



RAPPORT

Geoteknisk vurdering Formålsbygg Sande sentrum

VURDERING AV EROSJONSFORHOLD LANGS
SANDEELVA, SANDE SENTRUM

DOK.NR. 20170711-03-R
REV.NR. 1 / 2019-06-28

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: Geoteknisk vurdering Formålsbygg Sande sentrum
Dokumenttittel: Vurdering av erosjonsforhold langs Sandeelva, Sande sentrum
Dokumentnr.: 20170711-03-R
Dato: 2019-06-27
Rev.nr. / Rev.dato: 1 / 2019-06-28

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Sande kommune
Kontaktperson: Knut Johansen
Kontraktreferanse: Endringsordre signert 15. mai 2019

for NGI

Prosjektleder: Kristine H. H. Ekseth
Utarbeidet av: Kristine H. H. Ekseth
Kontrollert av: Bjørn Kalsnes

Sammendrag

NGI har på oppdrag av Sande kommune befart og vurdert erosjonsforholdene langs Sandeelva ved skoletomten i Sande kommune. Under befaring ble det observert noe erosjon på begge sider av elven, samt enkelte områder med sig i skråningen. Det er tidligere opprettet 3 kvikkleiresoner langs østre elvebredd, og stabilitetsberegninger i tidligere NGI-rapport 20170711-02-R viser ikke tilfredsstillende stabilitet etter NVE-veileder 7-2014.

Basert på observasjoner fra befaring og tilgjengelige vurderinger i tidligere rapporter, er det anbefalt erosjonssikring av elven langs hele elvebredden i det aktuelle området. Det foreslås også avlastning i skråningstopp enkelte plasser. Blågrønne løsninger i form av fordrøyningsbasseng og planting av ulike typer vegetasjon med dyperegående røtter i tilknytning til en elvepark vil også bidra positivt til stabiliteten, særlig i øvre del av løsmassene i en skråning. Generelt bemerkes det at alle typer bygningsmessige tiltak i området medfølger krav til sikring, ref. NVE-veileder 7-2014. For en diskusjon rundt dette, samt bakgrunnen for tiltak, henvises det til NGI-rapport 20170711-02-R.

Innhold

1	Innledning	6
2	Grunnlag	6
3	Terreng og grunnforhold	7
4	Observasjoner fra befaring	8
5	Anbefalte tiltak	9
6	Konklusjon	12
7	Referanser	12

Tegning

Tegning nr. 001 Befaringskart med GPS-spor og avmerkede punkt

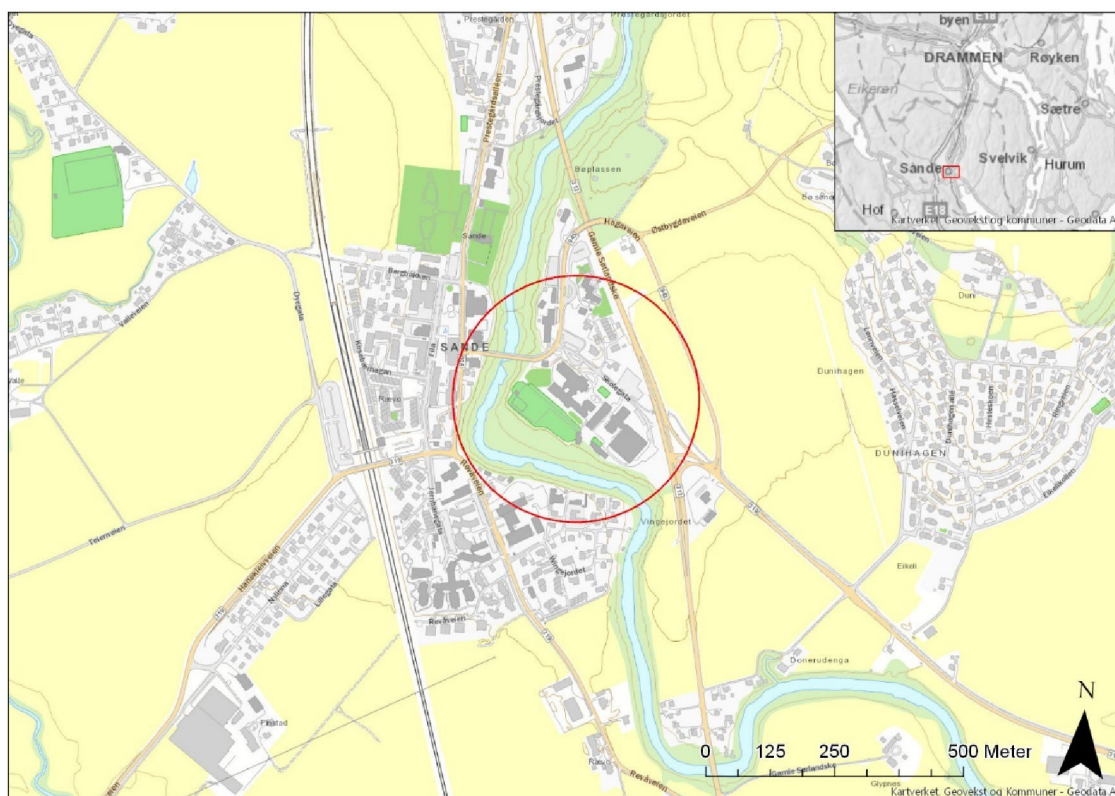
Vedlegg

Vedlegg A Observasjoner fra befaring

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

NGI er av Sande kommune bedt om å gjøre en vurdering av erosjonsforholdene ved skoletomten langs Sandeelva, samt hvilke tiltak som kan være hensiktsmessige å utføre i forbindelse med tenkt bebyggelse og parkutvikling langs elven. Undersøkt område er vist i Figur 1. Det er tidligere opprettet 3 kvikkleiresoner i området (Bøplassen sør, Skolegata og Vingejordet), og erosjon langs elvebredden kan kunne utløse et kvikkleireskred.



Figur 1 Undersøkt område i Sande kommune.

2 Grunnlag

Følgende dokumenter ligger til grunn for vurderingen av erosjon langs Sandeelva, samt gir informasjon om kvikkleirefaresonenes utbredelse og skråningsstabiliteten i området:

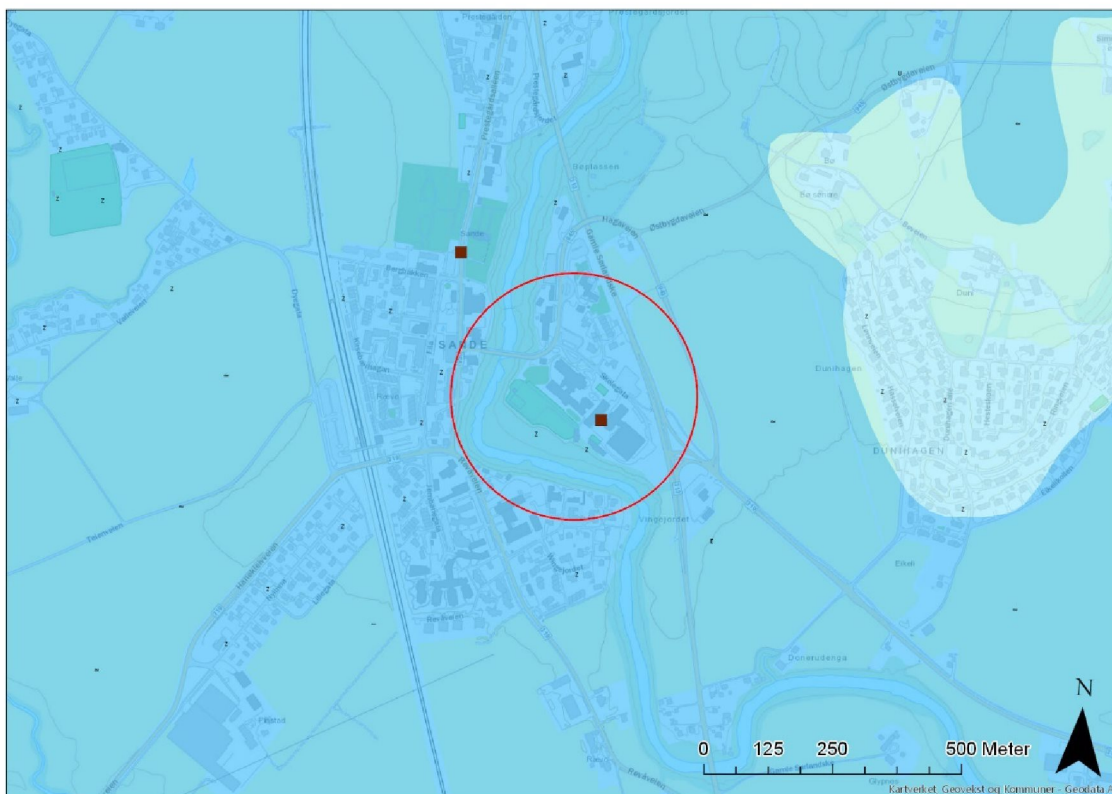
- NVE 2014. Veileder 7-2014. Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. (NVE, 2014)
- NGI-rapport 20170711-01-R: Formålsbygg Sande sentrum. Datarapport grunnundersøkelser. Datert 23. november 2017. (NGI, 2017a)
- NGI-rapport 20110177-00-7-R: Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 502 Gunnestad i Sande kommune i Vestfold. Rev. 1. Datert 6. november 2012. (NGI, 2012)

- NGI-rapport 20150216-01-R: Sande sentrum – Områdemodell for finansiering av felles infrastruktur. Konstruksjonsvurdering, skredsikring. Datert 23. september 2015. (NGI, 2015)
- NGI-rapport 20170711-02-R: Geoteknisk vurdering formålsbygg Sande sentrum. Områdestabilitetsberegninger. Datert 20. desember 2017 (NGI, 2017b)
- Eurokode 7 ((NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016, 2016)

Det er utført en del grunnundersøkelser i forbindelse med tidligere prosjekter, og enkelte av de tidligere prosjektene har også tatt for seg erosjonsforhold i elva, blant annet NGI-rapporter 20150216-01-R (NGI, 2015) og 20110177-00-7-R (NGI, 2012).

3 Terreng og grunnforhold

Prosjektområdet ligger under marin grense. Fra kvartærgeologisk kart (NGU, 2018) fremkommer det at løsmassene i området består av et sammenhengende, tykt dekke av fjord- og havavsetninger. Punktsymboler i løsmassekartet gir informasjon om at det er leirig silt på flaten mellom Østbygdaveien og Fv 319, mens det på skråningen ut mot Sandeelva, ved skolene, er markert punkter for fyllmasse. Antagelig er det ved bygging av skolebyggene fylt opp ut på skråningskant. I tillegg er det fluviale avsetninger langs elven og kanskje også opp på platået, men disse er ikke avmerket på kartet.



Figur 2 Løsmassekart med symboler. Z står for fyllmasse, E for Elve- og bekkeavsetning. Brun firkant står for løsmasseskred, uspesifisert. Mørkere blå farge står for sammenhengende

fjord- og havavsetninger, lyseblått for usammenhengende eller tynt dekke av fjord- og havavsetninger.

I NVEs Skrednett (NVE, 2018) ligger et punkt for en skredhendelse på skoletomten. Dette er en tidligere skredhendelse som det finnes lite tilgjengelig informasjon om, men skredgropen er antageligvis oppfylt hvis den ligger i skolebygg-området. Se ellers avsnitt 4 for mer drøfting rundt dette punktet.

4 Observasjoner fra befaring

NGI ved Kristine H. H. Ekseth befarte Sandeelva, langs skoleområdet, 18. juni 2019. Tegning 001 viser befaringsskart med GPS-spor og nummererte linjer og punkt. Vedlegg A viser punktnummer fra tegning 001 med tilhørende kommentar, samt bilder.

Generelt viste befaringen at det er noe erosjon på begge sider av elven langs hele den befarte strekningen. Strekningen ble befart langs østre bredd, men det var generelt god sikt til den vestre elvebredd. Det ble ikke observert aktiv erosjon/pågående utglidninger. Derimot ble det observert pågående sig i skråningen flere steder (linje 2,3, 5 i tegning 001 og beskrevet i Vedlegg A). Ca. 3 m under skråningstopp siger det ut vann flere steder langs det befarte området (bl.a. linje 4 i tegning 001).

Sør og nord for skoletomten er det utført erosjonssikring av elven, anleggsnr. 6678, tiltaksnr. 4981 (NVE, 2018). Tiltaket ble utført i 1989 og består av steinsetting av elvebredden langs kirkegården på vestsiden og i yttersving rett sør for skolen (rosa linjer i tegning 001). Tiltakets utstrekning på kart og utstrekning ved befaring (østlig elvebredd) stemmer ikke over ens ved skoletomten – tiltaket starter lenger sør enn indikert på kart. Det er også pågående erosjon i elvebredden nord for tiltaket.

I utkanten av skoletomten er det en ravine og en skredgrop. Skredgropen kan være etter skredet som er rapportert i Skrednett (NVE, 2018) ved skolebyggene lenger nordvest. Rett nord for skredgropen kommer et drenerør ut og spylor vann ned i erosjonssikringen. Vannet renner ikke jevnt, slik at røret antageligvis ikke er lagt for å ta unna overvann. Ved befaringstidspunktet var det ingen nedbør, men vannet økte plutselig i mengde (se bilde i Figur 3).



Figur 3 Drensrør og erosjonssikring ved Sandeelva, sør for skolebygningene.

Et par meter ned i skredgropen er det blant annet eksponert en betongblokk; det er uvisst hvilken konstruksjon denne har tilhørt. Videre nedover i skredgropen ligger også flere avrundede steinblokker, disse kan vært del av en tidligere fylling.

I ravinen er det observert litt erosjon, men det kommer vann ut av ravineskråningene, ca. 3 m under topp. Det går også et vannrør/drensrør gjennom ravinen, men vannet ser ikke ut til å komme fra dette.

5 Anbefalte tiltak

NGI-rapport 20110177-00-7-R anbefaler en del tiltak langs Sandeelva. Disse tiltakene er hovedsakelig foreslått langs vestlig elvebredd, men det er også foreslått også enkelte tiltak ved skolen. Ett av de foreslåtte tiltakene for vestlig elvebredd vil vesentlig endre elveløpet, slik at det må graves i fot av skråning ved skolebygget. Basert på forekomst av sprøbruddsmateriale samt stabilitetsberegninger som viser ikke tilfredsstillende stabilitet i 3 profiler fra NGI-rapport 20170711-02-R vil det ikke være hensiktsmessig å endre elveløpet, da dette vil øke skredfaren i området betraktelig.

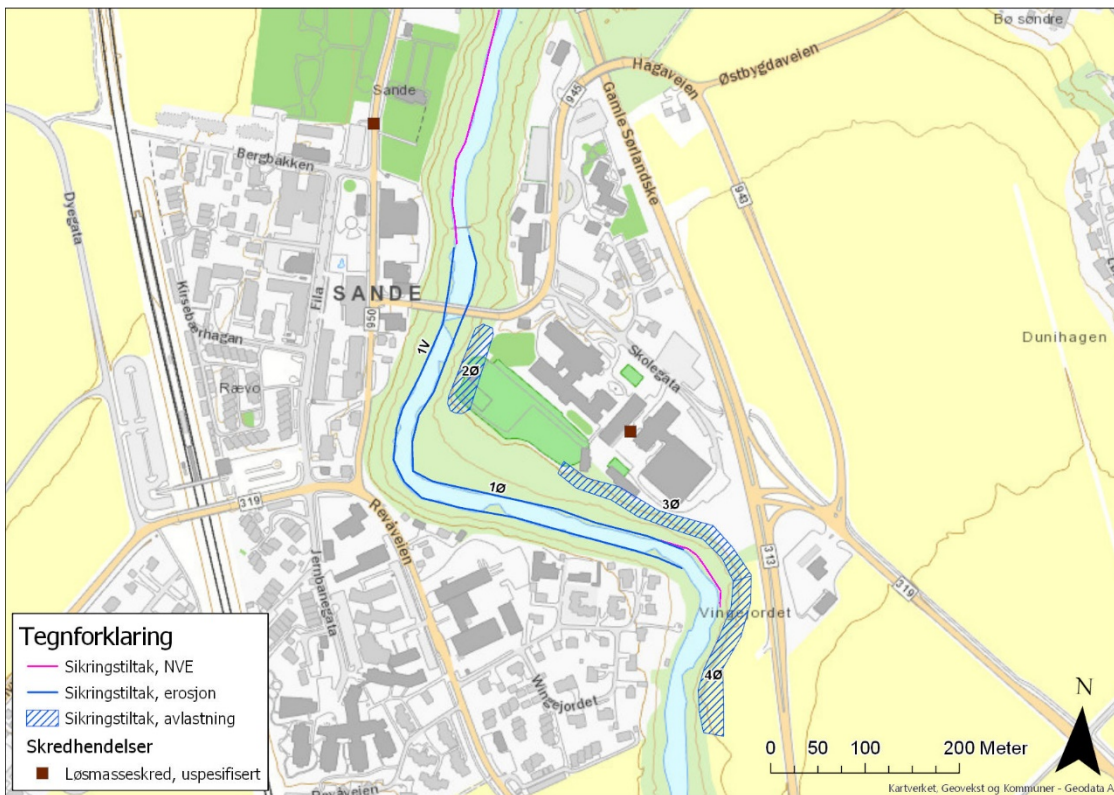
NGI-rapport 20150216-01-R vurderer flere ulike løsninger for sikringstiltak langs elven. For Klokkerjordet er det ikke vurdert noe konkret, annet enn at hele strekningen der det er kvikkleire ut mot elven må sikres. Området fra broen over Sandeelva til skolen er ikke

vurdert nærmere i rapporten fra 2015. Det nevnes at en generell erosjonssikring langs elveløpet gjennom Sande sentrum bør gjøres i forbindelse med sentrumsutviklingen.

I ravinen bør det gjøres nærmere undersøkelser i tilknytning til forekomst av vann fra terrenget samt en erosjonssikring i ravinen for å forhindre videreutvikling av erosjonen. Vannrøret som kommer ut rett nord for ravinen bør vurderes fjernet og en annen løsning for håndtering av dette vannet må finnes. Dersom vannrøret fortsetter å spyle vann inn i erosjonssikringen, vil dette medføre ugunstig tilførsel av vann og erosjon rundt erosjonssikringstiltaket. Dette vil på sikt kunne medføre en svekkelse av tiltaket.

Områder som bør vurderes avlastet eller erosjonssikret (for eksempel plastring eller steinsetting langs elvekanten) er avmerket i Figur 4. Vurderingen er basert på observasjoner fra befaring og tidligere beregninger/forslag til avlastning i NGI-rapport 20170711-02-R. For nærmere beskrivelser av mulige tiltak i elvekanten henvises det til NVE-veileder 4-2009 (NVE, 2009).

Tiltak som oppsummeres i denne rapporten og i rapport 20170711-02-R er gjeldende for alle ønskede tiltak i området som medfører tilleggslast på terrenget, enten det gjelder skolebygg eller andre typer bygg som boligenheter eller næringsbygg. Tiltak som gjøres i områder med kvikkleiresoner må følge NVE-veileder 7-2014 (NVE, 2014) gjeldende områdestabilitet og Eurokode 7 (NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016, 2016) gjeldende lokalstabilitet for byggegrop og andre tiltak som adkomstveier o.a.. For detaljer angående stabilitetsberegninger (områdestabilitet) henvises det til rapport 20170711-02-R.



Figur 4 Foreslåtte tiltak i området rundt nåværende skolebygg. Erosjonssikring foreslått basert på observasjoner under befaring, avlastning hentet fra NGI-rapport 20170711-02-R.

Særlig erosjonssikring langs elvebredd vil være et viktig tiltak for å redusere skredfaren i området og for hele sentrumsområdet. Antall løpemeter tiltak er oppsummert i Tabell 1.

Tabell 1 Estimat på antall løpemeter for erosjonssikring og avlastning langs Sandeelva (befart område). Løpemeter avlastning er hentet fra NGI-rapport 20170711-02-R, løpemeter erosjonssikring hentet fra vurderinger i denne rapporten.

Tiltaksnummer	Tiltak	Lengde av tiltak (m)
1V	Erosjonssikring	574
1Ø	Erosjonssikring	563
2Ø	Avlastning	98
3Ø	Avlastning	230
4Ø*	Avlastning	172

*4Ø tilhører ikke til kvikkleiresone Skolegata, men til Vingejordet, og trenger ikke avlastning før det eventuelt skal gjøres tiltak her i forbindelse med f.eks. en elvepark. Erosjonssikringen bør føres videre sørover, men tas ikke med som del av denne rapporten.

Erosjonssikring langs hele elvebredden er et viktig tiltak som bidrar til å ivareta områdestabilitet i området. Steinsetting av elvebredden vil være en mulig løsning. Her skal høyden på tiltaket, ifølge NVE-veileder 4-2009 (NVE, 2009), tilsvare dimensjonerende flom pluss "minst en hastighetshøyde" (dvs. $\frac{V^2}{2g}$) eller opp til topp av

elvbredd dersom dimensjonerende flom er høyere enn elvbredd. Sikringstiltakene bør utføres langs begge sider av elven, men sikringsarbeidet bør ikke nødvendigvis foregå samtidig. Det er naturlig at erosjonssikring av østlig bredde foregår mens det er andre byggeaktiviteter pågående.

Dersom det lages en elvepark langs den befarte strekningen vil det kunne medføre mulighet for en del ekstra tiltak, s.k. "ingeniørbiologi". Som nevnt i rapport 20150216-01-R vil ikke disse tiltakene være tilstrekkelig i seg selv på sikt, men som tiltak i tillegg til erosjonssikring og avlastning vil de være et svært nyttig, blågrønt tiltak som ville kunne bidra til både å bidra til absorpsjon av overvann så vel som å bidra til overflatestabiliteten i skråningene ut mot elven. Mulige løsninger vil være å opprette fordrøyningsbassenger og å plante ulike typer vegetasjon som utvikler kraftige røtter i elveskråningen.

6 Konklusjon

NGI har etter befaring vurdert erosjonsforholdene langs skoletomten i Sande kommune. Basert på observasjoner fra befaring og tilgjengelige vurderinger i tidligere rapporter, er det anbefalt erosjonssikring av elven langs hele elvbredden. Det foreslås også avlastning i skråningstopp enkelte plasser. Blågrønne løsninger i tilknytning til en elvepark vil også bidra positivt til stabiliteten, særlig i øvre del av løsmassene i en skråning.

Generelt bemerkes det at alle typer bygningsmessige tiltak i området medfølger krav til sikring, ref. NVE-veileder 7-2014 og Eurokode 7. For en diskusjon rundt dette samt bakgrunnen for tiltak henvises det til NGI-rapport 20170711-02-R.

7 Referanser

NGI. (2012). *Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 502 Gunnestad i Sande kommune i Vestfold*. 20110177-00-7-R, rev. 1. Oslo.

NGI (2017a). *Formålsbygg Sande sentrum. Datarapport grunnundersøkelser*. NGI rapport 20170711-01-R. Datert 23. november 2017.

NGI (2017b). *Geoteknisk vurdering formålsbygg Sande sentrum. Områdestabilitetsberegninger*. NGI-rapport 20170711-02-R. Datert 20. desember 2017.

NGI (2012). *Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 502 Gunnestad i Sande kommune i Vestfold*. Rev. 1. NGI rapport 20110177-00-7-R. Datert 6. november 2012.

NGI (2015). *NGI-rapport 20150216-01-R: Sande sentrum – Områdemodell for finansiering av felles infrastruktur. Konstruktiv vurdering, skredsikring*. Datert 23. september 2015

NGU. (2018, september 17). *Løsmasser - nasjonal løsmassedatabase. Hentet fra Webområde for NGU: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/*

NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016. (2016). *Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler. Innarbeidet i standard: Nasjonalt tillegg.*

NVE (2009). *NVE-veiledning nr. 4-2009. Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein.* Oslo: NVE.

NVE. (2014). *NVE-veiledning nr. 7-2014. Sikkerhet mot leirskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med skråbruddegenskaper.* Oslo: NVE.

NVE. (2018). *NVE-Atlas. (NVE)* Hentet 2017-2018 fra <https://atlas.nve.no/>

Vedlegg A

OBSERVASJONER FRA BEFARING

Innhold

A1	Observasjoner fra befaring – utvalgte bilder	2
A1.1	Punkt 1-3	2
A1.2	Punkt 4-8	2
A1.3	Punkt 9-12	3
A1.4	Punkt 13-20	3
A2	Tabell med observasjoner (se tegning 001 for tilhørende nummer)	4

A1 Observasjoner fra befaring – utvalgte bilder

A1.1 Punkt 1-3



Figur 1 Steinsatt elvebredd på vestsiden. Lenger sørover noe erosjon i elvebredden, vestsiden.

A1.2 Punkt 4-8



Figur 2 Erosjon i elvebredden, østsiden. Erosjon, leire i dagen.



Figur 3 Sig/overflateutglidning i linje 2, bløtt og sig av vann i skråning i linje 4.

A1.3 Punkt 9-12



Figur 4 Rennende vann, kommer ut av skråning.

A1.4 Punkt 13-20



Figur 5 Vannrør nord for ravine (sett mot nord), start steinsetting/erosjonssikring fra NVE (sett mot sør).



Figur 6 Skredkant sør for skoletomten.

A2 Tabell med observasjoner (se tegning 001 for tilhørende nummer)

Navn	Beskrivelse
1	Erosjonssikring langs elvebredd. Steinsatt. Elven er blakket, men kan være fra avrenning fra jordbruk. Lukter fjøs, grønnbrun farge. Saktegående vann, vannføring ca normal?
2	Pågående erosjon, lite-noe.
3	Leire i dagen i elvebredden.
4	Erosjon, leire i dagen
5	Erosjon, gravd innover
6	Rennende vann, kommer ut av skråning
7	Vann kommer ut av skråning. Ca. kote 5-6
8	Lite-noe erosjon
9	Erosjon, noe
10	Litt-noe erosjon
11	Oransje avrenning
12	Steinsatt?
13	Erosjonssikring?
14	Overvann fra vei? Eller vann fra skolen? Økte plutselig mens jeg sto der
15	Gammel skredgrop
16	Betong
17	Steinfylling, hvorfor?
18	Dyp ravine, bratte sider. Sig av vann.
19	Plastret
20	Vannrør i ravine. Også vann utenfor - fra vannrør? Vann kommer ut ca. 3 m under topp ravine. Mange veltede trær, alder eller ustabil skråning?
Linje 1	Steinsatt begge sider i fbm veibro. Noe erosjon rett før bro motsatt side
Linje 2	Sig/overflateutglidning. Sandig leire i toppen
Linje 3	Ny glidning/grop
Linje 4	Bløtt, vannsig i skråningen. Avrenning fra bane ovenfor?
Linje 5	Brattkant over utglidning/sig. Mye vegetasjon, også gammel, i grop, så svært saktegående.
Linje 6	Bakkant skredgrop

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Vurdering av erosjonsforhold langs Sandeelva, Sande sentrum		Dokumentnr./Document no. 20170711-03-R
Dokumenttype/Type of document Rapport / Report	Oppdragsgiver/Client Sande kommune	Dato/Date 2019-06-27
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ Proprietary rights to the document according to contract NGI		Rev.nr.&dato/Rev.no.&date 1 / 2019-06-28
Distribusjon/Distribution BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/Keywords erosjonsvurdering, kvikkleire, kvikkleiresone		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge, Vestfold	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Sande i Vestfold	Feltnavn/Field name
Sted/Location Sande skole	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: Øst: Nord:	Koordinater/Coordinates Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns- kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter- disciplinary review by:
0	Originaldokument	2019-06-27 Kristine H. H. Ekseth	2019-06-28 Bjørn Kalsnes		
1	Lagt til informasjon om erosjonssikring	2019-06-28 Kristine H. H. Ekseth	2019-06-28 Bjørn Kalsnes		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 28. juni 2019	Prosjektleder/Project Manager Kristine H. H. Ekseth
--	-----------------------------------	---

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

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

