Vestfold
FYLKESKOMMUNE

01.07.2023

Fv. 3138 Syrbekkveien

Geotekniske vurderinger

Reguleringsplan, planID 3808 20180177
Tønsberg kommune



Sammendrag

Vestfold og Telemark Fylkeskommune har engasjert EFLA AS til å gjennomføre geotekniske vurderinger i forbindelse med etablering av ny gang- og sykkelveg langs Syrbekkveien i Tønsberg kommune, på strekningen mellom Hortensveien og Grenaderveien, samt omlegging av vegtraseen på deler av strekningen.

Forekomsten av kvikke/sensitive materialer er dokumentert i borehull 2 fra ca. 2,2 m dybde. Fra tolkning av utført totalsonderinger forventes samme funn i boreposisjon 1, 3, 4, 5, 6, 7 og 8 (mellom vegprofil 300-480), selv om dette ikke er dokumentert. Funn av kvikkleire innenfor planområdet betyr at man må ta hensyn til sikkerheten både i planlegging og gjennomføring av arbeidet.

Tiltaket på strekningen er vurdert som gjennomførbart gitt at høyde på fyllinger innenfor angitt område ikke overstiger 3,3 m.

Setninger forventes der terrenget blir pålagt ekstra last, som vil være størst mellom profil 300-480 og mellom profil 520-570. Bruk av forbelastning vil kunne være aktuelt på flatt terreng med tilfredsstillende stabilitet. Alternativt kan man benytte kalksementpeler for å unngå setninger, og tiltaket vil kunne etableres raskest mulig.

Uavhengig av valg av løsning, forbelastning eller kalksementpeler, skal det organiske materialet i toppen forsiktige skrapes bort til ca. 0,5 meter – 1 meters dybde. Det må i størst mulig omfang tas vare på lag med tørrskorpe (det faste laget av leire, grus og sand), og på toppen av tørrskorpen skal det legges fiberduk av klasse 3 samt vegfylling av gode drenerende masser.

Basert på stabilitetsvurderingene anbefales det ikke å legge mer enn 3,3 meter høy overfylling på dagens terreng. Ved 3,3 meter høy fylling setningene på det lengste bruke omtrent 6 måneder.

Forbelastning av en 3,3 meter høy fylling har en antatt prislapp på kr 1 400 000,-. En kalksementpeleløsning antas å ha en kostnad på 10 350 000,-.

Forbelastning er vurdert som den enkleste og rimeligste metoden, men også den mest tidskrevende.

Innhold

Sammendrag **1**

Innhold **2**

1. Innledning **4**

2. Grunnforhold **6**

3. Anleggstekniske anbefalinger **6**

3.1. Forbelastning 7

4. Geotekniske parametere **8**

4.1. Setningstid 8

4.2. Kalksementpeler (KS-peler) 9

5. Valg av tiltakskategori **10**

6. Stabilitet **12**

6.1. Analyseverktøy 12

6.2. Karakteristisk skjærfasthet 13

6.2.1. Innledende vurderinger og områdestabilitet 13

6.2.2. Valg av beregningsprofiler 13

6.2.3. Beregningsresultater 14

7. Konklusjon **16**

8. Andre anbefalinger **17**

9. Vedlegg **18**

9.1. Vegoverbygning 18

Tegning

Innhold	Målestokk	Format	Tegn. nr.
Vegprofiler m boreplan og lengdesnitt samt plassering av evt. forbelastning og – eller KS plan	1:1000/1:200	A1	V101

REVISJONSHISTORIKK

Revisjonene er betegnet som følger:

Rev.	Revisjonsårsak	Dato	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
00	Første utgave	1.7.2023	SOÚ	SGÁ	EA

Beskrivelse av endring fra en revisjon til neste er som følger:

Rev.	Beskrivelse av endringer
00	Første utgave

1. Innledning

Vestfold og Telemark Fylkeskommune har engasjert EFLA AS til å gjennomføre geotekniske vurderinger i forbindelse med etablering av ny gang- og sykkelveg langs Syrbekkveien i Tønsberg kommune, på strekningen mellom Hortensveien og Grenaderveien, samt omlegging av vegtraseen på deler av strekningen.

Hensikten med denne vurderingsrapporten er å dokumentere:

1. Potensielle setninger i forbindelse med planlagt tiltak, samt motvirkning i form av forbelastning eller løsning med KS-peler.
2. Geotekniske vurderinger og anbefalinger.

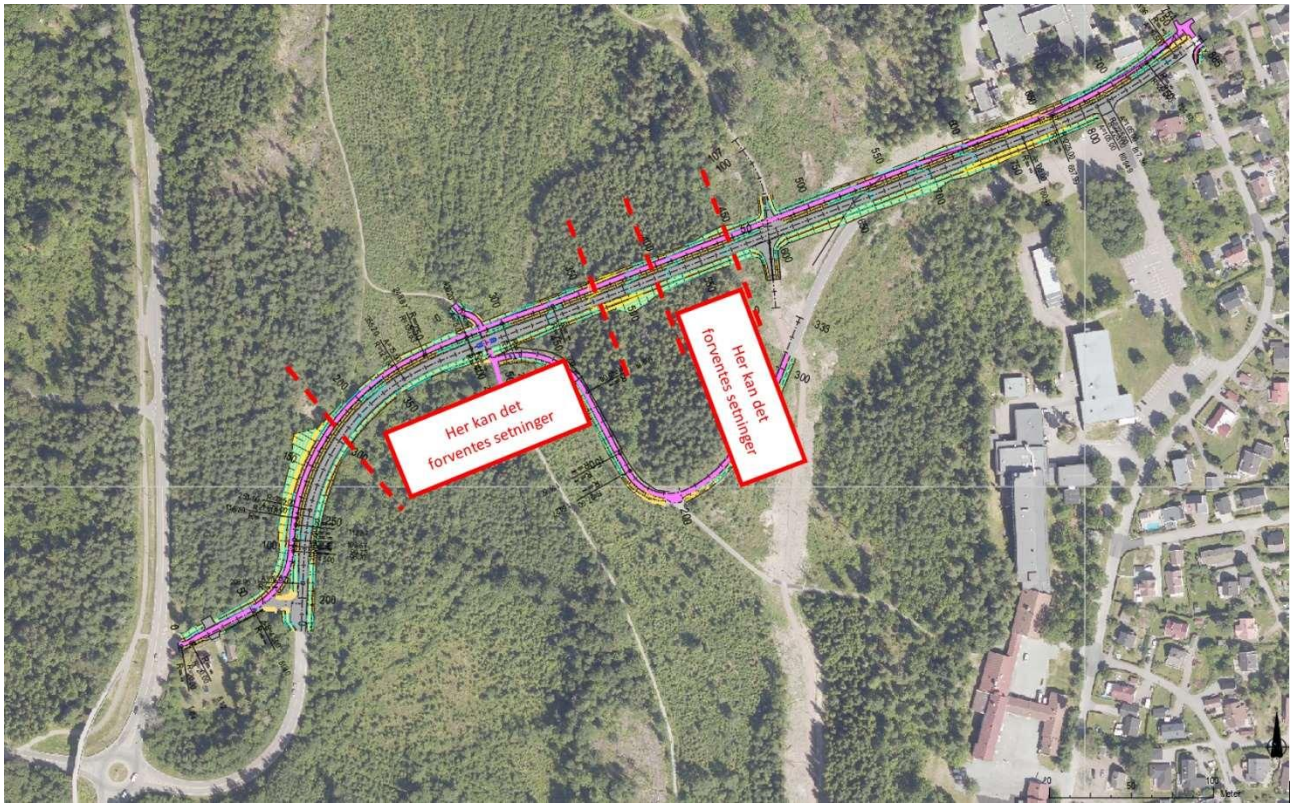
Denne rapporten bygger på tidligere vurderinger og data fra gjennomførte grunnundersøkelser i notat:

- *«GEOTEKNISK VURDERING FOR FV 3138, SYRBEKKVEIEN HORTENSVEIEN–GRENADERVEIEN, NY TRASE OG GS- VEG G-not-001», Rambøll*



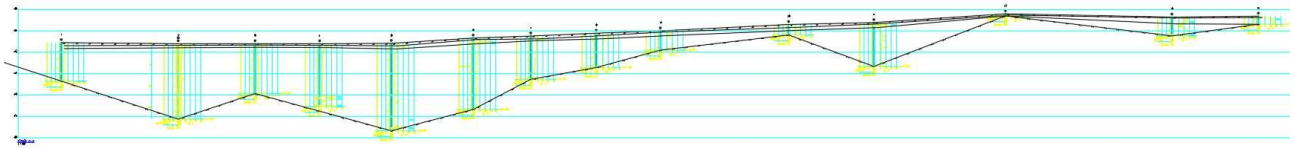
Figur 1 Veistrekning (Norkart AS, Geovekst, Statens Kartverk, NASA)

På grunnlag av vurderinger av tilgjengelig grunnlagsdata forventes størst forekomst av setninger mellom profilene 300 – 480 og 520 – 570. I videre planlegging må dette ivaretas.



Figur 2 Plantegning – Utsnitt fra plantegning som viser ny vegstrekning hvor det kan forventes setninger, se tegning V101.

Forventede setninger er vurdert å kunne framskyndes ved bruk av forbelastning eller unngås ved bruk av KS-peler.



Figur 3 Lengdeprofil av utførte grunnundersøkelser fra vegprofil 300 – 630, se tegning V101.

2. Grunnforhold

På bakgrunn av foreliggende grunnundersøkelser er grunnforholdene fra terrengnivå i området følgende:

- Varierende fra 0–1 meters dybde med organiske materialer.
- Fastere masser fra 0,5-1,5 meter med blanding av grus sand og leire (tørrskorpe).
- Delvis bløt til meget bløt leire fra 1 meter og videre varierende mektighet av leire frem til antatt berg er truffet.

Ved å sammenlikne grunnundersøkelsene fra GeoStrøm AS med topografien kan en forvente at boringene ble avsluttet mot berg eller i fast morene på toppen av berg, men dette kan ikke bekreftes ettersom det ikke er boret dypt nok ned (3 m) i de faste massene.

Fra profil 300 under eksisterende veg, til ca. profil 480 og fra profil 520 – 570 ser det ut til å ligge en løsmassedal med bløte masser.

I tillegg til at tørrskorpa vanligvis er veldig tett, er leir lite permeabel. Derfor opplever man ofte at grunnvann som jorda tar fra overflaten flyter på toppen av tørrskorpa. Grunnvannstanden er målt til 0,5 meter under dagens terreng og vi forventer at den ligger mellom tørrskorpa og overflaten.

Det registrerte vanninnholdet i leira er høyt, og tolkningen av grunnforholdene i borehull 2 viser at leira er delvis sensitiv/kvikk mellom vegprofil 300-480 etterfulgt av en strekning som visuelt kan tolkes som sensitiv mellom vegprofil 520-570.

3. Anleggstekniske anbefalinger

Både nye og tidligere vurderinger vedrørende mulige setninger på strekningen viser at dette er noe som må ivaretas under anlegget. Grunnet høy grunnvannstand vurderes det mindre egnet å bruke lette fyllingsmasser i anlegget, men det anbefales i stedet å benytte seg av enten av metoden forbelastning eller kalksementpeler.

Uavhengig av valg av løsning, forbelastning eller kalksementpeler, skal det organiske materialet på toppen forsiktige skrapes bort, ned til ca. 0,5 meter – 1 meters dybde. Det skal i størst mulig omfang tas vare på laget med tørrskorpe (det faste laget av leire, grus og sand), og på toppen av tørrskorpen skal det legges fiberduk av klasse 3 og deretter vegfylling av gode drenerende masser.

Basert på grunnundersøkelsene kan vi forvente setninger mellom vegprofil 300 – 480 og 520 - 570. Muligheten for setninger i dagens veg før profil 300 ikke kan utelukkes da denne strekningen mangler boreprøver. Det anbefales at det gjennomføres boringer i vegprofil 180 - 300 for å få et tilstrekkelig grunnlag for prosjektering av eventuelle setningsreduserende tiltak innenfor tiltaket.

Under beskrives to forskjellige løsninger for å ta vare på setningene enten med kalksementpeler eller i form av forbelastning:

3.1. Forbelastning

Det forventes en tilleggslast i form av ny vegfylling + trafikklast der planlagt vegfylling er liten og stort sett i samme plan som dagens terreng. Beregningen tar høyde for profilet der fyllingen er høyest, som tilsvarer omtrent i profil 420 hvor fyllingshøyden er 0,8 meter over dagens terreng. I tillegg skal organisk materiale ned til omtrent 0,5 meter dybde fjernes og erstattes med steinfylling. Grunnundersøkelsene angir at topplaget har en egenvekt på ca. 18-19 kN/m^2, som er tilsvarende egenvekten på steinfyllingen. Ekstra last beregnes derfor å komme fra toppfyllingen over dagens terreng samt trafikklasten. For trafikklast benyttes en jevnt fordelt last på 15 kN/m^2 i henhold til Statens vegvesen håndbok N200. Setninger beregnes for bruksgrensetilstand og med partialfaktor γ_M= 1. Vi forventer dermed en jevnfordelt last for trafikklast på 15 kN/m^2 og for veifylling 0,8 meter på 15,2 kN/m^2. Summen av laster vil være 30,2 kN/m^2, som tilsvarer ca.1,6 meter høy steinfylling, eller alternativt oppbygging opp til ferdigplanert veinivå for deretter å legge omtrent 0,8 m steinfylling på toppen.

Ved valg av forbelastning som metode anbefales det, for å være på den sikre siden, å legge minimum 0,8 meter høy steinfylling på toppen av ferdigplanert veinivå fra vegprofil 180 til vegprofil 570 med en bredde på ca. 1 meter utenfor fyllingsfot av ny planlagt veg og gs-veg.

Mengden kan reduseres noe ved kun å legge forbelastning mellom profilene 300 - 480 og 520 – 570. Dette alternativet vurderes som mindre sikkert med hensyn på fremtidig vedlikehold ettersom dette kan medføre senere differansesetninger.

I neste kapittel estimeres et overslag av forventet setningsstørrelse og tid utfra tilgjengelige data. Dette er ikke eksakte beregninger, men gir en pekepinn på hva som kan forventes.

4. Geotekniske parametere

Geotekniske parameterne er tolket utfra grunnundersøkelsene basert på erfaringstall. Tabell 1 viser estimeringen (overslag) av forventet setningsstørrelse og tid utfra tilgjengelige data.

Tabell 1 Benyttede geotekniske parametere i stedlige masser og tilførte masser av sprengstein/maskinkult

Lag nr	Materialbeskrivelse	Lagfor-delings mektighet	Tyngde-tetthet γ	Friksjonsvinkel φ	Attraksjon a	Modultall m /n*
		[m]	(kN/m^3)	(°)	(kPa)	
1	Tilførte komprimerte masser av knust fjell/pukk	1,6	19	42	0	400/0,5
2	Tørrskorpe	0,5	18	30	0	42/0,5
3	Leire, siltig, sandig (W=40%)	(fra 1,5-20)	19	20	0	12/1
4	Morene	Ukjent (antatt 0,5m)	19	36	0	200/0,5

*)Setningsmodul $M=m \bullet \sigma_a \bullet (\sigma/\sigma_a)^{(1-n)}$, hvor σ = spenningsnivå i jorda og σ_a = referansespenning = 1 atm.

Basert på grunnundersøkelser, labanalyser og erfaringstall vil vi kunne forvente setninger opp mot 25 centimeter. Setningene vil variere i størrelse og tid ettersom mektigheten og fastheten til løsmassene varierer på strekningen.

4.1. Setningstid

Labanalyse av borprøve 2 viser at udrenert skjærstyrke (C_u) tolket fra konusforsøk ligger fra 18 – 38 kPa. Erfaringstall fra Statens vegvesen håndbok V220 og en gjennomsnittsverdi på leirstyrken på 25 kPa gir en konsolideringskoeffisient Cv = 15m^2/år, som er valgt å bruke for leirlaget. Det er tatt høyde for at drensveien går i to retninger ettersom det vises tegn til lag av morene under leirlaget.

Tid for forbelastning kan variere opp til øverste verdi på 7 år. Prosessen kan fremskyndes ved å legge en større fylling enn nødvendig for veioppbyggingen. Eksempelvis kan en 2,5 meter høy overfylling på ferdigplanert vei fjernes etter 2 år og en 3,5 meter overfylling kan fjernes etter ca. 4 måneder.

For å estimere mer eksakt setningsstørrelse og setningstid er det nødvendig med prøver fra bestemte dybder hvor det er utført treaks- eller odometerforsøk, noe som ikke har vært utført i tidligere grunnundersøkelser eller i forbindelse med denne vurderingsrapporten.

Legging av 3,3 meter høy fylling fra profil 300 - 480 og 520 - 570 vil utgjøre ca. 11.960 m^3 stein hvor ca. 60 % av steinen må kjøres bort igjen. Arbeidet med det ekstra fyllingsarbeidet og bortkjøringen vil medføre en kostnad på ca. kr 1 400 000,-.

Det må utarbeides en plan for å registrere og følge opp setningene. Det anbefales å legge ut kontrollpunkt i flere posisjoner tatt ut fra kjente grunnforhold. Det vurderes at det minimum må legges ut 15 kontrollpunkt over gjeldende strekning, men dette må planlegges mer nøyaktig i byggeplanfasen. I tillegg må forbelastningsmengden optimaliseres og oppfølgingen planlegges med hensyn til riktig tidspunkt for fjerning av fyllingen.

4.2. Kalksementpeler (KS-peler)

Det tidligere vurderingsnotatet utført av Rambøll presenterer et anslag med utførelse av KS-peler. Det foreslås 60 centimeter diameter på pelene med en C/C-avstand på 90 centimeter som settes opp i rutemønster 3 meter utenfor overbygningsmassene. Dette utgjør en dekningsgrad på ca. 40%. Det er utført selvstendige beregninger i forbindelse med dette notatet som bekrefter Rambølls anslag på antall KS-peler som vil ivareta at man unngår setninger. Strekningen som anbefales ligger mellom vegprofil 300 – 480, men man bør også ivareta strekningen mellom profil 520 – 570 må ivaretas på tilsvarende måte.

Det anbefales at hele tiltaksområde, med unntak av områder med morene masser og berg, masseutskiftes. Dette tilsvarer profil 180 - 300, 470 - 520 og 570 - 875. Det forventes at det der er det korte avstander ned til faste masser eller fjell.

Basert på grunnforhold og prosjekts omfang er estimert mengde KS-peler 25 peler pr. meter vei, som totalt vil utgjøre 5750 peler på strekningen. Med en gjennomsnittslengde på 15 meter/pel utgjør det 86 250 meter peler. Om man anslår en pris per meter pel på 120 kr vil totalkostnaden av kalksementpeler være 10 350 000,- ekskl. masseutskiftning.

5. Valg av tiltakskategori

Tiltaket dreier seg om omlegging av dagens veg + ny gs-veg ved siden av eksisterende og ny veg.

Håndbok N200 viser at Utredning av områdestabilitet skal gjøres i henhold til Byggeteknisk forskrift til Plan- og bygningsloven, TEK17, med tilhørende NVE veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred. I henhold til plan og bygningsloven § 28-1 kan grunn bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. NVEs veileder 1/2019, beskriver hvordan skredfare kan utredes. Utredning i henhold til denne veilederen tilfredsstiller gjeldende lovkrav i Plan- og bygningsloven, samt ovennevnte krav i Håndbok N200. Ifølge NVEs retningslinjer må en på reguleringsplannivå, der planlagte byggeområder ligger innenfor aktsomhetsområder som omfatter tiltakskategori der områdestabilitet må utredes, identifisere, avgrense og faregradsklassifisere faresoner.

Tiltaket plasseres i tiltakskategori K1, ifølge Figur 4, der K1 omfatter *«Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer. Mindre driftsbygninger i landbruket. Lagerbygg av begrenset verdi lokale VA anlegg, kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)»*

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	**Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer** Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	**Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer** Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	**Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting** Massedeponier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	**Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi** Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	**Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner** Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

Figur 4 Tiltakskategori med eksempler på type tiltak i henhold til NVE veileder 1/2019

For tiltakskategori K0-K2 må sikkerhet mot områdeskred dokumenteres iht. kravene i kap. 3.3.3 til 3.3.5, NVE veilederen.

Sikkerhetskrav for tiltakskategori K1

Krav til sikkerhet oppfylles hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor Fcu ≥ 1,40*fs og Fcφ ≥ 1,25, hvor fs er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene, se kap. 5.3.3 i NVE veilederen.

Dette betyr at sikkerhetsfaktoren må være minimum Fcu ≥ 1,40*1,15 = 1,61 hvor tiltaket forverrer stabiliteten.

Det skal gjøres en vurdering av alle relevante løsne- og utløpsområder med tanke på skråninger hvor erosjon kan utløse skred.

Vurderinger og utarbeidelse av dokumentasjon skal gjennomføres av foretak med geoteknisk kompetanse som angitt i kap. 3.1. Kvalitetssikring gjennomføres internt i foretaket.

Tek 17

TEK17 §7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger

Ifølge TEK17 §7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger, skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger som flom, stormflo og ras.

Flom: Slik prosjektet er plassert er det ikke utsatt for flomfare.

Stormflo: Slik prosjektet er plassert er det ikke utsatt for stormflofare.

Rasfare: Slik prosjektet er plassert er det ikke utsatt for rasfare.

Flodbølge: Slik prosjektet er plassert er det ikke utsatt for flodbølge.

Konklusjon: *Kravene i TEK17 §7 vurderes å være oppfylt.*

6. Stabilitet

Stabilitet ved 3,3 meter og 3,5 meter høy forbelastning på toppen av det bløte leirlaget er videre vurdert i teksten under.

6.1. Analyseverktøy

Stabilitetsanalysene er utført med programmet Novapoint GeoSuite Stability version 22.0.3.0. Stabilitetsvurderingene er utført på både totalspenning- og effektivspenningsbasis.

Borepunkt	Dybde	Materiale	w	γ	GL	wP	wL	Ip	cuuC	εuC	cufc	curfc	St	ADP	ADP	cuA
nr	(m)	beskrivelse	(%)	(kN/m^3)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(kPa)	(-)	Ad	Ap	(kPa)
2	0,60	Sandig leire	15,0													
	0,80	Sandig leire	15,0													
	1,70	Leire (med sand grus og litt humus	25,0	20,4							87,2	21,0	4	0,59	0,31	148,4
	2,00	Leire (med sand grus og litt humus	25,0	20,4							87,2	21,0	4	0,59	0,31	148,4
	2,20	Leire														
	2,30	Leire	42,0													
	2,40	Leire	42,0			21,0	33,0	12			28,0	1,1	25	0,64	0,36	43,9
	2,50	Leire	41,0	18,0												
	2,60	Leire	40,0													
	3,00	Leire	40,0								23,0	1,0	23	0,59	0,31	39,1
	3,20	Leire, siltig sand		18,4							23,0	1,0	23	0,59	0,31	39,1
	3,30	Leire, siltig sand	31,0													
	3,40	Leire, siltig sand	38,0													
	3,50	Leire, siltig sand														
	3,80	Leire, siltig sand	30,5			18,0	24,0				20,0	1,0	20	0,59	0,31	34,0
	4,00	Leire, siltig sand														
	4,20															
	4,30	Kvikkleire	38,0			18,0	23,0				18,0					
	4,40					18,0	23,0	5			18,0	0,4	51	0,61	0,33	29,6
	4,50		38,0			18,0	23,0	5			18,0	0,4	51	0,61	0,33	29,6
	4,80	Kvikkleire	38,0			18,0	23,0	5			18,0	0,4	51	0,61	0,33	29,6
	5,00															
	5,50	Kvikkleire siltig	28,0	18,3		18,0	23,0	5				0,4	0	0,61	0,33	0,0
	7,00	Kvikkleire siltig	36,0			18,0	23,0	5				0,4	0	0,61	0,33	0,0
	7,20	Kvikkleire siltig	36,0	18,9				0			32,0	0,2	200	0,59	0,31	54,5
								0								
	7,60	Kvikkleire siltig	34,0					0			36,0	0,2	200	0,59	0,31	61,3
	7,80	Kvikkleire siltig	33,0					0								
								0								
	8,00	Kvikkleire siltig						0								
	8,20	Kvikkleire	32,0					0								
			28,0					0			32,0	0,2	200	0,59	0,31	54,5
								0			38,0	0,2	200	0,59	0,31	64,7
			28,0					0								
			30,0					0								
	10,00	Kvikkleire	41,0			18,0	21,0	3			33,0	0,2	200	0,60	0,32	55,0

Figur 5 Resultater fra lab analyser – BP 2 samt tolkning

Vi har benyttet Anisotropifaktorer basert på Ip.

Plastisitetsindeksen (Ip) inngår i prosent (%). Valg av Ip bestemmes av laveste plastisitetsindeksen for hver undersøkt posisjon. Ut fra det har vi valgt å benytte en plastisitetsindeks på Ip<10%. Dette gir anisotropifaktorer i henhold til NIFS sin rapport på CuD/CuC=0,63 og CuE/CuC=0,35.

6.2. Karakteristisk skjærfasthet

Basert på undersøkelsene er det utarbeidet et anbefalt karakteristisk skjærfasthetsprofil (C_{uA}) mot dybden som er tolket fra Figur 5.

For effektivspenningsanalysene i drenert tilstand er beregningene utført i henhold til vanlig praksis uten styrkereduksjon og uten anisotropi i styrkeparametere i bruddflatene. Beregningene er utført i alle profiler både med sirkulærsylindriske skjærflater og sammensatte skjærflater etter det antatt svakeste partiet i hver profil.

Under tørrskorpa er det bløte lag av siltig leire. For tørrskorpa har vi valgt å benytte drenerte styrkeparametere for attraksjon (a) lik 0 kPa (kohesjon c=0 kPa) og friksjonsvinkel (φ) lik 30° videre i stabilitetsanalysene. Dette er i samsvar med anbefaling i Svv Hb V220.

6.2.1. Innledende vurderinger og områdestabilitet

Det er valgt å analysere tiltaksområdet ut fra kriterier for kartlegging og risikoklassifisering av kvikkleiresoner gitt i NVE Retningslinjer 1/2019 rev. 30.5.2022. Kriteriene for nærmere analyse er:

1. Jevnt hellende terreng brattere enn 1:15
2. Høydeforskjeller på 5 meter eller mer.

Tiltaksområdet har ikke terreng brattere enn 1:15 og ingen høydeforskjeller større enn 5 meter, og det vurderes derfor ikke å være fare for områdestabilitet mhp kriteriene. Men ettersom det anbefales opp mot 3,5 meter høy forbelastning på toppen av området som delvis inneholder kvikkleire, må det utføres stabilitetsberegninger for å vurdere hvordan forbelastningen påvirker lokalstabiliteten.

6.2.2. Valg av beregningsprofiler

Beregningene er utført for veiprofil 460.

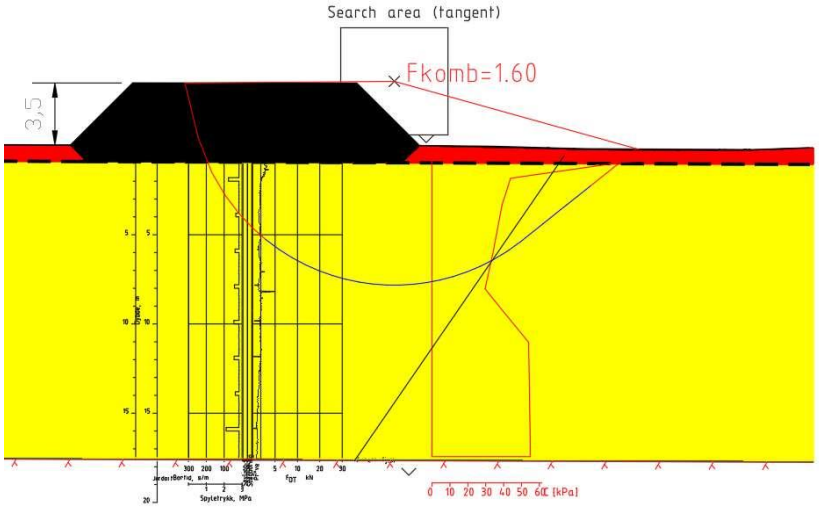
Tabell 2 gir en oversikt over karakteristiske parametere valgt for beregningene. Lag 1 er Fylling, Lag 2 er tørrskorpe av siltholdig leire, lag 3 er sensitiv leire og lag 4 er sandig, grusholdig silt (morene).

Tabell 2 Valgte karakteristiske materialparametere i stabilitetsanalyser.

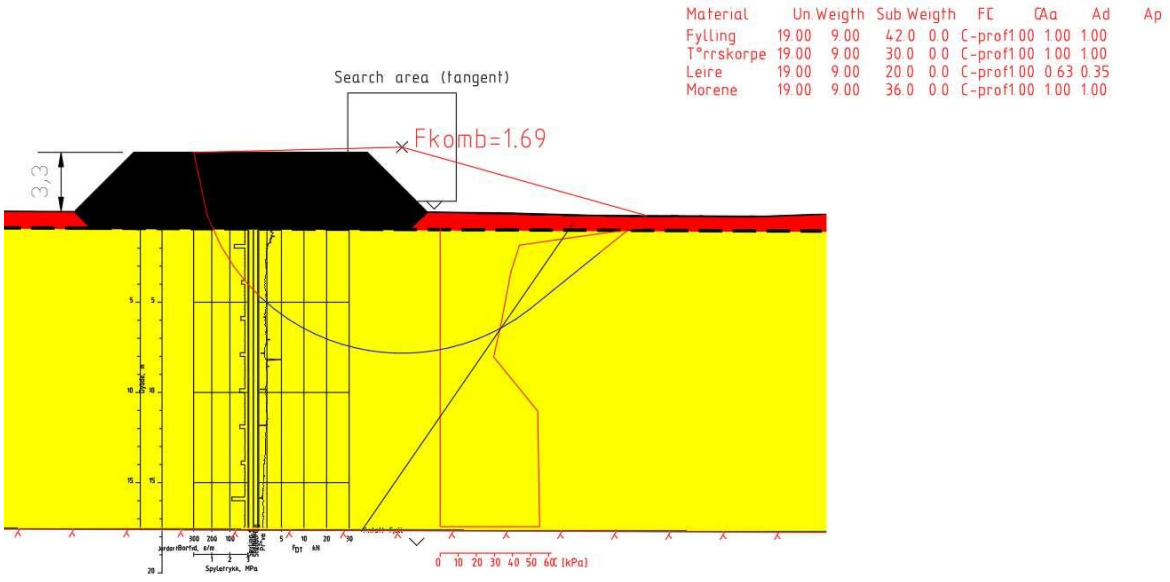
	Lag 1	Lag 2	Lag 3	Lag 4
Tyngdetetthet, γ (kN/m3)	19	19	19	19
Skjærstyrke, CuC (kPa)	-	-	C-profil	-
Friksjonsvinkel, φ (°)	42	30	20	35
Attraksjon, a (kPa)	0	0	0	0
Lagnavn i GeoSuite Stab.	**Fylling**	**Tørrskorpe**	**Leire**	**Morene**

6.2.3. Beregningsresultater

Stabilitet til profil 460 er analysert med 3,5 meter og 3,3 meter høy fylling. For å tilfredsstille materialfaktor på γ_M>1,61 kan fyllingshøyden ikke bli større enn 3,3 meter og dermed går det ikke å forbelaste med mer fylling enn det.



Figur 6 Resultater fra stabilitetsberegninger med 3,5 meter høy fylling



Figur 7 Resultater fra stabilitetsberegninger med 3,3 meter høy fylling

Tabell 3 oppsummerer de mest kritiske materialfaktorene (γ_M) fra stabilitetsanalysene, med henvisning til relevant tegning.

Tabell 3 Beregnede materialfaktorer (γ_M) for kritiske skjærflater fra GeoSuite Stability

Profil	Situasjon	Tilstand	Terreng-last [kPa]	γM [Fc]	Figur
460	Dagens terreng + 3,5m forbelastning	Drenert / Udrenert	0	1,60	Figur 6
460	Dagens terreng + 3,3m forbelastning	Drenert / Udrenert	0	1,69	Figur 7

For leire og finsilt er det normalt å utføre totalspenningsanalyse (udrenert analyse). Dette gir lavest materialfaktor for situasjoner med pålasting av grunnen. Effektivspenningsanalyse (drenert) blir brukt for grove materialer som sand, grus osv. Øverste laget er i hovedsak silt og leire. Dette gir grunnlag for å utføre stabilitetsberegningene som totalspenningsanalyser. Det kreves beregningsmessig en materialfaktor $\gamma_M > 1,61$, noe som 3,3 m høy forbelastning tilfredsstiller.

Angående andre små inngrep innenfor aktuelle området vises det til NVE veileder - små inngrep i kvikkleiresoner, «*https://www.nve.no/Media/3112/veiledning_b-smaa-inngrep-kvikkleire.pdf.*» som skal brukes når tiltak angående graving av grøfter, bakkeplanering, deponering av masser og andre mindre tiltak innenfor gjeldende område planlegges.

7. Konklusjon

Det anbefales ikke å grave gjennom tørrskorpa hvor en har bløt leire under. Det betyr at ny veg og gs-veg må heves noe over dagens terreng eller omtrent 1,6 meter fra tørrskorpa mhp. frostsikringsdybden. Det betyr samtidig at veien blir opptil 1,1 meter over dagens terreng hvor det ikke skal masseutskiftes ned til fjell.

Basert på foreliggende grunnundersøkelser betyr det at mellom vegprofil 300 - 500 og 520 - 570 må vegen ligge ca. 1,1 meter over dagens terreng. Mellom profil 500 - 520 og etter profil 560 kan ny veg ligge i terrenget.

Det mangler data fra profil 180 - 300 men det kan antas at det er kort avstand ned til berg, og dermed kan det utføres masseutskifting der når resten sannsynligvis ligger på leire. Det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser innen denne strekningen for å avklare dette nærmere.

Basert på stabilitetsvurderingene anbefales det ikke å legge mer enn 3,3 meter høy overfylling på dagens terreng. Ved å legge på 3,3 meter høy fylling vil setninger, hvor de er forventet å ta lengst tid, bli overstått etter omtrent 6 måneder.

Forbelastning av en 3,3 meter høy fylling har en antatt prislapp på ca. kr 1 400 000. En KS-peleløsning antas å ha kostnad ca. kr 10 350 000.

Forbelastning er vurdert enklere og rimeligere enn metoden med KS-peler, men den kan bli mer tidkrevende.

8. Andre anbefalinger

Det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser i profil 180-300 med omtrent 25 meter mellomrom, hvilket vil utgjøre omtrent 5 ekstra totalsonderinger i tillegg til prøvetaking i 3 posisjoner. Det vil være hensiktsmessig å ta opp prøver i vegprofil 425 (borehull 5) ca. 9 meter under bakken, hvor prøven vil egne seg godt til et odometerforsøk som gir godt grunnlag for setningsberegninger.

9. Vedlegg

9.1. Vegoverbygning

Forutsetninger:
Anbefalingene i håndbok N200 er lagt til grunn for de følgende beregningene. Den samme håndbok skal også legges til grunn for utførelse av tiltaket.

ÅDT er satt til >5100 i åpningsåret, andel tungtrafikk er 7 %. Trafikkveksten er 2 % per år.

Grunnen består av meget telefarlige silt og leire med stedvis c_u <25 kPa.

Aktuelle materialer til forsterkningslag er sand, grus, kult og/eller knust fjell.

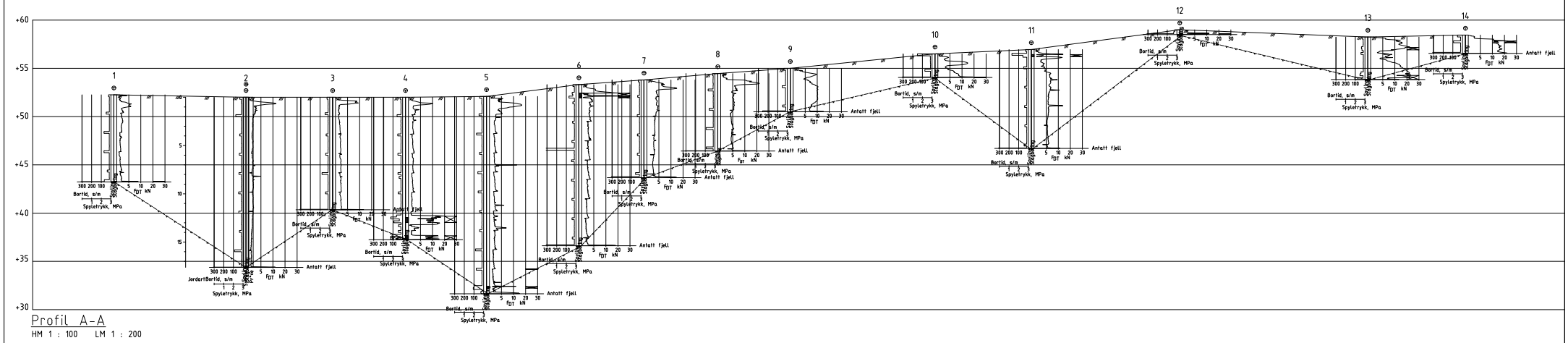
Dimensjonerende frostmengde:
For Tønsberg kommune er årsmiddeltemperaturen 6,4 °C, og frostmengden F_{10} er 11000 h°C. For
området velges ingen korreksjonsfaktor. Dimensjonerende frostmengde blir da 11000 h°C.

Dimensjonerende trafikkbelastning:
ÅDT >3000 i åpningsåret gir en veg i Trafikkgruppe B.

Vegdekke og bærelag
For Trafikkgruppe B angis et dekke bestående av 4,0 cm slitelag over 3,0 cm bindlag og bærelag av 7,0 cm asfaltert grus på toppen av 10 cm knust fjell. Bærelagsindeks:
(4,0+3,0+7,0)*3+10*1,35 = 55,5
Total bærlagsindeks er 55,5, som er større enn kravet for trafikkgruppa B, 45. Samlet tykkelse på vegdekke og bærelag blir da 24 cm.

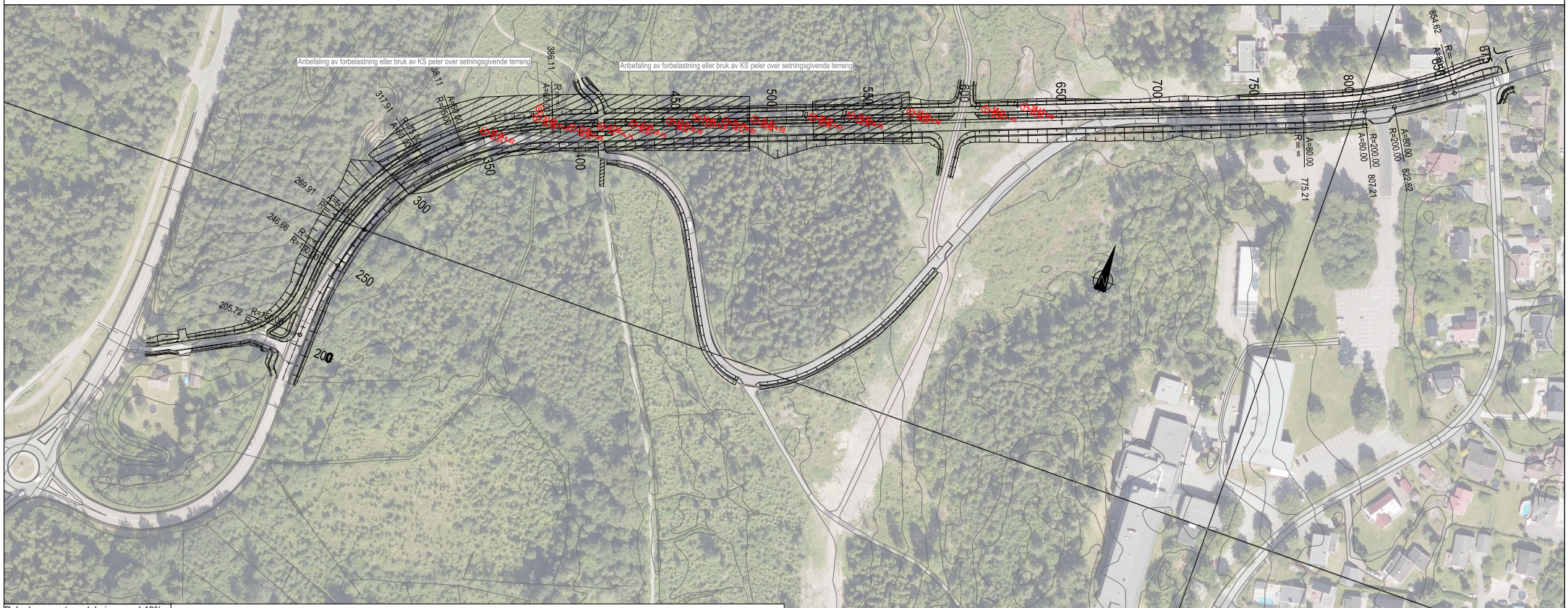
Total overbyggingstykkelse, forsterkningslag og frostsikring:
Med et frostsikringslag bestående av sand, grus, kult og/eller knust fjell skal total overbygningstykkelse være minimum 160 cm når dimensjonerende frostmengde er 11000 h*C. En undergrunn bestående av sensitiv og bløt leire med c_u <25 kPa er i bæreevnegruppe 6.

Det gir en tykkelse på forsterkningslaget på 80 cm, men på grunn av anleggstekniske forhold for denne undergrunn skal det legges til ytterligere 30 cm. Total overbyggingstykkelse er da på 80+30+24+(frostsikringslag 26cm) =160 cm.

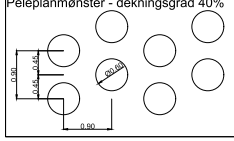


Profil A-A

HM 1 : 100 LM 1 : 200



Peleplanmønster - dekningsgrad 40%



Boreplan

Forbelastning

0 10 20 30 40 50 100m

Målestokk: 1:1000

Alle mål er i m.

REV.	DATO:	BESKRIVELSE	DES.	TEGN.	GODK.
####	####	####	####	####	####
####	####	####	####	####	####
####	####	####	####	####	####
####	####	####	####	####	####
####	####	####	####	####	####

EFLA

PROSJEKT NR.	100868	DESIGN: SOU	05.07.2023
PROSJEKT NR.	071/RIG	TEGNET: SOU	05.07.2023
		KONTROLL: -	-
		KONTROLL: -	-
		GODKJENT: -	-
DATO	05.07.2023	SKALA	1:1000/1:200
		ARK	A1

Fv. 3138 Syrbekkveien

Vegprofil
Geoteknikk

TEGNING NR. V101

VERSJON -

O:\OV\OMS\OSB\YGG OSLO\PF_547899\2_KAMPEN OG VEIBLIKAMPEN BARNEHAGE\71 PROSJEKTERING\AUTODRAW\PF547899-2002-71-150-001-V01_00.dwt

Vestfold
FYLKESKOMMUNE

vestfoldfylke.no

Postadresse:
Postboks 1213 Trudvang
3105 Tønsberg

Besøksadresse:
Svend Foyns gate 9
3126 Tønsberg

Tlf. 33 34 40 00
post@vestfoldfylke.no

