoren

2.2.1 Jensvoll - over

Alternativet går fra Jensvoll i Lier kommune til Hekleberg bru i Asker kommune. E134 etableres som veg i dagen mellom E18 og Linnes og følger samme trasé som eksisterende E134 fra Amtmannssvingen til Tuverudveien. Videre går vegen i tunnel mellom Linnes og Dagslett. Løsningen har ny veg i dagen fra tunnelportalen på Dagslett til Hekleberg bru.



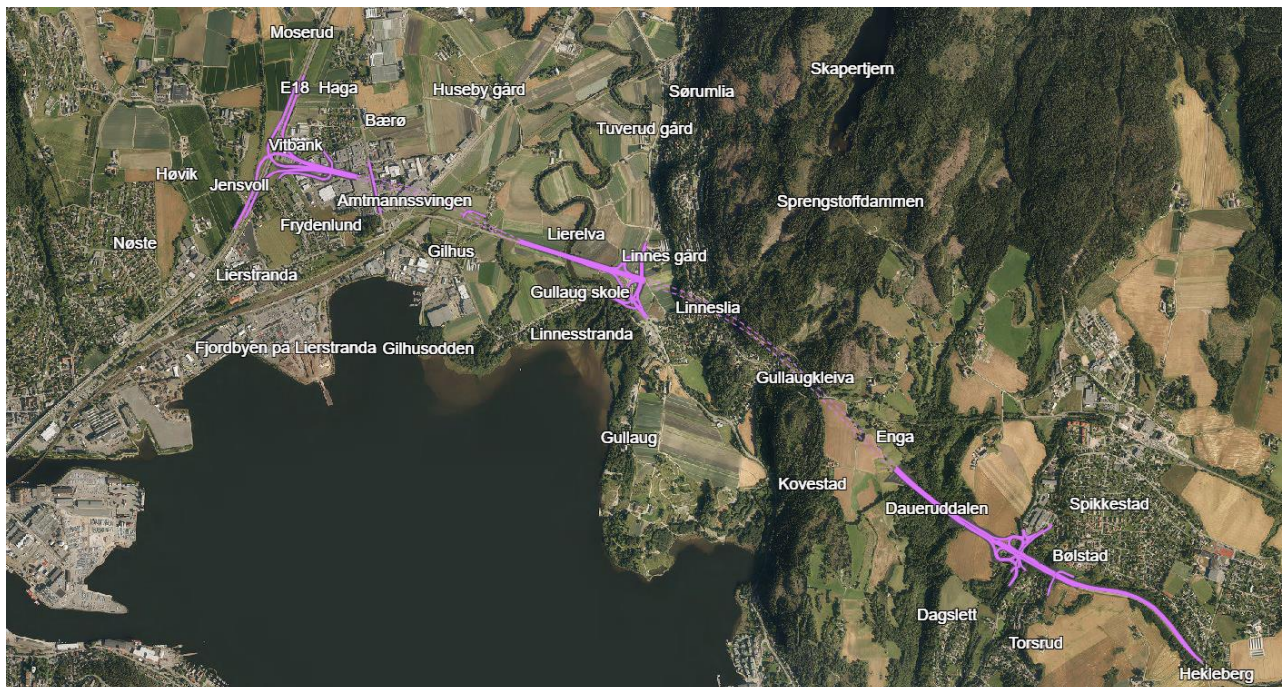
Figur 2-2 Jensvollkorridoren Jensvoll - over vises i lilla linje. Stiplet linje viser tunnel.

Krysset med E18 etableres som et treplanskryss. Kryssingen av E18 skjer i vanntett kulvert med vanntette trau på begge sider av kulverten fra E134 mot Drammen og på bru fra Oslo mot E134. Ny E134 føres videre gjennom næringsområdet på Vitbank og krysser under Ringeriksveien, og over fv. 282 og jernbanen på bruer. Kryssløsningen med fv. 282 er et halvt kryss med ramper for trafikk til og fra E18 som tilknyttes fv. 282 i rundkjøring under ny E134. Tilkobling til lokalvegssystemet for trafikk til/fra øst, vil skje via ramper fra ny E134 til dagens rundkjøring ved Gilhus. Herfra etableres ny E134 i samme trasé som eksisterende E134. Utvidelsen av eksisterende veg skjer på nordsiden, og vegen blir liggende på en lav fylling fram til kryssing av Lierelva på samme sted som i dag. Øst for Lierelva fortsetter vegen på lav fylling fram til nytt kløverkryss ved Linnes med tilknytning til Tuverudveien og eksisterende E134. Tuverudveien må legges noe om for å komme over ny E134. Ny E134 går deretter i skjæring fram til tunnelportalen som ligger i Linneslia.

E134 går i tunnel med to løp gjennom Sørumsåsen. Tunnellengde er ca. 1,7 km. Vegen ligger videre i skjæring fram til bru over Dauerruddalen. Krysset med eksisterende E134 Spikkestadveien er et kløverkryss hvor ny E134 krysser Spikkestadveien på bru. Fra krysset til parsellslutt utvides eksisterende veg med to felt på nordsiden av vegen, og følger i stor grad dagens trasé.

2.2.2 Jensvoll - under

Alternativet følger samme horisontalgeometri som Jensvoll over. Forskjellen er at E134 så langt som mulig etableres i kulvert under terreng, og dermed krysser under eksisterende veger og jernbane. Alternativet har ikke krysstillkobling med fv. 282. Alternativet starter i vest med samme kryssløsning med E18 som alternativ Jensvoll over. Vegen legges videre østover i skjæring fram til Vebjørns vei på Vitbank. Ringeriksveien krysser på bru over ny E134. Herfra etableres ny E134 i kulvert fram til rundkjøringen på Gilhus, hvor ny E134 kommer opp i dagen, og krysser over Lierelva på bru. Krysset med Tuverudveien er prinsipielt likt som krysset omtalt i alternativ Jensvoll - over, men det ligger noe lavere i terrenget. E134 etableres i kulvert under Tuverudveien og jordbruksarealene på Linnes før den går videre i bergtunnel gjennom Sørumsåsen. På østsiden av Sørumsåsen er alle alternativene for Jensvoll-, Vitbank- og Husebykorridorene like.



Figur 2-3 Jensvollkorridoren Jensvoll - under vises i lysblå linje. Stiplet linje viser tunnel.

2.3 Vitbankkorridoren

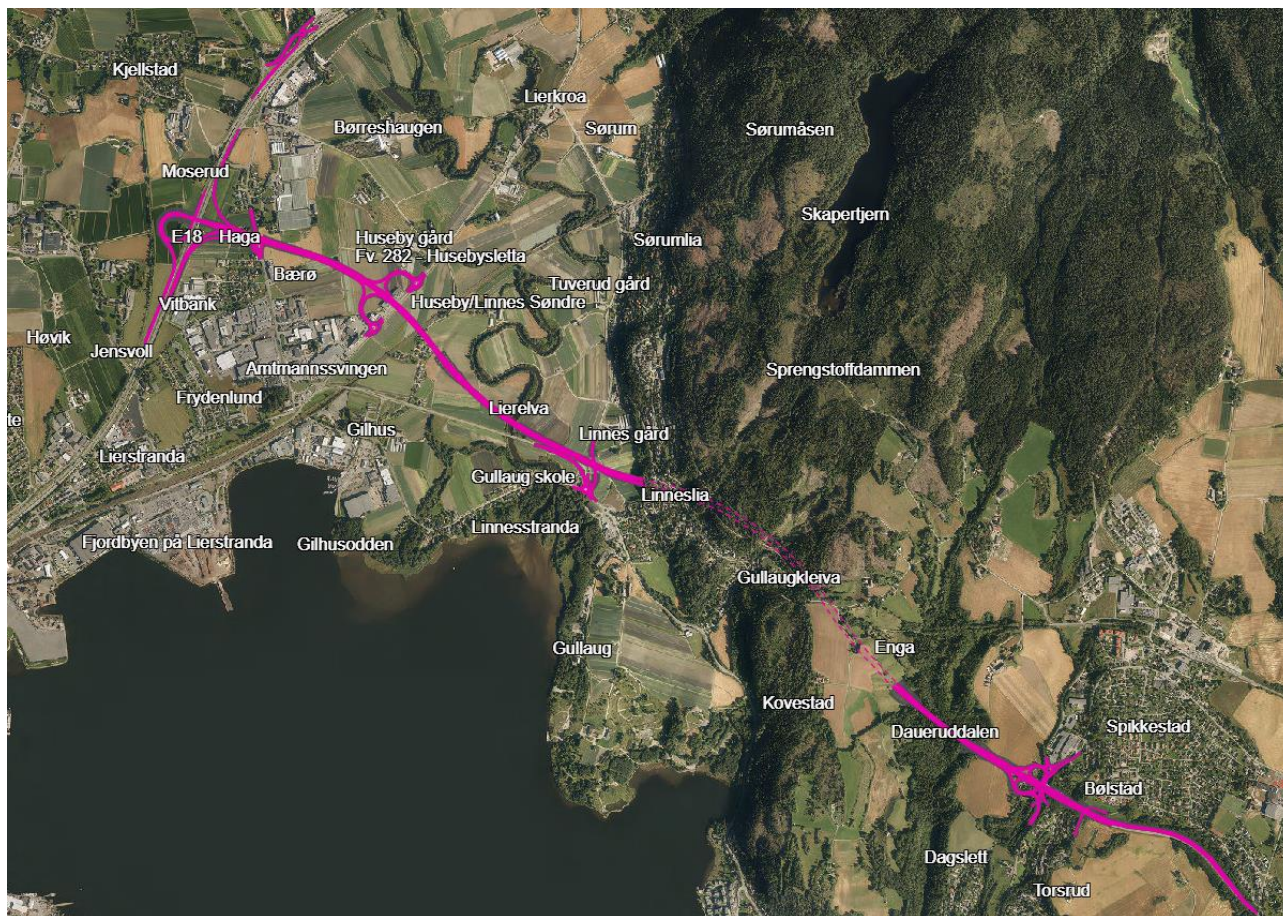
2.3.1 Vitbank - over

Alternativet går fra E18 ved Vitbank/Moserud i Lier kommune til Hekleberg bru i Asker kommune. E134 etableres som veg i dagen mellom E18 og Linnes, og videre i tunnel mellom Linnes og Dagslett. Løsningen har ny veg i dagen fra tunnelportalen på Dagslett til Hekleberg bru.

Krysset med E18 etableres sør for Moserud, og E134 krysser E18 i kulvert. For å ivareta avstandskrav stenges eksisterende avkjøring fra E18 mot Kjellstad, og ny avkjøringsrampe etableres i tilknytning til nytt

kryss med E134. Påkjøringsrampe fra Kjellstad til E18 flyttes av samme grunn mot nord. Veggen krysser på bru over Ringeriksveien og føres delvis på fylling over landbruksarealene ved Bærø fram til nytt kløverkryss med fv. 282 Husebysletta sør for Huseby gård. Krysset har alle rampene på vestsiden av fv. 282. Videre føres E134 på en lang bru over fv. 282 Husebysletta og jernbanen, og videre på lav fylling fram til kryssing av Lierelva rett nord for dagens E134. For å unngå store skjæringer ved Linnes, føres E134 i en svak bue sørover før den går i tunnel sør for Linnes gård. Eksisterende E134 må derfor flyttes noe sørover. Tuverudveien og gang/sykkelveg krysser E134 på bru.

E134 går i tunnel med to løp under Sørumsåsen, og er identisk med Huseby - over fra omtrent midtveis i tunnelen og østover. Tunnellengde er ca. 1,6 km. På østsiden av Sørumsåsen er alle alternativene for Jensvoll-, Vitbank- og Husebykorridorene like.

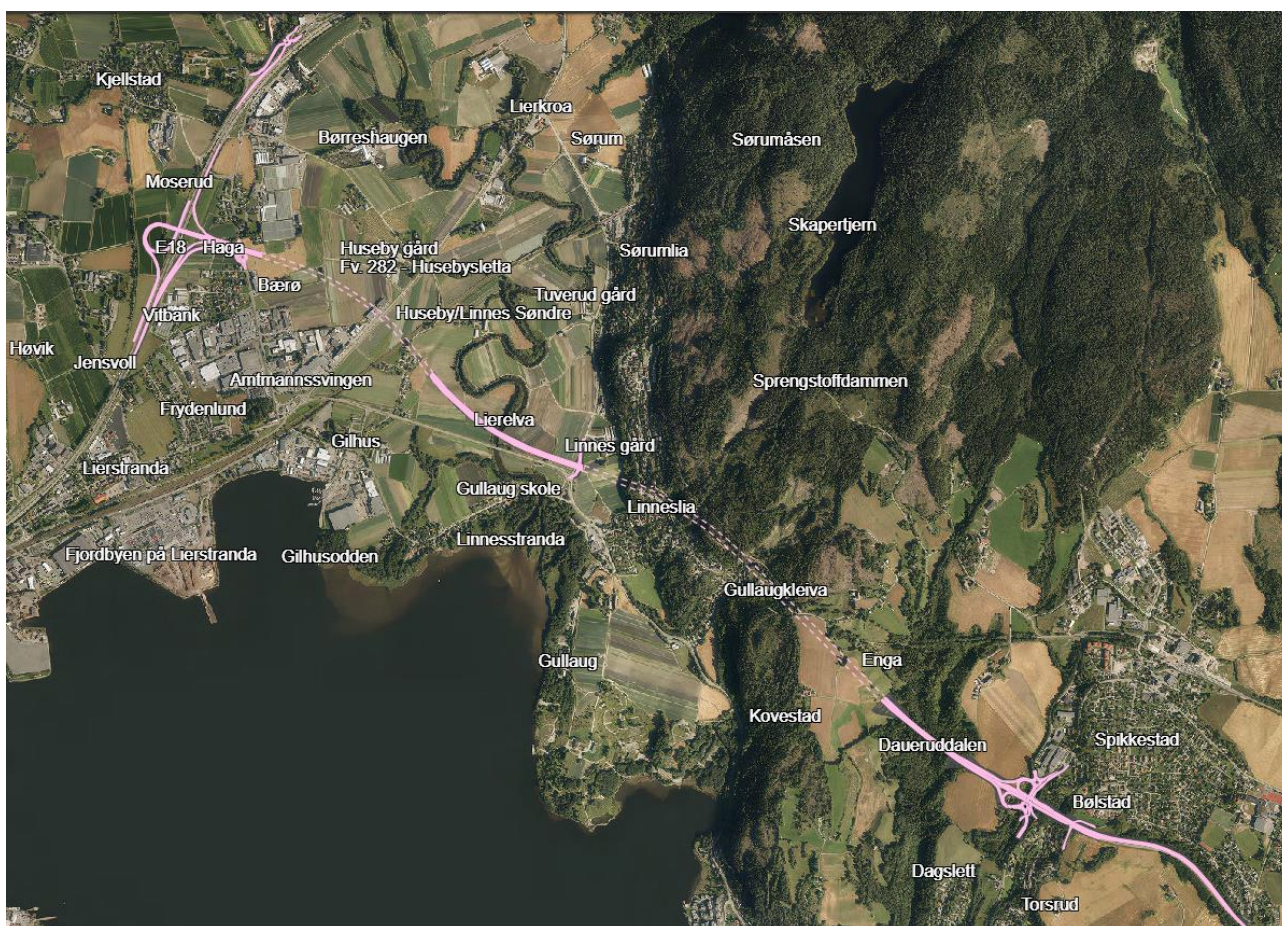


Figur 2-4 Vitbankkorridoren Vitbank - over vises i rosa linje. Stiplet linje viser tunnel.

2.3.2 Vitbank - under

Alternativet følger samme horisontalgeometri som Vitbank - over på store deler av strekningen. Forskjellen er at E134 så langt som mulig etableres i kulvert under terreng, og dermed krysser under eksisterende veger og jernbane. Alternativet har ikke krysstilkobling med fv. 282. Traséen starter i vest med samme kryssløsning med E18 som Vitbank - over, men krysser under Ringeriksveien. Fra Bærø legges ny E134 i kulvert, fram til

nordre del av bebyggelsen i Husebygata. Veggen krysser Lierelva på bru. På østsiden av Lierelva føres E134 ned i en lang portalkulvert under Tuverudveien og jordbruksarealene på Linnes fram til bergtunnel gjennom Sørumsåsen. Tuverudveien legges om og over kulverten for ny E134. På østsiden av Sørumsåsen er alle alternativene for Jensvoll-, Vitbank- og Husebykorridorene like.



Figur 2-5 Vitbankkorridoren Vitbank - under vises i lysrosa linje. Stiplet linje viser tunnel.

2.4 Husebykorridoren

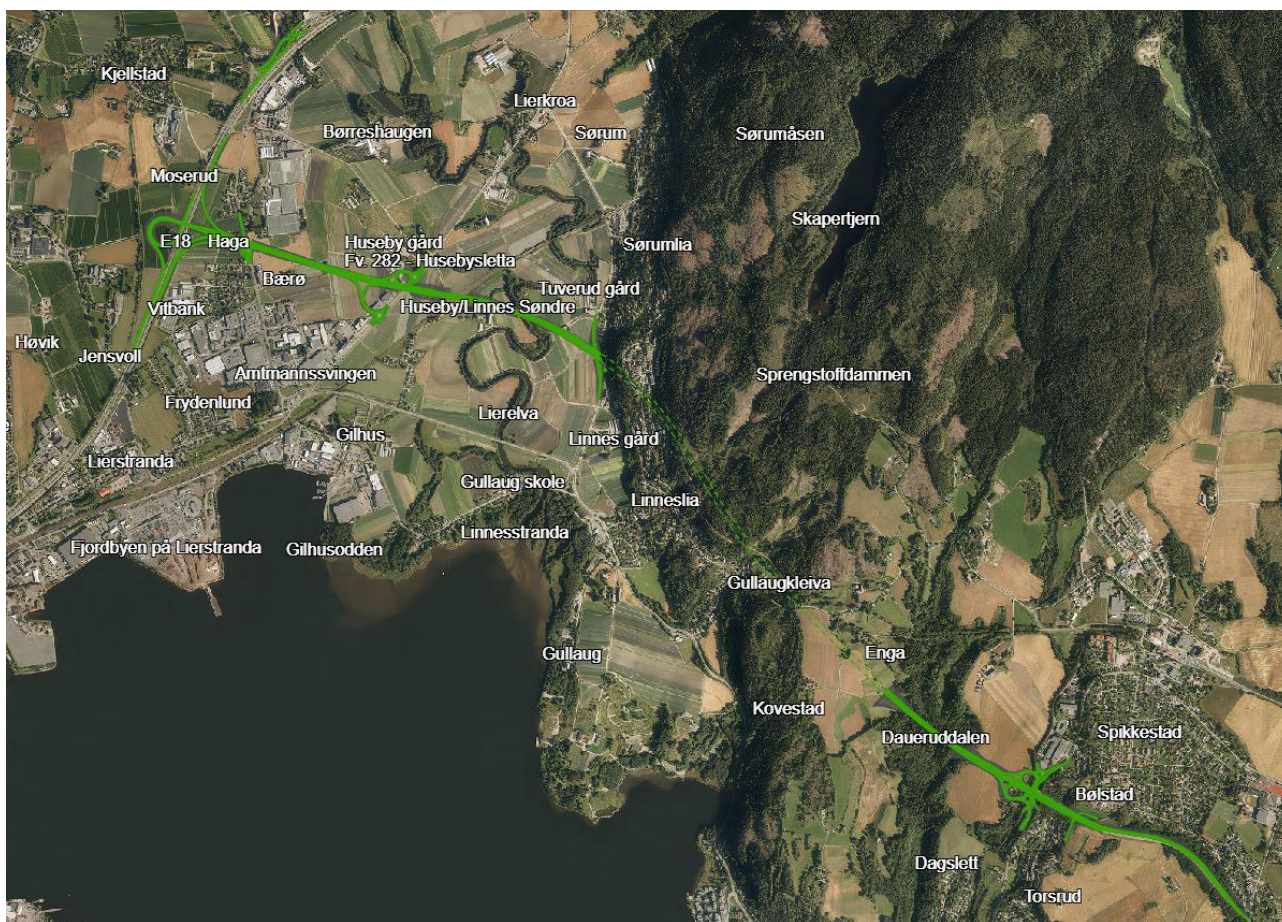
2.4.1 Huseby - over

Alternativet strekker seg fra E18 ved Vitbank/Moserud i Lier kommune til Hekleberg bru i Asker kommune. E134 etableres som veg i dagen mellom E18 og Linnes, og videre i tunnel mellom Linnes og Dagslett. Løsningen har ny veg i dagen fra tunnelportalen på Dagslett til Hekleberg bru.

Krysset med E18 etableres sør for Moserud, og E134 krysser E18 i kulvert. For å ivareta avstandskrav stenges eksisterende avkjøring fra E18 mot Kjellstad, og ny avkjøringsrampe etableres i tilknytning til nytt kryss med E134. Påkjøringsrampe fra Kjellstad til E18 flyttes av samme grunn mot nord. Veggen krysser på bru over Ringeriksveien og føres delvis på fylling over landbruksarealene ved Bærø fylling fram til nytt

kløverkryss med fv. 282 Husebysletta sør for Huseby gård. Krysset har alle rampene på vestsiden av fv. 282. Vegen går over fv. 282 og Drammensbanen på separate bruer. Fra jernbanen legges E134 på lav fylling fram til tunnelportalen like sør for Tuverud gård. E134 går i tunnel med to løp gjennom Sørumsåsen. Tunnellengde er ca. 2,1 km. Tuverudveien krysser E134 over tunnelportalen.

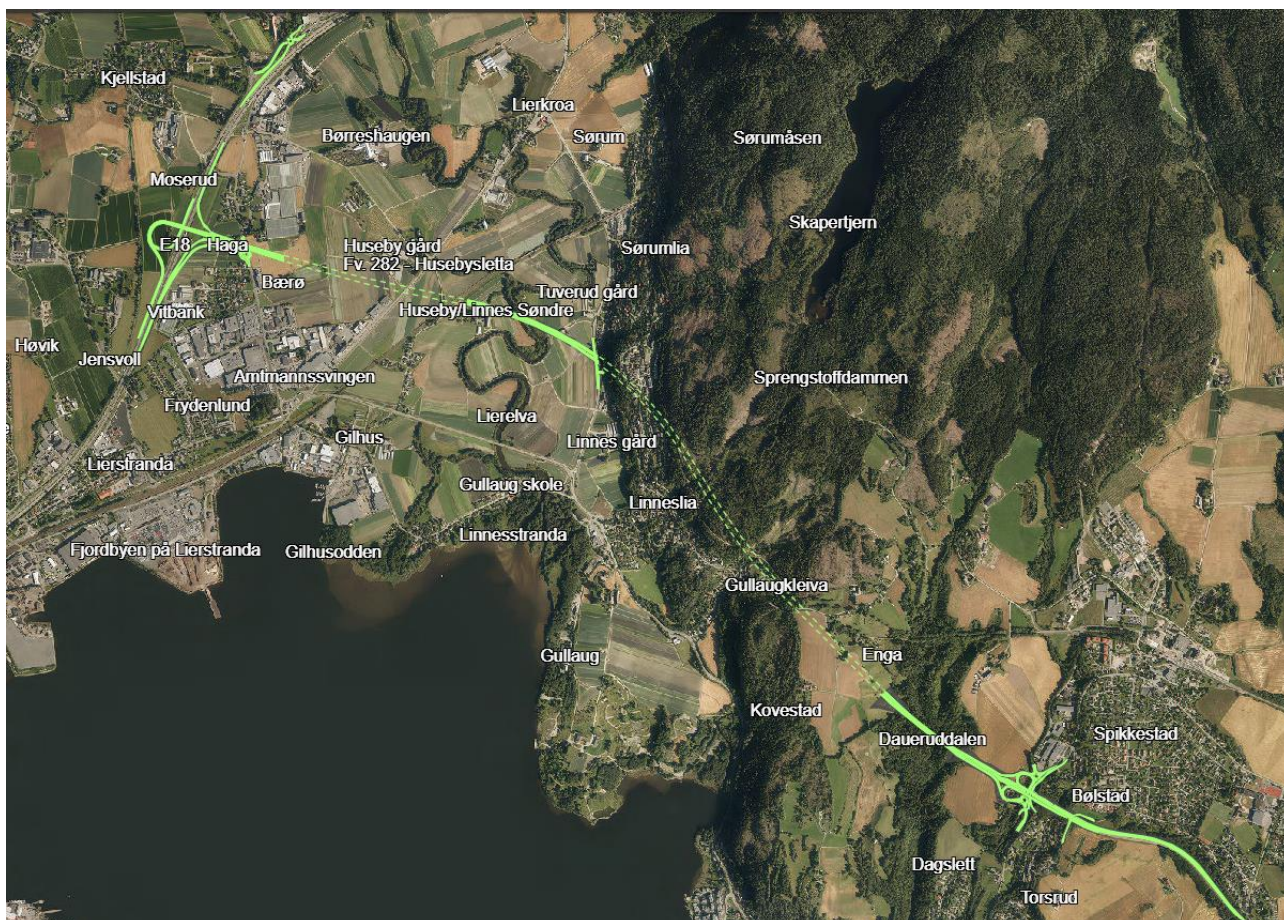
På østsiden av Sørumsåsen er alle alternativene for Jensvoll-, Vitbank- og Husebykorridorene like.



Figur 2-6 Husebykorridoren Huseby - over vises i grønn linje. Stiplet linje viser tunnel.

2.4.2 Huseby - under

Alternativet har samme horisontalgeometri som Huseby - over. Forskjellen er at E134 så langt som mulig etableres i kulvert under terreng, og dermed krysser under eksisterende veger og jernbane. Alternativet har ikke krysstillkobling med fv. 282. Traséen starter i vest med samme kryssløsning som Huseby - over, men føres under Ringeriksveien. Fra Bærø legges ny E134 i kulvert, fram til Huseby/Linnes søndre hvor vegen føres over Lierelva på bru. På østsiden av Lierelva føres E134 ned i en lang portalkulvert under Tuverudveien like sør for Tuverud gård, og videre østover i tunnel med to løp gjennom Sørumsåsen. Tunnelen er ca. 2,1 km lang. På østsiden av Sørumsåsen er alle alternativene for Jensvoll-, Vitbank- og Husebykorridorene like.

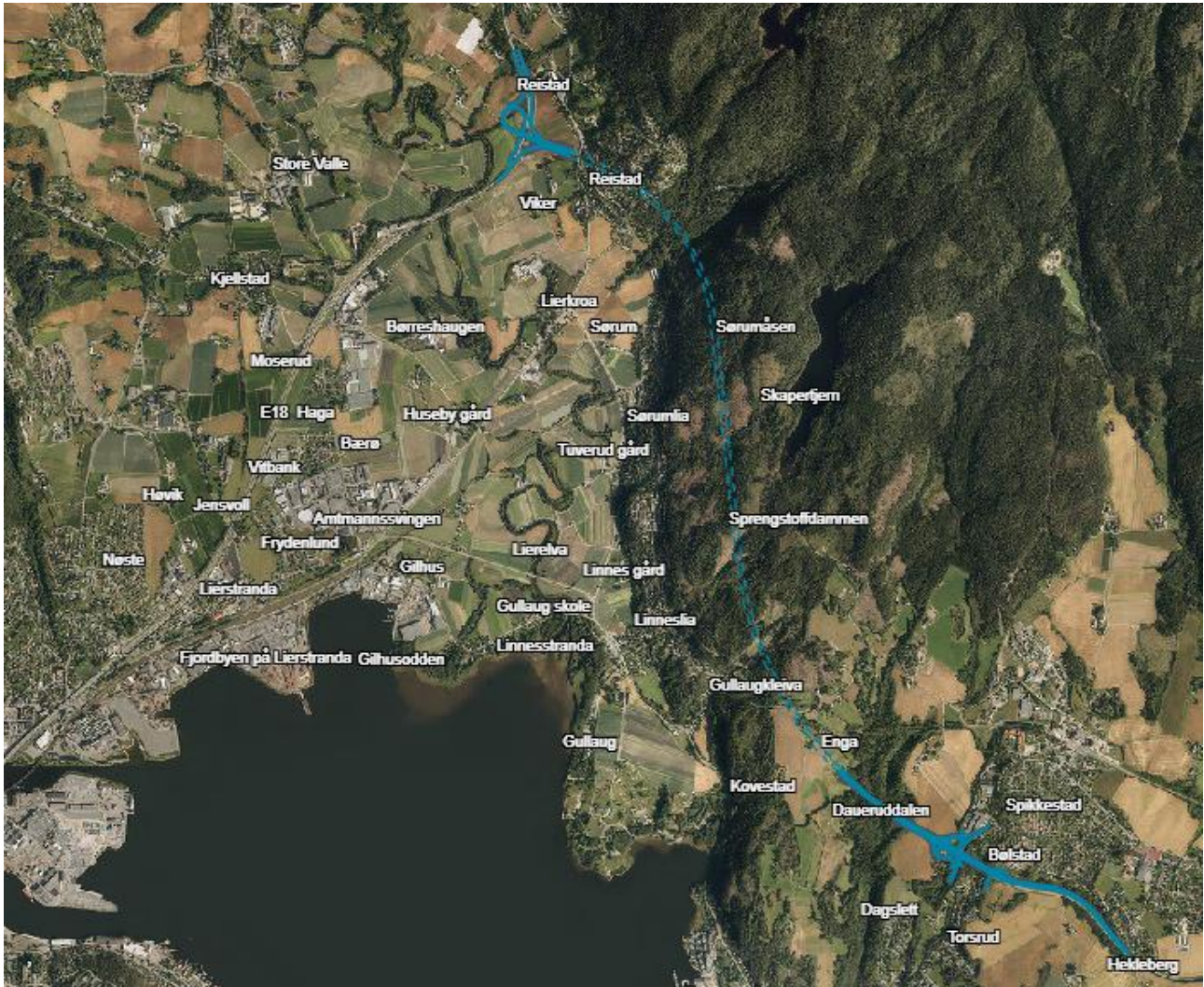


Figur 2-7 Husebykorridoren Huseby - under vises i lysgrønn linje. Stiplet linje viser tunnel.

2.5 Vikerkorridoren

I denne korridoren foreligger ett alternativ: Vikerkorridoren. Korridoren går fra Vik i Lier kommune til Hekleberg bru i Asker kommune. E134 tilknyttes E18 med planskilt kryss og direkteførte ramper, hvor E134 føres over E18 på en lang bru. Fra E18 etableres E134 delvis på fylling og delvis i skjæring inn mot tunnelportalen som etableres like vest for fv. 282. E134 fortsetter i tunnel med to løp gjennom Sørumsåsen til Dagslett. Tunnellengden er ca. 4,3 km.

Portalen på østsiden av tunnelen ligger noe høyere i forhold til de andre alternativene. E134 ligger i skjæring fra tunnelportalen fram til bru over Dauveruddalen. Krysset med eksisterende E134 Spikkestadveien er et kløverkryss hvor ny E134 krysser Spikkestadveien på bru. Fra krysset og videre til Hekleberg bru utvides eksisterende veg med to felt på nordsiden av vegen.



Figur 2-8 Vikeralternativet vises i blå linje. Stiplet linje viser tunnel.

2.6 Anleggsgjennomføring

2.6.1 Generelt for alle alternativer

Omtale om anleggsgjennomføringen er hentet fra fagrapport Tunnel og anleggsgjennomføring. [3]

For det alternativet som vedtas skal hovedaktivitetene i tilknytning til anleggsgjennomføringen i størst mulig grad foregå innenfor regulert anleggsbelte. Dette avsettes først i reguleringsplanen, og vil ikke være avklart gjennom denne planen (kommunedelplan). Det vil i reguleringsplanen avsettes et belte langs hele traséen til anleggstransport og mellomlager av masse, og det vil avsettes plass til riggområder rundt de store konstruksjonene som kryss, bruer og tunnelportaler. Anleggsveg til tunnelportaler og landkar for bruer må også være en del av anleggsbeltet. I innværende planfase er det lagt til grunn at det som prinsipp avsettes en bredde på 15–25 meter utenfor vegtiltaket, og større arealer rundt kryss og portaler.

Matjord for senere tilbakeføring, legges til side i ranker innenfor veganleggets anleggsbelte og den enkelte landbrukseiendom. Eventuelt overskudd av matjord håndteres i henhold til avtaler og planer godkjent av grunneiere og landbruksmyndigheter. Dette avklares i reguleringsplanfasen.

Tunnel genererer et stort overskudd av sprengstein. Av hensyn til miljø, landbruksinteresser og rent teknisk/stabilitetsmessig er det antatt å være lite aktuelt å mellomlagre, håndtere eller bearbeide denne sprengsteinen innenfor planområdet. Det må søkes å finne et egnet området, så nær planområdet som mulig, for mellomlagring og ressursutnyttelse av disse steinmassene. Dette avklares i reguleringsplanfasen.

I anleggsperioden vil det være nødvendig med trafikkomlegginger der traséen krysser eksisterende veger. Bygging av midlertidige løsninger vil inngå som del av reguleringsplanen, og arbeidet med omlegging vil pågå parallelt med øvrige veg- og grunnarbeider.

Østre del av strekningen har felles utfordringer for anleggsgjennomføring for alle alternativer. For bru på ca. 300 meter over Daueruddalen er det større anleggstekniske utfordringer, med hensyn på brubygging i det bratte ravinlandskapet med tilhørende redusert geoteknisk stabilitet og fremkommelighet. Det er kartlagt løsmassetykkelser i varierende mektighet i påhuggsområde ved Daueruddalen, og dette kan medføre behov for spunting eller andre tiltak knyttet til grunnforsterkning her. Brua kan bygges på ulike måter, enten via anleggsveg i Daueruddalen fra sør for etablering av landkar og søyler, eller via anleggsveg fra vest (Kovestad eller Enga) og mindre grad av arealbeslag i selve dalen. Ulike byggemåter har både ulike kostnads- og fase-/fremdriftskonsekvenser og vil ikke bli avklart i denne planfasen.

2.6.2 Anleggsgjennomføring for Jensvoll - over, Vitbank - over og Huseby - over

Traséene blir liggende på fylling over dagens terreng på større deler av strekningen. I tilknytning til de større konstruksjonene, der traséen krysser eksisterende veger/jernbane, må det settes av ekstra plass til riggområder og vegomlegginger, utover det anleggsbeltet som følger traséene på begge sider. Anleggsbeltet må i tillegg til å etablere nødvendig plass for selve anleggsarbeidene også ivareta areal for oppranking av matjord som skal tilbakeføres når anlegget avsluttes [3]. Det forventes et generelt anleggsbelte langs hele vegtiltaket på ca. 15 m bredde utenfor fyllingsfot.

På grunn av lav stabilitet på store deler av strekningen mellom tunnelen og E18 må det, for disse alternativene med fyllinger, innarbeides nødvendig areal for utførelse av nødvendig grunnforsterkning. Dette antas per nå å inngå i anleggsbeltet på ca. 15 m utenfor fyllingsfot men kan endres når detaljer om grunnforhold økes i senere faser.

Tunnelen har en lengde som gjør det naturlig med tunneldrift fra ett av tunnelpåhuggene. Valg av driveretning og tilhørende plass til tunnelrigg, må avgjøres ut fra hva som tillates av anleggsstøy/arbeidstid og videre transport av tunnelstein. Det må settes av plass til tunnelrigg der det velges å drive tunnelen fra.

2.6.3 Anleggsgjennomføring for Jensvoll - under, Vitbank - under og Huseby - under

Der traséen krysser eksisterende veger og jernbane må det settes av ekstra plass til vegomlegginger og riggområder utover det anleggsbeltet som følger traséene på begge sider. Anleggsbeltet må i tillegg til å etablere nødvendig plass, for selve anleggsarbeidene, også ivareta areal for oppranking av matjord som skal tilbakeføres når anlegget avsluttes. Det forventes et generelt anleggsbelte langs hele vegtiltaket på ca. 15-20 m bredde utenfor skjæringstopp.

Alternativene må bygges med åpen byggegrop og med vanntette konstruksjoner. På grunn av lav stabilitet i grunnen, høyt grunnvannsnivå og høyt flomnivå på store deler av strekningen, mellom tunnelen og E18 må det utføres midlertidig grunnforsterkning og etablering av midlertidig flom- og vanntetting i anleggsperioden. Lav linjeføring, som disse alternativene har, gir også betydelig overskudd av løsmasser som det må vurderes hvor skal gjenbrukes eller plasseres permanent.

Traséen krysser flere eksisterende VA- og el-traséer, så det må også settes av plass til nødvendig omlegging av disse. Spesielt omlegging av eksisterende VA-ledninger kan, ved en slik nedsenket trasé, kreve arealer som går utover selve vegtraséen.

Tunnelen har en lengde som gjør det naturlig med tunneldrift fra ett av tunnelpåhuggene. Valg av driveretning og tilhørende plass til tunnelrigg, må avgjøres ut fra hva som tillates av anleggsstøy/arbeidstid og videre transport av tunnelstein. Det må settes av plass til tunnelrigg der det velges å drive tunnelen fra.

2.6.4 Anleggsgjennomføring for Vikerkorridoren

Det er kartlagt store løsmassetykkelser i påhuggsområde ved Reistad. Dette vil gi utfordringer med hensyn på stabilitet og i tillegg gi et stort overskudd av løsmasser. Det må vurderes spesielle tiltak knyttet til grunnforsterkning/stabilisering, i forkant av arbeidene med påhugg og de øvrige konstruksjonene her. Ramper for på- og avkjøring til ny E134 og dermed anleggsbeltet strekker seg helt ut til et bekkedrag. Grunnforhold medfører at det kan være aktuelt med erosjonssikring i deler av bekken, men dette må avklares i neste planfase når områdestabilitet vurderes nærmere.

For å optimalisere og redusere byggetiden for Vikeralternativet med lang tunnel, bør det utredes nærmere mulighet for et tverrslag til tunnelen med tilhørende riggområde. Det er vurdert alternative plasseringer av tverrslag for Vikerkorridoren. Det fattes ikke beslutning om tverrslag i denne planfasen, og areal til tverrslag ligger ikke inne i planforslaget.

3 Om fagrapporten

Denne rapporten er en sammenstilling av foreliggende geologisk informasjon, erfaringer fra nærliggende berganlegg, og ingeniørgeologisk/hydrogeologisk kartlegging og vurdering gjort for kommunedelplanstadiet.

Vurderinger foretatt i denne rapporten er basert på tilgjengelig grunnlagsmateriale som topografiske og geologiske kart, flyfoto, grunnlagsmateriale fra tidligere utredninger innenfor planområdet, masteroppgave skrevet for tunnel innenfor Vikerkorridoren, samt egne feltbefaringer og geologisk kartlegging utført i området.

Hoveddelen av rapporten er vinklet mot tunnelene som er planlagt innenfor hver av korridorene.

3.1 Krav iht. N500 og N200

Håndbok N500 Vegtunneler fra 2020 [4] stiller krav til geologiske undersøkelser som skal gjennomføres for kommunedelplan. Håndbok N200 fra 2018 [5] dekker tilsvarende krav for bergskjæringer og bergskråninger.

I kommunedelplan skal det bl.a. gjennomføres geologisk kartlegging av løsmassetyper og mektighet, berg i dagen, bergartstyper, bergartsgrenser og bergoverdekning, svakhetssoner, lineamenter og omfang av dypforvitring. Sprekkemønstre, lagdeling og foliasjon, samt sprekketetthet skal også kartlegges. Vurdering av behov for detaljerte undersøkelser av miljøfarlig bergmasse for videre avklaringer omkring håndtering skal også dekket i denne planfasen.

Hydrogeologiske registreringer skal som et minimum omfatte registrering og beskrivelse av vannreservoarer og myrområder og årstidsvariasjoner for disse, flora og faunas sårbarhet, kartlegging av setningsømfintlige områder og fastsettelse av influensområde. Det skal også utarbeides et måleprogram for grunnvannsnivå og poretrykk der det er vurdert nødvendig, samt settes krav til begrensnings av innlekkasje langs tunnelen basert på poretrykksmålinger og tolket skadepotensiale.

Videre skal kvaliteten til steinmateriale for videre bruk i vegbygging undersøkes, registrering av bergarter som kan gi sur/giftig avrenning, deponiområder undersøkes og påhuggsmuligheter, forskjæringer og skredfare skal vurderes.

Det skal også vurderes behov for gjennomføring av geofysiske undersøkelser, kjerneboringer/andre borehullsinspeksjoner.

I henhold til håndbøkens krav skal det for tunneler utarbeides geologisk plan- og profiltegninger i målestokk 1:1000 for kommunedelplan. Det er avtalt i eget fagmøte at disse kan utarbeides i 1:2000 langs tunnelene i tillegg til 1:1000 tegninger for kritiske områder som f.eks. påhuggsområder. Disse skal i praksis vise alt av kartlegginger, tolkninger, registreringer og vurderinger som er gjort langs traséene.

3.2 Krav fra eksterne myndigheter

Prosjektet må også forholde seg til krav fra eksterne myndigheter.

Forurensningsloven stiller krav om håndtering av næringsavfall og tidlig planlegging av hvordan næringsmasser skal håndteres, herunder også sprengstein. Gjeldende krav til håndtering, mellomlagring og

sluttdisponering av overskuddsmasser som ikke er forurensset er gjort rede for i [6]. Syredannende bergarter anses alltid som forurensset iht. Forurensningsloven, og skal håndteres og deponeres deretter [7].

Radonverdier i prosjektområdet kan være høye nok til at bergmassen og dermed sprengsteinsmasser på prosjektet anses som radioaktivt avfall etter Forurensningsloven [8]. Dette vil i så fall kreve søknad til Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA) for håndtering av og deponering av sprengsteinsmasser.

I forbindelse med kryssing under nedlagt molybdengruve (gjelder Vikerkorridoren) har Direktoratet for mineralforvaltning (DIRMIN) anbefalt temaet «Geologiske ressurser» utredet i konsekvensutredningen av prosjektet [9]. Basert på resultater fra konsekvensutredningen vil Direktoratet for mineralforvaltning kunne komme med føringer som kan påvirke Vikertraséens fleksibilitet.

I forbindelse med kryssing over eksisterende Lieråstunnel (Gjelder Vikerkorridoren) vil Bane NOR kunne komme med føringer som påvirker linjeføringen i dette området, og/eller krav som gir driverestriksjoner i kryssområdet.

4 Grunnlagsmateriale og utførte undersøkelser

4.1 Foreliggende dokumentasjon

Fra prosjektet rv.23 Dagslett-Linnes foreligger det geologiske rapporter, samt andre relevante fagrapporter/notater for de planlagte tunnelalternativene mellom Linnes og Daueruddalen. Denne informasjonen er svært relevant for alternativene Jensvollkorridoren og Vitbankkorridoren. Foreliggende rapporter for rv. 23 Dagslett - Linnes er utarbeidet frem til detaljplanfasen og byggeplanfasen, og dekker dermed prosjektering fram til bygging. For Vikør- og Husebykorridoren foreligger ikke grunnlagsmateriale med et tilsvarende detaljeringsnivå. Det er henvist til relevante fagrapporter og notater i teksten der informasjon fra disse er brukt.

Det foreligger grunnlagsmateriale fra Lieråstunnelen (Drammenbanen) som gir geologisk informasjon relevant for alle korridorene. Det er henvist til grunnlagsmateriale i teksten der informasjon fra disse er benyttet.

Det ble i 2020 skrevet masteroppgave ved NTNU som omhandler geologiske problemstillinger for Vikørkorridoren [10]. I den forbindelse er det bl.a. gjennomført feltkartlegging for registrering av Q-verdier og sprekeretninger/lagdeling, litteraturstudie hvor erfaringer fra nærliggende anlegg er gjennomgått, kartstudie for vurdering av svakhetssoner/forkastninger og vurdering av tidligere utførte grunn- og forundersøkelser. Det er også gjennomført todimensjonale numeriske analyser i vurdert kritiske områder for å vurdere bergspenningsproblematikk som bergslagsproblemer, samt sikringsomfang ved passering under en større forsenkning i terrenget hvor bergoverdekningen er liten. Antatt bergoverdekning for linjen som lå til grunn ved utarbeidelse av oppgaven ligger i området 30 m og med antatt kryssende svakhetsone med lav bergkvalitet. Det er også sett på tunnelen i ulike høyder for å vurdere om en eventuell senkning av tunnelen ville medføre høyere sikringsbehov.

4.2 Utførte grunnundersøkelser

4.2.1 Generelt

Med unntak av supplerende totalsonderinger i enkelte av påhuggsområdene er det ikke utført grunnundersøkelser i denne planfasen, grunnet relativt oversiktlige forhold knyttet til opptredende bergarter og lite løsmasseoverdekning langs de nordlige korridorene.

For- og grunnundersøkelser utført i tidligere faser av rv. 23 Dagslett – Linnes, og som finnes relevant for foreliggende alternative traseer, er gjengitt i kapitlene under.

4.2.2 Ingeniørgeologisk kartlegging

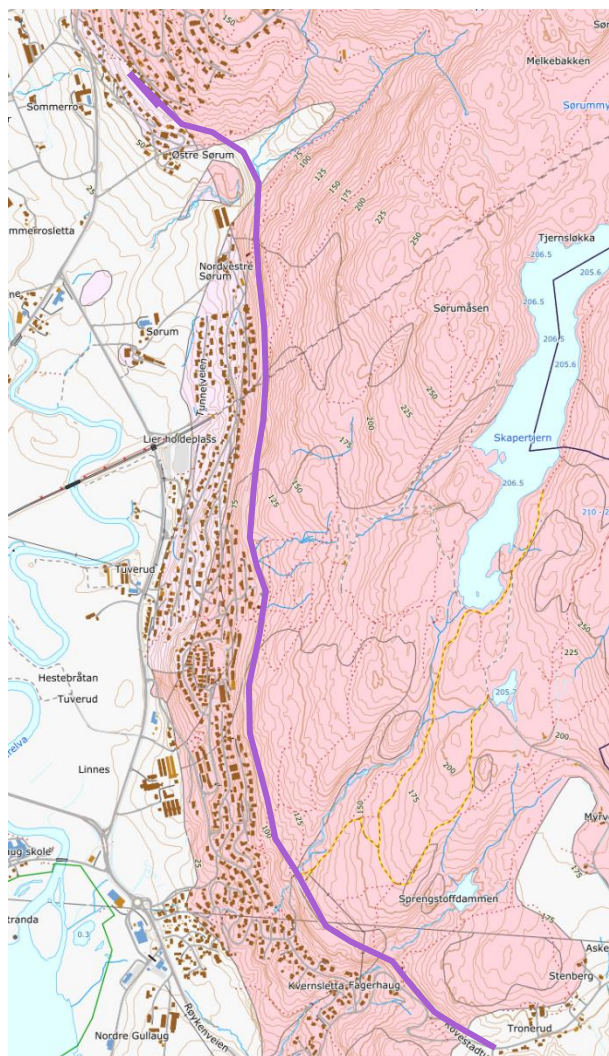
Norconsult har i løp av våren 2020 gjennomført ingeniørgeologisk kartlegging (langs den gamle Drammenbanen) fra Kovedstad tunnelen i sør til Reistad i nord, se Figur 4-1. Det er bergskjæringer på begge sider av gs-vegen som er etablert langs gamle Drammenbanen, som gir et godt bilde av geologien i området.

Feltkartlegging i foreliggende planfase har i all hovedsak bestått av registrering av bergarter og intrusivganger, sprekkekartlegging og kartlegging av svakhetssoner. Dette er også vist på ingeniørgeologiske tegninger, vedlegg 1-5.

I forbindelse med utarbeidelse av masteroppgave er det gjennomført geologisk kartlegging med sprekkeregistrering og vurdering av Q-parametere langs tunnelen innenfor Vikerkorridoren [10].

Det er utført ingeniørgeologisk feltkartlegging mellom Linnes og Daueruddalen i flere omganger i forbindelse med rv. 23 Dagslett - Linnes. Omfattende feltkartlegging er utført av NVK Vandbygningsskontoret i forbindelse med reguleringsplan i 2000 [11]. Statens vegvesen har også utført feltarbeid [12] [13] [14]. Feltkartleggingen har bestått av blant annet registrering av bergartstype, sprekkeretninger, svakhetssoner, eruptivganger, og vurdering av påhuggsområder. I forbindelse med ny reguleringsplan utarbeidet av Sweco i 2013 [15] ble det foretatt supplerende feltkartlegging langs tunneltraséen og påhuggsområdene. For byggeplan for samme tunnel utførte NGI flere befaringer med feltkartlegging i 2015/2016 [16]. I tillegg ble det utført vurdering av skredfare i påhuggsområdet ved Linnes og langs en strekning i Daueruddalen, samt ved påhuggsområdet for aktuelt tverrslag ved Gullaug/Gullaugskleiva [17].

I 1979 gjennomførte A. Gaut en geologisk kartlegging av området mellom Sørum og Linnes i Lier [18]. Det ble utarbeidet et geologisk kart over området som ble kartlagt. Dette er innarbeidet på geologiske tegninger i vedlegg 4 til rapporten.



Figur 4-1 Kartlegging utført i vår 2020 langs den gamle Drammenbanen, merket i lilla.

4.2.3 Refraksjonsseismiske undersøkelser

Det er utført refraksjonsseismiske undersøkelser i utvalgte områder langs Jensvoll- og Vitbanktraséen som forelå i tidligere prosjekt rv. 23 Dagslett – Linnes. Refraksjonsseismiske undersøkelser er utført i flere omganger i forbindelse med tidligere planlegging av vegstrekningen.

I 1990 ble det, i forbindelse med reguleringsplan, utført refraksjonsseismikk mellom Kovestad og Daueruddalen [19]. Undersøkelsene ble foretatt med den hensikt å optimalisere tunneltraséen. Resultater fra undersøkelsene viste en løsmassemektighet på opp mot 15 m. Løsmassene ble tolket som til dels vannmettede morenemasser. Resultater viste også en registrert lavhastighetsone i Daueruddalen.

I 2011 ble det gjennomført refraksjonsseismiske undersøkelser i forbindelse med ny reguleringsplan [20]. Det ble skutt to profiler like innenfor påhugget ved Linnes, to profiler ved Kvernsletta/Fagerhaug og ett profil ved påhugget ved Dagslett. Profilene skutt ved påhugget ved Linnes viser beskjedne løsmassetykkelser på opp mot 3 m og tre lavhastighetssoner. Profilene ved Kvernsletta – Fagerhaug viser beskjedne løsmassetykkelser på opp mot 5 m og flere lavhastighetssoner hvor to av disse er tolket med bredde på 30-50 m. Profilet ved Dagslett indikerer løsmassetykkelser på 7-13 m og lagdelte løsmasser, samt en lavhastighetsone de siste 15 m av profilet, inn mot påhugget.

I forbindelse med byggeplan ble det i 2015 gjennomført supplerende refraksjonsseismiske undersøkelser. Det ble skutt ett profil ved søndre påhuggsområde ved Dagslett. Det ble tolket løsmassemektigheter på 10 – 15 m langs profilet. Det ble ikke registrert noen lavhastighetssoner langs profilet [16].

4.2.4 Geoelektriske målinger

4.2.4.1 Geoelektriske målinger 2012

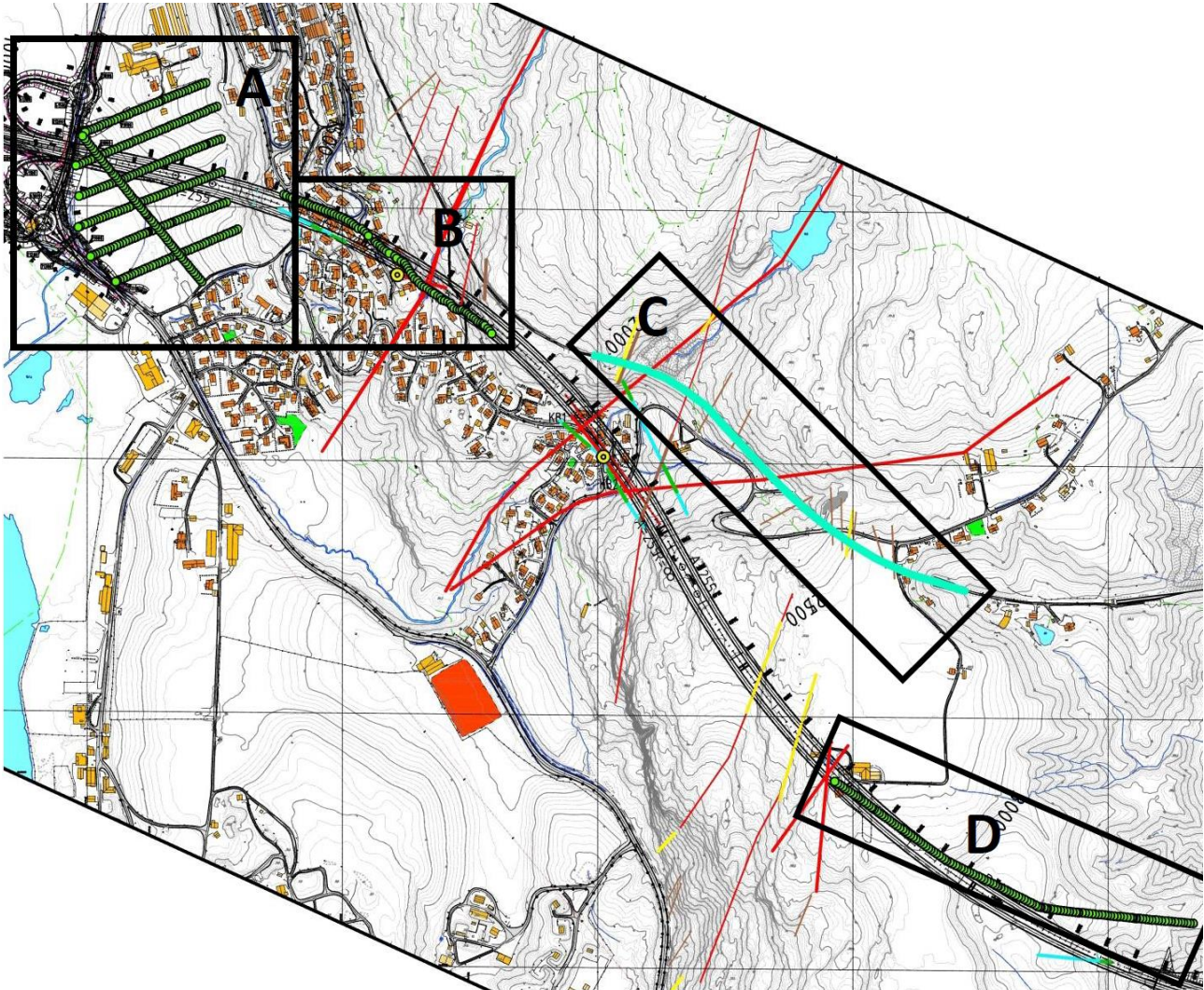
I forbindelse med ny reguleringsplan for rv. 23 Dagslett - Linnes ble det utført geoelektriske målinger (måling av resistivitet og ip-effekt) i juni 2012 [21]. Formålet med målingene var å kartlegge svakhetssoner og intrusivganger i berggrunnen, samt å kartlegge mulig kvikkleireforekomst på jordet ved Linnes gård.

Det ble undersøkt langs to profiler plassert over tunneltraséen med lengde på til sammen 1050 m. Det ene profilet ligger langs Jensvolltunnelen, ca. profil 3000 til 3500 (se vedlegg 2 for tunnelen). Det andre profilet ligger noen hundre meter sør for dagens traseer. Profilene er vist på figur Figur 4-2.

Det var også planlagt å måle langs et profil fra Kvernsletta og opp mot Kovestad gård, men dette var ifølge utførende entreprenør vanskelig å gjennomføre grunnet utfordrende topografiske forhold og nedgravde høyspentledninger som kunne forstyrre målingene.

Mellom Kovestad og påhugg øst er det til dels tykke lag med marine avsetninger. Ved tolkning av resultatene ble det antatt at de geoelektriske målingene som ble utført her ga feile resultater/tolkninger av berggrunns kvaliteten. Dette grunnet relativt tykke lag med marin leire (5-10 m) som ble antatt å blokkere strømmen fra resistivitetsmålingene. Målingene langs deler av strekningen viste en jevnt høy resistivitetsverdi, noe som kan tyde på at strømmen ikke har trengt ned i berggrunnen.

Langs tunneltraséen har målingene påvist tre sannsynlige svakhetssoner i berggrunnen (steder med lav resistivitet og stedvis høy ip-effekt). Målingene indikerer flere svakhetssoner som krysser tunnelområdet.

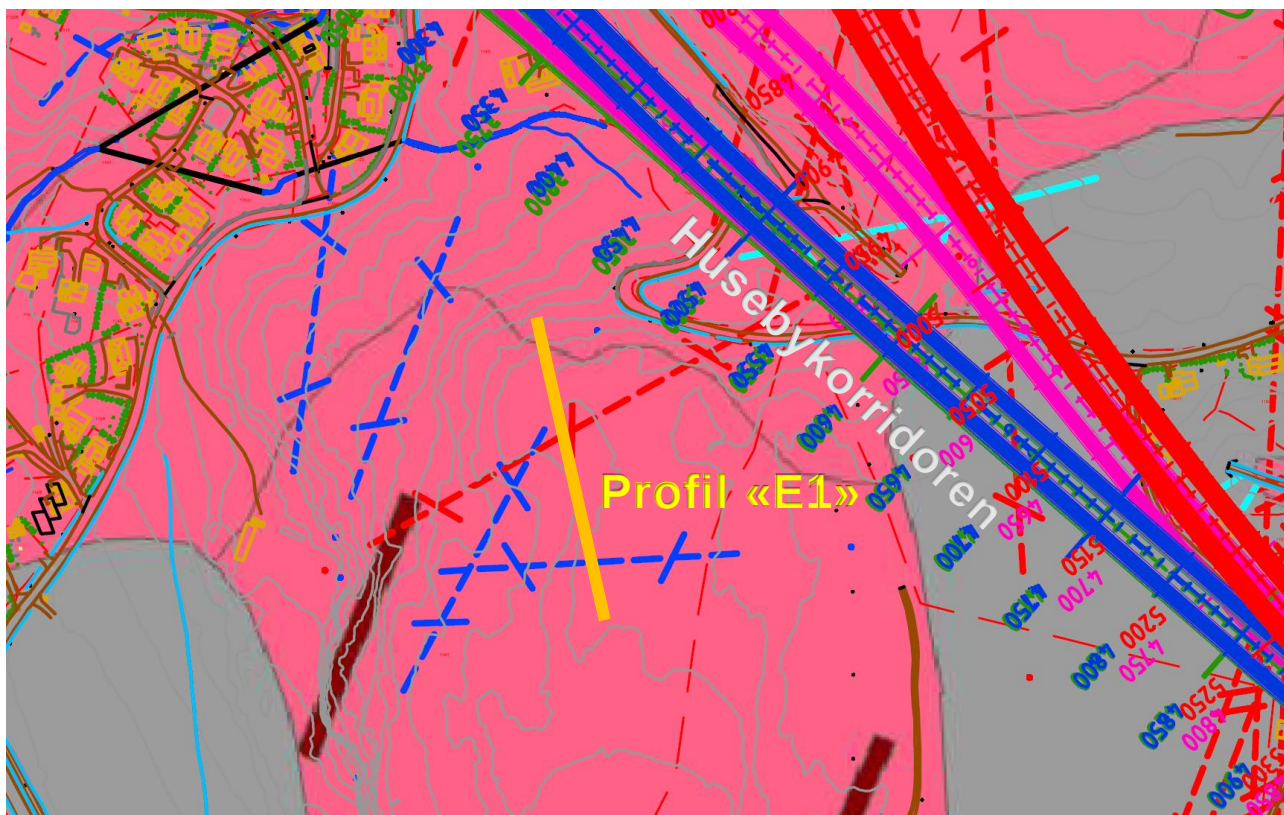


Figur 4-2 Utklipp fra Rudens resultatrapport hvor utførte profiler er vist [22]

4.2.4.2 Geoelektriske målinger 2015

I 2015 utførte NGI supplerende geoelektriske målinger langs et 240 m langt profil, lokalisert over senterlinjen til daværende tunneltrasé, sørvest for Kovestadtunnelen (Gamle Drammenbanen) og sør for profil ca. 4450 – 4600 av Husebykorridoren, se også Figur 4-3 [23].

Undersøkelsene viste en tydelig svakhetsone i vestre del av profilet, samt en mulig svakhetsone i østre del av profilet.



Figur 4-3 Skissekart som viser hvor supplerende geoelektriske målinger (skissert i gul, profil «E1») utført i 2015 [23], og i forhold til de planlagte traséene.

4.2.5 Grunnboringer

For linjene Jensvoll og Vitbank er det i tidligere planfaser av prosjektet rv. 23 Dagslett - Linnes utført grunnboringer i dagsonene inkl. nært påhuggene. Type, omfang og resultater er omtalt i egen rapport fra Statens Vegvesen [24]. Supplerende boringer ble utført vinteren 2012/2013, se rapport [25].

I 2016 ble det utført 76 totalsonderinger samt 23 trykksonderinger (CPTU) ved påhuggsområdet på Linnes samt tverrslaget ved Gullaug [26]. 31 av disse ble utført ved tverrslaget ved Gullaug [27].

Det ble planlagt supplerende boringer i påhuggsområder i 2020. Planlagte boringer ved Daueruddalen ble ikke gjennomført pga. vanskelig tilgjengelighet til planlagte borepunkt.

Grunnboringer utført i påhuggsområder er vist på detaljtegninger i vedlegg 2-5.

4.2.6 Kjerneboringer

I forbindelse med ny reguleringsplan for rv. 23 Dagslett-Linnes ble det i 2012 boret tre kjerneborhull [15]. Formålet med kjerneboringene var å undersøke egenskapene til to forventede svakhetssoner. KB1/12 og KB2/12 ble utført i byggefeltet ved Kvernsletta, mens KB3/12 ble boret ved en grusveg øst for Linnesbakken.

Kjerneboringene gir informasjon om bergmassens oppsprekningsgrad, friksjonsforhold og permeabilitet.

Alle hullene er boret skrått og gjennom den aktuelle tunneltraséen. Kjerneborhull KB1, KB2 og KB3 er henholdsvis 199 m, 111 m og 106 m langt. I alle hullene er det utført vanntaps- og avviksmåling. Borkjerner viser bl.a. brede oppknuste soner og det er registrert flere sprekker/slepper med leiromvandling. Boringene viser en gradvis overgang til mer intakt sideberg. Stedvis er berget tilsynelatende intakt, men smuldrer opp ved berøring.

4.2.7 Laboratorietesting av steinmateriale

I forbindelse med prosjektering av rv. 23 Dagslett-Linnes ble det i 2015 utført tester av bergmassen med tanke på videre benyttelse av tunnelstein i vegens forsterkningslag [28]. Det ble tatt ut 5 prøver fra eksisterende bergskjæringer/skråninger i nærheten av prosjektert linje. Prøvene som ble tatt ut var grovkornet granitt.

Det ble utført testing ved bruk av to metoder; Micro-Deval og Los Angeles. Av de 5 prøvene var det kun 2 som tilfredsstilte kravene til bruk i forsterkningslaget. Alle prøvene tilfredsstilte krav til frostsikringslag.

I januar 2020 ble det i forbindelse med masteroppgavestudier gjennomført enaksiell trykktest av hhv. grovkornet granitt og finkornet granitt [10]. Resultater fra testen viser stor forskjell i enaksiell trykkfasthet mellom de to granittene. E-modul er også beregnet for teststykkene. Resultater er gjengitt i tabellen under.

Tabell 4-1: Resultater fra laboratorietester av hhv. grovkornet og finkornet granitt [10]

Bergart	Prøve	Densitet [g/cm ³]	UCS [MPa]	E-modul [GPa]	Poissons forholdstall	Bruddvinkel
Grovkornet granitt	1	2,54	60,2	23,75	0,4	18,2
	2	2,56	48,4	25,64	0,33	10,9
	3	2,55	36,8	19,66	0,22	13,06
	4	2,54	32,3	16,18	0,18	29,23
	Gjennomsnitt	2,55	44,4	21,3	0,28	17,85
Finkornet granitt	1	2,54	142,1	46,17	0,31	10,8
	2	2,53	127,4	46,36	0,26	8,96
	3	2,53	173,5	48,37	0,28	-
	4	2,54	163,8	45,59	0,24	22,25
	Gjennomsnitt	2,54	151,7	46,62	0,27	14,0

Laboratorietester viser at finkornet granitt har egenskaper som er godt egnet for bruk til vegformål. Resultatene for den grovkornede granitten kan være påvirket av definerte sprekkeplan i bergprøvene som ble benyttet for testing. Verdier fra den grovkornede granitten vil derfor til dels representere sprekkeegenskaper fremfor bergartens egenskaper [10].

Tester utført for bruksområder til steinmaterialer er utført på grovkornet granitt. Tidligere kartlegging [29] viser at finkornet granitt forekommer over et stort og ganske sammenhengende område innenfor prosjektområdet. Denne er ikke testet for bruksområder, men verdier fra laboratorietester vist i Tabell 4-1 viser UCS-verdier som er lovende for bruk til vegformål. I senere faser av prosjektet bør bruksområdene til finkornet granitt testes.

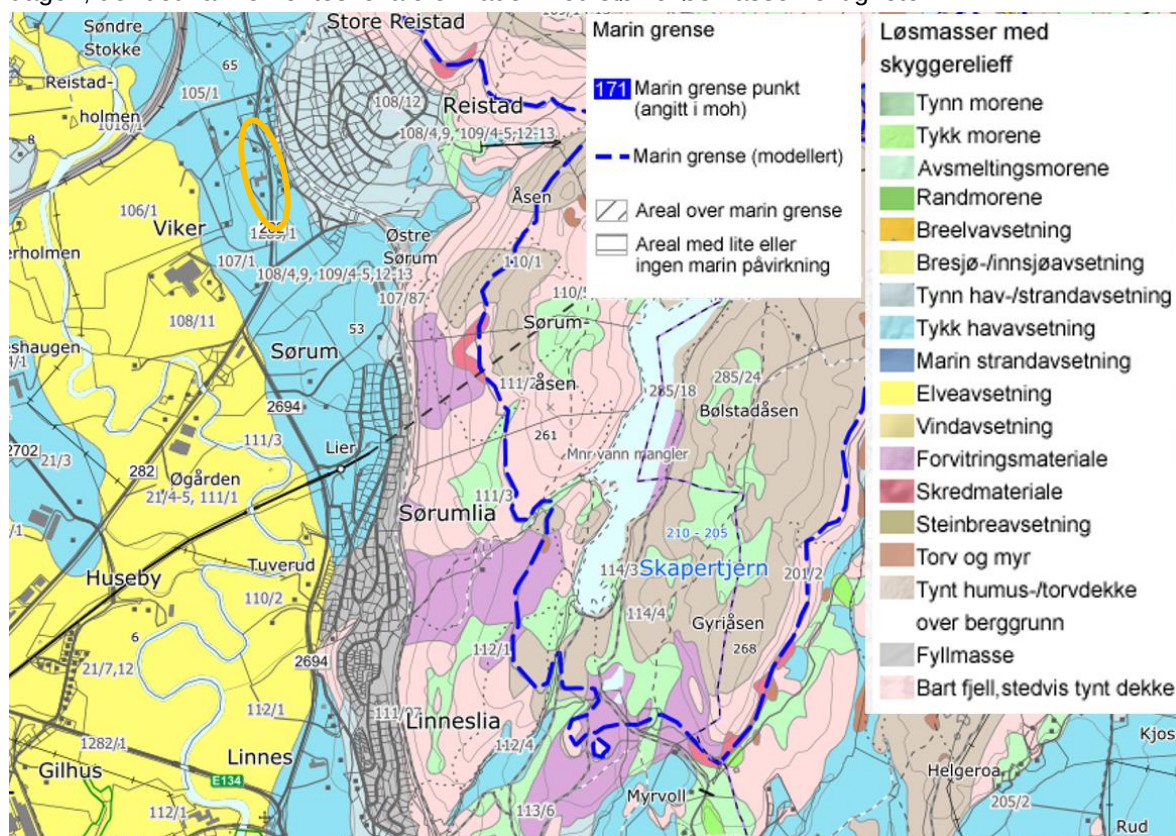
I [6] pålegges tiltakshaver ved bl.a. samferdselsutbygging å starte planlegging av håndtering av overskuddsmasser tidlig i prosjektet. Tidlig planlegging skal bl.a. sørge for at krav i lovverket oppfylles og at hensiktsmessige løsninger for overskuddsmasser blir valgt. Finkornet granitt virker i dette tilfellet å være mer egnet for gjenbruk av masser enn grovkornet granitt.

5 Geologi

5.1 Kvartærgeologi

Utsnitt av kvartærgeologisk kart er vist i Figur 5-1. Øvre marine grense ligger på ca. 200 m.o.h i området. Ifølge kartet er store deler av det sydlige området dekket av marine avsetninger som i stor grad er tatt i bruk til jordbruk. Marine avsetninger med størst mektighet finnes ved Linnes, og mellom Kovestad og Dagslett. Mot påhuggsområdet i sør er det kartlagt marine avsetninger med mektighet 10-16 m [30]. I høyereliggende områder lenger nord i planområdet, over Linneslia, Sørumlia og Sørumsåsen, er det svært lite marine avsetninger og det er mye berg i dagen. Det er også områder med tynne moreneavsetninger, forvittringsmateriale og steinbreavsetninger over berggrunnen.

Ved kartlegging i 2020 ble det ikke observert store mektigheter av løsmasser på toppen av og på siden av bergskjæring langs den gamle Drammenbanen. Ifølge NGUs løsmassekart består området mest av bart berg og tynt løsmassedekke. Det er enkelte områder med forsenket terreng hvor det ikke finnes blotninger i dagen, der det kan forventes lokale områder med større løsmassemektheter.



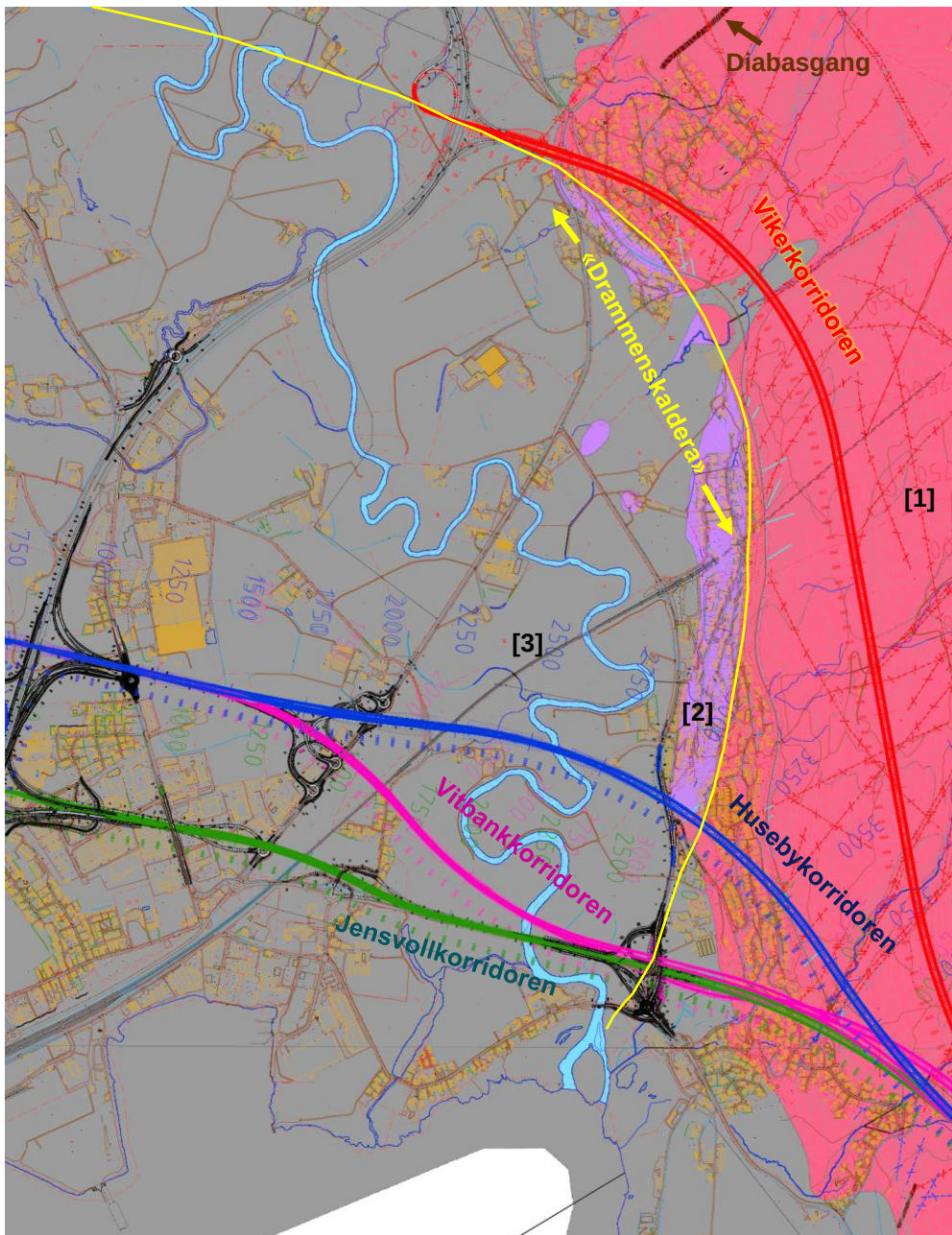
Figur 5-1 NGUs løsmassekart. Orange sirkel viser hvor figur 3-2 er tatt.



Figur 5-2 Ved det planlagte nordre påhugget av Vikerkorridoren, sett mot sørøst. Det er ikke observert bergblotninger her..

5.2 Berggrunnsgeologi

Ifølge NGU's berggrunnskart [31] består berggrunnen langs de planlagte korridorene hovedsakelig av biotittgranitt (Drammensgranitt) og rombeporfyr dannet i permisk tid. I vestre og sydøstre del av planområdet er berggrunnen dekket av hav- og fjordavsetning (silt og leir lag, stedvis tykt), se Figur 5-3.



Figur 5-3 Oversikt over berggrunnsgeologien i planområdet. Biotittgranitt, fin-grovkornet med stedvis diabasganger [1, brun], Rombeporfy, ignimbritt og strøtvedbasalt [2, lyslilla], og hav- og fjordavsetning (silt og leire) [3, grå]. Kalderagrensen til Drammenskaldera er merket i gul. Kilde NGUs berggrunnskart [31]

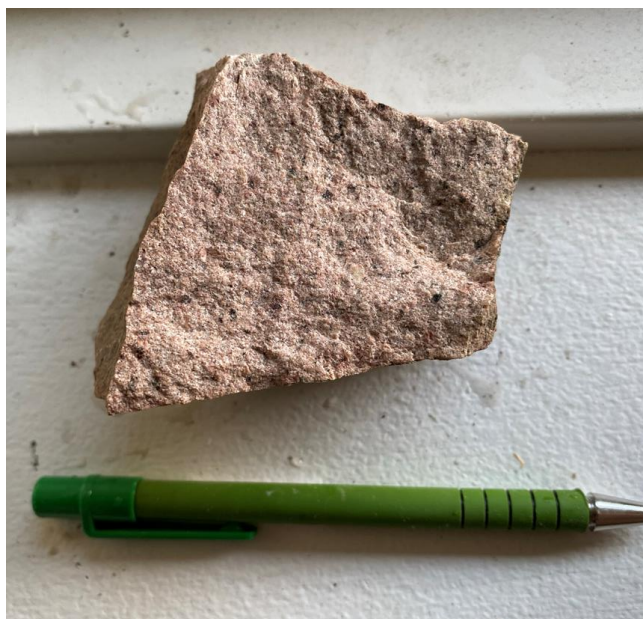
På befaring langs gamle Drammenbanen er det i bergskjæringer registret hovedsakelig Drammensgranitt med forskjellige kornstørrelser og oppsprekkningsgrad. I tillegg er det registret mange diabasganger med varierende bredder. Enkelte områder ved Reistad består av mørk farget og porfyrisk syenittporfy. Beskrivelser av ulike bergartstyper registret i dagen gis i følgende avsnitt.

Drammensgranitt

Største delen av området består av Drammensgranitt. Bergarten er ved befaring registrert med ulike kornstørrelser og uten klare grenser som skiller områder med ulike kornstørrelse. Granitten har varierende mineralinnhold; stedvis feltspatirik (Figur 5-4), kvartsrik/porfyrisk (Figur 5-5), og variant med mer biotitt.

Kvartsrik granitt er tidligere beskrevet som kvartsporfyrr [18]. Denne grupperes her som en del av granitten (kvartsrik granitt). Kvartsporfyr forventes i stor grad å inneha de samme egenskaper som den kvartsrike Drammensgranitten observert i felt. Bergmassekvaliteten varierer langs kartleggingsområdet. Det synes ikke å være en sammenheng mellom kornstørrelser og oppsprekingsgrad. I tillegg er det observert forvitrede soner med leirebelegg enkelte steder.

Det er registrert økende innhold av biotitt i granitten i bergskjæringer nordover langs den gamle Drammenbanen. Samtidig er det også registrert mer breksje-aktig eller sterkt oppsprukket bergmasse i samme retning.



Figur 5-4 (v) Fin-middelskornet granitt med lavt innhold av kvarts og biotitt i bergmassen.



Figur 5-5 (h) Grovkornet granitt med mye store kvartskorn (porfyr) i bergmassen.

Diabas (gangbergart)

Det er kartlagt flere diabasganger med ulike bredder; fra mindre enn 0,5 m til over 5 m. De fleste diabasganger har strøkorientering langs NØ-SV med steilt fall mot både NV og SØ. Diabas i kartleggingsområdet er som oftest finkornet, og kan inneholde noe pyritt (fremstår som gullkorn i den svarte finkornede matriksen av diabas, (se Figur 5-6).

Diabasganger fremstår generelt som mer oppsprukket enn sideberget.



Figur 5-6 Finkornet diabas med noe gule «pyritt»-prikker i bergmassen.



Figur 5-7 Sett mot NØ. Diabasganger i området faller ofte steilt med NØ-SV strøk.

Syenittporfyr

Det er registrert mørk og svært oppsprukket berg med porfyr ved Reistad, uten klare sprekkesystemer som kan kartlegges. Fenokrystallene (eller porfyrene) fremstår som rosa i fargen og er antatt feltspater (kaliumfeltspater). Da fenokrystallene ikke fremstår som romber kan ikke bergarten klassifiseres som en rombeporfyr.



Figur 5-8 Syenittporfyr. De rosa porfyrene i berget er antatt feltspat.



Figur 5-9 Bildet tatt fra bergskjæring øst for Reistad. Sprekkesystemet i syenittporfyr fremstår rotete.

5.3 Strukturgeologi

Ved kartlegging er det registrert flere forvitringssoner samt diabasganger med orientering NØ-SV. Enkelte diabasganger fremstår som svært forvitret fylt med mye leirig belegg, se Figur 5-10. Forvitringssoner er ofte parallelle til sprekkese 1 (se kapittel 3.4.1) som også faller steilt og har antatt god utholdenhet, noe som kan indikere at dypforvitring er særlig aktuelt i soner orientert i denne retningen. Bergmassekvaliteten er særlig dårlig i disse sonene, og de er ofte fylt med leirig belegg. Sideberget til disse sonene fremstår relativt svakt, og kan lett smuldres opp med håndkraft, se Figur 5-11.

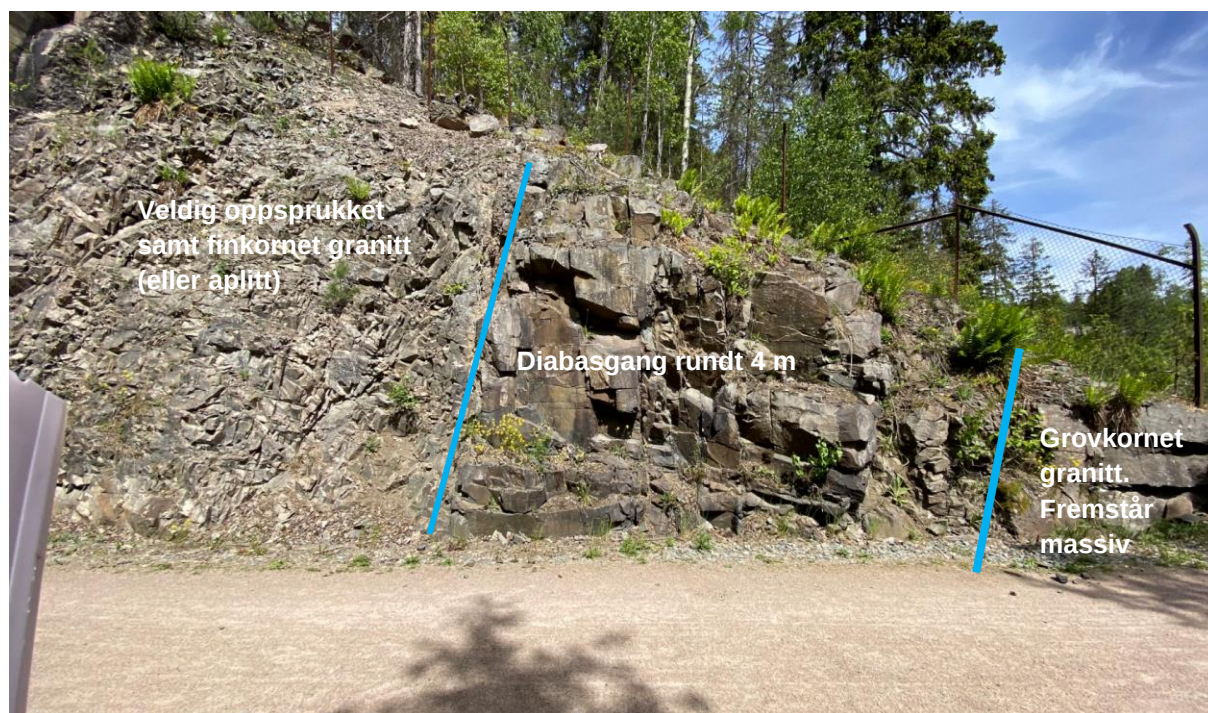


Figur 5-10 Diabasgang (markert i rødt) fremstår som veldig forvitret. Bildet sett mot NNØ.



Figur 5-11 Forvitringssone med leire belegg. Bildet sett mot SV hvor sonen har strøkorientering langs NØ-SV med steilt fall mot SØ. Sideberg av sonen fremstår som mykt og svakt og kan lett smuldres opp med fingrene.

Det er kartlagt et titalls diabasganger langs kartleggingsområdet med hovedsakelig NØ-SV strøkretning. Enkelte steder er det registrert stor forskjell på egenskaper av bergarter på hver side av gangene. Noen finkornet granitt (eller aplitt) er registret meget oppsprukket som kan trolig skyldes plasseringen i forhold til svakhetssoner og tilhørende sideberg, eksempel vist på Figur 5-12.



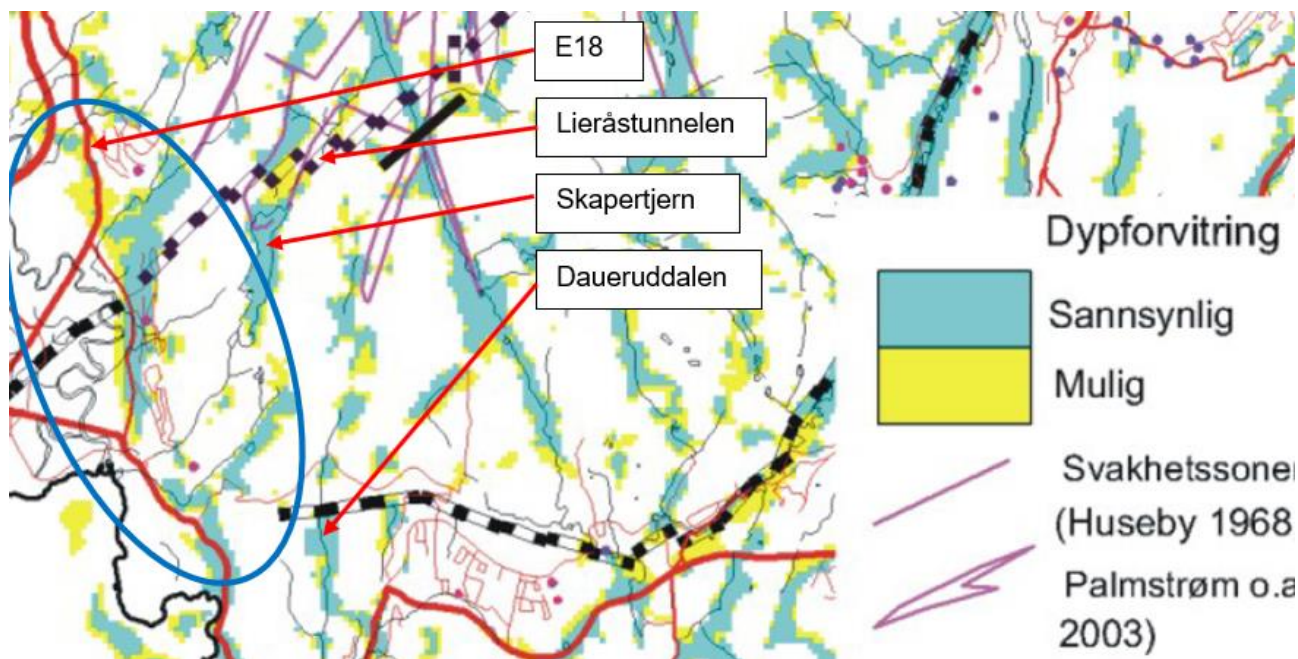
Figur 5-12: Bilde tatt ved søndre påhugg ved en kortere tunnel langs gamle Drammenbanen. Det viser at det kan være stor forskjell på hver side av diabasganger. Oppsprukket berg på venstre side er svært finkornet (eller aplitt) og på høyre side er det grovkornet granitt med mye kvartskorn.

Lineamentstudier viser også NØ-SV-orienterte lineamenter langs traséene. I tillegg til disse finnes det N-S-orienterte lineamenter. Tidligere erfaringer med tunneldriving gjennom disse har tolket dem som to forskjellige forkastningssystemer. Lineamenter med orientering NØ-SV er en del av et eldre forkastningssystem hvor svelleleire erfaringsmessig opptrer som bergartsbestanddel ved siden av mineralene kvarts, glimmer og feltspat. Sonene med strøkretning N-S er et system av yngre forkastninger; her har svelleleiren erfaringsmessig en tendens til å opptre som fyllmasse i sprekker eller som tynne hvite riss [32]. Det henvises til kap. 7.2 for beskrivelse av ytterligere erfaringer med driving gjennom disse.

Langs fjellfoten østover fra Lier går en forkastning fra kalderaformasjonen (kalderagrense) i vest [18]. Selve forkastningen er dekket av tykke lag av marine avsetninger, og det er ikke synlig i dagen eller på flyfoto.

Dypforvitringssoner i prosjektområdet er beskrevet i en del artikler om geologi rundt oslofeltet [33]. I 2005 har NGU skrevet en rapport om flymagnetiske målinger for å kartlegge svakhetssoner samt forvitringssoner i bergmassen [34]. Rapporten har samlet data fra flere runder av undersøkelser mellom 1982 – 2003, som har dekket et omfattende område fra Hurdal til Larvik. Resultatet i artikkelen viser at det er sannsynlig dypforvitring i berggrunnen langs kanten av Drammenskalderaen. Figur 5-13 viser at en del av Lieråstunnelen krysser under områder hvor det er antatt høy sannsynligheter for dypforvitring. Utfordringer

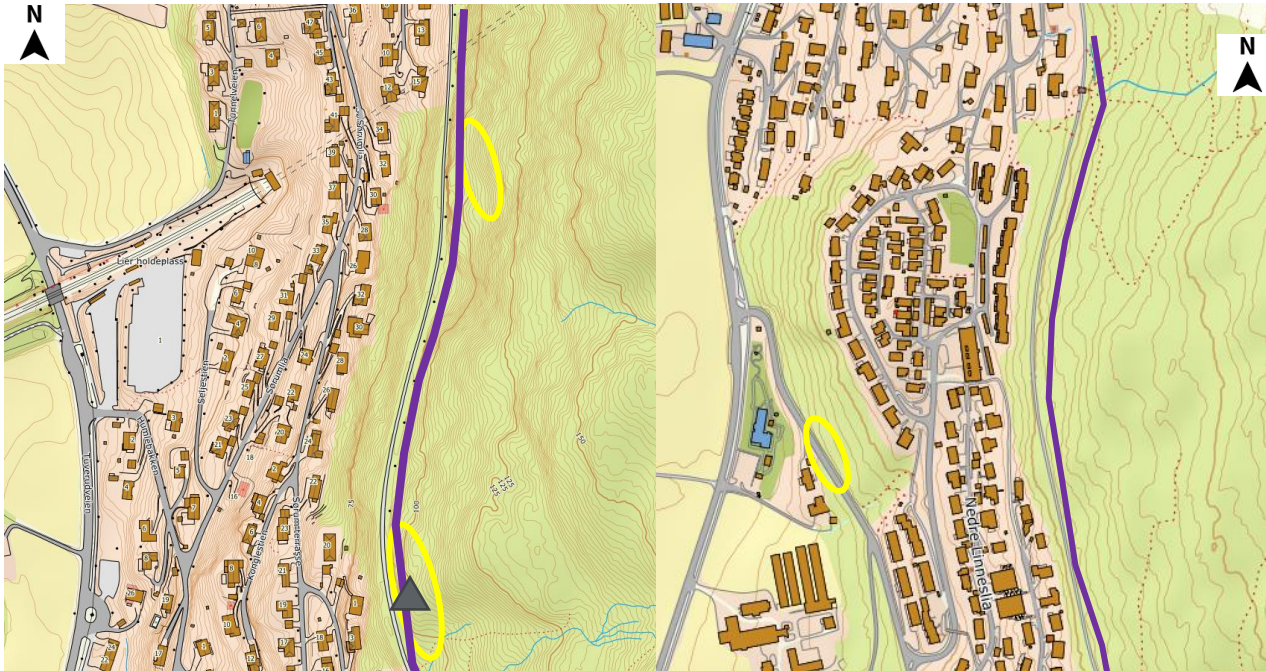
(store mengder av løsmasser utløst fra svakhetssoner og diabasganger) under drivingen av Lieråstunnelen har indikert at det tydelig er problemer knyttet til dypforvittring i granitten.



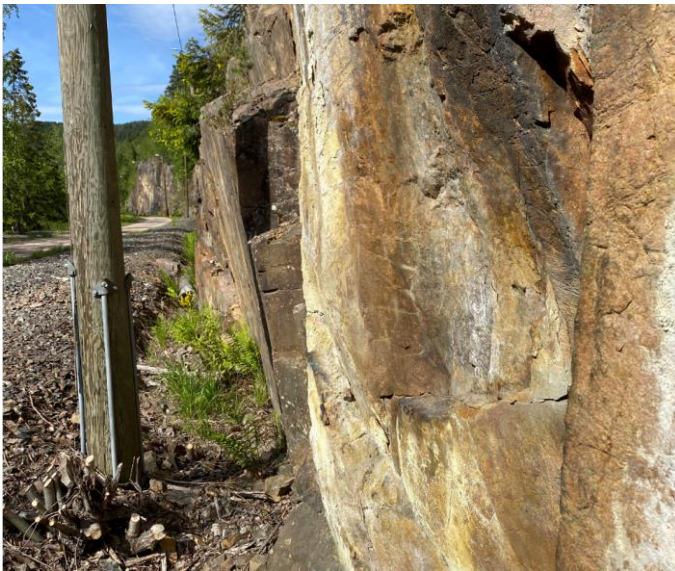
Figur 5-13 Tolkning av dypforvittring i Lier-Asker-området fra flymagnetiske målinger, hvor det viser høye sannsynligheter av dypforvittring i berg mellom langs kalderaforkastningen mellom drammengranitten og rombeporfyr. I tillegg ligger ofte dypforvittringssoner same området hvor terrenget er gjennomslutt av svakhetssoner/markerte søkk. Prosjektområdet er merket med blå sirkel. [35]

5.4 Rustutfelling på bergarter

Det er også på befaring oppdaget noen områder hvor det er potensielt høyt innhold av svovel i bergmassen. Det er tydelig rustutfelling i skjæring i dagen. I tillegg er pyrittkorn observert i enkelte diabasganger i samme område. Disse fremstår forvitret i forhold til andre bergarter de er i kontakt med. Problematikken må følges opp i senere planfaser, og kan ha konsekvenser i forbindelse med både søknad om utslippstillatelser og materialvalg (betongresepter m.m.).



Figur 5-14 (v. og h.) Områder hvor det finnes tydelig rustutfelling på skjæringer, merket med gult. Høyre skisse viser område med rustfelling registrert syd for det planlagte påhugget til Husebytunnelen i Linnesbakken Gamle Drammenbanen merket i lilla. En prøve med tydelig rustfelling ble hentet fra stedet som er merket med trekant. Se også figur 5-15 og 5-16.



Figur 5-15 Bergskjæringer hvor det er observert med gul rustutfelling på overflaten. Se Figur 5-14 hvor stedet er merket på kartet.

Figur 5-16 Bergprøver plukket fra gamle Drammenbanen med potensiale høye svovelinhold

5.5 Oppsprekking og bergmassekvalitet

Drammensgranitten har en karakteristisk oppsprekking som danner kubiske/rektangulære blokker i bergmassen. Det er to til tre vertikale/steile sprekkese sett og et subhorisontalt sprekkese sett/benkning. Sprekkekartlegging er tidligere foretatt av NVK og Sweco i forbindelse med reguleringsplanarbeid for rv. 23 Dagslett-Linnes. I 2015 utførte NGI supplerende sprekkkartlegging i området ved Gullaug [16]. I tillegg ble det utført sprekkkartlegging i 2019, i forbindelse med masteroppgavearbeider [10].

Norconsult har også gjennomført en omfattende sprekkkartlegging våren 2020 langs kartleggingsområdet som vises i Figur 4-1.

Generelt tiltar oppsprekingsgraden mot kalderagrensen i vest. Strøkretningen på det ene hovedsprekkesettet endres også noe i nord-østlig retning i dette området.

Sprekkeaavstander er typisk 0,5-4 m i den grovkornete granitten og 0,1-1 m i den finkornete granitten. I intrusivganger kan sprekkeaavstanden være ned til mindre enn 10 cm. De subhorisontale sprekkene er svakt undulerende med ru sprekkflater, og det er stedvis omvandling/forvitring langs sprekkene. Det er registrert vannsig fra de subhorisontale sprekkene [15].

De subvertikale sprekkene i granitten har stor utholdenhet og er typisk ru og plane. Sprekkene er enten uten fylling eller med omvandling/forvitring omkring sprekkene. Borkjerner viser at det stedvis er glatte sprekker, særlig i intrusivganger [16].



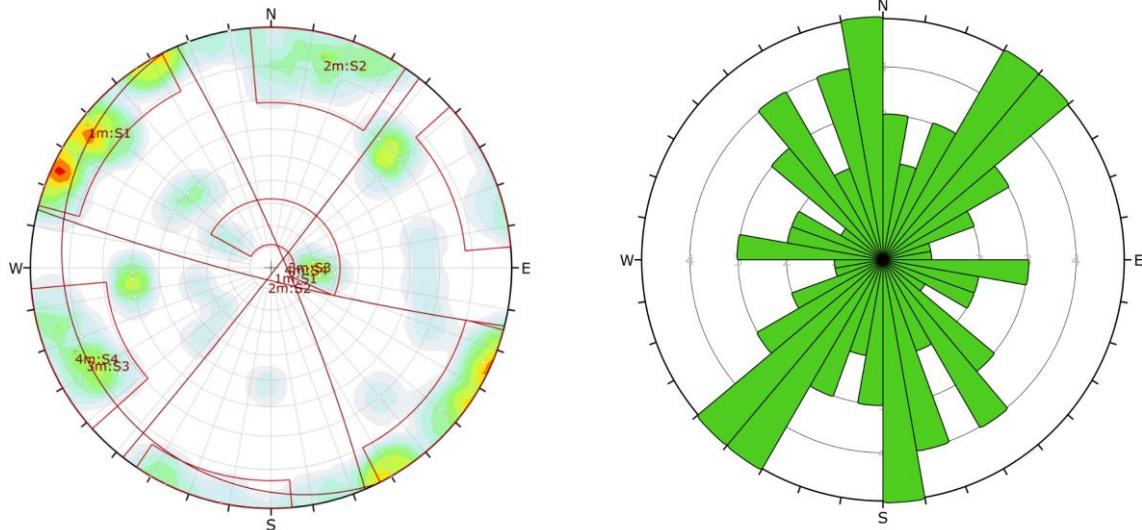
Figur 5-17 Kubisk oppsprekking som ofte finnes i Drammensgranitten, med 2 –3 steile sprekkese sett samt 1 subhorisontale. Bilde tatt ved påhugg vest for Kovedstadttunnelen.

5.5.1 Kartlegging utført våren 2020

I løpet av våren 2020 har Norconsult gjennomført feltbefaringer langs gamle Drammenbanen for kartlegging av bl.a. sprekkestrukturer og bergmassekvalitet. Det ble utført 51 sprekkemålinger. 4 hovedsprekkesett ble definert. Disse er listet opp i Tabell 5-1 og visualisert på Figur 5-18.

Tabell 5-1 Beskrivelser av egenskaper for de definerte sprekkesettene observert ved kartlegging utført i vår 2020

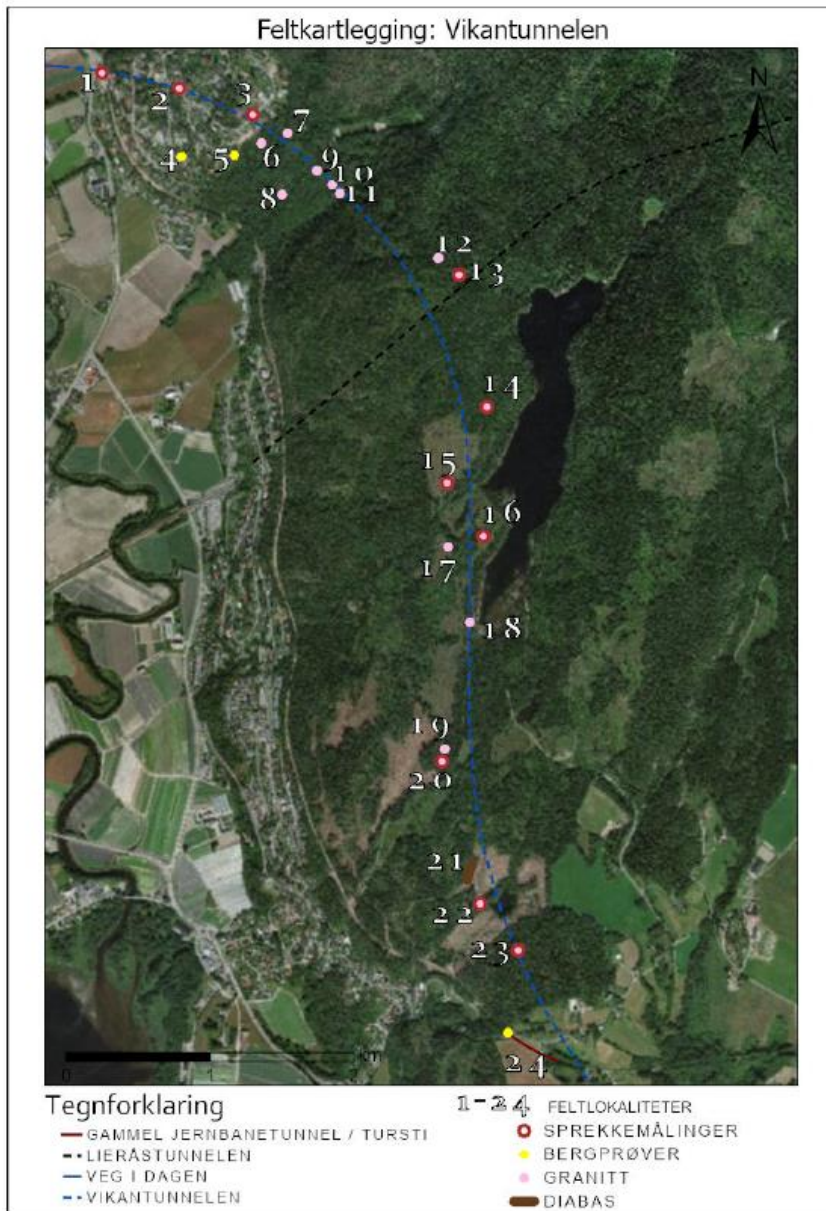
Sprekkesett	Strøk	Fall/Fallretning	Kommentar/egenskaper
S1	NØ-SV	88°/N128°Ø	Antatt hovedsprekkesett og et av de dominerende sprekkesett i området, som også stemmer godt med orienteringen til den lokale hovedforkastningen langs NØ-SV strøkretning. Svært gjennomsettende sprekkplan Mange forvitrede slepper og svakhetssoner med leirbelegg tilhører også dette sprekkesettet.
S2	VNV-ØSØ	84°/N194°Ø	Dominerende sprekkesett og som S1 er sprekkplaner tilhørende S2 også veldig utholdende og plane. Ingen spesielle sprekkbelegg er knyttet til dette sprekkesettet.
S3	NNV-SSØ	9°/N244°Ø	Dominerende sprekkesett som er slake og ofte subhorisontale. S3 er vanlig i granitten i område,t og sammen med de andre steile sprekkesettene medfører det en spesifikk oppsprekking som er karakteristisk for granitten. I dårligere bergsoner er disse slake sprekker særlig hyppige og har liten sprekkavstand. Sprekkeplan S3 er ru og ikke veldig utholdende, og er ofte avgrenset mellom de dominerende og steile settene.
S4	NNV-SSØ	83°/N067°Ø	Veldig utholdende/gjennomsettende sprekksett. S4 er mindre vanlig i området enn S1 og S2. Bruddplan langs S4 er ofte plane, uten sprekkfylling.



Figur 5-18 Stereoplott samt sprekkerose som viser at det er 4 hovedsprekkesett i langs kartleggingsområdet. Sprekker som går langs NV-SØ er mest dominerende.

5.5.2 Kartlegging langs Vikerkorridoren – masteroppgave 2020

I forbindelse med utarbeidelse av masteroppgave [10] ble det gjennomført kartlegging langs tunneltraséen for Vikertunnelen. Formålet med kartleggingen var å foreta sprekkeregistreringer, utføre bergmasseklassifisering etter Q-metoden, samt vurdere fordypninger i terrenget. Kartleggingspunkter langs traséen er vist på figuren under.



Figur 5-19: Kartleggingspunkt langs Vikerkorridoren [10]

Kartleggingspunkt 1-3 er utført i boligfeltet ved Reistad, nært nordre påhuggsområde, se plassering på Figur 5-19. Her ble det kartlagt tre hovedsprekkesett. Disse er gjengitt i Tabell 5-2 under. Registrerte bergmasseklasseparametere i samme område er gjengitt i Tabell 5-3.

Tabell 5-2: Sprekkeregistreringer ved kartleggingspunkt 1-3 [10]

Sprekkesett	Strøk	Fall/fallretning
S1	NØ-SV	82° NV
S2	NNV-SSØ	74° VSV
S3	NNV-SSØ	5° ØNØ

Tabell 5-3: Registrerte bergmasseklasseparametere, kartleggingspunkt 1-3 [10]

Kartleggingspunkt	1	2	3
Bergart	Grovkornet granitt	Grovkornet granitt	Grovkornet granitt
RQD	80 - 90	80 - 90	+0
Jn	9 - 12	9	9 - 12
Jr	1,5	1,5	1,5
Ja	1	1	1

Kartleggingspunkt 12-18 er utført på vestsiden av Skapertjern, se plassering på Figur 5-19. Her ble det kartlagt tre hovedsprekkesett. Disse er gjengitt i Tabell 5-4 under.

Tabell 5-4: Sprekkeregistreringer ved kartleggingspunkt 12-18 [10]

Sprekkesett	Strøk	Fall/fallretning
S1	NNØ-SSV	84° ØSØ
S2	VNV-ØSØ	78° SSV
S3	Ø-V	9° N

Kartleggingspunkt 19-23 er utført sør for Skapertjern, se plassering på Figur 5-19. Her ble det kartlagt tre hovedsprekkesett. Disse er gjengitt i Tabell 5-5 under. Registrerte bergmasseklasseparametere i samme område er gjengitt i Tabell 5-6.

Tabell 5-5: Sprekkeregistreringer ved kartleggingspunkt 20-23 [10]

Sprekkesett	Strøk	Fall/fallretning
S1	N-S	88° Ø
S2	Ø-V	87° S
S3	NNV – SSØ	12° VSV

Tabell 5-6: Registrerte bergmasseklasseparametere, kartleggingspunkt 20-23 [10]

Kartleggingspunkt	1	2	3
Bergart	Grovkornet granitt	Grovkornet granitt	Grovkornet granitt
RQD	90	90	90
Jn	9	9	6
Jr	3	1,5 – 3	1,5
Ja	1-2	1-2	1-2

5.5.3 Kartlegging utført i forbindelse med rv. 23 Dagslett - Linn

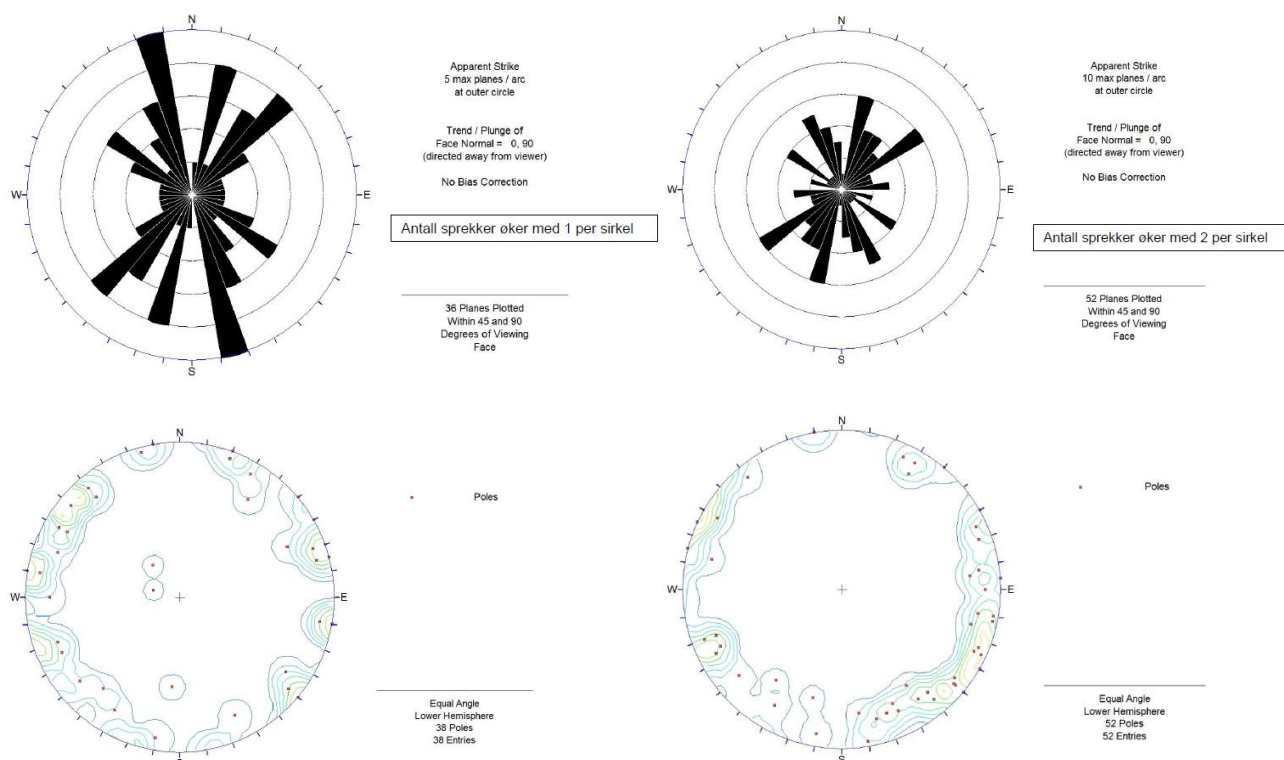
Tidligere kartlegging viser at det er to dominerende sprekkesett i området mellom Dagslett i øst og Linn i vest. Disse har orientering N-S og NØ-SV. Sprekkene er registrert med steilt fall. Kartlagte sprekker er vist i sprekkerosen på Figur 5-20.

Oppsprekkingsgraden i bergmassen tiltar mot kalderagrensen i vest. Strøkretningen på N-S-orientert sprekkesett endrer seg inn mot kalderagrensen, over til en mer NØ-SV-orientering. Kartlagte sprekkelengder er typisk 0,5 – 4 m i den grovkornede granitten og 0,1 – 1 m i den finkornede granitten. I intrusivganger er sprekkelengden stedvis registrert til mindre enn 10 cm.

Subhorisontale sprekker er registrert med stor utholdenhet og stedvis med vannsig. De er også registrert som svakt undulerende til plane, og med ru sprekkelater. Det er stedvis registrert omvandling/forvitring langs sprekkene [15]. Kartlagte kjerner fra kjerneborehull viser stedvis glatte sprekker, særlig i intrusivganger [16].

Tabell 5-7: Typiske bergartsparemetere kartlagt i forbindelse med rv. 23 Dagslett – Linnes [16]

Registrering av typiske Bergartsparemetere for bergarten	Verdi	Kommentar
RQD	30 - 60	I knusningssoner er det registrert mer enn 27 sprekker/m ³
Jn (tall for sprekkesett)	12 - 20	
Jr (tall for sprekkeruhet)	1,5 - 3	Jr-verdien må forventes å være lavere i knusningssoner. Disse kan være leirfylte
Ja (tall for sprekkefylling)	1-2	Verdien gjelder lukkede sprekker
SRF (spenningsfaktor)	1-5	Varierende avhengig av bl.a. overdekningsforhold og opptreden av svakhetssoner. Ved kryssing av svakhetssoner kan denne være enda høyere.

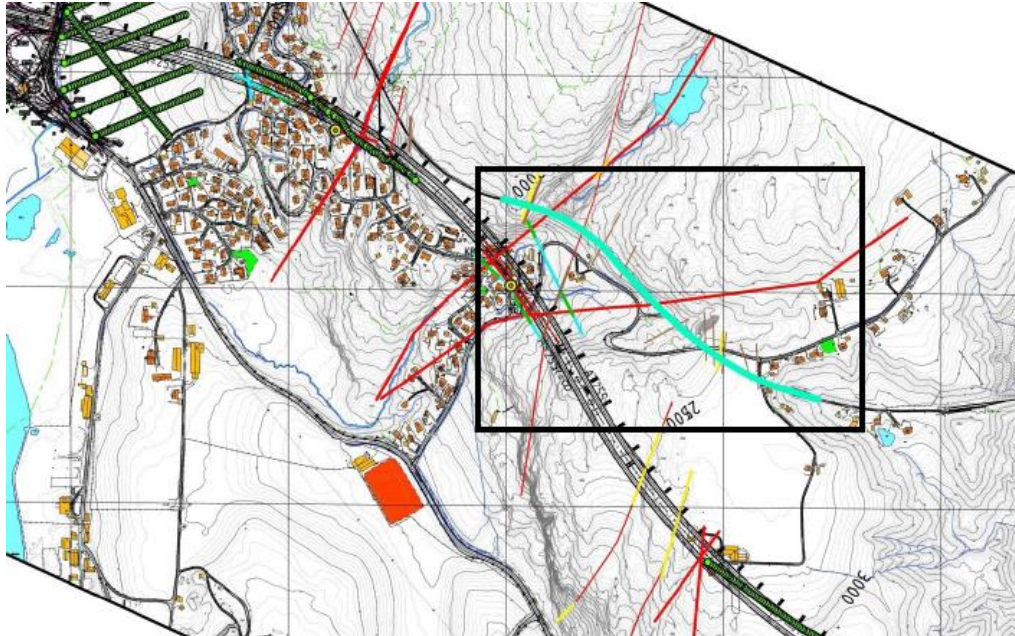


Figur 5-20 Sprekkekartlegging utført av NVK (2000)/Sweco (2012) registrert langs tunneltraséen i prosjektet «rv. 23 Dagslett – Linnes» [15].

Stereoploten til venstre: kartlegging utført langs profil ca. 3000 – 3700 av den planlagte Jensvolltunnelen

Stereoploten til høyre: kartlegging utført mellom profil ca. 3700 og et område like sør fra profil 3850 av den planlagte Jensvolltunnelen.

Ruden Geoservices utførte på vegne av Sweco geologisk kartlegging i prosjektområdet i forbindelse med reguleringsplanarbeider [22]. Kartleggingen ble utført langs Drammenbanen, fra Sprengstoffdammen og sørover til enden av andre jernbanetunnel sørover på strekningen. Kartlagt område er vist på figuren under.



Figur 5-21: Kartlagt område langs traséen til gamle Drammenbanen er vist ved turkis linje [22]

5.6 Bergspenninger

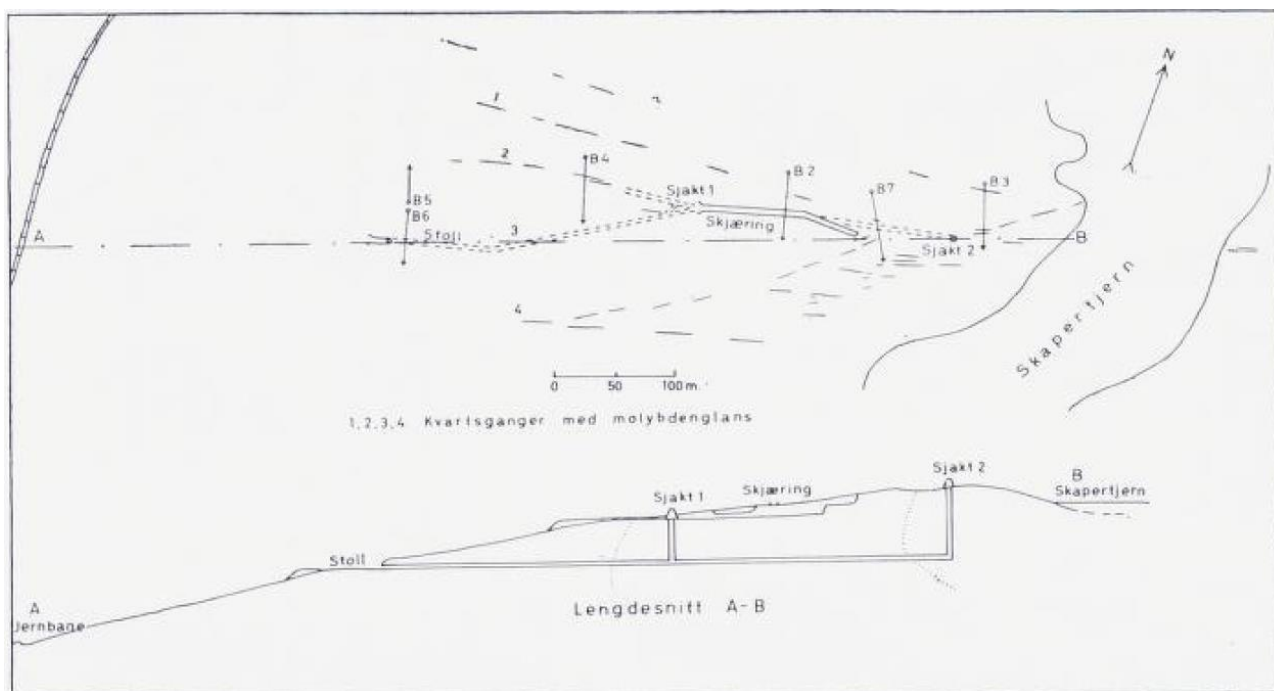
Det er ikke utført bergspenningsmålinger for prosjektet.

Det ble utført målinger for kartlegging av hovedspenning i Lieråstunnelen av kontor for fjellsprenngningsteknikk v. bergingeniør S. Moxon [33]. Nøyaktig årstall og plassering i tunnelen vites ikke. Målingene tydet på at største hovedspenning sammenfalt med NØ-SV-orientert hovedsprekkeretning i området. Målinger viste også at umiddelbart foran kryssende diabasganger, snudde hovedspenningen i N-S-retning. Like bak diabasgangen viste målinger at hovedspenningen snudde tilbake til opprinnelig posisjon [33].

Det er erfart sprakeberg og bergslagsproblemer i nærliggende tunneler i granitt. Dette også ofte ved relativt lav overdekning. Dette kan tyde på residualspenninger i berget. Det er rapportert om sprakeberg under driving av Lieråstunnelen (Asker – Lier), Glitrevannstunnelen (Lier - Drammen), Kobbervikdaltunnelen (Drammen sør) og Strømsåstunnelen (Drammen sør).

5.7 Tidligere utvinning av tungmetaller i Sørumlia

I Sørumlia, like vest for Skapertjern, har det tidligere vært drift på Molybdenglans. Vikerkorridoren krysser under områder merket med gruvedrift på NGU's berggrunnskart i 1:50 000. Utklipp fra berggrunnskart er vist i Figur 5-22.



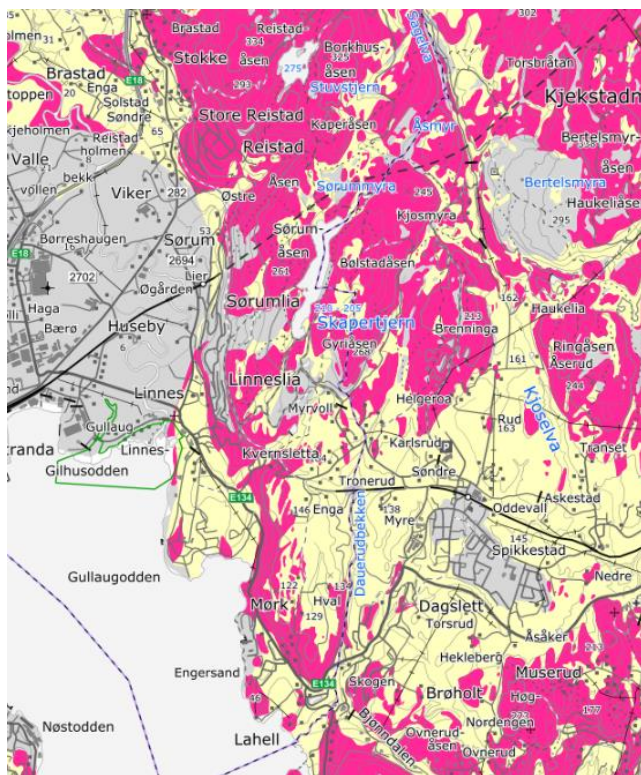
Figur 5-23: Sømåsen gruve vist i plan og snitt. Kvaritsganger er merket med nummer på figuren, diamantborehull er merket med B og nummer på tegningen.

5.7.1 Radon

Ifølge NGU's aktsomhetskart for radon har berggrunnen i området langs alle tunnelene radonpotensiale [38]. Utklipp fra NGU's aktsomhetskart er vist i Figur 5-24. Søndre påhuggsområde, for alle korridorene, og anslagsvis 500 m nordvestover langs traséene, er angitt med moderat til lav aksomhet for radon. Videre nordover langs Vikerkorridoren er aktsomhetsgraden angitt som høy. Det samme gjelder videre nordvestover for Huseby-, Vitbank- og Jensvollkorridoren.

Stråleaktivitet i bergartene, fra bl.a. uran og thorium, må dokumenteres i videre arbeider. Ved målt spesifikk og/eller total årlig aktivitet høyere enn angitte grenseverdier i [39] vedlegg I og Ib, vil sprengsteinsmassene anses som radioaktivt avfall, og en tillatelse fra Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet må foreligge for videre håndtering av og deponering av sprengsteinsmasser til byggeformål [8].

Tunneldrift i områder angitt med høy aktsomhetsgrad for radon krever gjentakende kontroller av radonkonsentrasjonen i tunnelene underveis i drivearbeidene, for å dokumentere at denne ligger lavere enn gjeldende grenseverdier fra Arbeidstilsynet.



Figur 5-24: Utklipp fra NGU's aktsomhetskart for radon. Rosa angir områder vurdert med høy aktsomhet. [38]

6 Hydrogeologi

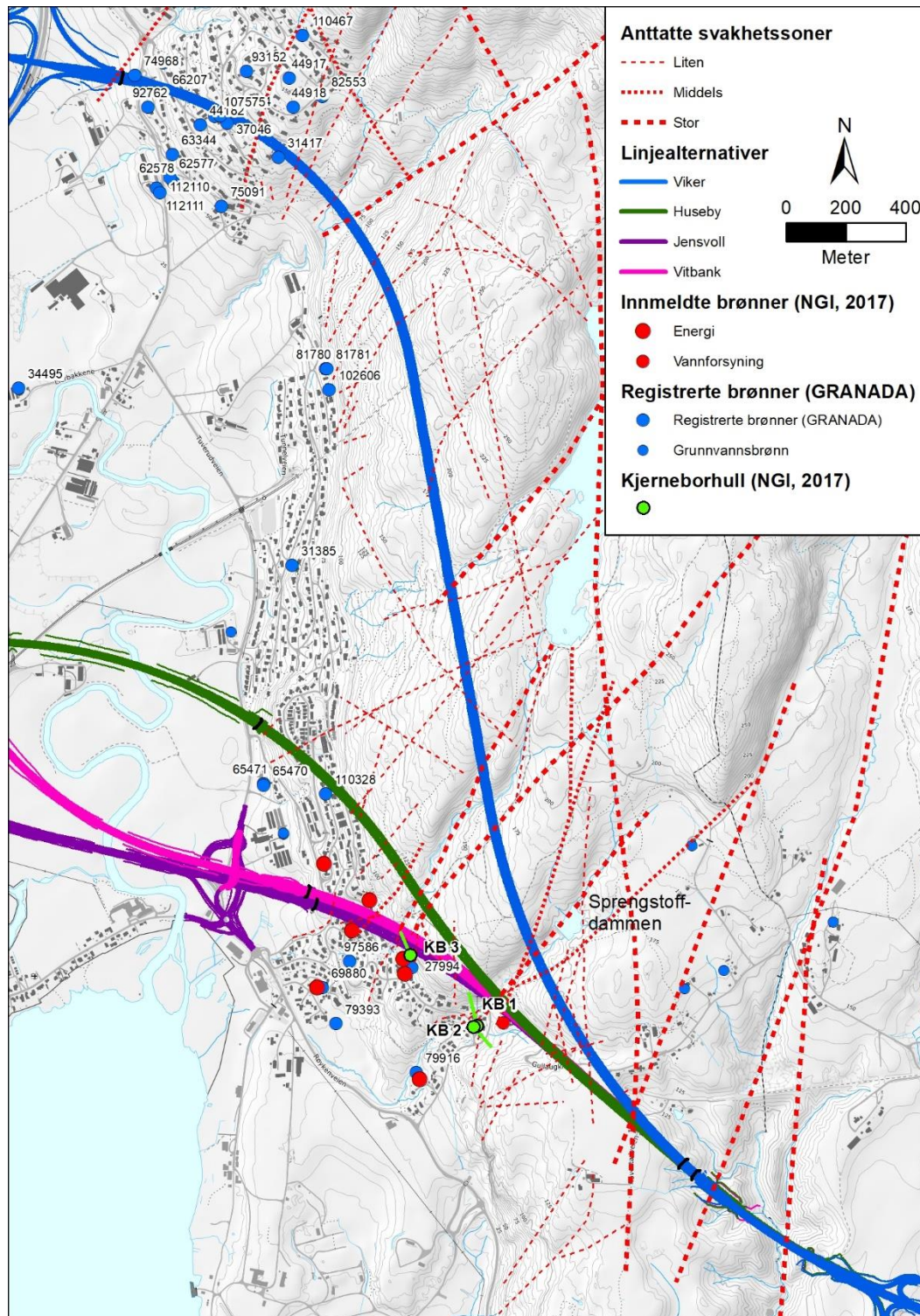
6.1 Tidligere undersøkelser

Det er ifm. andre vegprosjekter i Drammensområdet utført vanntapsmålinger (Lugeontester) i Drammensgranitten. Basert på disse målingene er det estimert en gjennomsnittlig hydraulisk ledningsevne i Drammensgranitten tilsvarende $0,5 \cdot 10^{-7}$ m/s, mens målinger i enkelte soner viste betydelig høyere permeabilitet [15]. I forbindelse med detalj- og reguleringsplanarbeidet for rv. 23 Dagslett – Linnes ble det etablert tre kjerneborhull langs den planlagte traséen som ga vanntap i samme størrelsesorden som andre steder i Drammensgranitten (<1-10 L) [15]. Det ble også registrert utstrømning av vann i to av de tre kjerneborhullene, noe som tyder på artesisk overtrykk. Det er påvist poreovertrykk flere steder i området mellom Lierelva og påhuggsområde for rv. 23 Dagslett-Linnes, med høyest poreovertrykk i de lavere delene av Linnes-området. Det ble her målt artesisk poreovertrykk på mellom 1-7,5 m over terreng [26]. Målinger i fire borehull i Gullaugskleiva viser at antatt grunnvannstand varierer fra 1-5,5 m under terreng [26]. Målinger ved tunnelportal Dagslett viser potensiell grunnvannstand på 4-10 m under terreng [40]. Det er gjort en rekke observasjoner av kildefremspring som stort sett ligger omkring kote 125 [41] [14], og det er tidligere konkludert med at grunnvannet står relativt høyt i området Kovestad ned mot Daueruddalen [14].

Det er etablert tre kjerneborhull for rv. 23 Dagslett – Linnes [42]. Disse er markert i Figur 6-1. For samtlige borhull er det utført vanntapsmålinger i hele hullets lengde. Bergmassen i KB 1 er generelt vurdert å ha lav permeabilitet, men med moderat permeabilitet i enkelte soner (9,7 Lugeon). For KB 2 og KB 3 er det målt 0,2-0,6 Lugeon, noe som indikerer lav permeabilitet i bergmassen.

Det er tidligere utført en sammenstilling av registrerte/innmeldte brønner innenfor ca. 350 m avstand fra tunnelene for å vurdere konfliktnivå med daværende planlagte trasé for rv. 23 Dagslett – Linnes [42]. Oversikten viser 13 registreringer, herunder 10 energibrønner, ett bekkeinntak og to brønner for vannforsyning. Vannivå i brønnene er ikke oppgitt i oversikten og antas ikke registrert. Utført kartlegging er relevant for deler av alle de fire alternativene, men kompletterende kartlegging anses særlig nødvendig for alternativene Huseby og Viker for å oppnå en tilsvarende oversikt. Nasjonal brønndatabase viser registrerte brønner langs begge disse alternativene, med relativt høy tetthet av energibrønner på ved Reistad/Viker, se Figur 6-1.

Erfaringer fra tidligere anlegg i Drammensgranitt er oppsummert i ingeniørgeologisk fagrapport for konkurransegrunnlag (rv. 23 Dagslett – Linnes) [43]. Det er blant annet påtruffet svelleleire i flere anlegg, samt utfordringer med sprak i Drammensgranitten. Under driving av vannforsyningstunnelen fra Glitrevann til Drammen ble det drevet gjennom Drammensgranitt, rombeporfyrr og kambrosilursedimenter, og det ble erfart betydelige problemer med vanninnbrudd. I det nærliggende prosjektet Lieråstunnelen var det omfattende utfordringer med innlekkasje. I tillegg er det identifisert aggresivt grunnvann mtp bikarbonat, noe som også er beskrevet å være representativt for grunnvann i Drammensgranitten [44]. Utfordringer med Lieråstunnelen er mer utførlig beskrevet i kapittel 7.2.



Figur 6-1 Brønner registrert i nasjonal brønndatabase GRANADA [45] og innmeldte brønner ifm. arbeidene med rv. 23 Dagslett – Linnes [43], vist sammen med antatte svakhetssoner. Kartutsnittet fokuserer på bergtunnelene for de ulike linjealternativene. Brønner fra GRANADA er angitt.

7 Erfaringer fra nærliggende anlegg

7.1 Vannforsyningstunnel fra Glitrevann til Drammen

Vannforsyningstunnelen går fra Glitrevann i Lier kommune til Drammen. Tunnelen er drevet gjennom mange av de samme bergartene som forventes å opptre innenfor prosjektområdet, herunder Drammensgranitt, rombeporfyrr og kambrosilurbergarter.

Underveis i drivingen oppsto det betydelige problemer med vanninnbrudd og bore- og ladevansker. Det oppsto også bergslagsproblemer i Drammensgranitten. [46]

7.2 Jernbanetunnel gjennom Lieråsen

Lieråstunnelen er en ca. 10,7 km lang dobbeltsporet tunnel mellom Asker og Lier stasjon. Tunnelverrsnittet er ca. 65-70 m², med en prosjektert bredde på ca. 10 m. Tunnelen ble drevet i perioden 1963 til 1971. Opprinnelig beregnet drivetid var ca. 4 år, men på grunn av store problemer med grunnforholdene tok det nesten 9 år før man fikk gjennomslag i tunnelen. På forhånd av tunneldrivingen var det utført få grunnundersøkelser. Etter større driftsproblemer både ved driving fra Askersiden og fra Liersiden ble det imidlertid igangsatt omfattende geologiske undersøkelser. Resultatene fra de geologiske undersøkelsene medførte at traséen ble flyttet i området nord for Skapertjern i Lier. [47] [48] [33]

Fra Liersiden var det problemer med tunneldrivingen helt fra starten av tunnelen. Her var bergmassekvaliteten lav, kryssende oppknuste diabasganger skapte problemer med ras fra hengen, det var problemer med bergslag og enkelte partier med svelleleire. Tunnelfjellet beskrives på følgende måte i [48]: *Tunnelfjellet må sies å være svært inhomogent. Granitten veksler mellom grovkornige og finkornige og porfyriske varieteter, og ofte støter man på uregelmessige aplitter og diabasganger. Soner med dypforvitret fjell og svelleleire er et karakteristisk trekk.*

Svelleleire forekom i tunnelen både som sprekke materiale og som omvandlet feltspat. I områder hvor svelleleire forekom som bergartsbestanddel er dette vurdert å ha sammenheng med dypforvitring i bergmassen hvor tilgangen på oksygen og vann har medført svelling av denne. Oppknuste diabasganger med glatte sprekker inn mot sidebergartene skapte problemer på Liersiden. Ved kryssing av disse forekom det ras fra tunnelhengen flere steder. På Liersiden var det også utfordringer med sprakeberg, også ved relativt liten bergoverdekning. På Liersiden oppsto det lekkasjer fra flere nærliggende brønner, og 5 fjellbrønner, samt 3 overflatebrønner ble meldt tørrlagte. Bakgrunnen for tørrleggingen ble vurdert til å skyldes lekkasjer fra subhorisontale sprekker. NNØ-SSV-orienterte forkastninger var ofte sterkt forvitret dersom berget ellers var løst og oppsprukket. Det var gjerne i disse forkastningene det ble kartlagt svelleleire som omvandlet bergartsbestanddel. I N-S-orienterte forkastninger forekom ofte svelleleiren i form av sprekkefyll [48].

Lieråstunnelen opplevde store utfordringer med vannlekkasjer og aggressivt grunnvann i tunnelen [48]. Utfordringer med vannlekkasjer skyldes trolig bl.a. mangelfull forinjeksjon underveis ved driving av tunnelen. Tunnelen hadde to år etter gjennomslag en samlet lekkasjemengde på rundt 4 millioner liter per døgn. I 2017 var lekkasjemengden redusert til anslagsvis 1,7 millioner liter per døgn, trolig grunnet nedtappet grunnvannsreservoar. Aggressivt grunnvann i Lieråstunnelen har forårsaket skader på tunnelinstallasjoner

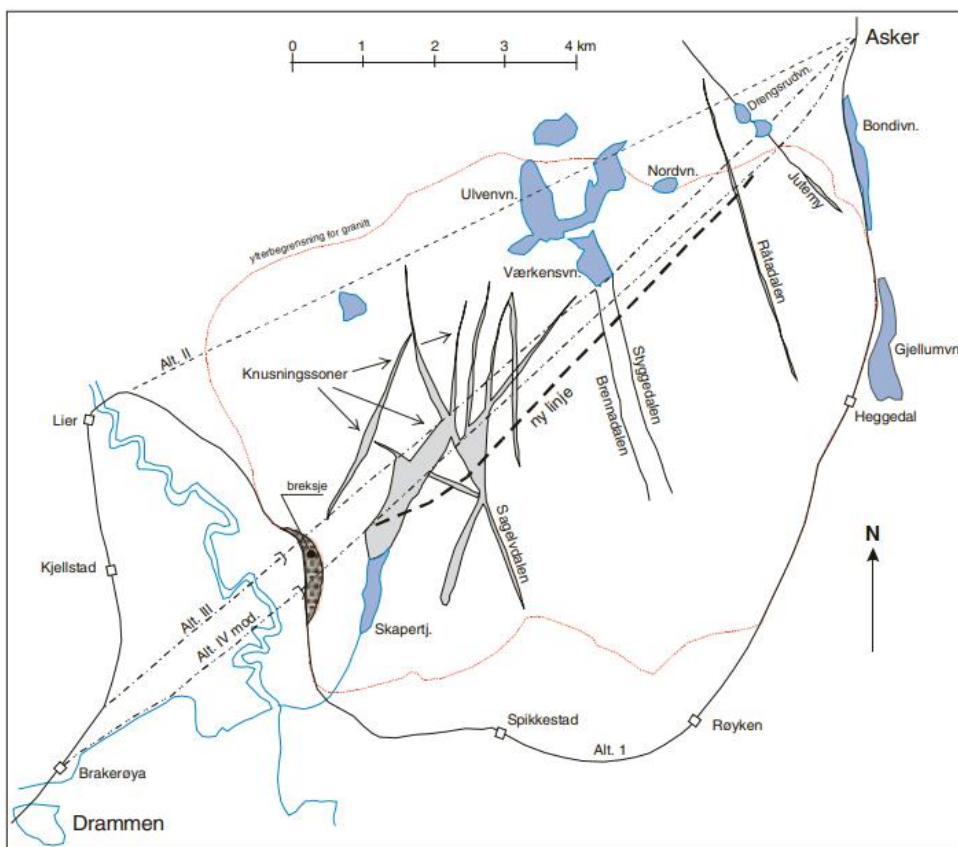
og installert bergsikring. Aggressiviteten i vannet skyldtes naturlig karbonutfelling i vannet, samt høyt sulfatinnhold [48].

Det ble i forbindelse med driving av Lieråstunnelen rapportert om tørrlagte grunnbrønner langs traséen [48]. Hovedårsaken til tørrlaggingen ble vurdert til å skyldes vannlekkasjer langs subhorisontale sprekker. Ved opptreden av vannførende subhorisontale sprekker kan disse potensielt følge tunnelen over lengre strekninger.

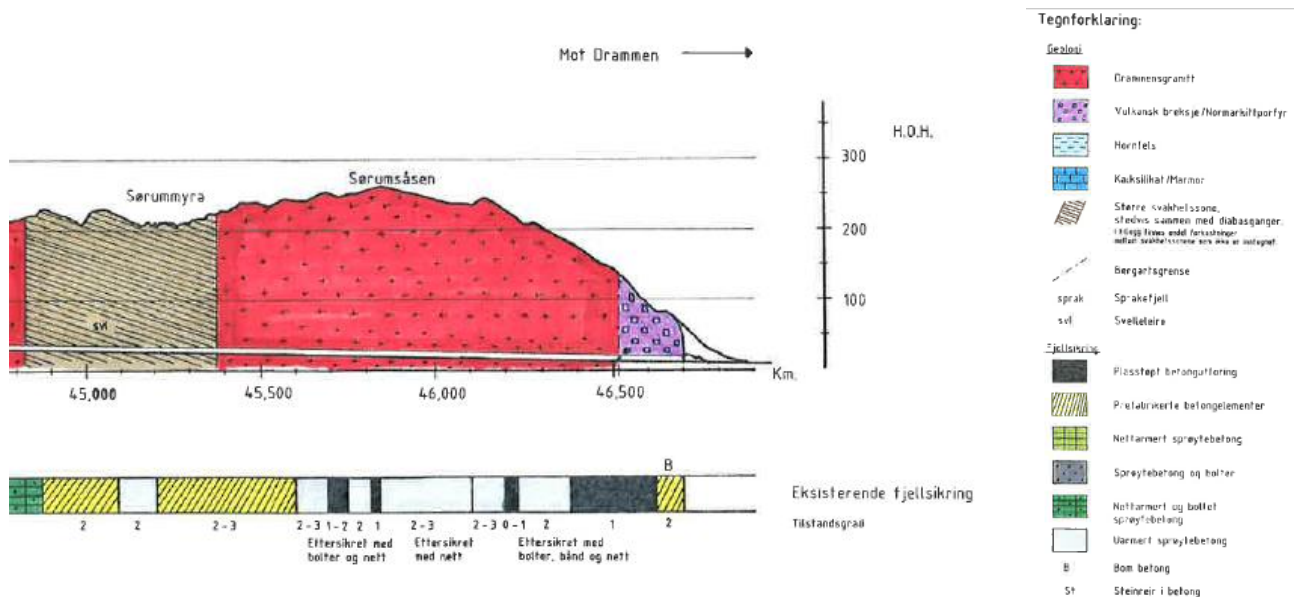
Bergsikringen underveis i drivingen ble utført etter den tidens standard, og etter følgende prinsipper [49]:

- Full armert utstøpning
- Kontaktstøpte vegger og prefabrikkerte betongelementer i hengen
- Systematisk bolting og nettarmert sprøytebetong
- Spredt bolting og uarmert sprøytebetong

Totalt er ca. 7000 m av tunnelen sikret med sprøytebetong. I 2005 ble 400 m av tunnelen, nærmest Lier, ettersikret med fiberarmert sprøytebetong med tykkelse 10 cm og 3 m lange endeforankrede bolter i et mønster på 2x2 m.



Figur 7-1: Tolkede forkastningssoner i området nord for Skapertjern i forbindelse med undersøkelser utført under bygging av jernbanetunnel gjennom Lieråsen [47]



Figur 7-2: Utsnitt fra geologisk lengdeprofil fra Lieråstunnelen [50]

7.3 Vanntunnel til Nye Tofte cellulosefabrikk

Nye tofte cellulosefabrikk ligger lokalisert i Hurum i Viken. Tunnelen ble drevet gjennom bl.a. Drammensgranitt.

I forbindelse med driving av vanntunnel til fabrikk oppsto det problemer i soner hvor granitten var totalt omvandlet til svelleleire. Sonene forekom med bredde opptil noen meter. Svelletrykket ble registrert til å være mellom 0,15 – 0,25 MPa [46].

7.4 Rehabilitering av Fosskolltunnelen

Fosskolltunnelen er en vegtunnel på E18 i Lier kommune.

I forbindelse med rehabilitering av tunnelen ble det registrert horisontale sprekker med leirfylling [46].

7.5 Bergspenninger, numerisk analyse i kritiske snitt – Vikerkorridoren

I forbindelse med utarbeidelse av masteroppgave ble det utført en todimensjonal numerisk analyse i kritiske snitt langs tunnelen i Vikerkorridoren [10]. Fremgangsmåten for vurdering av spenningsbildet baserer seg på K-faktormetoden (hvor K er forholdet mellom gjennomsnittlig horisontalspenning og overlagingstrykk) og ikke på faktiske målte verdier. Bergparametere som input til analysen er basert på laboratorietesting av bergmaterialet.

Følgende kritiske snitt er vurdert med tanke på bergspenningsproblematikk:

- Del av tunnelen med størst bergoverdekning
- Nordvestligste del av tunnelen og frem til nordre påhuggsområde (boligfelt Reistad)

I tillegg er det gjort en vurdering av nødvendig sikringsomfang i disse områdene basert på analyser, samt ved forventet svakhetssone ved ca. profil 2050 (profilering dagens linje).

Resultater fra analysen viser at det kan forventes bergspenningsproblemer i området hvor tunnelen går under boligfeltet ved Reistad. Den viser også at det kan forventes problemer med bergslag i områder hvor tunnelen har størst overdekning. Analysen viser også spenningskonsentrasjoner i hjørnene av tunnelen, noe som kan forårsake nedknusing av bergmassen. På grunn av høye spenningskonsentrasjoner i hjørnene blir tunnelsålen spenningsavlastet, noe som kan føre til oppsprekking av denne.

Analyser utført for området med størst bergoverdekning er utført for en antatt bergmasseklasse B etter Q-systemet. Tilhørende sikringsklasse etter håndbok N500 viser seg, ut fra numeriske analyser, å ikke være tilstrekkelig bergsikring ut fra forventede problemer med bergslag. Numeriske analyser viser at rask påføring av 8 cm sprøytebetong og et boltemønster på 2,5 x 2,5 (endreforankrede bolter) ikke gir ønsket sikringseffekt da sprøytebetongen sprekker opp. Ved påføring av et nytt 8 cm tykt lag med sprøytebetong oppnås ønsket stabilitet.

Analyser utført for forventet svakhetssone, med forventet bergmasseklasse F etter Q-systemet, viser at tilhørende sikringsklasse V (iht. håndbok N500) gir tilstrekkelig sikring i dette området.

Analyser utført for den nordvestligste del av tunnelen, med forventet bergmasseklasse D etter Q-systemet, viser at tilhørende sikringsklasse III (iht. håndbok N500) er tilstrekkelig sikring i dette området.

7.6 Rv. 23 Dagslett – Linnes - Bergmasseklassifisering

I forbindelse med prosjektet rv. 23 Dagslett – Linnes ble det foretatt en vurdering av bergmasseklassefordeling langs tunnelen [42]. Vurderingen er basert på ingeniørgeologisk kartlegging, refraksjonsseismikk, resistivitetsmålinger og kjerneboringer.

Tabell 7-1: Vurdert bergmasseklassefordeling for prosjektert tunnel i prosjektet rv. 23 Dagslett – Linnes. [16]

Bergmasseklasse		Hovedtunnel	Tverrslag
Bergmasseklasse	Q-verdi	Antatt %-andel innen hver bergmasseklasse	Antatt %-andel innen hver bergmasseklasse
A/B	10 - 100	21,4	10
C	4 – 10	39,3	37
D	1 – 4	20,3	25
E	0,1 – 1	18	20
F	0,01 – 0,1	0,9	9
G	< 0,01	< 0,1	-

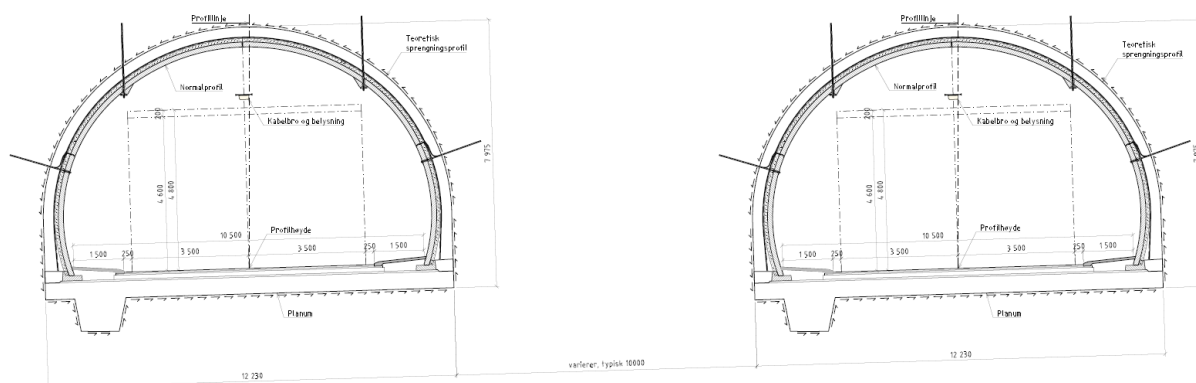
8 Ingeniørgeologisk tilnærming for vurdering av linjene

8.1 Geometri tunnel

Tunneler er planlagt med tverrsnitt T9,5 og med to parallelle tunneløp som vist på Figur 8-1. Minsteavstanden mellom tunneløpene er anbefalt til 10 m. Påhugg er anbefalt plassert ved bergoverdekning på minimum 10 m. ÅDT beregnet for tunnelene for år 2030 og 2050 er vist i tabellen nedenfor.

Tabell 8-1: Beregnet ÅDT for alternativ tunnel for alle korridorene, år 2030 og 2050

Alternativ (tunnel)	ÅDT 2030	ÅDT 2050
Viker	26 000	30 400
Huseby over	31 600	37 000
Huseby under	29 400	34 100
Vitbank over	31 800	37 200
Vitbank under	29 600	34 300
Jensvoll over	32 100	37 500
Jensvoll under	31 500	36 800



Figur 8-1: Tverrsnitt T9.5 tunnelprofil

8.2 Skjæringsgeometri

I denne planfasen er det ikke gjort nærmere vurderinger eller detaljerte vurderinger for skjæringer og grøfter ut over det som fremgår av standardløsninger i HB N200. Skjæringer langs traséene vil i all hovedsak opptre i Dagslettområdet, og høyden på disse vil ut fra foreliggende informasjon i all hovedsak være lavere enn 10 m.

Iht. N200 skal skjæringer normalt etableres med helningsgrad 10:1 med mindre geologien i området medfører at andre skjæringsgeometrier vil være gunstigere.

8.3 Geoteknisk kategori tunneler og høye skjæringer

I henhold til Statens Vegvesen håndbok N200 Vegbygging og håndbok N500 Vegtunneler skal geoteknisk kategori for tunneler og for bergskjæringer settes i henhold til Eurokode 7 (NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020). Geoteknisk kategori framkommer som en funksjon av prosjektets pålitelighetsklasse (Consequence class/Reliability class) og vanskelighetsgrad som vist i tabellen under.

Tabell 8-2: Geoteknisk kategori som en funksjon av et prosjekts vanskelighetsgrad og pålitelighetsklasse

Pålitelighetsklasse	Vanskelighetsgrad		
	Lav	Middels	Høy
CC/RC 1	1	1	2
CC/RC 2	1	2	2/3
CC/RC 3	2	2/3	3
CC/RC 4	*	*	*

Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller, slik som tunneler, høye skjæringer og fundamenter for bruer, legges i henhold til Eurokode 0 tabell NA. A1(901) normalt i pålitelighetsklasse CC/RC 3.

Geoteknisk kategori for et berganlegg danner grunnlag for kontrollomfanget som er gitt i Eurokode 7. Geoteknisk kategori 2 omfatter vanlig kontroll av prosjekteringen utført av annen bergteknisk kyndig person (innen samme organisasjon), mens geoteknisk kategori 3 omfatter kontroll utført av person/organisasjon som er uavhengig av den bergteknisk prosjekterende. Kravene til kontroll gjelder både for prosjektering og utførelse.

I utgangspunktet skal alle tunnelprosjekter i henhold til håndbok N500 plasseres i geoteknisk kategori 3 på grunn av mulig vanskelighetsgrad og skadekonsekvens ved ulykker. Det er imidlertid muligheter for å kunne variere geoteknisk kategori innenfor de ulike delene av prosjektet og gjennom de ulike fasene av prosjektet. For tunneler i ikke-bebygde områder der forundersøkelsene viser godt og forutsigbart berg kan det være aktuelt å benytte geoteknisk kategori 2, men påhugg skal ligge i geoteknisk kategori 3.

Det vurderes at alle tunnelalternativene, med tilhørende påhugg, bør ligge i geoteknisk kategori 3.

Bergskjæringer høyere enn 10 m (målt fra ferdig veg) og inngrep i foten av større bergskråninger settes også i geoteknisk kategori 3 i henhold til håndbok N200. Lavere skjæringer enn 10 m settes normalt i geoteknisk kategori 2. Det forekommer ikke bergskjæringer høyere enn 10 m langs linjene, foruten i påhuggsområder. Bergskjæringer langs linjen som ligger utenfor påhuggsområder vurderes derfor til å ligge i geoteknisk kategori 2.

8.4 Undersøkelsesklasser tunneler

Undersøkelsesklasse for alle tunnelene er definert i henhold til Publikasjon nr. 101 Riktig omfang av undersøkelser for berganlegg [47]. Hensikten med denne klassifiseringen er på et tidlig stadium å definere det nødvendige omfanget av grunnundersøkelser som bør utføres for den enkelte tunnel. Omfanget av den enkelte undersøkelsesklasse er gitt som kostnadsnivå i % av sprengningskostnader for tunnel, og er basert på erfaringer fra tidligere tunnelprosjekter med ulike vanskelighetsgrader og krav til anleggene.

Undersøkelsesklassen er sammensatt av to faktorer som til sammen angir klasse, som vist i Tabell 8-3. Grunnforholdenes vanskelighetsgrad er gitt ved summen av geologiens kompleksitet, forvittringsgrad i bergoverflaten, løsmasseoverdekning over bergoverflaten og tilgjengelighet til terrenget for utførelse av undersøkelser. Kravet til anlegget er gitt ved anleggets funksjonskrav, risiko under driving, miljøpåvirkning av naturen og mulighet for setninger på byggverk som følge av grunnvannssenkning. Undersøkelsesklassen gjenspeiler med andre ord hvor oversiktlig geologien er, hvor vanskelig det er å gjennomføre undersøkelser og hvilket detaljeringsnivå som kreves for prosjektering av tunnelanlegget med hensyn til sikkerhet og påvirkning av ytre miljø. Et tunnelanlegg i en høy undersøkelsesklasse (C-D) krever normalt høyere innsats i form av grunnundersøkelser (målt som kostnad) enn et tunnelanlegg i en lav undersøkelsesklasse (A).

Tabell 8-3: Undersøkelsesklasser som funksjon av vanskelighetsgrad og funksjonskrav

Definisjon av undersøkelsesklasse		Vanskelighetsgrad		
		Liten	Moderat	Stor
Krav til anlegget	Små	A	A	B
	Moderate	A	B	C
	Store	B	C	D

Geologien i området vurderes å være kompleks. Berggrunnen i området består hovedsakelig av Drammensgranitt med kryssende, ofte sterkt oppsprukne eruptivganger som diabas og syenitt i ulik størrelse. Bergmassekvaliteten nært kalderagrensen forventes å være lav. Lineamentstudier og feltkartlegging viser at det i området kan forventes to systemer av svakhetssoner orientert i NØ-SV og i N-S, begge med steilt fall, hvor svelleleire erfaringsmessig opptrer i ulik form. Svakhetssoner i området er antatt å ha gjennomsettende sprekkesystemer som kan kommunisere med nærliggende vann i nærområdet.

På bakgrunn av dette er tunneler på strekningen vurdert til vanskelighetsgrad moderat bortsett fra nordre påhugg for tunnelen i Husebykorridoren som er vurdert med moderat/stor vanskelighetsgrad. Alle tunnelene er vurdert med store krav til anlegget. Undersøkelsesklassene for tunnelene settes på bakgrunn av dette til C og C/D. Detaljering for hver av tunnelene er gitt i delkapitler for hver korridor.

En revurdering av undersøkelsesklasse for de aktuelle tunnelene kan vurderes i neste fase basert på resultater fra utførte undersøkelser og ingeniørgeologisk kartlegging.

9 Ingeniørgeologiske vurderinger for tunneler

9.1 Generelt

I de påfølgende delkapitlene er det gitt en detaljert beskrivelse av tunnelene innenfor de fire aktuelle korridorene. Bergartsfordelingen og strukturgeologien for alle tunnelene er beskrevet og vurdert, sammen med beskrivelse av de tunnelstrekningene med hensyn til de geologiske og ingeniørgeologiske forholdene. Ved vurderingene er det tatt utgangspunkt i egne feltobservasjoner, foreliggende geologisk og kvartærgeologisk kart, topografisk kart, høydedatakart og foreliggende grunnlag fra tidligere prosjektfaser.

9.2 Driveforhold

Det er ikke utført testing av borbarheten til Drammensgranitten for dette prosjektet. Tidligere målinger gjort av granitt i Lier og Røyken viser en borsynkindeks (DRI) på 66-71 samt en borslittasjeindeks (BWI) på 22-37 [51]. Dette tilsvarer en høy til meget høy borsynkindeks og lav borslittasjeindeks.

Sprengbarhet er generelt god i grovkornede granitter, der bergmassen har gjennomsettende sprekker med systematisk orientering. I partier med påvirkning fra svakhetssoner kan det erfaringsmessig forventes dårligere sprengbarhet.

9.3 Stabilitet og sikring

9.3.1 Generelt

Det forventes flere svakhetssoner og eruptivganger langs tunneltraséene. Svakhetssoner kan påtreffes både i granitten og i forbindelse med eruptivganger som i felt stedvis er registrert som svært oppsprukket. Eruptivgangene kan også forventes å ha lav sprekkefriksjon inn mot sideberget. Erfaringer fra Lieråstunnelen viser at det stedvis forekom ras i tunnelhengen ved passering av diabasganger. Det må på bakgrunn av feltobservasjoner og erfaringsdata forventes et økt sikringsbehov ved passering av eruptivganger.

Bergmassekvaliteten i svakhetssoner forventes å være lav, med høy grad av oppsprekking eller nedknusing. Erfaringer fra nærliggende anlegg viser at svakhetssoner kan forekomme som delvis svelleleiomvandlet berg eller med betydelig belegg av svelleleire på sprekkeflater. Det er ofte NØ-SV-orienterte soner som forekommer som delvis leiromvandlet berg, mens N-S-orienterte soner forekommer med betydelig leirbelegg på sprekkeflater. Erfaringer viser også at svakhetssoner kan være svært vannførende.

Erfaringer fra andre tunneler drevet i Drammensgranitt viser at denne kan forvitte langs sprekker når denne eksponeres for oksygen/fukt/vann, slik at stabiliteten reduseres over tid. Dette kan få konsekvenser for stabilitetsforholdene og medføre behov for vedlikeholdsrensk og ettersikring i driftsfasen dersom berget står eksponert. Det bør derfor planlegges for konsekvent innsprøyting av hele tunnelprofilen, uansett bergmasseklasse.

Problemer med bergslag i tunnelene kan medføre behov for et forhøyet sikringsnivå i form av ekstra sprøytebetong og påføring av denne i to omganger. Numeriske analyser viser at dette kan være en tilnærminingsmåte for å gi tilstrekkelig sikringseffekt i områder hvor bergslag opptrer [10].

Omfanget av bergsikring må tilpasses bergkvaliteten slik at tilfredsstillende stabilitet oppnås. Bergsikring i tunnelene vil i hovedsak bestå av en kombinasjon av bolter og fiberarmert sprøytebetong. Ved kryssing av svakhetssoner vil det bli aktuelt med redusert salvelengde og tung sikring i form av forbolting, og armerte sprøytebetongbuer. Ved kryssing av leirsoner kan det være aktuelt å dimensjonere bergsikringen spesielt for det aktuelle området. Sålestøp kan bli aktuelt dersom bergmassekvaliteten er svært lav.

Bergsikringen bestemmes som prinsipp ut fra definerte sikringsklasser, I-VI, vist på figuren under [4]. Her benyttes kartlagt Q-verdi til å bestemme sikringsklasse i tunnelen [52].

Bergmasse klasse	Bergforhold Q-verdi (sprengt berg)	Sikringsklasse Permanent sikring
A/B	Lite oppsprukket bergmasse. Midlere sprekkeavstand > 1m. Q = 100 – 10	Sikringsklasse I - Spredt bolting - Sprøytebetong B35 E700, tykkelse 80 mm
C	Moderat oppsprukket bergmasse. Midlere sprekkeavstand 0,3 – 1 m Q = 10 – 4	Sikringsklasse II - Sprøytebetong B35 E700, tykkelse 80 mm - Systematisk bolting c/c 2 m
D	Tett oppsprukket bergmasse eller lagdelt skifrig bergmasse. Midlere sprekkeavstand < 0,3 m. Q = 4 - 1	Sikringsklasse III - Sprøytebetong B35 E1000, tykkelse 100 mm - Systematisk bolting c/c 1,75 m
E	Svært dårlig bergmasse. Q = 1 - 0,2 ----- Q = 0,2 - 0,1	Sikringsklasse IV - Sprøytebetong B35 E1000, tykkelse 150 mm - Systematisk bolting, c/c 1,5 m ----- - Sprøytebetong B35 E1000, tykkelse 150 mm - Systematisk bolting, c/c 1,5 m - Armerte sprøytebetongbuer. Buedimensjon E30/6 ø20 mm, c/c buer 2–3 m, Buene boltes systematisk, c/c bolt = 1,5 m, boltelengde 3–4 m - Sålestøp vurderes
F	Ekstremt dårlig bergmasse. Q = 0,1 - 0,01	Sikringsklasse V - Sprøytebetong B35 E1000, tykkelse 150–250 mm - Systematisk bolting, c/c 1,0 – 1,5 m - Armerte sprøytebetongbuer Buedimensjon D60/6+4, ø20 mm, c/c buer 1,5– 2 m Buene boltes systematisk, c/c 1,0 m, boltelengde 3–6 m Doble buer kan erstattes med gitterbuer. - Armert sålestøp, pilhøyde min. 10 % av tunnelbredden
G	Eksepsjonelt dårlig bergmasse, stort sett løsmasse, Q < 0,01	Sikringsklasse VI - Driving og permanent sikring dimensjoneres spesielt

Figur 9-1: Sikringstabell hentet fra [4]

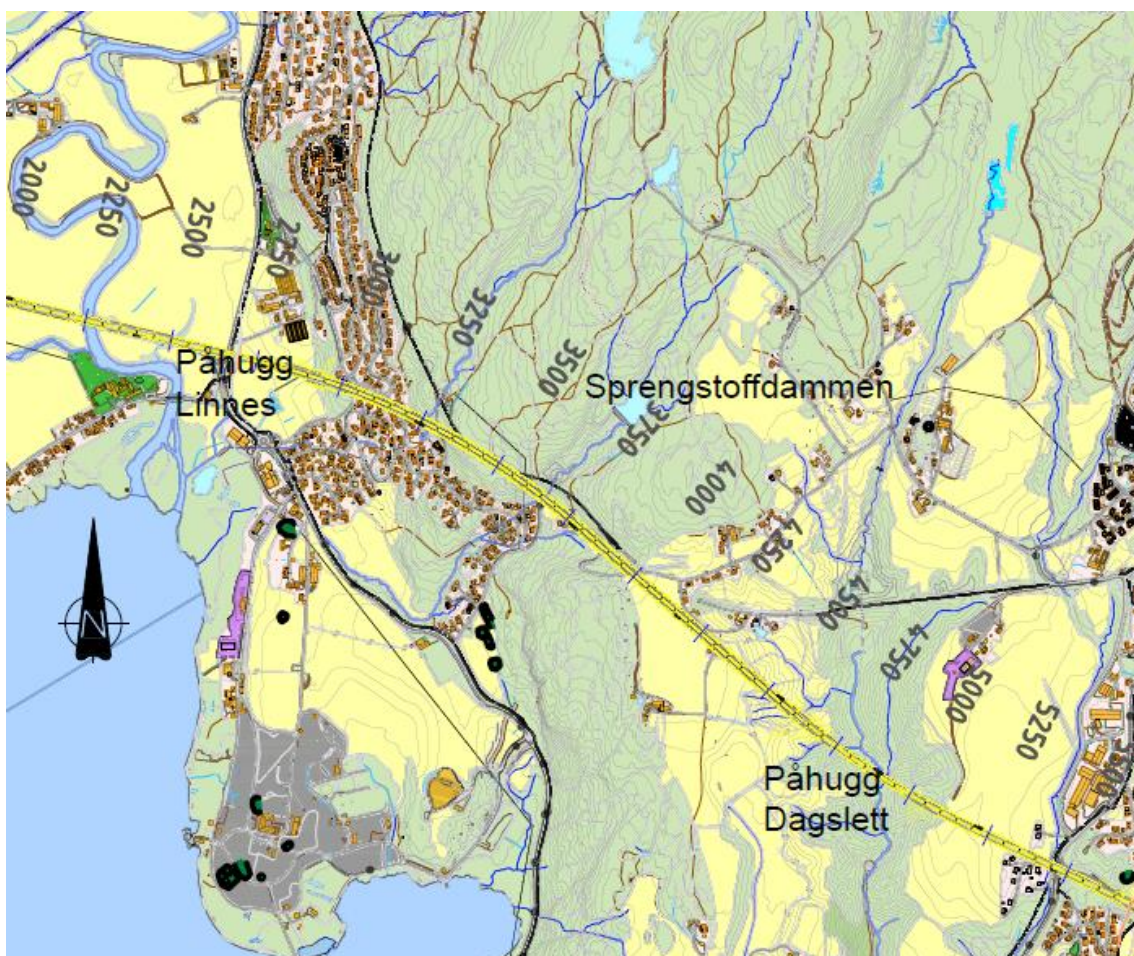
9.4 Jensvollkorridoren

9.4.1 Om traséen

Jensvollkorridoren forekommer med to tunnelalternativer. Jensvoll over etableres som veg i dagen frem mot bergpåhugg i vest. Jensvoll under etableres i kulvert frem mot bergpåhugg og bergtunnel i vest. Østre påhugg er likt for begge alternativene. Tunnelalternativene skiller seg lite fra hverandre, og alternativene vurderes derfor som ett alternativ i videre tekst.

Tunnelen får en lengde på anslagsvis 1562 m. Vestre påhuggsplassering ved Linneslia er antatt i ca. profil 2988. Tunnelen fortsetter på stigning i SØ-retning, og har samme østre påhuggsplassering ved Dagslett. Påhugget er antatt i ca. profil 4550. Tunneltraséen ligger ved vestre påhuggsområde, nært tunnelalternativet i rv. 23 Dagslett – Linnes. Sørvestover avviker tunnelen mer opp mot en avstand på ca. 250 m ved østre påhuggsområde.

Tunneltraséen er vist på figuren under.



Figur 9-2 Oversikt av plasseringen av Jensvolltunnelen

9.4.2 Topografi og bergoverdekning

Fra Linnes i vest går tunnelen under et tettbebyggt område med stigende terreng videre østover. Tunnelen fortsetter videre inn i Sørumsåsen. Her preges terrenget av forsenkninger med etablerte bekkedrag, ofte med NØ-SV-orientering. Videre østover, frem til Kovestad, går tunnelen under et skogkledd område. Ved Kovestad gård går tunnelen nært en dam som anses å ha stor naturverdi, ca. profil 4350. Videre går tunnelen under dyrket mark frem til østre påhugg.

Overdekningen langs tunnelen ligger rundt 15 m ved vestre påhugg. Herifra stiger overdekningen raskt opp til ca. 20 m, hvor stigningen fortsetter jevnt langs de første ca. 500 m av tunnelen. Størst bergoverdekning oppnår tunnelen mellom profil 3350 – 3600, hvor denne ligger rundt 60 - 80 m. Ved ca. profil 3650 synker bergoverdekningen ned til ca. 30 m i et kryssende søkk sørvest for Sprengstoffdammen. Videre sørøstover stiger overdekningen slakt opp mot ca. 65 m ved ca. profil 4000, og ligger jevnt frem til ca. profil 4300. Fra profil 4300 synker terrenget frem mot påhugget, hvor overdekningen ligger rundt 10 m.

9.4.3 Kwartærgeologi

Ifølge kvartærgeologisk kart fra NGU består området langs hoveddelen av tunnelstrekningen av bart berg. Det lokale terrenget er ellers preget av flere NØ-SV og N-S lineamenter og dalsøkk hvor det finnes løsmasser på overflaten.

I vestre påhuggsområde er det påvist marine avsetninger med varierende tykkelse mellom 0 – 21 m. Det er påvist kvikkleire i nærhet til påhugget.

I østre påhuggsområde er det påvist marine avsetninger som silt og leire med varierende tykkelse mellom 2 – 25 m.

9.4.4 Berggrunnsgeologi og strukturgeologi

Det forventes at tunnelen hovedsakelig vil drives i Drammensgranitt hvor denne veksler mellom grovkornet til finkornet (stedvis aplittisk/veldig finkornet) og med varierende biotittinnhold. Nordover langs gamle Drammenbanen er det kartlagt økende biotittinnhold i granitten. Bergmassekvaliteten synes også å reduseres nordover. Det kan ikke utelukkes biotittinnholdet i bergmassen har sammenheng med grad av forvitring. Kartlegging av bergarten viser at overgangene mellom de ulike granittene er svært glidende. Fra vestre påhugg og frem til ca. profil 3400 er det kartlagt hovedsakelig finkornet granitt langs traséen. Videre er det kartlagt en variasjon av grov- og finkornet granitt, før det igjen går mer over til finkornet granitt sørover.

Det er kartlagt flere diabasganger langs gamle Drammenbanen. Enkelte av disse er kartlagt like over traséen, mens flere er kartlagt med noe avstand til traséen. Forløp av diabasganger som er kartlagt med avstand til traséen er vanskelig å fastslå med sikkerhet. Det må forventes at flere av disse kan opptre i tunnelen. Typisk bredde på diabasganger er 1-2 m, men bredde på opptil 10 m er kartlagt enkelte steder. Diabasganger kan fremstå som mer forvitret og oppsprukket enn sideberget. Diabasganger er flere steder kartlagt som svært oppsprukket og erfaringsmessig har disse ofte glatte sprekker inn mot nabobergartene. Det forventes på bakgrunn av dette at diabasganger vil kunne gi stabilitetsutfordringer i tunnelen.

Tunnelen er antatt å krysse ca. 20 svakhetssoner. Enkelte av disse forventes å være regionale forkastningssoner av betydelig størrelse. Sonene er vist i plan og profil i vedlegg 2. I forbindelse med rv. 23

Dagslett – Linnes er det utført både kjerneboringer og geofysiske undersøkelser i nærhet til tunnelen. Tolkede og påviste svakhetssoner fra disse undersøkelsene er interpolert mot Jensvollkorridoren. Enkelte av sonene er kartlagt langs Gamle Drammenbanen og enkelte av sonene er antatt ut fra lineamentstudier.

Typiske soneorienteringer som går igjen i området er N-S til NNV-SSØ og NNØ-SSV til NØ-SV. Dette sammenfaller med kartlagte hovedsprekkeretninger i området. Soner som følger kartlagte hovedsprekkeretninger forventes å ha steilt fall. Andre soner som krysser tunnelen, er antatt med steilt fall, med mindre grunnundersøkelser viser annet. De fleste sonene som krysser tunnelen har gunstig orientering til tunnelen, dvs. at de følger tunnelen over en relativt kort avstand.

Erfaringer fra nærområdet tilsier at svakhetssoner ofte opptrer med betydelig innhold av leire, gjerne med svellepotensiale. Leiren kan forekomme som markerte soner eller som omvandlede feltspatkrystaller i en ellers intakt bergart, hvor omvandlede krystaller ofte finnes i NØ-SV-orienterte soner og markerte soner/slepper ofte finnes i N-S-orienterte soner.

Kalderagrensen antas å ligge like vest for vestre tunnelpåhugg, ca. profil 2750. Det kan ikke utelukkes at bergmassen i påhuggsområdet er påvirket av dette.

Mellom profil ca. 3600 – 3700 (angitt som område C på ingeniørgeologisk tegning V11001 og V11103 i vedlegg 2) er det påvist flere kryssende svakhetssoner og diabassganger. Bergoverdekningen i dette området ligger rundt 35 m. I forbindelse med rv. 23 Dagslett – Linnes er det i dette området utført kjerneboring gjennom sonen over begge traséene. Det ble også skutt refraksjonseismikk langs to profiler over sonen. Disse undersøkelsene er utført over traséen som lå til grunn ved undersøkelsestidspunktet, og ligger anslagsvis 100 m fra dagens trasé. NGI's tolkning av disse er vist i egen farge i vedlegg 2 i tillegg til Norconsults egen tolkning.

9.4.5 Grunnvann

Tunnelen går under boligområde i vest, og ellers under skogkledd terreng og landbruksområder. Traséen ligger i nærhet til Skapertjern, myrområder og småvann. Flere av disse har kontakt med svakhetssoner orientert i NØ-SV som er antatt å krysse tunnelen. Det må forventes gjennomsettende sprekker langs markerte svakhetssoner, og det må med bakgrunn i dette forventes at det kan forekomme større vannlekkasjer i tunnelen ved kryssing av disse. Det må også forventes at svakhetssoner kan kommunisere med hverandre. Dette kan bety at N-S-orienterte soner potensielt kan få tilførsel av vann fra NØ-SV-orienterte soner som igjen får vanntilførsel fra nærliggende vannområder.

I prosjektet rv. 23 Dagslett – Linnes ble det utført 3 kjerneboringer med vanntapsmåling langs tunneltraséen. I tillegg er det hentet brønndata innenfor en sone på ca. 350 m fra den planlagte tunnelen. Resultater fra vanntapsmålinger indikerer generelt lav permeabilitet, med enkelte soner med moderat permeabilitet i kjerneboringene. Brønndata tyder på at det kan forventes artesisk overtrykk i området fra Kovestad gård og ned mot østre påhugg. Det må på bakgrunn av dette forventes høye vanntrykk på østre del av tunnelstrekningen.

I videre arbeider bør det vurderes brønnetablering med vanntapsmålinger gjennom større svakhetssoner, samt etablering av målinger for dokumentasjon av og overvåking av grunnvannstand. Dette bør benyttes videre til bestemmelse av riktige innlekkasjekrav langs tunnelen.

Det er kartlagt rustutfelling på berg ved gamle Drammenbanen. Dette indikerer høyt sulfatinnhold i berget, noe som kan medføre sur avrenning i tunnelen.

9.4.6 Bergspenninger

Erfaringer fra tunneler i nærområdet tilsier at det kan forventes bergslagsproblemer. Disse oppstår erfaringsmessig både i godt berg og i forbindelse med kryssing av svakhetssoner. Bergslag må også forventes å kunne oppstå i områder med relativt liten bergoverdekning.

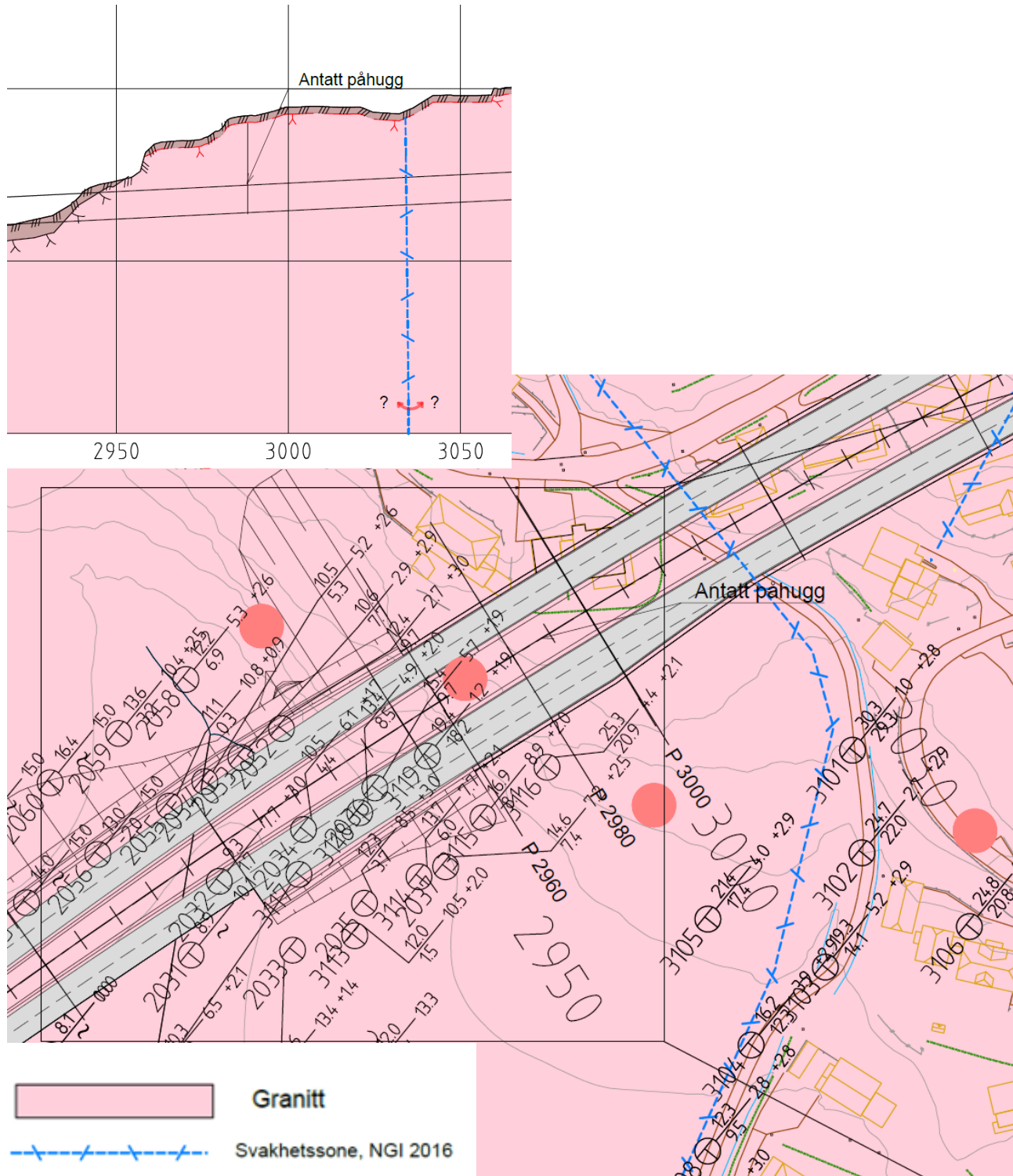
9.4.7 Tunnelpåhugg

Vestre påhugg vil etableres vest for Linnesbakken, sør for Linnes gård. Påhugget etableres med nærhet til boligfelt og tilhørende vegsystemer som ligger like øst for påhugget. Påhuggsflaten får en høyde på ca. 20 m og tunnelen får en overdekning på anslagsvis 15 m i påhugget.

Det er utført en del grunnboringer nært påhugget i forbindelse med rv. 23 Dagslett – Linnes. Det er ved gjennomføring av grunnundersøkelser påvist kvikkleire i nærområdet.

Norconsult har i all hovedsak kartlagt finkornet granitt i påhuggsområdet, og det forventes at tunnelen vil drives i finkornet granitt fra påhugget. Bergmassekvaliteten i påhugget må forventes å kunne være noe påvirket av nærhet til kalderagrensen.

Både på grunn av nærhet til boligområdet og påvist kvikkleire i nærområdet må det påregnes restriksjoner i forbindelse med sprengningsarbeider for forskjæringer, påhugg og tunnel. Vestre påhugg er vist i vedlegg 2 (tegning V11101), og utklipp fra denne er vist på figuren under.



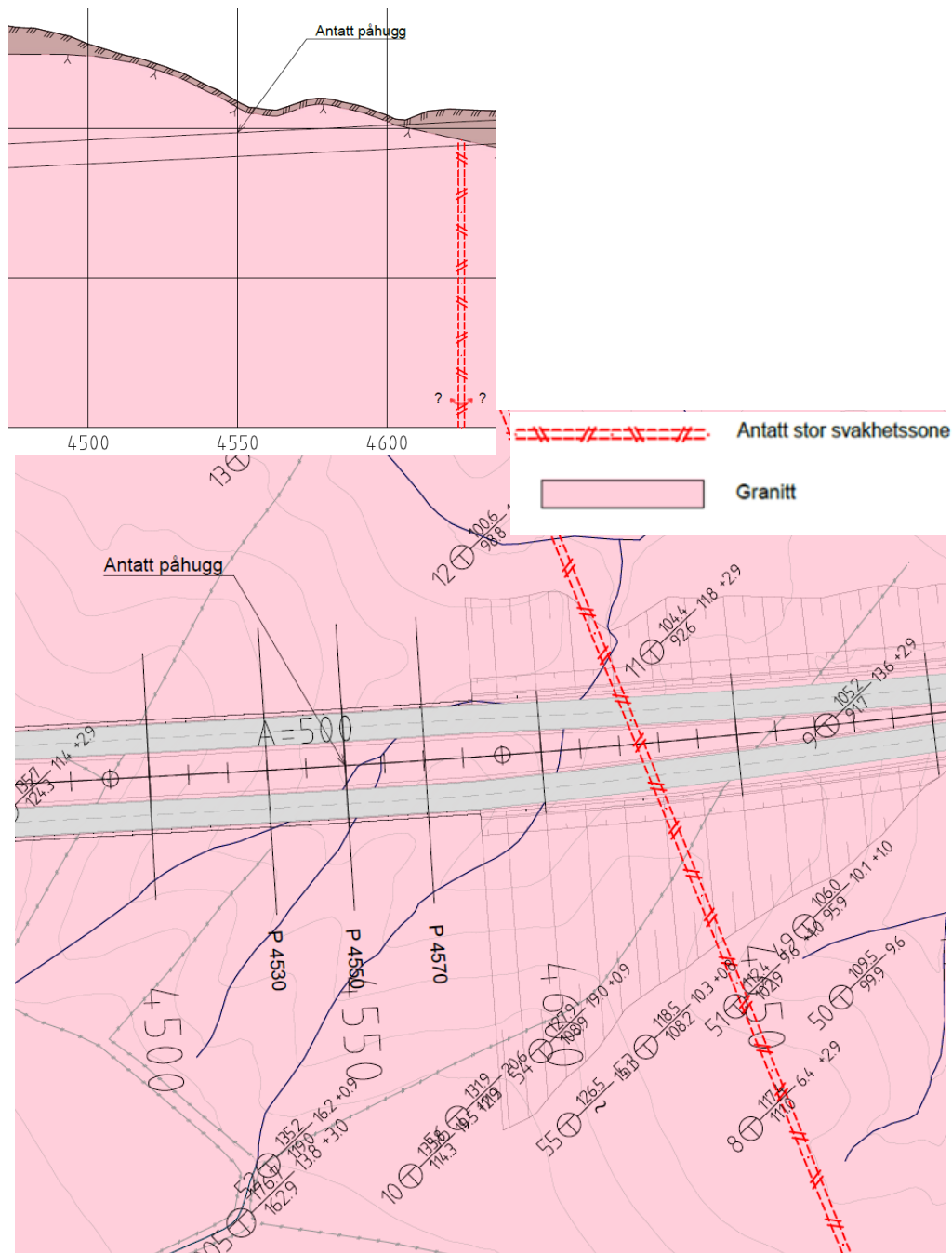
Figur 9-3: Utklipp fra tegning 11101 viser vestre påhuggsområde

Østre tunnelpåhugg er plassert ved Dagslett, vest for Daueruddalen, i et område med dyrket mark. Området er dekket av løsmasser bestående av silt og leire, hvor utførte grunnundersøkelser viser en varierende løsmassemekthet på 2-20 m i området. Tidligere utførte grunnundersøkelser er imidlertid utført med noe avstand til påhugget, og bergnivået her er dermed usikkert. Det bør planlegges for undersøkelser påhuggsområdet i neste prosjektfase. Løsmasseykkelser i nærhet til påhugget er stedvis store, noe som kan medføre behov for videre optimalisering av påhuggsplassering etter resultater fra grunnundersøkelser foreligger. Foreløpig anslås overdekningen i påhuggsområdet til å ligge rundt 10 m.

Kartlegging utført langs Drammenbanen viser hovedsakelig finkornet granitt. Med bakgrunn i dette forventes det også at bergmassen i påhuggsområdet vil bestå av finkornet granitt.

Bergmassekvaliteten i påhugget er vanskelig å estimere siden området er løsmassedekket. I forbindelse med prosjektet rv. 23 Dagslett – Linnes er det utført geofysiske undersøkelser ved østre påhugg, med en påhuggsplassering anslagsvis noen hundre meter sør for aktuell plassering for Jensvollkorridoren. Geofysiske undersøkelser påviste en lavhastighetssone (3400 m/s) langs sesimikkprofil P5/11, utført like ved påhugget. Lavhastighetssonen ble antatt å representere en N-S-orientert svakhetsone. Profil S1, som ligger like ved P5/11, men sentrert midt mellom tunnellopene, påviste ikke samme sone. Hastigheten i berget foruten lavhastighetssonen ble tolket til 4500 – 5000 m/s, noe som indikerer godt berg.

Påhugget er vist i vedlegg 2, på tegning V11102, og utklipp fra denne er vist på figuren under.



Figur 9-4: Utklipp fra tegning 11102 viser østre påhuggsområde

9.4.8 Håndtering av overskuddsmasser fra tunnel

Håndtering av overskuddsmasser fra tunnel antas på dette prosjektet å ha sammenheng med omfang av finkornet og grovkornet granitt som tunnelen drives gjennom, hvor finkornet granitt i større grad forventes å kunne brukes til byggeformål. Det gjøres derfor her et anslag av fordelingen av finkornet og grovkornet granitt i tunnelen. Dette anslaget baserer seg på egne feltobservasjoner, samt kartlegging utført av Reidar Trønnnes [29]. Anslaget er beheftet med en stor grad av usikkerhet, og det bør utføres en mer detaljert kartlegging langs tunneltraséen for å kunne gjøre et sikrere anslag.

Tabell 9-1: Antatt fordeling fin- og grovkornet granitt Jensvollkorridoren

Vanskelighetsgrad /Tunnel	Antatt fordeling Jensvoll
Finkornet granitt	57 %
Grovkornet granitt	43 %

9.4.9 Kritiske partier

Påvist kvikkleire i vestre påhuggsområde må undersøkes videre mtp. eventuelle sprengningsrestriksjoner for sprengning i dette området.

Vestre påhugg etableres i nærhet til boliger og vegsystem, og tunnelen krysser under utbygd område med ca. 25 m overdekning. Dette medfører behov for sprengningsrestriksjoner i dette området. Tiltak som forsiktig uttak av berg kan bli nødvendig. Grunnforholdene og bergnivået i overkant av påhugget må undersøkes nærmere.

I område C (angitt på ingeniørgeologisk tegning V11001 i vedlegg 2) er det påvist flere kryssende svakhetssoner og diabasganger som er antatt å krysse tunnelen. Bergoverdekningen i dette området ligger rundt 30 m. Det forventes vanskelige driveforhold i dette området og behov for tung sikring.

Traséen ligger i nærhet til Skapertjern, myrområder og småvann. Flere av disse har kontakt med svakhetssoner orientert i NØ-SV som er antatt å krysse tunnelen. I videre arbeider bør det vurderes brønnetablering med vanntapsmålinger gjennom større svakhetssoner, samt etablering av målinger for dokumentasjon av og overvåking av grunnvannstand.

I 2016 ble det utført en kartlegging med steinsprangfare til 4 eiendommer nært tunnelen til prosjektet rv. 23 Dagslett – Linnes. De 4 eiendommene er Kvernbakken 55, Kvernbakken 57, Sollibakken 11 og Øvre Linneslia 4. Det er konkludert fra rapport at sprengingsindusert vibrasjoner kan utsette disse eiendommene for steinsprangrisiko. Status for anbefalte sikringstiltak bør kontrolleres.

Ut fra vurderinger av berggrunnsgeologi, antatte svakhetssoner, topografi, synlig overflatevann, kartleggingsdata fra [10] og påhuggsforhold, er det gjort en vurdering av vanskelighetsgrad for tunneltraséen med hensyn til forinjeksjon. Vurderingen må anses som svært usikker og er vist i Tabell 9-2.

Tabell 9-2: Vanskelighetsgrad injeksjon Jensvolltunnelen

Vanskelighetsgrad /Tunnel	Injeksjonsomfang		
	1 - Normal	2 - Krevende	3 - Spesiell
Jensvoll	50 %	40 %	10 %

Det er også gjort en vurdering av bergmasseklassefordeling for tunneltraséen. Det er utført en overordnet klassifisering av bergmassekvalitet basert på bl.a. grunnlagsmateriale, kartgrunnlag, egne kartleggingsdata og tolkede svakhetssoner langs traseen. Bergmasseklassifiseringen er utført iht. til Q-systemet [52] og er vist i Tabell 9-3. Tilhørende sikringsklasser iht. Statens Vegvesens sikringstabell [4] er vist i samme tabell.

Klassifiseringen er beheftet med en stor grad av usikkerhet, og faktiske forhold må forventes å avvike fra det som er estimert her.

Tabell 9-3: Bergmasseklassifisering til Jensvolltunnelen

Bergmasseklasse	Sikringsklasse iht. Håndbok N500	Q-verdi		% av total tunnelengde	Tunnellengde [m]
		fra	til		
A/B	I	10	100	22 %	340
C	II	4	10	35 %	550
D	III	1	4	25 %	395
E	IV	0,1	1	15 %	235
F	V	0,01	0,1	3 %	50
G	VI	0,001	0,01	0 %	0
				100 %	1570

9.4.10 Anbefalte grunnundersøkelser

Det er gjort følgende vurdering med hensyn til undersøkelsesklasse/behov for grunnundersøkelser for tunnelen:

Tabell 9-4: Vurdert undersøkelsesklasse for tunnel i Jensvollkorridoren

Vanskelighetsgrad	Krav til berganlegget	Undersøkelsesklasse
Moderat	Stor	C

Foreslåtte supplerende undersøkelser baserer seg i stor grad på gjenbruk av resultater fra tidligere undersøkelser utført for rv. 23 Dagslett – Linnes, og det foreslås derfor få supplerende undersøkelser i vestre del av trasé.

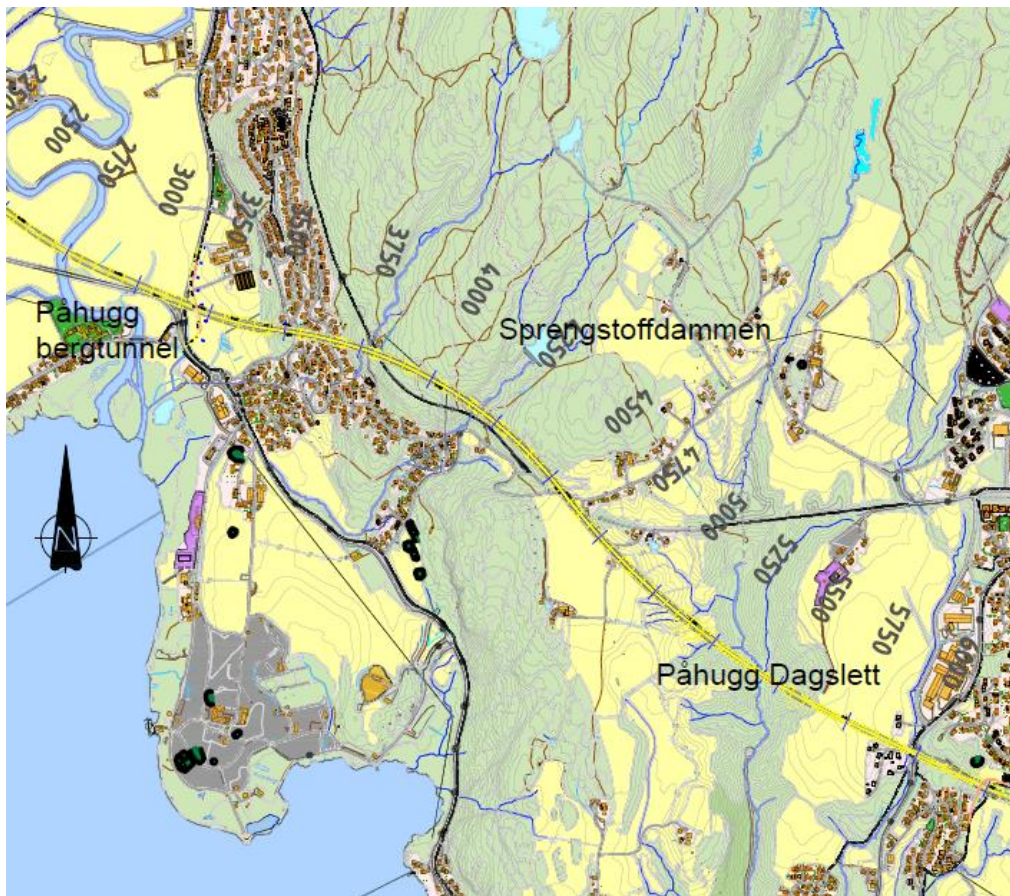
Grunnundersøkelser som anbefales gjennomført i neste fase er:

- Analyse av uran og thorium med XRF i felt
- Kartlegging av rustutfelling og svovelavsetninger i bergarter og analyse av svovel m.m. ved XRF i felt
- Kartlegging av usikre fundamenteringsforhold til bolighus langs tunneltraséen for videre vurdering av setningsfare i forbindelse med grunnvannssenking
- Gjennomføre grunnundersøkelser for videre kartlegging av kvikkleireforekomst påvist ved vestre påhugg.
- Vurdering av supplerende undersøkelser i angitt område C (vist på tegning V11103 i vedlegg 2)
- Vurdering av supplerende undersøkelser i områder hvor soner som er antatt å kommunisere med nærliggende vann krysser tunnelen. Baseres på supplerende kartlegging av svakhetssoner.
- Supplerende grunnboringer og totalsoneringer ved østre påhuggsområde for videre kartlegging av løsmassedybder
- Geofysiske undersøkelser i østre påhuggsområde for vurdering av bergmassekvalitet og eventuelle kryssende svakhetssoner
- Systematisk testing av stein for bruk til vegformål. Videre vurdering av hva som kan leveres til Drammen havn, og da gjenværende volum av overskuddsmasser

9.5 Vitbankkorridoren

9.5.1 Om traséen

Det finnes to veglinjer innenfor Vitbankkorridoren hvor tunneltraséen ligger tilnærmet likt for begge linjene. Vitbank under går i kulvert inn mot påhugg i vest, mens Vitbank over går i dagen inn mot bergtunnelen. For Vitbank over etableres det et sakset påhugg i verst. Vestgående løp har antatt påhuggsplassering i profil 3470 og østgående løp har antatt påhuggsplassering i profil 3485. Ved østre påhugg er alternativene (Vitbank over og Vitbank under) like. Linjealternativene omtales videre som ett alternativ. Tunnelen fortsetter på stigning i SØ-retning, og har samme påhuggsplassering ved Dagslett som tunnelalternativet i Jensvollkorridoren. Påhugget er antatt i ca. profil 5078. Tunnelen får en lengde på anslagsvis 2008 m. Tunneltraséen ligger ved vestre påhuggsområde, nært tunnelalternativet i rv. 23 Dagslett – Linnes. Sørøstover avviker tunnelen mer opp mot en avstand på ca. 250 m ved østre påhuggsområde.



Figur 9-5 Oversikt av plasseringen av Vitbanktunnelen

9.5.2 Topografi og bergoverdekning

Ved Linnes går tunnelen under et tettbebygd område med stigende terreng videre østover. Tunnelen fortsetter videre innover i Sørumsåsen. Her preges terrenget av forsenkninger med etablerte bekkedrag, ofte med NØ-SV-orientering. Videre østover, frem til Kovestad, går tunnelen under et skogskledd område. Ved Kovestad gård går tunnelen nært en dam som anses å ha stor naturverdi, ca. profil 4900. Videre går tunnelen under dyrket mark frem til østre påhugg.

Bergoverdekningen ligger ca. mellom 10 og 15 m ved vestre påhugg. Herifra stiger overdekningen raskt opp til ca. 20 m, hvor stigningen fortsetter jevnt langs de første ca. 500 m av tunnelen. Størst bergoverdekning oppnår tunnelen mellom profil 3800 – 4100, hvor denne ligger rundt 70 - 80 m. Ved ca. profil 4150 synker bergoverdekningen ned til ca. 45 m i et kryssende søkk. Videre sørøstover stiger overdekningen slakt opp mot ca. 70 m ved ca. profil 4250. Fra profil 4250 slaker terrenget ut frem til ca. profil 4900, og tunnelen får gradvis mindre overdekning pga. stigningen til tunnelen. Fra profil 4900 syker terrenget slakt ned mot påhugget i profil 5078. Her er overdekningen ca. 10 m.

9.5.3 Kwartærgeologi

Ifølge kvartærgeologisk kart fra NGU består området langs hoveddelen av tunnelstrekningen av bart berg. Det lokale terrenget er ellers preget av flere NØ-SV og N-S lineamenter og dalsøkk hvor det finnes løsmasser på overflaten.

I vestre påhuggsområde er det påvist marine avsetninger med varierende tykkelse 0 – 21 m. Det er ved utførte grunnundersøkelser påvist kvikkleire i nærhet til påhugget.

I østre påhuggsområde er det påvist marine avsetninger som silt og leire med varierende tykkelse mellom 1 – 25 m.

9.5.4 Berggrunnsgeologi og strukturgeologi

Det forventes at tunnelen hovedsakelig vil drives i Drammensgranitt hvor denne veksler mellom grovkornet til finkornet (stedvis aplittisk/veldig finkornet) og med varierende biotittinnhold. Nordover langs gamle Drammenbanen er det kartlagt økende biotittinnhold i granitten. Bergmassekvaliteten synes også å reduseres nordover. Det kan ikke utelukkes biotittinnholdet i bergmassen har sammenheng med grad av forvitring. Kartlegging av bergarten viser at overgangene mellom de ulike granittene er svært glidende. Fra vestre påhugg og frem til ca. profil 3900 er det kartlagt hovedsakelig finkornet granitt. Videre sørover er det kartlagt en blanding av fin- og grovkornet, før det igjen hovedsakelig er finkornet granitt.

Det er kartlagt flere diabasganger langs gamle Drammenbanen. Enkelte av disse er kartlagt like over traséen, mens flere er kartlagt med noe avstand til traséen. Forløp av diabasganger som er kartlagt med avstand til traséen er vanskelig å fastslå med sikkerhet. Det må forventes at flere av disse kan opptre i tunnelen. Typisk bredde på diabasganger er 1-2 m, men bredde på opptil 10 m er kartlagt enkelte steder. Diabasganger kan fremstå som mer forvitret og oppsprukket enn sideberget. Diabasganger er flere steder kartlagt som svært oppsprukket og erfaringsmessig har disse ofte glatte sprekker inn mot nabobergartene. Det forventes på bakgrunn av dette at diabasganger vil kunne gi stabilitetsutfordringer i tunnelen.

Tunnelen er antatt å krysse ca. 20 svakhetssoner. Enkelte av disse forventes å være regionale forkastningssoner av betydelig størrelse. Sonene er vist i plan og profil i vedlegg 3. I forbindelse med rv. 23 Dagslett – Linnes er det utført både kjerneboringer og geofysiske undersøkelser i nærhet til tunnelen. Tolkede og påviste svakhetssoner fra disse undersøkelsene er interpolert mot Vitbankkorridoren. Enkelte av sonene er kartlagt langs Gamle Drammenbanen og enkelte av sonene er antatt ut fra lineamentstudier.

Typiske soneorienteringer som går igjen i området er N-S til NNV-SSØ og NNØ-SSV til NØ-SV. Dette sammenfaller med kartagte hovedsprekkeretninger i området. Soner som følger kartlagte hovedsprekkeretninger forventes å ha steilt fall. Andre soner som krysser tunnelen, er antatt med steilt fall, med mindre grunnundersøkelser viser annet. De fleste sonene som krysser tunnelen har gunstig orientering til tunnelen, dvs. at de følger tunnelen over en relativt kort avstand.

Erfaringer fra nærområdet tilsier at svakhetssoner ofte opptrer med betydelig innhold av leire, gjerne med svellepotensiale. Leiren kan forekomme som markerte soner eller som omvandlede feltspatkrystaller i en ellers intakt bergart, hvor omvandlede krystaller ofte finnes i NØ-SV-orienterte soner og markerte soner/slepper ofte finnes i N-S-orienterte soner.

Kalderagrensen antas å ligge like vest for vestre tunnelpåhugg, ca. profil 3100. Det kan ikke utelukkes at bergmassen i påhuggsområdet er påvirket av dette.

Mellom profil ca. 4100 – 4200 (angitt som område C i vedlegg 3) er det påvist flere kryssende svakhetssoner og diabassganger. Bergoverdekningen i dette området ligger rundt 40 m. I forbindelse med rv. 23 Dagslett – Linnes er det i dette området utført kjerneboring gjennom sonen over begge traséene. Det ble også skutt refraksjonsseismikk langs to profiler over sonen. Disse undersøkelsene er utført over traséen som lå til grunn ved undersøkelsestidspunktet, og ligger anslagsvis 100 m fra dagens trasé. NGI's tolkning av disse er vist i egen farge på tegninger i vedlegg 3, i tillegg til Norconsults egen tolkning.

9.5.5 Grunnvann

Tunnelen går under boligområde i vest, og ellers under skogkledd terreng og landbruksområder. Traséen ligger i nærhet til Skapertjern, myrområder og småvann. Flere av disse har kontakt med svakhetssoner orientert i NØ-SV som er antatt å krysse tunnelen. Det må forventes gjennomsettende sprekker langs markerte svakhetssoner, og det må med bakgrunn i dette forventes at det kan forekomme større vannlekkasjer i tunnelen ved kryssing av disse. Det må også forventes at svakhetssoner kan kommunisere med hverandre. Dette kan bety at N-S-orienterte soner potensielt kan få tilførsel av vann fra NØ-SV-orienterte soner som igjen får vanntilførsel fra nærliggende vannområder.

I prosjektet rv. 23 Dagslett – Linnes ble det utført 3 kjerneboringer med vanntapsmåling langs tunneltraséen. I tillegg er det hentet brønndata innenfor en sone på ca. 350 m fra den planlagte tunnelen. Resultater fra vanntapsmålinger indikerer generelt lav permeabilitet, med enkelte soner med moderat permeabilitet i kjerneboringene. Brønndata tyder på at det kan forventes artesisk overtrykk i området fra Kovestad gård og ned mot østre påhugg. Det må på bakgrunn av dette forventes høye vanntrykk på østre del av tunnelstrekningen.

I videre arbeider bør det vurderes brønnetablering med vanntapsmålinger gjennom større svakhetssoner, samt etablering av målinger for dokumentasjon av og overvåking av grunnvannstand. Dette bør benyttes videre til bestemmelse av riktige innlekkasjekrav langs tunnelen.

Det er kartlagt rustutfelling på berg ved gamle Drammenbanen. Dette indikerer høyt sulfatinnhold i berget, noe som kan medføre sur avrenning i tunnelen.

9.5.6 Bergspenninger

Erfaringer fra tunneler i nærområdet tilsier at det kan forventes bergslagsproblemer. Disse oppstår erfaringsmessig både i godt berg og i forbindelse med kryssing av svakhetssoner. Bergslag må også forventes å kunne oppstå i områder med relativt liten bergoverdekning.

9.5.7 Tunnelpåhugg

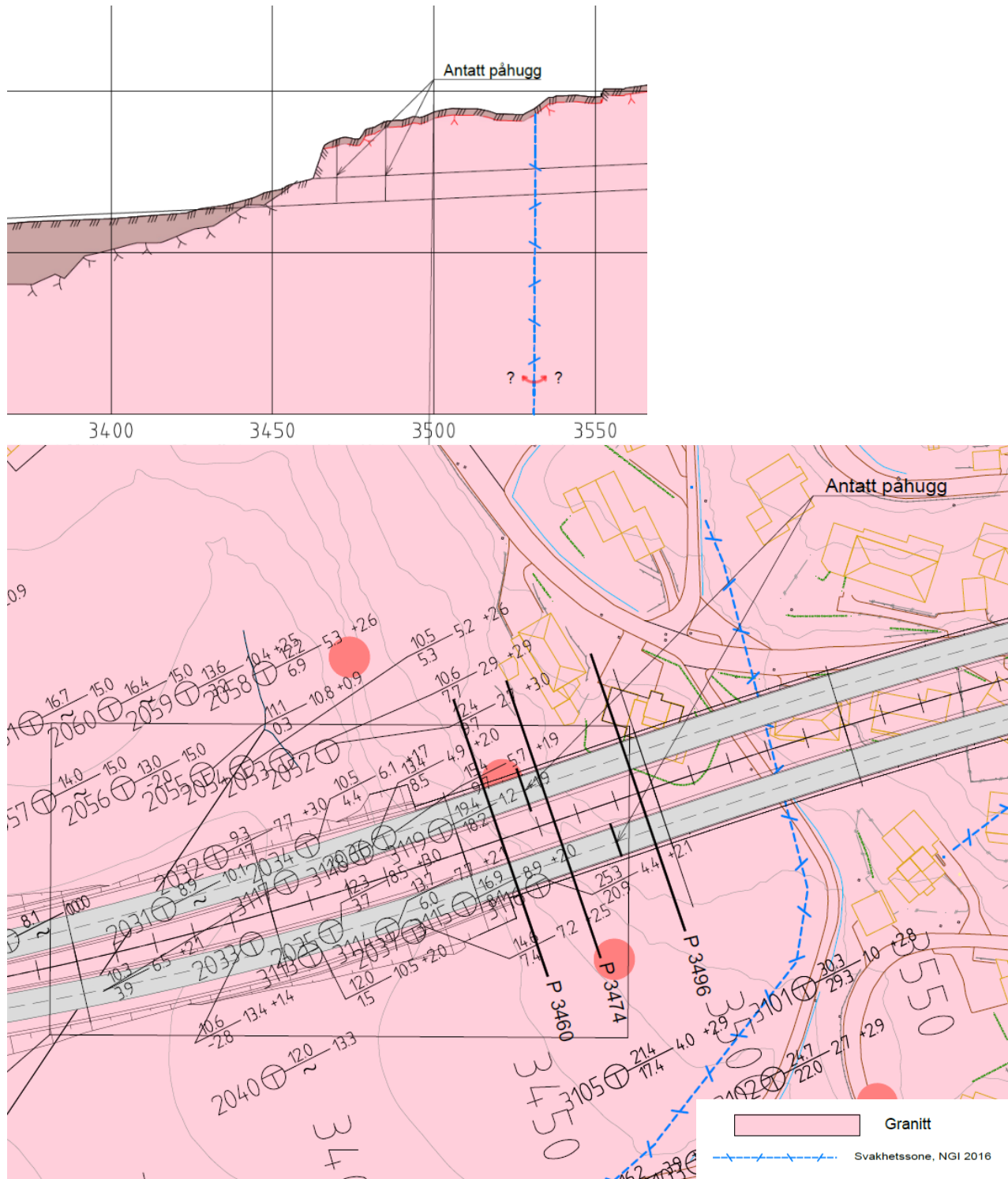
Vestre påhugg vil etableres vest for Linnesbakken, sør for Linnes gård. Påhugget etableres med nærhet til boligfelt og tilhørende vegsystemer som ligger like øst for påhugget. Påhuggsflaten får en høyde på ca. 20-25 m og tunnelen får en bergoverdekning på ca. 10-15 m i påhugget.

Det er utført en del grunnboringer nært påhugget i forbindelse med rv. 23 Dagslett – Linnes. Det er ved gjennomføring av grunnundersøkelser påvist kvikkleire i nærområdet.

Norconsult har i all hovedsak kartlagt finkornet granitt i påhuggsområdet, og det forventes at tunnelen vil drives i finkornet granitt fra påhugget. Bergmassekvaliteten i påhugget må forventes å kunne være noe påvirket av nærhet til kalderagrensen.

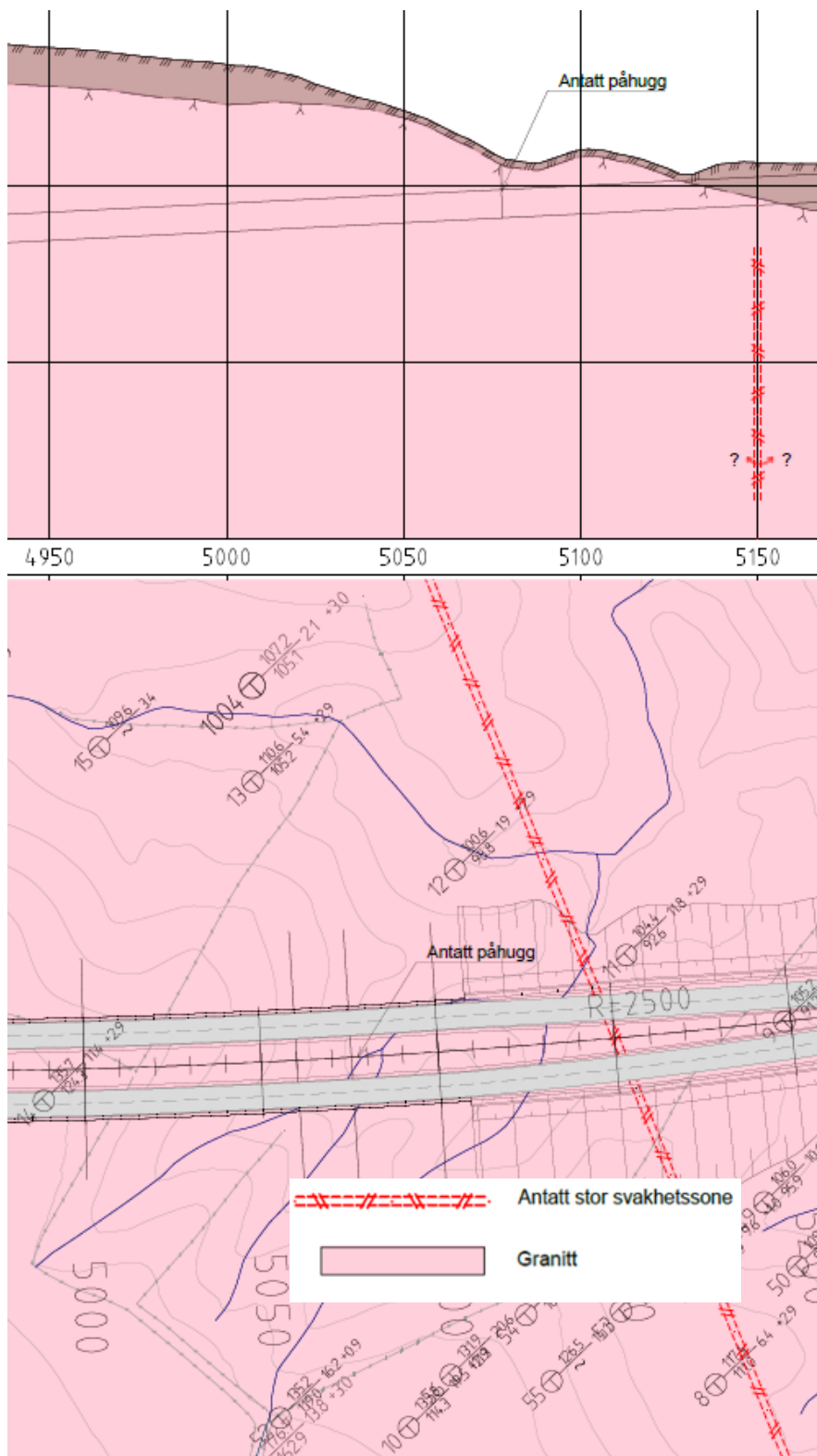
Både på grunn av nærhet til boligområdet og påvist kvikkleire i nærområdet må det påregnes restriksjoner i forbindelse med sprengningsarbeider for forskjæringer, påhugg og tunnel.

Vestre påhugg er vist i vedlegg 3 (tegning V13101), og utklipp fra denne er vist på figuren under.



Figur 9-6: Utklipp fra tegning V13101 som viser vestre påhuggsområde

Østre tunnelpåhugg har samme plassering som tunnelalternativet i Jensvollkorridoren. Overdekningen i påhugget vil ligge rundt 10 m. Grunnet manglende utførte grunnundersøkelser i påhuggsområdet ved innsendelse av rapport er bergoverdekningen her usikker. Løsmassetykkelser i området er stedvis store, noe som kan medføre behov for videre optimalisering av påhuggsplassering etter resultater fra grunnundersøkelser foreligger. Påhugget er vist i vedlegg 3 (tegning V13102) og utklipp fra denne er vist på figuren under.



Figur 9-7: Utklipp fra tegning V13102 som viser østre påhuggsområde

9.5.8 Håndtering av overskuddsmasser fra tunnel

Håndtering av overskuddsmasser fra tunnel antas på dette prosjektet å ha sammenheng med omfang av finkornet og grovkornet granitt som tunnelen drives gjennom, hvor finkornet granitt i større grad forventes å kunne brukes til byggeformål. Det gjøres derfor her et anslag av fordelingen av finkornet og grovkornet granitt i tunnelen. Dette anslaget baserer seg på egne feltobservasjoner, samt kartlegging utført av Reidar Trønnnes [29]. Anslaget er beheftet med en stor grad av usikkerhet, og det bør utføres en mer detaljert kartlegging langs tunneltraséen for å kunne gjøre et sikrere anslag.

Tabell 9-5: Antatt fordeling fin- og grovkornet granitt Tunnel Vitbankkorridoren

Vanskelighetsgrad /Tunnel	Antatt fordeling tunnel Vitbankkorridoren
Finkornet granitt	61 %
Grovkornet granitt	39 %

9.5.9 Kritiske partier

Påvist kvikkleire i vestre påhuggsområde må undersøkes videre mtp. eventuelle sprengningsrestriksjoner for sprengning i dette området.

Vestre påhugg etableres i nærhet til boliger og vegsystem, og tunnelen krysser under utbygd område med ca. 25 m overdekning. Dette medfører behov for sprengningsrestriksjoner i dette området. Tiltak som forsiktig uttak av berg kan bli nødvendig. Grunnforholdene og bergnivået i overkant av påhugget må undersøkes nærmere. Det er registrert massiv og grovkornet granitt like nord for planlagt påhugg.

I område C (angitt på ingeniørgeologisk tegning V13001 og V13103 i vedlegg 3) viser NGU's dypforvittringskart potensiell dypforvitring i bergmassen. I dette området er det vurdert flere kryssende svakhetssoner og kartlagt flere diabasganger som vil krysse tunnelen. Bergoverdekningen i dette området ligger rundt 40 m. Det forventes vanskelige driveforhold i dette området og behov for tung sikring.

Traséen ligger i nærhet til Skapertjern, myrområder og småvann. Flere av disse har kontakt med svakhetssoner orientert i NØ-SV som er antatt å krysse tunnelen. I videre arbeider bør det vurderes brønnetablering med vanntapsmålinger gjennom større svakhetssoner, samt etablering av målinger for dokumentasjon av og overvåking av grunnvannstand.

I 2016 ble det utført en kartlegging med steinsprangfare til 4 eiendommer nært tunnelen til prosjektet rv. 23 Dagslett – Linnes. De 4 eiendommene er Kvernbakken 55, Kvernbakken 57, Sollibakken 11 og Øvre Linneslia 4. Det er konkludert fra rapport at sprengingsindusert vibrasjoner kan utsette disse eiendommene for steinsprangrisiko. Status for anbefalte sikringstiltak bør kontrolleres.

Ut fra vurderinger av berggrunnsgeologi, antatte svakhetssoner, topografi, synlig overflatevann, kartleggingsdata fra [10] og påhuggsforhold, er det gjort en vurdering av vanskelighetsgrad for tunneltraséen med hensyn til forinjeksjon. Vurderingen må anses som svært usikker. Se Tabell 9-6 for klassifisering til Vitbanktunnelen.

Tabell 9-6: Vanskelighetsgrad injeksjon

Vanskelighetsgrad /Tunnel	Injeksjonsomfang		
	1 - Normal	2 - Krevende	3 - Spesiell
Vitbank	50 %	40 %	10 %

Det er også gjort en vurdering av bergmasseklassefordeling for tunneltraséen. Det er utført en overordnet klassifisering av bergmassekvalitet basert på bl.a. tidligere grunnlagsmateriale, kartgrunnlag og egne kartleggingsdata. Bergmasseklassifiseringen er utført iht. til Q-systemet [52] og er vist i Tabell 9-7.

Tilhørende sikringsklasser iht. Statens Vegvesens sikringstabell [4] er vist i samme tabell. Klassifiseringen er beheftet med en stor grad av usikkerhet, og faktiske forhold må forventes å avvike fra det som er estimert her.

Tabell 9-7: Bergmasseklassifisering til Vitbanktunnelen

Bergmasseklasse	Sikringsklasse iht. Håndbok N500	Q-verdi		% av total tunnelengde	Tunnellengde [m]
		fra	til		
A/B	I	10	100	20 %	320
C	II	4	10	40 %	640
D	III	1	4	25 %	400
E	IV	0,1	1	12 %	190
F	V	0,01	0,1	3 %	50
G	VI	0,001	0,01	0 %	0
				100 %	1600

9.5.10 Anbefalte grunnundersøkelser

Det er gjort følgende vurdering med hensyn til undersøkelsesklasse/behov for grunnundersøkelser for tunnelen:

Tabell 9-8: Vurdert undersøkelsesklasse for tunnel i Vitbankkorridoren

Vanskelighetsgrad	Krav til berganlegget	Undersøkelsesklasse
Moderat	Stor	C

Foreslåtte supplerende undersøkelser baserer seg i stor grad på gjenbruk av resultater fra tidligere undersøkelser utført for rv. 23 Dagslett – Linnes, og det foreslås derfor få supplerende undersøkelser i vestre del av trasé.

Grunnundersøkelser som anbefales gjennomført i neste fase er:

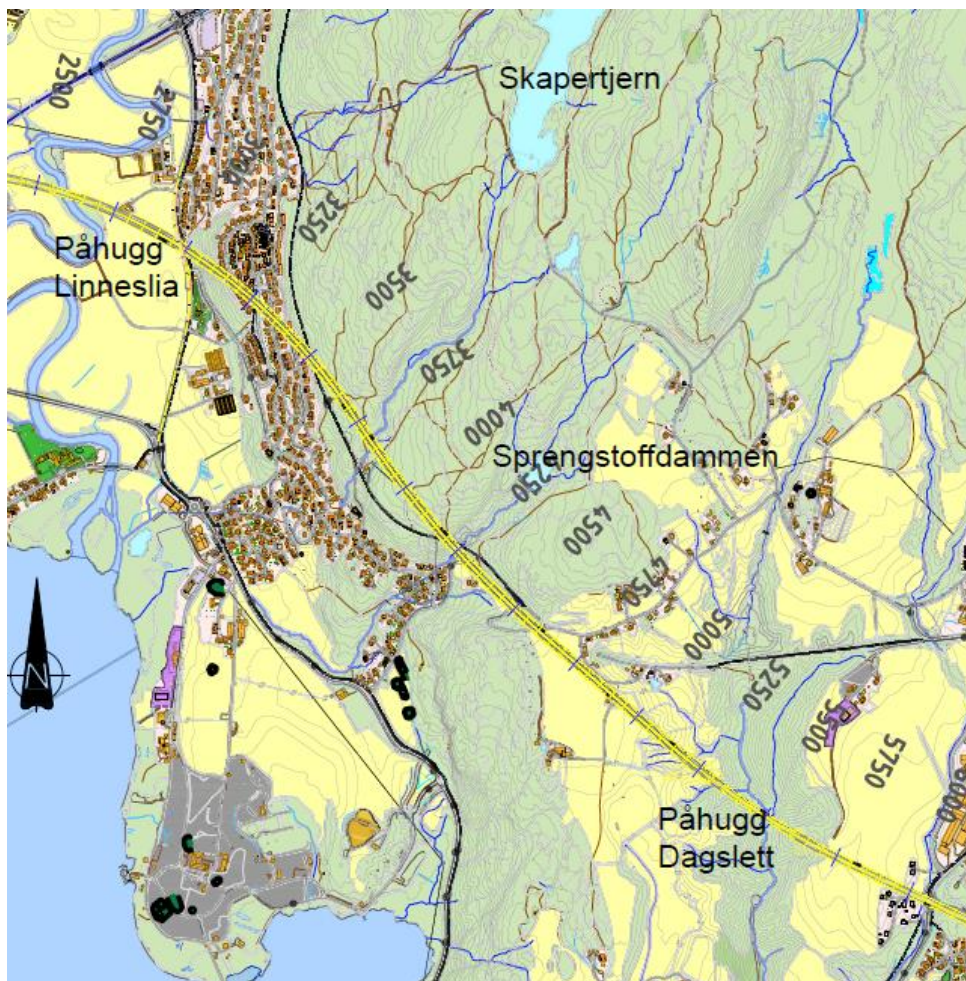
- Analyse av uran og thorium med XRF i felt
- Kartlegging av rustutfelling og svovelavsetninger i bergarter og analyse av svovel m.m. ved XRF i felt
- Kartlegging av usikre fundamenteringsforhold til bolighus langs tunneltraséen for vurdering av setningsfare i forbindelse med grunnvannssenking
- Gjennomføre grunnundersøkelser for videre kartlegging av kvikkleireforekomst påvist ved vestre påhugg.
- Vurdering av supplerende undersøkelser i angitt område C i vedlegg 3 (tegning V13001 og V13103)
- Vurdering av supplerende undersøkelser i områder hvor soner som er antatt å kommunisere med nærliggende vann krysser tunnelen. Baseres på supplerende kartlegging av svakhetssoner.
- Supplerende grunnboringer og totalsoneringer ved østre påhuggsområde for videre kartlegging av løsmassedybder
- Geofysiske undersøkelser i påhuggsområder for vurdering av bergmassekvalitet og eventuelle kryssende svakhetssoner
- Systematisk testing av stein for bruk til vegformål. Videre vurdering av hva som kan leveres til Drammen havn, og da gjenværende volum av overskuddsmasser

9.6 Husebykorridoren

9.6.1 Om traséen

Det foreligger to alternative linjer innenfor Husebykorridoren. Horisontalgeometrien er tilnærmet den samme for begge alternativer, mens vertikalgeometrien avviker fra hverandre i den vestre delen av tunnelen. I vest ligger under-alternativet lavere enn dagens terreng, mens i over-alternativet ligger traséen omtrent på terreng inn mot portalen, hvor Tuverudvegen løftes over E134. Det henvises til vedlegg 4 (tegning V15001 og V15002) for oversikt over linjene. Alternativ Huseby under er kun vist på lengdeprofiler.

Alternativ Huseby over får en lengde på anslagsvis 2100 m. Påhuggene for hhv. vestgående og østgående løp er forskjøvet ca. 20 m i forhold til hverandre, slik at påhugget til vestgående løp antas i profil 3040 og påhugg til østgående løp antas i profil 3060. For alternativ Huseby under får tunnelen en lengde på ca. 2095 m. Tunnelen fortsetter, for begge alternativene, på stigning i SØ-retning og har samme østre påhuggsplassering ved Dagslett, som tunnelalternativet i Jensvollkorridoren og Vitbankkorridoren. Påhugget er antatt i ca. profil 5155.



Figur 9-8: Oversikt over tunneltraséen for Husebykorridoren

9.6.2 Topografi og bergoverdekning

Fra vestre påhugg går tunnelen inn under et boligområde som dekker de første ca. 500 m av tunnelen. Videre går tunnelen under gamle Drammenbanen, og fortsetter inn Sørumsåsen, på sørsiden av Sprengstoffdammen. Sørumsåsen er stedvis gjennomslått av dyprenner/bekkefar, gjerne NØ-SV-orientert. Fra ca. profil 4600 og frem til østre påhugg ved profil ca. 5155, går tunnelen under jordbruksarealer med lite kupering.

Overdekningsforholdene beskrives her for alternativ Huseby over. Overdekningen i vestre påhuggsområde ligger rundt 10-15 m. Overdekningen stiger herifra raskt opp til 30-40 m og ligger rundt samme frem til ca. profil 3350. Fra ca. profil 3350 stiger terrenget slakt frem til ca. profil 3600 hvor overdekningen ligger rundt 80 m. Fra ca. 3600 og frem til 4190 ligger overdekningen rundt det samme. Herifra synker overdekningen ned mot ca. profil 4260 hvor denne ligger rundt 40 m. Videre flater terrenget ut frem til ca. profil 4450. Fra profil 4450 stiger terrenget slakt frem til profil 4680 hvor overdekningen ligger rundt 70 m. Fra 4680 synker overdekningen gradvis pga. stigning på tunnelen frem mot påhugget hvor overdekningen ligger rundt ca. 10 m.

9.6.3 Kvartærgeologi

Ifølge kvartærgeologisk kart fra NGU er størsteparten av terrenget over tunnelen bart berg. Lokale søkk over tunnelen forventes å være løsmassefylte. Den sørligste delen av tunnelen er dekket av løsmasser, som ifølge grunnboringer har en mektighet på 1-25 m, og består av leire. Det er planlagt supplerende grunnboringer i dette området.

Ved vestre påhuggsområde består løsmassene av bløt til middels fast leire. I nærhet til vestre påhuggsområde kan det ifølge NVE's kart forventes kvikkleire [53].

9.6.4 Berggrunnsgeologi og strukturgeologi

Det forventes at tunnelen hovedsakelig vil drives i Drammensgranitt hvor denne veksler mellom grovkornet til finkornet (stedvis aplittisk/veldig finkornet) og med varierende biotittinnhold. over langs gamle Drammenbanen er det kartlagt økende biotittinnhold i granitten. Bergmassekvaliteten synes også å reduseres nordover. Det kan ikke utelukkes biotittinnholdet i bergmassen har sammenheng med grad av forvitring. Kartlegging av bergarten viser at overgangene mellom de ulike granittene er svært glidende. Ved vestre påhuggsområde viser bl.a. kartlegging utført av A. Gaut at det i de ca. første 350 m av tunnelen kan forventes ulike porfyrer med gjennomsettende diabasganger [18]. Dette ble også bekreftet ved egen kartlegging foretatt juni 2020. Figur 9-9 viser bilde fra Linnesbakken, der det er kartlagt flere diabasganger og rustutfelling i granitt. Kartlegging utført av A. Gaut viser også at tunnelen vil krysse kalderagrensen i området rundt profil 3150. Like nord for påhuggsområdet er det kartlagt vulkansk breksje [18]. Bergmassekvaliteten fra vestre påhuggsområde og innover i den første delen av tunnelen forventes på bakgrunn av dette å være lav.



Figur 9-9 Bilde fra Linneshakken syd for planlagt vestre påhugg. Bildet viser bred diabasgang samt forvitret granitt med rustutfelling.

Det er kartlagt flere diabasganger langs gamle Drammenbanen. Disse er i stor grad kartlagt med noe avstand til traséen, og forløp videre er vanskelig å fastslå med sikkerhet. Det forventes imidlertid at traséen vil krysses av flere av disse diabasgangene. Typisk bredde på diabasganger er 1-2 m, men bredde på opptil 10 m er kartlagt enkelte steder. Diabasganger kan fremstå som mer forvitret og oppsprukket enn sideberget. Diabasganger er flere steder kartlagt som svært oppsprukket og erfaringsmessig har disse ofte glatte sprekker inn mot nabobergartene. Det forventes på bakgrunn av dette at diabasganger vil kunne gi stabilitetsutfordringer i tunnelen.

Det er antatt at tunnelen vil krysse ca. 21 svakhetssoner. Enkelte av disse forventes å være regionale forkastningssoner av betydelig størrelse. Sonene er vist i plan og profil i vedlegg 4. Det er utført få for- og grunnundersøkelser over tunneltraséen, og de fleste svakhetssonene er antatt ut fra feltkartlegging og/eller lineamentstudier. Enkelte av sonene er påvist ved grunnundersøkelser utført for rv. 23 Dagslett – Linnesh, og interpolert videre opp mot Husebykorridoren.

Mellom profil ca. 4200 – 4300 (angitt som område C på ingeniørgeologisk tegning V15001 og 15103 i vedlegg 4) er det påvist flere svakhetssoner og diabasganger som antas å krysse tunnelen. Bergoverdekningen i dette området ligger rundt 30 m. Dette området ligger også like sør for Sprengstoffdammen, med omtrentlig horisontalavstand på 200 m. I forbindelse med rv. 23 Dagslett – Linnesh er det i dette området tidligere utført kjerneboring gjennom sonen over begge traséene. Det ble også skutt refraksjonsseismikk langs to profiler over sonen. Disse undersøkelsene er utført over traséen som lå til grunn ved undersøkelsestidspunktet, og ligger anslagsvis 100 m fra dagens trasé. Undersøkelsene påviste flere

kryssende soner og diabasganger i dette området. NGU's tolkning av disse er vist i egen farge på tegninger i vedlegg 4.

Typiske soneorienteringer som går igjen i området er N-S til NNV-SSØ og NNØ-SSV til NØ-SV. Dette sammenfaller med kartlagte hovedsprekkeretninger i området. Soner som følger kartlagte hovedsprekkeretninger forventes å ha steilt fall. Andre soner som krysser tunnelen, er antatt med steilt fall, med mindre grunnundersøkelser viser annet. De fleste sonene som krysser tunnelen har gunstig orientering til tunnelen, dvs. at de følger tunnelen over en relativt kort avstand.

I forbindelse med rv. 23 Dagslett – Linnes er det utført både kjerneboringer og geofysiske undersøkelser i nærhet til tunneltraséen. Tolkede og påviste svakhetssoner fra disse undersøkelsene er vist på ingeniørgeologiske tegninger i egen farge. Enkelte av sonene er kartlagt i felt ved utført kartlegging langs gamle Drammenbanen. Andre soner er antatt ut fra lineamentstudier.

Erfaringer fra nærområdet tilsier at svakhetssoner ofte opptrer med betydelig innhold av leire, gjerne med svellepotensiale. Leiren kan forekomme som markerte soner eller som omvandlede feltspatkrystaller i en ellers intakt bergart, hvor omvandlede krystaller ofte finnes i NØ-SV-orienterte soner og markerte soner/slepper ofte finnes i N-S-orienterte soner.

9.6.5 Grunnvann

Tunnelen går under boligområde i vest, og ellers under skogkledd terreng og landbruksområder. Traséen ligger i nærhet til Skapertjern, myrområder og småvann. Flere av disse har kontakt med svakhetssoner orientert i NØ-SV som er antatt å krysse tunnelen. Det må forventes gjennomsettende sprekker langs markerte svakhetssoner, og det må med bakgrunn i dette forventes at det kan forekomme større vannlekkasjer i tunnelen ved kryssing av disse. Det må også forventes at svakhetssoner kan kommunisere med hverandre. Dette kan bety at N-S-orienterte soner potensielt kan få tilførsel av vann fra NØ-SV-orienterte soner som igjen får vanntilførsel fra nærliggende vannområder.

I prosjektet rv. 23 Dagslett – Linnes ble det utført 3 kjerneborehull med vanntapsmåling langs tunneltraséen. I tillegg er det hentet brønndata innenfor en sone på ca. 350 m fra den planlagte tunnelen. Resultater fra vanntapsmålinger indikerer generelt lav permeabilitet, med enkelte soner med moderat permeabilitet i kjerneborehullene. Børnndata tyder på at det kan forventes artesisk overtrykk i området fra Kovestad gård og ned mot østre påhugg. Det må på bakgrunn av dette forventes høye vanntrykk på sørøstre del av tunnelstrekningen.

I videre arbeider bør det vurderes brønnetablering med vanntapsmålinger gjennom større svakhetssoner, samt etablering av målinger for dokumentasjon av og overvåking av grunnvannstand. Dette bør benyttes videre til bestemmelse av riktige innlekkasjekrav langs tunnelen.

Kartlagt rustutfelling på berg ved gamle Drammenbanen indikerer høyt sulfatinnhold i berget, noe som kan medføre sur avrenning i tunnelen.

9.6.6 Bergspenninger

Erfaringer fra tunneler i nærområdet tilsier at det kan forventes bergslagsproblemer. Disse oppstår erfaringsmessig både i godt berg og i forbindelse med kryssing av svakhetssoner. Bergslag må også forventes å kunne oppstå i områder med relativt liten bergoverdekning.

9.6.7 Tunnelpåhugg

Alternativ Huseby over

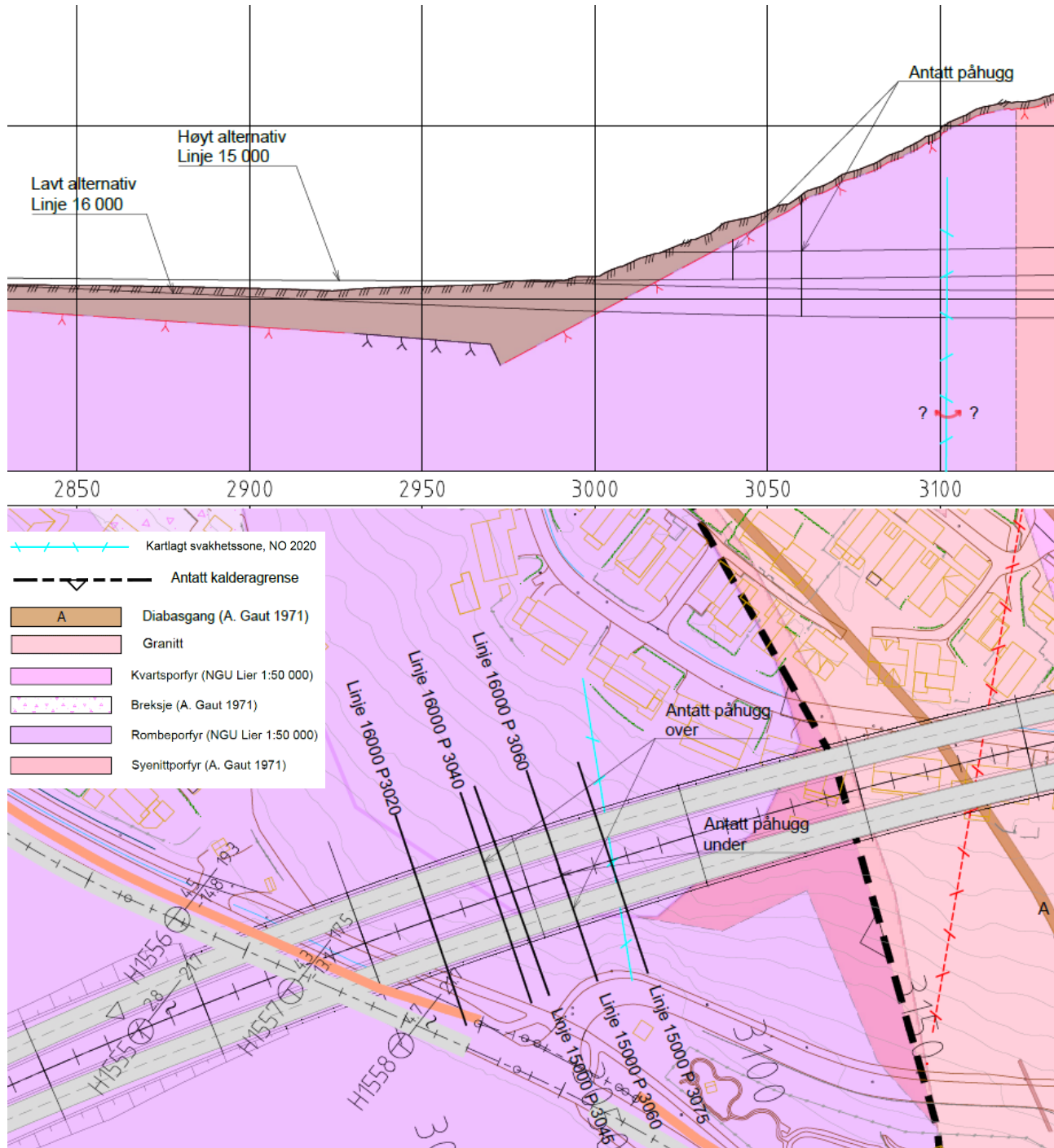
I alternativ Huseby over er påhugget plassert i bratt terreng øst for Tuverudvegen. Påhugget etableres sakset. Terrengen består av bart berg med antatt tynt løsmassedekke. Det er utført få grunnundersøkelser i påhuggsområdet. Det bør vurderes grunnundersøkelser i dette området i neste fase.

Like innenfor påhugget krysser tunnelen under boligområde, og det må forventes restriksjoner i forbindelse med sprengning både for påhugg og ved driving av tunnel videre inn under boligområdet.

I påhuggsområdet forventes det at bergmassen består av rombeporfyr. Bergmassekvaliteten i påhuggsområdet forventes å til dels være lav. Kalderagrensen, som er antatt å krysse tunnelen ved ca. profil 3150, må forventes å ha kunne påvirket bergmassekvaliteten ved påhuggsområdet, og bergmassekvaliteten i dette området må undersøkes nærmere i neste fase av prosjektet.

Det bratte terrenget over påhugget gir, ifølge NVE's aktsomhetskart, potensiale for snøskred ved påhuggsområdet. [54]

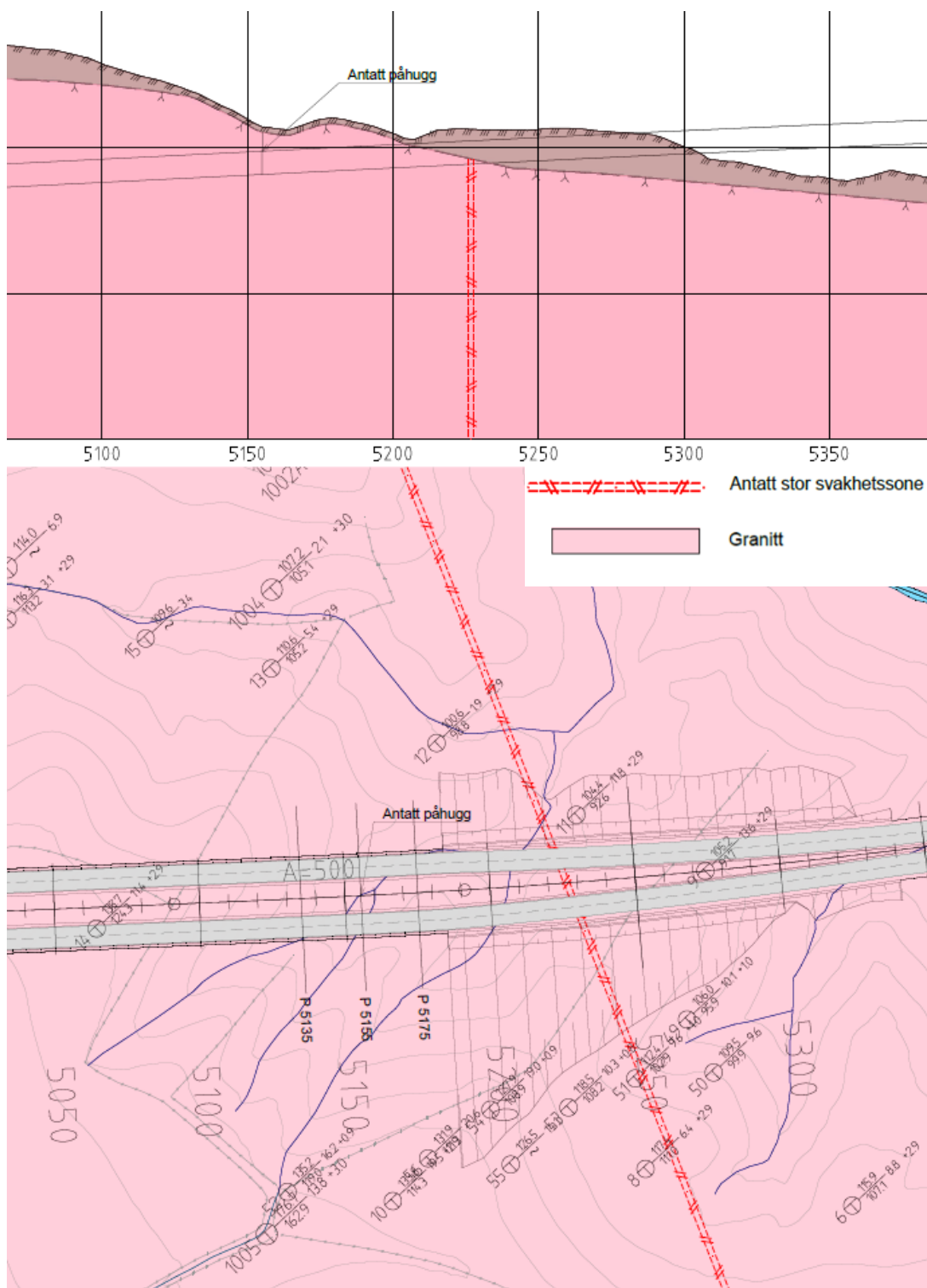
Begge alternativene (Huseby over og Huseby under) er vist i lengdeprofilet i vedlegg 4, på tegning V15101, og utklipp fra denne er vist på figuren nedenfor.



Figur 9-10: Utklipp fra tegning V15101 som viser vestre påhuggsområde

Østre påhugg

Østre tunnelpåhugg har tilnærmet plassering som Jensvoll og Vitbankkorridiren. Overdekningen i påhugget vil ligge rundt 10 m. Totalsonderinger utført i nærhet til påhugget viser varierende løsmassedybder fra ca. 2 til 20 m. De fleste totalsonderingene viser løsmasseemektigheter mellom 10 og 20 m. Det bør planlegges med supplerende grunnundersøkelser i påhuggsområdet for bedre kontroll på bergoverflaten og videre optimalisering av påhuggsplasseringen. Påhugget er vist i vedlegg 4, på tegning V15102, og utklipp fra denne er vist på figuren under.



Figur 9-11: Utklipp fra tegning V15102 som viser Østre påhuggsområde

9.6.8 Håndtering av overskuddsmasser fra tunnel

Håndtering av overskuddsmasser fra tunnel antas på dette prosjektet å ha sammenheng med omfang av finkornet og grovkornet granitt som tunnelen drives gjennom, hvor finkornet granitt i større grad forventes å kunne brukes til byggeformål. Det gjøres derfor her et anslag av fordelingen av finkornet og grovkornet granitt i tunnelen. Dette anslaget baserer seg på egne feltobservasjoner, samt kartlegging utført av Reidar Trønnes [29]. Anslaget er beheftet med en stor grad av usikkerhet, og det bør utføres en mer detaljert kartlegging langs tunneltraséen for å kunne gjøre et sikrere anslag.

Tabell 9-9: Antatt fordeling av fin- og grovkornet granitt Husebykorridoren

Vanskelighetsgrad /Tunnel	Antatt fordeling tunnel Husebykorridoren
Finkornet granitt	43 %
Grovkornet granitt	45 %
Andre bergarter	12 %

9.6.9 Kritiske partier

Tunnelen krysser flere svakhetssoner med tilknytning til nærliggende vann-/myrområder, samt søkk med vannføring i form av bekker. Vannproblematikk i forbindelse med kryssing av svakhetssoner som har forbindelse med nærliggende vannkilder må forventes. Vannlekkasjer forventes å stedvis kunne opptre med svært høyt trykk. Injeksjonsarbeider må derfor forventes å kunne bli tidskrevende og stedvis utfordrende.

Det forventes lav bergmassekvalitet i vestre påhuggsområde med vekslende bergarter og kryssende kalderagrense. Det forventes at kalderagrense kan ha påvirket sideberget i vesentlig grad. Det forventes behov for et høyt sikringsomfang ved vestre påhugg, og første del av tunnelen.

Ved vestre påhuggsområde vil tunnelen etableres i nærhet til eksisterende veger og boligområde. Dette vil medføre behov for restriksjoner for sprengningsarbeider i dette området. Fundamenteringsforholdene til bygninger over tunnelen er usikre, og må kartlegges nærmere for videre vurdering av i hvor stor grad grunnvannssenkning i området kan medføre setninger og setningsskader på bygninger.

I område C vist på vedlegg 4 (tegning V15103) har tidligere utførte grunnundersøkelser påvist flere kryssende svakhetssoner og diabasganger som forventes å kunne gi stabilitetsutfordringer i tunnelen. Bergoverdekningen i dette området er omtrent 40 m.

Aktsomhetskart fra NVE viser potensiale for snøskred i påhuggsområdet. Den reelle faren for snøskred må vurderes nærmere.

Ut fra vurderinger av berggrunnsgeologi, antatte svakhetssoner, topografi, synlig overflatevann, kartleggingsdata fra [10] og påhuggsforhold, er det gjort en vurdering av vanskelighetsgrad for tunneltraséen med hensyn til forinjeksjon. Vurderingen må anses som svært usikker. Se Tabell 9-10 for klassifisering til Husebytunnelen.

Tabell 9-10: Vanskelighetsgrad injeksjon

Vanskelighetsgrad /Tunnel	Injeksjonsomfang		
	1 - Normal	2 - Krevende	3 - Spesiell
Huseby	30 %	60 %	10 %

Det er også gjort en vurdering av bergmasseklassefordeling for tunneltraséen. Det er utført en overordnet klassifisering av bergmassekvalitet basert på bl.a. tidligere grunnlagsmateriale, kartgrunnlag og egne kartleggingsdata. Bergmasseklassifiseringen er utført iht. til Q-systemet [52] og er vist i Tabell 9-11. Tilhørende sikringsklasser iht. Statens Vegvesens sikringstabell [4] er vist i samme tabell. Klassifiseringen er beheftet med en stor grad av usikkerhet, og faktiske forhold må forventes å avvike fra det som er estimert her.

Tabell 9-11: Bergmasseklassifisering til Husebytunnelen

Bergmasseklasse	Sikringsklasse iht. Håndbok N500	Q-verdi		% av total tunnelengde	Tunnellengde [m]
		fra	til		
A/B	I	10	100	28 %	590
C	II	4	10	34 %	730
D	III	1	4	17 %	360
E	IV	0,1	1	18 %	380
F	V	0,01	0,1	3 %	60
G	VI	0,001	0,01	0 %	0
				100 %	2120

9.6.10 Anbefalte grunnundersøkelser

Det er gjort følgende vurdering med hensyn til undersøkelsesklasse/behov for grunnundersøkelser for tunnelen. Anbefalinger er differensiert langs tunnelen.

Tabell 9-12: Anbefalt grunnundersøkelsesklasse for tunnelalternativene innen Husebykorridoren

Sted	Vanskelighetsgrad	Krav til berganlegget	Undersøkelsesklasse
Tunnel generelt	Moderat	Store	C
Vestre påhuggsområde	Høy	Store	C/D

Grunnundersøkelser som anbefales gjennomført i neste fase er:

- Analyse av uran og thorium med XRF i felt
- Kartlegging av rustutfelling og svovelavsetninger i bergarter og analyse av svovel m.m. ved XRF i felt
- Kjerneboring med vanntapsmåling gjennom en eller flere svakhetssoner som kommuniserer med vannområder i nærhet til traséen vurderes. Omfang vurderes på bakgrunn av supplerende kartlegging av svakhetssoner. Område C bør vurderes.
- Kjerneboring ved vestre påhugg for kartlegging av bergmassekvalitet gjennom kalderagrensen
- Supplerende grunnboringer og totalsonderinger i påhuggsområder for bedre oversikt over løsmassemektheter
- Kartlegging av snøskredpotensiale ved vestre påhuggsområde
- Supplerende ingeniørgeologisk kartlegging langs tunneltrasé med fokus på nordre påhuggsområde
- Geofysiske undersøkelser i østre påhuggsområde for vurdering av bergmassekvalitet og eventuelle kryssende svakhetssoner
- Systematisk testing av stein for bruk til vegformål. Videre vurdering av hva som kan leveres til Drammen havn, og da gjenværende volum av overskuddsmasser

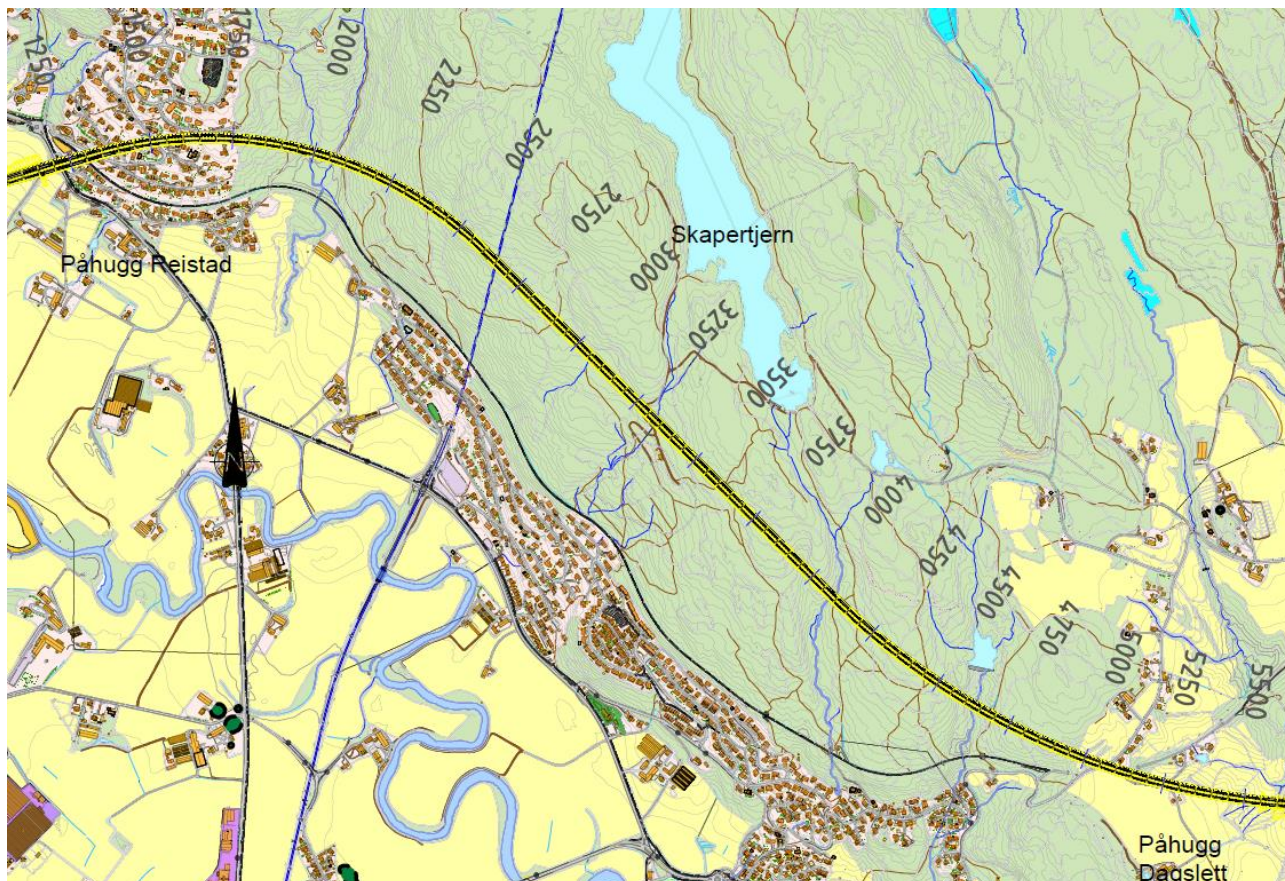
9.7 Vikerkorridoren

9.7.1 Om traséen

Vikerkorridoren er den korridoren som har den lengste tunnelen. Tunnelen har nordre påhugg like vest for boligområde på Reistad og går østover inn i Sørumsåsen. Tunnelen fortsetter i sørøstlig retning frem til søndre påhugg, på vestsiden av Daueruddalen. Tunnelen har en lengde på ca. 4,3 km og går på stigning mot øst. Foreløpig antatt påhuggsplassering er ved ca. profil 1220 i nord og ca. profil 5520 i sør.

Traséen er planlagt å gå vest for og parallelt med Skapertjern, med minste horisontalavstand på ca. 270 m. På vestsiden av Skapertjern, ca. mellom profil 3200 og 3400, har det vært drift på Molybdenglans. I forbindelse med drift på denne er det etablert et gruvesystem under bakken. Eksakt plassering av gruvesystemet, størrelse på malmkropp etc. vites foreløpig ikke. I [36] finnes en skisse av forekomsten av gruvesystemet, denne er vist på Figur 5-23. Direktoratet for mineralforvaltning har anbefalt temaet «geologiske ressurser» videre utredet i denne forbindelse [9]. Dette vil hensyntas i videre planlegging av prosjektet. Det må tas høyde for at det kan komme føringer fra Direktoratet for mineralforvaltning som kan påvirke traséens fleksibilitet i dette området. I vedlegg 5 (tegning V17002) er områder for tidligere utvinning av molybden vist i plan.

Tunneltraséen vil også krysse over Lieråstunnelen mellom ca. profil 2600 og 2700. Vertikalavstanden mellom Lieråstunnelen og Vikertunnelen ligger rundt 18 m per nå. Endelig høyde på Vikertunnelen i kryssområdet vil avhenge av videre innspill fra Bane NOR.



Figur 9-12: Traséoversikt Vikerkorridoren - topografi og terrengoverdekning

9.7.2 Topografi og overdekning

Tunnelen går under nokså kupert terreng som er gjennomsett av flere NØ-SV-orienterte forsenkninger i terrenget, med etablerte bekkedrag, myr og tjern. Enkelte av disse søkkene har steile sider.

Terrengoverdekningen fra nordre påhugg stiger jevnt fra ca. 8 m til 20 m frem til ca. profil 1300. Fra profil 1300 stiger terrenget videre opp mot ca. 60 m ved profil 1700, før den igjen synker gradvis frem mot et større søkk i terrenget mellom ca. profil 1950 og 2100. Bergkontrollboringer utført i dette området viser at bergoverdekningen ligger rundt 13 m. Videre innover i tunnelen stiger terrenget raskt frem til ca. profil 2350, hvor tunnelen har en terrengoverdekning på ca. 120 m. Videre ligger terrenget jevnt frem til ca. profil 3900. Fra profil 3900 former terrenget to søkk, ca. i profil 3970 og 4090 med terrengoverdekning på hhv. 95 og 80 m. Videre ligger terrenget flatt frem til ca. profil 4580 – 4680, hvor en ny bred forsenkning i terrenget forekommer. Her er terrengoverdekningen til tunnelen rundt 30 m. Videre stiger overdekningen opp til ca. 50 m i profil 4730. Fra profil 4730 og frem til ca. profil 5400 varierer overdekningen mellom ca. 30 – 50 m. Videre frem mot søndre påhugg reduseres terrengoverdekningen gradvis ned til ca. 7 m.

9.7.3 Kwartærgeologi

Ifølge kvartærgeologisk kart fra NGU består terrenget over tunnelen i stor grad av bart berg eller små løsmassedybder. Det antas noe forekomst av morenemateriale rundt Skapertjern. Ved nordre påhuggsområde viser grunnundersøkelser at grunnen består hovedsakelig av bløt til middels fast leire. NVE har vist forekomst av kvikkleire nært påhuggsområdet [53]. Ved søndre påhuggsområde består grunnen ifølge tidligere utførte grunnboringer i området, i all hovedsak av middels fast leire og silt.

9.7.4 Berggrunnsgeologi og strukturgeologi

Det forventes at tunnelen hovedsakelig vil drives i Drammensgranitt hvor denne veksler mellom grovkornet til finkornet (stedvis aplittisk/veldig finkornet) og med varierende innhold av biotitt. Nordover langs gamle Drammenbanen er det kartlagt økende biotittinnhold i granitten. Bergmassekvaliteten synes også å reduseres nordover. Det kan ikke utelukkes at biotittinnholdet i bergmassen har sammenheng med grad av forvitring. Kartlegging av bergarten viser at overgangene mellom de ulike granittene er svært glidende. I boligområdet ved Reistad, ved nordre påhuggsområde, er det i tillegg til granitt kartlagt syenittporfyr og vulkansk breksje. Syenittporfyren ble kartlagt som svært oppsprukket. Eksempel på vulkansk breksje kartlagt ved nordre påhugg er vist på figuren under. På grunn av få bergblotninger i boligområdet på Reistad er det vanskelig å vurdere hvorvidt tunnelen vil gå i disse bergartene eller ikke.



Figur 9-13 Nærbilde av vulkansk breksje ved Reistad syd

Det er kartlagt enkelte diabasganger i nærhet til tunneltrasé i forbindelse med utarbeidelse av masteroppgave [10]. NGI har også kartlagt flere diabasganger i forbindelse med prosjektet rv. 23 Dagslett – Linnes, og Norconsult har kartlagt flere diabasganger langs gamle Drammenbanen. Disse er i stor grad kartlagt med noe avstand til traséen, og videre forløp av disse er vanskelig å fastslå med sikkerhet. Det forventes imidlertid at traséen vil krysses av flere diabasganger. Typisk bredde på diabasganger er 1-2 m, men bredde på opptil 10 m er kartlagt enkelte steder. Diabasganger kan fremstå som mer forvitret og oppsprukket enn sideberget. Diabasganger er flere steder kartlagt som svært oppsprukket og erfaringsmessig har disse ofte glatte sprekker inn mot nabobergartene. Det forventes på bakgrunn av dette at diabasganger vil kunne gi stabilitetsutfordringer i tunnelen.

Det er antatt at tunnelen vil krysse ca. 27 svakhetssoner. Enkelte av disse forventes å være regionale forkastningssoner av betydelig størrelse. Sonene er vist i plan og profil i vedlegg 5 (V17001 – 004). Det er utført få for- og grunnundersøkelser over tunneltraséen, og de fleste svakhetssonene er antatt ut fra feltkartlegging og/eller lineamentstudier. Enkelte av sonene er påvist ved grunnundersøkelser utført for rv. 23 Dagslett – Linnes, og interpolert videre opp mot Vikerkorridoren.

Mellom profil ca. 1980 og 2070 (angitt som område A på ingeniørgeologiske tegning V17001 og V17103 i vedlegg 5) forventes det flere kryssende svakhetssoner langsmed et større NØ-SV-orientert søkk som krysser tunnelen. I dette området ligger bergoverdekningen rundt 13 m.

Mellom profil ca. 4580 – 4700 (angitt som område C på ingeniørgeologisk tegning V17003 og V17105 i vedlegg 5) er det ved tidligere undersøkelser påvist kryssende svakhetssoner. Bergoverdekningen i dette området ligger rundt 30 m. Dette området ligger også like sør for Sprengstoffdammen, med omtrentlig horisontalavstand på 100 m. I forbindelse med rv. 23 Dagslett – Linnes er det i dette området tidligere utført kjerneboring gjennom sonen over begge traséene. Det ble også skutt refraksjonsseismikk langs to profiler over sonen. Disse undersøkelsene er utført over traséen som lå til grunn ved undersøkelsestidspunktet, og ligger anslagsvis 250 m fra dagens trasé. Undersøkelsene påviste flere kryssende soner med lav bergmassekvalitet og diabasganger i dette området. NGU's tolkning av disse er vist i egen farge i vedlegg 5 (tegning V17001 og V17104).

Typiske soneorienteringer som går igjen i området er N-S til NNW-SSØ og NNØ-SSV til NØ-SV. Dette sammenfaller med kartlagte hovedsprekkeretninger i området. Soner som følger kartlagte hovedsprekkeretninger forventes å ha steilt fall. Andre soner som krysser tunnelen, er antatt med steilt fall.

De fleste sonene som krysser tunnelen har gunstig orientering til tunnelen, dvs. at de følger tunnelen over en relativt kort avstand. Opptredende N-S-orienterte soner kan potensielt følge tunnelen over lengre strekninger, spesielt mellom ca. profil 2200 – 4800 hvor tunnelen ligger omtrent i N-S. Det er imidlertid ikke antatt noen langsgående soner i dette området.

Erfaringer fra nærområdet tilsier at svakhetssoner ofte opptrer med betydelig innhold av leire, gjerne med svellepotensiale. Leiren kan forekomme som markerte soner eller som omvandlede feltspatkrystaller i en ellers intakt bergart, hvor omvandlede krystaller ofte finnes i NØ-SV-orienterte soner og markerte soner/slepper ofte finnes i N-S-orienterte soner.

9.7.5 Grunnvann

Tunnelen går under vegetasjons- og skogkledd terreng. Skapertjern ligger like øst for traséen, i tillegg til enkelte myrområder og småvann. Flere av disse har kontakt med svakhetssoner orientert i NØ-SV som er antatt å krysse tunnelen. Det må forventes gjennomsettende sprekker langs markerte svakhetssoner, og det må med bakgrunn i dette forventes at det kan forekomme større vannlekkasjer i tunnelen ved kryssing av disse. Det må også forventes at svakhetssoner kan kommunisere med hverandre. Dette kan bety at N-S-orienterte soner potensielt kan få tilførsel av vann fra NØ-SV-orienterte soner som igjen får vanntilførsel fra nærliggende vannområder. N-S-orienterte soner kan potensielt følge tunnelen over lengre strekninger mellom ca. profil 2500 og 4700 og gi vannproblemer over lengre strekninger.

I prosjektet rv. 23 Dagslett – Linnes ble det utført 3 kjerneboringer med vanntapsmåling langs tunneltraséen. I tillegg er det hentet brønndata innenfor en sone på ca. 350 m fra den planlagte tunnelen. Resultater fra vanntapsmålinger indikerer generelt lav permeabilitet, med enkelte soner med moderat permeabilitet i kjerneboringhullene. Brønndata tyder på at det kan forventes artesisk overtrykk i området fra Kovestad gård og ned mot søndre påhugg. Det må på bakgrunn av dette forventes høye vanntrykk på søndre del av tunnelstrekningen.

I videre arbeider bør det vurderes brønnetablering med vanntapsmålinger gjennom større svakhetssoner, samt etablering av målinger for dokumentasjon av og overvåking av grunnvannstand. Dette bør benyttes videre til bestemmelse av riktige innlekkasjekrav langs tunnelen.

Kartlagt rustutfelling på berg ved gamle Drammenbanen indikerer høyt sulfatinnhold i berget, noe som kan medføre sur avrenning i tunnelen.

9.7.6 Bergspenninger

Erfaringer fra tunneler i nærområdet tilsier at det kan forventes bergslagsproblemer. Disse oppstår erfaringsmessig både i godt berg og i forbindelse med kryssing av svakhetssoner. Bergslag må også forventes å kunne oppstå i områder med relativt liten bergoverdekning.

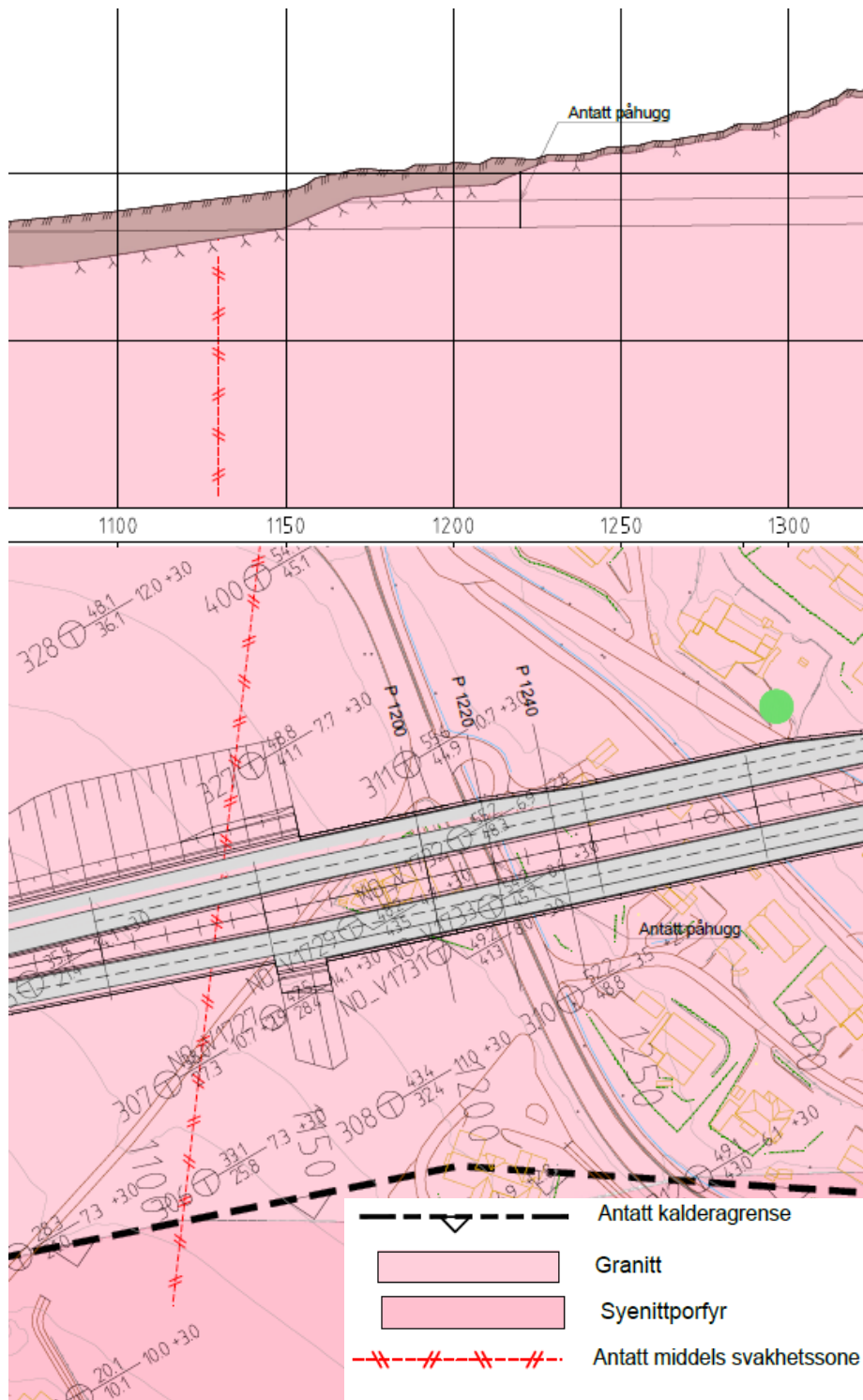
9.7.7 Tunnelpåhugg

Påhugget i nord er antatt i ca. profil 1220. Påhugget er lokalisert like vest for Lierbakkene ved Reistad. Utførte grunnboringer viser en løsmassemektighet som varierer mellom ca. 5 og 14 m ved planlagt påhugg. Bergoverdekningen ved påhugget er på bakgrunn av dette antatt å være rundt 10 m i påhugget.

Ut fra egne kartlegginger, samt NGU's berggrunnskart, forventes påhugget å ligge like nord for kalderagrensen. Området er dekket av løsmasser og faktisk forløp av grensen samt bergmassekvaliteten i området er derfor vanskelig å fastslå. I sydlige del av boligområdet på Reistad er det kartlagt svært oppsprukket syenittporfyr og vulkansk breksje. Dette er kartlagt med noe avstand til tunnelen, men det kan pga. løsmassedekket område ikke utelukkes at deler av tunnelen vil drives i disse bergartene. Det er også kartlagt diabasganger i boligområdet på Reistad. Det antas at tunnelen i all hovedsak vil drives i grovkornet granitt fra påhugget og innover i tunnelen. Kartlagte hovedsprekkeretninger i boligområdet over påhugget viser to steile sprekkeseett med orientering NØ-SV og NNV-SSØ, samt et subhorisontalt sprekkeseett. Begge sprekkeseettene ligger med forholdsvis stor vinkel til tunneltraséen i dette området.

Det forventes til dels lav bergmassekvalitet i påhuggsområdet, hvor bergmassen stedvis kan ha en høy grad av oppsprekking. Dette hovedsakelig pga. nærhet til kalderagrensen.

Påhuggsområdet er vist i vedlegg 5 (tegning V17101), utklipp fra denne er vist på Figur 9-14.



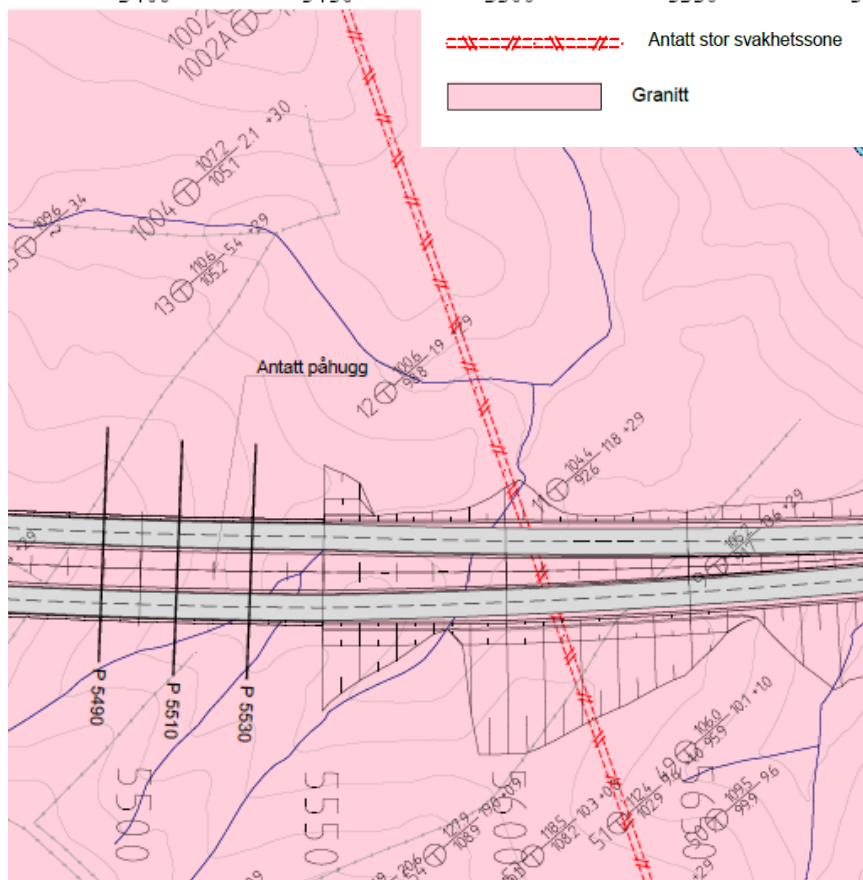
Figur 9-14: Nordre påhuggsområde Vikerkorridoren

Påhugget i sør er antatt ca. i profil 5510, og er lokalisert vest for Daueruddalen. Området er dekket av løsmasser bestående av silt og leire, hvor utførte grunnundersøkelser viser en varierende løsmassemektighet på ca. 2 – 20 m i området. Tidligere utførte boringer er imidlertid utført noe sør for og nord for planlagt påhugg. Det anbefales at det utføres supplerende grunnboringer i dette området for videre optimalisering av påhuggsplassering.

Kartlegging utført langs Drammenbanen, i nærområdet til planlagt påhugg viser hovedsakelig finkornet granitt, og det forventes på bakgrunn av dette at bergmassen i påhuggsområdet vil bestå av finkornet granitt.

Basert på grunnundersøkelser utført i påhuggsområdet vil tunnelen ha en total overdekning på ca. 10 m ved planlagt påhugg. På grunn av et løsmassedekket påhuggsområde er bergmassekvaliteten i påhugget vanskelig å vurdere. I forbindelse med prosjektet rv. 23 Dagslett – Linnes er det utført geofysiske undersøkelser ved søndre påhuggsområde, som ligger lokalisert anslagsvis 200 m lenger sør enn dagens påhugg. Geofysiske undersøkelser påviste én lavhastighetssone (3400 m/s) langs seismikkprofil P5/11, utført like ved påhugget. Lavhastighetssonen ble antatt å representere en N-S-orientert svakhetssone. Profil S1, som ligger like ved P5/11, men sentrert midt mellom tunnelløpene påviste ikke samme sone. Hastigheten i berget foruten lavhastighetssonen ble tolket til 4500 – 5000 m/s, noe som indikerer godt berg.

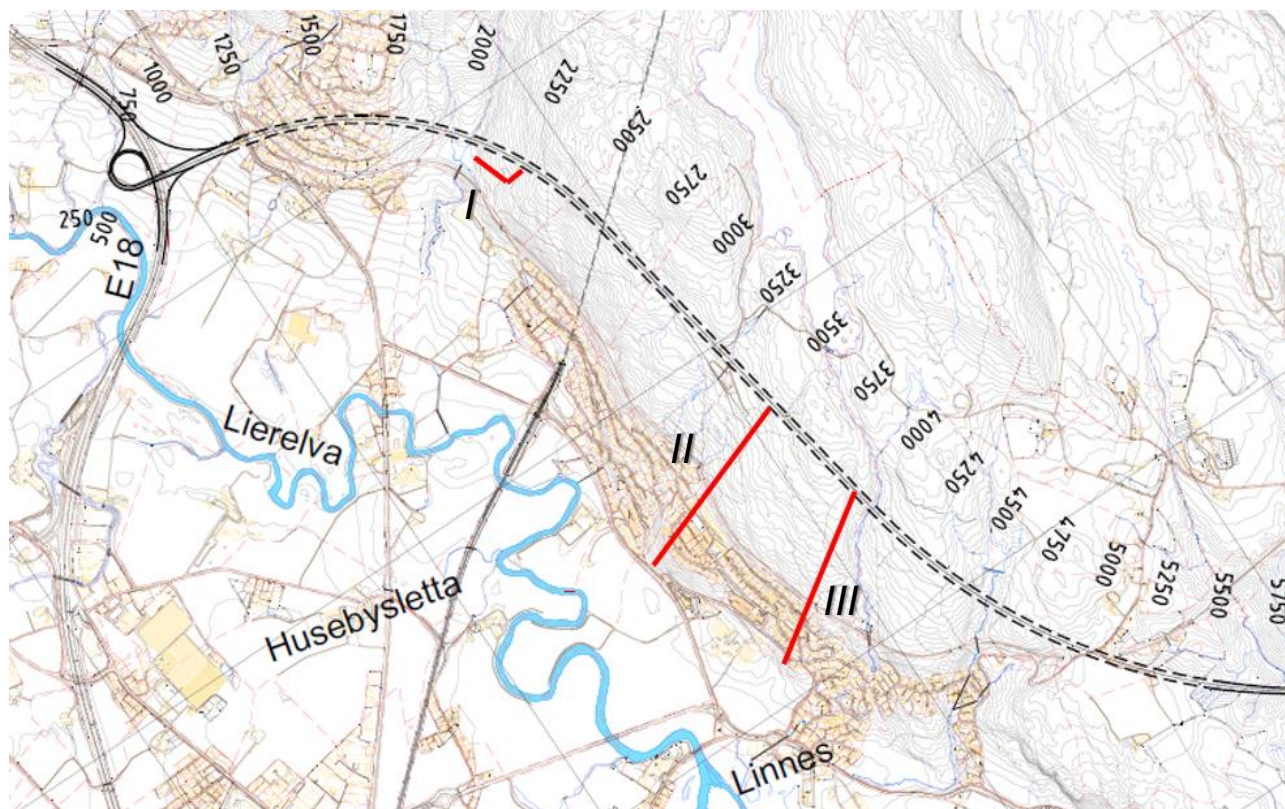
Påhuggsområdet er vist i vedlegg 5 (tegning V17102), utklipp fra denne er vist på Figur 9-15.



Figur 9-15: Søndre påhuggsområde Vikerkorridoren

9.7.8 Tverrslag

Det foreligger tre alternative tverrslag for tunnelen som ligger plassert omtrentlig som skissert på figuren under.



Figur 9-16: Skissert plassering av tre alternative tverrslag, angitt som alternativ I, II og III

9.7.8.1 Alternativ I – Østre Sørums

Tverrslaget vil få en lengde på 240 m og vil drives på synk ned mot tunnelen. Påhugget er plassert i et naturlig skrånende terreng med forventede små løsmassemektheter, like sør for Reistad boligområde. Det er vurdert vanskelige forhold for etablering av anleggsveg til påhugget.

Tunnelen forventes i sin helhet å drives i granitt hvor granitten kartlagt i nærhet til tverrslaget er registrert som finkornet. I nærhet til tverrslaget er det antatt flere svakhetssoner. Tre av disse er antatt å krysse tverrslaget med relativt stor vinkel. Etablering av påhugg vurderes relativt enkelt.

9.7.8.2 Alternativ II - Tuverudvegen

Tverrslaget vil få en lengde på 750 m og vil drives på stigning inn mot tunnelen. Påhugget er plassert i naturlig skrånende terreng nært Tuverudvegen. Påhuggsplasseringen krever omlegging av Tuverudvegen for anleggsarbeider. Påhugget etableres også i nærhet til boligområde.

Påhugget etableres like øst for kalderagrensen og drives gjennom denne. Det forventes lav bergmassekvalitet i nærhet til denne, og det må påregnes ekstra sikringsbehov både i påhuggsområdet og den første delen av tverrslaget på bakgrunn av dette. Etablering av påhugg vurderes relativt enkelt.

9.7.8.3 Alternativ III - Linnes

Tverrslaget vil få en lengde på 760 m og vil drives på stigning inn mot tunnelen. Påhugget er plassert i en naturlig bergskråning nært boligområde Linnes. Påhuggsplasseringen krever trolig omlegging av gangvegssystem for anleggsarbeider.

Påhugget etableres nært nordre påhuggsplassering for Jensvollkorridoren. Grunnboringer utført i dette området viser relativt beskjedne løsmassedybder over tunnelen. I forkant av påhugget er det større løsmassemektheter og skrånende terreng.

Kalderagrensen antas å ligge vest for påhugget. Det må forventes at bergmassen i påhuggsområdet kan være påvirket av denne, og at bergmassekvaliteten er lav. Det antas at tverrslaget vil krysse en svakhetssone nært påhugget. Det må på bakgrunn av dette forventes ekstra sikringsbehov i påhuggsområdet og første del av tunnel. Det forventes at tverrslaget vil krysse minimum 4 svakhetssoner. Etablering av påhugg vurderes noe krevende.

9.7.9 **Håndtering av overskuddsmasser fra tunnel**

Håndtering av overskuddsmasser fra tunnel antas på dette prosjektet å ha sammenheng med omfang av finkornet og grovkornet granitt som tunnelen drives gjennom, hvor finkornet granitt i større grad forventes å kunne brukes til byggeformål. Det gjøres derfor her et anslag av fordelingen av finkornet og grovkornet granitt i tunnelen. Dette anslaget baserer seg på egne feltobservasjoner, samt kartlegging utført av Reidar Trønnes [29]. Anslaget er beheftet med en stor grad av usikkerhet, og det bør utføres en mer detaljert kartlegging langs tunneltraséen for å kunne gjøre et sikrere anslag.

Tabell 9-13: Antatt fordeling av finkornet og grovkornet granitt Vikerkorridoren

Vanskelighetsgrad /Tunnel	Antatt fordeling Vikertunnelen
Finkornet granitt	66 %
Grovkornet granitt	34 %

9.7.10 Kritiske partier

Område A (vist på ingeniørgeologisk tegning V17001 og V17103 i vedlegg 5) forventes å bli et utfordrende område. Bredden på NØ-SV-orientert søkk er i størrelsesorden 40 m. Tunnelen har her en bergoverdekning på rundt 13 m basert på utførte fellkontrollboringer i området. Det er antatt flere kryssende svakhetssoner i søkket, og disse forventes å kreve tung sikring i tunnelen.

Område B (vist på ingeniørgeologisk tegning V17002 og V17104 i vedlegg 5) viser kryssområdet med Lieråstunnelen. Foreløpig planlagt vertikalavstand ligger rundt 18 m. Vertikalavstanden til Lieråstunnelen må optimaliseres i videre arbeider ut fra bl.a. kartlagt bergmassekvalitet i kryssområdet og restriksjoner fra Bane NOR. Det forventes at passering av jernbanetunnelen må gjøres med strenge restriksjoner for sprengningsarbeidet. Lieråstunnelen er ifølge lengdeprofiler utarbeidet i forbindelse med ettersikring av tunnelen i år 2000, sikret med full utstøpning i kryssområdet. På bakgrunn av dette kan det forventes at bergmassekvaliteten i dette området er lav. I neste fase av prosjektet er det planlagt å utarbeide en geologisk 3D-modell av kryssområdet.

I område C (vist på ingeniørgeologisk tegning V17003 og V17105 i vedlegg 5) har tidligere utførte grunnundersøkelser påvist flere kryssende svakhetssoner og diabasganger som forventes å kunne gi stabilitetsutfordringer i tunnelen. Bergoverdekningen i dette området er omtrent 30 m. På grunn av nærhet til Sprengstoffdammen (horisontalavstand på ca. 100 m) må det også forventes utfordringer i forbindelse med vann.

Vannproblematikk i forbindelse med større svakhetssoner/forkastningssoner som har forbindelse med nærliggende vann/myrområder må forventes. Vannlekkasjer forventes å stedvis kunne opptre med svært høyt trykk. Injeksjonsarbeider må derfor forventes å kunne bli tidskrevende og stedvis utfordrende.

Oppsprukne diabasganger med glatte sprekker inn mot sidebergartene må forventes å kreve et høyt sikringsnivå.

Bergslagsproblemer forventes å kunne oppstå i tunnelen. Dette kan medføre behov for et generelt forhøyet forbruk av sprøytebetong i områder med bergslag for å sikre tilstrekkelig stabilitet.

Ut fra vurderinger av berggrunnsgeologi, antatte svakhetssoner, topografi, synlig overflatevann, kartleggingsdata fra [10] og påhuggsforhold, er det gjort en vurdering av vanskelighetsgrad for tunneltraséen med hensyn til forinjeksjon. Se Tabell 9-14 for vurdering av Vikertunnelen. Vurderingen må anses som svært usikker.

Tabell 9-14: Vanskelighetsgrad injeksjon

Vanskelighetsgrad /Tunnel	Injeksjonsomfang		
	1 - Normal	2 - Krevende	3 - Spesiell
Viker	30 %	50 %	20 %

Det er også gjort en vurdering av bergmasseklassefordeling for tunneltraséen. Det er utført en overordnet klassifisering av bergmassekvalitet basert på bl.a. tidligere grunnlagsmateriale, kartgrunnlag og egne kartleggingsdata. Bergmasseklassifiseringen er utført iht. til Q-systemet [52] og er vist i Tabell 9-15. Tilhørende sikringsklasser iht. Statens Vegvesens sikringstabell [4] er vist i samme tabell. Klassifiseringen er beheftet med en stor grad av usikkerhet, og faktiske forhold må forventes å avvike fra det som er estimert her.

Tabell 9-15: Bergmasseklassifisering til Vikertunnelen

Bergmasseklasse	Sikringsklasse iht. Håndbok N500	Q-verdi		% av total tunnelengde	Tunnellengde [m]
		fra	til		
A/B	I	10	100	30 %	1280
C	II	4	10	40 %	1710
D	III	1	4	15 %	660
E	IV	0,1	1	12 %	520
F	V	0,01	0,1	3 %	75
G	VI	0,001	0,01	0 %	15
				100 %	4260

9.7.11 Anbefalte grunnundersøkelser langs traséen

Det er gjort følgende vurdering med hensyn til undersøkelsesklasse/behov for grunnundersøkelser for tunnelen:

Tabell 9-16: Vurdering av undersøkelsesklasse tunnel

Vanskelighetsgrad	Krav til berganlegget	Undersøkelsesklasse
Moderat	Stor	C

Grunnundersøkelser som anbefales gjennomført i neste fase er:

- Supplerende ingeniørgeologisk kartlegging langs tunneltrasé med fokus på kartlegging i nordre påhuggsområde og sørover herifra, over tunneltraseen
- Analyse av uran og thorium med XRF i felt
- Kartlegging av rustutfelling og svovelavsetninger i bergarter og analyse av svovel m.m. ved XRF i felt
- Kjerneboring og vanntapsmåling gjennom forventede svakhetssoner i område A
- Vurdere supplerende kjerneboring for kartlegging av bergmassekvaliteten i område B

- Supplerende geologisk kartlegging i område B (terreng og i Lieråstunnelen), samt vurdering av andre undersøkelsesmetoder
- Kjerneboring og vanntapsmåling gjennom svakhetssoner i område C vurderes pga. nærhet til Sprengstoffdammen
- Kjerneboring med vanntapsmåling gjennom forventede større svakhetssoner som kommuniserer med nærliggende vann/myrområder. Omfang vurderes på bakgrunn av supplerende kartlegging langs tunneltraséen.
- Supplerende grunnboringer og totalsonderinger i påhuggsområdene for bedre oversikt over løsmassedybder
- Geofysiske undersøkelser i påhuggsområder for vurdering av bergmassekvalitet og eventuelle kryssende svakhetssoner
- Kartlegging av gruveforekomster over tunnelen for å angi eksakt høyde og beliggenhet av denne, med tanke på svar til Direktoratet for mineralforvaltning, samt optimalisering av tunneltrasé
- Systematisk testing av stein for bruk til vegformål. Videre vurdering av hva som kan leveres til Drammen havn, og da gjenværende volum av overskuddsmasser

10 Hydrogeologiske vurderinger

10.1 Generelt

I berggrunnen beveger grunnvann seg i åpne sprekker og kanaler i berget. Der tunneler kommer i kontakt med slike kan det oppstå problemer med innlekkasje av grunnvann til tunnelene.

I utgangspunktet er ofte lekkasjer i bergmassen knyttet til:

- Svakhetssoner: forkastningssoner, knusningssoner, dype forvitringssoner (ofte sammenfallende) og i oppsprukket sideberg ved svakhetssoner
- Større enkeltsprekker
- Gangbergarter

Naturtypers sårbarhet overfor grunnvannssenkning er avgjørende for om en senkning av grunnvannsnivået over tunnelen vil være merkbar på ytre miljø over tunnelen. I de områdene hvor drivingen av tunnelen foregår under områder med bebyggelse kan setninger på bygg og infrastruktur generelt være et problem. Drenering til tunnel kan også påvirke overflatevann (tjern og bekker), samt grunnvannsressurser generelt.

Statens vegvesen/Jordforsk (1999) anslo forventet influensområde for grunnvannssenkning mot bergtunnelen for det alternativet som da lå til grunn [55]. Angitt influensområde strakk seg relativt langt øst, inkludert myrområdene øst for planlagt tunnel, samt nordover til og med Skapertjern [15]. Tilsvarende nedbørsfelt er inkludert i vedlegg C til ingeniørgeologisk fagrapport for konkurransegrunnlag for rv.23 Dagslett-Linnes utarbeidet av NGI i 2017, hvor vannbalansebetraktninger i nedbørsfeltene er lagt til grunn for vurdering av tettetrav [16]. Tilsvarende influensområde antas gjeldende for samtlige tunnelalternativer, men vil for Vikeralternativet også inkludere nedbørsfelt lenger nord for Skapertjern, mot Reistad.

10.2 Verdi- og sårbarhetsvurdering

I forbindelse med planleggingen av rv. 23 Dagslett – Linnes er det gjort en verdi- og sårbarhetsvurdering knyttet til grunnvannssenkning som følge av innlekkasje til tunnel [42] [55] [15]. Vurderingene er gjengitt under og er dels gjeldende for alle fire alternativer, men er mangelfull for vestre del av bergtunnel for Husebyalternativet, samt hoveddelen av Vikeralternativet. Vurderingene er supplert med bakgrunn i tilgjengelige kart og databaser. Det er ikke gjort supplerende undersøkelser i denne planfasen.

Statens vegvesen/Jordforsk har gjennomført en analyse av verdi og sårbarhet for geo- og vannressurser for strekningen Dagslett-Linnes [55]. Verdi vurderes faglig og skjønnsmessig, uttrykt gjennom områdets tilstand og egenskap. Sårbarhet bestemmes av hvor vidt tiltaket vil medføre negativ endring i det definerte området. For grunnvann og overflatevann vurderes sårbarhet ut fra om ressursen båndlegges, forringes eller går tapt. Andre interesser knyttet til disse ressursene, slik som jordbruk og landskapsbilde etc., er ikke vurdert. Landbruksdrift i området anses ikke sårbar mht. senkning av grunnvannstand. Det forventes lav permeabilitet i de marine avsetningene som utgjør dyrket mark over tunnelen, og at plantene fortrinnsvis baserer sin vannhusholdning på tilgjengelig vann i umettet sone.

Flere antatte svakhetssoner og ganger har en orientering som krysser planlagt trasé for bergtunnel. Ved tunneldrift uten vanntetting vil vann i sprekker og svakhetssoner drenere mot tunnelen og derigjennom forårsake senkning av grunnvannstand i berggrunnen, og potensielt også i overliggende løsmasser. Borebrønner i berg kan helt eller delvis miste vannet, og innvirkning på grunnvannsnivå i gravde løsmassebrønner kan heller ikke utelukkes. Det samme er tilfellet for bekker, vann og tjern som står i kontakt med grunnvannet.

Kort oppsummert konkluderer verdi og sårbarhetsvurderingen utført av Statens vegvesen og Jordforsk i 1999 med både liten, middels og stor verdi på grunnvannsressursene i området, avhengig av opptreden og bruksområde: liten i boligfelt med annen vannforsyning og stor i aktive brønner. Tilsvarende vurdering er gitt for sårbarhet: liten i boligfelt og middels stor i områder med høytstående grunnvann som kan dreneres [55]. Det bemerkes at disse vurderingene ikke inkluderer energibrønner, kun grunnvann som drikkevannsressurs og til landbruksformål.

Det er registrert flere kilder hvor grunnvann kommer ut av sprekker i berget [41] [55]. Utstrømning på leirgrunn gjør at vannet samles til små dammer som benyttes som vannkilde for dyr på beite. Verdi for disse er derfor satt til middels. Kildene vurderes å ha stor sårbarhet for grunnvannssenkning. Videre vurderes ravnedsystemet i Daueruddalen som helhet å ha regionale naturverdier, trolig også nasjonal verdi, og det er vurdert som stort potensial for funn av mange rødlistearter [56].

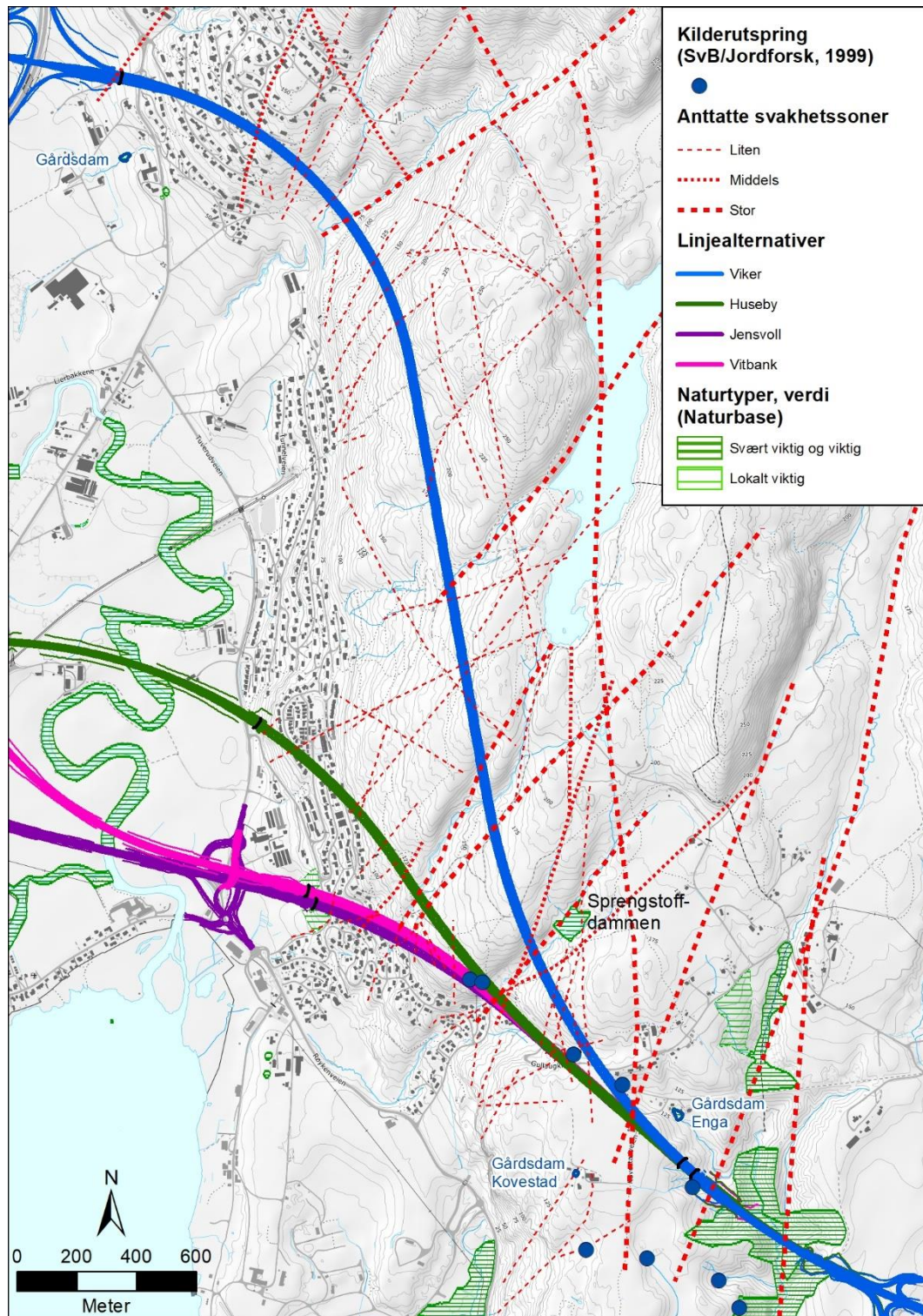
Overflatevann er vurdert å ha liten til middels verdi, men å ha liten sårbarhet da det ikke brukes til kraftproduksjon eller drikkevann [55]. Det påpekes at uten tetting vil det være fare for drenering av "vassdrag" knyttet til Skapertjern og Sprengstoffdammen og det betegnes videre som dramatisk dersom Sprengstoffdammen skulle tømmes. Dagens bruk av Sprengstoffdammen er ikke kjent, men det er registrert forekomst av liten salamander og padde i denne, og lokaliteten er gitt verdi *viktig* i Naturbase [57]. Samtlige fire tunnelalternativer er planlagt nærmere Sprengstoffdammen enn trase for rv.23 Dagslett-Linnes, og særlig Vikeralternativet er trukket betydelig nærmere (ca. 80-100 m fra dammen). Vikeralternativet går også vesentlig nærmere Skapertjern enn øvrige alternativer (ca. 250 m fra tjernet), med kryssing av flere antatte svakhetssoner med orientering mot Skapertjern. Dette alternativet krysser også under flere bekke drag som sammenfaller med antatte svakhetssoner.

Det er registrert sårbare arter slik som småsalamander og storsalamander i gårdsdammen ved Kovestad og det antas at det samme er tilfelle i gårdsdammen ved Enga [43]. Enga gårdsdam er gitt verdi *viktig* i Naturbase [57]. Gårdsdammen ved Kovestad antas å ligge på leirgrunn og får sin tilførsel fra overflatevann, og antas derfor lite sårbar for grunnvannssenkning. Foruten tilførsel av overflatevann får dammen ved Enga bidrag fra kildeutspring fra fjellsprekker [55], og anses således mer sårbar for grunnvannssenkning enn ved Kovestad. Grunnforhold for dammen ved Enga bør undersøkes for nærmere vurdering av sårbarhet ved ev. grunnvannssenkning.

Foruten lokaliteter beskrevet for rv. 23 Dagslett – Linnes er det ikke registrert andre verdisatte naturtyper i Naturbase for noen av alternativene, utover det som er beskrevet som en kunstig gårdsdam med forekomst av liten salamander ved Viker [57]. Da denne er beskrevet som kunstig anlagt, samt ligger betydelig lavere og i relativt stor avstand til tunnel, anses denne lite sårbar for en ev. senkning av grunnvannstand som følge av innlekkasje til tunnel.

Registrerte gårdsdammer, kildeutspring og naturtyper er vist i Figur 10-1. Det bemerkes at markert dam ved Viken ligger med relativt stor avstand fra trasé, og at sårbarhet basert på avstand anses begrenset. Grunnforhold ved dammen bør imidlertid undersøkes nærmere for sikrere vurdering av sårbarhet.

For videre sårbarhetsanalyse henvises det til konsekvensutredning for gjeldende fagtema.



Figur 10-1: Overflatevann, naturtyper [57] og registrerte kildeutspring [55] vist sammen med antatte svakhetssoner. Kartutsnittet fokuserer på bergtunnelene for de ulike linjealternativene. Registrerte og innmeldte brønner er vist i Figur 6-1

10.3 Brønner

Brønner registrert i nasjonal brønndatabase GRANADA [45], samt brønner meldt inn ifm. arbeidene med rv.23 Dagslett – Linnes [42] er vist i Figur 6-1. I lys av registrerte/innmeldte brønner ifm. rv. 23 Dagslett – Linnes vurderte NGI fire energibrønner og en vannforsyningsbrønn å ville kunne påvirkes av injeksjonsarbeider under driving av tunnelene. Vurderingen ble gjort ut fra et avstandskriterium på 50 m fra tunnel. Dette avstandskriteriet bør vurderes nærmere i reguleringsplan, særlig dersom brønner har nærhet til antatt permeable svakhetssoner og/eller gangbergarter. Registreringer i nasjonal grunnvannsdatabase viser at dette også vil være tilfelle for alle de fire alternativene, og at omfanget av brønner må forventes å være størst for Vikeralternativet hvor brønndatabasen viser et betydelig antall energibrønner ved Reistad/Viker [45]. Det bemerkes at det så langt kjent ikke er gjort en systematisk registrering (innmelding) av brønner tilsvarende det som er gjort for rv. 23 Dagslett – Linnes, og at en slik registrering potensielt vil avdekke et større omfang enn det som fremgår av brønndatabasen. En slik systematisk kartlegging bør inngå i arbeidet med reguleringsplan.

10.4 Setningsproblematikk

NGI har utført en vurdering av setningsproblematikk ifm. rv. 23 Dagslett – Linnes [42]. Med bakgrunn i bygningsbefaringer utført ved Linnes og Gullaugskleiva ble i alt 13 bygninger identifisert fundamentert på mulig setningsømfintlige masser langs tunneltraséen. Basert på løsmassekart og sonderboringer ble det konkludert med at noen av bygningene i området potensielt er utsatt for setninger, og det ble derfor anbefalt å utføre setningsmålinger. Vurderingene gjort av NGI anses dekkende for Vitbank- og Jensvollalternativene da disse ligger nær opprinnelig planlagt trase for rv. 23 Dagslett - Linnes. Husebyalternativet er imidlertid planlagt med påhugg lenger nord og vil krysse under boligområder som ikke tidligere er vurdert med tanke på setninger. Det samme gjelder Vikeralternativet under boligområdet på Reistad/Viker. Lier kommune kjenner ikke til fundamenteringsløsninger for bygginger i dette området (E.A. Henriksen, pers. med. 2020-06-22) Løsmassene i Reistadområdet er imidlertid til stor del beskrevet som:

Hav- og fjordavsetning og strandavsetning, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen. Grunnlendte områder/hyppige fjellblotninger. Tykkelsen på avsetningene er normalt mindre enn 0,5 m, men den kan helt lokalt være noe større. Det er ikke skilt mellom hav-, fjord- og strandavsetning. Kornstørrelser angis normalt ikke, men kan være alt fra leir til blokk conv [58].

Basert på tilsvarende beskrivelse for deler av området Linnes/Gullaugskleiva konkluderte NGI at det sannsynligvis ikke finnes tilstrekkelig løsmassemektighet til å gi totalsetninger større enn ca. 3 cm [42]. Det anbefales at det gjennomføres en systematisk kartlegging/vurdering av setningsproblematikk knyttet til grunnvannssenkning i berg for valgt alternativ i senere planfase, tilsvarende som utført for rv. 23 Dagslett - Linnes.

10.5 Tetthetskrav

Ut fra hensynet til ytre miljø og fare for setninger er det foreslått tetthetskrav fordelt på tre soner for rv. 23 Dagslett – Linnes tilsvarende 10-20 l/min per 100 m for hovedtunnelen samlet sett, tilsvarende for tverrslag [42]. Basert på foreliggende grunnlag antas behov for begrenning av innlekkasje for alle fire alternativer, og det forventes tetthetskrav i samme størrelsesorden som foreslått for rv. 23 Dagslett – Linnes. Endelig

tetthetskrav og differensiering i ulike soner vil imidlertid først kunne fastsettes når ytterligere undersøkelser og vurderinger foreligger for valgt alternativ i senere planfase.

10.6 Vikerkorridoren og hydrogeologiske forhold ved krysning over Lieråstunnelen

Vikerkorridoren krysser over jernbanetunnelen Lieråstunnelen hvor det tidligere har vært store utfordringer med innlekkasje. Vikerkorridoren krysser øst for registrert breksje og vest for Skapertjern, og under elva som renner ned til Skapertjern (Figur 7-1). Dette krysningsområdet er lokalisert vest for de store knusningssonene som skapte de største utfordringene på 1960-tallet og som førte til at man måtte legge om traséen.

Det er usikkert hvor langt ut berget er oppsprukket og vannførende. Ved tunneldriving og tetting kan man sperre for grunnvannets naturlige dreneringsveger, og før grunnvannet finner nye veger kan trykket øke for en periode før forholdene stabiliseres. Dette kan medføre noe høyere grunnvannstrykk for Lieråstunnelen en periode.

Det ble observert svelleleire ved driving av Lieråstunnelen. Dette er noe som vanligvis avtar med dypet. Ettersom Vikerkorridoren ligger høyere enn Lieråstunnelen kan det være større utfordringer med svelleleire her. Dersom man ved driving av tunnelen påvirker grunnvannsstrømningen slik at grunnvannet finner nye veger og mer vann tilføres sprekker med svelleleire kan dette påvirke stabiliteten i berget.

Tatt i betraktning at det har vært omfattende utfordringer med knusningssoner og grunnvannsforhold i Lieråstunnelen, må man dokumentere at stabiliteten og grunnvannsforhold ivaretas for både ny tunnel og Lieråstunnelen. Ved videre utredning av Vikerkorridoren, som krysser 10 m - 20 m over Lieråstunnelen, er det behov for grunnundersøkelser som dokumenterer bl.a. bergmassekvalitet, svelleleire og grunnvannsforhold. I dette området er det også registrert aggressivt grunnvann [44], så det anbefales at det tas prøver av grunnvannet slik at ev. utfordringer med vannkjemien kartlegges tidlig.

11 Vanntetting av tunneler

Basert på vurderinger foretatt i forbindelse med prosjektering av rv. 23 Dagslett-Linnes antas det at det vil være behov for systematisk forinjeksjon for alle tunneler. Opplegget og omfanget av injeksjon vil imidlertid variere på bakgrunn av innlekkasjekrav.

Det forutsettes bruk av sementbaserte materialer (mikrosement evt. industrisement) med nødvendige tilsetningsstoffer (silika, akselerator osv.). I tillegg kan det være aktuelt å benytte kolloidal silika som forinjeksjon i spesielt krevende områder som ved kryssing av vannførende svakhetssoner, eller som etterinjeksjon i områder hvor ønsket tetthet ikke oppnås ved sementbasert forinjeksjon.

Det anbefales å benytte relativt høye injeksjonstrykk (50-80 bar) og lavt V/C-forhold ved blanding av injeksjonsmasse. Ved overdekning under 30 m må imidlertid maksimaltrykket reduseres. I områder med lavere overdekning kan det vurderes å først etablere en sperreskjerm, hvor det injiseres med lav trykk, for så å injisere mot denne med høyere trykk. Generelt gjelder at trykket skal tilpasses forholdene på stedet.

12 Ingeniørgeologiske vurderinger - dagsone

Foruten det som defineres som forskjæringer til hvert av tunnelalternativene forekommer det ikke bergskjæringer med høyde på mer enn 10 m langs linjene. Øst for Daueruddalen vil bergskjæringer få høyde på opp mot 5-6 m i alle linjealternativene. Bergskjæringer langs linjene er derfor ikke vurdert nærmere i detalj, men videreføres i arbeidet med reguleringsplan.

Geologien i områder hvor det etableres skjæringer må kartlegges nærmere for vurdering av optimal skjæringsutforming. Ved fremtredende sprekkesystemer som ligger orientert slik at de kan påvirke stabiliteten i skjæringene over lengre avstander bør skjæringsgeometrien tilpasses geologien slik at skjæringer utformes med samme helning som fremtredende sprekkplan. Dette kan gjøres ved avtrapping med hyller mellom pallene, og/eller ved slakere fallvinkel for hver pall.

Helningsvinkelen på skjæringer har sammenheng med terrenginngrepet. Det er derfor viktig at det båndlegges tilstrekkelig med areal slik at det i kommende planfaser er tilstrekkelig spillerom med tanke på utforming av skjæringene.

Det forventes at skjæringer til dels er påvirket av dagsoneforvitring, og at totalstabiliteten generelt er noe lavere pga. dette. Dagsoneforvitring kan medføre at bergmassen generelt er mer oppsprukket, og påvirket av forvitringsprosesser.

Grøfter skal i henhold til håndbok N200 utformes med tilbakefylling mot bergskjæring med en høyde på minimum 1 m over kjørebanelnivå. Tilbakefyllingen mot berg bør imidlertid begrenses for å unngå at nedfall fra skjæringer oppnår såpass stor rulleenergi ved å rulle på fyllingen, at det når frem til vegbanen.

Grøfteutforming bør tar høyde for nedfall av stein og is fra skjæringen (og fra ovenforliggende terreng).

Bruk av fanggrøft (hvor det ikke fylles tilbake mot bergskjæringen) som sikringstiltak for oppfangning av nedfall fra skjæringer hvor detaljstabiliteten ikke ivaretas på annen måte, vil kunne være en god løsning der hvor de geologiske og geometriske forholdene tilsier dette.

Ved behov for avtrapping av skjæringer grunnet geologiske forhold, må geometrien av skjæringene gitt ved maksimal pallhøyde, fallvinkel for hver pall og hyllebredde mellom paller, vurderes opp mot de stedlige forholdene.

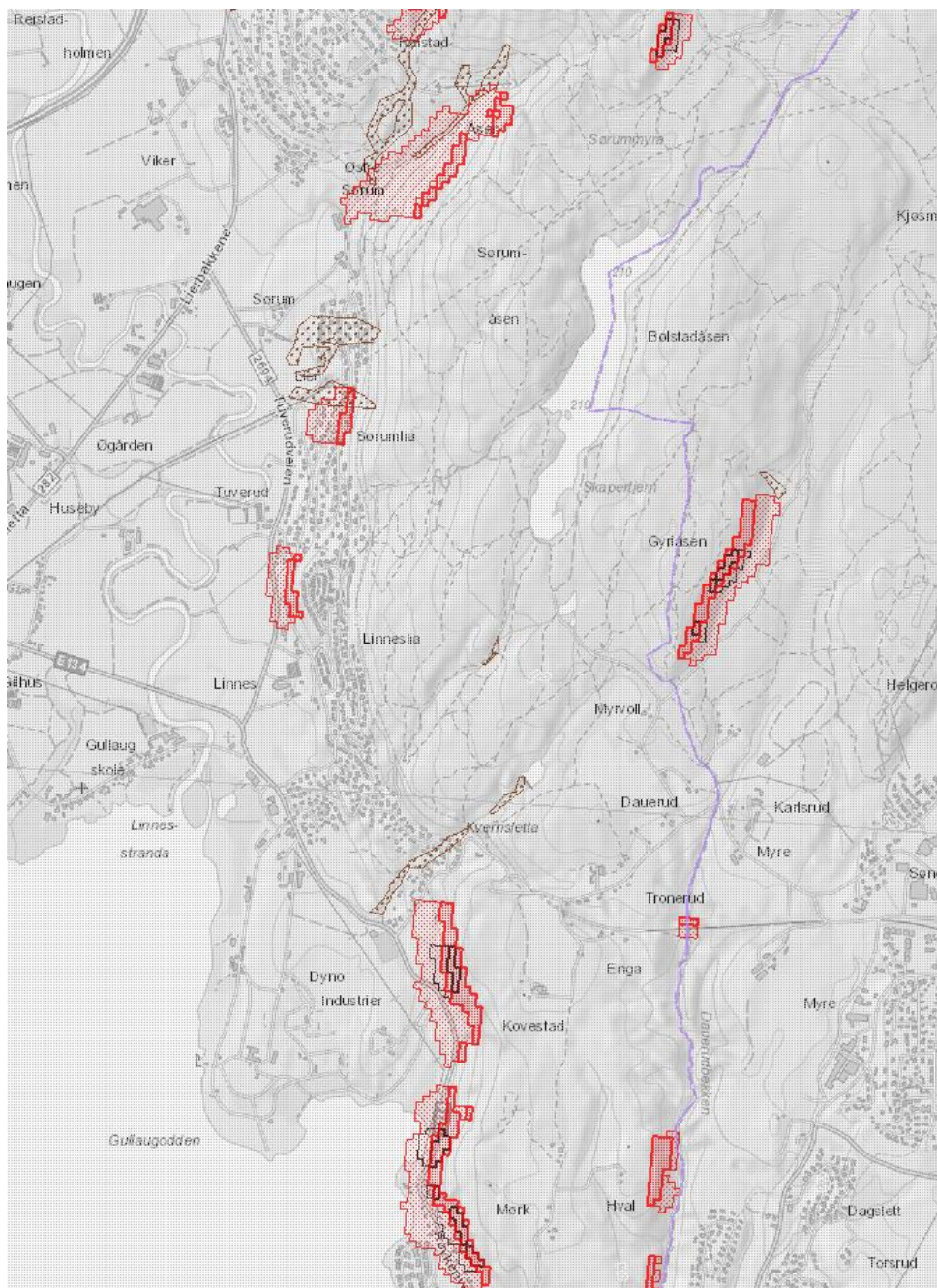
I videre arbeider må rustutfelling og svovelavsetninger på bergarter kartlegges og analyseres i felt for videre vurdering av mulighet for sur avrenning. Det samme gjelder gjennomføring av analyser av uran og thorium i bergmassen. Det må også gjennomføres systematisk testing av stein for bruk til vegformål. Testresultater benyttes til videre vurderinger av omfanget av masser som kan leveres til Drammen havn, og omfanget av overskuddsmasser.

13 Skredpotensiale

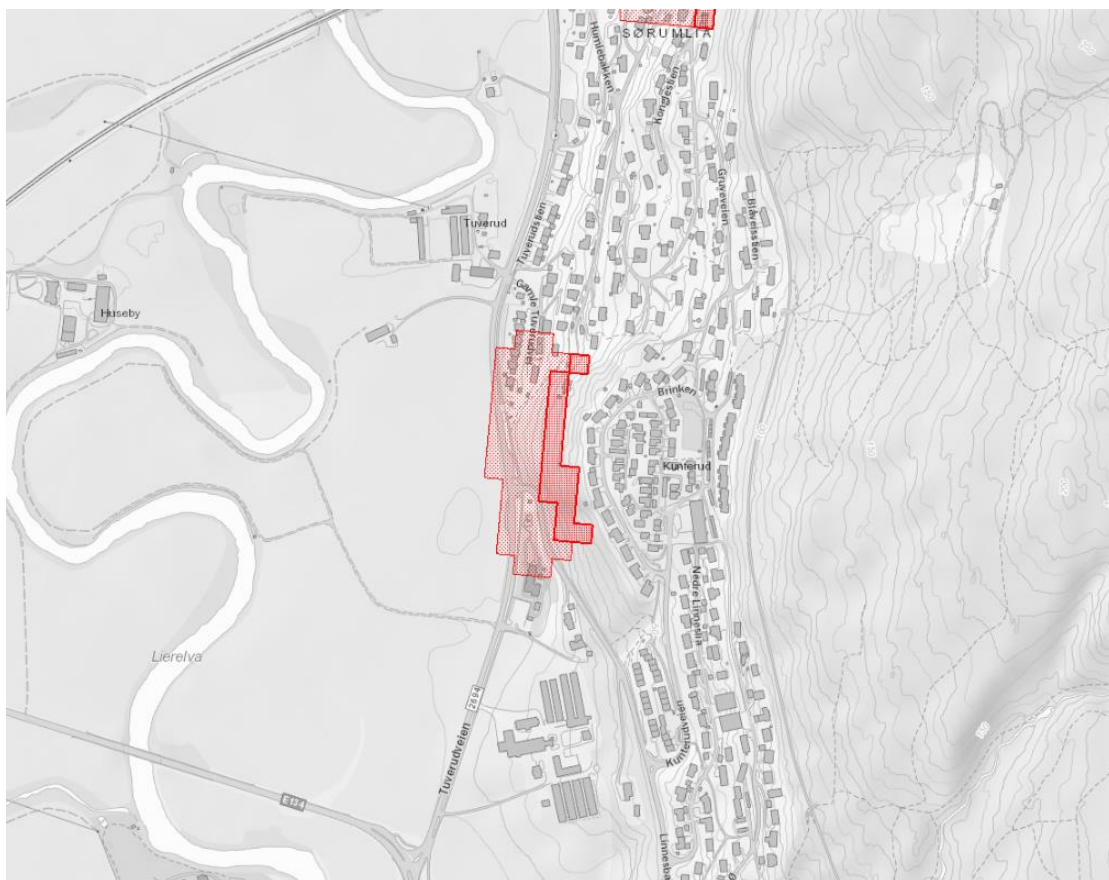
Aktsomhetsområder for steinsprang og snøskred i prosjektområdet er hentet fra fra NVE's nettsider [54] og vist på Figur 13-1. Vestre påhugg i Husebykorridoren ligger innenfor aktsomhetsområde for snøskred, se Figur 13-2. Potensialet for snøskred i påhuggsområdet må kartlegges og vurderes i neste prosjektfase.

NGI utførte også i 2016 kartlegging av steinsprangfare ved fire eiendommer nært påhugget på Linnes. De 4 eiendommene er Kvernbakken 55, Kvernbakken 57, Sollibakken 11 og Øvre Linneslia 4. Det ble konkludert med at sprengningsinduserte vibrasjoner kunne medførte steinsprang fra overliggende terreng, og sikringstiltak ble foreslått.

Påvist kvikkleire i grunnen ved Linnes må utredes videre mtp. muligheten for kvikkleireskred i forbindelse med grunnarbeider.



Figur 13-1: Utsnitt av aktsomhetskart for skred – hele prosjektområdet [53]



Figur 13-2: Utsnitt som viser at vestre påhuggsområde for Husebykorridoren har potensiale for snøskred [53]

14 Oppsummering og hovedkonklusjoner

I dette kapitlet gis en kort oppsummering av generelle utfordringer som forventes langs tunnelene

14.1 Generelle geologiske problemstillinger langs alle traséalternativene

- NØ-SV-kryssende svakhetssoner/forkastningssoner, som fra tidligere tunneldriving i samme område har vist seg kunne opptre som dypforvitret bergmasse som til dels allerede var, og til dels ble omvandlet til svelleleire etter tilgang på oksygen og fuktighet
- Forkastninger orientert i N-S, som fra tidligere tunneldriving i samme område ofte opptrer med svelleleire på sprekkeflater
- Kryssende oppsprukne diabasganger, ofte steile, med glatte sprekker inn mot sidebergarter
- Mange kryssende svakhetssoner/forkastningssoner har kommunikasjon med nærliggende vann/dammer og myrområder. Det må også forventes at soner/forkastninger som ikke har direkte kontakt med nærliggende vannområder kan bli vannmatet av kryssende soner med direkte kontakt. Det må forventes utfordrende injeksjonsarbeider i forbindelse med kryssing av svakhetssoner, og antatte vannførende soner bør undersøkes nærmere.
- Det er registrert artesiske trykk ved undersøkelser utført i nærhet til østre påhuggsplassering. Det må forventes utfordringer i forbindelse med injeksjonsarbeider på denne strekningen.
- Kryssing under NØ-SV-orientert dyprenne ved Sprengstoffdammen forventes å kreve tung sikring. I dyprennen er det vurdert flere svakhetssoner som krysser alle tunnelalternativene i dette området. Nærhet til Sprengstoffdammen kan også by problemer i forbindelse med injeksjonsarbeider.
- Kryssing av dyprenne ca. ved profil 2050 (Vikerkorridoren) forventes å være utfordrende. Dyprennen har orientering NØ-SV, og forventes å være flere større svakhetssoner. Tunneloverdekningen i dette området ligger rundt 20 m.
- Kryssing over Lieråstunnelen (Vikerkorridoren) krever god kjennskap til geologien i krysningområdet for å komme frem til riktige restriksjoner for passering
- Kvikkleireforekomster nært vestre påhuggsområde for Huseby-, Vitbank- og Jensvollkorridoren, samt nordre påhuggsområde for Vikerkorridoren krever videre utredning mtp. behov for stabilisering i forbindelse med grunnarbeider
- Det er kartlagt svovelavsetninger og rustutfelling i bergmassen i prosjektområdet. Potensialet for sur avrenning i tunnelene må kartlegges nærmere
- Store områder innenfor prosjektområdet er merket med høy aktsomhet for radon. I videre arbeid må radoninnholdet i bergarter kartlegges og vurderes
- Systematisk testing av stein for bruk i veganlegget og videre planlegging for å unngå unødvendige overskuddsmasser fra prosjektet

Referanseliste

- [1] Statens Vegvesen, «E134 Dagslett - E18. Planprogram for kommunedelplan med konsekvensutredning.,» 2020.
- [2] Norconsult, «Planbeskrivelse for E134 Dagslett - Linnes.,» 2021.
- [3] Norconsult, «Fagrapport tunnel og anleggsgjennomføring.,» 2021.
- [4] Statens Vegvesen, «Håndbok N500 Vegtunneler.,» Statens Vegvesen, Vegdirektoratet, 2020.
- [5] Statens Vegvesen, «Håndbok N200 Vegbygging.,» Statens Vegvesen, Vegdirektoratet, 2018.
- [6] Miljødirektoratet , «Faktaark M-1243/2018. Mellomlagring og sluttdisponering av jord- og steinmasser som ikke er forurensset.,» Miljødirektoratet , 2018.
- [7] Lovdata, «Forskrift om begrenning av forurensning (forurensningsforskriften),» Lovdata, 2013.
- [8] Lovdata, «Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall.,» Lovdata, 2011.
- [9] Direktoratet for mineralforvaltning , «Uttalelse til varsel om planoppstart og høring av planprogram for kommunedelplan for E134 Dagslett - E18 i Lier og Asker kommuner.,» Direktoratet for mineralforvaltning, Trondheim , 2020.
- [10] S. Engskaug, «Masteroppgave. Vikantunnelen. Ulike ingeniørgeologiske problemstillinger knyttet til stabilitet og sikring av veitunnel.,» NTNU, Trondheim, 2020.
- [11] Statens vegvesen Buskerud / NVK Vandbyggningskontoret, «RV 23 Linnes – Dagslett. Geofaglige undersøkelser i tunnelsonen. Rapport nr. 1/6564.,» 2000.
- [12] Statens vegvesen, «Vegteknisk seksjon (2016): Notat Fd602A, Rv23 Linnes-E18, geotekniske.,» 2016.
- [13] Statens Vegvesen Region Sør, «Rv23 Linnes-E18, Geoteknisk rapport for KU Sveisnr. 200304044-28, Ressursavdelingen, Vegteknisk seksjon.,» 2006.
- [14] Statens vegvesen Buskerud, «Oppdrag Fd 382B rapport nr. 1 Rv23. Linnes - Dagslett- Geologisk rapport.,» 1999.
- [15] SWECO, «Detalj- og reguleringsplan for rv. 23 Dagslett - Linnes. Fagrapport ingeniørgeologi.,» 2013-04-26.
- [16] NGI, «Dok. nr. 20150096-01-R. Rv. 23 Dagslett - Linnes. Ingeniørgeologisk fagrapport for konkurransegrunnlag.,» Statens Vegvesen, 2017.

- [17] NGI, «Dok. nr. 20150096-04-TN. Rv. 23 Dagslett - Linnes. Kartlegging av mulig steinsprangfare for fire eiendommer nært tunnelen,» Statens Vegvesen, 2016.
- [18] A. Gaut, «Drammen Cauldron's østgrense ved Sørums i Lier,» Institutt for geologi, Universitetet i Oslo, Oslo, 1972.
- [19] Statens Vegvesen, Veglaboratoriet, «Oppdrag F-382A rapport nr. 1 Seismiske undersøkelser. Daueruddalen - Kovestad gård,» 1990.
- [20] Geophysix, «Rv. 23 Dagslett - Linnes. Refraksjonsseismikk. Prosjekt 11381.,» Statens Vegvesen, 2012.
- [21] Ruden Ltd, «GEOELEKTRISKE OG STRUKTURGEOLOGISKE UNDERSØKELSER RV23 DAGSLET – LINNES,» 2012.
- [22] Ruden Ltd. R&P Geo Services AS, «Goelektriske og strukturgeologiske undersøkelser RV23 Dagslett - Linnes,» Statens Vegvesen.
- [23] NGI, «ERT-profil 2320-2560 og refraksjonsseismikk profil 3120-3360,» 2015.
- [24] Statens Vegvesen Region sør. Ressursavdelingen, «Geoteknikk. Rv23 Dagslett-Linnes, delstrekning Linnes.,» 2011.
- [25] Sweco Norge AS., «Rv.23 Dagslett-Linnes. Grunnundersøkelser og geoteknisk rapport,» 2013.
- [26] COWI, «Rv 23- Dagslett- Linnes. Datarapport, hovedentreprise, geotekniske grunnundersøkelser, rapport nr. A064456, RAP-RIG-010,,» 2016.
- [27] Statens Vegvesen Region Sør, «Geoteknikk Rv23 Dagslett-Linnes. Grunnundersøkelser for tverrslag ved Gullaug. Datarapport Nr. 2014147423-001.,» 2015.
- [28] Statens Vegvesen, «Rv23Dagslett - Linnes Uttak og testing av steinmaterialer/prøver for vurdering av egnethet til bruk i vegens forsterkningslag,» 2015.
- [29] R. Trønnes, «Bergartstyper, intrusjonsforhold o hydrotermale omvandlinger og mineraliseringer, Røysjø-området, Drammensgranitten,» Geologisk institutt, NTH, Trondheim, 1980.
- [30] COWI, «Rv 23- Dagslett- Linnes. Datarapport, oppstartsentreprise, geotekniske grunnundersøkelser, rapport nr. A064456, RAP-RIG-E01, versjon 2.0,» 2016.
- [31] NGU, «Berggrunn N250. Berggrunnsgeologisk kart i detaljeringsgrad 1:250.000,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>. [Funnet 20 Apr 2020].

- [32] F. Huseby, «Lieråsen tunnel, strukturgeologiske og ingeniørgeologiske undersøkelser. Tekniske meddelelser -NSB, tekniske tidsskrift for Norges Statsbaner, Nr.3 NSB,» 1966.
- [33] A. Heltzen, «Tunneldrift i Oslofeltets eruptiver - ingeniørgeologiske og bergmekaniske erfaringer,» Norsk forening for fjellsprenningsteknikk, 1974.
- [34] E. O. O. K. O. J. S. Lundin, «Interpretation of the magnetic anomaly pattern in the Oslo region,» NGU, 2005.
- [35] NGU, «Dok.nr. 2007.034. Dypforvitring i Oslo-regionen. Påvisning og oppfølgende undersøkelser.,» NGU, 2007.
- [36] NGU/ A. Bugge, «Rapport nr. 217 Norges Molybdenforekomster,» Universitetsforlaget, Oslo, 1963.
- [37] NGU, «Berggrunnskart 1:50 000. Lier,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>. [Funnet 15 06 2020].
- [38] NGU Aktsomhetskart radon, «www.ngu.no,» NGU, [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/radon_mobil/. [Funnet 5. Juli 2020].
- [39] Lovdata, «Forskrift om radiaktiv forurensning og avfall,» Klima og miljødepartementet, Lovdata, 2011, .
- [40] COWI, «Datarapport hovedentreprise, Røyken. Geotekniske grunnundersøkelser. RAP-RIG-009,» 2017.
- [41] Statens vegvesen Buskerud, «V23 Dagslett-Linnes. Geofaglige undersøkelser i tunnelsonen.,» 2000.
- [42] NGI, «Rv. 23 Dagslett - Linnes "Ingeniørgeologisk fagrapport for konkurransegrunnlag",» 2017.
- [43] NGI, «Rv. 23 Dagslett - Linnes. Tverrslag - Ingeniørgeologisk fagrapport for reguleringsplan,» 2016-01-07.
- [44] T. V. Per Hagelia, «Lieråsen tunnel. Nedbryting av sprøytebetong og betongelement; årsaker og tiltak. Førebels resultat.,» Teknologidividinga Vegdirektoratet, 2004.
- [45] NGU, «GRANADA Nasjonal grunnvannsdatabase,» NGU, [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/granada/>. [Funnet 22 04 2020].
- [46] F.-. Løset, Norges tunnelgeologi, 2006.
- [47] Statens Vegvesen/Palmstrøm et. al. , «Publikasjon nr. 101, Riktig omfang av undersøkelser for berganlegg,» Vegdirektoratet, Statens Vegvesen, Teknologidividingen, 2003.

- [48] F. C. A. Huseby, «Rapport nr. 3. Lieråsen tunnel, strukturegeologiske og ingeniørgeologiske undersøkelser,» NSB, 1966.
- [49] Norconsult AS, «Drammensbanen, (Asker) - Gulslogen. Rehabilitering av Lieråsen tunnel. Fagrapport ingeniørgeologi,» Bane NOR, 2017.
- [50] Jernbaneverket Region sør, «Tegning: F06, Lieråsen tunnel, lengdeprofil eksisterende tunnel, hovedplan,» 2000.
- [51] NTNU, Institute for bygg- og anleggsteknikk, «Prosjektrapport anleggsdrift, 13B-98, Borbarhet, Katalog over borbarhetindekser,» 1998.
- [52] NGI, «Bruk av Q-systemet. Bergmasseklassifisering og bergforsterkning,» NGI, Oslo, 2015.
- [53] www.nve.no, «Skrednett, kvikkleireforekomster,» NVE, [Internett]. Available: <https://kartkatalog.nve.no/#kart>. [Funnet 5. Juni 2020].
- [54] NVE, «Skrednett. Oversikt over skredhendelser. Aktsomhetskart for steinsprang, snøskred , jordskred og kvikkleire,» [Internett]. Available: <https://www.nve.no/flaum-og-skred/skrednett/>. [Funnet 20 Apr 2020].
- [55] Statens vegvesen Buskerud / Jordforsk, «Geo- og vannressurser. Analyse av verdi og sårbarhet. RV 23 HP:01 Parsell: Linnes – Dagslet. Oppdrag Fd 382B, rapport nr. 2.,» 1999.
- [56] Statens Vegbesen, «Rv. 23 Dagslet-Linnes, Lier, Buskerud, Rapport Refraksjonsseismikk,» 2012.
- [57] Miljødirektoratet, «Naturbase,» Miljødirektoratet, [Internett]. Available: <https://kart.naturbase.no/>. [Funnet 22 04 2020].
- [58] NGU, «Løsmasser N50/N250, Marin grense. Kvartærgeologisk kart, detaljeringsgrad 1:50 000,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>. [Funnet 20 Apr 2020].