
RAPPORT

Havneområde Vige-Marvika. Geoteknikk

OPPDRAKSGIVER

Kristiansand kommune

EMNE

Geotekniske vurderinger,
kommunedelplannivå

DATO / REVISJON: 26. april 2017 / 00

DOKUMENTKODE: 313967-RIG-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Havneområde Vige-Marvika. Geoteknikk	DOKUMENTKODE	313967-RIG-RAP-001
EMNE	Geotekniske vurderinger, kommunedelplannivå	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Kristiansand kommune	OPPDRAGSLEDER	Roy Michel Nalbant
KONTAKTPERSON	Kristiansand ingeniørvesen v/Gro Kathrine Solås	UTARBEIDET AV	Anne Birgitte Roe / Roy Michel Nalbant
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 443100 NORD: 6446400	ANSVARLIG ENHET	2361 Sør MSR
GNR./BNR./SNR.	X / X / X / Kristiansand		

SAMMENDRAG

Kristiansand kommune holder på med kommunedelplan for havneområde nord, Kongsgård-Vige. Multiconsult ASA er engasjert som geoteknisk rådgiver for arbeidet med kommunedelplanen.

De viktigste momentene i forhold til geotekniske problemstillinger gis i det følgende som innspill til pågående planarbeid:

- Utfordrende grunnforhold pga kupert bergoverflate og stedvis store mektigheter med leire som er bløt til middels fast.
- Utrasing i sjø i den nordlige delen av Kongsgårdsbukta samt utførte stabilitetsberegninger viser at det er dårlig stabilitet for større utfyllinger.
- For å komme fram til en kailinje med et akseptabelt kostnadsnivå, vil det være behov for omfattende grunnundersøkelser, stabilitetsvurderinger og vurdering av fundamenteringsmetode.
- For planlagt kaifront vil det være behov for svært kostbare konstruksjoner. Løsning med pelefundamentert kai og cellespunkt kai er skissert i rapporten.
- I Kongsgårdsbukta og i Torsvika er det etablert avfallsfyllinger i sjøen. Dette må hensyntas ved prosjektering av utfyllinger og etablering av kai. Dette kan også være en problemstilling i andre deler av området.
- Egnetheten for tyngre belastning i Kongsgårdområdet på land varierer fra å være egnet til lite egnet (ut fra kjent informasjon om antatte grunnforhold). Særskilt tunge og setningsømfintlige havneutstyr anbefales tilstrebet plassert der grunnforholdene er best egnet.
- Indikasjonene utfra hittil registrerte grunnforhold tyder på det vil bli behov i senere planfaser (senest ved reguleringsplanarbeider) for å utføre skredvurdering i henhold til NVE sin Kvikkleireveileder 2014-7. Dette da det er registrert sprøbuddmateriale/kvikkleire i planområdet.
- I Marvika er det ikke blitt funnet at det tidligere er utført geotekniske grunnundersøkelser. Tilsvarende grunnforhold og derav løsninger som for tilgrensende område i nord ved Torsvika kan benyttes på kommunedelplannivå. Valg av løsninger og antatte grunnforhold må imidlertid verifiseres ved å utføre grunnundersøkelser i senere planfase.
- Bortsett fra i Marvika vurderes omfanget av utførte grunnundersøkelser i planområdet å være tilstrekkelig grunnlag for overordnede geotekniske vurderinger på kommunepennivå. Men med hensyn til grunnforholdene er det stor usikkerhet i kostnadene for å etablere planlagte kaiområder. Dette må hensyntas i arbeidet med kommunedelplanen.

Vi gjør oppmerksom på at det vil bli behov for å utføre omfattende supplerende geotekniske grunnundersøkelser i senere planfaser.

00	26.04.2017	Utarbeidet rapport	Anne Birgitte Roe / Roy Michel Nalbant	Anne Birgitte Roe / Roy Michel Nalbant	Roy Michel Nalbant
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning, kommunedelplan	5
2	Grunnlagsdokumenter, geoteknikk	6
3	Grunnforhold	7
3.1	Kvartærgeologisk kart	7
3.2	Omfang geotekniske grunnundersøkelser, kommunedelplannivå	8
3.3	Vige-Ringodden	8
3.3.1	Vige	9
3.3.2	Atkomstveg/havneveg Vige-Kongsgård	9
3.3.3	Utfylling ved Vigeboen og Ringodden	9
3.3.4	Undersøkelser sør for Vigeboen	9
3.3.5	Undersøkelser sør for Ringknutodden	9
3.4	Kongsgårdsbukta	9
3.5	Torsvika	10
3.5.1	Land	10
3.5.2	Sjø	10
3.6	Marvika	10
4	Skissering kailøsning	11
4.1	Kailøsning - Marvika	11
4.2	Kailøsning - Torsvika	11
4.3	Kailøsning - Kongsgårdsbukta	11
4.4	Kailøsning - Vige	12
4.5	Skisse kailøsning	12
5	Oppfylt areal bak kaifront	14
6	Kongsgård, egnethet for belastning på land	15
7	Aktsomhetsområde, områdeskredfare iht. NVEs veileder 2014-7	18
8	Sluttbemerkninger, videre arbeider	19
9	Referanser	20

TEGNING

313967-RIG-TEG-500_rev01 Vurdering av sjøbunnsediment

VEDLEGG

- A. Notat med nærmere detaljer og oversikt over tidligere utførte grunnundersøkelser. Borplaner er inkludert i dette notatet.
313887-RIG-NOT-001_rev01 *Eksisterende geotekniske grunnundersøkelser og oppsummering omfang*, datert 07.04.2017.
- B. Notat med nærmere detaljer vedrørende kai og oppfylling.
313967-RIG-NOT-001_rev01 *Kai og oppfylling ved Kongsgårdsbukta, Torsvika og Marvika*, datert 26.04.2017.
- C. Borplaner med fargekodemarkering av prøveserier for hvorvidt det er registrert sprøbruddmateriale/kvikkleire eller ikke.

1 Innledning, kommunedelplan

Kristiansand kommune holder på med kommunedelplan for havneområde nord, Kongsgård-Vige. Denne omfatter videreutvikling av eksisterende havneområde inkludert etablering av ny containerterminal.

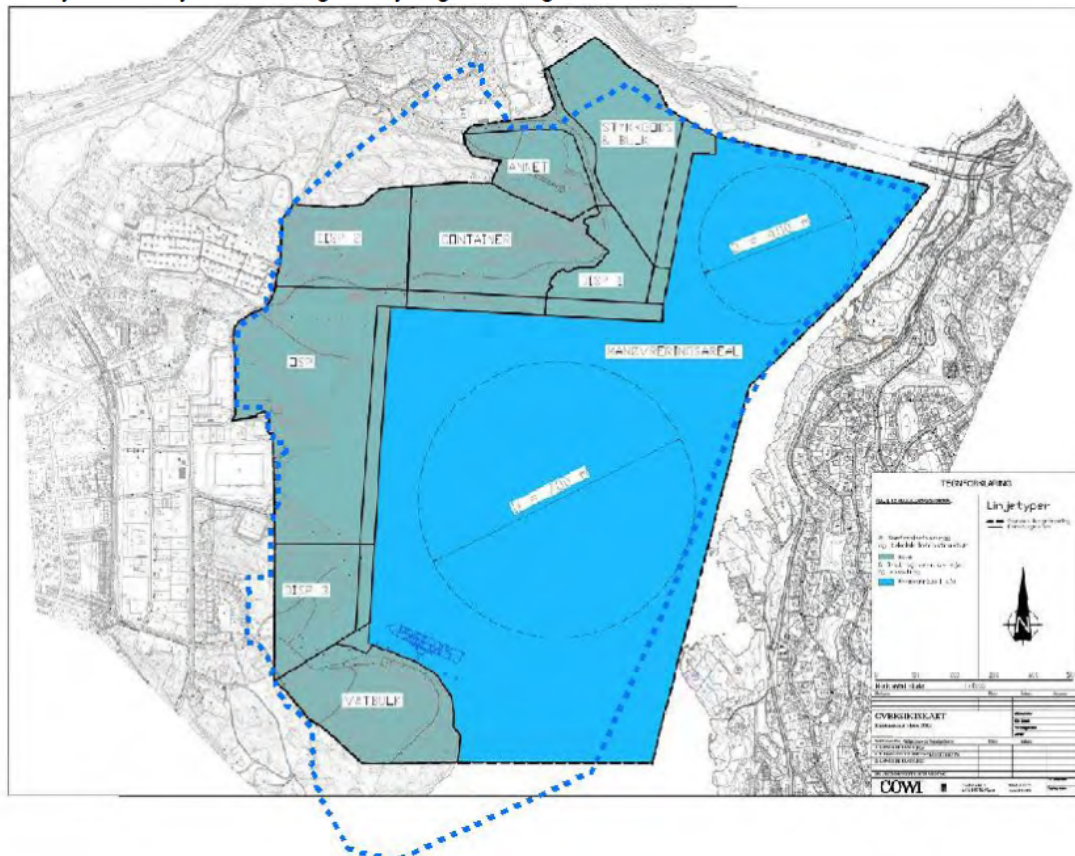
Planområdet er vist på Figur 1-1. Det vises til referanse (1) for fullstendig planprogram med nærmere detaljer.

Multiconsult ASA er engasjert som geoteknisk rådgiver for arbeidet med kommunedelplanen.

Foreliggende rapport omhandler følgende:

- Omfang geotekniske grunnundersøkelser
- Oppsummering av vurderinger og anbefalinger i forhold til fylling, stabilitet og løøsning fundamentering av kaier utfra funn i eksisterende geotekniske undersøkelser
- Egnet for tyngre belastning i Kongsgårdområdet
- Opplisting/oppsummering av identifiserte viktige geotekniske problemstillinger

Illustrasjon 1 Indikasjon av fremtidige kailinjer og nødvendige vendeområder.



Figur 1-1: Illustrasjon 1 fra planprogrammet (1). Blå stiplet linje angår avgrensningen av planområdet. Til info: Iht. planprogrammet er planområdets avgrensning slik at det omfatter arealbehovet for det mest omfattende planalternativet.

2 Grunnlagsdokumenter, geoteknikk

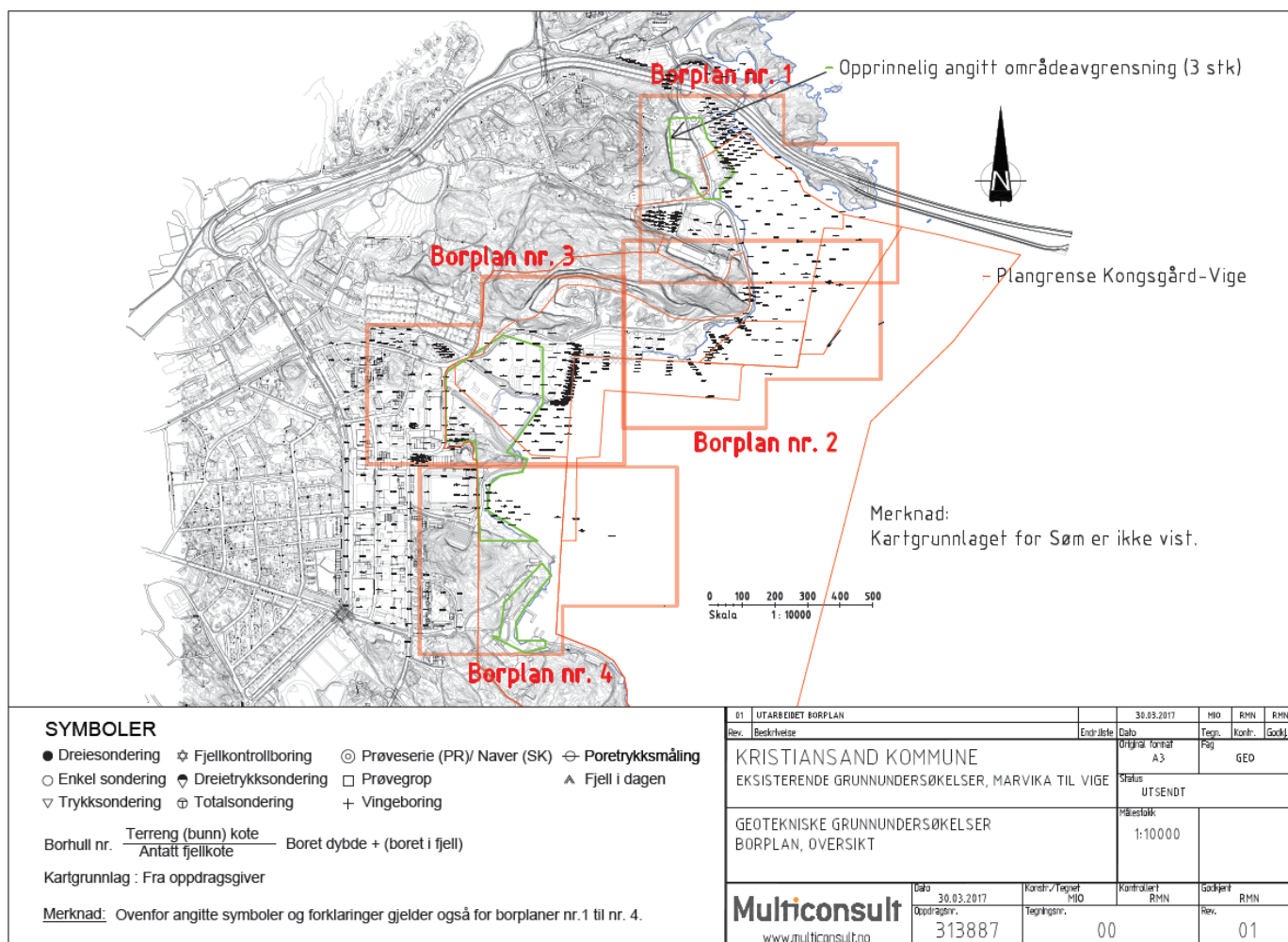
Det foreligger et større antall tidligere geotekniske rapporter innenfor planområdet. Rapportene omhandler overordnet en av følgende kategorier:

- Rene datarapporter der utelukkende geotekniske grunnundersøkelser presenteres
- Datarapporter der også geotekniske vurderinger er inkludert
- Utelukkende geotekniske vurderinger

De aller fleste av rapportene er av kategori a. og b.. Oversikt over disse rapportene er vist i vedlegg A.

Rapporter av kategori c., samt også kategori b. som det spesifikt vises til i foreliggende rapport, er inkludert i referanselista og gjelder referanser (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12), (13), (14) og (15).

Geotekniske vurderinger relatert til grunnforholdene er utført med utgangspunkt i kartlagte eksisterende grunnundersøkelser (rapporter av kategori a. og b.). En grov oversikt over resultat av denne kartleggingen fremkommer på Figur 2-1.



Figur 2-1: Oversikt over borplaner. Eksisterende geotekniske borpunkter kan antydes som svarte «prikker». Det vises til vedlegg A for nærmere tegninger og detaljer.

3 Grunnforhold

3.1 Kwartærgeologisk kart

Kwartærgeologisk kart er tilgjengelig for områder på land, og ifølge NGUs kvartærgeologiske kart består løsmassene innenfor planområdet av:

- Tynt humus-/torvdekke (i brunt med kode 100)

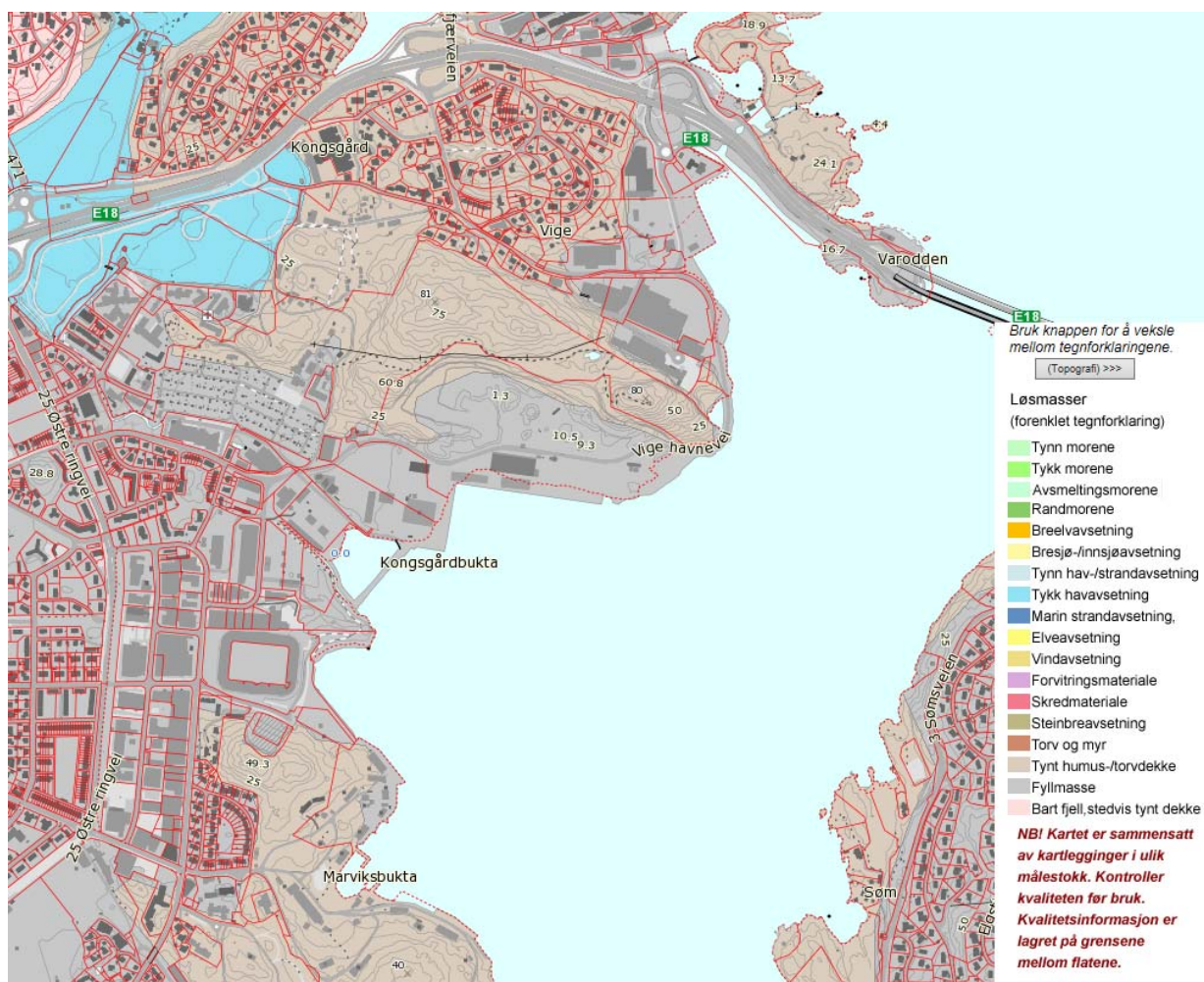
Iht. NGUs klassifisering tilsier kode 100 *Humusdekke/tynt torvdekke over berggrunn* med definisjon/forklaring *Områder hvor humusdekket ligger rett på berggrunnen. Mektigheten av humusdekket er vanligvis mindre 0,5 m, men kan lokalt være tykkere. Fjellblotninger opptrere hyppig innen slike områder.*

- Fyllmasse (i grått med kode 120)

Iht. NGUs klassifisering tilsier kode 120 *Fyllmasse (antropogent materiale)* med definisjon/forklaring *Løsmasser tilført eller sterkt påvirket av menneskers aktivitet.*

Se Figur 3-1. Kartet er tilgjengelig for områder på land.

Det gjøres oppmerksom på at kartet kun representerer løsmasser i øvre lag, og gir ofte lite eller ingen informasjon beskaffenheten av løsmassene i dypet.



Figur 3-1: Utsnitt fra NGUs kvartærgeologiske kart over området (kilde: <http://geo.nqu.no/kart/losmasse/>)

3.2 Omfang geotekniske grunnundersøkelser, kommunedelplannivå

Oversikt over utførte geotekniske grunnundersøkelser fremkommer på Figur 2-1 og med nærmere detaljer i vedlegg A.

Undersøkelsene viser store variasjoner i grunnforholdene med en kupert bergoverflate. På sjø er det registrert leire med stedvis stor mektighet. Videre indikerer laboratorieundersøkelser at leiren kan bestå av sprøbruddmateriale både på sjø og på land.

På tegning RIG-TEG-500 har vi lagt inn vurdering av sjøbunnen. Disse vurderingene er utført på grunnlag av utførte grunnundersøkelser og multistrålekartlegging (16). Det er usikkerhet i plassering av overgangen mellom de ulike grunnforholdene.

NGU har i 2013 (17) utarbeidet en rapport som omhandler sjøbunnsedimentene i området. Vurderingene i denne rapporten sammenfaller hovedsakelig med våre vurderinger presentert på tegning RIG-TEG-500.

Vurdering omfang tilgjengelige geotekniske grunnundersøkelser på kommunedelplannivå:

Bortsett fra i Marvika vurderes omfanget av utførte grunnundersøkelser i planområdet å være tilstrekkelig grunnlag for overordnede geotekniske vurderinger på kommuneplannivå. Men med hensyn til grunnforholdene er det stor usikkerhet i kostnadene for å etablere planlagte kaiområder. Dette må hensyntas i arbeidet med kommunedelplanen.

I Marvika er det ikke blitt funnet at det tidligere er utført geotekniske grunnundersøkelser. Tilsvarende grunnforhold og derav løsninger som for tilgrensende område i nord ved Torsvika kan benyttes på kommunedelplannivå. Valg av løsninger og antatte grunnforhold må imidlertid verifiseres ved å utføre grunnundersøkelser i senere planfase.

Vi gjør oppmerksom på at det vil bli behov for å utføre omfattende supplerende geotekniske grunnundersøkelser i senere planfaser.

3.3 Vige-Ringodden

Det er utført en rekke tidligere grunnundersøkelser i området fra Vige til Ringodden. Og det er også utført utfyllinger i flere omganger. Kort oppsummert viser undersøkelsene at det er en kupert bergoverflate med store variasjoner i dybden til berg. Løsmassene består hovedsakelig av leire der mektigheten er registrert til over 40 m på grunnlag av akustiske målinger (18). Leiren er fra normalkonsolidert til overkonsolidert og beskrevet som bløt til middels fast. Over berg er det registrert et tynt lag med omtrent en meter tykkelse med middels fast til fast lagret materiale. Laboratorieundersøkelser indikerer at leiren består av sprøbruddmateriale. I kapittel 7 presenterer vi en oversikt over utførte prøvetaking sammen med en tolkning av materialet mht sprøbruddmekanisme.

Nedenfor har vi tatt med en kort beskrivelse av delområdene på strekningen Vige-Ringodden, med henvisning til tidligere undersøkelser. For plassering av borpunkter viser vi til tegninger 313887-00 til -04 i vedlegg A.

Kailinje ved Vige er delvis planlagt i områder der sjøbunnen består av leire og delvis i områder som er utfylt med sprengstein. Vanndybden for kailinjen er størst like sør for Vigeboen, der den er opptil 40 m.

3.3.1 Vige

I 1999 utførte Statens vegvesen i Region sør et relativt omfattende borprogram ved Vige. Undersøkelsene viser at løsmassene består av leire. På bakgrunn av multistrålekartlegging har vi tolket områdene der det i etterkant av undersøkelsene er lagt ut sjøfylling, se tegning RIG-TEG-500.

I den indre delen av Vigebukta utførte Noteby (nå Multiconsult) i 1989 fjellkontrollboringer (19). En prøveserie viser at massene øverste bestod av 2 m med slam over et tynt lag med siltig finsand, deretter er det registrert leirig silt og siltig leire som er meget bløt til middels fast.

I 2010 utførte Multiconsult grunnundersøkelser i den indre delen av Vigebukta, rapport 312271 (20). Resultatene herifra viser den samme lagrekkefølgen som undersøkelsene i 1989.

3.3.2 Atkomstveg/havneveg Vige-Kongsgård

Undersøkelser i 2006 for atkomstveg/havneveg Vige-Kongsgård er presentert i rapport 200400203-50 utarbeid at Statens vegvesen Region sør (11). Undersøkelsene viser et topplag av utfylte masser over et lag med bløt til middels fast leire som har en mektighet på opptil 13 m.

3.3.3 Utfylling ved Vigeboen og Ringodden

Undersøkelser fra 2007 sør og nord for Vigeboen er presentert i rapport 311428-1, Utfylling Vigeboen-Ringodden, (21). Undersøkelsene viser at sjøbunnen består av bløte masser (gytjig silt og leire), ned til 2 m under sjøbunnen. Derunder følger bløt til middels fast leire som er lite til middels sensitiv. Fra dybde 11 m under sjøbunnen blir leiren meget plastisk og middels fast. Rapporten inkluderer også en ROV undersøkelser ved Vigeboen.

Området nord for Vigeboen er nå fylt ut med sprengstein, se tegning RIG-TEG-500.

3.3.4 Undersøkelser sør for Vigeboen

Undersøkelser fra 2016, rapport 616083-RIG-RAP-001 (22) viser en kupert bergoverflate, der tolkninger av dybden til berg varierer fra få meter til mer enn 40 m (18). Løsmassene er tolket som leire som er fra normalkonsolidert til overkonsolidert. Under leirlaget er det registrert et lag på omtrent 1 m tykkelse med middels fast lagret materiale, tolket som friksjonsmateriale, over berg.

3.3.5 Undersøkelser sør for Ringknotodden

Sør for Ringknotodden (også kalt Ringodden) ble det i 2008 utført grunnundersøkelser, se rapport 311353-1 (23). Undersøkelsene viser at dagens strandlinje og sjøbunn stort sett består av oppfylt grunn, der fyllingstykkelsen er opptil omtrent 20 m. Mesteparten av fyllmassene er lagt ut etter 1999. Før utfylling bestod sjøbunnen av løst lagret skjellsand over bløt til middels fast leire ned mot fast grunn. Rapporten beskriver at det var vanskelig å tolke utførte totalsonderinger. Videre står det at det er rimelig å anta at steinfyllingen har trengt ned i de bløte massene under opprinnelig sjøbunn, men det er ikke mulig å si hvor mye. Trolig har steinfyllingen trengt ned til fast grunn der det opprinnelig var liten mektighet med bløte masser mens det sannsynligvis ligger noe bløte masser igjen under fyllingen der mektigheten av disse var størst.

3.4 Kongsgårdsbukta

Kailinje er her planlagt med en sjødybde på opptil 26 m.

I Kongsgårdsbukta er det utført et omfattende borprogram i 2001, presentert i rapport 600121-1 (7).

Enkelte av det ytterste borpunktene er relevant for planlagt kailinje. Disse punktene viser løsmassetykkelse på opptil 21,4 m (pkt 600121-217) og at bergnivået ligger på ned til kote minus 46,6.

I den nordlige delen av Kongsgårdsbukta viser multistrålekartlegging at det har foregått en utrasing, trolig forårsaket av utfylling.

Det er i denne bukta etablert et deponi for forurensete masser. Foran dette deponiet er det lagt en motfylling av sprengstein, se tegning RIG-TEG-500. Undersøkelser utført før motfyllingen ble lagt ut viser at grunnen hovedsakelig består av siltig leire med lav til middels fasthet. Mektigheten på laget med leire variere mellom 1 og 12 m. Laboratorieundersøkelser viser at massene kan inneholde sprøbruddmateriale (12).

3.5 Torsvika

3.5.1 Land

Innerst i Torsvika var det tidligere et grunnvannsområde som på 60-tallet ble fylt ut med avfall. Avfallsfyllingen ble dekt med sandig matjord. Sør Arena er nå fundamentert i dette området. Før bygging ble det utført grunnundersøkelser (24) som viser at dybden til berg da varierte mellom 0,8 og 21,6 m. Videre viser undersøkelsene at avfallsfyllingen var mellom 2,4 og 3,4 m tykk. I forbindelse med bygging av Sør Arena ble deler av de forurensete massene fjernet (25). Under disse massene er det registrert bløte leire- og siltmasser ned til antatt berg.

3.5.2 Sjø

Kailinje er her planlagt med en sjødybde på opptil 27 m.

For planlagt kaifylling ble det i 2016 utført geotekniske grunnundersøkelser (9) og akustiske målinger på et overordnet nivå (18). Disse viser kort oppsummert at løsmassene består av et topplag på ca 2 m tykkelse med siltig leire som er fra normalkonsolidert til noe overkonsolidert. Under er leiren overkonsolidert i varierende grad. Størst grad av overkonsolidering er registrert i undersøkelsene nærmest land, mens i trykksonderingen utført på størst vanddyp er leiren tilnærmet normalkonsolidert. Under leirlaget er det registrert et lag på omtrent 1 m tykkelse med middels fast lagret materiale, tolket som friksjonsmateriale, over berg. Tykkelsen på leirlaget er økende med økende vanddyp.

Undersøkelser indikerer at grunnen ikke består av sprøbruddmateriale (kontraktant bruddutvikling). Men det er utført begrenset med prøvetaking i området, slik at det er behov for supplerende undersøkelser for å bekrefte dette.

Det er også utført undersøkelser lengre inne i Torsvika, disse har mindre relevans for planlagt kaifylling (2). Undersøkelsene viser den samme lagrekkefølgen som lengre ute i bukta. Det er også utført et mudringsarbeid for å fjerne forurensete masser (6) i den indre delen av Torsvika.

I den indre delen av bukta er det lagt ut en sprengsteinsfylling, se tegning RIG-TEG-500.

3.6 Marvika

Kailinje er her planlagt med en sjødybde på opptil 10 m.

I Marvika mangler vi geotekniske grunnundersøkelser. I 2006 ble det utført miljøgeologiske undersøkelser (6). Disse viser at deler av sjøbunnen består av stein og berg i dagen, mens i andre deler er det sjøbunnssedimenter.

Undersøkelsene viser hovedsakelig grunnforholdene ned til maks 0,5 m dybde, og har derfor begrenset verdi for geoteknikk vurdering av fundamentering av kai.

Det er utført et omfattende mudringsarbeid i dette området. Spor etter mudringsutstyr er vist som striper på skyggerelieff fra multistrålekartlegging (16)

4 Skissering kailøsning

4.1 Kailøsning - Marvika

Kailinje er her planlagt med en sjødybde på 10 m. Sjøbunnen består av utfylte masser, berg i dagen og av sjøbunnsedimenter.

På bakgrunn av at sjøbunnen består delvis av utfylte masser og berg i dagen som ikke er egnet for ramming av spunt, vil en pelefundamentert konstruksjon være mest egnet for dette området.

For å gjøre en vurdering av omfanget av en kaifylling og fundamenteringsmetode må det utføres grunnundersøkelser.

4.2 Kailøsning - Torsvika

Kailinjen er her planlagt med en sjødybde på opptil 27 m. Videre indikerer de akustiske undersøkelsene at det er opptil omtrent 15 m til berg i kailinjen.

Bergoverflaten mellom Torsvika og Kongsgårdsbukta er svært kupert, med bratte bergkanter.

På bakgrunn av store vanddybder, mektigheten på leirmassene og den kuperede bergoverflaten, er vår vurdering at cellespunt trolig ikke er egnet fundamenteringsmetode for hele eller deler av kaikonstruksjonen ved Torsvika, se vedlegg B.

Vi har tidligere utført overordnede stabilitetsvurderinger (10) som viser at for en kaiutfylling i dette området vil det trolig være behov for en bredde på pelefundamentert kaiplate på over 100 m. Dette er en svært kostbar konstruksjon. Det vil være behov for omfattende grunnundersøkelser for å vurdere fundamenteringsmetode og stabilitet av kaifyllingen.

4.3 Kailøsning - Kongsgårdsbukta

Utenfor strandkantdeponiet i Kongsgårdsbukta er det lagt ut en motfylling av sprengstein. Den nordlige delen av ny kailinje er planlagt på disse fyllmassene. Det vil si at det ikke er mulig å benytte en cellespункai i dette området.

For resten av den planlagte kailinjen indikerer både de seismiske og de geotekniske undersøkelsene, at dybden til berg trolig er for stor til at det kan etableres en cellespункai her. Men det er utført begrenset med geotekniske undersøkelser i kailinjen og det vi har av undersøkelser viser at bergoverflaten i dette området er svært kupert.

Det ble i 2013 utført et mulighetsstudium for kai utenfor strandkantdeponiet ved Kongsgårdsbukta (3). Det er her beskrevet en metode for pelefundamentert kai. I rapporten er det understreket at dersom det skal utføres ytterligere utfylling foran den eksisterende dammen må det gjøres svært grundige geotekniske undersøkelser og stabilitetsvurderinger i forkant.

Ramming av lukkede peler kan føre til redusert skjærstyrke for leirmassene og dermed redusert stabilitet. Det kan derfor være behov for å benytte borete peler i områder med lav stabilitet, noe som kan være tilfelle for en pelefundamentering kai utenfor strandkantdeponiet i Kongsgårdsbukta.

På bakgrunn av at cellespункt kai trolig ikke er egnet og på grunn av dårlig stabilitet for utfylling, kan det bli behov for å pelefundamentere en svært bred kaiplate på over 100 m. Dette er en svært kostbar konstruksjon. Problemstillingen gjelder hele eller deler av strekningen ved Kongsgårdsbukta. For å vurdere i hvor stor utstrekning det er behov for å pelefundamentere kaikonstruksjonen er det behov for å utført omfattende grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger.

4.4 Kailøsning - Vige

Like sør for Vigeboen er kailinjen planlagt i et område med opptil 40 m vanddyb og over 20 m med leire. Overordnede stabilitetsvurderinger viser at for en større utfyllingen i dette området kan det være vanskelig å oppnå tilfredsstillende stabilitet (8). Videre viser våre beregninger for cellespункt, at denne metoden trolig ikke kan benyttes i dette området. Når det gjelder stålrørspeler kan disse benyttes frittstående gjennom vann i betydelig dybde, i størrelsesorden 30-50 meter (27). Ved Vige består grunnen av store mektigheter med leire, noe som må hensyntas ved vurdering av hvor store vanddybder det kan benyttes stålrørspeler, bl.a. i forhold til knekning.

For dette området vil vi anta at teknisk løsning og kostnader, fører til at det en må vurdere å trekke inn planlagt kaifront.

For området fra Vigeboen og nordover består sjøbunnen av utfylte masser, her er det ikke mulig å benytte en cellespункt kai. For utfyllingen av kaifylling må det utføres nærmere grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger. Disse vil avgjøre i hvor stor grad det er mulig å legge ut en kaifylling og i hvor stor grad det er behov for å pelefundamentere en kaiplate.

4.5 Skisse kailøsning

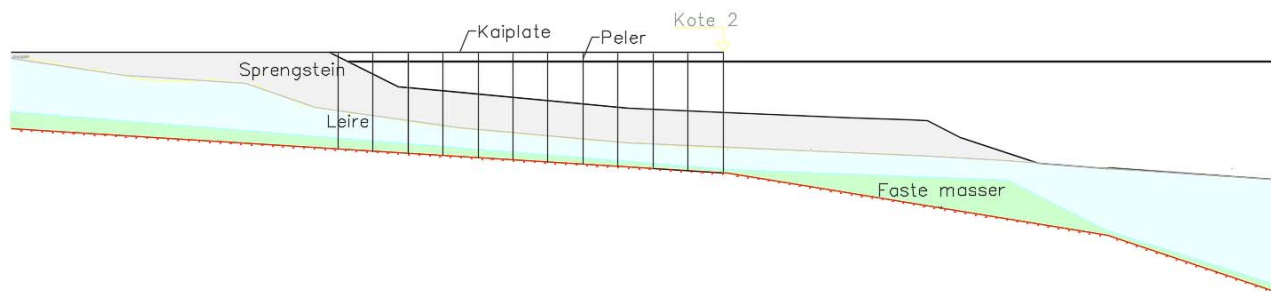
Det er dårlige stabilitetsforhold mellom Vige og Marvika og våre overordnede stabilitetsvurderinger viser at det kan være behov for en kaiplate som er pelefundamentert i en bredde på over 100 m. Vi har derfor sett på muligheten for å fundamentere kaien som en cellespункt kai, se vedlegg B. Som beskrevet ovenfor, er det på bakgrunn av utførte grunnundersøkelser vanskelig å fastsette hvor cellespункt kai er en egnet fundamenteringsmetode. Dette pga usikkerhet i tykkelsen på leirlaget, hellingen på bergoverflaten og styrkeparametre for leirmassene. Det er behov for omfattende grunnundersøkelser for å kunne fastsette hvor denne fundamenteringsmetoden kan benyttes.

Vi er ikke kjent med at det er benyttet cellespункt kai for disse dybdene tidligere, og det kan her være anleggstekniske utfordringer som må ivaretas.

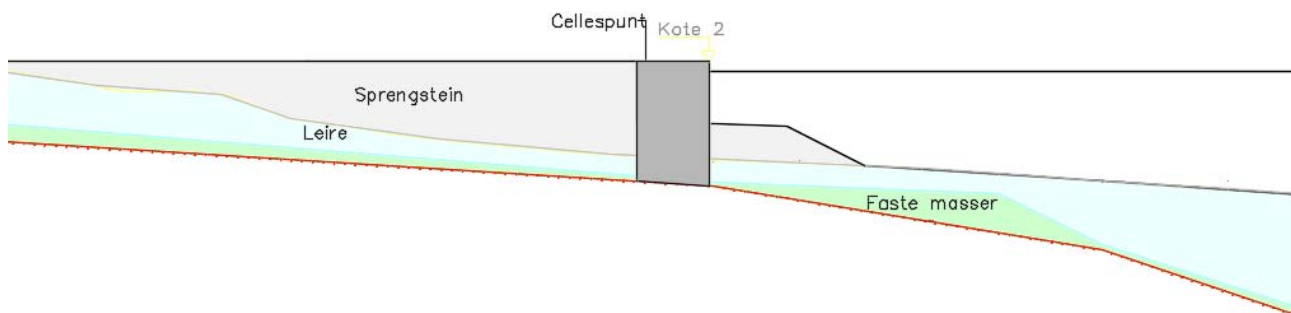
I områder der det er lagt ut sprengsteinsfylling er ikke cellespункt kai en egnet fundamenteringsmetode.

På Figur 4-1 har vi vist prinsipp for pelefundamentert kai, mens på Figur 4-2 er prinsipp for cellespункtfundamentert kai presentert.

Når det gjelder kaibelastninger, er det tidligere benyttet 50 – 100 kN/m². Det vises til e-post av Kristiansand Havn til Kristiansand kommune 22.02.2017 for nærmere detaljer.



Figur 4-1: Prinsipp for en pelefundamentert kai



Figur 4-2: Prinsipp for en cellespunftfundamentert kai

5 Oppfylt areal bak kaifront

Omfanget og tidsforløpet av setninger i leirmasser er avhengig av tykkelse på leirlaget, setningsparametre for leirlaget (modultall og konsolideringskoeffisient) samt evt. innslag av drenerende lag. Dette i tillegg til tykkelsen på fyllmassene og størrelsen på permanente laster i bruksgrensetilstand. I hvilken grad sjøbunnen består av utfylte masser, og hvor lenge disse har ligget er også av betydning.

På grunn av varierende fyllingshøyde, tykkelse på leirlaget og setningsparametre for leirmassene, vil en utfylling medføre store variasjoner i omfanget og forløpet til setningene.

Vi har utført et overslag av setninger for en fylling på 28 m vanddyb og 10 m med leire. Vi har lagt til grunn setningsparametre fra undersøkelsene i Torsvika (10). Dette gir oss omtrent $\delta=0,7$ m i primærsetning i leirlaget. Med større mektighet på leirlaget og lavere modultall på leiren, blir omfanget av setninger betydelig større. På dette planstadiet har vi ikke vurdert sekundærsetninger. Egenetninger fra fyllingen er heller ikke inkludert.

Setningsforløpet vil gå over flere år og er svært avhengig av om det er drenerende masser under leirlaget. Dersom tykkelsen på leiren er 10 m og det er et drenslag over berg er tidsforløpet estimert til omlag 2,5 år. Mens dersom det ikke er drenerende masser over berg vil det ta om lag 10 år. Størst setninger vil komme i starten av konsolideringsperioden.

Vi gjør oppmerksom på at det er registrert større mektighet på leirlaget. Dette vil påvirke både størrelsen på setningene og setningsforløpet. Det vil være behov for å nærmere kartlegge mektigheten av leirelaget samt nærmere undersøke setnings-/deformasjonsparametere.

Et tiltak for å redusere konsolideringsperioden/tidsforløpet er å installere vertikale dren i leirlaget. På denne måten vil porevannet dreneres raskere ut og dermed øke setningshastigheten betydelig.

Et annet tiltak er å legge ut overhøyde på fyllingen og la denne ligge. For denne løsningen må kaifront dimensjoneres for laster fra oppfyllingen. Men selv med overhøyde vil det ta lang tid å få unnagjort setningene.

6 Kongsgård, egnethet for belastning på land

På dette planstadiet er vi ikke blitt kjent med detaljert plassering av områder på dagens landarealer som planlegges med tyngre belastning. Vi antar at dette vil detaljeres i senere planarbeid.

Vi er derimot bedt om å vurdere egnetheten for tyngre belastning i Kongsgårdområdet ut fra kjent informasjon om antatte grunnforhold på land. Belastningsforhold for bulkareal antas å være som tidligere, ref. rapport fra 2014 vedr. mulighetsstudie 2013 for strandkantdeponiet (5), dvs. bulkarealer og areal til havneformål har generell terrengbelastning 60 kN/m^2 , akseltrykk på 100 tonn, mobil havnekran med totalvekt lik 425 tonn og med labbtrykk på 225 tonn fordelt på $2,0 \times 4,5 \text{ m}$ samt pullerlaster på minst 150 tonn. I etterkant av mulighetsstudiet har Kristiansand Havn opplyst at terrengbelastning 100 kN/m^2 er gjeldende, det vises til e-post av Kristiansand Havn til Kristiansand kommune 22.02.2017 for nærmere detaljer.

Figur 6-1 viser et 3D-bilde av Kongsgårdområdet med skissering av ulike soner/fargekode for egnethet for tyngre belastning. Det gjøres oppmerksom på at oversikten gjelder for dagens landareal og må ses i sammenheng med planlagte kai- og fyllingsarbeider i sjøen.

Borplaner 313887-02 og -03 viser oversikt over utførte geotekniske grunnundersøkelser i dette området.

Med referanse til Figur 6-1 gis følgende vurderinger mht. egnethet for tyngre belastning:

- Fargekode: grønn (best egnet)

I dette området er det generelt begrenset med løsmasser over antatt berg. Dette området vil være godt egnet for direktefundamentering på komprimert steinfylling over berg. Evt. løsmasser vil kunne masseutskiftes med komprimert steinfylling på berg.

Dette arealet på land anses som godt egnet for tyngre belastning.

Det anbefales at bergtekniker vurderer stabilitet av bergskjæringene og sikringsbehov.

Merknad: Grunnforholdene på nedsiden av Kongsgård alle ut mot Urvika er ikke kjent. Videre er ikke grunnforholdene for havnebygget (Seafront) kjent. Trolig er det begrenset med løsmasser også her, men dette anbefales verifisert ved å utføre supplerende grunnundersøkelser.

- Fargekode: gul (mindre egnet)

Dybde til berg i dette området varierer i hovedsak mellom ca. 7 og 17 m i borpunktene og på det tidspunktet boringene ble utført, tilsvarende varierende bergnivå mellom kotenivå ca. -3 og -14. Løsmassene i dette området består av fyllmasser overliggende bløt leire/siltig leire. Massene er urene og har organisk innhold (gytje), ref. prøveserier 600121-314 og 600121-317 fra 2001 (7).

Dette/deler av dette området er tidligere avfallsplass. Avfallsplassen ble nedlagt i 1970 og dekket til med stein og løsmasser iht. opplysninger mottatt i forbindelse med planlagt kontor og lager/industribygg i Kongsgårdbukta (28). Videre har deler av området vært forbelastet med en overhøyde/last på $40\text{-}45 \text{ kN/m}^2$ i ca. 10 år. Det bør undersøkes om det foreligger nærmere informasjon med plassering av overhøyden/forbelastningen og hvorvidt det ble utført setningsmålinger over tid for denne.

Dette området vil også kunne være egnet for direktefundamentering, men vil kreve en viss tykkelse av komprimert steinfylling øverst for å forhindre gjennomlokking, antakelig minimum 3 m steinfylling øverst. Videre vil det, for å forhindre uforholdsmessig store setninger, kreves enten a) grunnforsterkning eller b) forbelastning tilsvarende planlagt belastning og evt. med en overhøyde. Antatt behov for liggetid: 2,5-10 år (forutsatt 10 m tykk leire og med/uten et drensag

over berg; kortest liggetid for tilfellet med drenslag over berg). Overhøyden vil redusere antatt liggetid. Videre kan også vertikaldren benyttes for å signifikant forkorte liggetiden. Det vil være behov for å kontrollere stabiliteten ved bruk av forbelastning/overhøyde. Alt. b) anses som den mest relevante løsningen da det trolig vil være begrensninger relatert til massestabilisering av ukjente avfallsmasser.

For dette området kan også pelefundamentering med spissbæring i berg være en aktuell fundamenteringsmetode.

- Fargekode: rød (minst egnet)

I rapport 311216-2-RIG-RAP-001 (5) ble det gjort et mulighetsstudie der det blant annet ble sett på muligheten for å etablere et areal på deponiområdet bak demningen (for strandkantdeponiet) som kan ta relativt store laster og fungere som byggegrunn for bygninger. 2 alternative metoder ble vurdert, etter ønske fra Kristiansand Havn:

1. Benytte et topplag av komprimert steinfylling, og med følgende utdrag fra rapporten (5):

Det er forutsatt innfylling med sand over fiberduk i dagens deponi og avsluttet med steinfylling. Oppfyllingen bør føres til et nivå lik ønsket ferdig terrengnivå og i tillegg minst 3 m (ca. 60 kN/m² fremtidig last). Det kan også bli behov for ytterligere en oppfylling avhengig av setningsparametrene i sedimentene for å forbelaste i rimelig omfang og tidshorison. Endelig utforming av fyllingen vil avhenge av karakteren/geotekniske egenskaper av sedimentene i deponiet og kan derfor ikke vurderes i nærmere detalj på nåværende tidspunkt. Det bør derfor ubetinget utføres omfattende grunnundersøkelser av sedimentene i deponiet når dette er tildekket.

De innfylte sedimentene er geoteknisk sett svært løst lagret og derfor meget bløte og kompressible. Dette vil føre til at overflaten på tildekt deponi vil få store setninger. Setningene vil skje med størst hastighet den første tiden etter pålasting/utlegging, men lav permeabilitet vil medføre langsom konsolidering, og setninger kan derfor mulig pågå i flere tiår om det ikke treffes spesielle tiltak.

2. Forbedre grunnen ved ulike metoder for innblanding av kalk/segment, og med følgende utdrag fra rapporten (5):

Innledningsvis er det vurdert, at Jet-peler eller annen form for masseutskifting vil være ekstremt kostbart og derfor ikke aktuelt for dette oppdraget. Dette med bakgrunn i erfaring fra andre oppdrag hvor Jet-peler er benyttet.

Alternativt er vurdert en forbedring av løsmassene i deponiet ved hjelp av innblanding av kalk/segment i peler (KS-peler). Seneste års erfaringer har vist at en vil få størst effekt ved å anvende hovedsakelig segment i innblandingen der grunnforholdene består av blandede typer av løsmasser.

Det er vurdert et system av KS-peler (Ø700 mm) pr. 1,3 m (dvs. annenhver pel i linjene) vil gi en tilfredsstillende stabilisering av løsmassene i deponiet kombinert med en hurtigere drenering av de resterende løsmasser ved konsolideringen etter oppfylling oppover til ferdig terrengnivå i kote +2.

Det er i vurderingen av kostnadene antatt at det er nødvendig å stabilisere de øvre 4 meter av de intakte løsmasser (antatt leire) under opprinnelig sjøbunn.

Avhengig av resultatene av grunnundersøkelsene av sedimentene i deponiet bør det likevel overveies å forbelaste deponiområdet for å oppnå en reduksjon av etterfølgende setninger.

Dersom steinlaget blir minst 3 m tykt er det også mulig å dypkomprimere deponiområdet, og avhengig av sammensetningen av deponimassene kan dette kombineres med vertikaldren for å gjøres mer effektivt.

Det skal bemerkes at metoden kan vise seg vanskelig å gjennomføre med gode resultater pga. sammensetningen av massene i deponiet. Etter SVV Håndbok 274 kap. 1.11.2.2 vil masser bestående av leire, silt og siltholdig finsand være meget vanskelige å komprimere ved metoden, spesielt ved beliggenhet under vannspeilet.

For nærmere detaljer vises det til nevnt rapport (5).

Det gjøres oppmerksom på at fargeskisseringer på Figur 6-1 er omtrentlige og er ment som en orienterende oversikt på kommunedelplannivå. Skisserte løsninger må detaljeres nærmere basert på belastningstype og -størrelse samt at det vil være behov for supplerende geotekniske grunnundersøkelser for senere planfaser.



Figur 6-1: 3D-kart over Kongsgård med skissering av ulike soner/fargekode for egnethet for tyngre belastning – oversikten gjelder for dagens landareal og må ses i sammenheng med planlagte kai- og fyllingsarbeider i sjøen (kartkilde: Google Maps)

7 Aktsomhetsområde, områdeskredfare iht. NVEs veileder 2014-7

Ved vurdering av aktsomhetsområde i forhold til skred/områdestabilitet er jordartenes oppførsel ved brudd en essensiell og utløsende parameter iht. NVEs veileder 2014-7 *Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper* (29).

Bruddmekanisme ved sprøbrudd karakteriseres ved at materialet får en betydelig reduksjon i fasthet ved tøyninger utover tøyning ved maksimal fasthet (kontraktant bruddutvikling). Denne typen materiale vil med andre ord miste nevneverdig fasthet dersom materialet «overbelastes» og/eller omrøres. Denne typen materialer forekommer i områder som er under marin grense.

Et sprøbruddmateriale defineres iht. NVEs veileder som et materiale som har omrørt skjærfasthet $c_{u,r} < 2$ kPa og sensitivitet $S_t > 15$. Kvikkleire defineres for leire som i omrørt tilstand har omrørt skjærfasthet $c_{u,r} \leq 0,5$ kPa.

Omrørt skjærfasthet og sensitivitet kan bl.a. finnes ved å utføre konusforsøk av uforstyrrede prøver i geoteknisk laboratorium (konusforsøk både for uomrørt og omrørt prøve. Prøve tatt ved uforstyrret prøvetaking). I vedlegg C er borplaner for planområdet vist sammen med fargekode for hvorvidt det er registrert sprøbruddmateriale/kvikkleire eller ikke for tilgjengelige prøveserier. I forhold til det store planområdet er det utført begrenset med prøvetaking, men indikasjonene er så langt som følger (se vedlegg C for visuell oversikt):

- Ved Torsvika omtrent ved planlagt kaifront indikerer undersøkelser utført i 2016 (9) at grunnen ikke består av sprøbruddmateriale. Tidligere grunnundersøkelser nærmere land utført i 2007 (2) og videre under Sør Arena i 2004 (30) viser derimot at den siltige leiren har sprøbruddkarakteristikk.
- Ved Kongsgård et stykke inn mot land fra planlagt kaifront indikerer undersøkelser utført i 2001 (7) at grunnen ikke består av sprøbruddmateriale. Tidligere grunnundersøkelser nærmere land (rett på utsiden av steindammen for strandkantdeponiet) utført i 1998 (12) viser derimot at den siltige leiren har sprøbruddkarakteristikk. Videre inn på land igjen indikerer undersøkelsene fra 2001 (7) at grunnen ikke består av sprøbruddmateriale på nordsiden av strandkantdeponiet, mens undersøkelser fra 2008 (31) på sørsiden av deponiet derimot viser at den siltige leiren/leiren har sprøbruddkarakteristikk.
- Ved Vigeboen og mot Varodden omtrent ved planlagt kaifront indikerer undersøkelser utført i 2007 (21) og i 1999 (32) at grunnen består av sprøbruddmateriale. Nærmere land ved Vigeboen og stedvis inn mot land ved Vige består muligens ikke grunnen av sprøbruddmateriale (33), (19), (20), (32), (34).

Indikasjonene utfra hittil registrerte grunnforhold tyder på det vil bli behov i senere planfaser (senest ved reguleringsplanarbeider) for å utføre skredvurdering i henhold til NVE sin Kvikkleireveileder 2014-7 (29).

For å nærmere avdekke omfanget av sprøbruddmateriale må det utføres supplerende grunnundersøkelser.

8 Sluttbemerkninger, videre arbeider

På strekningen Vige-Marvika er det planlagt et stort kaiområde på delvis store vanddyb, opptil 40 m. På store deler av strekningen er det krevende grunnforhold med dårlig stabilitet. Det har blant annet gått et ras i den nordlige delen av Kongsgårdsbukta, i tillegg til at stabilitetsberegninger viser at det er dårlig stabilitet for større utfyllinger.

På grunn av store vanddybder, mektigheten på leirlaget samt at det er lagt ut sprengsteinsfylling i enkelte områder, kan det på store deler av strekningen være vanskelig å få fundamentert en cellespunkt kai. Dette fører til at for planlagt kailinje kan det bli behov for å pelefundamentere en svært bred kaiplate på over 100 m bredde. Dette er en svært kostbar konstruksjon.

For å komme fram til en kailinje med et akseptabelt kostnadsnivå, vil det være behov for omfattende grunnundersøkelser, stabilitetsvurderinger og vurdering av fundamenteringsmetode. Videre vil plassering av kaifront i et område påvirke kaiutformingen i andre områder. Vi vil derfor anbefale at det utføres grunnundersøkelser og vurderinger for et tilstrekkelig stort område til å se kaiutformingen i sammenheng.

Vi vil også anbefale at det gjøres en slik helhetlig vurdering av kaiområdet før det blir aktuelt med videre utfylling av sprengstein. Dette på grunn av at utfyllingen av sprengstein kan påvirke valg av fundamenteringsmetode for kaien. For eksempel kan det ikke rammes en cellespunkt igjennom en sprengsteinsfylling.

I det følgende gis videre en punktvis oppstilling av de viktigste momentene i forhold til geotekniske problemstillinger som innspill til pågående planarbeid:

- Utfordrende grunnforhold pga kupert bergoverflate og stedvis store mektigheter med leire som er bløt til middels fast.
- Utrasing i sjø i den nordlige delen av Kongsgårdsbukta samt utførte stabilitetsberegninger viser at det er dårlig stabilitet for større utfyllinger.
- For å komme fram til en kailinje med et akseptabelt kostnadsnivå, vil det være behov for omfattende grunnundersøkelser, stabilitetsvurderinger og vurdering av fundamenteringsmetode.
- For planlagt kaifront vil det være behov for svært kostbare konstruksjoner.
- I Kongsgårdsbukta og i Torsvika er det etablert avfallsfyllinger i sjøen. Dette må hensyntas ved prosjektering av utfyllinger og etablering av kai. Dette kan også være en problemstilling i andre deler av området.
- Egnetheten for tyngre belastning i Kongsgårdområdet på land varierer fra å være egnet til lite egnet (ut fra kjent informasjon om antatte grunnforhold). Særskilt tunge og setningsømfintlige havneutstyr anbefales tilstrebet plassert der grunnforholdene er best egnet.
- Indikasjonene utfra hittil registrerte grunnforhold tyder på det vil bli behov i senere planfaser (senest ved reguleringsplanarbeider) for å utføre skredvurdering i henhold til NVE sin Kvikkleireveileder 2014-7. Dette da det er registrert sprøbuddmateriale/kvikkleire for planområdet.
- I Marvika er det ikke blitt funnet at det tidligere er utført geotekniske grunnundersøkelser. Tilsvarende grunnforhold og derav løsninger som for tilgrensende område i nord ved Torsvika kan benyttes på kommunedelplannivå. Valg av løsninger og antatte grunnforhold må imidlertid verifiseres ved å utføre grunnundersøkelser i senere planfase.

- Bortsett fra i Marvika vurderes omfanget av utførte grunnundersøkelser i planområdet å være tilstrekkelig grunnlag for overordnede geotekniske vurderinger på kommuneplannivå. Men med hensyn til grunnforholdene er det stor usikkerhet i kostnadene for å etablere planlagte kaiområder. Dette må hensyntas i arbeidet med kommunedelplanen. Vi gjør oppmerksom på at det vil bli behov for å utføre omfattende supplerende geotekniske grunnundersøkelser i senere planfaser

9 Referanser

1. **Kristiansand kommune.** *Kommunedelplan for havneområde nord, Kongsgård-Vige. Planprogram. Datert 22.06.2016.* https://www.kristiansand.kommune.no/contentassets/af7641e0a2f54af59f17f1e6168c305c/201513219-68-planprogram-kongsgard-vige-nett-16344529_1_1.pdf.
2. **Multiconsult AS.** 311171-2 Rapport, Utfylling Torsvika, Stor fylling. Grunnundersøkelser. Datarapport og stabilitetsvurderinger. Datert 19.3.2007.
3. **Multiconsult AS.** 313206 Notat RIG01_rev. Torsvika - Øvelsesstudie. Kristiansand. Vurdering av muligheten for å etablere en ny kai i Torsvika-bukten. Datert 13.12.2013.
4. **Multiconsult AS.** Rapport 311216-1-1 Oppdrag: Kongsgårdbukta strandkantdeponi Avsutning. Emne: Forprosjekt. Datert 29.08.2011.
5. **Multiconsult AS.** 311216-2-RIG-RAP-001_rev00, Kongsgårdbukta, strandkantdeponi. Mulighetsstudie 2013. Datert 19.03.2014.
6. **Multiconsult AS.** 411326-5-1 Marvika marinebase, Kristiansand. Supplerende undersøkelser Marvika og Torsvika. Datarapport. Datert 23.01.2006.
7. **Multiconsult AS.** 600121-1 Rapport. Kongsgårdbukta, Kristiansand. Grunnundersøkelser. Datarapport. Datert 13.8.2001.
8. **Multiconsult ASA.** 616083-RIG-NOT-001 Framtidig havneutbygging. Scenario 1. Vige. Overordnede stabilitetsvurderinger. Datert 31.03.2017.
9. **Multiconsult ASA.** 616084-RIG-RAP-001. Framtidig havneutbygging. Scenario 1. Torsvika. Grunnundersøkelser. Datarapport. Datert 19.08.2016.
10. **Multiconsult ASA.** 616084-RIG-NOT-001. Framtidig havneutbygging. Scenario 1. Torsvika. Overordnede stabilitetsvurderinger. Datert 30.01.2017.
11. **Statens vegvesen.** Oppdragsrapportnr. 200400203-50 Atkomstveg/havneveg Vige- Kongsgård. Geoteknisk rapport. Kr.sand kommune, Stabilitet av sjøfylling. Datert 10.11.2006.
12. **GeoVita as.** 1239-1 Kongsgårdbukta, geoteknisk rapport, Kristiansand kommune, 6.3.98.
13. **GeoVita as.** 1239-5 Kongsgårdbukta, kai ved søppelfylling. Geoteknisk rapport. Datert 24.08.2001.
14. **GeoVita as.** 1239-7 Kongsgårdbukta, Grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger og beregninger for alternative deponi-løsninger. Datert 14.02.2003.
15. **Grontmij A/S.** Geonote 20, Kristiansand Containerhavn, Vurdering af opfyldning i Vigebukta. Prosjekt: 23.3054.02. Datert 29.02.2012.
16. **Parker Maritime AS.** Dybdekartlegging i Kristiansand Havn, 1402008-14000218 datert 11.3.2014.
17. **NGU.** Rapport nr.: 2013.007, Sjøbunnkartlegging ved Kristiansand, Kristiansand Kommune, Vest-Agder, datert 29.01.2013.
18. **GeoPhysix.** Torsvika-Kongsgård-Vige, Bunnpenetrerende akustiske målinger i Kristiansand havn. Grunnundersøkelser for fylling/kai. Prosjekt 15406, datert 07.02.2016.
19. **Noteby.** Rapport 34205 Leif Hubert, Torskeviga, Kristiansand, datert 5.10.89.
20. **Multiconsult.** Rapport 312271-1, Vigebukta, Omlegging av vennledninger, datert 2010.
21. **Multiconsult AS.** 311428-1, Utfylling Vigeboen Ringodden, Kristiansand Havn KF, 20.12.2007.
22. **Multiconsult ASA.** 616083-RIG-RAP-001 Framtidig havneutbygging. Scenario 1. Vige. Grunnundersøkelser-datarapport, datert 28.september 2016.
23. **Multiconsult AS.** Kai Øst-Vest. Kongsgårdbukta Kristiansand, Grunnundersøkelser utført 2007 og tidligere , datarapport. Rapport nr 31353-1, datert 24.1.2008.
24. **Multiconsult AS.** Rapport 310496-1, Tomt for ny fotballstadion, Marvika, datert 04.02.2004.
25. **Sørlandskonsult as.** Oppdragsnr 4135.450, Torsvika- Tiltaksplan i forbindelse med grunnarbeid, datert 17.11.20015.
26. **Den norske Pelekomite.** Peleveildningen 2012.
27. **Kristiansand Havn KF.** Tilbudsinnydelse totalentreprise. Kontor og lager/industribygg Kongsgårdbukta. Datert februar 2017, Dagfin Skaar AS.

28. **NVE.** *Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Veileder 7-2014.*
http://publikasjoner.nve.no/veileder/2014/veileder2014_07.pdf.
29. **Multiconsult AS.** 310496.300, notat G1 Tomt for ny fotballstadion, Marvika, datert 3.mars 2004.
30. **Multiconsult AS.** 311703-1 Sonestasjon - Ægirsvei 12, Kristiansand. Grunnundersøkelser. Fundamentering av hovedbygning. Datert 29.05.2008.
31. **Statens vegvesen, Aust-Agder vegkontor.** Vigebukta. Grunnundersøkelser. 1999.
32. **Statens vegvesen Region Sør.** E18 Narvika. Adkomstvei: Vige-Kongsgårdbukta. 2004.
33. **NOTEBY.** 15013 Tørrdokka Vige, Kristiansand. 1974.
34. **Statens vegvesen Region sør.** 200400203-50 Atkomstveg/havneveg Vige-Kongsgård, Geoteknisk rapport, Kr. sand kommune, Stabilitet av sjøfylling, datert 10.11.2006.

VEDLEGG A

**Notat med nærmere detaljer og oversikt
over tidligere utførte grunnundersøkelser.
Borplan er inkludert i dette notatet.**

*Notat 313887-RIG-NOT-001_rev01 Eksisterende geotekniske
grunnundersøkelser og oppsummering omfang, datert 07.04.2017,
oversendes som et eget dokument.*

VEDLEGG B

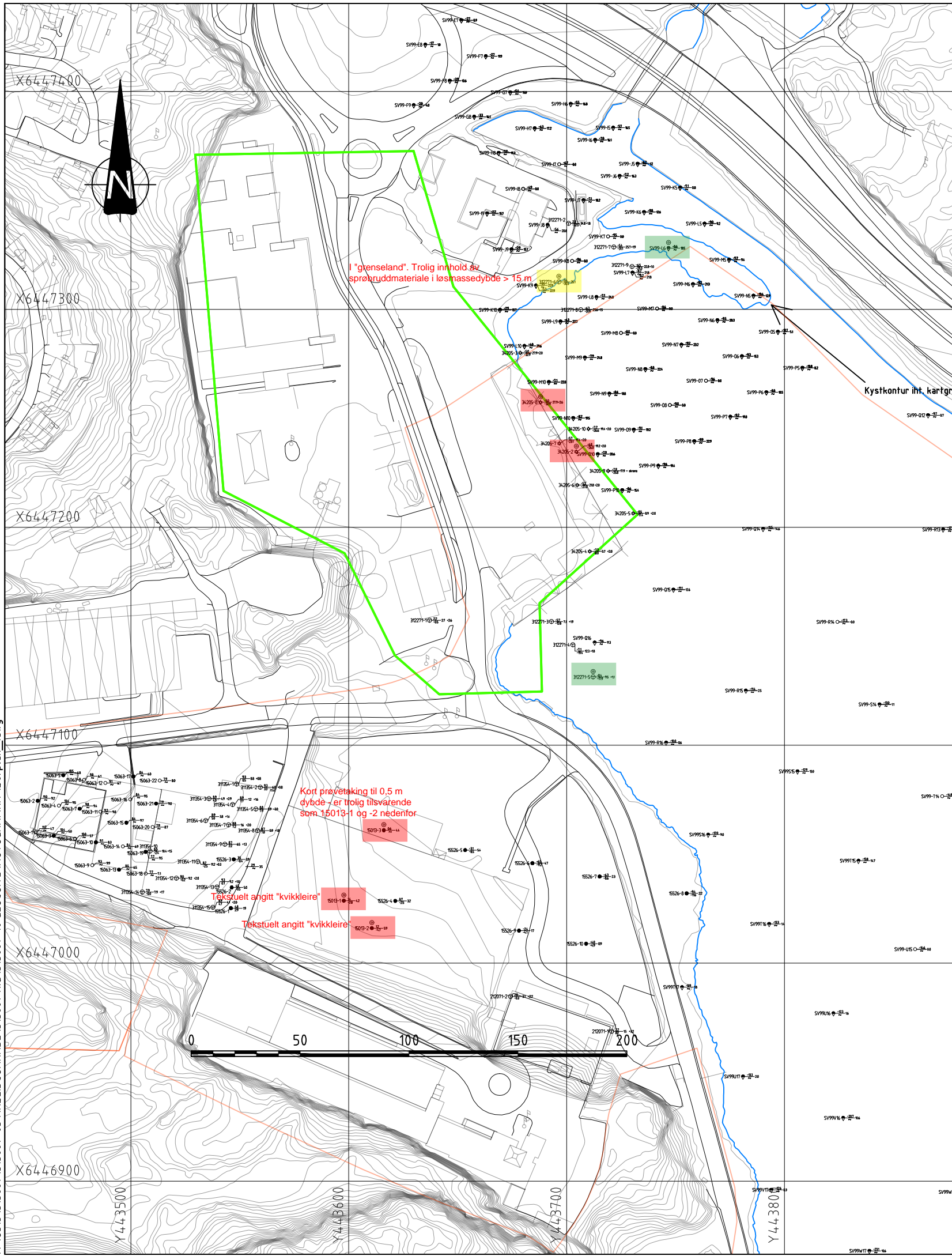
Notat med nærmere detaljer vedrørende kai og oppfylling.

*313967-RIG-NOT-001_rev01 Kai og oppfylling ved
Kongsgårdsbukta, Torsvika og Marvika, datert 26.04.2017,
oversendes som et eget dokument.*

VEDLEGG C

Borplaner med fargekodemarkering av prøveserier for hvorvidt det er registrert sprøbruddmateriale/kvikkleire eller ikke.


(5 sider)



I "grenseland". Trolig innhold av sprøbruddmateriale i løsmassedybde > 15 m

Kort prøvetaking til 0,5 m dybde - er trolig tilsvarende som 15013-1 og -2 nedenfor

Tekstuel angitt "kvikkleire"
 Tekstuel angitt "kvikkleire"

01	UTARBEIDET BORPLAN		30.03.2017	MIO	RMN	RMN
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	KRISTIANSAND KOMMUNE EKSISTERENDE GRUNNUNDERSØKELSER, MARVIKA TIL VIGE		Original format A1/A3	Fag	GEO	
	GEOTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER BORPLAN, NR. 1		Status UTSENDT	Målestokk 1:1000/ 1:2000		
 www.multiconsult.no		Dato	30.03.2017	Konstr./Tegnet	MIO	Kontrollert
		Oppdragsnr.	313887	Tegningsnr.	01	Godkjent
						RMN
						Rev.
						01

Vedlegg C i 313967-RIG-RAP-001. Forklaring fargekoder:

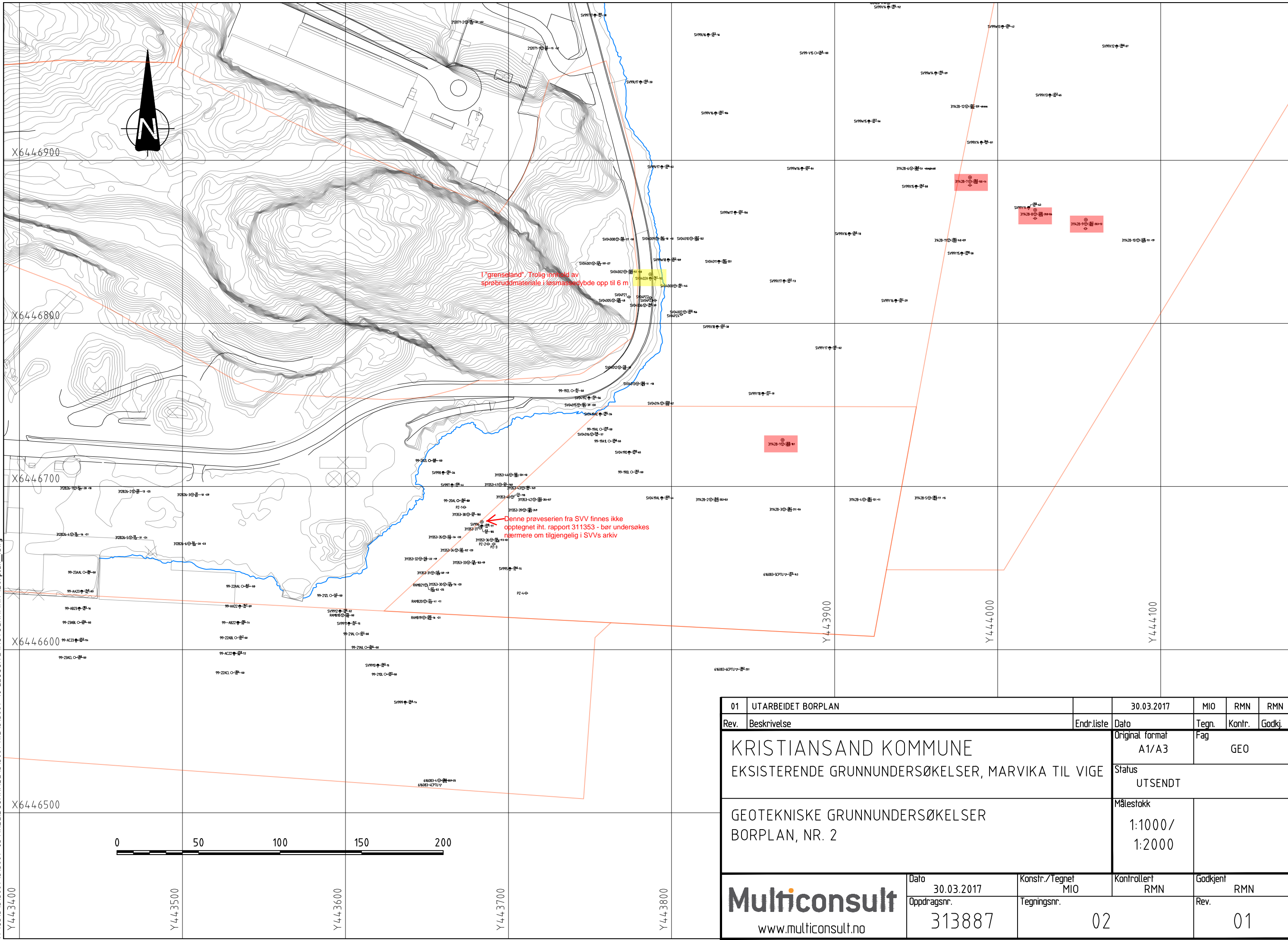
Prøveserie uten registrert innhold av sprøbruddmateriale/kvikkleire

Prøveserie med registrert innhold av sprøbruddmateriale/kvikkleire

Usikker vurdering - kommentar gitt ved siden av aktuell prøveserie

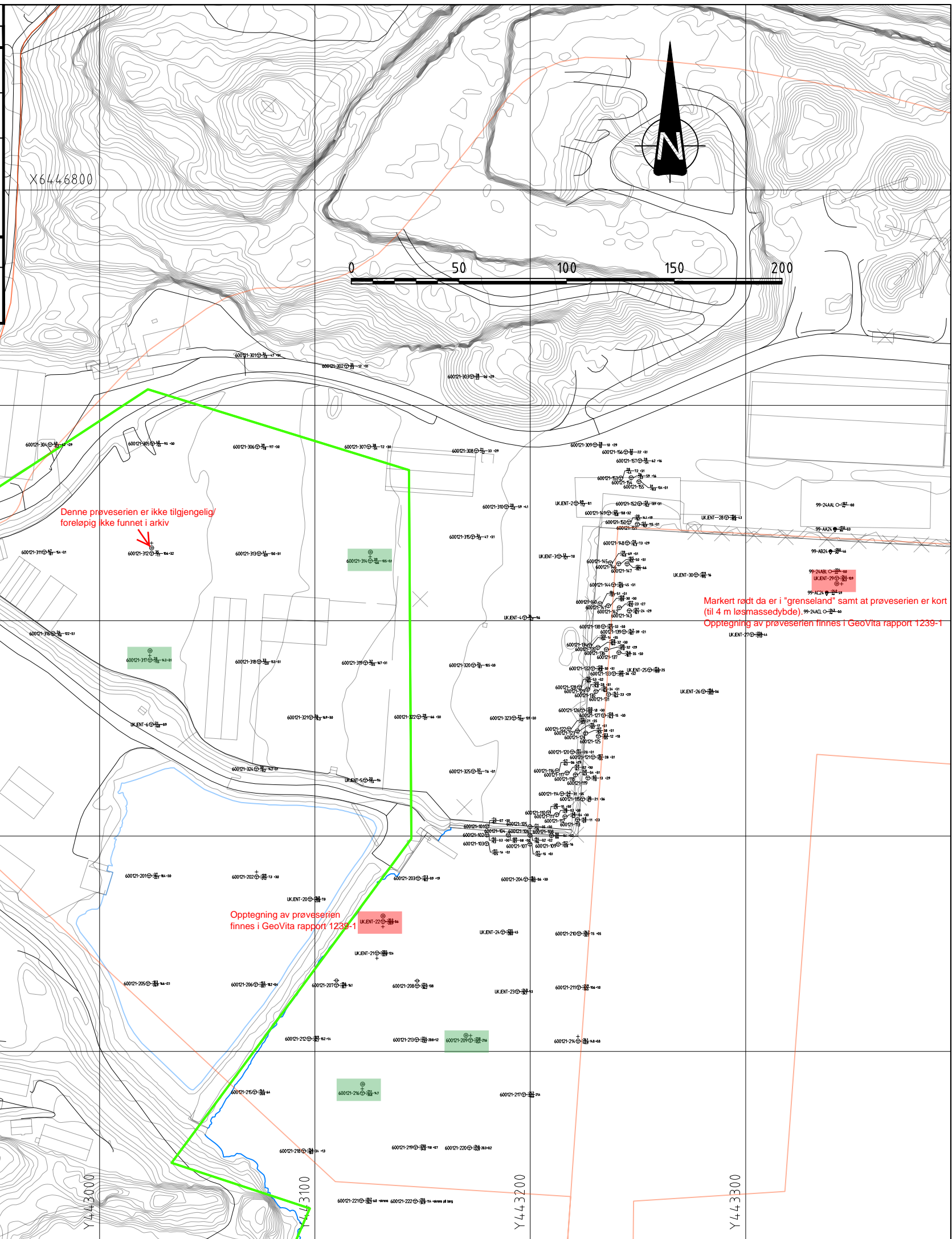
M:\0313\313887\313887-03 ARBEIDSMRÅDE\313887 RIG\313887-10 GEOSUITE\AUTOGRAF.RIT\Borplan_dwg

M:\0313\313887\313887-03 ARBEIDSRÅDE\313887 RIG\313887-10 GEOSUITE\AUTOGRAF.RIT\Borplan_.dwg



01	UTARBEIDET BORPLAN		30.03.2017	MIO	RMN	RMN
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
KRISTIANSAND KOMMUNE EKSISTERENDE GRUNNUNDERSØKELSER, MARVIKA TIL VIGE			Original format A1/A3	Fag GEO		
GEOTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER BORPLAN, NR. 2			Status UTSENDT			
			Målestokk 1:1000/ 1:2000			
Dato 30.03.2017		Konstr./Tegnet MIO	Kontrollert RMN	Godkjent RMN		
Oppdragsnr. 313887		Tegningsnr. 02	Rev. 01			
 www.multiconsult.no						

01	UTARBEIDET BORPLAN		30.03.2017	MIO	RMN	RMN
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
KRISTIANSAND KOMMUNE			Original format A1/A3	Fag	GEO	
EKSISTERENDE GRUNNUNDERSØKELSER, MARVIKA TIL VIGE			Status UTSENDT			
GEOTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER BORPLAN, NR 3			Målestokk 1:1000/ 1:2000			
Multiconsult www.multiconsult.no	Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent		
	30.03.2017	MIO	RMN	RMN		
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.			
	313887	03	01			



Denne prøveserien er ikke tilgjengelig/foreløpig ikke funnet i arkiv

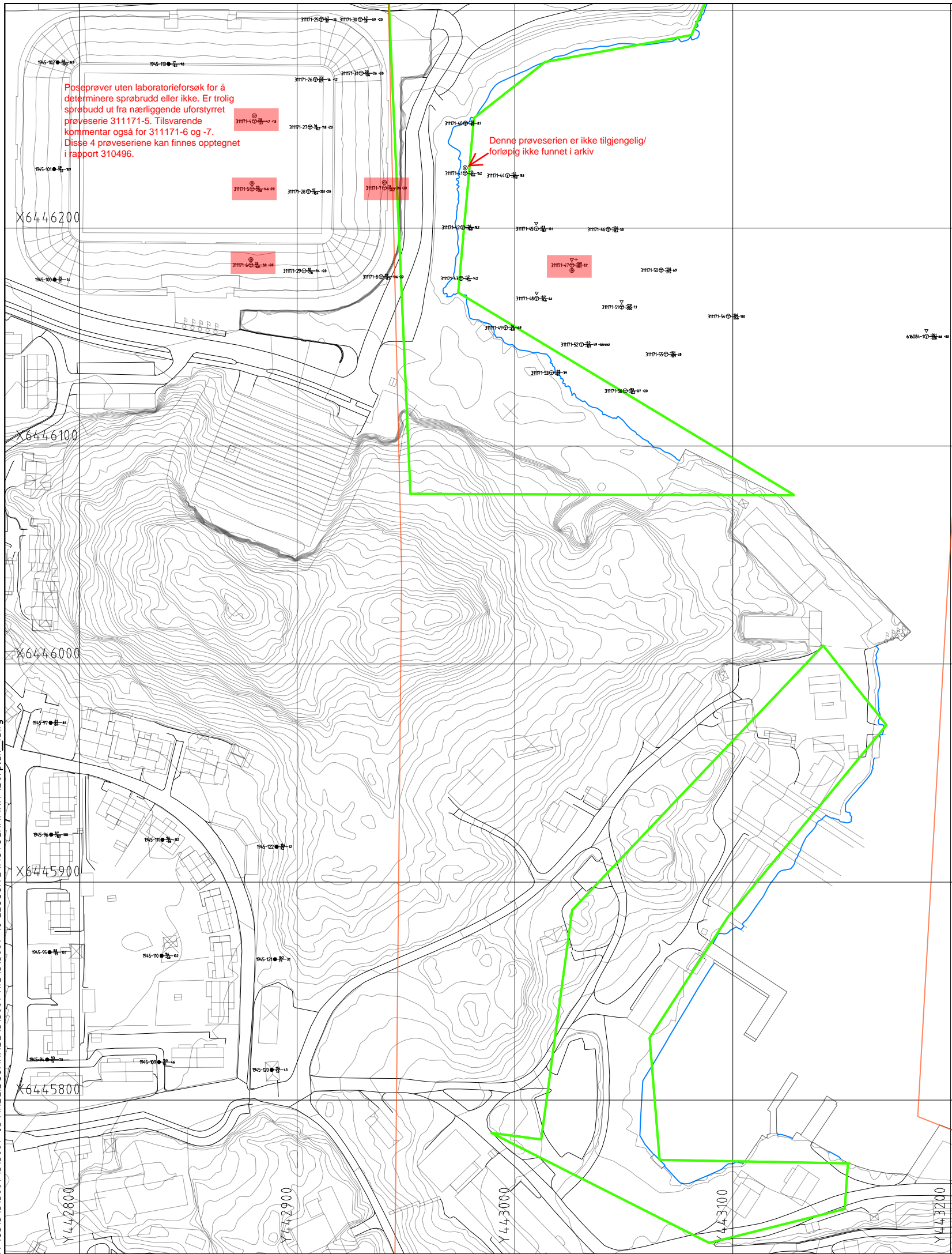
Prøveserie fra 1945 uten innhold av nødvendig informasjon for å determinere sprøbrudd eller ikke-tilgjengelig sprøbrudd ut fra nærliggende prøveserie 311703-3.

Markert rødt da er i "grenseland" samt at prøveserien er kort (til 4 m løsmassedybde). Oppfølging av prøveserien finnes i GeoVita rapport 1239-1

Oppfølging av prøveserien finnes i GeoVita rapport 1239-1

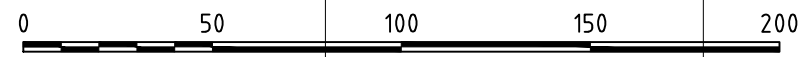
M:\0313\313887\313887-03 ARBEIDSMRÅDE\313887 RIG\313887-10 GEOSUITE\AUTOGRAF.RIT\Borplan_dwg

M:\0313\313887\313887-03 ARBEIDSRÅDE\313887 RIG\313887-10 GEOSUITE\AUTOGRAF.RIT\Borplan_dwg



Poseprøver uten laboratorieforsøk for å
determinere sprøbrudd eller ikke. Er trolig
sprøbrudd ut fra nærliggende uforstyrret
prøveserie 311171-5. Tilsvarende
kommentar også for 311171-6 og -7.
Disse 4 prøveseriene kan finnes opptegnet
i rapport 310496.

Denne prøveserien er ikke tilgjengelig/
forløpig ikke funnet i arkiv



01	UTARBEIDET BORPLAN		30.03.2017	MIO	RMN	RMN
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
KRISTIANSAND KOMMUNE			Original format	Fag		
EKSISTERENDE GRUNNUNDERSØKELSER, MARVIKA TIL VIGE			A1/A3	GEO		
GEOTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER			Status			
BORPLAN, NR. 4			UTSENDT			
			Målestokk			
			1:1000/ 1:2000			
Dato		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent		
30.03.2017		MIO	RMN	RMN		
Oppdragsnr.		Tegningsnr.	Rev.			
313887		04	01			

Multiconsult
www.multiconsult.no