



RAPPORT

# Kvikkleirekartlegging Sørlandet

BEFARINGSRAPPORT KRISTIANSAND OG  
VÅGSBYGD, KRISTIANSAND KOMMUNE

DOK.NR. 20150471-04-R  
REV.NR. 0 / 2015-12-15

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

## Prosjekt

Prosjekttittel: Kvikkleirekartlegging Sørlandet  
Dokumenttittel: Befaringsrapport Kristiansand og Vågsbygd  
Dokumentnr.: 20150471-04-R  
Dato: 2015-12-15  
Rev.nr. / Rev.dato: 0 /

## Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: NVE  
Kontaktperson: Ingrid Havnen  
Kontraktreferanse: Kontrakt mellom NVE og NGI. Regional kvikkleirekartlegging i kommunene Kristiansand, Søgne og Songdalen, datert 9. november 2015.

## for NGI

Prosjektleder: Kristine H. H. Ekseth  
Utarbeidet av: Søren Holm, Kristine H. H. Ekseth  
Kontrollert av: Bjørn Kalsnes

## Sammendrag

NGI har utført befaring i området Kristiansand – Vågsbygda i Kristiansand kommune i forbindelse med regional kartlegging av potensiale for skredfare på Sørlandet. Befaringsområdet Kristiansand – Vågsbygda dekker et areal på ca. 15,8 km<sup>2</sup>. Kartleggingen er ett av i alt syv områder som inngår i oppdraget. Områdene er definert av Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE).

Forut for befaring ble det gjort et innledende desk- og kartstudium av området for å lokalisere potensielle fareområder. Under befaringen i Kristiansand – Vågsbygda er det hovedsakelig påtruffet sand i skråninger og langs elve- og bekkeleier. Det er påvist leire i dagen ved befaring på to lokaliteter. I følge informasjon fra Statens vegvesen, Jernbaneverket, Multiconsult AS, Noteby AS og Rambøll AS skal det være påtruffet leire ved grunnboringer innenfor området.

Det er i hovedtrekk lite/moderat erosjon langs Otra og bekker i området. Langs deler av elva er det utført erosjonssikring av elvebredden (eksempelvis forbi sykehuset).

Basert på befaringen er det gjort en vurdering av hvilke områder som bør inkluderes for videre kartlegging. Det er foreslått å gå videre med nærmere vurdering av syv interesseområder, dvs. potensielle kvikkleirefaresoner. Tidligere grunnundersøkelser viser at det er store forekomster av kvikkleire bl.a. i Kristiansand sentrum øst for Otra, og også på Eg (ved sykehuset). I de fleste tilfeller er det imidlertid ikke tilgjengelig data innenfor interesseområdene. Det er derfor foreslått supplerende sonderinger innenfor alle interesseområdene. Basert på sonderingsresultatene bør det vurderes opptak av evt. prøver.

Områder som ikke foreslås kartlagt videre er generelt ekskludert ut fra topografiske kriterier (for slake skråninger eller liten begrenset skråningshøyde), at det er påvist berg i dagen, eller at det av andre årsaker (som lagdeling) ikke antas å være fare for større områdeskred.

Noenlunde behov for supplerende grunnundersøkelser er angitt i rapporten, men detaljerte borplaner og mengdebeskrivelser vil utarbeides senere. Det vil da tas hensyn til evt. tilgjengelige relevante data fra eksisterende grunnundersøkelsesrapporter innenfor området.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Kvartærgeologi og topografi</b>	<b>7</b>
2.1	Kvartærgeologiske forhold i Kristiansandsområdet	7
2.2	Kvartærgeologiske forhold i delområde Kristiansand – Vågsbygda	8
2.3	Topografi	10
2.4	Havneområder	11
2.5	Hovedtrekk fra befarings	11
<b>3</b>	<b>Innledende desk- og kartstudium</b>	<b>12</b>
3.1	Utvalg av analyseområdene i Kristiansand, Søgne og Songdalen kommune – GIS-analyse og kartgrunnlag	12
3.2	NGIs deskstudium/GIS-analyse før feltarbeid	13
<b>4</b>	<b>Områdevurderinger</b>	<b>15</b>
4.1	Generelt	15
4.2	Foreløpig vurdering av potensielle fareområder	16
4.3	Delområde 4a: Havneområdene	17
4.4	Delområde 4b: Grim	20
4.5	Delområde 4c: Eg	22
4.6	Delområde 4d: Sødal	25
4.7	Delområde 4e: Påskebjerg-Strandveien	26
4.8	Delområde 4f: Gimlehallen-Oddernes	28
4.9	Delområde 4g: Lund-Østre Ringvei	32
<b>5</b>	<b>Oppsummering</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>Referanser</b>	<b>35</b>

## Tegninger

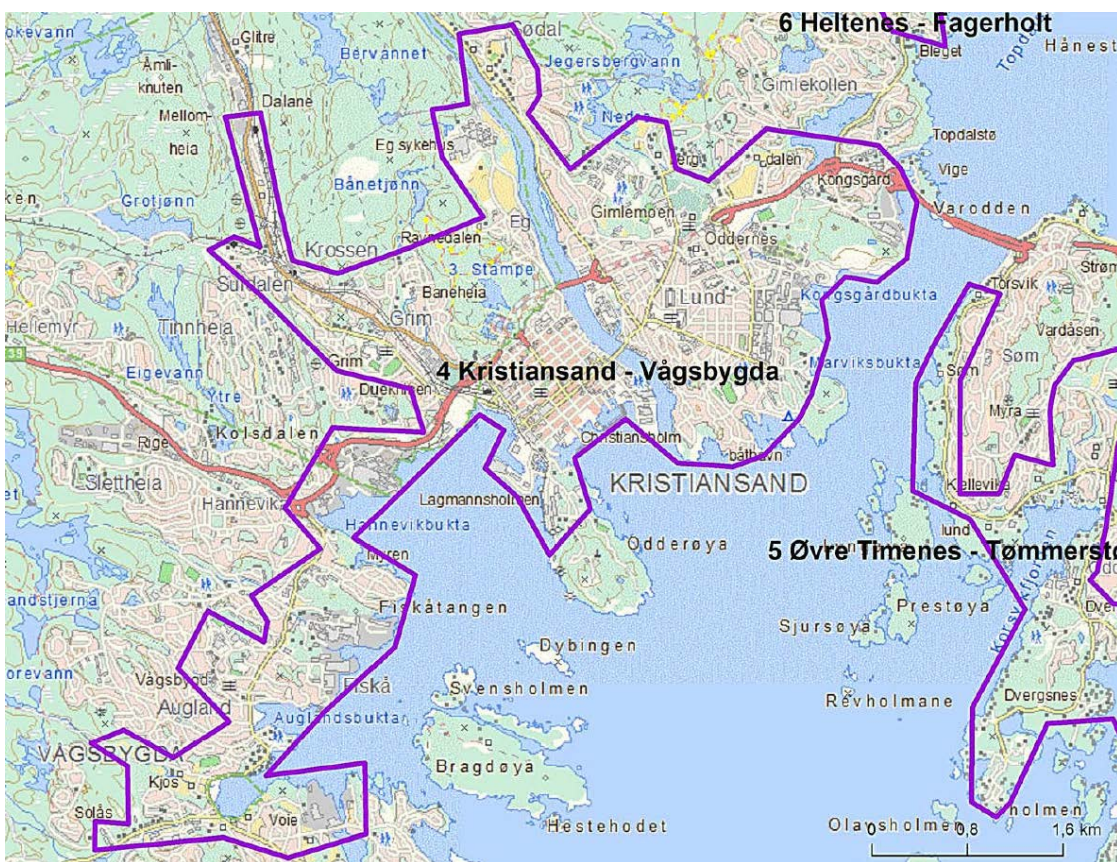
- Oversiktskart nr. 010 Oversiktskart med observasjoner fra befarings  
 (1 : 12 500)
- Oversiktskart nr. 011 Oversiktskart med utvalgte delområder for videre kartlegging  
 (1 : 12 500)
- Oversiktskart nr. 012 Oversiktskart med tidligere, relevante rapporter  
 (1 : 12 500)

## Kontroll- og referanseside

# 1 Innledning

I forbindelse med regional kvikkleireoversiktskartlegging i Kristiansand kommune har Norges Geotekniske Institutt (NGI) vært på befaring i området Kristiansand-Vågsbygd som er definert av Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE).

Kartleggingsområdet er vist på Figur 1 og dekker et areal på ca. 15,8 km<sup>2</sup>. Befaringen av dette området ble foretatt i to omganger i perioden oktober-november 2015 av Kristine H. H. Ekseth, Søren Holm, Trond Vernang og Håkon Heyerdahl, alle ansatt ved NGI.



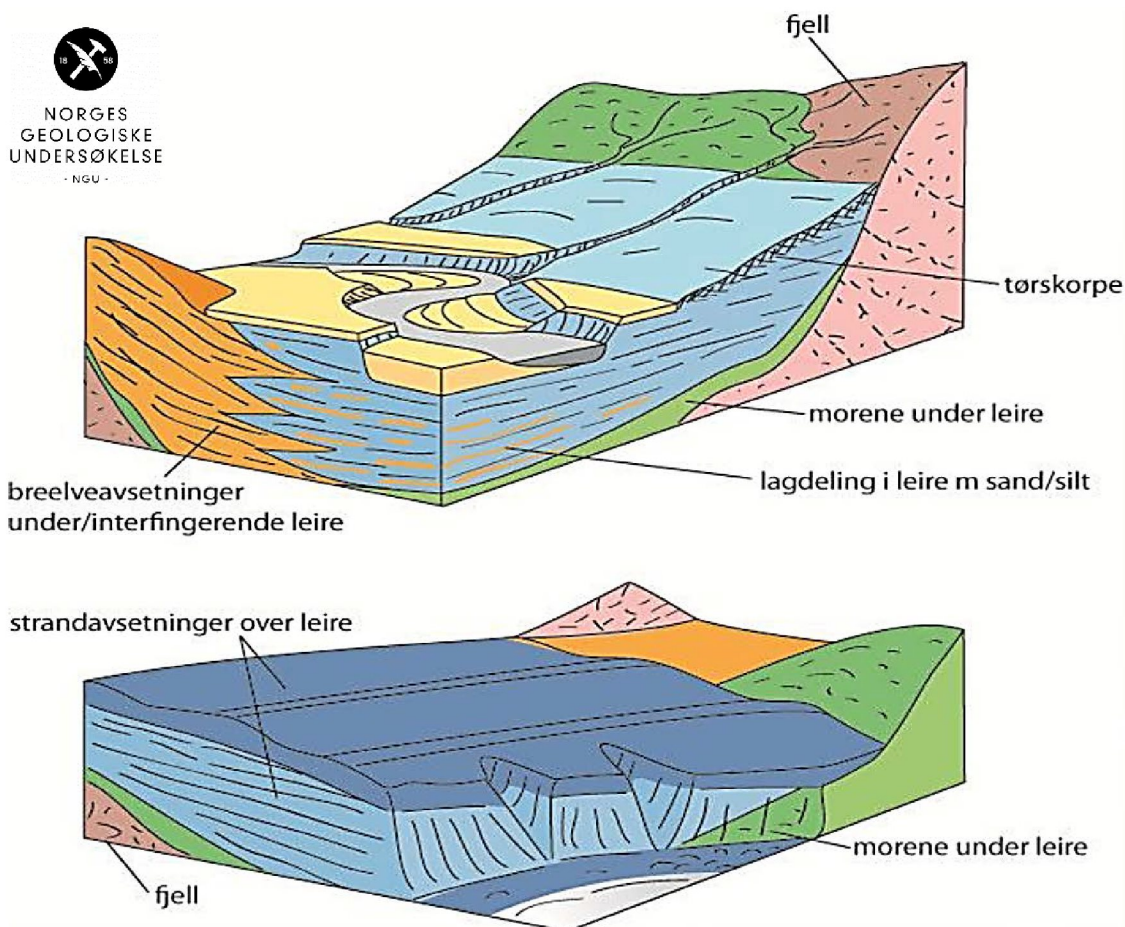
Figur 1 Kartutsnitt av området Kristiansand – Vågsbygd.

## 2 Kvartærgeologi og topografi

### 2.1 Kvartærgeologiske forhold i Kristiansandsområdet

Elve- og bekkeavsetninger er et resultat av bekker eller elvers erosjon, transport og avsetning. Avsetning i vann fører til sortering av materiale og avsetningene i forskjellige områder kan være alt fra grus og sand til leire. Avsetningen av leire foregår primært hvor vannhastigheten er lav. Leire er derfor typisk avsatt i store innsjøer og i havet.

Breelavsetninger er et resultat av nedsmelting av breens isdekke og smeltevannets drenering til havet. Smeltevann rant mot brekanten i en tunnel under isen og på isens overflate og langs iskanten inn mot dalsider. På slake strekninger mellom iskanten og dalsider ble erosjonsmateriale avsatt og det ble bygd opp langstrakte terrasser med grus og sand. Leire ble først avsatt når smeltevannet rant ut i havet. Smeltevannsløp på isens overflate og små bredemte sjøer langs isen kunne bli fylt med breelvmateriale og dette dannet hauger og rygger med breelvmateriale da isen smeltet. For områder under marin grense kan det generelt ligge leire under andre avsetninger.

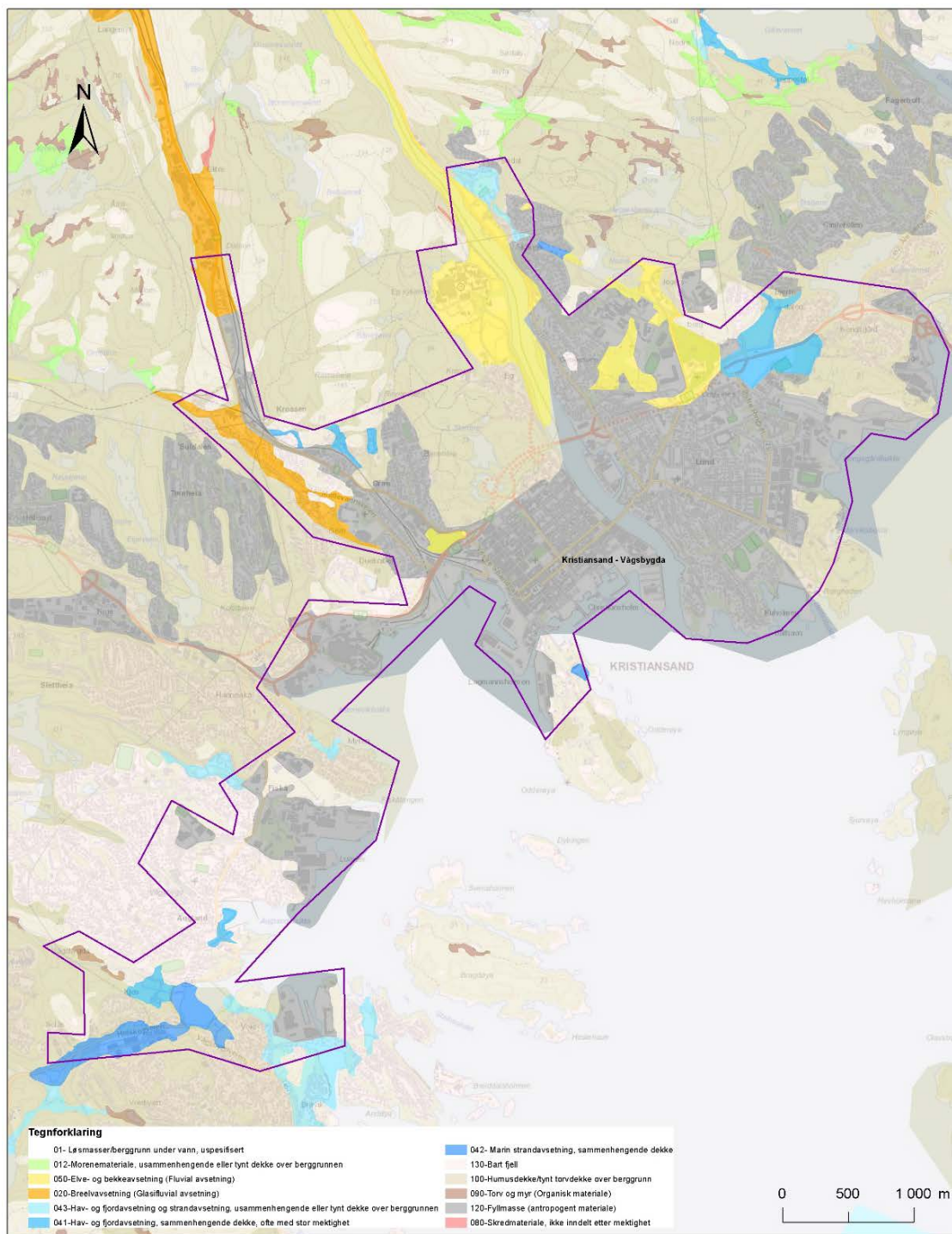


Figur 2 Tenkt modell over løsmassefordelingen i dybden (fra NGU, [www.ngu.no](http://www.ngu.no)).

## 2.2 Kwartærgeologiske forhold i delområde Kristiansand – Vågsbygda

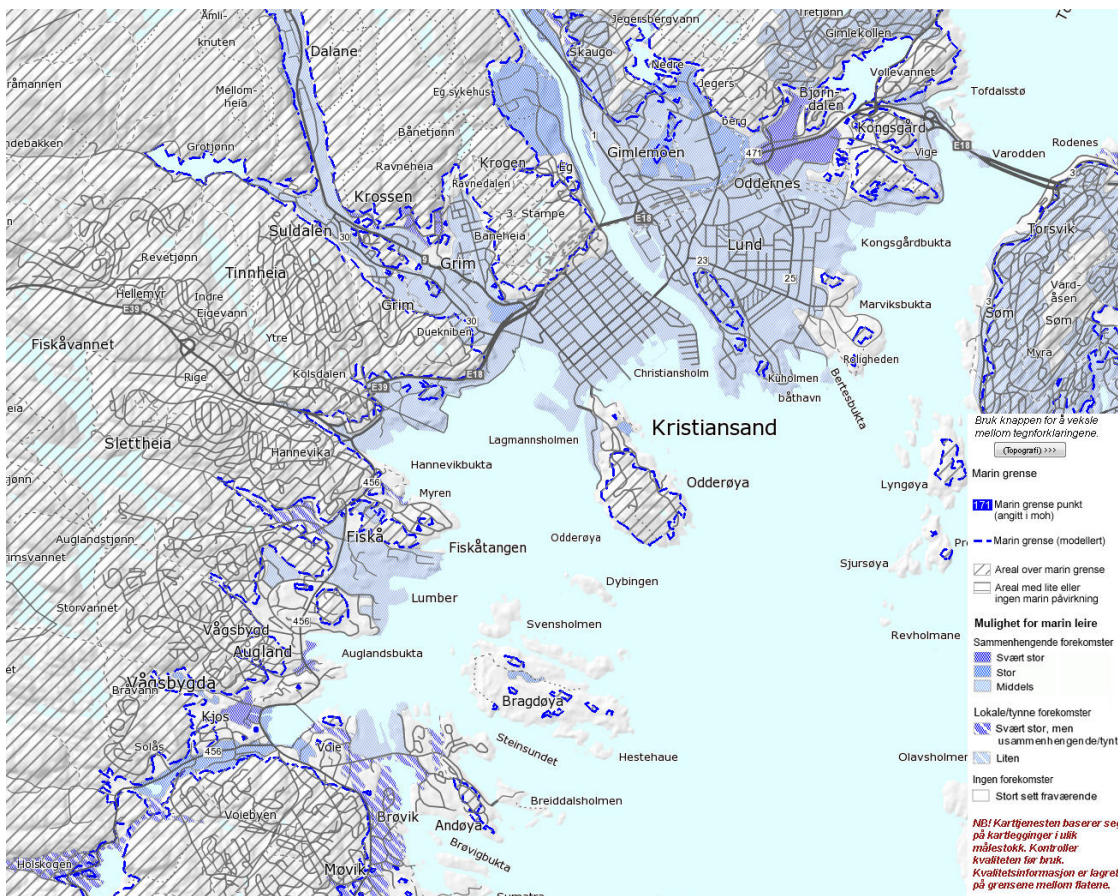
Løsmassekart for området er vist i Figur 3. Mesteparten av området er klassifisert som fyllmasser/antropogene materialer over naturlige sedimenter eller berg. Dette inkluderer også havneområdene. I nordvest (Dalane) er løsmassene glasifluviale avsetninger i dalbunnen, med humusdekke/tynt torvdekke over berggrunn, eller berg i dagen/tynt løsmassedekke i dalsidene over marin grense. I nordøst (Eg-, Sødal- og Oddernes-områdene) finner vi fluviale avsetninger og noen lommer med marine avsetninger. I Vågsbygda er det hovedsakelig antropogent materiale og humusdekke/tynt torvdekke over berggrunn, eller berg i dagen/tynt løsmassedekke.





Figur 3 Løsmassegeologien i Kristiansand og Vågsbygda (ref. /1/).

Marin grense i Kristiansand og Vågsbygda er vist i Figur 4.



Figur 4 Marin grense i Kristiansand og Vågsbygd (ref. /1/).

## 2.3 Topografi

Området som skal kartlegges omfatter Kristiansand sentrum, havneområdene, Eg, Sødal, Dalane og Vågsbygd.

Kristiansand sentrum deles av Otra i en østlig og vestlig del. På østlig side ligger deler av bebyggelsen på en løsmasseterrasse med retning N-S. Vest for Otra er terrenget i all hovedsak flatt, med små høydeforskjeller. Grim og Dalane i nordvest er flatere områder, med enkelte høyere skråninger over 10 m. Eg og Sødal i nordøst er løsmasseterrasser på hhv. vestlig og østlig side av Otra. Generelt er terrassehøydene i dette området på 10-12 m.

Vågsbygd ca. 2 km sør for Kristiansand sentrum har små arealer med løsmasser. I all hovedsak består området av humusdekke/tynt torvdekke over berggrunn, eller berg i dagen/tynt løsmassedecke. Områdene med løsmasser er flate, med skråningshøyder på opp mot 5 m.

## 2.4 Havneområder

Havneområdene består i stor grad av antropogene masser som er fylt ut på sjøbunnen. Områder i sjøen er generelt ikke mulig å vurdere ut fra befaring. Tilgjengelige data er ofte begrenset, med mindre det har vært utført geotekniske undersøkelser fra flåte, inkludert batymetri. Vurderinger av havneområder er m.a.o. helt avhengig av tilgang til rapporter med tilhørende grunnundersøkelser.

Ved utfylling i havneområder snakker man ikke lenger om naturlig utløste skred, som kvikkleirekartleggingen normal skal dekke, men om byggetiltak hvor geoteknisk prosjektering skal ta hånd om skredfare. For permanentsituasjonen vil likevel skredvurderinger være relevant, for det tilfelle at mindre glidninger evt. kan sette i gang større utglidninger i områder med kvikkleire.

## 2.5 Hovedtrekk fra befaring

Avsetningene innenfor området består i hovedsak av sand. Under befaringen ble det påtruffet sand i dagen i terrasseskråningene, langs elvebredden og på elve- og bekkebunn, med unntak av på Lund i Kristiansand sentrum. og på Eg, der det ble observert leire i dagen i elveskråningen. I følge tidligere grunnundersøkelser utført av Multiconsult A/S og JBV/SVV skal det være påtruffet sensitivt materiale/kvikkleire i dybden i store deler av undersøkelsesområdet. En del av disse rapportene har foreløpig ikke vært tilgjengelige.

Langs Otra og mindre bekkeløp er det stedvis noe erosjon. Ved Eg er det observert skredgroper. Ved havnen og i strandområdene er det ikke observert utglidninger/skredgroper, men batymetriske data fra NGU (ref. /15/) viser at utglidninger har skjedd enkelte steder i havneområdet, blant annet et stort skred i Kristiansand havn utenfor Gravane/Lagmannsholmen i 2008 (ref. /15/) og ved Kongsgårdsbukta, jfr. avsnitt 4.3.

Under befaringen ble det ikke gjort observasjoner av skredgroper eller pågående skredaktivitet. Dette er i overensstemmelse med eksisterende informasjon fra Skrednett (ref. /2/), hvor det ikke er registrert tidligere skredaktivitet relatert til løsmasseskred i dette området.

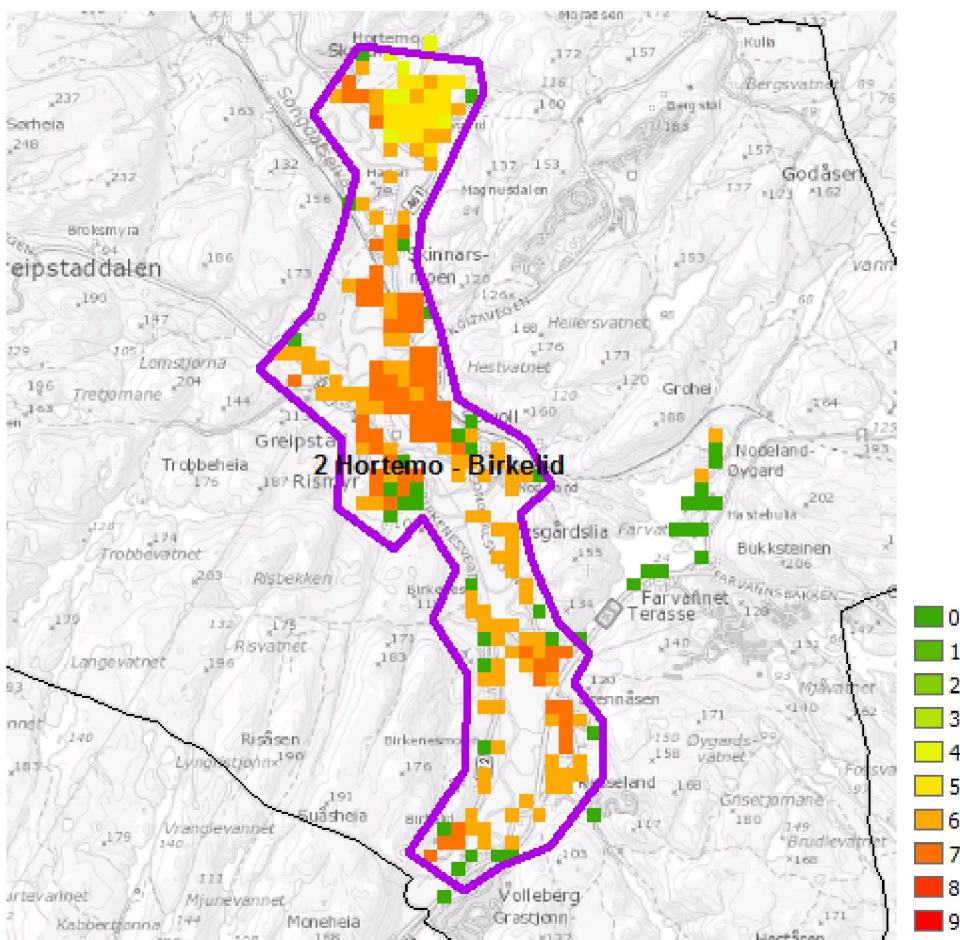
### 3 Innledende desk- og kartstudium

#### 3.1 Utvalg av analyseområdene i Kristiansand, Søgne og Songdalen kommune – GIS-analyse og kartgrunnlag

En innledende GIS-analyse er utført av NVE med hensikt å avgrense områder for kartlegging (ref./16/). Denne analysen tar utgangspunkt i NGUs datasett «mulighet for marin leire» i NGUs løsmassekart (ref./1/) samt aggregert informasjon om befolkning og estimert personopphold i bygg utenfor hjemmet. Befolkningsdata og personopphold er aggregert til et felles datasett på 100 x 100 m ruter. «Mulighet for marin leire» er klassifisert i 6 kategorier, rangert fra "ofte" til "stort sett aldri".

Det er gjort en overlay-analyse i GIS der «mulighet for marin leire» er vektet 80 % og befolkning og personopphold er vektet 20 %. I tillegg er verdiene i de to datasettene vektet med økende vekt for økende verdier/ større sannsynlighet for leire og større befolkning innenfor 100 x 100 m ruter.

Resultatet blir at områder med stor mulighet for marin leire og høy befolkning/personopphold vil få en høy verdi og disse danner grunnlaget for utvelgelse av områder for kartlegging, se eksempel Figur 5.



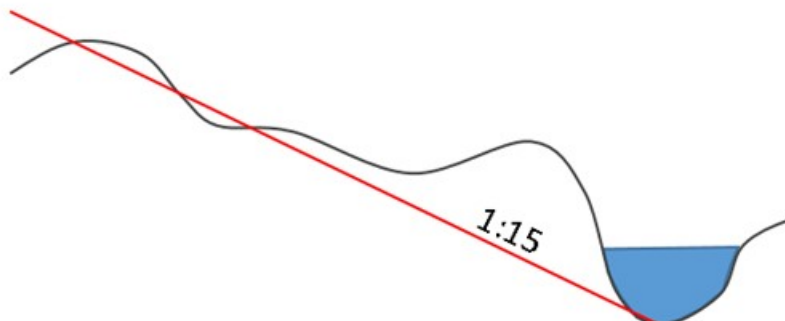
Figur 5 Oversiktskart over analyseområdet 2 Hortemo-Birkeid fra GIS-analysen.

På bakgrunn av den innledende analysen er det valgt ut 7 områder med grov avgrensning som den regionale kartleggingen skal ha hovedfokus på.

### 3.2 NGIs deskstudium/GIS-analyse før feltarbeid

Formålet med analysen er å finne potensielt utsatt terreng før feltarbeid. Alle resultater fra analysene ble derfor tatt med i kartene som ble benyttet i felt. Kvikkleireskred kan potensielt forekomme i terreng som har en gjennomsnittlig helning på over 1:15 regnet ut fra foten av aktuell skrent ("basislinje"). I dette tilfellet ble elver/bekker, innsjøer og foten av kystnære skråninger i havet benyttet som basislinjer.

Figur 6 under viser en snitt gjennom terrenget langs en elv, og den røde linjen representerer en helning på 1:15 fra bunnen av elva. Alt terreng som ligger over den røde linja har da en helning på mer enn 1:15 til bunnen av elva.



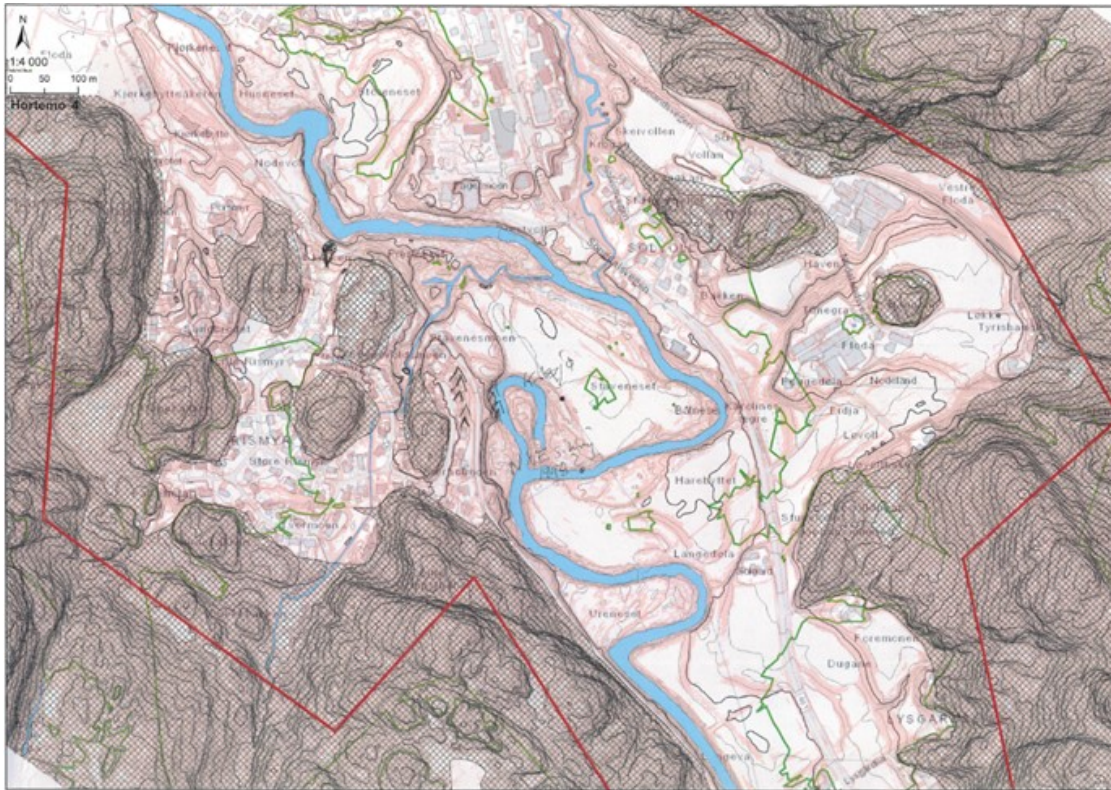
Figur 6 Snitt gjennom terreng langs en elv, med en helning på 1:15 vist som rød linje.

I analysen ble det konstruert flater med en helning på 1:15 oppover fra basislinjene. For å få dette til var det viktig å finne høyden over havet til alle basislinjer.

For elver og bekker ble høyden beregnet ved å interpolere mot terrengmodellen (basert på Lidardata). Siden basislinjen er på bunnen av elva, ble høyden korrigert for dette ved å bruke egenskapen *Vannbredde*. Dette fordi det ikke finnes noen egenskap for vanndybde. Høyden på elva ble redusert med mellom 0,5 m og 4 m, avhengig av vannbredde. Høyden på innsjøene ble også funnet ved interpolasjon mot terrengmodell, med her ble vanndybden satt fast til 4 meter, slik at basislinjen (innsjøkanten) ble senket med 4 m. I havet ble det benyttet dybdekoter for å identifisere basislinjen, det vil si hvor havbunnen nær land flater ut. Deretter ble det generert flater (raster) ut fra alle basislinjer, stigende med en helning på 1:15

For å identifisere terreng som har en helning over 1:15 til nærmeste basislinje tar man helningsdatasettet og subtraherer terrenghøyden. Da får man et datasett som viser hvor mange meter terrenget er over eller under 1:15 flaten.

For å supplere denne helningsanalysen er det viktig til å ta hensyn til løsmassetype og helningen til selve terrenget. Dette ble derfor også inkludert i feltkartene, se Figur 7.



Figur 7 Eksempel på befaringsskart. Skraverte områder er berg i dagen/tynt morenedekke over berg (NGUs løsmassekart), rosa farge er områder med helning 1:15 eller større og grønn linje viser hvor terrenget ligger under 1:15-helning fra bunn av vann/elv.

## 4 Områdevurderinger

### 4.1 Generelt

Med utgangspunkt i kartanalysen er det utført befaring av områder som tilfredsstillende topografiske kriterier for potensielle fareområder i kombinasjon med mulig forekomst av marine sedimenter. Metodikken er beskrevet i ref. /3/ og ref. /4/. Områder med eksisterende bebyggelse er prioritert.

Ved befaringen er observasjoner i felt sammenliknet med informasjon fra løsmassekartet, og en viss grad av kontroll er gjennomført. Dette gjelder særlig avgrensning av berg i dagen, men også løsmassetypene. Avvik mellom løsmassekart og feltobservasjoner må sees i lys av at løsmassekart generelt er kartlagt i liten målestokk.

Observasjoner fra befaring er dokumentert i form av notater og bilder. Berg i dagen er avmerket på kart (stedfesting er ikke eksakt). Potensielle fareområder er vurdert ut fra

topografiske forhold (i første rekke skråningshøyde) og feltobservasjoner av løsmasser, berg i dagen, erosjonsforhold og skredaktivitet, samt menneskelige inngrep.

Oversiktskart 010 viser observasjoner fra befaring, hvor det er markert for berg i dagen, aktiv erosjon, påvist leirig materiale samt tegn på tidligere skredgrop/utglidning.

## 4.2 Foreløpig vurdering av potensielle fareområder

For nærmere vurdering om delområdene utgjør faresoner er det behov for supplerende datagrunnlag i tillegg til observasjonene fra befaring. Relevant informasjon kan være eksisterende grunnundersøkelser innenfor delområdet, evt. i nærområdet, eller annen informasjon om skredfare (eksempelvis tidligere skredhendelser). I delområder hvor det ikke foreligger tilgjengelige data fra eksisterende grunnundersøkelser, eller informasjonen ikke gir tilfredsstillende grunnlag for vurdering av potensielle faresoner, bør det foretas nye/supplerende grunnundersøkelser.

Oversiktskart 011 viser delområder innenfor Kristiansand – Vågsbygda som foreslås inkludert i videre kartlegging. Her er område 4a i en særstilling, da det viser ett enkeltområde som eksempel for de fleste havneområdene i Kristiansand – Vågsbygda. Nærmere stedfesting av alle havneområdene med tilhørende sonderinger presenteres i et eget vedlegg (Vedlegg A). Hvert av delområdene (nummerert fra 4a til 4g) kan potensielt resultere i en (eller flere) kvikkleirefaresone(r), dersom grunnundersøkelser bekrefter forekomst av sprøbruddmateriale med slik beliggenhet at delområdet bør karakteriseres som faresone. Nøyaktig avgrensning av evt. faresoner gjøres når grunnundersøkelsesdata er vurdert og sammenstilt. Dersom grunnundersøkelser ikke indikerer sprøbruddmateriale, vil delområdet falle bort som potensiell faresone ved den videre kartleggingen.

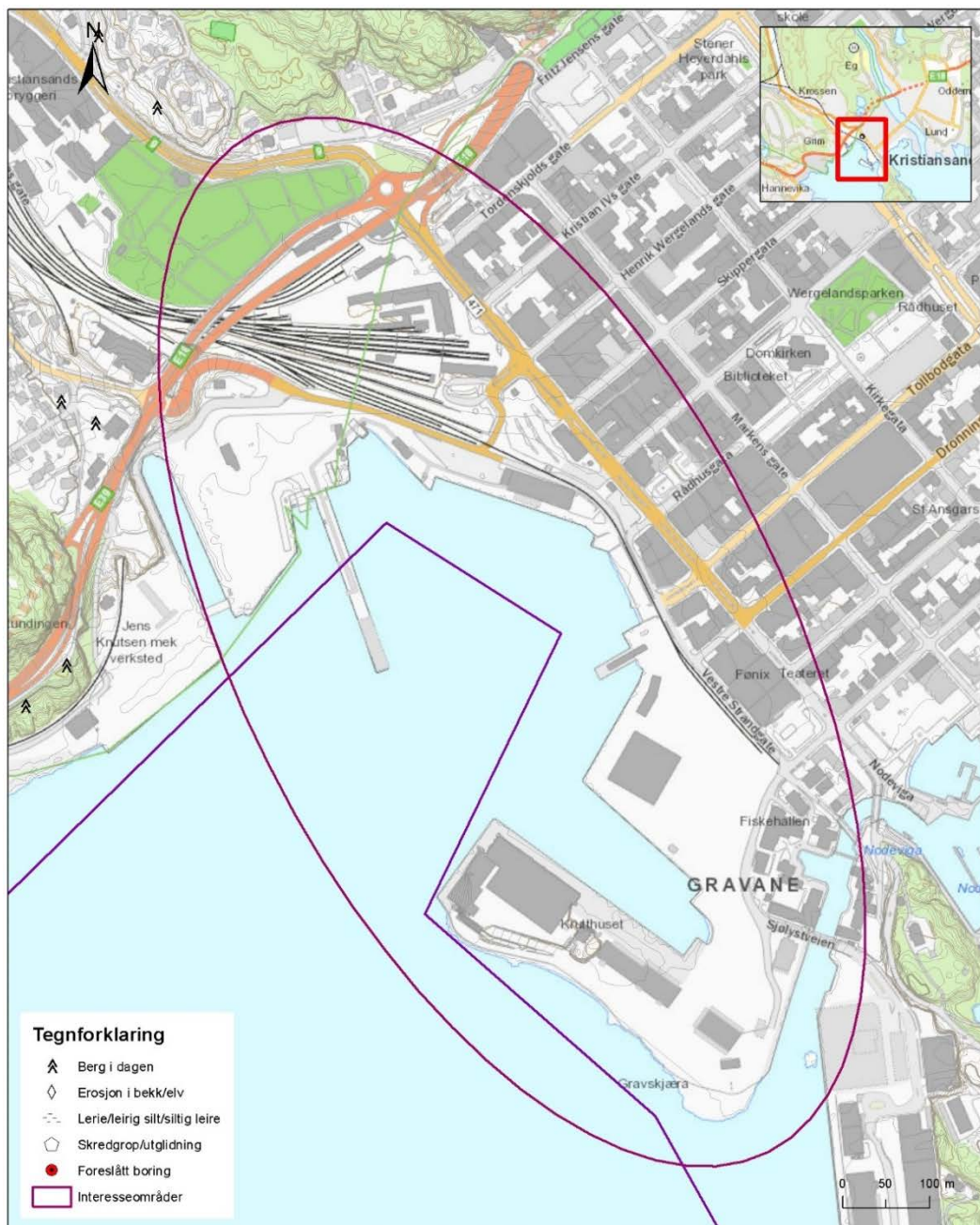
Områder som ikke er foreslått tatt med i videre kartlegging, tilfredsstiller enten ikke de topografiske kriteriene (skråningshøyde/helning), er uaktuelle pga. påvist berg i dagen, eller andre årsaker som tilsier at skred ikke vil kunne utvikle seg som større områdeskred. Eksempelvis vil sammenhengende moreneavsetning over berg gjøre kvikkleirefaresone uaktuelt.

For området som helhet, unntatt Eg og ved Lund, [BK1][KHHE2] gjelder som nevnt foran at leire ikke er påvist i dagen under befaring. Imidlertid kan leire under andre sedimenter ikke utelukkes (jfr. Figur 4). Informasjon om tidligere grunnundersøkelser i området bekrefter at det i store deler av Kristiansand ligger leire og kvikkleire under toppmasser av andre jordarter). I det følgende er gitt en kort beskrivelse for hvert delområde, inkludert observasjoner fra befaringen.



### 4.3 Delområde 4a: Havneområdene

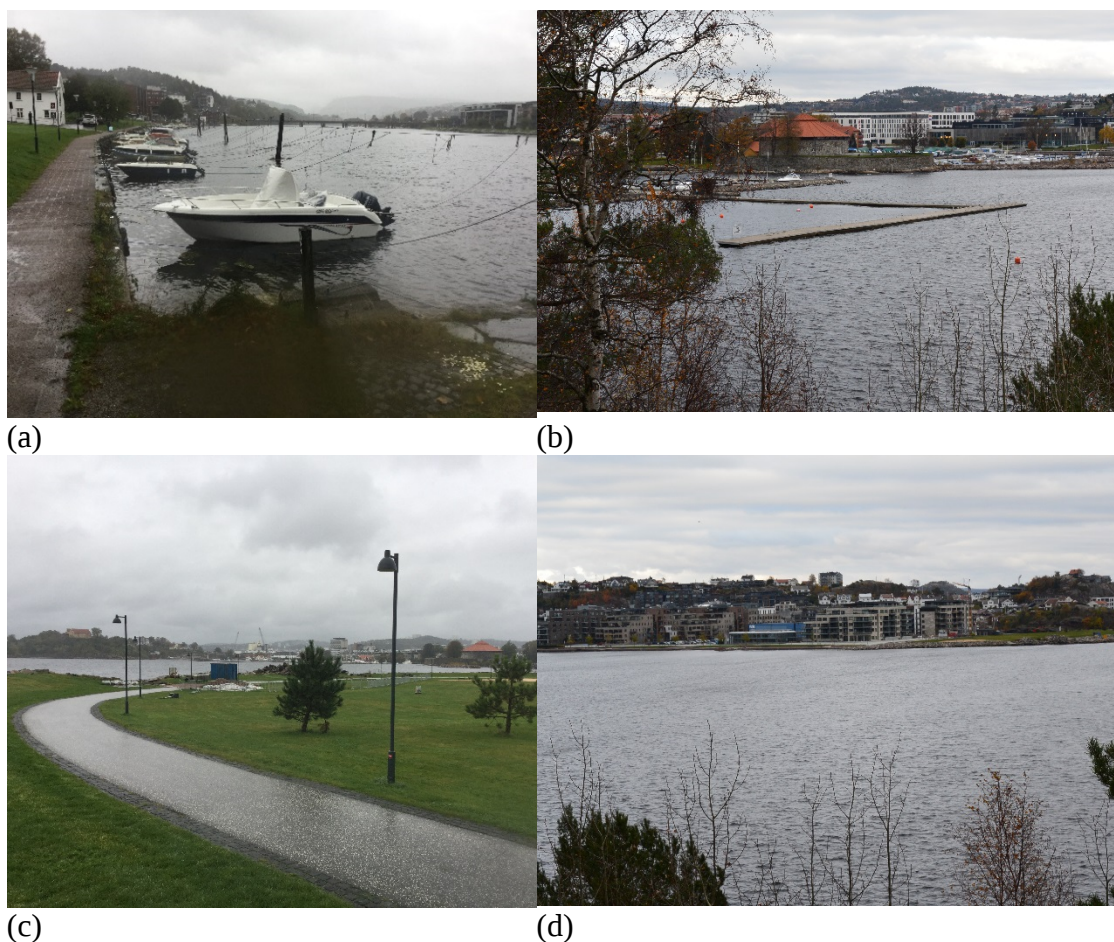
Havneområdene i Kristiansand (Figur 8) både langs sjøen og langs Otra, har en stor grad av menneskelig inngripen. Området illustreres av Gravane, men gjelder flere lokaliteter i hele delområdet. Langs sjøen er det utfyllinger og kaianlegg, og langs Otra er det kaianlegg og plastring/steinsetting. Langs sjøen og i særdeleshet ved kaianlegg kan områdene ikke kartlegges visuelt ved befaring mht. kvikkleireforekomster.



Figur 8 Eksempel på havneområde i Kristiansand (delområder 4a), her illustrert ved Gravane.

Ved Gravane/Krutthuset gikk det 11. april 2008 et undersjøisk skred utenfor kaianlegget. I følge NGU-rapport 2013007 (ref. /15/) gikk skredet i antropogent fyllmateriale og kan dermed ikke anses som et naturlig utløst kvikkleireskred. Det er ellers, i samme rapport, henvist til en skredhendelse i havnebassenget ved Kongsgårdsbukta, som også mest sannsynlig består av fyllmasse/antropogent materiale. I Auglandsbukta/Kjosbukta ble det utført grunnundersøkelser i 1965, og her ble det funnet kvikkleire fra 3-4 meter dyp (ref. /20/). For havneområdene i Kristiansand er det antropogent utløste skred som er den største risikoen, og dette må hensynstas i all regulerings- og byggesaksplaner selv om det ikke er en direkte del av kvikkleiresonene.

Utvalgte fotografier fra befaringen er vist i Figur 9.



*Figur 9 Fotografier fra befaring i havneområdene; (a) ved utløpet av Otra; (b) Østerhavna sett fra Odderøya; (c) Bystranda; (d) Nybygg ved utløpet av Otra.*

NGI har kjennskap til noen tilgjengelige rapporter med informasjon om grunnforholdene i nærheten av de potensielle faresonene i Gravane og ved Kongsgårdbukten. Ved Gravane har rapportene datert hhv. 1935 og 1941 fra Jernbaneverket (ref. /17/, /18/) noe informasjon om grunnforholdene ved det som i dag er jernbanehavnen – her skal det

være kvikkleire fra omtrent 20 meter under start boring, og berg er ikke påtruffet ved avsluttet boring på 60 meter dybde. Ved Kongsgårdbukten har Multiconsult AS utført en sammenstilling i ref. /19/ som viser at det er funnet bløt leire under løsmasser i bukten.

NGI anbefaler likevel å få utført minst én sondering per vik i Kristiansand havn, til sammen 8 sonderinger fordelt på lokalitetene. Se Vedlegg A for kart og foreslåtte sonderinger.

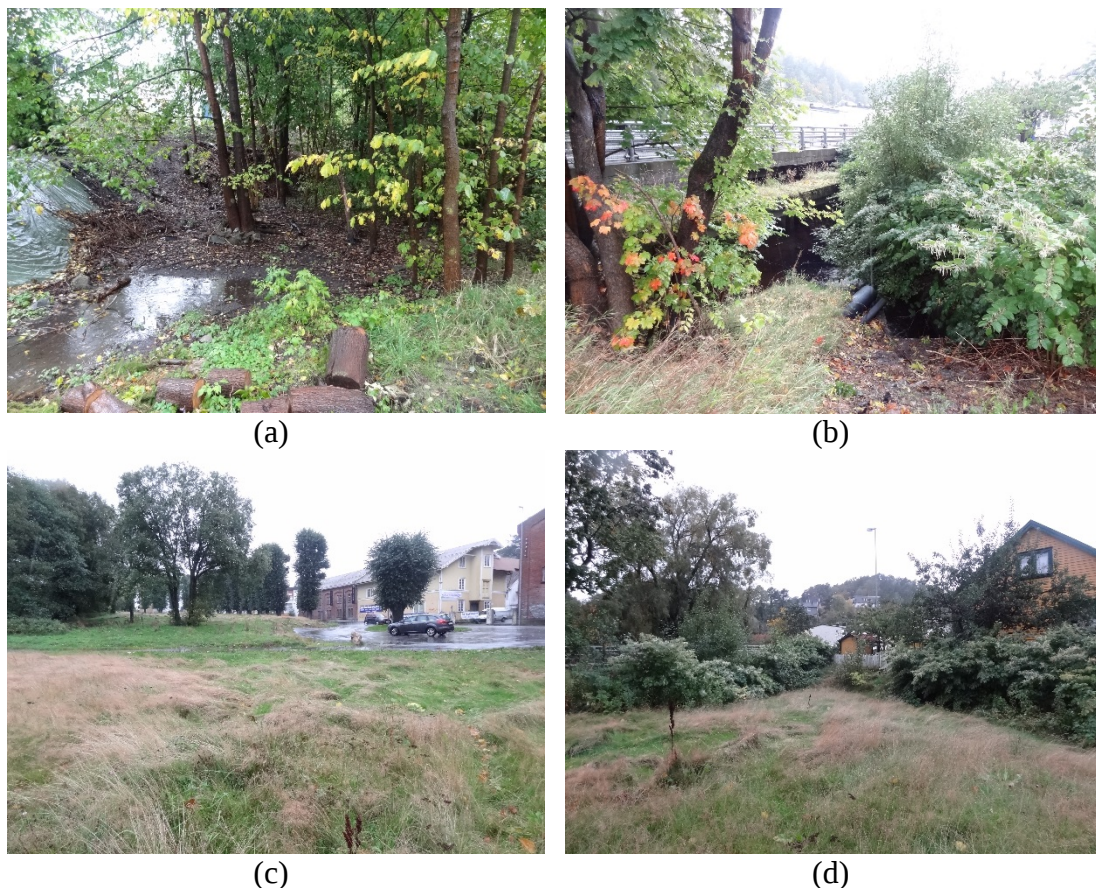
## 4.4 Delområde 4b: Grim

I delområdet 4b Grim skal det ifølge NGUs løsmassekart være forekomst av marin leire i dagen, men dette ble ikke observert ved befarings. Grimsbekken går i løsmasser gjennom området. Bekkens dybde er ikke kjent, men kan antas å være i størrelsesorden 1-2 meter. Det er observert berg i dagen i nordøst og sørvest på begge sider av bekken (Figur 10).



Figur 10 Delområde "4b Grim" nordvest i Kristiansand.

Utvalgte fotografier fra befaringen av området er vist på Figur 11



*Figur 11 Fotografier fra befaring ved Grim; (a) vannansamling ved skråning ovenfor bekken; (b) bekken i kulvert under veien (merk utløp fra avløpsrør); (c) fra bekken mot bebyggelsen sør for Rv 30; (d) bebyggelsen rett ved Grimsbekken.*

En potensiell faresone vil omfatte bebygde områder nordover fra Christiansands møller A/S til berg i dagen ved Klappane/Paradisveien.

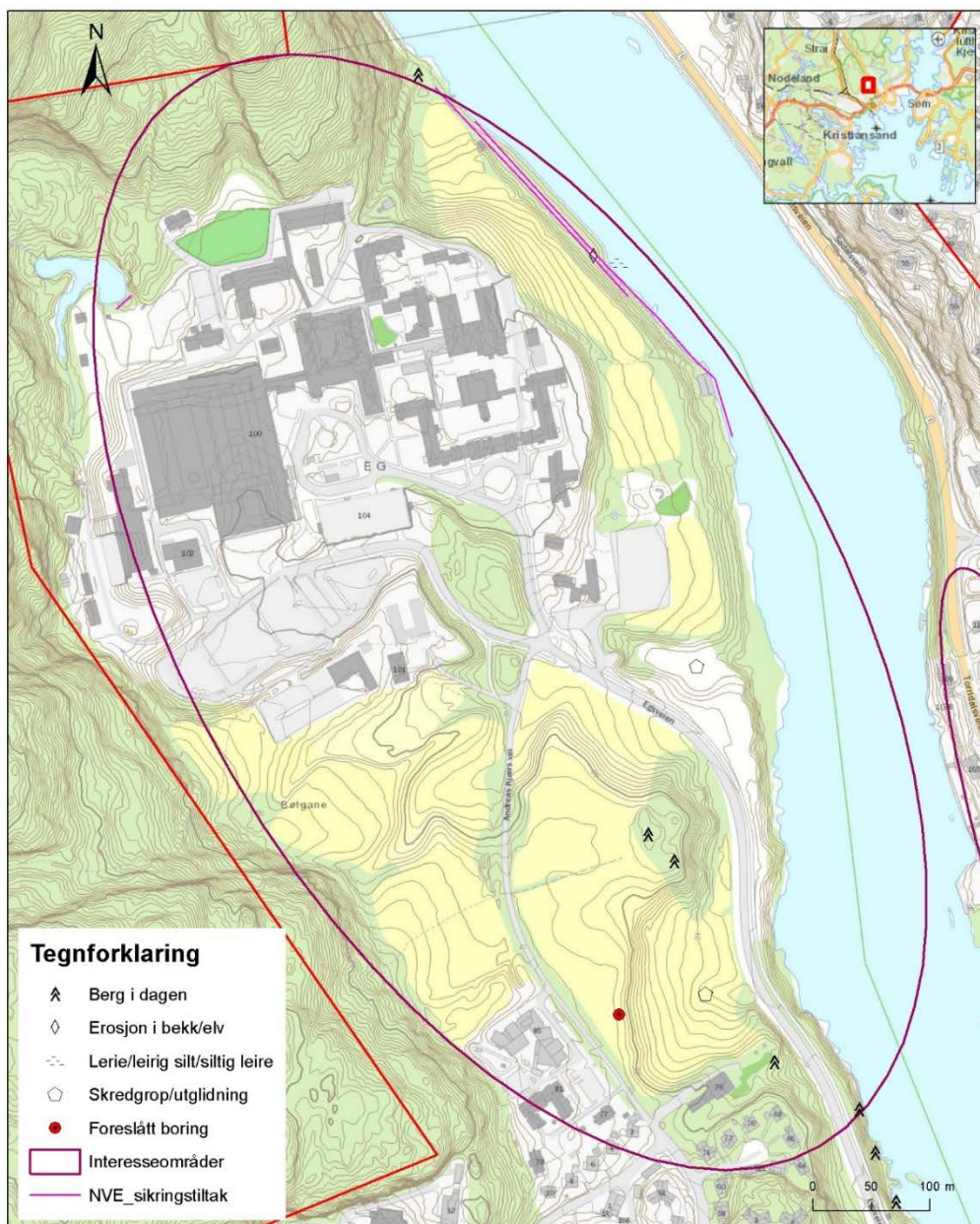
NGI har ikke kjennskap til noen tilgjengelige rapporter med informasjon om grunnforholdene innenfor eller i nærheten av interesseområdet, og det er derfor foreslått å utføre nærmere grunnundersøkelser.

Det foreslås å utføre sondering på toppen av skråningen for å avklare om det ligger sensitiv leire i dybden.

## 4.5 Delområde 4c: Eg

Sykehusområdet på Eg (Figur 12) er et velkjent kvikkleireområde. Stabilitetsforholdene er blant annet utredet av Multiconsult, Rambøll og Noteby (ref. /6/, /7/, /8/), og det er tidligere utført sikringstiltak langs elva i den nordlige delen av området.

Området har to (antatt foreløpige) kvikkleiresoner kartlagt av Rambøll AS, der sykehusområdet er klassifisert til middels faregrad og boligområdet sør for sykehuset er klassifisert til lav faregrad (se /6/).



Figur 12 Delområde "4c Eg" nord i Kristiansand.

Området ligger på Otras vestre bredd (dvs. høyre side). Sykehuset ligger på fluviale avsetninger, men de fluviale avsetningene ligger oppå marine avsetninger som har stor mektighet. Elvebredden står til dels bratt ned til elven. Høydeforskjellen fra Otra og opp til bebyggelsen på skråningskanten er ca. 20 m og fra tidligere undersøkelser er det kjent at elvedybden er flere meter i dette området. I den nordlige delen av området ble det ved befarings påvist leire i dagen, og også noe erosjon langs elvebredden sør for "Direktørens have", dvs. sør for selve sykehusområdet. I området hvor erosjon ble observert, bestod eksponerte masser av sand. Helt i sør av området, på begge sider av Egsveien, er det påvist to antatte +skredgroper. Området er ellers avgrenset av berg i dagen i nord, vest og sør. Området skal være sikret av NVE med motfylling som også fungerer som erosjonssikring.

Utvalgte fotografier fra befaringsen av området er vist på Figur 13



(a)



(b)



(c)

Figur 13 Fotografier fra befaringsen ved Eg; (a) utsikt mot elven i sørlig retning; (b) Eg-området sett fra Sødalssiden (Google Maps (2010)); (c) skredgrop på Eg.

Dette området er grundig undersøkt i forbindelse med sykehuset og NGI har kjennskap til flere tilgjengelige rapporter med informasjonen om grunnforholdene i nærheten av dette området. Rapportene (ref. /6/, /7/, /8/, /9/, /10/, /11/) strekker seg fra 1978 til 2015 og er utført i forbindelse med grunnundersøkelser og stabilitetsanalyser mot Otraelva. Boringene viser leire i stor mektighet fra elvebunn innunder sykehuset, og fra elvebunn

og opp mot bebyggelsen sør for sykehuset. Grunnen består i grove trekk av sand/tørreskorpeleire etterfulgt av leire/kvikkleire over sand/grus/morene til fjell.

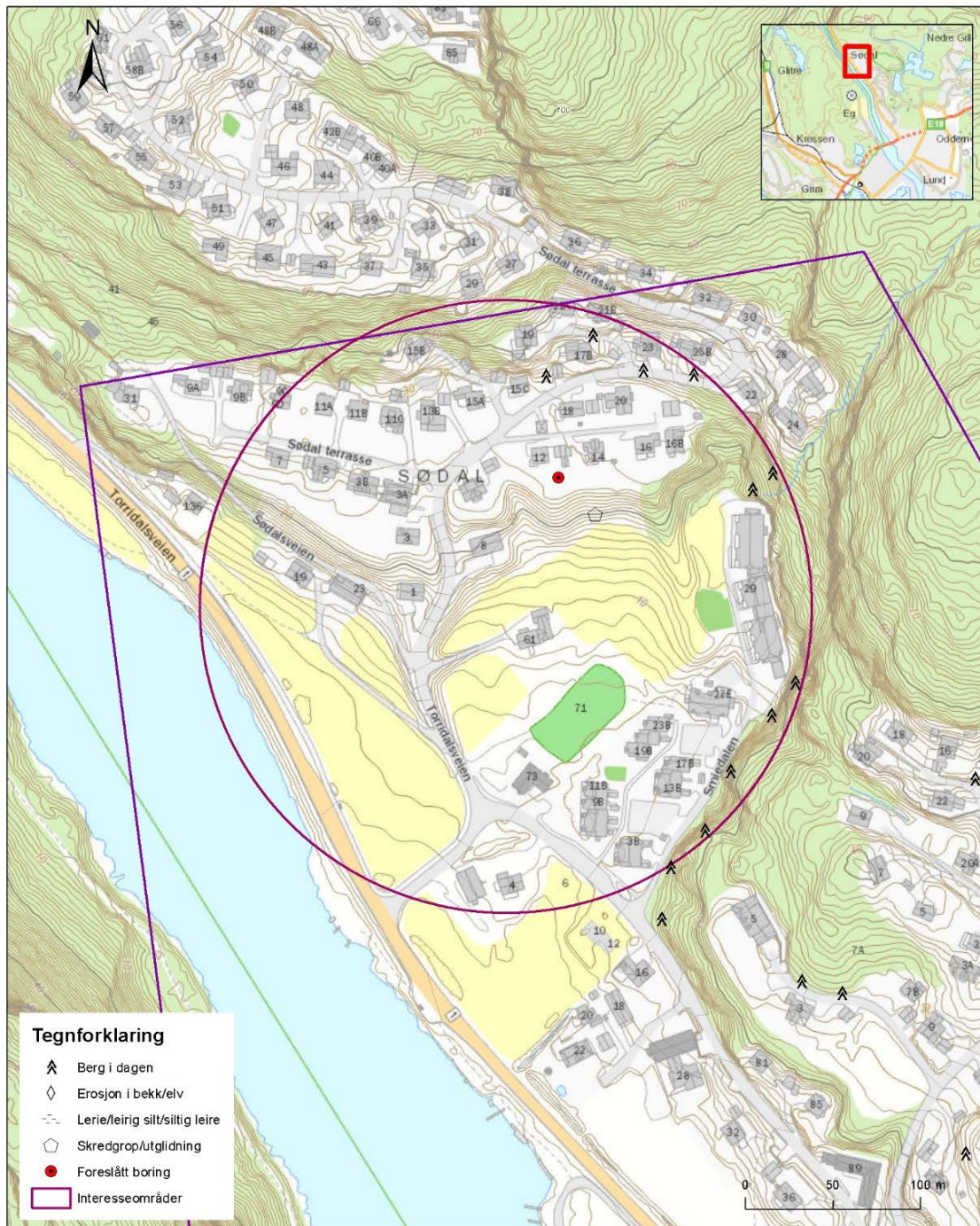
Med utgangspunkt i tidligere grunnundersøkelser i dette området kan det konkluderes med at det her vil defineres minst én faresone. Faresonen(e) vil omfatte sykehusområdet og området sør for sykehuset, begrenset i nord, vest og sør av berg i dagen.

Nærmere grunnundersøkelser i nordre del av området anses ikke nødvendig, da området fra før er grundig undersøkt. Særlig ref./10/ har svært mange grunnboringer som har god dekning over hele sykehusområdet. NGI foreslår imidlertid å utføre sondering, og eventuelt også prøveserie, i søndre del av interesseområdet, som indikert på Figur 12, for å nærmere undersøke kvikkleirens utbredelse og dybde her.



## 4.6 Delområde 4d: Sødal

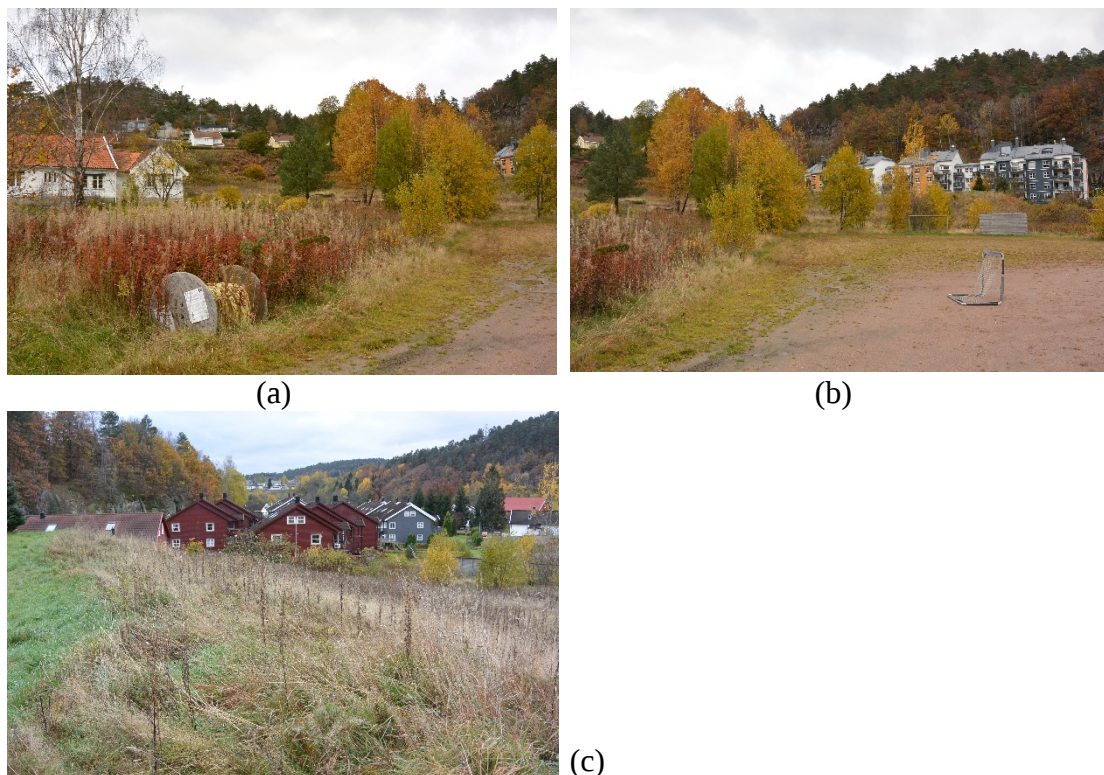
Sødal (Figur 14), med beliggenhet helt i nord i kartleggingsområdet, ligger dels på berg, dels på fluviale avsetninger og (ut fra løsmassekartet) dels på marine avsetninger. Løsmasser i dagen i området består av sand; leire ble ikke påvist i dagen ved befaring.



Figur 14 Delområde "4d Sødal" nord i Kristiansand.

En bekk går ned langs løsmasseterrassen i øst, i grensen mellom berg og løsmasser. Høyden fra Otra til terrassen nord i interesseområdet er over 25 m. En gammel skredgrop kan tolkes i skråningen nedenfor Sødal terrasse, øst for Torridalsveien (sentrert under Sødal terrasse nr. 14)

Utvalgte fotografier fra befaringen av området er vist på Figur 15



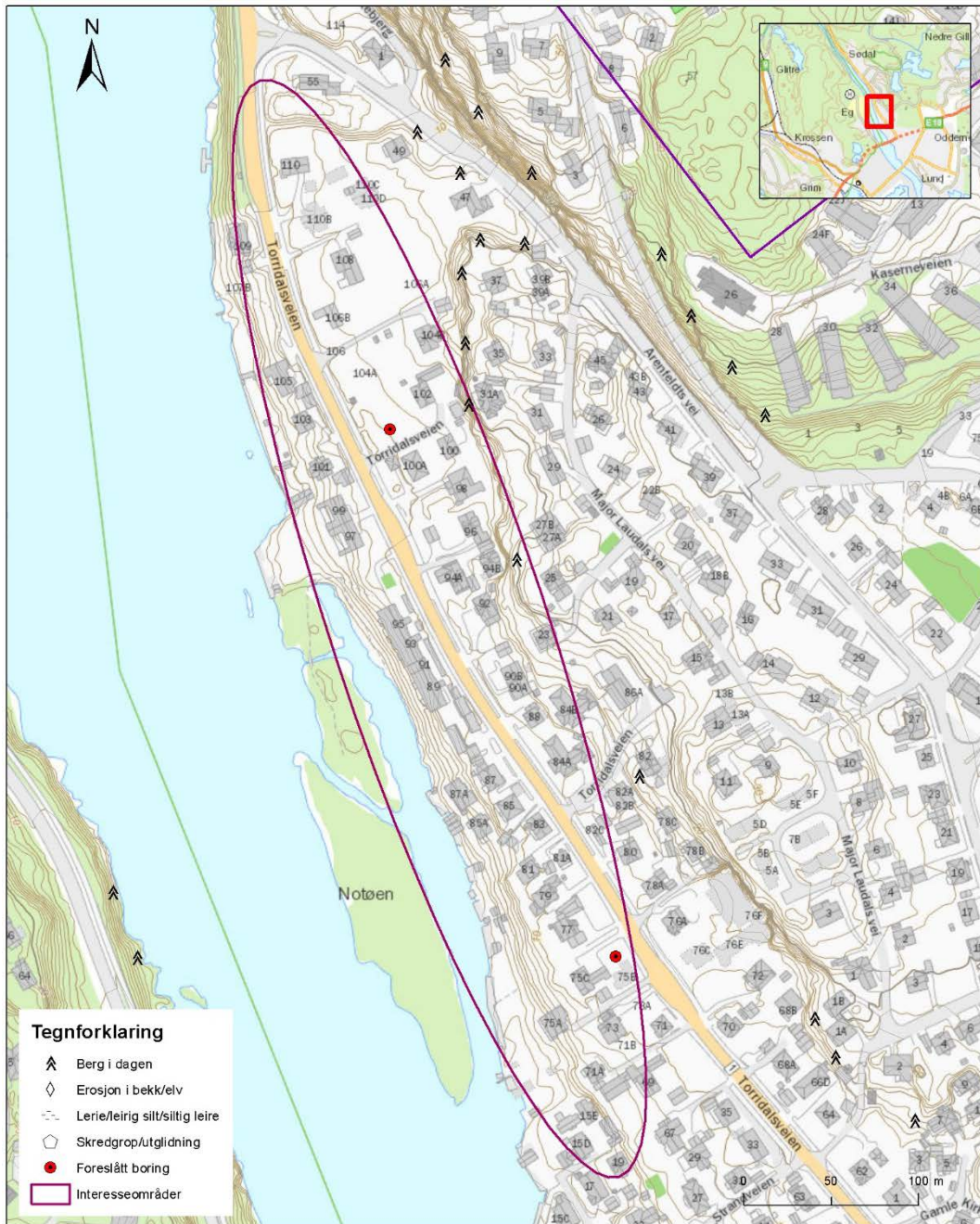
Figur 15 Fotografier fra befaring ved Sødal; (a) Bebyggelse på terrassen; (b) blokkbebyggelse dels på berg, dels på løsmasser; (c) utsikt fra rygg i kanten av terrassen/skredgrop ned mot bebyggelse.

NGI har ikke kjennskap til noen eksisterende rapporter med informasjon om grunnforholdene innenfor eller i nærheten av interesseområdet. Det er derfor foreslått å utføre nærmere grunnundersøkelser i dette delområdet. Det foreslås sondering på platået ved Sødal terrasse. Avhengig av sonderingsresultatene kan det være hensiktsmessig med prøveserie for å verifisere eller avkrefte kvikkleire.

## 4.7

### Delområde 4e: Påskebjerg-Strandveien

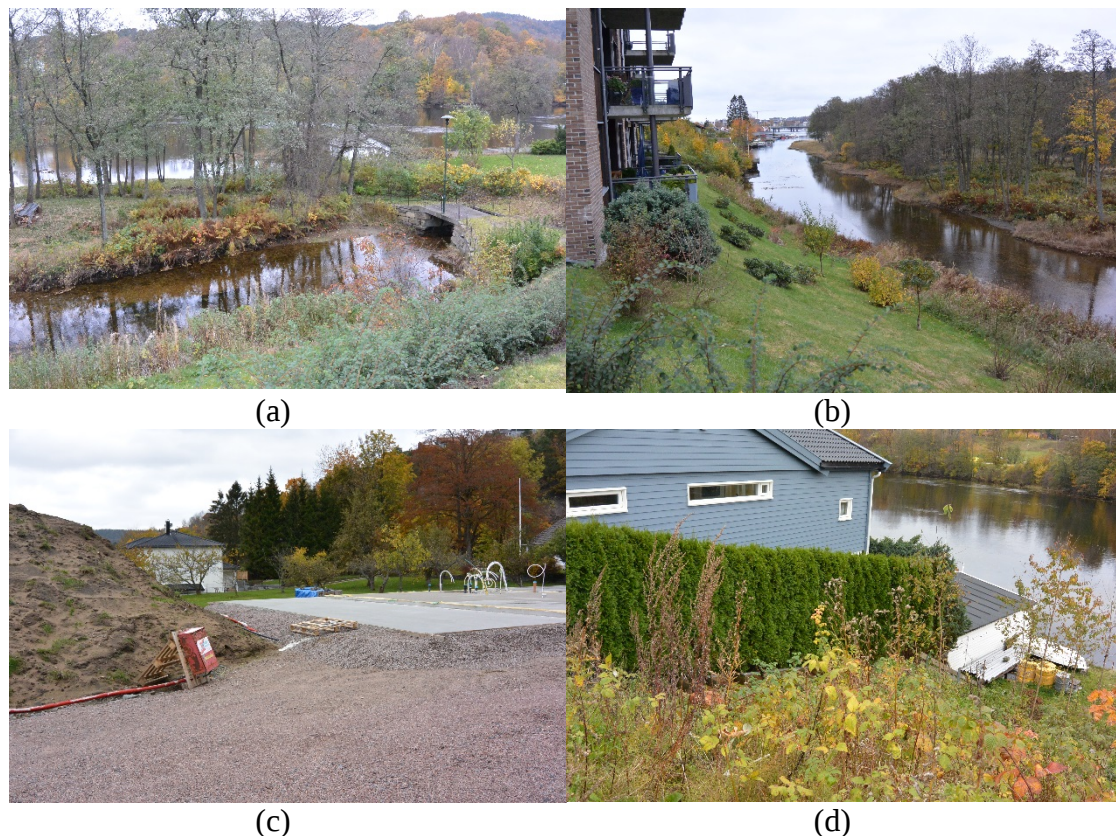
Videre sørover langs østbredden av Otra, avgrenset i sør av Påskebjerg-Strandveien (Figur 15), ligger en terrasse som ifølge NGUs løsmassekart skal bestå av antropogent materiale (over fluviale avsetninger).



Figur 16 Delområde "4e Påskebjerg-Strandveien" sør for Sødal terrasse.

Skråningshøyden er ca. 10 m. Terrassen avgrenses i øst av berg i dagen parallelt med Torridalsveien. Langs elven er det i all hovedsak utbygd kaier og sjøhus, slik at eventuell erosjon ikke er mulig å påvise. Det er observert sand i dagen og i øvre lag av løsmassene i området. Dybde i Otra er ikke kjent, men antas å være 2-5 meter dyp ved dette delområdet. På motsatt side av elva, ved sykehuset Eg, har det tidligere vært påvist leire på elvebunn ute i Otra (ref. /9/)

Utvalgte fotografier fra befaringen av området er vist på Figur 17



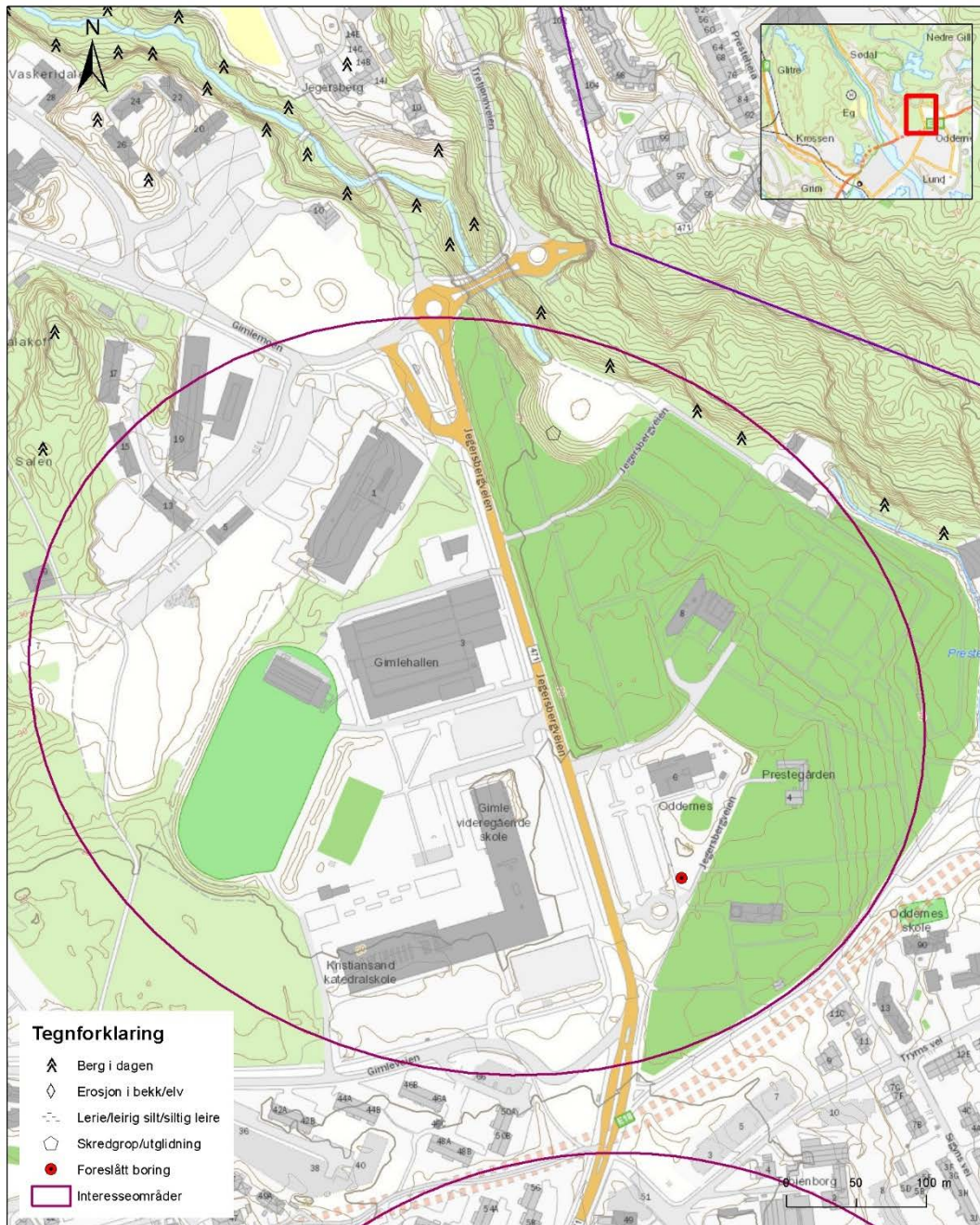
Figur 17 Fotografier fra befaring ved Påskebjerg/Strandveien; (a) bakevje; (b) skråning fra nybygg til elv (S); (c) sand gravd opp for nylagt husfundament; (d) skråning fra bebyggelse til elv (N).

NGI har ikke kjennskap til noen tilgjengelige rapporter med informasjon om grunnforholdene innenfor eller i nærheten av interesseområdet, og det er derfor foreslått å utføre nærmere grunnundersøkelser.

Det foreslås sondering(er) på terrassekanten ovenfor elven. Avhengig av sonderingsresultatene kan det være hensiktsmessig med prøveserie for å verifisere eller avkrefte kvikkleire.

## 4.8 Delområde 4f: Gimlehallen-Oddernes

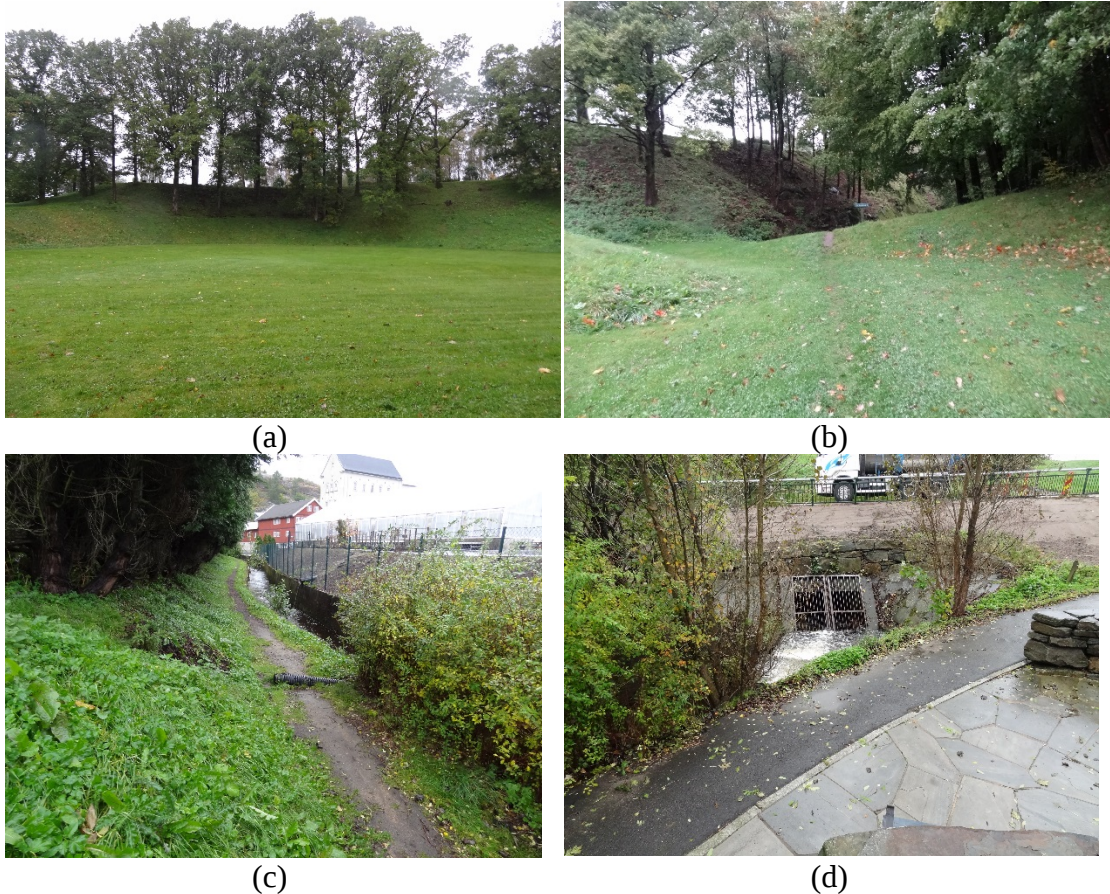
Området rundt Gimlehallen, Oddernes gravlund og skolene avgrenses i nord av berg i dagen på Gimlemoen og av berg i dagen bak Prestebekken i øst (Figur 18).



Figur 18 Delområde 4f Gimlehallen-Oddernes nord for Kristiansand sentrum.

I vest er det berg i dagen ved Gimle gård, der terrenget er flatt østover frem til terrassekanten langs Prestebekken og gravlunden. Skråningshøyde fra kartet er ca. 10-12 [HH3]m. Prestebekken går fra nordvest til sørøst. [BK4][KHHE5] Bekken er steinsatt og går delvis i (åpen) kulvert langs gravlunden. Det er observert sand i området, men en graver på gravlunden [BK6][KHHE7]kunne fortelle om leirig sand og leire, særlig i den nordlige delen av området.

Utvalgte fotografier fra befaringen av området er vist på Figur 19.



Figur 19 Fotografier fra befaring ved Gimlehallen-Oddernes; (a) mulig skredgrop ved minnelunden på kirkegården; (b) innover mot Prestebekken nord på kirkegården; (c) Prestebekken i åpent betongrør; (d) kulvert under veimaskin ved Rv 471/E18.

I forbindelse med planlegging av 4-felts E18 og tilhørende lokalvegssystem mellom Bjørndalssletta og Gartnerløkka sentralt i Kristiansand er det utført en serie av grunnundersøkelser som er plassert i den sørlige og sørøstlige ende av interesseområdet. NGI har kjennskap til to tilgjengelige rapporter med informasjon om grunnforholdene i nærheten av dette interesseområdet.

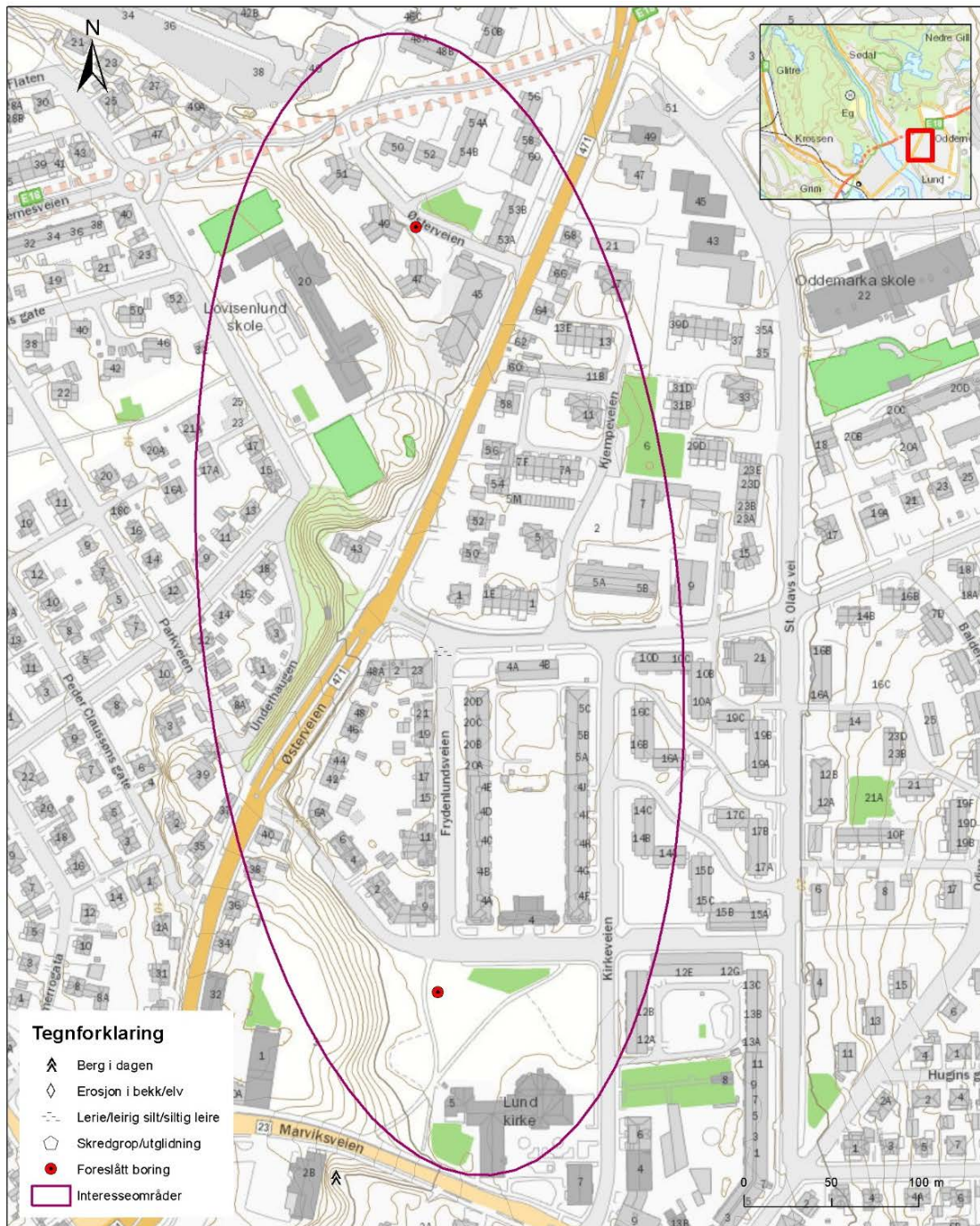
Den ene rapporten (ref. /12/) er utferdiget i 1998 i forbindelse med grunnundersøkelser langssetter Oddernesveien for prosjektering av løsmassetunnel. Den andre rapporten (ref. /13/) er også utferdiget i 1998 i forbindelse med grunnundersøkelser langs Bjørndalssletta. Grunnundersøkelsene viser sprøbruddmateriale med stor mektighet beliggende relativt dypt mange steder langssetter Oddernesveien og kvikkleire nesten fra terreng langs Bjørndalssletta.

Det er indikert kvikkleire i nærheten av dette området, men innenfor selve interesseområdet har det ikke vært tilgjengelig informasjon om grunnforholdene, og det foreslås derfor å utføre grunnundersøkelser innen dette interesseområdet for å avklare om det er kvikkleire.

NGI anbefaler sondering på platået ved Oddernes kirke for å påvise eventuelle sensitive leirmasser i dybden. Detaljert plassering må avklares, da boringer i et kirkegårdsområde generelt kan være konfliktfylt. Avhengig av sonderingsresultatene kan det være hensiktsmessig med en prøveserie for å verifisere eller avkrefte kvikkleire.

## 4.9 Delområde 4g: Lund-Østre Ringvei

Lund-Østre Ringvei er et større område øst for Otra i Kristiansand sentrum (Figur 20).



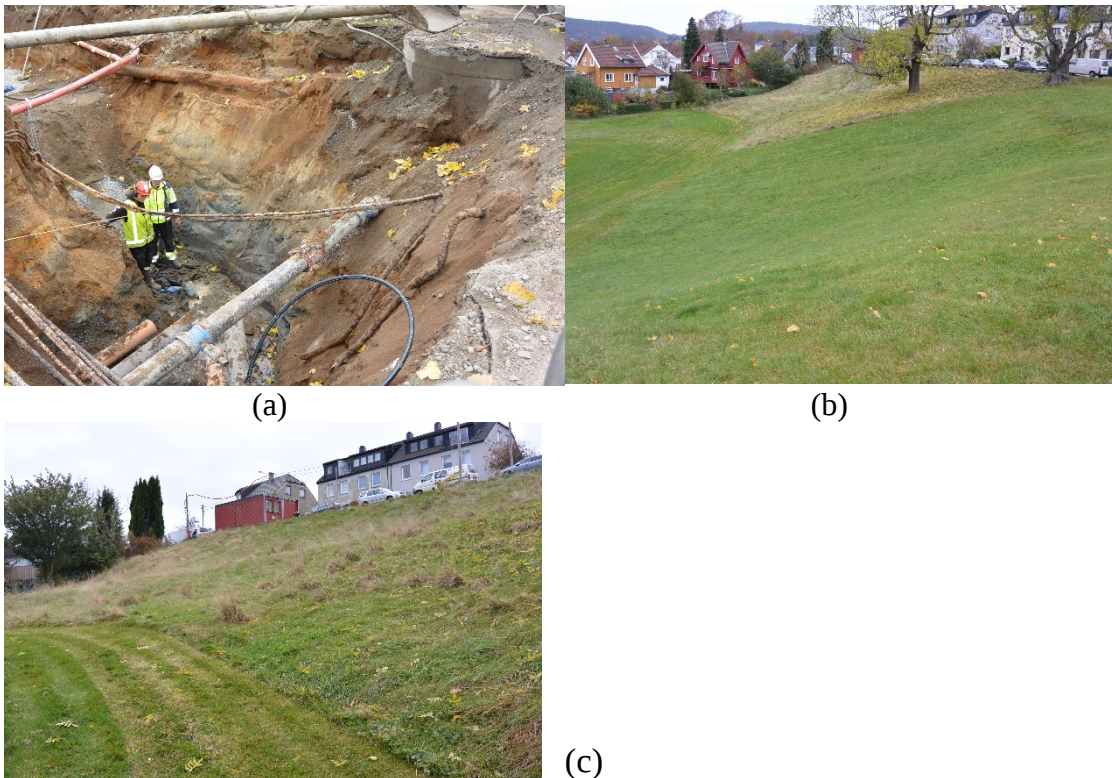
Figur 20 Delområde 4g Lund – Østre Ringvei i Kristiansand sentrum øst.



Enkelte bergnabber og berg i dagen er observert øst i området ved Idunveien. Ved krysset Kongsgård allé/Frydenlundveien pågikk det gravearbeider ved befaringstidspunktet. Leire ble i denne sammenheng observert i grunnen fra ca kote 16. Anleggsarbeiderne kunne fortelle at bløt leire er påtruffet i sørvest i området, samt i nord ved E18.

Ved Lund kirke er det en terrasse med skråningshøyde 17 m. Her skal det, ifølge Kristiansand kommune, være observert aktiv glidning i nordre del av skråningen. Ingen tegn til dette ble imidlertid observert ved befaringen.

Utvalgte fotografier fra befaringen av området er vist på Figur 21.



Figur 21 Fotografier fra befaring ved Lund kirke/Østre Ringvei; (a) krysset Kongsgård allé/Frydenlundveien; fast leire synlig i bunn av byggegropa; (b) skråning ved Lund kirke; (c) Skråning ved Lund kirke ved mulig utglidningsområde.

I forbindelse med planlegging av 4-felts E18 og tilhørende lokalvegssystem mellom Bjørndalssletta og Gartnerløkka sentralt i Kristiansand er det utført en serie av grunnundersøkelser i den nordlige delen av interesseområdet. NGI har kjennskap til to tilgjengelige rapporter med informasjonen om grunnforholdene i nærheten av dette området.

Den ene rapporten (ref. /12/) er utferdiget i 1998 i forbindelse med grunnundersøkelser langsetter Oddernesveien for prosjektering av løsmassetunnel. Grunnundersøkelsene viser sprøbruddmateriale med stor mektighet beliggende relativt dypt mange steder langsetter Oddernesveien.

Den andre rapporten (ref. /14/) er utferdiget i 2011 i forbindelse med planlegging av utbygging av tomte ved Østre Ringvei 77 på Lund. Grunnundersøkelsene viser kvikkleire meget grunt overalt i dette området.

Det er indikert kvikkleire i nærheten av dette interesseområdet, men det har ikke vært tilgjengelig informasjon om grunnforholdene innenfor selve interesseområdet, og det foreslås derfor å utføre nærmere grunnundersøkelser innenfor interesseområdet for å avklare om det er kvikkleire.

Det foreslås sondering på toppen av skråningen nord for Lund kirke, samt øst for Lovisenlund skole. Avhengig av sonderingsresultatene kan det være hensiktsmessig med prøveserie(r) for å verifisere eller avkrefte kvikkleire.

## 5 Oppsummering

NGI har utført befaringsrapport i området Kristiansand – Vågsbygd i Kristiansand kommune i forbindelse med regional kartlegging av potensiale for skredfare på Sørlandet. Kartleggingen er ett av i alt syv delområder som inngår i oppdrag med regional kartlegging av kvikkleireskredfare. Delområdene er definert av Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE).

Basert på den innledende befaringsrapporten og tilhørende rapport, vil NGI utarbeide grunnlag for grunnundersøkelser, inkludert utarbeidelse av borplan for feltundersøkelser. Før mengdeoppsett skal NVE og NGI møtes for å avtale forslag til borplan og foreløpige kvikkleireområder. Disse skal følges opp av NGI for å sikre gode resultater. Resultatene fra disse grunnundersøkelsene danner grunnlaget for videre arbeid: utarbeide eventuelle kvikkleiresoner med innledende faregrad- og konsekvensvurdering, eventuelle supplerende grunnundersøkelser for å til slutt bestemme endelige soner (inkludert faregrads-, konsekvens- og risikovurderinger). Sluttrapport, med tilhørende endelige soner som SOSI- og shape-fil, er siste leveranse i prosjektet.

## 6 Referanser

- /1/ NGU (2015): Løsmassekart <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- /2/ NVE (2015): Skrednett <http://www.skrednett.no/>
- /3/ NVE (2014): Veiledning nr. 7-2014. Sikkerhet mot leirskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
- /4/ NGI (2008): Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. Rapport nr. 20001008-2, rev. 3, datert 8. oktober 2008.
- /5/ Kartverket (2015): Norgeskart <http://www.norgeskart.no>.
- /6/ Rambøll (2015): Kvikkleireutredning – Eg sykehusområde. Områdestabilitet Eg sykehusområde. Oppdrag nr. 1350005219. Rapport nr. 003-Rev01, datert 05. mai 2015.
- /7/ Multiconsult (2001): Lindrende enhet. Vest-Agder Sentralsykehus. Grunnundersøkelser. Oppdrag-/rapportnr. 600117-1, datert 6. juni 2001.
- /8/ Noteby (1986): Vest-Agder Sentralsykehus Nybygg Eg. Grunnundersøkelser, geotekniske data og fjellforhold. Datarapport 1. entreprise. Oppdrags-/rapportnr. 15673-4, datert 5. mars 1986.
- /9/ Multiconsult (2008): Sykehuset på Eg, Kristiansand. Stabilitet av skråning mot Otra. Oppdrag/rapportnr. 311582-1, datert 18. desember 2008.
- /10/ Noteby (1978): Vest-Agder sentralsykehus, Kristiansand. Sammenstillende stabilitetsvurdering av tomteområdet på Eg. Rapportnr. 15046-4, datert 14 september 1978.
- /11/ Noteby (1996): Vest-Agder Fylkeskommune – Vest-Agder Sentralsykehus, Eg. Stabilitet mot Otra – Grunnforhold og vurdering. Rapport nr. 34512-1, datert 20. desember 1996.
- /12/ Veglaboratoriet (1998): E18 Kristiansand. Oddernesveien løsmassetunnel – Grunnundersøkelser. Oppdrag K-121B, rapport nr. 2, datert 3. april 1998.
- /13/ Veglaboratoriet (1998): E18 Kristiansand. Bjørndalsletta – Grunnundersøkelser. Oppdrag K121-B, rapport nr. 3, datert 4. mai 1998.
- /14/ Multiconsult (2011): Østre Ringvei 77, Kristiansand. Geotekniske grunnundersøkelser – datarapport. Rapport nr. 312487-1, datert 19. august 2011.
- /15/ NGU (2011): Sjøbunnkartlegging ved Kristiansand, Kristiansand kommune, Vest-Agder. Rapport nr 2013.007, datert 29.01.2013.
- /16/ NVE (2015): Minikonkurranse. Ihht. rammeavtale for geotekniske og geologiske tjenester – kvikkleire. Oversiktskartlegging av områder med potensiell fare for skred i kvikkleire og andre sprøbruddmaterialer, saksnr. 201303108.

Tilbudsgrunnlag. Kristiansand, Søgne og Songdalen kommune, datert 09.06.2015.

- /17/ Jernbaneverket (1935): Boringer på jernbanens kai, januar 1935. UB.108577-000-001.
- /18/ Jernbaneverket (1941): Grunnundersøkelser for bruovergang for Vesterveien, Kristiansand stasjon. UB.108431-000-001.
- /19/ Multiconsult (2014): Kongsgårdsbukta, strandkantdeponi. Mulighetsstudie 2013. Oppdrag-/rapportnr. 311216-2, datert 19. mars 2014.
- /20/ Veglaboratoriet (1965): Fundamenteringsforhold for Vågsbygdvegen Augland-Kjos, Vest-Agder fylke. Oppdragsnr. K48, datert 13. juli 1965.

# Vedlegg A

KVIKKLEIREKARTLEGGING  
KRISTIANSAND, SØGNE OG SONGDALEN  
KOMMUNE – KRISTIANSAND-VÅGSBYGD  
HAVNEOMRÅDER

## Innhold


A1	Delområder	2
A2	Referanser	2



- Tegnforklaring**
- Havneområdene  
Foreslått boring
  - Havneområdene  
Interesseområder
  - ▲ Berg i dagen
  - ◇ Erosjon i bekk/relv
  - Lerie/leirig silt/siltig leire
  - Skredrop/utglidning

Målestokk (A1): 1:12 500    Datum: ETRS89, Kartprosjekt: UTM32N

Kvikkleirekartlegging		Kartnr:
Kristiansand Havneområdene	20150471	A
Foreslåtte grunnboringer	KEK	2015-12-15
	HE	Godkjent
	KEK	



## A1 Delområder

I havneområdene i Kristiansand har NGI valgt ut åtte delområder som bør undersøkes med sonderinger:

- ↗ Kjosbukta
- ↗ Auglandsbukta
- ↗ Lumber
- ↗ Kolsdalsbukta
- ↗ Gravane
- ↗ Østerhavna
- ↗ Kuholmsbukta
- ↗ Kongsgårdsbukta

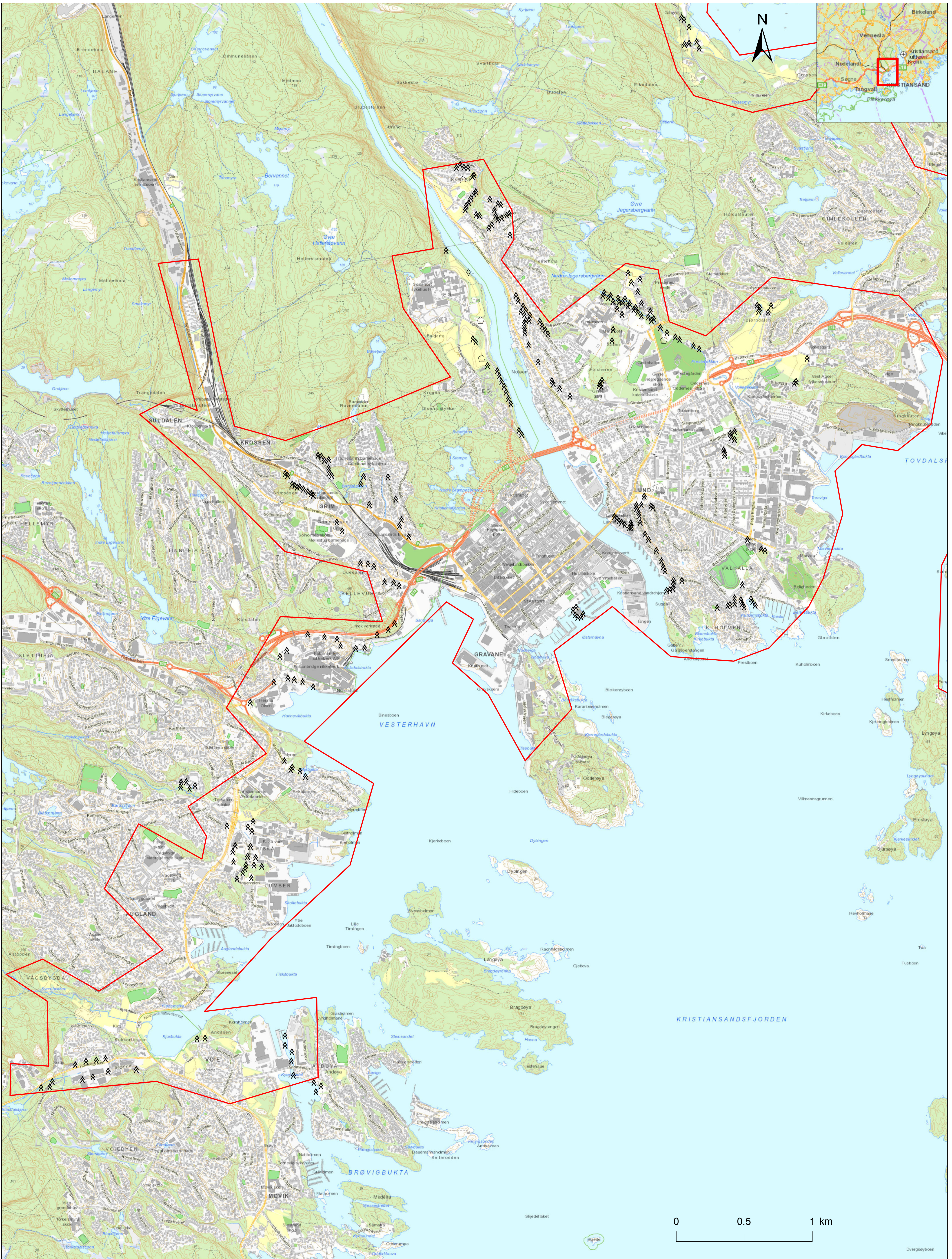
Disse er vist i kartvedlegg A.

Ingen av disse områdene har kjent dybde, da batymetridata fra NGU ikke går så langt inn mot land (ref. /1/). Auglandsbukta og Kjosbukta er undersøkt av Statens Vegvesen i 1965 (ref. /5/), der det ble funnet kvikkleire fra 3-4 meters dyp. Kongsgårdsbukta er undersøkt av flere, og Multiconsult AS har skrevet en sammenstilling (ref. /4/) som blant annet viser kvikkleire i dypet her. Gravane ble undersøkt i 1935 og 1941 av Jernbaneverket (ref. /2/, /3/), også her ble det funnet kvikkleire i dypet, i stor mektighet.

Flere av disse rapportene er svært gamle, eller har mangelfull informasjon om sonderingene som er gjort. NGI anbefaler derfor å få utført sondering(er) i disse delområdene.

## A2 Referanser

- /1/ NGU (2011): Sjøbunnkartlegging ved Kristiansand, Kristiansand kommune, Vest-Agder. Rapport nr 2013.007, datert 29.01.2013.
- /2/ Jernbaneverket (1935): Boringer på jernbanens kai, januar 1935. UB.108577-000-001.
- /3/ Jernbaneverket (1941): Grunnundersøkelser for bruovergang for Vesterveien, Kristiansand stasjon. UB.108431-000-001.
- /4/ Multiconsult (2014): Kongsgårdsbukta, strandkantdeponi. Mulighetsstudie 2013. Oppdrag-/rapportnr. 311216-2, datert 19. mars 2014.
- /5/ Veglaboratoriet (1965): Fundamenteringsforhold for Vågsbygdvegen Augland-Kjos, Vest-Agder fylke. Oppdragsnr. K48, datert 13. juli 1965.



**Tegnforklaring**

- ▲ Berg i dagen
- ◇ Erosjon i bekkeløp
- Leneleing siltsiltig lere
- Skredrop/utgledning

Målestokk (A1): 1:12 500    Datum: ETRS89, Kartprosjekt: UTM33N

Kvikkleirekartlegging				
Kristiansand Vågsbygd	Prosjekt	20150471	Nett	011
	Urett	KEK	2015-12-15	
Oversiktskart befarig	Kontroll	HfE	Godkjent	KEK



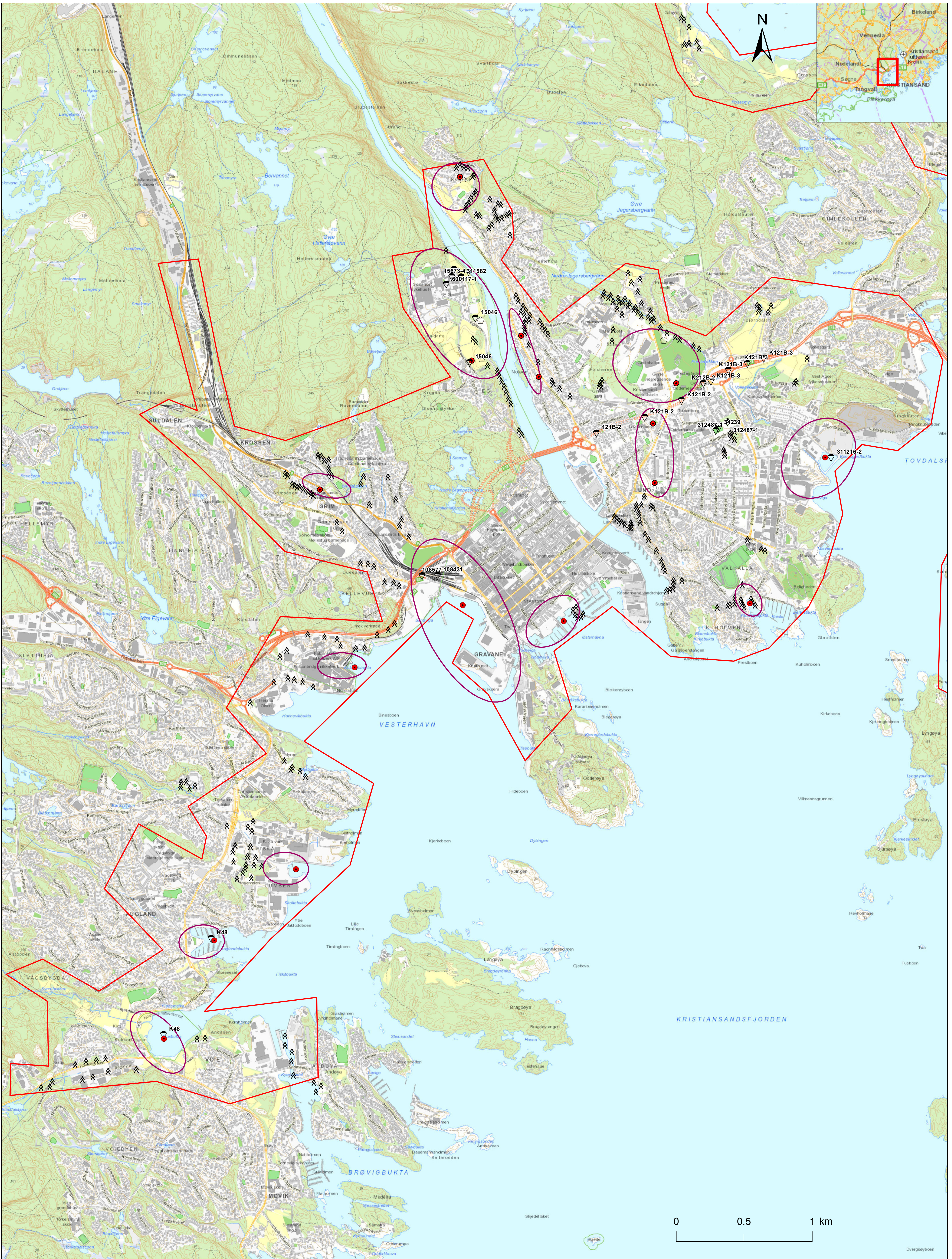


**Tegnforklaring**

- ▲ Berg i dagen
- ◇ Erosjon i bekkeliv
- Letteleirig siltig leire
- Skredgrop/utgledning
- Foreslått boring
- Interesseområder

Målestokk (A1): 1:12 500 Datum: ETRS89, Kartprosjekt: UTM33N

Kvikkleirekartlegging							
Kristiansand Vågsbygd	011						
Foreslåtte grunnboringer:	<table border="1"> <tr> <td>Urett</td> <td>011</td> </tr> <tr> <td>KEK</td> <td>2018-12-15</td> </tr> <tr> <td>HfE</td> <td>KEK</td> </tr> </table>	Urett	011	KEK	2018-12-15	HfE	KEK
Urett	011						
KEK	2018-12-15						
HfE	KEK						



- Tegnforklaring**
- ▼ Tidligere grunnboring
  - ▲ Berg i dagen
  - ◇ Erosjon i bekkeløp
  - Letteleierig siltsiltig leire
  - Skredgrop/utgledning
  - Foreslått boring
  - Interesseområder

Målestokk (A1): 1:12 500    Datum: ETRS89, Kartprosjekt: UTM30N

Kvikkleirekartlegging			
Kristiansand Vågsbygd	Prosjekt	20150471	Blatt
	Urett	060	012
Oversiktskart foreslåtte og tidligere grunnboringer.	KEK	2015-12-15	
	HfE	GedFert	KEK

**NGI**

<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>		
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Kvikkleirekartlegging. Befaringsrapport Kristiansand – Vågsbygda, Kristiansand kommune.		<b>Dokumentnr./Document no.</b> 20150471-04-R
<b>Dokumenttype/Type of document</b> Rapport / Report	<b>Distribusjon/Distribution</b> Begrenset/Limited	<b>Dato/Date</b> 2015-12-15
		<b>Rev.nr.&amp;dato/Rev.no.&amp;date</b> 0 / -
<b>Oppdragsgiver/Client</b> NVE		
<b>Emneord/Keywords</b> Kvikkleire, kvikkleirekartlegging, Kristiansand kommune		

<b>Stedfesting/Geographical information</b>	
<b>Land, fylke/Country</b>	<b>Havområde/Offshore area</b>
<b>Kommune/Municipality</b>	<b>Felt navn/Field name</b>
<b>Sted/Location</b>	<b>Sted/Location</b>
<b>Kartblad/Map</b>	<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> Sone: Øst: Nord:	

<b>Dokumentkontroll/Document control</b> Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
<b>Rev/Rev.</b>	<b>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</b>	<b>Egenkontroll av/Self review by:</b>	<b>Sidemanns-kontroll av/Colleague review by:</b>	<b>Uavhengig kontroll av/Independent review by:</b>	<b>Tverrfaglig kontroll av/Inter-disciplinary review by:</b>
0	Originaldokument	2015-12-08 Kristine H H Ekseth	2015-12-11 Bjørn Kalsnes		

<b>Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release</b>	<b>Dato/Date</b> 15. desember 2015	<b>Prosjektleder/Project Manager</b>
---	---------------------------------------	--------------------------------------

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

