

NOTAT

Oppdrag 2120579
Kunde Statens vegvesen Region sør
Notat nr. G-NOT-045
Til Asbjørn Heieraas, Statens vegvesen Region sør
Fra Ernst Pytten, Rambøll

E18/ E39 GARTNERLØKKA - MEIERIET GEOTEKNISK VURDERINGER FOR FYLLINGER OG OMRÅDESTABILITET, REGULERINGSPLANFASE

Dato 25.09.2014

1. Orientering

Rambøll er i reguleringsplanfasen engasjert av Statens vegvesen i forbindelse med planlegging av prosjektet E18/ E39 Gartnerløkka – Meieriet.

Dette notatet omhandler geotekniske vurderinger i forbindelse etablering av fyllinger i prosjektet.

Byggegropp på Gartnerløkka er vurdert i /9/.
Fundamentering av konstruksjoner er vurdert i /10/.

Rambøll
Henrik Wergelandsgt. 29
Pb 116
N-4662 Kristiansand

T +47 99 42 81 00
F +47 38 12 81 01
www.ramboll.no

2. Fyllinger

For prosjektering og oppbygging av fyllinger henvises det generelt til /3/ som bør legges til grunn i byggeplanfasen.

Vår ref. 2120579/ERPY

2.1 Materialer og utførelse

Fyllingsmaterialer blir hentet fra prosjektet, og spesielt i området øst for Ledningedalen (ved Dueknipen) vurderes kvaliteten på bergmassene godt egnet for bruk i vegfyllinger. Berget i dette området består hovedsakelig av granittisk gneis.

Vest for Ledningedalen består berget av båndgneis med glimmerskifer og en del amfibolitt. Planlagt tunnel fra Kolsdalen til Meieriet går gjennom beskrevet bergart. Denne bergarten er av dårligere kvalitet enn lengre øst, og bør ikke uten videre brukes i vegfyllinger med krav til kvalitetsmasser.

Det er ofte en tendens til at tunnelspregning gir mye subbus i massene. De best egnede massene til fyllinger er ifølge /3/ forholdsvis storfallen stein med kubisk form og jevn størrelsesfordeling uten betydelig innhold av subbus. Det er derfor ønskelig at subbusinnholdet i massene er minst mulig.

For krav til materialer i forsterkningslag i vegbygging vises det til /4/.



Fyllingen anbefales bygd opp lagvis fra bunnen av med lagtykkelser og komprimering avhengig av utstyr som angitt i /3/. Fyllingen bygges opp med masser av sprengt stein, med største steinstørrelse lik 2/3 av lagtykkelsen men med største sidekant $\leq 1,5$ m.

For utførelse av komprimering henvises det til krav angitt i Figur 2-0-14 i /3/ se figur nedenfor.

Figur 2-0-14 gir veiledning for lagtykkelser og valg av komprimeringsutstyr og antall passer-inger ved utlegging av ulike jordarter i fylling.

Underbygnings- material	Kon- sistens	Komprimeringsutstyr	Statisk linjelast [kN/m]	Masse [tonn]	Lagtykkelse etter kom- primering [mm]	Antall passer- inger
Sprengt stein	-	Vibrerende vals	> 45		Utlagt på endetipp 500–2000	10
			> 30			5
Grus, sand, selv- drenerende	Bløt	Vibrerende vals	> 30		200–600	4–6
	Tørr	Vibrerende vals	> 30			200–300
Finsand, silt	Bløt	Beltmaskin		10–20	200	2–4
	Tørr	Vibrerende vals Dumper/hjullaster	> 30	25–70	200	4–6 2–4
Leire, siltig leire	Bløt	Beltmaskin (lavt marktrykk)		10–20	200	2–4
	Tørr	Dumper/hjullaster		40	200	2–4

Figur 2-0- 14 Komprimering av underbygning (fyllinger)

2.2 Bæreevne

Det er ikke gjort bæreevneberegninger av fyllinger i denne fasen. Dette anbefales utført for fyllinger på løsmasser. Det kan være aktuelt å benytte lette masser i fyllingen for å få tilstrekkelig bæreevne i planlagte fyllinger i Kolsdalen, og på Gartnerløkka.

2.3 Setninger

Det er ikke gjort setningsberegninger for planlagte fyllinger i denne fasen. Det er særlig for planlagte vegger over Kolsdalstjøna, høye fyllinger på Gartnerløkka, og overgang til bruer som bør utredes nærmere i neste fase. For å ivareta krav til setninger, anbefales det flere steder bruk av lette masser. Dette beskrives nærmere i kapittel 2.6 *Høye fyllinger med lette masser*.

I tillegg til setninger i grunnen under planlagte fyllinger, vil selve fyllingene få egen-setninger. Erfaringsvis må det forventes setninger i størrelsesorden ca. 0,5 – 1 % av fyllingshøyden med komprimering og utførelse som angitt i /3/. Størsteparten av egen-setningene forventes å være avsluttet 6 måneder etter utlegging.

2.4 Generelt om fyllinger på løsmasser

I forkant av fyllingsarbeidene må vegetasjon og humusholdige masser under fyllingen må fjernes for å sikre stabiliteten og for unngå uønskede setninger. Krav til stabilitet og setninger må dokumenteres nærmere ved beregninger i byggeplanfasen.

2.5 Generelt om fyllinger på berg

For fyllinger på berg skal fyllingsfoten sprenges ut. Det bør også sprenges en fortanning om bergoverflaten er glatt og brattere enn 1:3. Dette kan også gjøres ved å sprengte horisontale renner, og la de oppsprengte massene bli liggende.

I overgang mellom steinfylling og bergskjæring skal det under frostsone utføres utkiling i minimum 2 meters bredde med helning 1:2 i tverrprofilet, og i vegens lengderetning. Over frostsone skal utkilingen være 1:10 i lengderetningen.

Fyllingen avsluttes mot god grunn eller fjell med horisontal fyllingsfot med minimum 2 meters bredde.

2.6 Fyllinger på Gartnerløkka og Havneområdet

Det er planlagt bygd flere høye fyllinger i prosjektet. Fyllingene må flere steder støttes av murer da normale fyllingsskrånninger vil kreve for mye plass. Dette gjelder typisk for påløpsfyllingene til for eksempel Havnegata bru og Havnegata G/S bru, hvor fyllingen vil bli støttet opp av murer på begge sider.

For å tilfredsstille krav til bæreevne og setninger, anbefales det bruk av lette masser i følgende fyllinger:

- Påløpsfyllinger for bru over jernbanen.
- Påløpsfyllinger for Havnegata bru
- Påløpsfyllinger for Havnegata G/S bru

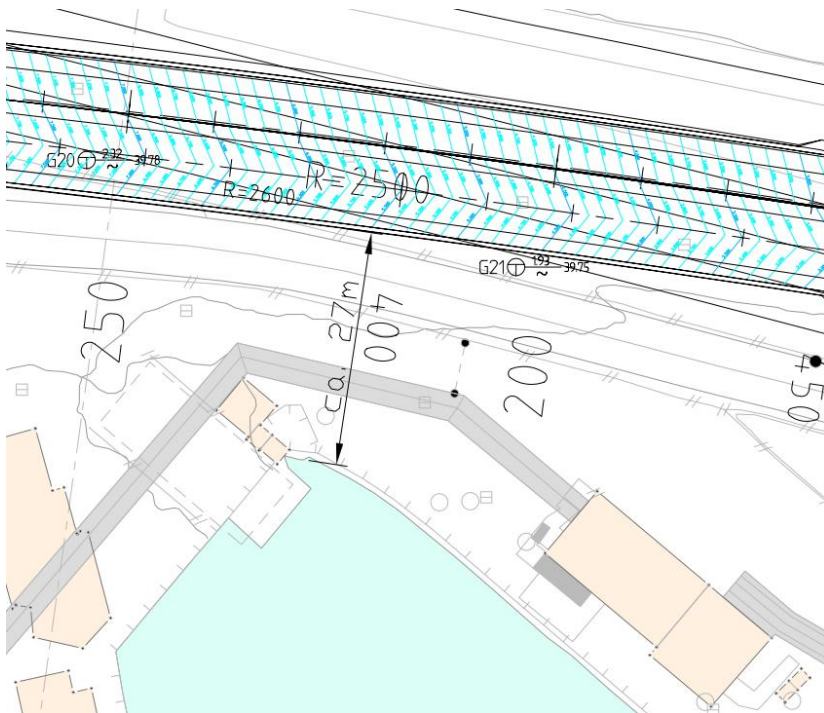


Figur 2.6.1 viser østre påløpsfylling for planlagt bru over jernbanen



Figur 2.6.2 viser påløpsfylling for Havnegata bru og Havnegata G/S bru. Vestre landkar for bru over jernbanen vises også i bakgrunnen.

Planlagt påløpsfylling for Havnegata bru blir mellom profil 200 – 250 liggende i med en minste avstand på ca. 27 meter til dagens kaifront, i et tidligere sporområde for jernbanen. Fyllingen er her inntil ca. 4 meter over dagens terrengnivå, og vil medføre en tilleggsbelastning på dagens terreng. Ved å benytte lette masser som anbefalt, vil denne tilleggsbelastningen kunne reduseres til et minimum.



Figur 2.6.3 viser påløpsfylling og minste avstand til kaifront for påløpsfylling for Havnegata bru og Havnegata G/S bru.

Ved bruk av lette masser i fyllingen, sammen med den relativt store avstanden mellom planlagt ny Havnegate og kaifront, vurderer vi det til at eksisterende kaikonstruksjon ikke vil bli påvirket av planlagt ny Havnegate. Vi gjør oppmerksom på at dagens kaikonstruksjon ikke er kontrollert i detalj. Om Havnegata flyttes nærmere kaifronten og/ eller om belastningen fra fyllingen øker betydelig bør kaikonstruksjonen kontrolleres i neste fase.

Det er lagt til grunn en sjødybde på 8 meter hentet fra sjøbunnskart for vår vurderingen.

2.7 Fyllinger ved Dueknipen

I området ved Dueknipen, ut mot havna, er det planlagt bygd flere høye murer. Det kan være aktuelt å bruke lette masser som fylling bak enkelte av disse murene for å redusere jordtrykket, og dermed dimensjon på murene.

Fyllinger av lette masser må prosjekteres i henhold til krav og anbefalinger angitt i /3/.



Figur 2.4.1 viser høye murer ved Dueknipen

2.8 Fyllinger i Kolsdalen

I Kolsdalen skal planlagt veg til Vågsbygd kobles på dagens veg i området ved Kolsdalstjønna. Dagens veg er bygd på et fundament av lette masser av lettklinker og skumglass, og det må påregnes at planlagte vegger som skal kobles til Vågsbygdvegen må fundamenteres tilsvarende.



Figur 2.4.2 viser planlagte veger som skal inn på dagens veger til Vågsbygd i Kolsdalen.

Det er planlagt å heve terrenget like vest for Kolsdalen bru til mellom kote +32 og +34, i forbindelse med etablering av ny parkeringsplass. Dette tilsvarer en fyllingshøyde på inntil 10 meter i forhold til dagens terreng.

Det er tidligere utført grunnundersøkelser i Kolsdalen hvor planlagt fylling er plassert /6/. Grunnen består her er lagdelt og består av antatt sand, silt og leire. Berg er påtruffet i inntil ca. 9 meters dybde.

Fylling på de stedlige massene vil medføre setninger i grunnen, og på nærliggende konstruksjoner. For å unngå uønskede setninger er det en mulighet å masseutskifte til faste masser/ berg. Dette kan være krevende ved dybder på inntil 9 meter. Alternativt vurderes området å være egnet for forbelastning, da de antatt setningsgivende leire og siltlagene har begrenset tykkelse. Setningsutviklingen antas dermed å være ferdig innen rimelig tid i byggefasen. Ved forbelastning må krav til stabilitet ivaretas, og setningsutviklingen måles og følges opp i byggetiden.

3. Vurdering av områdestabilitet

Områdestabilitet er tidligere vurdert i /8/. Områdene på strekningen hvor det kan tenkes å være stabilitetsproblemer, er i havneområdet på Gartnerløkka og ved eksisterende fylling i sjøen vest for KMV tomta. NVEs veileder nr. 7-2014, Sikkerhet mot kvikkleireskred /5/ legges til grunn.

Gartnerløkka området ligger under marin grense. Det er ikke kartlagt faresoner for kvikkleireskred i området.

3.1 Gartnerløkka

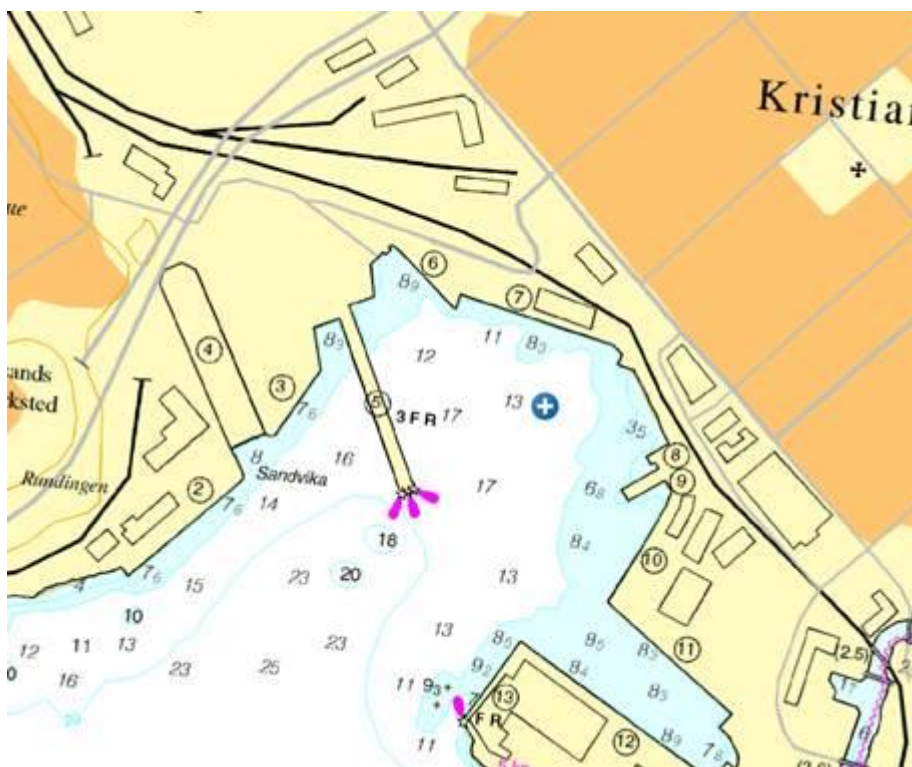
Det er registrert kvikkleire i grunnen ved Samsen og ved Baneheitunnelen. Området på Gartnerløkka hvor det er registrerte kvikkleire er tilnærmet flatt, med en svak helning mot sjøen. Det er ikke registrert skredaktivitet i området tidligere.

Mellom planlagt veganlegg og havna er det ikke registrert kvikkleire. Analyse av prøveserier tatt i punkt G10 og G8 dybde viser en minste omrørt skjærstyrke på ca. 2,7 kPa /6/.

I /5/ kapittel 4.5 Prosedyre for utredning av aktsomhetsområder og faresoner punkt. 5, er det angitt terrengkriterier som vil fange opp områder der det kan gå områdeskred.

- Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og total skråningshøyde > ca. 5 meter.
- I platåterreng: høydeforskjeller på 5 m og mer, inkl. dybde til elvebunn/ fot marebakke
- Maksimal bakovergrepene skredutbredelse = 20 x skråningshøyde, målt fra fot skråning/ marebakke/ bunn ravine.

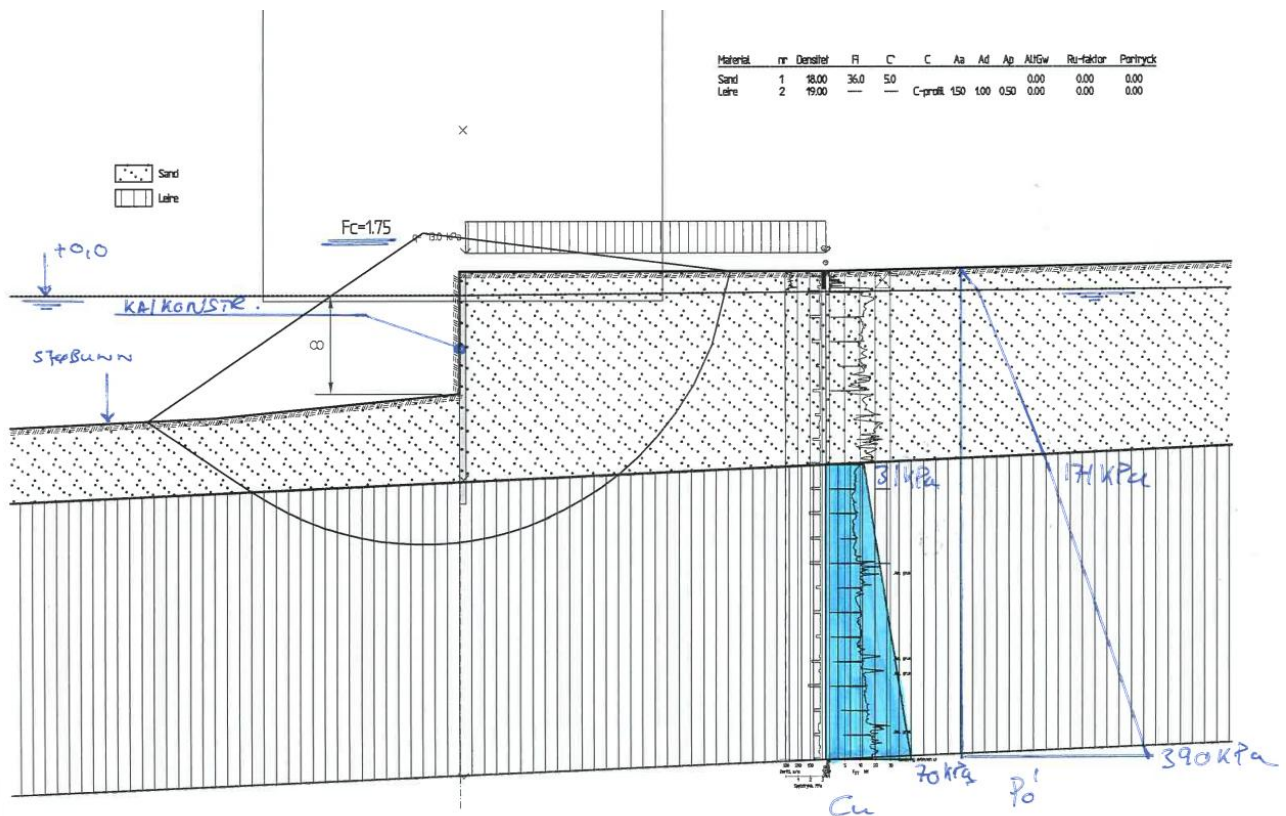
Området på Gartnerløkka inne ved Banehaven ligger ca. på kote +9,0. Helningen på sjøbunnen ser ifølge sjøbunnskart hentet fra www.norgeskart.no (utarbeidet i samarbeid med Kartverket), ut til å slake ut ved ca. 20 meters dybde. Dette er like utenfor utstikker hvor Colorline legger til kai. Avstand fra dette punktet til Banehaven (der terrenget ligger på kote +9,0) er ca. 615 m. Dette tilsvarer en helning på ca. 1:21, som er slakere enn kravet angitt i /5/.



Figur 3.1.1 viser sjøbunnskart i Kristiansand havn.

Med bakgrunn i dette vurderes området å ikke være et aktsomhetsområde, eller en faresone for kvikkleireskred.

Det er utført overslagsberegninger ved bruk av Geosuite Stabilitet, for å kontrollere stabiliteten lokalt i havneområdet og ut i sjøen. Det er tatt utgangspunkt i et profil fra rundkjøringen på Gartnerløkka og ned til havna ved Colorlinebygget. For tolkning av lagdeling er sondering nr. G21, 103, 101 og G04 benyttet i angitt rekkefølge fra Havneområdet /6/. Figur 3.1.2 viser utsnitt av profil og stabilitetsberegning i mest kritiske område i havna.



Figur 3.1.2 viser overslagsberegning av stabilitet i udrenert tilstand i havneområdet.

Last og lastfaktor:

Det er lagt inn en terreglast på 10 kN/m², multiplisert med lastfaktor $\gamma_0 = 1,3$, som angitt for stabilitetsberegninger i kapittel 0.3.5 i /2/.

Jordparametre:

I Statens vegvesens rapport K-121D, Appendix 1 er jordparametre for sand og leire i området ved Banehaven tolket. Disse jordparametrene er lagt til grunn i stabilitetsberegningen.

- Sand:
 - Friksjonsvinkel: $\phi = 36^\circ$
 - Attraksjon: $a = 5 \text{ kPa}$

Densitet: $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

- Leire:
 Udrenert skjærstyrke: $C_u = 0,18 \cdot P_o$
 Friksjonsvinkel: $\phi = 23^\circ$ (Det er benyttet $\phi = 23^\circ$ i stedet for 25° som angitt i rapport K-121D, noe mer konservativt)
 Attraksjon: $a = 10 \text{ kPa}$
 ADP forhold iht. /2/: $C_{ua} = 1,5 \cdot C_{ud}$ og $C_{up} = 0,5 \cdot C_{ud}$
 Densitet: $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$

Det forutsettes at selve kaikonstruksjonen er stabil, og at kritisk skjærflate går ned i leirelaget som vist på figur 3.2.1. Vi gjør oppmerksom på at selve kaikonstruksjonen ikke er kontrollert.

Ifølge våre beregninger er sikkerhetsfaktoren $\gamma_m = 1,75$ i udrenert tilstand, og over 3,0 i drenert tilstand. Begge beregninger er over krav angitt i Figur 0.3 i /2/ på 1,5 ved konsekvensklasse CC3 Meget alvorlig, og nøytral bruddmekanisme.

Vi vurderer ut fra overslagsberegninger at stabiliteten i drenert og udrenert tilstand har tilstrekkelig sikkerhet.

3.2 Fylling i sjøen ved KMV tomte

Det er utført stabilitetsberegninger i forbindelse med etablering av fremtidig containerhavn for Kristiansand Havn /15/. Stabiliteten for dette området vurderes som ivaretatt.

4. Oppsummering og videre arbeider.

Det er stedvis planlagt høye fyllinger for strekningen E18/ E39 Gartnerløkka – Meieriet. Statens vegvesens håndbok V221 /3/ legges til grunn for videre prosjektering av fyllingene.

I byggeplanfasen må fyllinger prosjekteres i detalj med hensyn på oppbygging, bæreevne og setninger. Det kan bli aktuelt med lettfyllinger flere steder enn beskrevet i dette notatet.

Områdestabiliteten på Gartnerløkka og for fylling i sjøen ved KMV tomte vurderes å være tilfredsstillende.

Kilder

- /1/ Standard Norge. NS-EN 1997-1_2004+NA:2008. Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering. Datert 01.07.2008.
- /2/ Statens vegvesen. Håndbok V220 – Geoteknikk i vegbygging, datert Juni 2014.
- /3/ Statens vegvesen. Håndbok V221 – Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, datert juni 2014.
- /4/ Statens vegvesen, Vegdirektoratet: NA-Rundskriv nr. 12/09 av 28.06.2012
- /5/ NVE Sikkerhet mot kvikkleireskred, Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper, Veileder nr. 7-2014
- /6/ Statens vegvesen. Datarapport E39 Gartnerløkka – Meieriet (Kd202A), Nr. 2013073543-34, høsten 2014
- /7/ Statens vegvesen. Rapport nr. 2012087965-9, E39 Gartnerløkka – Meieriet, Innledende geotekniske vurderinger, datert 15.02.2013
- /8/ Rambøll. Notat, G-NOT-039, Geotekniske vurderinger KU, datert 28.02.2014
- /9/ Rambøll. Notat, G-NOT-043, E18/ E39 Gartnerløkka – Meieriet, Geotekniske vurderinger for byggegrop på Gartnerløkka, datert 23.09.2014
- /10/ Rambøll. Notat, NOT-044, E18/ E39 Gartnerløkka – Meieriet, Geotekniske vurderinger for fundamentering av konstruksjoner, datert 23.09.2014
- /11/ Rambøll. oppdrag nr. 6060190, Datarapport fra grunnundersøkelse, Kristiansand havn KF, datert 22.06.2006
- /12/ Rambøll. Tegningshefte 3, Faseplaner, datert 20.09.2014
- /13/ NGI rapport nr. 20130659-01-R. E39 Gartnerløkka – Meieriet, Hydrogeologiske vurderinger av nye E39, Gartnerløkka – Meieriet seksjonen – Konsekvenser og løsninger, datert 7.10.2013
- /14/ Statens vegvesen. Intern rapport nr. 1029. Gartnerløkka bro, Kristiansand S,
- /15/ Kristiansand Havn, Notat utarbeidet av Grontmij Carl Bro for Kristiansand Containerhavn, Geonote 04 Stabilitetsberegning for udlægning af sprængsten
- /16/ Bacheloroppgave, Universitetet i Agder. Spuntkonstruksjoner, datert 9. mai 2014

Med vennlig hilsen
Rambøll

Utarbeidet av:


Ernst Pytten

Kontrollert av:


Morten Tveit