

NOTAT

Prosjekt	Prosjektleder	Dato
Årølia skole, Molde kommune	Ida Marie Herre	24.03.2021
Prosjektnummer	Opprettet av	Rev. dato
10223305	Elin Marie Jensen	
Utarbeidet av		
Elin Marie Jensen		
Kontrollert av		
Åsmund Elgvasslien		
Distribusjon	Firma	Navn
	Molde Kommune	Øystein Vassgård
	XPRO AS	Marie Styrvold

Årølia skole – geoteknisk vurdering

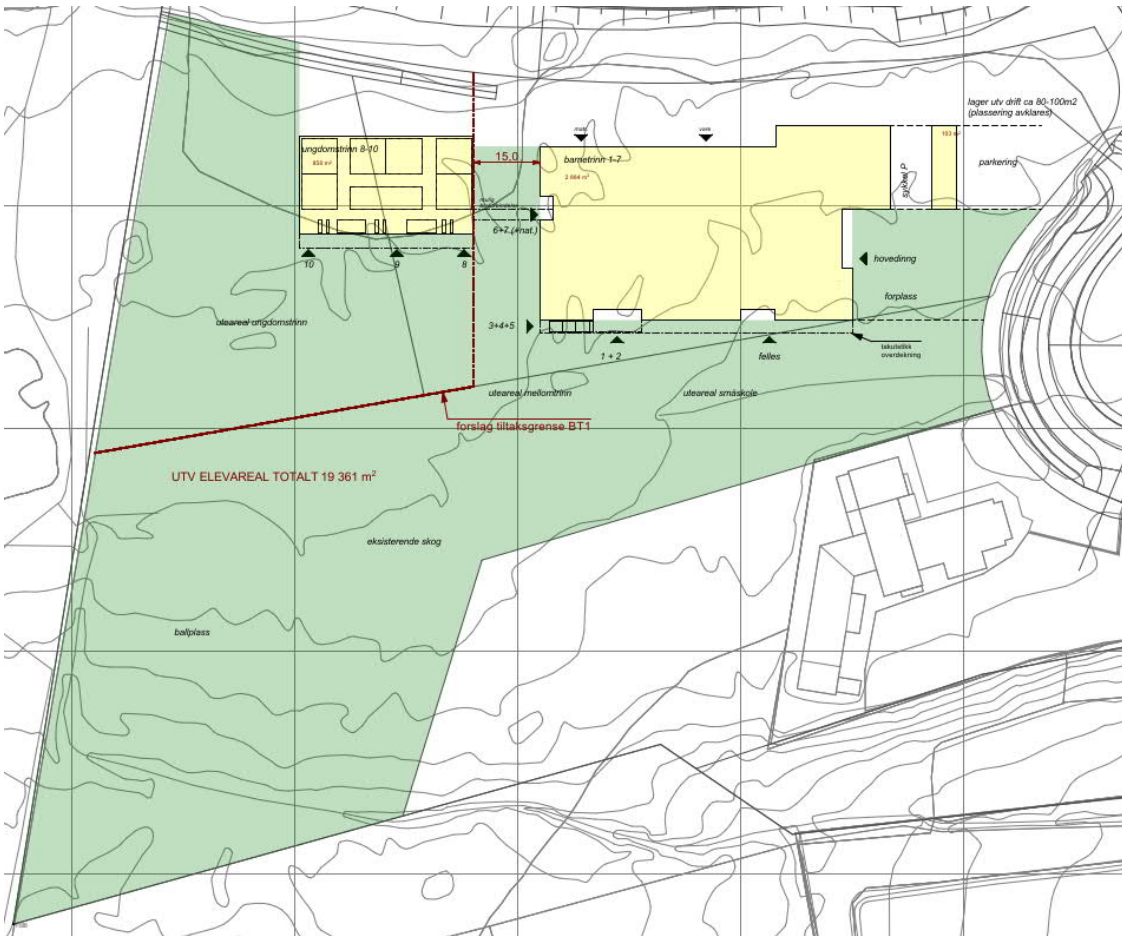
1. INNLEDNING

Det skal bygges ny barneskole i Årølia i Molde kommune på eiendommen gnr./nbr. 36/49. Det er planlagt å starte med byggetrinn 1 som består av skole for 1.-7. trinn, se Figur 1. Sweco Norge AS er engasjert for å gjøre en geoteknisk vurdering av tomten og utarbeidelse av mengdebeskrivelse for grunnarbeidene.

2. GRUNNLAG

Følgende grunnlag ligger til grunn for geotekniske vurdering av planområdet og nærliggende arealer:

- Geovest – Haugland AS, 2011.029-1 Grunnundersøkelser og geoteknisk vurdering Årølia utbyggingsområde, datert 27.05.2011 [1]
- GeoMidt AS, 20200607G Geoteknisk notat, vurdering av grunnforhold, datert 18.09.2020 [2]
- NGI, 20120088-02-R Kvikkleirekartlegging Kartbladene Tingvoll & Eide, datert 09.09.2013 [3]



Figur 1 Situasjonsplan, planlagt tiltak både byggetrinn 1 og mulig senere utvidelse. Rød linje markerer foreslått tiltaksgrense for byggetrinn 1, skole for 1.-7. trinn.

3. TERRENG OG GRUNNFORHOLD

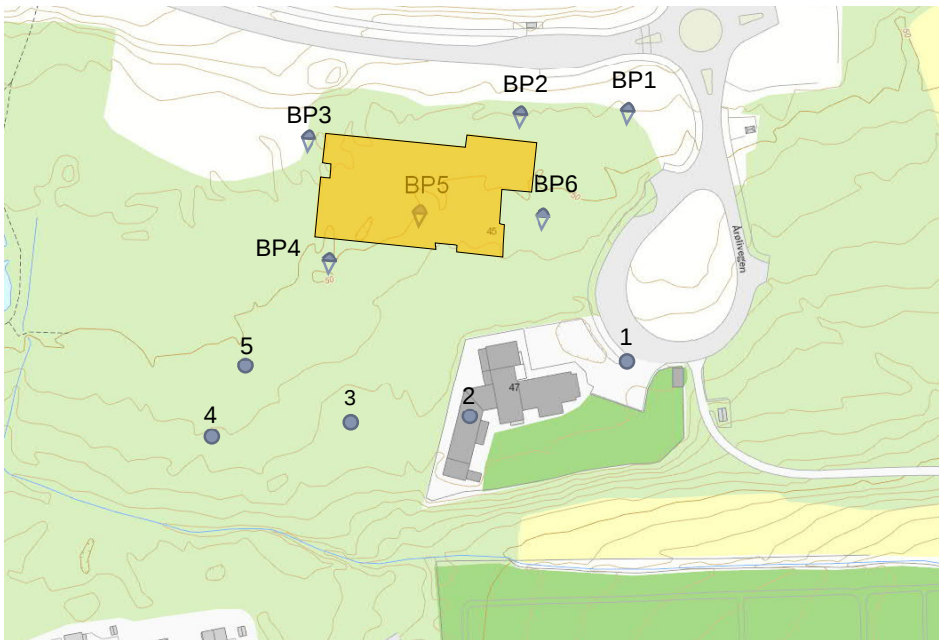
Topografi og kvartærgeologi

Planområdet ligger på et relativt flatt område, kotehøyde +49-50 m (høydesystem NN2000). Terrenget skrår ned mot en bekk sør for området med en helning på ca. 1:19.

Ifølge NGUs kvartærgeologiske løsmassekart [4] består løsmassene i planområdet av marin strandavsetning.

Grunnundersøkelser

Det har blitt utført grunnundersøkelser på planområdet 2011 og 2020 av Geovest – Haugland AS, [1], og GeoMidt AS, [2], se Figur 2 for omtrentlig plassering av disse. Øst for planområdet har NGI utført grunnundersøkelser i forbindelse med kvikkleirekartlegging i 2013 [3]. Tabell 1 viser koordinatene til borpunktene, samt dybde til fjell og terrenghøyde.



Figur 2 Omtrentlig plassering av tiltak og tidligere grunnundersøkelser (kart: norgeskart.no).

Tabell 1 Koordinater for borpunkter fra tidligere undersøkelser i området (EURF 89, UTM 32, NN2000) [1] [2].

Borpunkt	Utført av	Nord	Øst	Terrenghøyde [m.o.h]	Dybde til grunnvann [m]	Dybde til antatt berg [m]	Kote-høyde antatt berg [m]	Metode
BP1	GeoMidt	6959480	412767	50.8	-	4.3*	46,5	DRT
BP2	GeoMidt	6959475	412728	51	0.5	2.7*	48,3	DRT
BP3	GeoMidt	6959458	412650	51.2	-	4*	47,2	DRT
BP4	GeoMidt	6959415	412662	50	-	3.1*	46,9	DRT
BP5	GeoMidt	6959434	412695	49.8	-	1.6*	48,2	DRT
BP6	GeoMidt	6959437	412740	49.5	-	0.5*	49	DRT
1	Geovest	6959386.03	412774.837	46.4369	0.5	3.3	43,1369	PG
2	Geovest	6959359.49	412718.619	47.3795	0.4	0.7	46,6795	PG
3**	Geovest	6959352.65	412673.53	44.8607	0.35	1.4	43,4607	PG
4**	Geovest	6959341.32	412621.958	45.712	0.5	1.8	43,912	PG
5**	Geovest	6959369.68	412631.268	53.024	-	1.1	51,924	PG

*antatt dybde til fjell, det er ikke utført bergkontrollboring [2].

** Kvaliteten ved innmåling av posisjon er usikker grunnet tett skog og følgende dårlige GPS-forhold. Fra kart ser det ut til at høydene ved posisjon 3-5 hhv. skal være 47.5, 48.5 og 49.5. Det er høydene som får størst avvik ved dårlige satellitt forhold [1].

DRT = dreietrykksøndering

PG = Prøvegravning

Grunnforhold

Grunnundersøkelsene i rapport [2] viser grunnforhold bestående av et øvre torvlag på ca. 0,5 m over et antatt sand- og gruslag på 0,5 – 1,0 m. Derunder er det et større lag med finere masser av sand, silt og leire. Sonderingene avsluttes i et fast lag av morene (sand/grus) over antatt berg.

Sonderinger fra rapport [2] viser at det i BP 1 og BP4 kan være antydning til sprøbruddmateriale fra 1,5 – 4 m. Dette kan ikke bekreftes da det ikke er tatt opp prøver i noen av punktene i rapporten. I grunnundersøkelsene ble det heller ikke utført bergkontrollboringer, dermed er dybden til berg kun antatt basert på resultatet fra sonderingene. Dette betyr at det kan være berg på angitte dybder i Tabell 1 eller at dette er dybden for et fastere lag som ligger over berg. Det er uansett rimelig å anta at det ikke er veldig mye lengre til berg da man i rapport [1] fant berg ved prøvegravning på grunne dybder.

Sør på tomten er det utført prøvegravning i forbindelse med rapport [1]. Her består massene i hovedsak av et topplag av torv inntil 0,5 m tykt over et 2,8 m tykt lag av faste morenemasser av silt, sand og grus med mye stein.

4. REGELVERK OG STANDARDER

Gjeldende regelverk skal legges til grunn for den geotekniske prosjekteringen og lokalstabilitet:

- Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, [5]
- Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler, [6]
- Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger, [7]
- Plan- og bygningsloven, [8]
- Byggesaksforskriften (SAK10), [9]
- Byggeteknisk forskrift (TEK17), [10]

I tillegg, i den grad de er relevante, benyttes følgende veiledninger og håndbøker:

- Norges vassdrags- og energidirektorat, Veileder nr. 1-2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred, 2019 [11].
- Veiledning til TEK 17 [12].
- Statens vegvesen, Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, 2018 [13].
- Vibrasjoner fra sprengning og annen anleggsvirksomhet - Veiledning til NS 8141-1:2012+A1:2013 og NS 8141-2:201 [14].

5. SIKKERHET MOT NATURPÅKJENNINGER

Flom- og skredfare

Ifølge NVEs flomsonekart [15], ligger ikke planområdet innenfor noen flomsoner. Planområdet ligger sør for et skånsomt nedadgående terreng og det finnes ingen eventuelle utløpsområder for snø-, fjell- og løsmasseskred.

Områdestabilitet, skred i sprøbruddmateriale

I henhold til NVEs faresonekart [16] så ligger ikke området innenfor en registrert kvikkleire sone. Men ca. 650 m rett øst for området ligger kvikkleiresonen «1849 Elsås» som har faregrad middels og risikoklasse 3. Den utførte prøvegravingen i den sørlige delen av området hvor det ble tatt opp prøver viser ingen tegn til sprøbruddmateriale [1].

Sonderingene utført på planområdet kan ikke utelukke at det er sprøbruddmateriale i minst 2 av punktene. De 2 punktene ligger adskilt på tomten med flere sonderinger mellom seg, som ikke viser antydning til sprøbruddmateriale. Det vurderes at evt. sprøbruddmateriale er lokale forekomster og at en utgravning i området ikke vil utgjøre en risiko for utløsning av områdeskred.

Flyfoto, se Figur 3, fra bygging av boligfeltet nord for Årølivegen viser berg i dagen for hele området. Det vurderes derfor at bygging av Årølia skole ikke medfører områdestabilitetsproblematikk mot det ovenforliggende området.



Figur 3: Berg i dagen ved bygging av veg og boligfelt nord for Årølivegen. Årølia skole blir anlagt i skogsområdet nederst på bildet.
kilde: <https://www.google.com/maps/@62.7556577,7.2908591,97m/data=!3m1!1e3>

6. GRUNNLAG FOR GEOTEKNISK PROSJEKTERING

Tabell 2: Oppsummering av valgte sikkerhetsprinsipper for tiltaket

Sikkerhetsprinsipper	Klasse/kategori	Referanse til regelverk
Geoteknisk kategori	1	[6]
Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC)	2	[5]
Tiltaksklasse	2	[9]
Prosjekterings- og utførelseskontroll (PKK/UKK)	2	[5]
Seismisk grunntype	A	[7]
Seismisk klasse	II	[7]

Geoteknisk kategori

Eurokode 7 stiller krav til prosjektering av geotekniske konstruksjoner. Kravene til geoteknisk prosjektering deles i tre geotekniske kategorier, 1 - 3, og geoteknisk konstruksjon klassifiseres etter geoteknisk kategori (se kapittel 2.1 i Eurokode 7 [6]). Tiltaket er vurdert til å være i henhold til geoteknisk kategori 1 og samsvarer med relativt enkle konstruksjoner hvor det er mulig å sikre at de grunnleggende kravene vil bli tilfredsstilt på grunnlag av erfaring og kvalitative geotekniske undersøkelser [6]. Tiltaket fører til minimal risiko med hensyn til områdestabilitet eller bevegelser i grunnen både med og uten steinsprenging.

Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC)

Eurokode 0 stiller krav til pålitelighetsdifferensiering for å vurdere konsekvensene av brudd eller funksjonssvikt for konstruksjoner. Konstruksjoner klassifiseres etter tre konsekvens- og pålitelighetsklasser, (CC/RC) 1 - 3 (se Tillegg B1, Tabell B1 i ref. [5]). Den representative klassen er bestemt etter Tabell NA.A1(901) [5] til å være klasse 2 som samsvarer med et veiledende eksempel «kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg, osv.».

Tiltaksklasse

I henhold til tabell 2 i SAK10 §9-4 [9] er det satt opp kriterier for tiltaksplassering. Det planlagte bygget er plassert i tiltaksklasse 2 med bakgrunn i «Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht. NS-EN 1990 + NA plasseres i pålitelighetsklasse 2».

Prosjekterings- og utførelseskontroll

Eurokode 0 gir videre føringer til krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll avhengig av konsekvens- og pålitelighetsklasse. I henhold til tabell NA.A1(902) og NA.A1(903) [5] settes prosjekteringskontroll og utførelseskontroll av geotekniske arbeider til kontrollklasse PKK2 og UKK2.

For prosjekterings- og utførelseskontroll gjelder dermed at det utføres egenkontroll, intersystematisk kontroll og utvidet kontroll.

Seismisk dimensjonering

Bygninger blir klassifisert i fire seismiske klasser (I – IV) avhengig av konsekvensene et sammenbrudd har. Etter Eurokode 8 [7] vurderes planområdet å ligge i grunntype A (Tabell NA.3.1) med følgende beskrivelse av stratigrafisk profil: «Fjell eller fjell-liknende geologisk formasjon, medregnet høyst 5m svakere materiale på overflaten». Avstanden ned til berg varierer mellom 0,5 og 4,3 m og massene består av sandig, siltig, grusig materiale. Forsterkningsfaktor er valgt til $S = 1,0$ for grunntype A i henhold til tabell NA.3.3.

Utbyggingen er plassert i seismisk klasse II med seismisk faktor $\gamma_1 = 1,0$ ifølge Eurokode 8 (Tabell NA.4(901) og NA.4(902) [7]), etter et veiledende eksempel «skoler og institusjonsbygg».

Spissverdien for berggrunnens akselerasjon for Vinjeøra er $a_{g40Hz} = 0,6 \text{ m/s}^2$. Det gir referansespissverdi $a_{gR} = 0,8 \cdot a_{g40Hz} = 0,8 \cdot 0,6 \text{ m/s}^2 = 0,48 \text{ m/s}^2$. Grunnens dimensjonerende akselerasjon blir da $a_g \cdot S = \gamma_1 \cdot a_{gR} \cdot S = 1,0 \cdot 0,48 \cdot 1,0 \text{ m/s}^2 = 0,48 \text{ m/s}^2$. Grunnens dimensjonerende akselerasjon er mindre enn utelatelseskriteriet for lav seismisitet $a_g \cdot S \leq 0,49 \text{ m/s}^2$. Det stilles derfor ikke krav om dimensjonering for jordskjelv.

Materialparametere

Det må utføres masseutskifting av massene på tomten. På grunn av denne masseutskiftingen eller hvis det er behov til å jevne fundamentnivået etter sprengning av berget, kan man bruke fyllmasse/sprengstein. Statens vegvesens håndbok V220 [17] anbefaler materialparametere til fyllmasser/sprengstein, se Tabell 3. Det er benyttet materialfaktor $\chi_M = 1,25$ [6].

Tabell 3: Materialparameter for bæreevneberegninger. γ - tyngdetetthet; ϕ' - friksjonsvinkel; a – attraksjon.

Material	γ (kN/m ³)	$\tan(\phi')$	a (kPa)
Fyllmasser/sprengstein	19,0	0,90	0

7. GEOTEKNISK VURDERING

Planområdet ligger i et relativt flatt område med løsmasser med tykkelse mellom 0,5-4,3 m. Det er i nordlige og vestlige deler av planområdet for byggetrinn 1 at dybde til berg er størst. Det er også i områdene hvor det er størst dyp til berg at det er usikkerhet om hvorvidt det er sprøbruddmateriale over berg (se BP1 og BP4 i Tabell 1 og Figur 2).

Grunnet usikkerhet i hvorvidt det er sprøbruddmateriale i deler av planområdet, samt usikkerhet rundt setningsegenskapene til silt/leirelaget i de mektigste løsmassene anbefales det masseutskifting av alle løsmasser ned til fast morene eller berg.

Det planlegges at bygget skal fundamenteres slik at OK gulv er på kote +50,0m. Løsmasser må fjernes og berg skal sprenges bort slik at nødvendig fundamentering er mulig.

Det må unngås å direktefundamentere delvis på berg og delvis på originale masser. For å unngå differensialsetninger anbefales det masseutskifting av alle løsmasser med sprengsteinfylling på tomte, samt at det undersprenges og fundamenteres på 1,0 m sprengsteinfylling på berg for den sørvestlige delen av tomte, og ellers der det påtreffes berg over kote +48,5.

Grunntrykk /Bæreevne

Maksimalt tillatt grunntrykk etter sprengning, masseutskifting og komprimering av sprengsteinfylling estimert til å være 450 kPa, forutsatt ingen horisontalkrefter og at fundamentene har en overdekning på minimum 0,5 m drenerende friksjonsmasser målt fra UK fundament til OK gulv på grunn. Det må etableres en sprengsteinspute på minimum 1,0 m over berg.

Fundamentplanen og laster skal kontrolleres av en geotekniker med hensyn til bæreevne som en del av detaljprosjekteringen. Fundamenter med betydelig horisontalpåkjenning må vurderes spesielt.

Graving og lokalstabilitet

I løpet av utgraving og masseutskifting mot adkomstvei i nordlig del av området og området i øst mot Årølia barnehage må det tas hensyn til stabiliteten til graveskråningene. Ifølge N200 håndbok (Tabell 242.1) [17] kan graveskråningen ikke ha helning brattere enn 1:3. Eventuelle midlertidige graveskråninger, graving med kort dybde til berg eller skrån timer ellers på tomten kan ha graveskråning 1:2. Skråningene må tildekkes med plastduk/presenning for å unngå utvasking av masser ved store nedbørsmengder. Geotekniker bør vurdere massene under utgraving, for å avgjøre om massene er som antatt og om det må settes inn tiltak pga. evt. sprøbruddmateriale. Ved problemer underveis i utgravingene må geotekniker kontaktes umiddelbart.

Rekkefølgebestemmelser

- Myr og humusholdige masser fjernes og deponeres til hertil egnet deponi.
- Entreprenør skal fjerne alle masser på tomte ned til fastsatt utgravningsnivå 0,3 m over berg. Alle silt- og leirholdige masser under det fastsatte utgravningsnivå må fjernes ned til berg eller til faste lag av sand/grus.
- Resterende masser over berg skal komprimeres iht. NS3458, lett komprimering.
- Det må gjennomføres prøvegraving til berg i minimum 15 punkter fordelt utover tomte for å kontrollere bergnivå og løsmasser over berget før innfylling av kvalitetsfylling. Ved funn av leire- og siltholdige masser i prøvegravingene, skal disse massene fjernes. Geotekniker må vurdere beskaffenheten til massene ved prøvegravingen og vurdere om de er tilfredsstillende til underlag for fundamenteringen av skolen.
- Innfylling av kvalitetsfylling med sprengstein 0/300 opp til kote +48,5, deretter pukk 20/120 opp til ferdig fyllingsnivå for grunnentreprisen, kote +49,5.

REFERANSER

- [1] Geovest - Haugland AS, «2011.029-1 Grunnundersøkelser og geoteknisk vurdering Årølia utbyggingsområde,» 2011.
- [2] GeoMidt AS, «20200607G Geoteknisk notat, vurdering av grunnforhold,» 2020.
- [3] NGI, «20120088-02-R Kvikkleirekartlegging Kartbladene Tingvoll & Eide,» 2013.
- [4] NGU, «Løsmassekart,» 2020. [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/.
- [5] Standard Norge, NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 - Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, 2016.
- [6] Standard Norge, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 - Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler, 2016.
- [7] Standard Norge, «NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 - Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger,» 2014.
- [8] Kommunal- og moderniseringsepartementet, «Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven),» 2019. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>.
- [9] Direktoratet for byggkvalitet, «Byggesaksforskriften (SAK 10),» 2011. [Internett]. Available: <https://dibk.no/byggeregler/sak/>.
- [10] Direktoratet for byggkvalitet, Byggteknisk forskrift (TEK17), 2017.
- [11] NVE, *Veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred»*, 2019.
- [12] «Direktoratet for byggkvalitet», «Veileder TEK 17,» [Internett]. Available: https://dibk.no/globalassets/byggteknisk-forskrift-tek17/veiledning-til-byggteknisk-forskrift-tek17-01.07.2017_oppdateret-15.09.2017.pdf.
- [13] Statens Vegvesen, «Håndbok V220 Veiledning Geoteknikk i vegbygging,» 2018.
- [14] Standard Norge, «Vibrasjoner fra sprengning og annenanleggsvirksomhet - Veiledning til NS 8141-1:2012+A1:2013 og NS8141-2:2013,» 2014.
- [15] NVE, «Flomsonekart,» 2019. [Internett]. Available: <https://temakart.nve.no/link/?link=flomsone>.
- [16] NVE, «Skrednett, Kvikkleire soner og marin grense, skredhendelser,» 2019. [Internett]. Available: atlas.nve.no.
- [17] Statens Vegvesen, «Håndbok N200 Vegbygging,» 2018.