


**Vurdering av  
områdestabilitet for  
detaljregulering av  
Årstad, gbnr. 160/397  
mfl., Bergen kommune**



Sunnfjord Geo Center

# Prosjektinformasjon og status

Prosjektnummer:	Dokumentkode:	Dokumentnr.:	Dokumenttittel:
2024-04-158	GT-H30-M03-00	01r	Vurdering av områdestabilitet for detaljregulering av Årstad, gbnr. 160/397 mfl., Bergen kommune
Revisjon:	Beskrivelse:	Leveransedato:	
0	Godkjent rapport	23.05.2024	
Kontraktør:		Kontaktinformasjon:	
 Sunnfjord Geo Center		Sunnfjord Geo Center AS Stongfjordvegen 577 6984 Stongfjorden Tlf.: 577 31 900 E-post: post@sunnfjordgeocenter.no Organisasjonsnummer: 998 899 834 MVA	
Fagområde:	Dokumenttype:	Lokalitet:	
Geoteknikk, områdestabilitet	Rapport	Årstad, Bergen	
HMS-risikovurdering før feltarbeid:	Dato for risikovurdering	Hendelse/avvik meldt:	
Risikogruppe 1	15.05.2024	Nei	
Feltarbeid utført av:	Dato for feltarbeid:		
Ramin Jalali	15.05.2024		
Rapport utarbeidet av:	Dato for ferdigstilling:	Signatur:	
Rev 0: Ramin Jalali	22.05.2024	Ramin Jalali (sign.)	
Sidemannskontroll gjennomført av:	Godkjent, dato:	Signatur:	
Rev 0: Alice Hestad Vie	22.05.2024	Alice Hestad Vie (sign.)	

## Sammendrag

Sunnfjord Geo Center er engasjert av Ard arealplan AS v/ Thuy-Duong Thi Vu, for å gjennomføre en områdestabilitetsvurdering for gbnr. 160/397 mfl. på Årstad, i Bergen kommune. Det er planlagt 3 nye boligblokker i dette området. Det aktuelle tiltaksområdet ligger under marin grense, noe som tilsier at det kan være avsatt marin leire i grunnen.

Tiltakskategori er vurdert til å være K4 iht. Tabell 3.2 i Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sin veileder Sikkerhet mot kvikkleireskred, da dette tiltaket medfører større tilflytning av personer med mer enn to boenheter.

Det identifiseres flere kritiske skråninger ved og overfor tiltaksområdet.

Under befaring, utført av Sunnfjord Geo Center, er det observert fast fjell i dagen og tynt løsmassedekke (<2 m) over fjell i tiltaksområdet.

Basert på feltinformasjon er det konkludert med at tiltaksområdet ikke ligger i et aktsomhetsområde for områdeskred.

Tiltaksområdet ligger ikke innenfor et mulig løsne- eller utløpsområde for områdeskred og utredningen av prosedyren avsluttes iht. steg 6 i Tabell 3.1 (Ref-1). Krav til områdestabilitet vurderes ivaretatt.

Da denne vurderingen av et K4 tiltak avslutter ved steg 6 i prosedyren (Tabell 1) er det ikke krav til uavhengig kvalitetssikring av denne rapporten.

Tabell 1: Prosedyre for utredning av områdeskred, hentet fra Tabell 3.1. i *Sikkerhet mot kvikkleireskred*, 1/19.

Prosedyre for utredning av områdeskredfare		
Steg	Beskrivelse	Merknad
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner	Utført
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Utført
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Utført
4	Bestem tiltakskategori	Utført
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Utført
6	Befaring	Utført
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Ikke aktuelt
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Ikke aktuelt
9	Klassifiser faresoner	Ikke aktuelt
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Utført
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Ikke aktuelt

# Innholdsfortegnelse

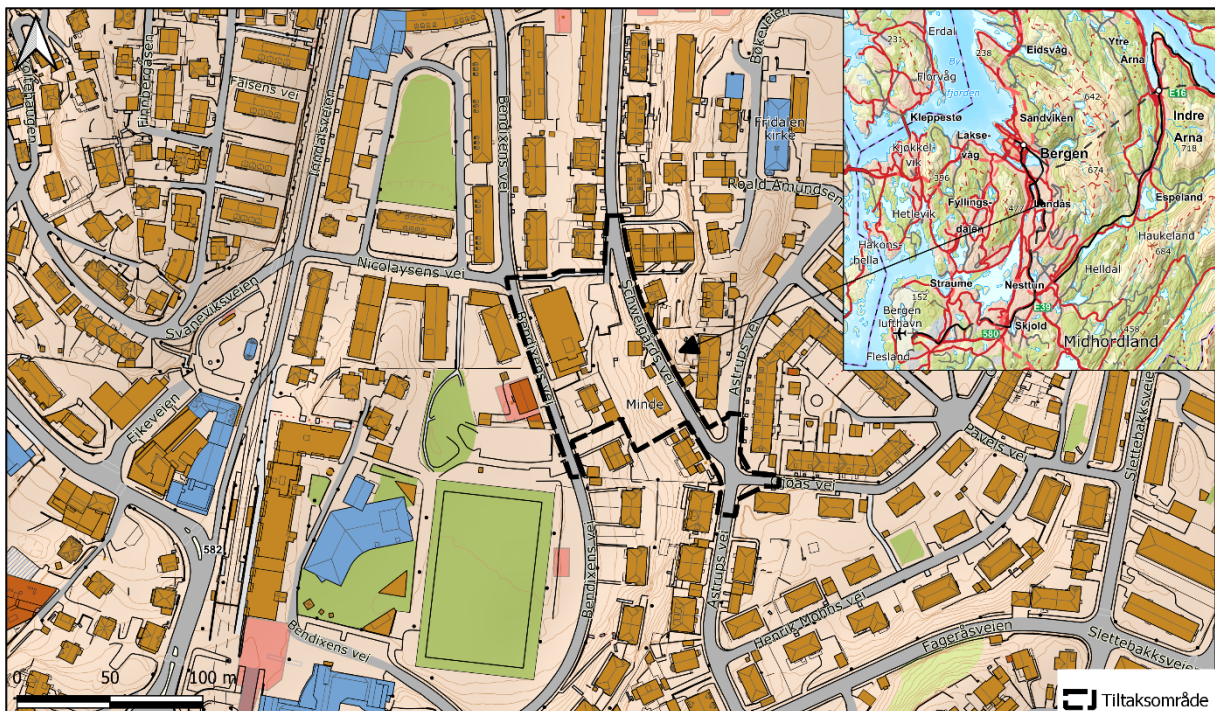
<b>1. Innledning</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Regelverk og krav for prosjektet</b> .....	<b>2</b>
2.1 Relevante regelverk.....	2
2.2 Sikkerhetskrav.....	2
2.3 Kvalitetssikring.....	3
<b>3. Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løsneområde</b> .....	<b>4</b>
3.1 Topografiske kart .....	4
3.2 Kvantærgeologiske kart og marin grense.....	5
3.3 Oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser .....	7
3.4 Identifikasjon av skråninger og mulig løsneområde.....	7
3.5 Beskrivelse av eksisterende kartlagt kvikkleiresone .....	8
<b>4. Befaring</b> .....	<b>9</b>
4.1 Løsmasser og fjell .....	9
4.2 Erosjon .....	12
<b>5. Konklusjon</b> .....	<b>13</b>

# 1. Innledning

Sunnfjord Geo Center er engasjert av Ard arealplan AS v/ Thuy-Duong Thi Vu, for å gjennomføre en områdestabilitetsvurdering for gbnr. 160/397 mfl. på Årstad, i Bergen kommune (Figur 1). Det er planlagt 3 nye boligblokker i dette området. Det aktuelle tiltaksområdet ligger under marin grense, noe som tilsier at det kan være avsatt marin leire i grunnen.

Tiltakskategori er vurdert til å være K4 iht. Tabell 3.2 i veilederen for sikkerhet mot kvikkleire fra NVE (Ref-1), da dette tiltaket klassifiseres som bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter.

Denne rapporten er utarbeidet etter NVE (2020) sin veileder (Ref-1) for *Sikkerhet mot kvikkleireskred*, og tar for seg steg 1-6 i prosedyren.



Figur 1: Kart som viser plassering av tiltaksområdet med stripete linje (Kilde: www.norgeskart.no).

## 2. Regelverk og krav for prosjektet

### 2.1 Relevante regelverk

Vurdering av områdestabilitet er underlagt Plan- og bygningsloven som er en norsk lov for forvaltning og bruk av arealer i Norge. I Plan og bygningsloven §28-1 omtales byggegrunn og miljøforhold (Ref-2). Underlagt denne loven ligger byggeteknisk forskrift TEK17 §7-3 som beskriver krav til sikkerheten mot naturfare for nye byggverk (Ref-3) og TEK17 §10-2 som beskriver konstruksjonssikkerhet (Ref-4).

For vurdering av sikkerhet mot områdeskred benyttes veilederen til NVE *Sikkerhet mot kvikkleireskred* (Ref-1) som er bygget på Plan- og bygningsloven og de byggetekniske forskriftene som omtalt over. Denne vurderingen følger prosedyren i tabell 3.1 i kapittel 3.2 i NVEs veileder (Ref-1).

Andre relevante veiledere, standarder og håndbøker blir referert til videre i rapporten om de er benyttet i denne utredningen.

### 2.2 Sikkerhetskrav

Sikkerhetskrav i NVEs veileder for sikkerhet mot kvikkleireskred avhenger av tiltakskategori og faregrad i eventuell kvikkleiresone. Det gjeldende tiltaket er ikke innenfor en kartlagt faresone.

Tiltaket innebærer 3 bolgblokker, og det er vurdert som bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, og kan derfor plasseres i tiltakskategori K4 (Tabell 2).

Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , hvor  $f_s$  er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet  $F_{cu} \geq 1,40$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ .

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , samt krav til robusthet  $F_{cu} \geq 1,20$ . Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal  $F_{c\phi}$  og  $F_{cu}$  økes prosentvis.

Tabell 2: Definerer av tiltakskategori for ulike type tiltak, tabell 3.2 fra NVE (2019).

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

### 2.3 Kvalitetssikring

Vurderinger og utarbeiding av dokumentasjon skal gjennomføres av foretak med geoteknisk kompetanse. Nivå på kvalitetssikring bestemmes fra tiltakskategori og forekomst av sprøbruddmateriale.

Ifølge NVE sin nettside er det ikke behov for uavhengig kvalitetssikring, dersom utførende geotekniker entydig kan dokumentere at tiltaket ikke kan bli berørt av et områdeskred ved gjennomgang av prosedyrens steg 5, 6 og 7. Denne utredningen avsluttes på steg 6, dermed er det ikke behov for kvalitetssikring av uavhengig foretak.

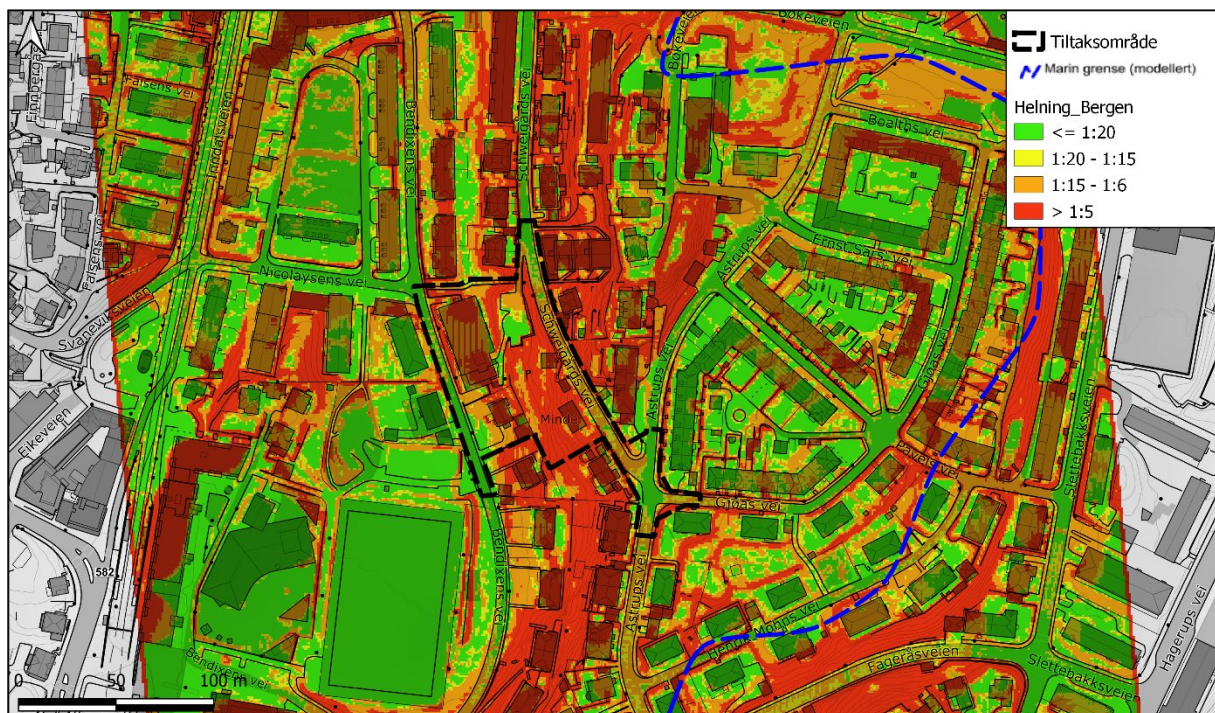
### 3. Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løснеområde

#### 3.1 Topografiske kart

Eventuelle løснеområder skal iht. NVE (Ref-1) vurderes å være «kritiske skråninger», som har høyde over 5 meter og helning brattere enn 1:20 (1:15 dersom det utredes av geotekniker). Bakover fra skråningens bunn skal areal med lengde inntil 20 ganger skråningshøyden (15 ganger dersom det utredes av geotekniker) også inngå som mulige løснеområder. L'Heureux (Ref-5) beskriver at sammenhengen mellom skråningshøyde og utstrekningen til løснеområder er svært uklar, og et slikt kriterium bør brukes med forsiktighet. Bekkeraviner, skredgroper og andre topografiske variasjoner kan vurderes å begrense utbredelsen av løснеområder for kvikkleireskred. Der det er mindre enn 2 m mektighet til fjell anses det ikke å være fare for å utløse kvikkleireskred. Eventuelle utløpsområder er inntil 3 ganger lengden til løснеområdene, men dette vil variere med topografien i skredløpet og viskositeten til skredmateriale.

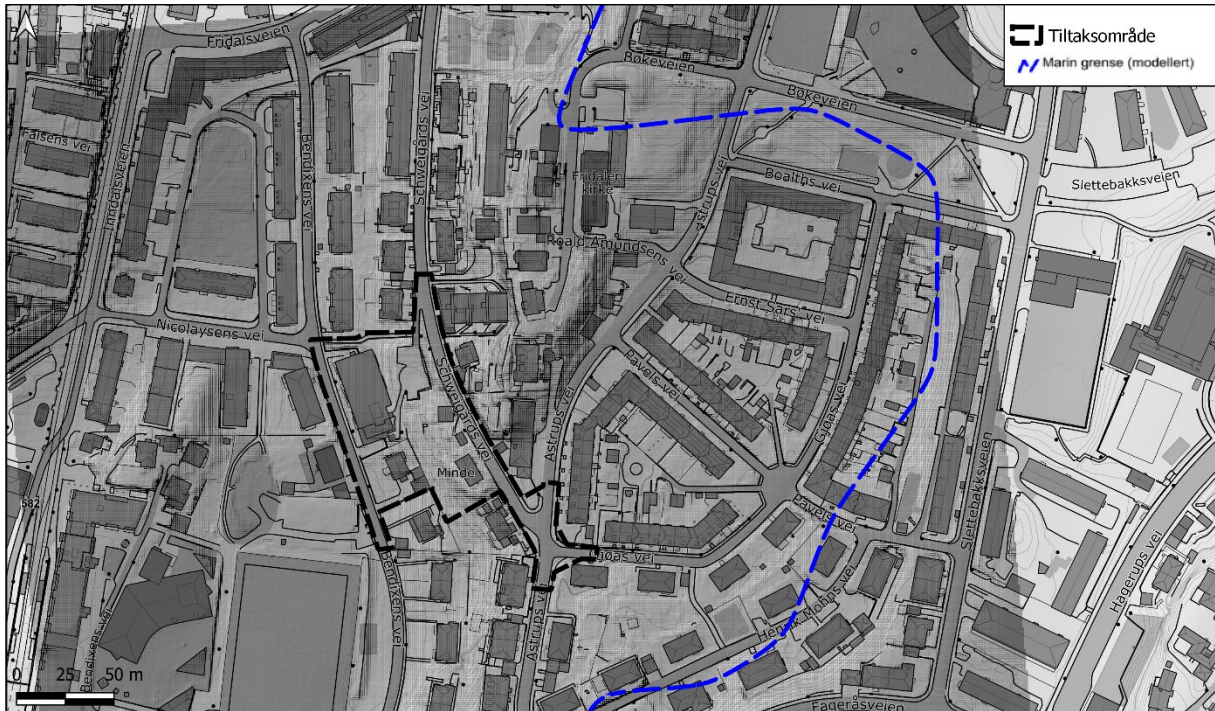
Helningsdata fra undersøkelsesområdet er vist i Figur 2 og skyggerelieff i Figur 3. Terrenngmodellen er hentet fra prosjekt *Bergen 5pkt 2020* fra kartverkets tjeneste [hoeydedata.no](http://hoeydedata.no). Terrenngmodellen viser at tiltaksområdet ligger i et terreng som har skråninger mot Bendixens vei med helning over 1:20 og høydeforskjell på over 5 meter (Figur 2). De nevnte skråningene ligger under marin grense som ligger ved ca. 54 moh. og de regnes dermed som kritiske skråninger.

Fra skyggerelieff i Figur 3 kan det tolkes med at fjelloverflaten ligger på grunt dyp under tiltaksområdet og området overfor. Flyfotoet fra 2009 (Figur 4) viser at området overfor tiltaksområdet (den grønne polylinjen) er lokalisert på bart fjell.

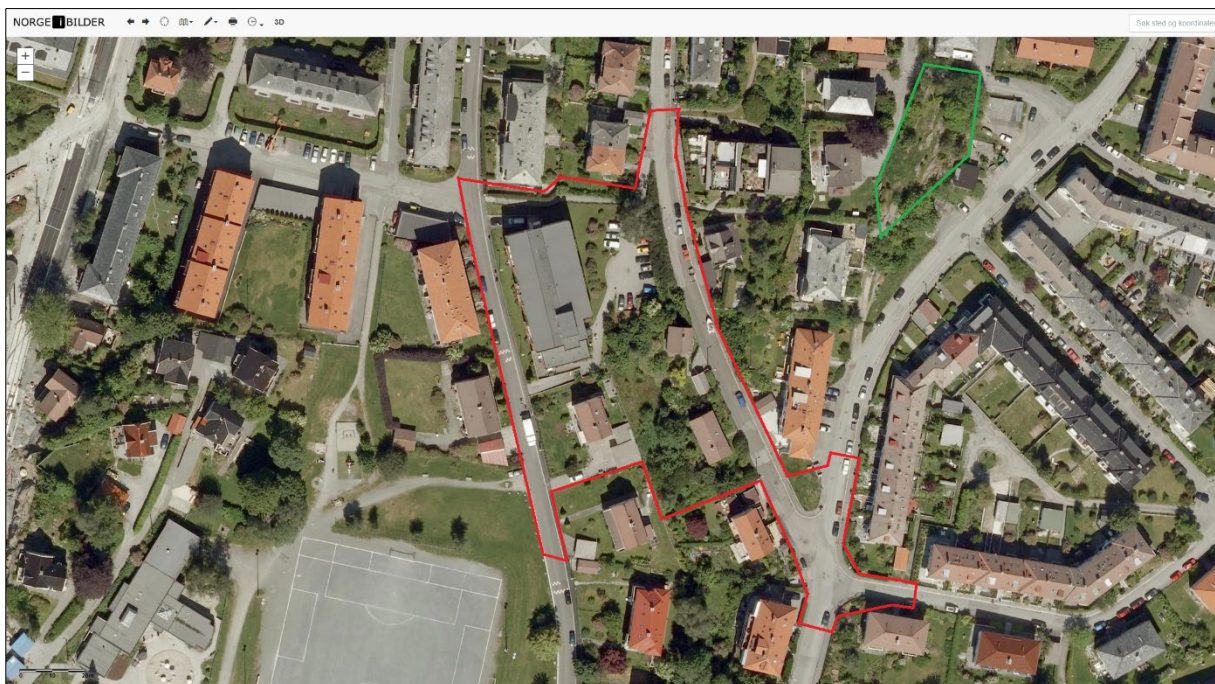


Figur 2: Helningskart over området (Kilde: hoydedata.no).





Figur 3: Kart med skyggerelieff som viser topografien til terrenget. (Kilde: Hoydedata.no).

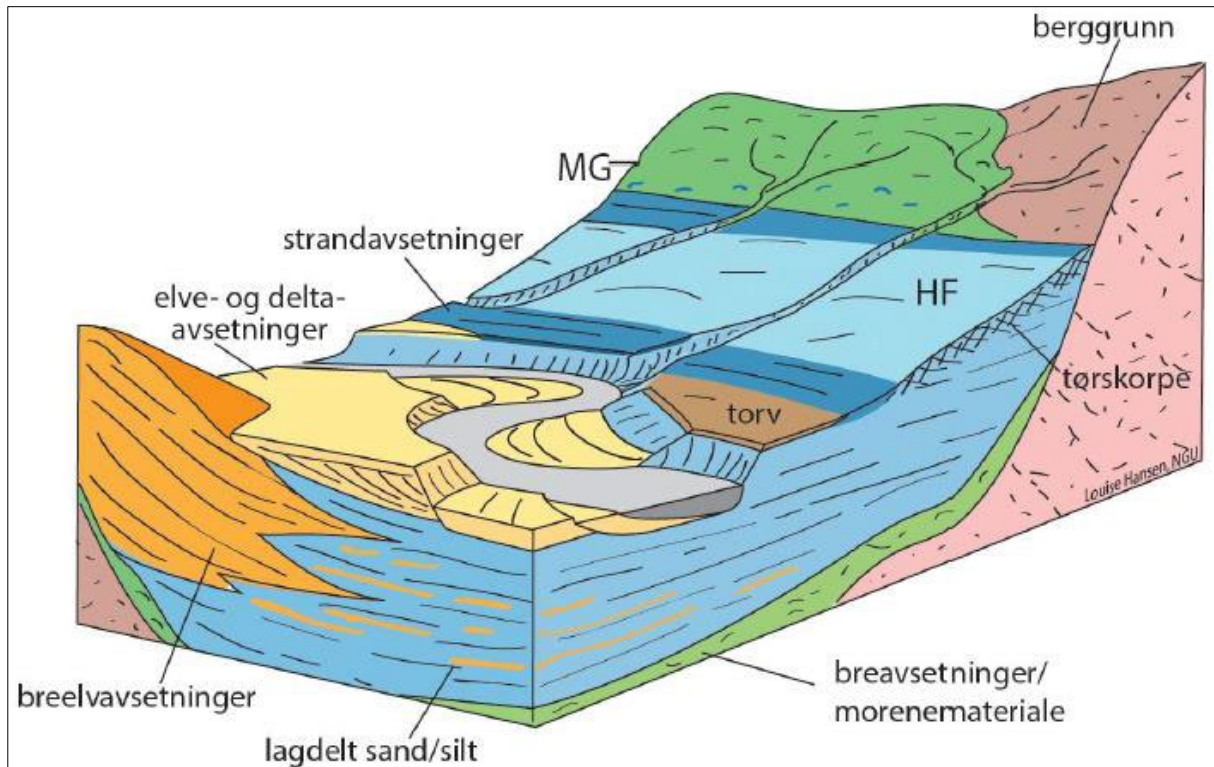


Figur 4: Flyfoto av undersøkelsesområde fra 2009. Den røde linjen viser den omtrentlige plasseringen av tiltaksområdet. Den grønne linjen viser bart fjell (Kilde: norgebilder.no).

### 3.2 Kwartærgeologiske kart og marin grense

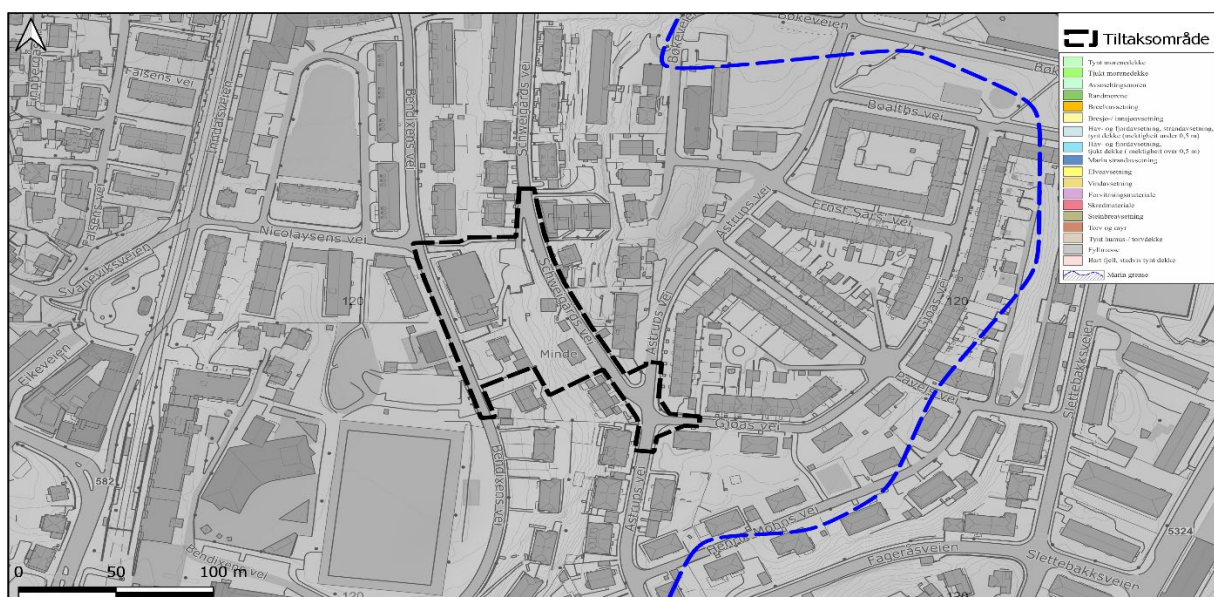
Løsmassene på overflaten i området er kartlagt av NGU for kart med målestokk 1:250 000, som gir en lavere detaljgrad enn hva som kreves for å konkludere om det kan være kvikkleire i grunnen eller ikke.

Det forventes at løsmassene har en kronologisk oppbygging, som helt eller delvis viser avsetningsprosessene etter siste istid. Det innebærer at morene normalt er avsatt på fast fjell, under marin leire, som igjen kan ligge under breelvavsetninger. Episodevise skredhendelser og kontinuerlig elveerosjon har deretter omfordelt løsmassene, og formet landskapet slik det fremstår i dag (Figur 5).



Figur 5: Typisk oppbygging av løsmasser avsatt i norske fjorder etter siste istid. Illustrasjon fra NGU.

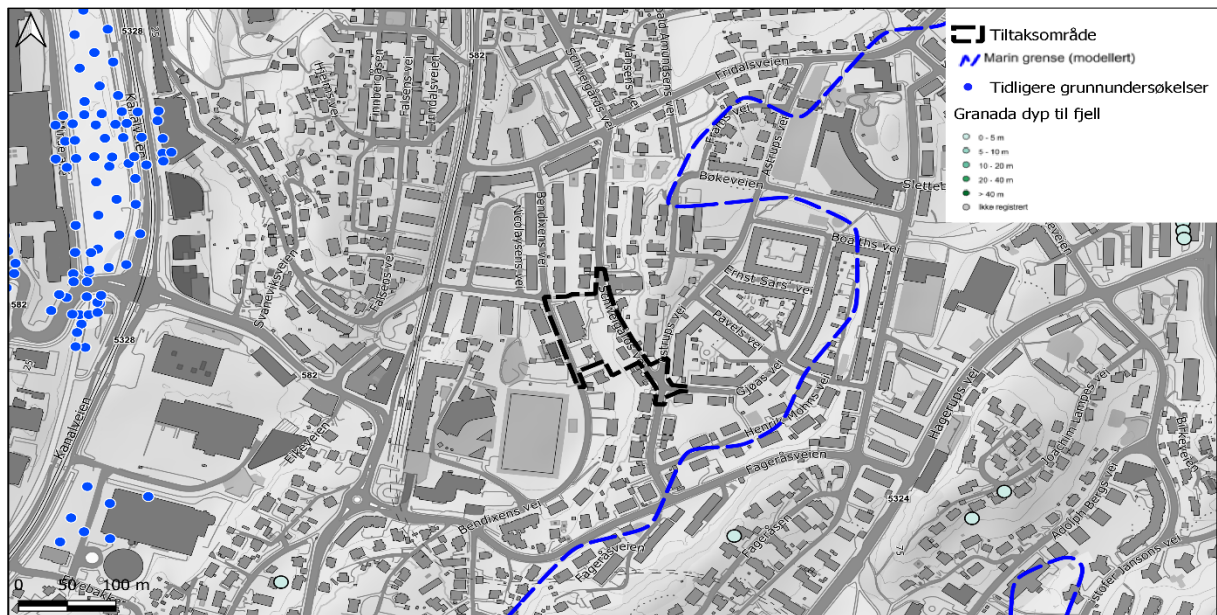
Ifølge løsmassekartet til NGU ligger tiltaksområdet på fyllmasse (Figur 6). Fyllmasser er definert som løsmasser som i hovedsak er transportert og avsatt av mennesker. Løsmassetypen finnes ofte i områder med nyere bygningsmasse og ved store veganlegg.



Figur 6: Det er markert fyllmasse ved tiltaksområdet i løsmassekartet til NGU (Kilde: www.ngu.no).

### 3.3 Oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser

Det er ingen tidligere grunnundersøkelser i nærheten av tiltaksområdet. Den nærmeste serien med grunnundersøkelser fra NADAG ligger ca. 450 m vest for tiltaksområdet, ved Kanalveien og de viser 12 m dybde til fjell. De nevnte grunnundersøkelser kan ikke brukes til å identifisere grunnforholdene i tiltaksområdet på grunn av den lange avstanden. Det nærmeste punktet fra GRANADA ligger ca. 170 m sørøst for tiltaksområdet, over marin grense og det viser 3 m dybde til fjell. Grunnundersøkelser fra GRANADA og NADAG er hentet den 21. mai 2024 og er vist i Figur 7.

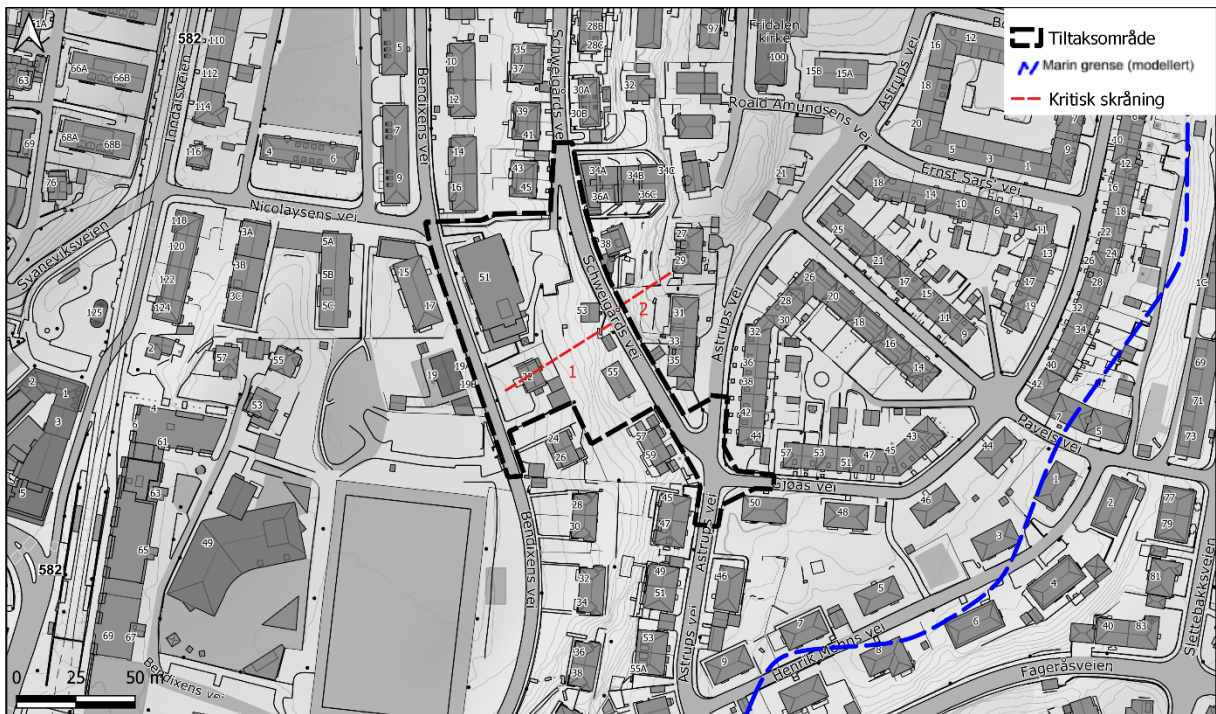


Figur 7: Figuren viser registrerte tidligere grunnundersøkelser fra GRANADA og NADAG i området (Kilde: [www.geo.ngu.no](http://www.geo.ngu.no)).

### 3.4 Identifikasjon av skråninger og mulig løseområde

NGU sitt løsmassekart, topografiske kart, flyfotoer, tidligere utførte grunnundersøkelser og den nasjonale grunnvannsdata-basen gir et godt grunnlag for avsetningsmiljø og forventede løsmasser.

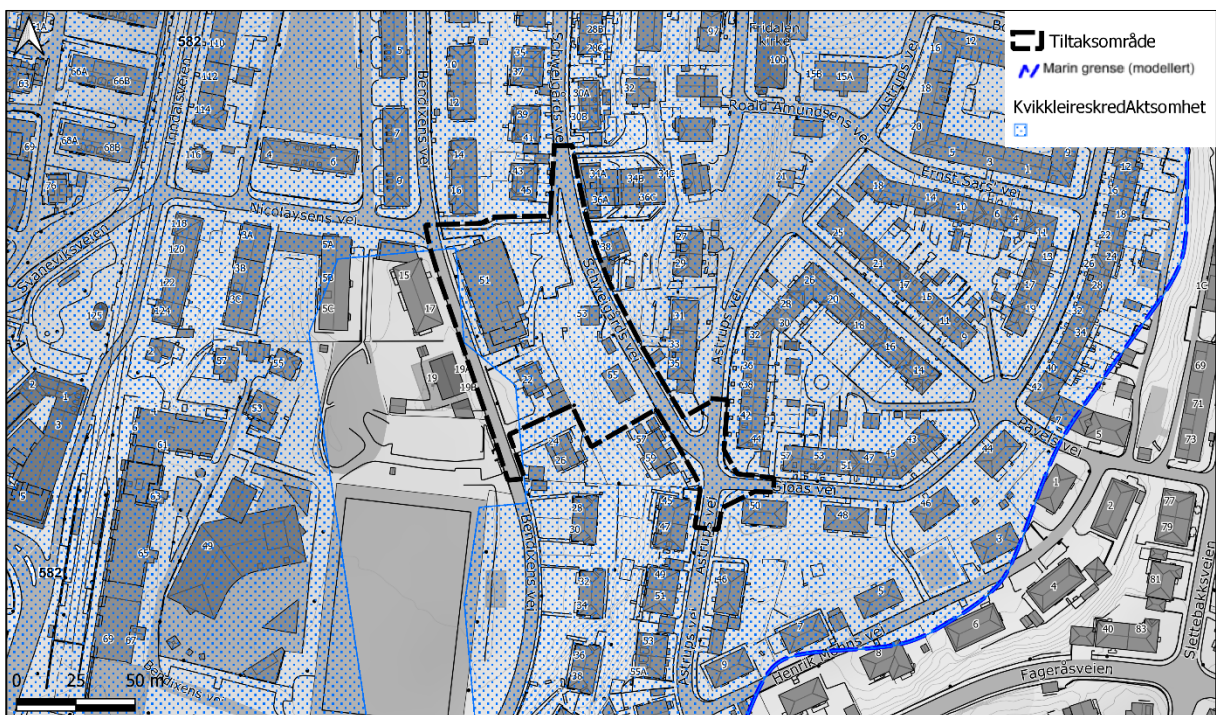
Basert på terrenngmodellen (Figur 2), fra flere kritiske skråninger som er over eller i tiltaksområdet, er to utvalgt her for videre undersøkelse (Figur 8). Den kritiske skråning nr. 1 har 12 m høydeforskjell og en helningsgrad på 1:4,7. Den kritiske skråning nr. 2 som ligger over tiltaksområdet, har 9 m høydeforskjell og en helningsgrad på 1:3.



Figur 8: Kritiske skråninger i og i nærheten av tiltaksområdet.

### 3.5 Beskrivelse av eksisterende kartlagt kvikkleiresone

Tiltaket ligger ikke i et løснеområde for en registrert kvikkleiresone av NVE. Mulighet for marin leire er ikke klassifisert, men marine avsetninger kan forekomme fordi arealet er under marin grense. Tiltaksområdet ligger innenfor kvikkleireskredaktomhetszone (Figur 9).



Figur 9: Tiltaksområdet ligger innenfor kvikkleireskredaktomhetszone. (Kilde: [www.temakart.nve.no](http://www.temakart.nve.no)).

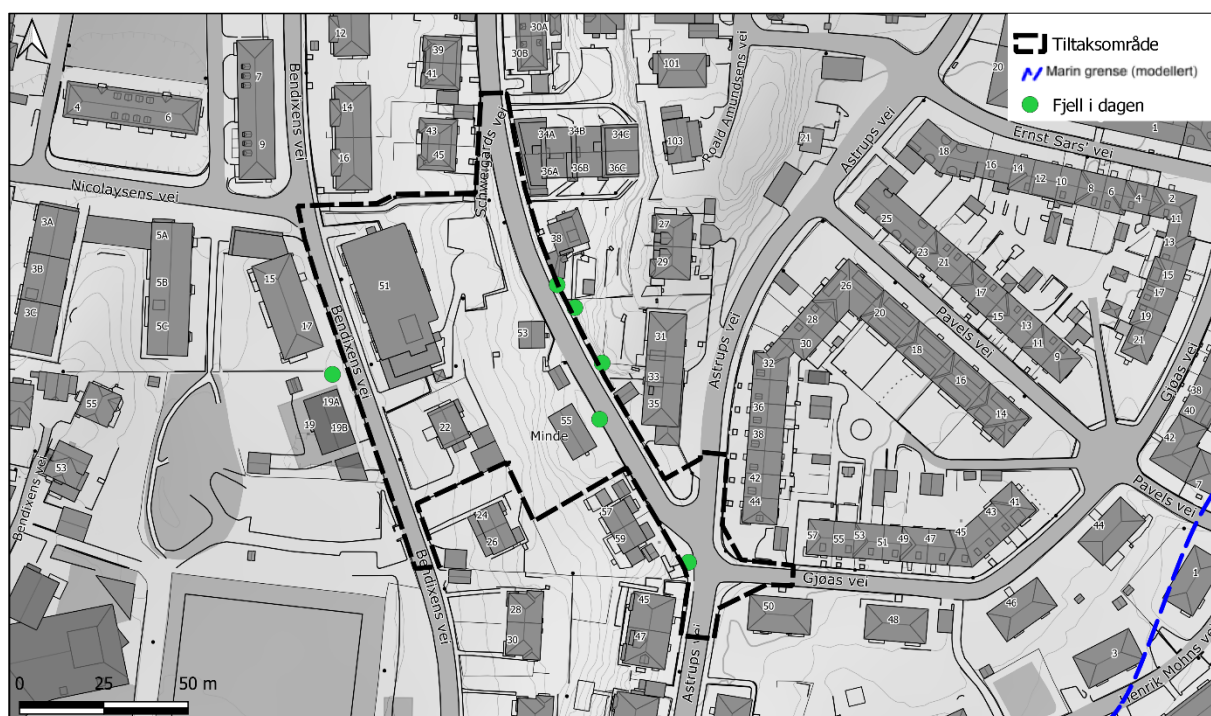
## 4. Befaring

Sunnfjord Geo Center v/Ramin Jalali var på befaring ved det vurderte området 15.05.2024. Befaringen fokuserte på skråninger for å undersøke mulig erosjon, deformasjon eller tegn til skredaktivitet, samt kartlegging av blottlagte løsmasser eller fjell der det var mulig. Befaringen ble utført etter veiledningsmaterieell fra NVE (Ref-1 og Ref-6)

Tiltaksområdet ligger sør for Bergen sentrum på Minde som er bebygd i hele området. Området er relativt flatt vest for tiltaksområdet ved Bendixens vei. Tiltaksområdet og området overfor ligger i bratt terreng der terrenget begynner å stige mot øst og nordøst. Marin grense ligger på ca. 54 moh.

### 4.1 Løsmasser og fjell

Siden dette er et bebygd område, ble det kun observert fyllmasser i tiltaksområdet. Det ble observert fast fjell stedvis inn i og i nærheten av tiltaksområdet. Figur 10 viser oversiktskart fra befaringen, med markerte observert fjell i dagen ved tiltaksområdet.



Figur 10: Oversiktskart over tiltaksområdet, med observasjonspunkter som fjell i dagen ble observert under befaringen. Grunnlagskart hentet fra norgeskart.no.

Figur 11 viser observert fjell i dagen sørøst for tiltaksområdet ved krysset mellom Gjøas vei og Astrups vei. Figur 12 viser fast fjell vest for tiltaksområdet ved Bendixens vei. Figur 13 og Figur 14 viser observert fjell i dagen i tiltaksområdet på begge sider av Schweigårds vei.



Figur 11: Fjell i dagen ved krysset mellom Gjøas vei og Astrups vei. Kilde: Sunnfjord Geo Center.



Figur 12: Fjell i dagen ved Bendixens vei. Kilde: Sunnfjord Geo Center.



Figur 13: Fjell i dagen i tiltaksområde, øst for Schweigårds vei. Kilde: Sunnfjord Geo Center.



Figur 14: Fjell i dagen i tiltaksområde, vest for Schweigårds vei. Kilde: Sunnfjord Geo Center.

## 4.2 Erosjon

I dette tilfellet er erosjon ikke et problem siden tiltaksområdet ligger langt fra elver og innsjøer, score 0 iht. NVE (Ref-6).



## 5. Konklusjon

Observasjoner fra befaringen bekrefter tolkningene fra terrengmodellen som sier at tiltaksområdet og området overfor ligger i et område som hovedsakelig er dannet av fjelloverflate. Basert på befaringsinformasjon er det konkludert med at tiltaksområdet ikke ligger i et aktsomhetsområde for områdeskred. Fjell i dagen og tynt løsmassedekke over fjell (<2 m) observeres rundt alle identifiserte kritiske skråninger.

Tiltaksområdet ligger ikke innenfor et mulig løsne- eller utløpsområde og utredningen av prosedyren avsluttes iht. steg 6 i Tabell 3.1 (Ref-1). Krav til områdestabilitet vurderes ivaretatt.

Da denne vurderingen av et K4 tiltak avslutter ved steg 6 i prosedyren er det ikke krav til uavhengig kvalitetssikring av denne rapporten.

## Referanser

- Ref-1: Norges vassdrags- og energidirektorat (2020) *Veileder nr. 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred*. Tilgjengelig fra:  
<https://publikasjoner.nve.no/veileder/2019/veileder2019>
- Ref-2: Plan- og bygningsloven (2008), *Lov om planlegging og byggesaksbehandling, §28-1 og §29-5*.
- Ref-3: Direktoratet for byggkvalitet (2017) *TEK17 §7-1 Byggteknisk forskrift, Sikkerhet mot naturpåkjenninger*.
- Ref-4: Direktoratet for byggkvalitet (2017) *TEK17 §10-2 Byggteknisk forskrift, konstruksjonssikkerhet*.
- Ref-5: L'Heureux, 2012: *A study of the retrogressive behavior and mobility of Norwegian quick clay landslides*, publisert i 11th International Symposium on Landslides.
- Ref-6: Moholt, R. (2020) *Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred – Metodebeskrivelse NGI*. (Ekstern Rapport nr. 9/2020). Majorstuen i Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

## Internettider:

NVE spørsmål-og-svar-om-kvikkleireveilederen

<https://www.nve.no/om-nve/spoer-nve/om-kvikkleire/sporsmal-og-svar-om-kvikkleireveilederen/>

Kart, satellittbilder og topografiske profil:

Kartverket, <http://www.norgeskart.no>  
<http://www.hoydedata.no>

Google <http://www.google.com/maps>

Norge i bilder <http://www.norgeibilder.no>

Geologiske og klimatiske data:

Norges geologiske undersøkelse, <http://www.ngu.no>

GRANADA-grunnvannsdatabasen <http://www.geo.ngu.no/kart/granada>  
NADAG-Nasjonal database for grunnundersøkelser

<http://www.geo.ngu.no/kart/nadag>  
Norges vassdrags- og energidirektorat, <http://www.temakart.nve.no>

Forskrifter:

Direktoratet for byggkvalitet, <http://www.lovdatabasen.no>