

## NOTAT

OPPDRAAG	<b>Eikelunden detaljregulering</b>	DOKUMENTKODE	10224866-RIG-NOT-001
EMNE	Innledende vurdering av områdestabilitet	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Opphus AS</b>	OPPDRAAGSLEDER	Heidi Havelin Assisterende: Linnea Kvinge Karlsen
KONTAKTPERSON	Erlend Innset	SAKSBEHANDLER	Lise Føsund Christiansen
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233011 Geoteknikk Vest

## SAMMENDRAG

Multiconsult Norge AS er engasjert som plankonsulent for detaljreguleringsplanen samt med noen tekniske fag i forbindelse med reguleringsarbeid for eiendommen 9/302 Eikelunden på Tveiterås i Bergen kommune.

Multiconsult har utført en innledende vurdering av områdestabiliteten med utgangspunkt i NVEs kvikkleireveiledning 1/2019. Arbeidene omfatter blant annet gjennomgang av tidligere grunnundersøkelser, kartgrunnlag og fysisk befarings av området.

I vurderingene er det forutsatt at området for grønnstruktur defineres som tiltakskategori K0. Området for bebyggelse og anlegg defineres som tiltakskategori K4.

Basert på foreliggende grunnlagsmateriale er vår vurdering at områdestabiliteten er ivarettatt for tiltaksområdet.

Det bemerkes at tiltaket må prosjekteres i en senere fase. I forbindelse med prosjektering er det trolig behov for grunnundersøkelser.

00	13.09.2021	Utsendt	Lise Føsund Christiansen	Anne Birgitte Roe	Linnea Kvinge Karlsen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## Innhold

1	Innledning .....	3
2	Beskrivelse av tiltaket .....	3
3	Grunnlagsmateriale .....	4
3.1	Tidligere grunnundersøkelser i planområdet .....	4
3.2	Tidligere grunnundersøkelser i området .....	5
3.3	Topografi Myravatnet.....	6
3.4	Befaring.....	7
4	Vurdering av områdeskred .....	7
4.1	Eksisterende faresoner (kvikkleiresoner) .....	7
4.2	Avgrens områder med mulig marin leire.....	8
4.3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred .....	9
4.4	Tiltakskategori .....	11
4.5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde .....	11
4.6	Befaring.....	13
4.7	Konklusjon .....	13
5	Referanser.....	13

## 1 Innledning

Multiconsult Norge AS er engasjert som plankonsulent for detaljreguleringsplanen samt med noen tekniske fag i forbindelse med reguleringsarbeid for eiendommen 9/302 Eikelunden på Tveiterås i Bergen kommune.

Ved utbygging stiller PBL krav om at «byggverk skal plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger». Det vil si at det må undersøkes om tiltaksområdet har tilfredsstillende sikkerhet mot blant annet områdeskred. Områdeskred brukes som samlebegrep for skred i kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper, og kjennetegnes ved at de kan utløses av små hendelser og bli relativt omfattende.

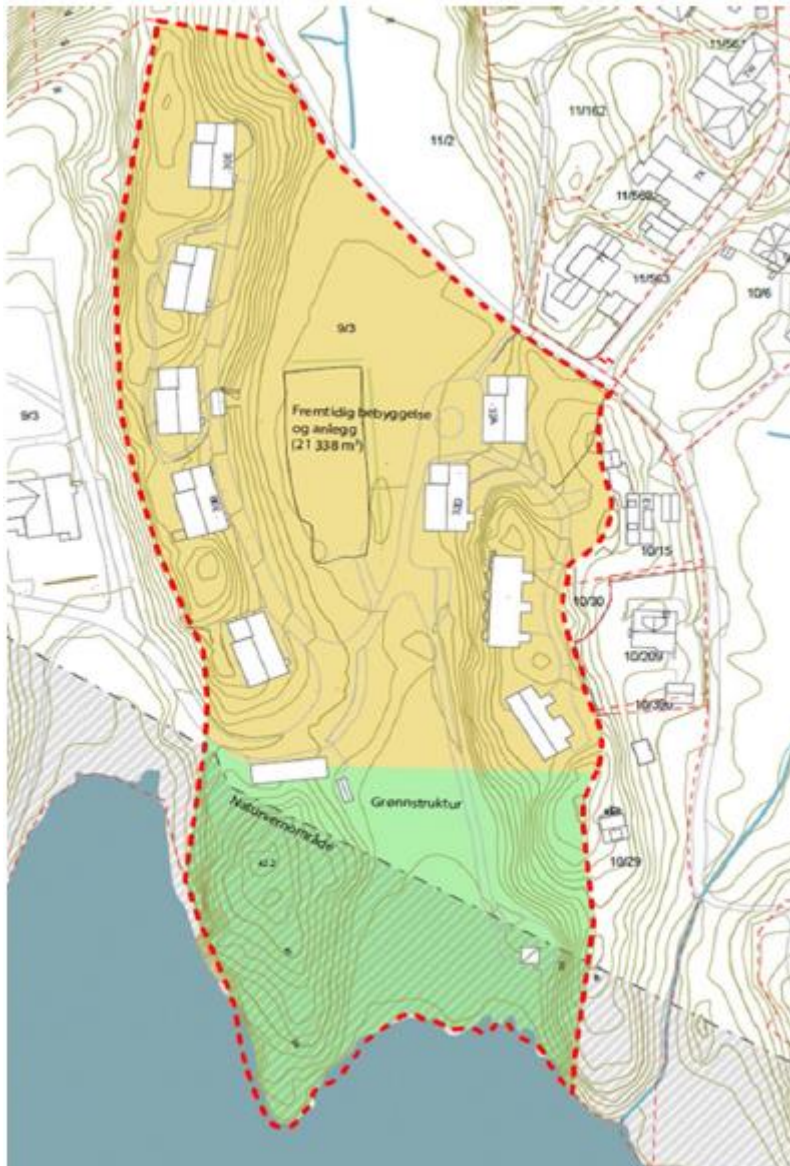
NVEs retningslinjer nr. 2-2011 «Flaum- og skredfare i arealplanar» og tilhørende veileder nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» gir retningslinjer og krav til utredninger av skredrisiko (utredning av områdestabilitet) for utbygging i kvikkleireområder. For konkrete tiltak er krav til sikkerhetsnivå og utredninger bestemt av tiltakskategori og faregradsklasse.

Multiconsult har utført en innledende vurdering av områdestabiliteten med utgangspunkt i NVEs kvikkleireveiledning 1/2019. Arbeidene omfatter blant annet gjennomgang av tidligere grunnundersøkelser, kartgrunnlag og fysisk befarings av området.

Det bemerkes at tiltaket må prosjekteres i en senere fase. I forbindelse med prosjektering er det trolig behov for grunnundersøkelser.

## 2 Beskrivelse av tiltaket

Eiendommens utstrekning med grøntareal og naturvernområde er vist på Figur 2-1. På nåværende plannivå er ikke antall enheter eller plassering av bygg i området som reguleres for bebyggelse bestemt, men det tas utgangspunkt i bebyggelse på 2-4 etasjer. Det forutsettes at arealet avsatt til grønnstruktur ikke får andre tiltak en type K0 etter NVE-veileder 1/2019 [1].



Figur 2-1: Eiendommens utstrekning med grøntareal og naturvernsområde (hentet fra prospekt Sandbrekkeveien).

Topografisk består planområdet av to rygger i ytterkant av planområdet i vest og øst, og et flatere område imellom. I nordre del av planområdet er det en grusbane som ligger på ca. kote +34. Øvre del av ryggene i vest og øst ligger på hhv. ca. kote 47 og 44. Myrvatnet i sør, ligger på ca. kote 31.

### 3 Grunnlagsmateriale

#### 3.1 Tidligere grunnundersøkelser i planområdet

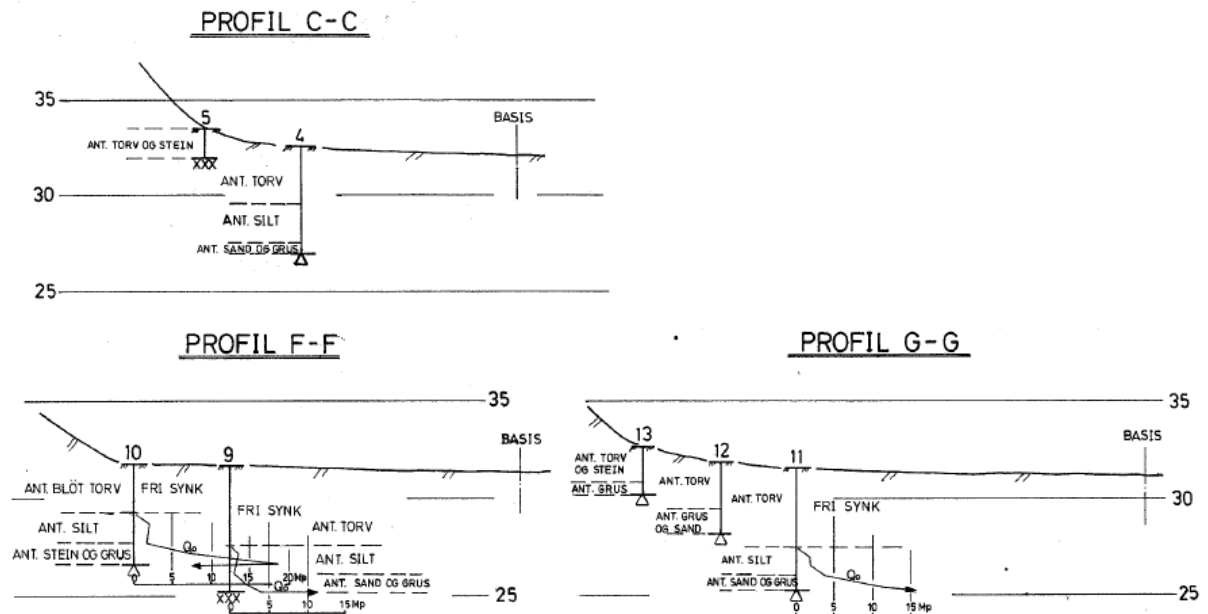
Tidligere Noteby, nå Multiconsult, har i 1977 utført grunnundersøkelser i sørøstre del av planområdet, i området for grønnstruktur [2]. Undersøkelsene er utført for Bergen kommune i forbindelse med kloakkanlegg Myrvatnet i 1977 og er rapportert i rapport «12178 Kloakkanlegg Eikelund offentlige skole – Myrvatnet. Grunnundersøkelser. Geoteknisk vurdering». Kloakkanlegget ligger sørøst i planområdet, ned mot Myrvatnet. Det er utført enkle sonderinger og ramsonderinger.

Undersøkelsene er tolket til å i hovedsak består et topplag av antatt torv på opptil 7 m mektighet, over et lag med antatt sand/grus på opptil 2 m over antatt berg. Over sand-/gruslaget kan det

## Innledende vurdering av områdestabilitet

forekomme bløte, siltige masser. Det er registrert opp til 9 m løsmasser. Ramboringene har begrenset nedtreningssevne i faste masser og kan ha stoppet før fjell er påtruffet.

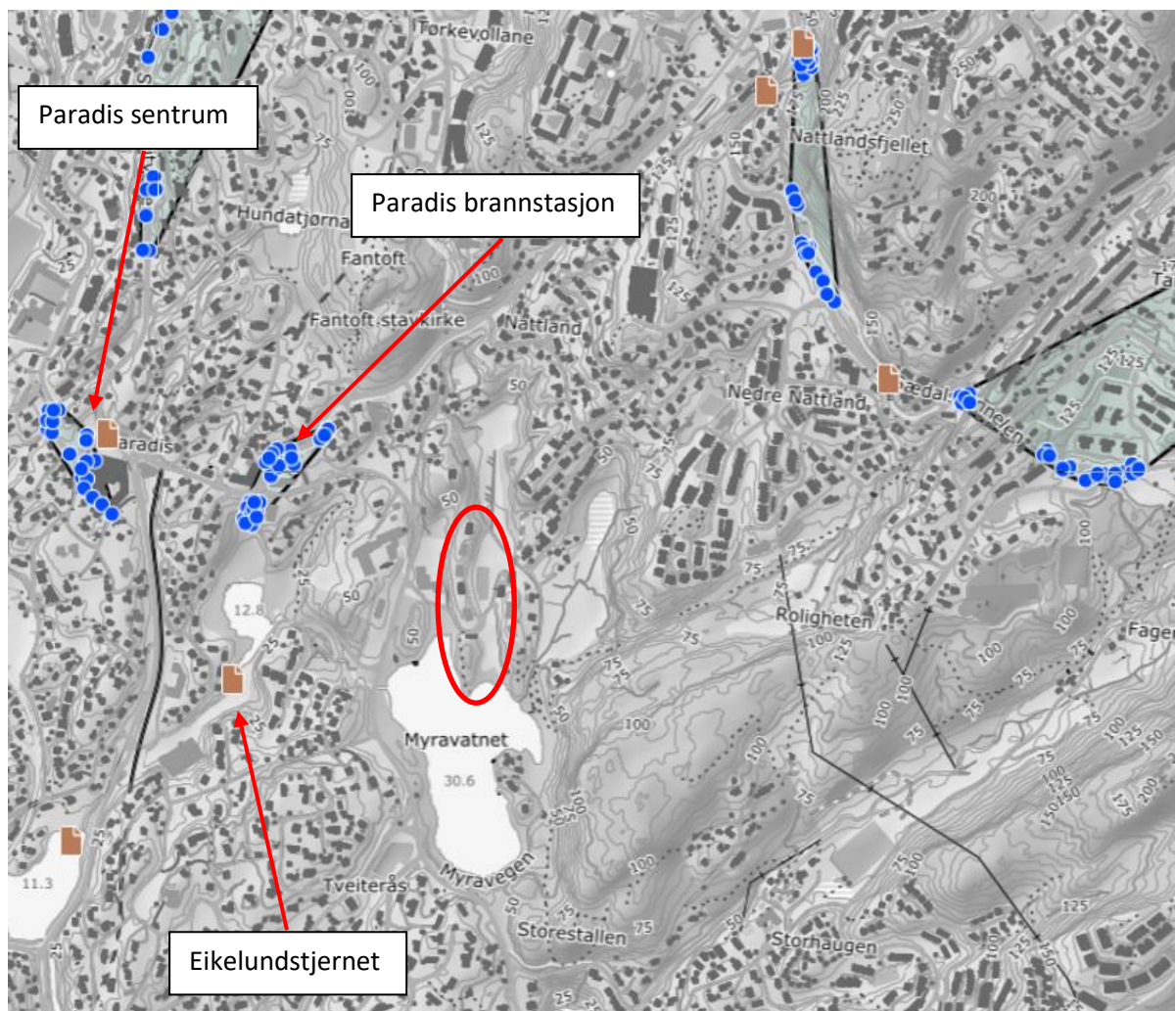
Det er ikke tolket kontinuerlige lag med antatt silt i det undersøkte profilet langs vegen, viser utsnitt av tegning 12178-101 der det er angitt antatt silt. Men vi vil understreke at ut ifra enkle sonderinger kan det være vanskelig å skille torv fra siltige masser.



Figur 3-1: Utsnitt av tegning 12178-101 [2].

### 3.2 Tidligere grunnundersøkelser i området

Figur 3-2 viser et utklipp fra Nasjonal database for grunnundersøkelser (NADAG) der områder hvor det er registrert grunnundersøkelser er vist. Det bemerkes at det kan være utført grunnundersøkelser som ikke fremgår av NADAG.



Figur 3-2: Utsnitt av NADAG [3]. Planområdet er markert med rød sirkel.

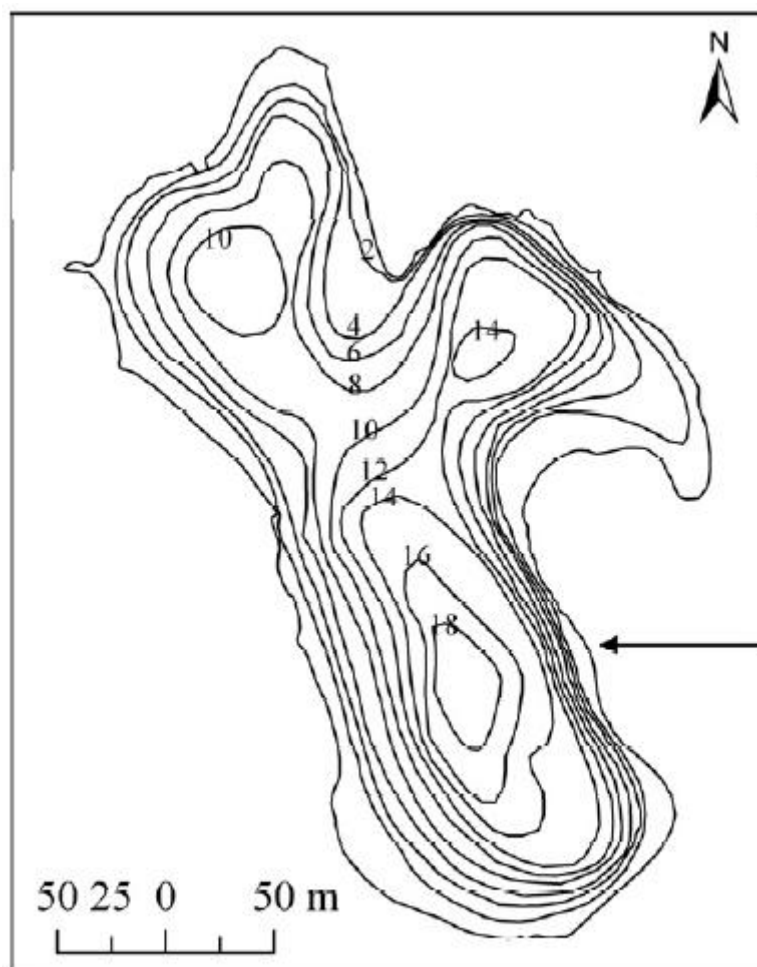
I området ved brannstasjonen i nedre del av Birkelundsbakken har Statens vegvesen registrert opptil 4,4 m løsmasser [4]. Det er foretatt både enkle sonderinger og totalsondering, samt tatt opp prøver. Løsmassene består i hovedsak av humus og fyllmasser ned til vel 2 m, mens det ved 2,5 meters dybde er et 0,5 m tykt siltlag over morenemasser på berg.

I Paradis sentrum har Statens vegvesen registrert opptil 4 m løsmasser [5]. Det er utført totalsondering og tatt opp prøver. Løsmassene består av humus/torv over friksjonsmasser på berg.

Ved Eikelundstjernet har Statens vegvesen registrert 4-9 m løsmasser [6]. Det er utført enkle sonderinger og tatt opp prøver. Løsmassene består av et øvre, meget bløtt lag av myrjord, humus og silt over fin til grov sand. Antatt fjell er påtruffet i flere av boringene. Korngradering fra de opptatte prøvene av silt/leire viser noen prøver på grensen mellom leirig silt og siltig leire, hvorav noen av prøvene i tillegg er sandig. Enkelte prøver består av leirig silt. Prøver med høyt siltinnhold er ikke egnet for omrørt skjærstyrke, og det er ikke utført labforsøk for å kartlegge omrørt skjærstyrke.

### 3.3 Topografi Myrvatnet

Topografien i Myrvatnet er kartlagt i forbindelse med en doktoravhandling [7]. Figur 3-3 viser kotekart i Myrvatnet. Ved planområdet i nordøst er det en dybde på opptil 14 m, mens det på det dypeste i sør er opptil 18 m dybde. Vannivået i Myrvatnet ligger på ca. kote 31.



## Lake Myravatn

Figur 3-3: Utsnitt av Figur 1 i ref. [7] som viser kotekart i Myravatnet.

### 3.4 Befaring

Det ble gjennomført en befaring i området 30.06.2021 av geotekniker Lise Føsund Christiansen. Befaringen hadde som hensikt å kartlegge berg i dagen, og vurdere relevante forhold for områdeskredfare av kvikkleire/sprøbruddmateriale.

På befaringen ble det registrert berg i dagen på ryggene vest og øst i planområdet, se Figur 4-1. Det er ikke registrert elver/bekker i planområdet.

## 4 Vurdering av områdeskred

Foreliggende notat er en innledende vurdering av områdestabiliteten iht. NVE veiledning 1/2019 tabell 3.1 sin prosedyre for utredning av områdeskredfare [1]. I tillegg benyttes NVE ekstern rapport 9/2020 [8] og NIFS rapport 14/2016 [9] for vurderinger. Arbeidene omfatter blant annet gjennomgang av tidligere grunnundersøkelser, kartgrunnlag og fysisk befaring av området.

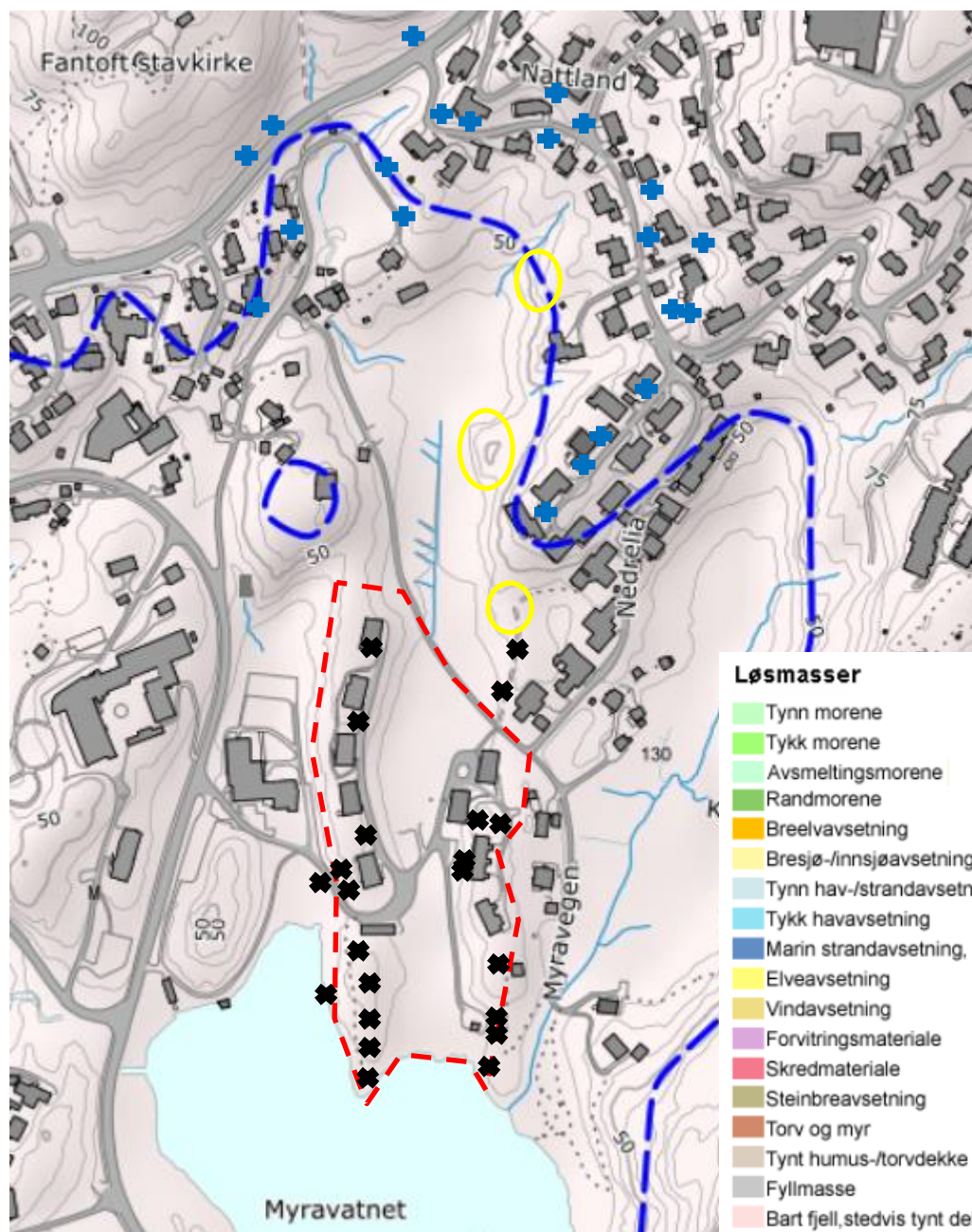
### 4.1 Eksisterende faresoner (kvikkleiresoner)

Det er ikke registrert eksisterende faresoner på NVE atlas i området [10].

## 4.2 Avgrens områder med mulig marin leire

Kvartærgeologisk kart angir at løsmassene i planområdet, og området rundt, består av bart fjell, stedvis tynt dekke, se utsnitt av kvartærgeologisk kart på Figur 4-1. Planområdet ligger under marin grense, som ligger på ca. kote 50. Det kvartærgeologiske kartgrunnlaget gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden og kun begrenset informasjon om løsmassemektighet. For mer informasjon om kvartærgeologisk kart og anvendelse/kvalitet vises det til [www.ngu.no](http://www.ngu.no).

Berg i dagen fra befaring er markert med svarte kryss og berg i dagen fra google street view er markert med blå plusstegn på Figur 4-1. Gule ringer markerer områder med bratt helning, ca. 2:1, hvor det antas liten løsmassedekning.



Figur 4-1: Utsnitt av kvartærgeologisk kart – løsmasser [11]. Marin grense er markert med blå, stipledd linje og planområdet med rødt, stipledd linje. Berg i dagen fra befaring er markert med svarte kryss og berg i dagen fra google street view er markert med blå plusstegn. Gule ringer markerer områder med bratt helning, ca. 2:1.



## Innledende vurdering av områdestabilitet

I områder med påvist berg i dagen eller grunt til berg (<2 m) angir NVE at det ikke er fare for at det vil utløses områdeskred. Ryggene vest og øst i planområdet anses derfor å ikke være mulige løsneområder for områdeskred.

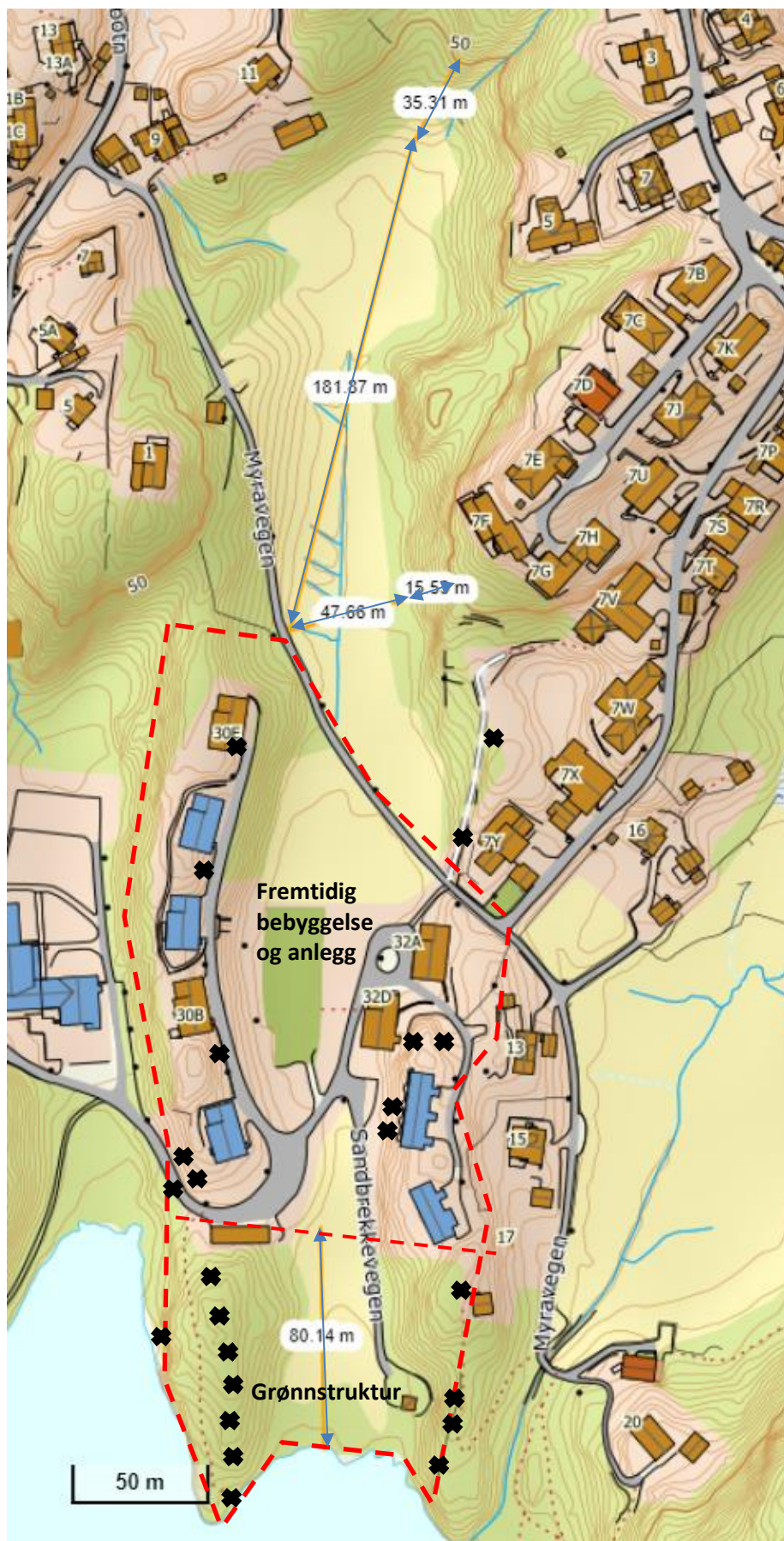
Nord for planområdet er det mye berg i dagen lengre opp i skråningen som også indikerer at det er begrenset løsmassemekktighet i området. Figur 4-2 viser også områder med bratt terreng under marin grense, opp mot helning 2:1, som trolig vil være bergknauser. Dette antyder at det er begrenset med løsmasser i skråningen, og at det ikke er store kontinuerlig mektigheter.

### 4.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Planområdet mellom ryggene i vest og øst har helning mindre enn 1:20 og anses dermed ikke som løsneområder for områdeskred.

Myrvatnet har en dybde på over 5 m og helning brattere enn 1:20. Avstanden fra Myrvatnet til området planlagt for bebyggelse er ca. 80 m, og vil kunne være utsatt for områdeskred iht. de innledende terrengkriteriene angitt i punkt 3 i NVE tabell 3.1 ref. [1].

Nord for planområdet stiger terrenget med helning brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 m. Skråningen opp til marin grense på ca. kote 50, kan anses som et løsneområde og det må vurderes om planområdet vil rammes av et slikt skred. Utløpsområdet regnes som 3 \* lengden til aktsomhetsområdet, og dette gir et utløpsområde på ca. 35 m \* 3 = 105 m helt i nord og 15 m \* 3 = 45 m rett nordøst for planområdet, basert på marin grense. Løsneområde og avstand til planområdet er enkelt skissert inn på Figur 4-2. Basert på potensielle utløpsområder og kartlagt berg i dagen vurderes det at planområdet ikke vil rammes av områdeskred fra nord.



Figur 4-2: Utsnitt av norgeskart med mål på potensielle løsn- utløpsområder. Planområdet er skissert med rød, stiplet linje.

Innledende vurdering av områdestabilitet

#### 4.4 Tiltakskategori

Planområdet består av et område for bebyggelse og anlegg og et for grønnstruktur. I foreliggende vurdering forutsettes det at arealet avsatt til grønnstruktur ikke får andre tiltak enn type K0 etter NVE-veileder 1/2019. Tabell 4-1 viser definisjonen på de ulike tiltakskategoriene, med eksempler.

Tabell 4-1: Tiltakskategori, tabell 3.2 i NVE veileder 1/2019 [1].

Tabell 3.2 Tiltakskategori med eksempler på type tiltak

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

Området for bebyggelse og anlegg klassifiseres som tiltakskategori K4. I tiltakskategori K4 er det krav om soneutredning.

Området for grønnstruktur klassifiseres som tiltakskategori K0. I tiltakskategori K0 er det ikke behov for soneutredning.

#### 4.5 Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde

Kriteriet for et løснеområde snevres inn til  $L = 15 \cdot H$ .

Skredmekanismen er avgjørende for størrelsen på løсне- og utløpsområdet. Figur 4-3 viser et flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme. Tidligere grunnundersøkelser for Kloakkanlegg for Myrvatnet indikerer masser av antatt torv, siltige masser og sand/gruslag [2]. Det var ikke tatt opp prøver for å bekrefte de antatte løsmassene, og det legges derfor til grunn for vurderingen at massene av antatt silt kan være sprøbruddmateriale. Det er dermed andelen sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate som blir avgjørende for skredmekanisme.

## Innledende vurdering av områdestabilitet



Figur 4.3 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme

Figur 4-3: Utsnitt av Figur 4.3 i NVE veileder 1/2019 [1].

Figur 3-1 viser at det i profil C-C, F-F og G-G er tolket hhv. ca. 2, 1,5 og 1,5 m antatt silt. Forenklet settes b lik mektigheten på siltlaget, som er en konservativ betraktning. D settes lik mektigheten på løsmassene fra uk tolket siltlag og opp til terreng, hhv. 5, 5,5 og 5,5 m. Dette gir et b/D-forhold på hhv. 40, 30 og 30 %. Profil C-C ligger lengst nord, og det er Profil G-G og F-F som er avgjørende for hvordan skredet vil utvikle seg fra Myrvatnet, samt at mektigheten på antatt siltlag over glideflate er konservativ. Basert på dette vurderes skredmekanismen å være rotasjonsskred eller flakskred.

Kriteriet for et løsneområde på  $L = 15 \cdot H$  forutsetter retrogressivt skred.

For rotasjonsskred viser studier av historiske hendelser at løsneområde vil være mindre enn  $5 \cdot H$ . For vanndybde 14 m tilsvarer dette et løsneområde på maksimalt 70 m, og et slikt skred vil da ikke treffe området planlagt for bebyggelse og anlegg.

Kriterier for løsneområde ved flakskred er noe mindre spesifisert. NVE veileder 1/2019 viser til et kontinuerlig svakt lag, som kan være et kvikkleirelag, og at skredmassene har mulighet for å gli ut i åpent terreng. Basert på de tidligere utførte grunnundersøkelsene for kloakkanlegg Myrvatnet kan det se ut til at laget med antatt silt ikke er kontinuerlig. Tidligere undersøkelser ved Eikelundstjernet viser at de finstoffholdige massene består av siltig leire/leirig silt, hvorav noen av prøvene i tillegg er sandig. Dette indikerer at det ikke er kvikkleire i området. Det er ikke registrert kvikkleire/sprøbruddmateriale i nærliggende tilgjengelige rapporter. Det forventes ikke flakskred i de registrerte løsmassene. Kriteriet med åpent terreng anses heller ikke å være tilfredsstillende, da et skred vil gå ut i vannet.

I NVE ekstern rapport 9/2020 [8] vises det i kap. 3.1 til en teoretisk betraktning som viser at et flakskred på sjøbunnen vil strekke seg innover fra skråningsfot i en avstand på maksimalt 5-6 ganger høydeforskjellen. Dette er mindre enn på land som følge av et stabiliserende vanntrykk. Med en høydeforskjell i vann på 14 m, gir dette et løsneområde på maksimalt 70-84 m, og et slikt skred vil da ikke treffe området planlagt for bebyggelse og anlegg.

Kotekart av Myrvatnet viser at det er relativt bratt i vannkanten rett sør for planområdet. Dette indikerer at løsmassene består av «gode» masser i sonen for en potensiell glideflate, eventuelt begrenset løsmassemektighet. Området planlagt for grønstruktur mellom de to ryggene er av begrenset bredde, smalere enn 40 m, samt at løsmassene nærmest ryggene ikke er tolket som silt. Dette medfører at det opptrer en stabiliserende 3D-effekt som også reduserer risikoen for skred.

Basert på det overnevnte vurderes flakskred å være en lite aktuell skredmekanisme, samt at et potensielt flaksskred fra sør ikke vil treffe området planlagt for bebyggelse og anlegg.

Dermed er området planlagt for bebyggelse og anlegg frikjent for områdeskred fra sør.

#### 4.6 Befaring

Resultatene fra befaringsen er tatt med i betraktningene ovenfor.

#### 4.7 Konklusjon

Ryggene vest og øst i planområdet anses å ikke være mulige løsneområder for områdeskred grunnet berg i dagen. Potensielle løsneområder i nord vil ikke treffe planområdet. Potensielle skred fra Myrvatnet i sør vil ikke treffe området planlagt for bebyggelse og anlegg. Områdene for bebyggelse og anlegg er dermed frikjent for områdeskred av kvikkleire.

Basert på foreliggende grunnlagsmateriale er vår vurdering at områdestabiliteten er ivaretatt for tiltaksområdet.

## 5 Referanser

- [1] NVE, Veileder 1/2019, Sikkerhet mot kvikkleireskred, Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med.
- [2] Noteby AS, «Rapport 12178 "Kloakkanlegg Eikelund Offentlige skole - Myrvatnet. Grunnundersøkelser. Geoteknisk vurdering".», 6.7.1977.
- [3] «Nasjonal databaser for grunnundersøkelser (NADAG),» Norges geologiske undersøkelse (NGU), [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/nadag/>. [Funnet 2021].
- [4] Statens vegvesen, «Geoteknisk datarapport, 20050018914-007 Rv 585 Birkelundsbakken.,» 2007-06-06.
- [5] Statens vegvesen, «30175-GEOT-1 Geoteknisk rapport Fv. 582 Paradis sentrum.,» 2016-10-30.
- [6] Statens vegvesen, «Rapport nr. 606. "Fjøsanger-Paradis, Paradisparsellen".», 09.10.1984.
- [7] B. P. Regmi, «Bergen Open Research Archive. Artikkel: "A fish introduction and its impact on the plankton community",» 20 08 2012. [Internett]. Available: <https://bora.uib.no/bora-xmlui/handle/1956/6395>. [Funnet 31 08 2021].
- [8] NGI, «Ekstern rapport 9/2020 "Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred: metodebeskrivelse",» Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), 2020.
- [9] «NIFS rapport 14/2016 "Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred",» Noregs vassdrags- og energidirektorat (NVE), 2016.
- [10] Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), «NVE Atlas. Skrednett.,» [Internett]. Available: <https://www.nve.no/flaum-og-skred/skrednett/>. [Funnet 2021].
- [11] Norges geologiske undersøkelser (NGU), «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>. [Funnet 2021].