

TIL: Sarpsborg og Omegns Boligbyggelag (SOBBL)
v/Carsten lanke

Kopi:

Fra: GrunnTeknikk AS

Dato: 06.12.22
Dokumentnr: 116655n1 rev. 1
Prosjekt: 114020
Utarbeidet av: Eirik Hegland
Kontrollert av: Janne Reitbakk

Indre Østfold. Hon nordre detaljregulering Utredelse av områdestabilitet

Sammendrag:

GrunnTeknikk AS er engasjert av Sarpsborg og Omegns Boligbyggelag (SOBBL AS) v/Carsten lanke i forbindelse med detaljregulering av et nytt boligfelt på Hon nordre i Indre Østfold kommune.

Foreliggende notat inneholder en vurdering av områdestabilitet iht. NVE veileder 1/2019. Vurderingen er basert på dagens terreng, foreliggende planer for området og utførte grunnundersøkelser.

Utredningen har vist at det er fare for rotasjonsskred i kvikkleire i ravinene på området. Mulig løseområdet er begrenset til 5 ganger skråningshøyden fra bunn av ravinene, der skråningshøyden er større enn 5 m. Det er avgrenset 4 uavhengige delsoner. Disse er klassifisert under ett, med;

- Faregradsklasse *lav*
- Konsekvensklasse *alvorlig*
- Risikoklasse 2

Stabilitetsberegninger viser for lav sikkerhet i 3 av 5 beregningsprofiler. Avlastning av skråningstopp inntil ca. 1 m gir tilfredsstillende sikkerhet, forutsatt at tiltak ikke forverrer stabiliteten. Det oppnås f.eks. ved kompensert fundamentering av planlagte bygg.

Planlagt tiltak kan gjennomføres som planlagt. Boliger og veier kan oppføres innenfor avgrensede faresoner, forutsatt at det gjøres nødvendige sikringstiltak. Dette kan være enten avlastning av skråningstopp, oppfylling i bunn av ravine, eller en kombinasjon av disse. Kompensert fundamentering kan gjøres med lette fyllmasser eller kjelleretasje for lettere bygg. For tyngre bygg må det vurderes pelefundamenter. Erosjonssikring må vurderes i ravine 3.

Denne utredningen skal kvalitetssikres av et uavhengig foretak.

Det bør vurderes å utføre supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med detaljprosjektering. Dersom de viser bedre forhold enn antatt ut ifra foreliggende resultater, kan det vurderes om enkelte soner kan reduseres eller fjernes. Dette kan gi reduserte krav til sikkerhet/tiltak.

I rev. 1 er det lagt til en figur som markerer mulig utløpsområder, og det er lagt til en kontrollberegning med midlertidig trafikklast i anleggsfasen. Tabell for faregradsklassifisering er revidert (punkt om sensitivitet). Det er også gjort mindre justeringer og lagt til forklarende setninger. Ingen vurderinger/konklusjoner er endret.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	5
2	Planer.....	5
3	Terreng og grunnforhold.....	6
3.1	Terreng.....	6
3.2	Grunnforhold	7
3.2.1	Planområdet.....	7
3.2.2	Næringsområde i sørøst.....	8
4	Områdestabilitet	9
4.1	Oppsummering av utredning.....	9
4.2	Punkt 1: Registrerte faresoner	10
4.3	Punkt 2: Avgrens områder med mulig marin leire	11
4.4	Punkt 3: Terreng som kan være utsatt for områdeskred	12
4.5	Punkt 4: Tiltakskategori.....	12
4.6	Punkt 5: Mulige løsneområder og utløpsområder	13
4.7	Punkt 6: Befaring.....	14
4.8	Punkt 7: Grunnundersøkelser.....	15
4.9	Punkt 8: Aktuelle skredmekanismer og løsne- og utløpsområder	16
4.10	Punkt 9: Klassifiser faresoner	20
4.11	Punkt 10: Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet.....	20
4.12	Punkt 11: Innmelding av faresoner og grunnundersøkelser.....	25
4.13	Krav til uavhengig kontroll.....	25
5	Konklusjon.....	25

TEGNINGER

<i>Tegningsnr.</i>	<i>Beskrivelse</i>	<i>Målestokk</i>
116655-1	Avgrensing av nye faresoner (løsneområder)	1 : 1000
116655-2	Avgrensing av utløpsområder	1 : 1000

VEDLEGG

1	Tabeller for faregradsklassifisering	1 side
---	--------------------------------------	--------

REFERANSER

- [1] DMR Miljø og Geoteknikk AS, geoteknisk notat nr. 2, saksnr. 18-0187 «Faregradsevaluering», datert 22.03.19.
- [2] NVE veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», desember 2020.
- [3] DMR Miljø og Geoteknikk AS, geoteknisk datarapport, saksnr. 18-0187 «Hoen, Askim», datert 22.03.19.
- [4] Multiconsult AS, geoteknisk datarapport, 118067-RIG-RAP-1 «Næringsområde Hon Nordre», datert 01.07.08.
- [5] GrunnTeknikk AS, geoteknisk datarapport, 110657r1 «Askim Steinindustri AS, oppfylling/stabilitetsforhold», datert 11.09.13.
- [6] Multiconsult ASA, geoteknisk datarapport, 129226-RIG-RAP-001 rev. 1, «Næringsområde ved Eidsbergveien og Tømmeråsveien, datert november 2016.
- [7] Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven).
- [8] TEK 17 – Forskrift om tekniske krav til byggverk (byggteknisk forskrift).
- [9] NVE retningslinjer 2/2011 «Flaum- og skredfare i arealplanar», revidert 22.05.14.
- [10] Stein-Are Strand et. al «Runout of Landslides in Sensitive Clays». In Thakur, Vikas et. al. «Landslides in Sensitive Clays». Springer, Dordrecht, pp. 289-300.
- [11] NVE ekstern rapport 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred», datert desember 2020.
- [12] GrunnTeknikk AS, teknisk beregningshefte, 116655tb1 rev. 1 «Indre Østfold. Hon nordre, stabilitetsberegninger», datert 05.12.22.
- [13] Statens vegnormal N200 «Vegbygging», datert november 2022.

1 Innledning

GrunnTeknikk AS er engasjert av Sarpsborg og Omegns Boligbyggelag (SOBBL AS) v/Carsten Ianke i forbindelse med detaljregulering av et nytt boligfelt på Hon nordre i Indre Østfold kommune.

Oppdraget dreier seg i første omgang om å vurdere områdestabilitet for prosjektet.

Områdestabilitet ble vurdert av DMR Miljø og Geoteknikk AS i 2019, ref. [1]. Denne vurderingen ble imidlertid ikke kontrollert av et uavhengig foretak, og i ettertid har NVE utgitt en ny versjon av kvikkleireveilederen, veileder 1/2019, ref. [2].

Foreliggende notat inneholder en vurdering av områdestabilitet iht. den nye veilederen. Sweco AS er engasjert til uavhengig kvalitetssikring.

I rev. 1 er det lagt til en figur som markerer mulig utløpsområder, og det er lagt til en kontrollberegning med midlertidig trafikklaster i anleggsfasen. Tabell for faregradsklassifisering er revidert (punkt om sensitivitet). Det er også gjort mindre justeringer og lagt til forklarende setninger. Ingen vurderinger/konklusjoner er endret.

2 Planer

Foreliggende planer viser et nytt boligfelt med 145 boenheter i rekkehus- og mindre blokkbebyggelse, se Figur 2.1. Bebyggelsen er planlagt på platåterrenget, med ravinedalene bevart tilnærmet som i dag. Adkomstveien til området går lengst vest på planområdet, før den svinger østover og krysser ravinen midt på området. Her er veien planlagt på fylling i ravinedalen, med bekken i rør. Nordvest på planområdet skal det bygges en GS-bro for å koble det nye boligfeltet sammen med eksisterende bebyggelse.



Figur 2.1 Utsnitt fra landskapsplan, mottatt 26.08.22.

3 Terreng og grunnforhold

3.1 Terreng

Terrengen på planområdet er preget av 3 ravedaler, markert på Figur 3.1. Platåterrengen mellom ravinene har generell helningen mot sørvest, med høyeste punkt i nordøst på ca. kote +150 og laveste punkt i sørvest på ca. kote +142,5. Laveste punkt på området er der ravine 2 og 3 møtes, på ca. kote +139,5. Herfra går bekken i rør vestover under planområdet.



Figur 3.1 Kartutsnitt fra Høydedata med skyggerelieff. Planområdet er markert med rødt omriss, og ravinene er markert og nummerert.

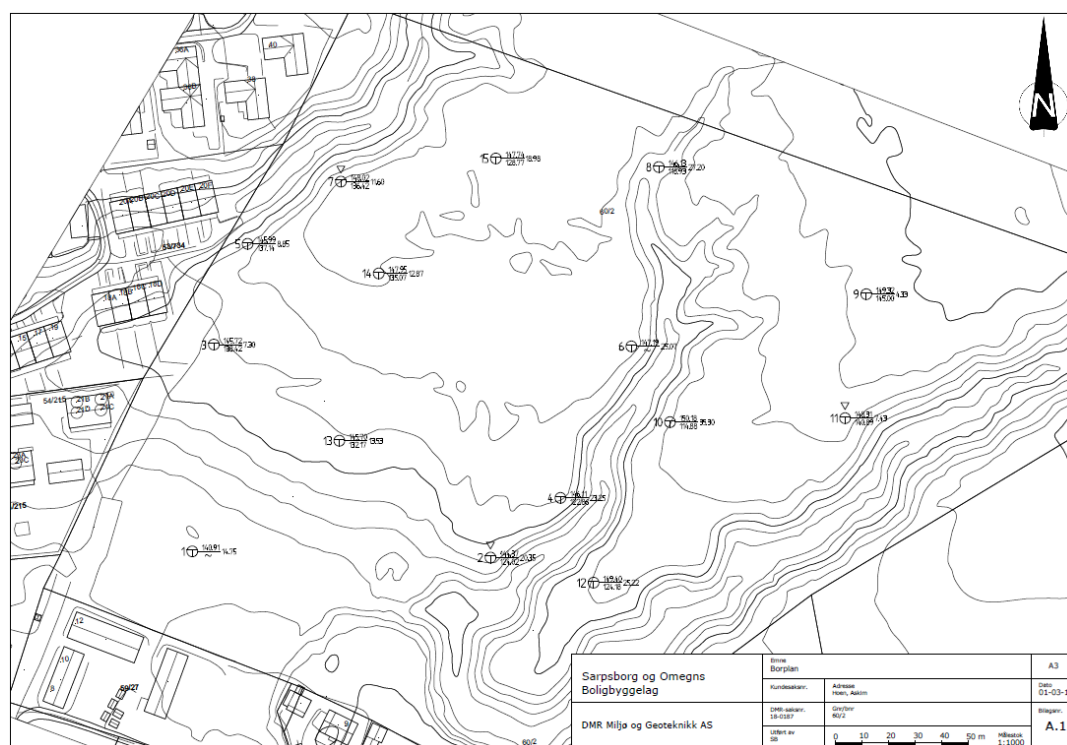
3.2 Grunnforhold

3.2.1 Planområdet

Grunnundersøkelser på planområdet ble utført av DMR Miljø og Geoteknikk i 2019, ref. [3]. Borprogrammet bestod av 15 totalsonderinger, 3 CPTu-sonderinger, 3 prøveserier og 2 hydrauliske piezometere i ett punkt. Borplanen er vist i Figur 3.2.

Totalsonderingene viste mellom 4,3 og 35,3 m løsmasser over antatt fjell. Det er ikke gjort innboring for sikker fjellpåvisning. Generelt er det dypest til antatt fjell i midtre del av planområdet, langs ravine 2. Sonderingsdiagrammene indikerer et topplag ca. 3-4 m av antatt noe organisk materiale/torv over tørrskorpeleire. Derunder er det sannsynlig leire, som kan være sensitiv, til fjell. Enkelte sonderinger viser innskutte lag av antatt friksjonsmasser.

Prøveseriene viser et topplag av middels fast til fast tørrskorpeleire/leire til ca. 4 m under terreng. Prøveserie 2 viser siltig kvikkleire fra ca. 7 m under terreng. Prøveserie 6 og 7 viser ikke sprøbruddmateriale/kvikkleire ned til minst 9 m under terreng, men få opptatte prøvesylindre gjør lagdelingen noe usikker.



Figur 3.2 Borplan fra planområdet, ref. [3].

3.2.2 Næringsområde i sørøst

Multiconsult utførte grunnundersøkelser på jordet sørøst for ravine 3 i 2008, i forbindelse med reguleringsarbeid, ref. [4]. Det ble gjort 16 totalsonderinger og tatt opp 2 prøveserier.

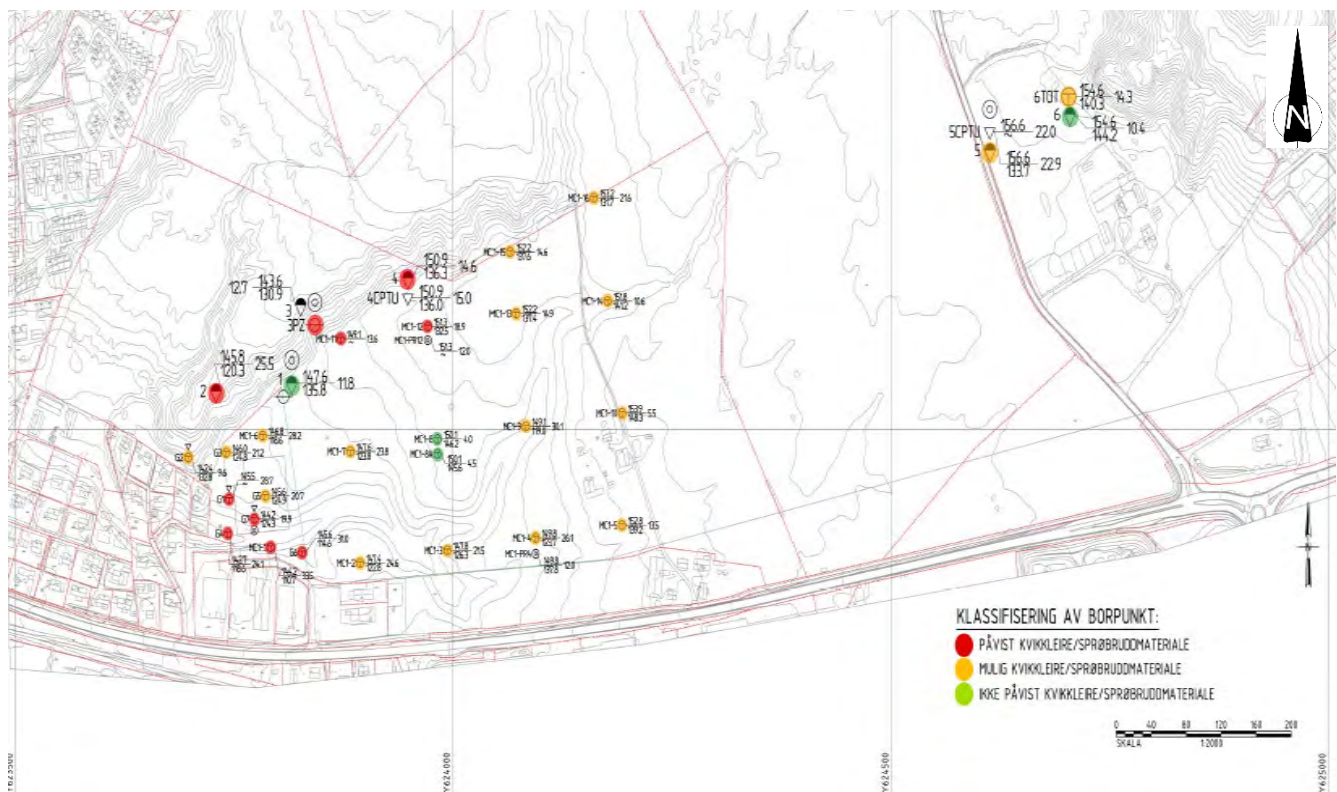
Sonderingene viser mellom ca. 4,0 og 33,5 m løsmasser over antatt fjell. Løsmassene består av et 2-3 m topplag av tørrskorpeleire over middels fast til bløt siltig leire til fjell. Prøveserien nærmest ravine 3 (PR2) viser kvikkleire fra ca. 9 m dybde, mens den andre prøveserien (PR1) viser ikke kvikkleire/sprøbruddmateriale.

GrunnTeknikk utførte grunnundersøkelser for Askim Steinindustri i området mellom Buersvingen og ravine 3 i 2013, ref. [5]. Det undersøkte området overlapper delvis med området undersøkt av Multiconsult i 2008. Grunnundersøkelsesprogrammet bestod av 7 totalsonderinger, 3 CPTu-sonderinger, 1 prøveserie og 1 hydraulisk poretrykksmåler.

Sonderingene viser antatt fjell på mellom ca. 9,5 og 30 m dybde. Generelt er det antatt et ca. 2 m topplag av fast tørrskorpeleire over siltig leire til fjell. Enkelte sonderinger antyder et morenelag over antatt fjell. Prøveserien viser meget bløt, siltig kvikkleire fra ca. 6 m under terreng.

Multiconsult utførte supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med skredfarevurdering til reguleringsplan i 2016, ref. [6]. Det ble utført 3 dreietrykksonderinger, 3 CPTu-sonderinger, 1 totalsondering, 3 prøveserier og satt 2 hydrauliske poretrykksmålere.

En sammenstilling av resultatene fra grunnundersøkelsene i dette området er vist i Figur 3.3.



Figur 3.3 Sammenstilling av grunnundersøkelsesresultater sørøst for planområdet, ref. [6].

4 Områdestabilitet

Plan- og bygningsloven (PBL) §28-1 angir at «Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, «dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold» [7].

Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17) §7-1 angir at «Byggverk skal plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger» [8]. Krav til sikkerhet mot skred er videre beskrevet i TEK17 §7-3.

I foreliggende notat er sikkerhet mot områdeskred vurdert. Områdeskred brukes som samlebegrep for skred i kvikkleire (kvikkleireskred) og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Områdestabiliteten er vurdert i henhold til NVE retningslinjer 2/2011 [9], og NVE veileder 1/2019 [2]. Vår vurdering følger dermed krav for utredning av sikkerhet mot områdeskred (kvikkleireskred) iht. TEK17 og PBL.

4.1 Oppsummering av utredning

Tabell 4.1 oppsummerer utredningen av områdeskredfare iht. prosedyren i NVE veileder 1/2019, kapittel 3.2. En mer detaljert beskrivelse av våre vurderinger for de enkelte punktene i prosedyren er beskrevet i etterfølgende avsnitt.

Tabell 4.1 Oppsummering av prosedyre for utredning av områdeskredfare.

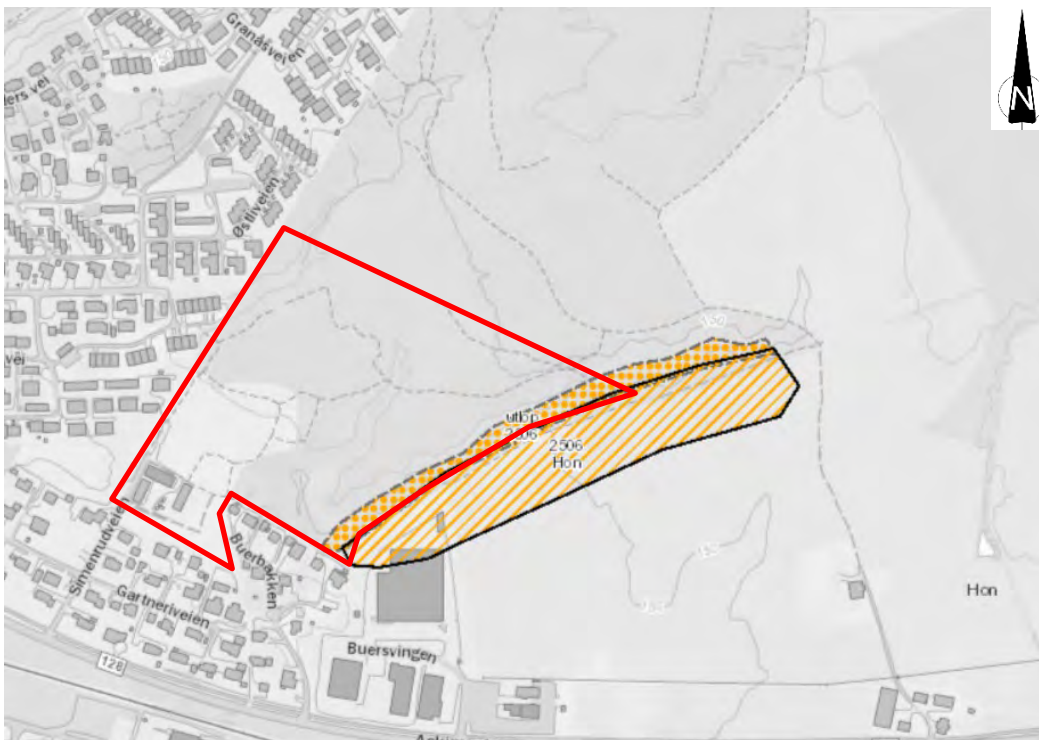
	Punkt	Overskrift i NVE veileder 1/2019	Vurdering	Status
Del 1: Aktsomhetsområder	1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Det er en registrert faresone like sørøst for planområdet. Sonen har utløpsområde ut i ravine 3. Det ligger andre registrerte soner i alle retninger fra planområdet innenfor en radius på ca. 1-2 km.	Utført
	2	Avgrens områder med mulig marin leire	Hele planområdet og tilstøtende områder ligger under marin grense. Kvantærgeologisk kart viser «hav- og fjordavsetning», og det er påvist stor mektighet av marin leire ved grunnundersøkelser.	Utført
	3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred: - terrenghelning brattere enn 1:20, og; - mer enn 5 m høydeforskjell	Store deler av planområdet ligger innenfor et aktsomhetsområde, basert på terrengkriterier.	Utført
Del 2:	4	Bestem tiltakskategori	Gjeldende planeunderlag viser 145 nye boenheter. Tiltaket faller dermed innenfor tiltakskategori K4.	Utført

<i>Punkt</i>	<i>Overskrift i NVE veileder 1/2019</i>	<i>Vurdering</i>	<i>Status</i>
5	<i>Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområder og utløpsområder</i>	Store deler av planområdet ligger innenfor et aktsomhetsområde, basert på terrengkriterier (1:15 fra bunn av raviner, > 5 m høydeforskjell). Mulige løsne- og utløpsområder vurderes nærmere i punkt 8.	Utført
6	<i>Befaring</i>	Befaring ble utført 01.09.22.	Utført
7	<i>Gjennomfør grunnundersøkelser</i>	Ikke behov for supplerende grunnundersøkelser.	Ikke utført
8	<i>Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder</i>	Rotasjonsskred eneste mulige skredmekanisme, pga. kvikkleiren ligger relativt dypt ift. skråningshøyden. Løsneområder avgrenset til 5*H fra bunn av raviner der høydeforskjellen er større enn 5 m. 4 uavhengige delsoner avgrenset. Utløpsområder i ravinene.	Utført
9	<i>Klassifiser faresoner</i>	Delsoner klassifisert under ett, med; <ul style="list-style-type: none"> • Faregradsklasse <i>lav</i> • Konsekvensklasse <i>alvorlig</i> • Risikoklasse 2 	Utført
10	<i>Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet</i>	Beregnet sikkerhet er for lav i 4 av 5 beregningsprofiler. Avlasting av skråningstopp inntil ca. 1 m gir tilfredsstillende sikkerhet, forutsatt ikke forverring. Med full trafikklast i anleggsfasen kreves ca. 1,5 m avlasting i profil med lavest sikkerhet i dagens situasjon.	Utført
11	<i>Meld inn faresoner og grunnundersøkelser</i>	GrunnTeknikk melder inn faresonen til NVE når kvalitetssikring er gjennomført. Det anbefales at tiltakshaver melder inn grunnundersøkelser til NADAG.	Skal utføres

4.2 Punkt 1: Registrerte faresoner

Et søk på NVE Atlas viser at det ligger en kvikkleirefaresone like øst for planområdet, sone «2506 Hon» (faregrad *middels*, konsekvensklasse *alvorlig*), vist på Figur 4.1. Sonen har utløpsområde ned i ravine 3, men påvirker ellers ikke planområdet.

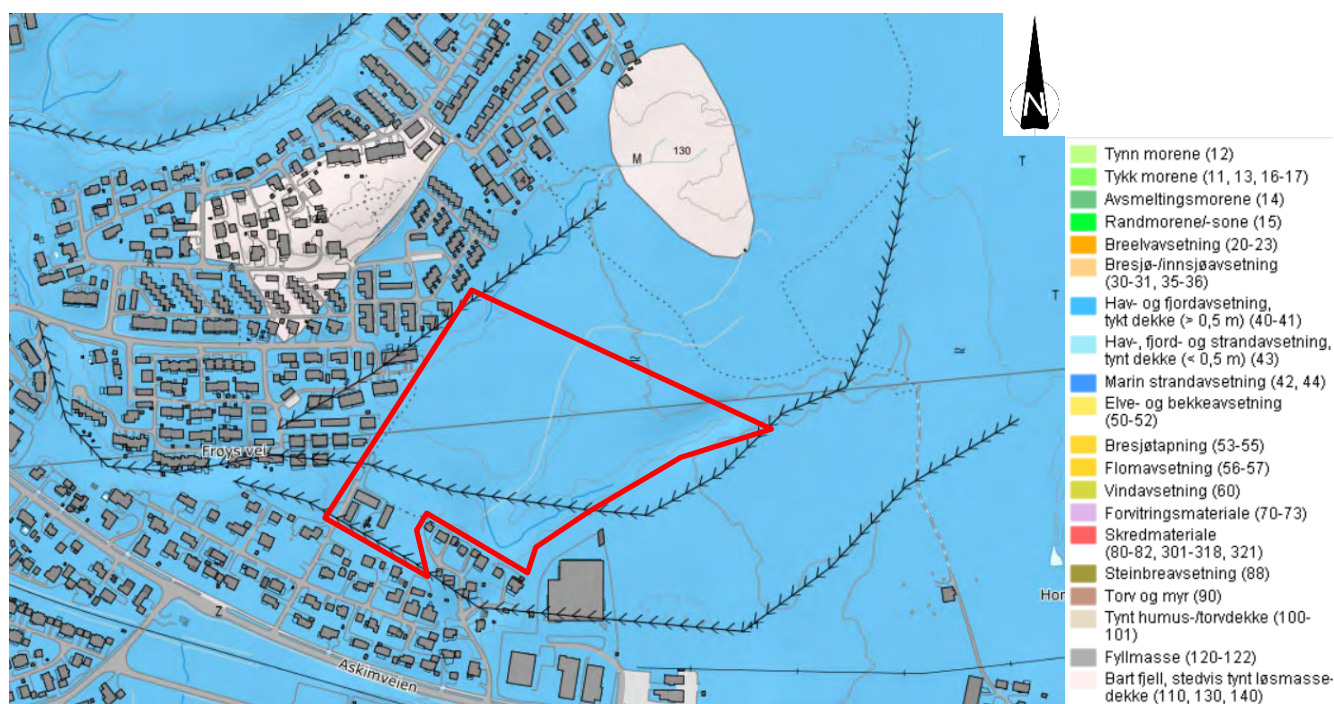
Det er flere andre faresoner i nærområdet, i alle retninger i en radius på ca. 1-2 km.



Figur 4.1 Utsnitt fra NVE Atlas, kartlag kvikkleirefarezoner. Planområdet er markert med rødt.

4.3 Punkt 2: Avgrens områder med mulig marin leire

Hele planområdet og tilstøtende områder ligger under marin grense. Kvartærgeologisk kart fra NGU, vist i Figur 4.2, indikerer at forventet løsmasstype er «hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, ofte med stor mektighet» (blått). Nord og nordvest for planområdet er to mindre felter er markert som «bart fjell, stedvis tynt løsmassedekke» (grått).



Figur 4.2 Utsnitt fra NGUs kvartærgeologiske kart. Planområdet er markert med rødt.

4.4 Punkt 3: Terreng som kan være utsatt for områdeskred

Iht. terrengkriterier (terreng brattere enn 1:20 og skråningshøyde >5 m) ligger store deler av planområdet innenfor et aktsomhetsområde for områdeskred. Dette gjelder områdene nærmest ravedalene. Mulige løsne- og utløpsområder er nærmere vurdert i Punkt 5 (kapittel 4.6).

4.5 Punkt 4: Tiltakskategori

Foreliggende planer omfatter bygging av et nytt boligfelt med 145 boenheter. Dermed gjelder tiltakskategori K4. Et utsnitt fra gjeldende tabell i veileder 1/2019 er vist i Figur 4.3.

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepotier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/myrking, massetak, andre massefyllinger
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi 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	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

Figur 4.3 Tiltakskategori K2-K4 iht. NVE veileder 1/2019, ref. [2].

4.6 Punkt 5: Mulige løsneområder og utløpsområder

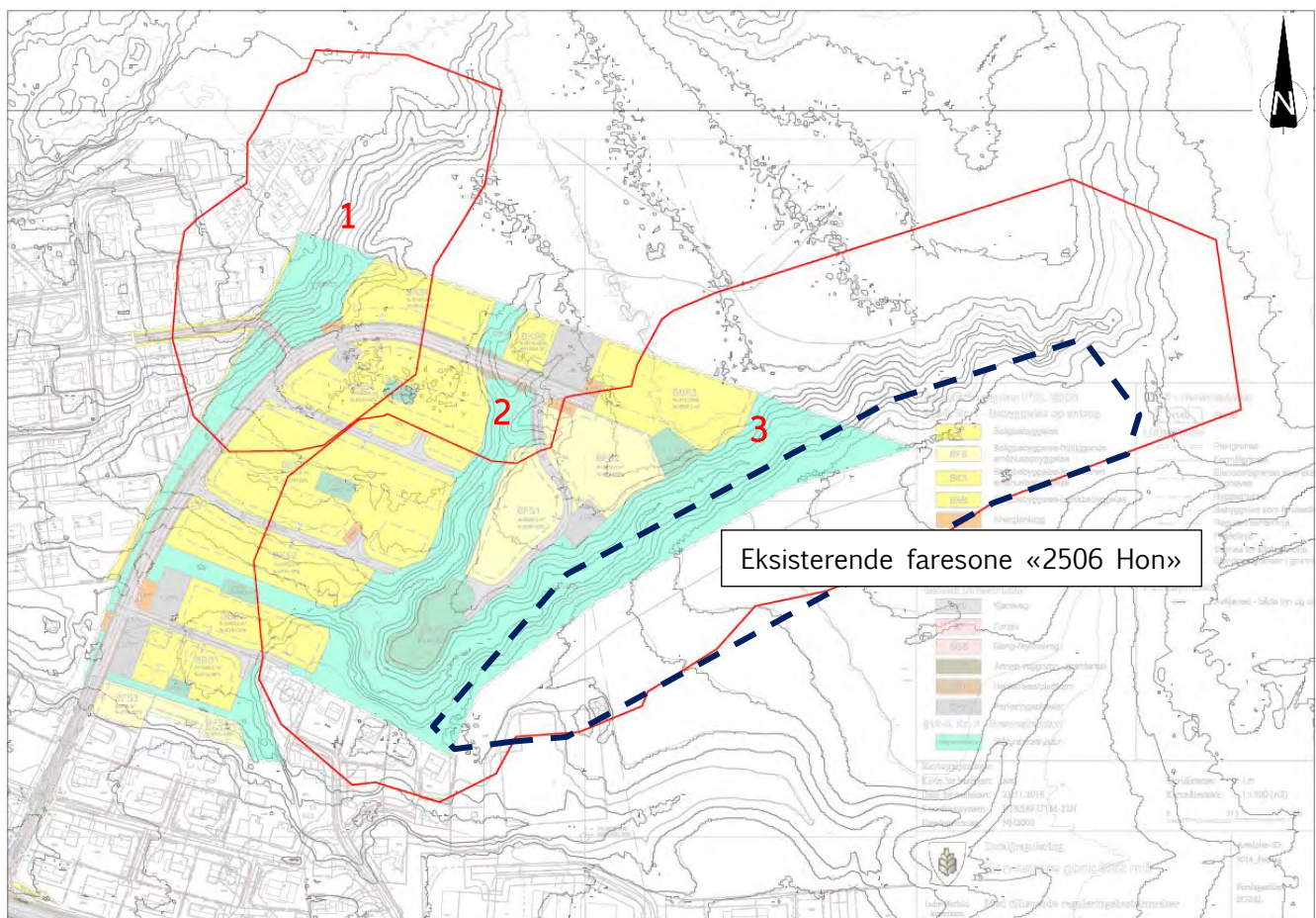
Figur 4.4 viser en omtrentlig avgrensning av mulige løsneområder. Avgrensningen er basert på terrengmodell fra Høydedata, og følgende kriterier:

- 1:15 fra laveste punkt i ravinen
- Min. skråningshøyde 5 m

Avgrensningen stopper mot nord i samtlige raviner pga. høydeforskjell mindre enn 5 m. Dette er også bakgrunnen for avgrensningen i sørlige del av ravine 1.

Den eksisterende faresonen «2506 Hon» er vist på Figur 4.4.

Mulige utløpsområder er ikke tegnet inn, men evt. skredmasser vil begrense seg til ravinedalene.



Figur 4.4 Avgrensning av mulige løsneområder etter terrengkriterier (rødt) og eksisterende faresone (stiplet linje).

4.7 Punkt 6: Befaring

Befaring på planområdet ble utført 01.09.22. Hovedfokuset var på å observere topografien i området, og vurdere erosjon i bekkeløpene. Vegetasjonen på området var svært tett, og det var til tider krevende å ta seg fram.

Ravineskråningene fremstod ikke som spesielt bratte og ustabile. Et bilde fra ravine 2, ca. ved plassering av kritisk snitt C-C i ref. [1] er vist i Figur 4.5.

Det var ingen vannføring i ravinene på tidspunktet for befaring. Det hadde vært svært lite nedbør over en lengre periode før befaringen.

Det var tydelig at det normalt er størst vannføring i ravine 3. Her ble det observert erosjon i bekkeløpet. Erosjonen vurderes ikke som kritisk, men erosjonssikring bør vurderes som tiltak for å sikre områdestabilitet. Et representativt bilde fra erosjon i ravine 3 er vist i Figur 4.6.



Figur 4.5 *Bilde fra ravine 2.*



Figur 4.6 *Bilde av erosjon i ravine 3.*

4.8 Punkt 7: Grunnundersøkelser

Behov for supplerende grunnundersøkelser er vurdert, og det er kommet fram til at underlaget er tilstrekkelig for utredning av områdestabilitet.

Utførte undersøkelser dekker planområdet godt, og viser forholdsvis homogene forhold (topplag av tørrskorpeleire over bløt leire som stedvis er påvist kvikkleire). Én CPTu-sondering (CPT2) viser noe lavere styrker enn de to øvrige. Dette kan være pga. dårlig forsøk, eller det kan være et område med bløtere masser. Tolkningen viser $OCR < 1$ i dybden, som kan tyde på at det er et dårlig forsøk, eller det kan bety at det står overtrykk i leira. Det anses som usannsynlig at det står et betydelig overtrykk i leira, basert på topografien i området, men det kan ikke utelukkes. Avvik på målestørrelser er små, og gir anvendelsesklasse 1. Tolkningen av skjærstyrke ligger også betydelig lavere en laveste SHANSEP-grense i dybden. Til tross for dette, er det valgt å benytte tolket skjærstyrkeprofil, da dette vurderes som konservativt, og kost-nytte-forholdet taler imot å gjøre supplerende undersøkelser på nåværende tidspunkt.

Det er ikke gjort innboring, og dybder til fjell er derfor usikre. Dette er ikke viktig for utredningen av områdestabilitet, da dybder til antatt fjell er store nok til at kritiske glideflater ikke går til fjell.

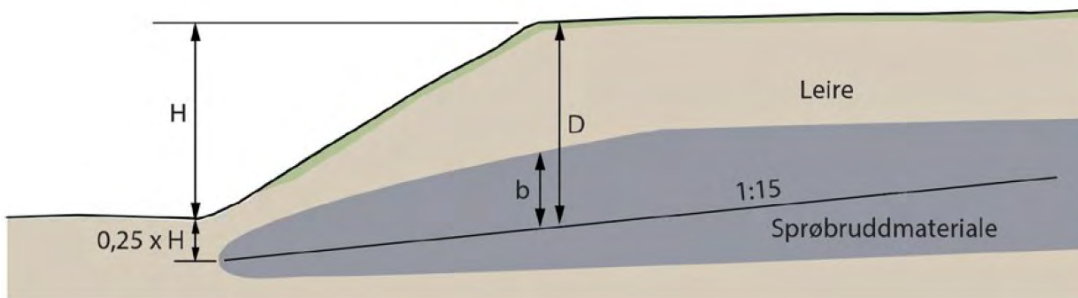
Behov for supplerende undersøkelser må vurderes i detaljprosjekteringsfasen for grave- og fundamenteringsforhold.

4.9 Punkt 8: Aktuelle skredmekanismer og løsne- og utløpsområder

Mulige skredmekanismer vurderes ut ifra terreng, lagdeling og omrørt fasthet på leira, iht. flytskjemaet i Figur 4.7. Prøveseriene som viser kvikkleire/sprøbruddmateriale viser omrørt skjærstyrke $\leq 0,69$ kPa, hvilket tilsvarer mulig retrogresjon. Mulighet for retrogresjon bestemmes videre ut ifra forholdet b/D , som vist på Figur 4.8.



Figur 4.7 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme, ref. [2].

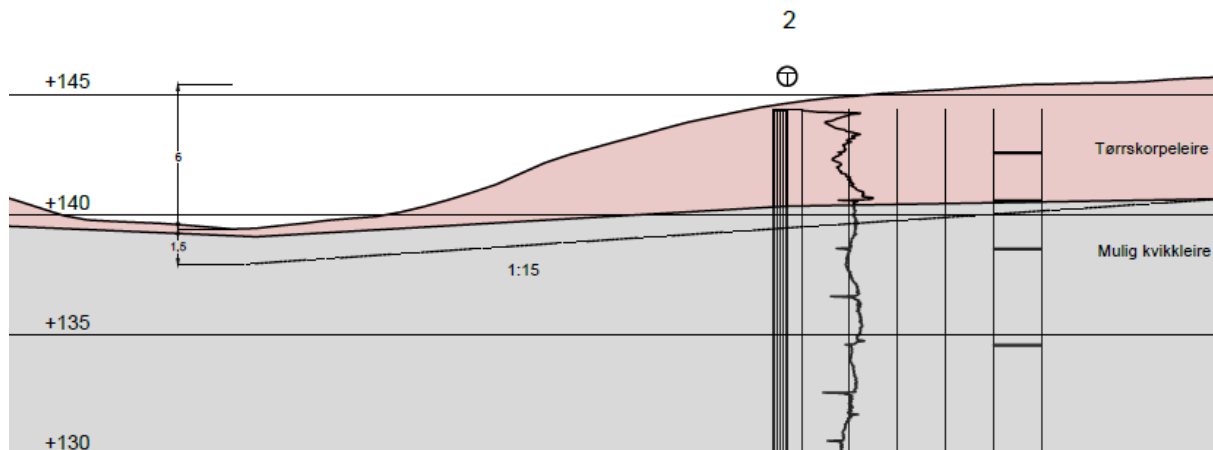


Figur 4.8 Bestemmelse av b/D -forhold, ref. [2].

Stabilitetsberegninger, beskrevet i kapittel 4.11, viser at profil E er kritisk snitt. Kritisk glideflate er dyp, så 1:15-linjen trekkes fra $0,25 H$ under skråningsfot, som vist i Figur 4.9. Lagdelingen er basert på totalsondering, CPTu-sondering og prøveserie i borpunkt 2. CPTu-tolkningen viser «mulig sensitiv leire» fra ca. 4 m under terreng. Prøveserien viser fast tørrskorpeleire mellom 3 og 4 m, og kvikkleire mellom 7 og 8 m. Pga. få opptatte sylindrer må det antas at det kan være kvikkleire fra 4 m under terreng. De andre totalsonderingene i nærheten (4, 12 og 13) antyder en tilsvarende lagdeling.

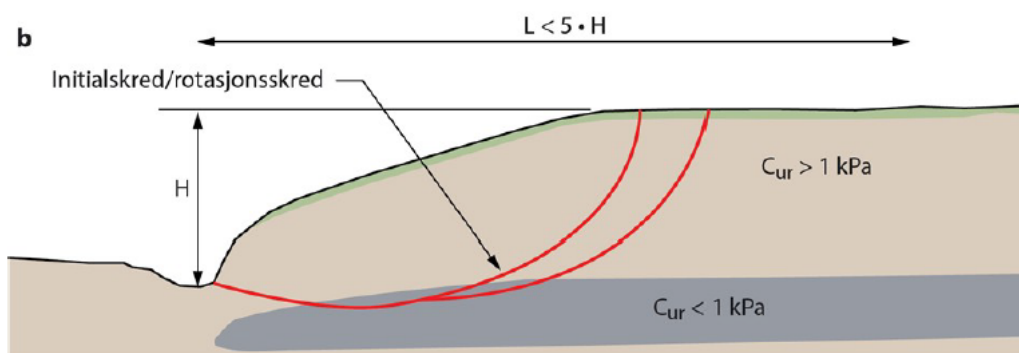
Figur 4.9 viser at b/D -forholdet ved skråningstoppen er lite, og klart mindre enn 40 %. Dermed er det iht. Figur 4.7 ikke fare for retrogressivt skred. Aktuelle skredmekanismer er dermed rotasjonsskred eller

flakskred. Flakskred forekommer som regel når det er svake lag i grunnen, parallelt med terrenget, samt at terrenget er jevnt hellende og evt. skredmasser har mulighet til å gli ut i åpent terreng. Disse kriteriene er ikke til stede i ravineterrenget på Hon nordre, og dermed kan flakskred utelukkes som mulig skredmekanisme. Rotasjonsskred er dermed eneste gjenstående aktuelle skredmekanisme.



Figur 4.9 Lagdeling i profil E. 1:15-linje trukket fra 0,25 H under skråningsfot.

Studier av historiske skredhendelser i norske leirer viser at et rotasjonsskred som regel vil ha et løsneområde med $L/H < 5$, ref. [2]. Kriteriet $L = 5 H$ kan brukes for å avgrense mulige løsneområder. Prinsippet er vist i Figur 4.10.



Figur 4.10 Prinsipp for avgrensning av løsneområdet for et rotasjonsskred, ref. [2].

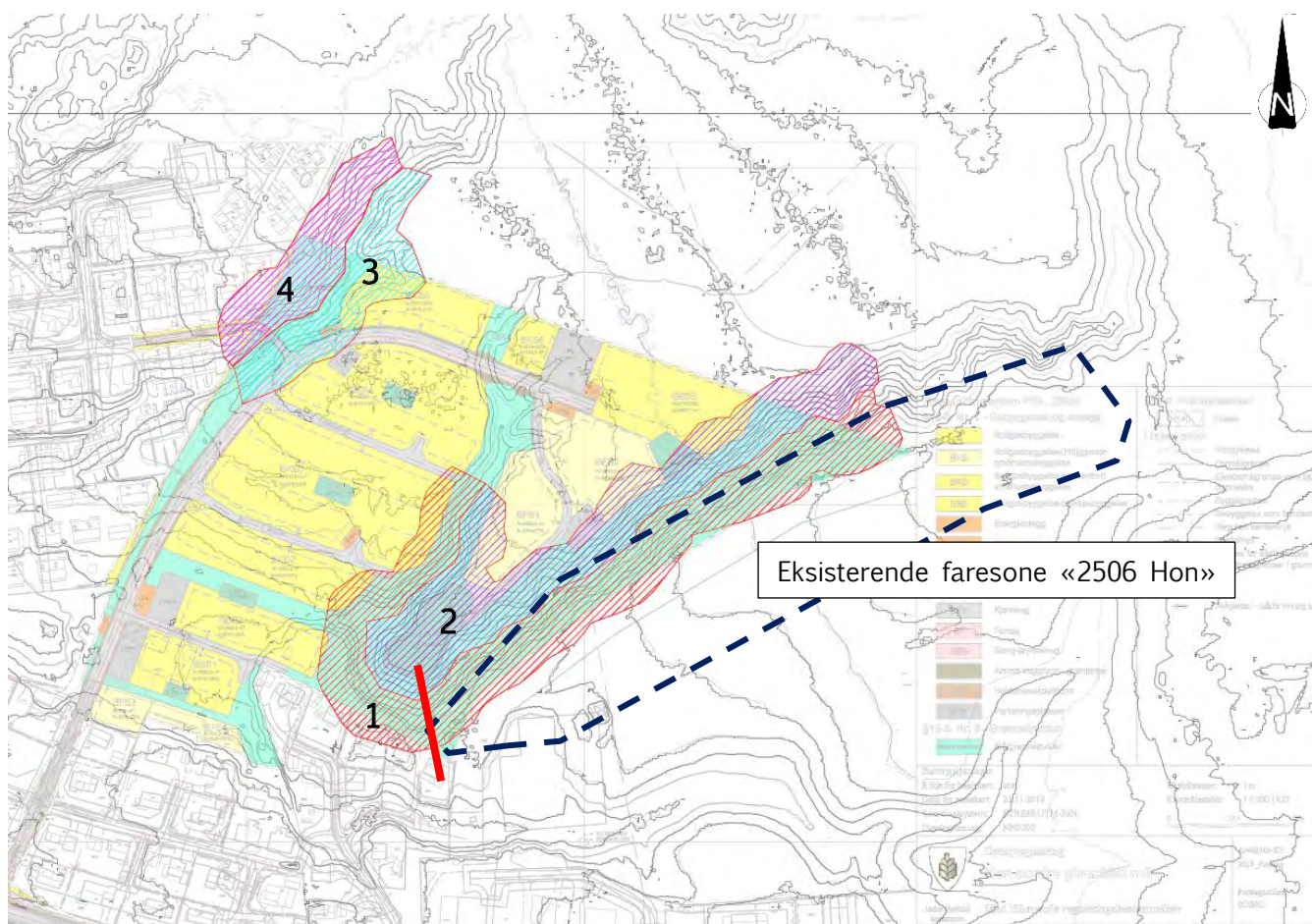
Avgrensingen av mulig løsneområder gjøres på samme måte som i kapittel 4.6, ved bruk av en terrengmodell fra Høydedata, og følgende kriterier:

- 1:5 fra laveste punkt i ravinen
- Min. skråningshøyde 5 m

Avgrensingen stopper mot nord i samtlige raviner pga. høydeforskjell mindre enn 5 m. Dette er også bakgrunnen for avgrensingen i sørlige del av ravine 1.

Sideveis utbredelse av rotasjonsskred er ikke beskrevet i veilederen, men det kan legges til grunn $L = 5 H$ også for dette. Da mulig kvikkleire ligger såpass dypt i forhold til skråningsfot, samt at det evt. skredmasser vil fylle opp bunnen av ravedalen, er det ikke sannsynlig at sideveis utbredelse vil være betydelig.

De overnevnte faktorene resulterer i 4 uavhengige løsneområder, som vist i Figur 4.11. Et evt. skred vil ikke kunne forplante seg f.eks. mellom delsoner 3 og 4 fordi høydeforskjellen blir mindre både i nord og i sør, og mulig skredmekanisme gjør at sideveis utbredelse er begrenset. Pga. begrenset sideveis utbredelse, er det også valgt å avgrense delsoner 1 i øst mot eksisterende faresone. Eksisterende faresone blir dermed ikke utredet videre. Dersom det skal gjøres tiltak i det avgrensede området må sonen vurderes nærmere.



Figur 4.11 Avgrensing av mulige løsneområder etter terrengkriterier (rødt omriss og skravur) og eksisterende faresone (stiplet linje). Uavhengige løsneområder er nummerert. Rød strek viser avgrensingen av delsoner 1 mot eksisterende faresone.

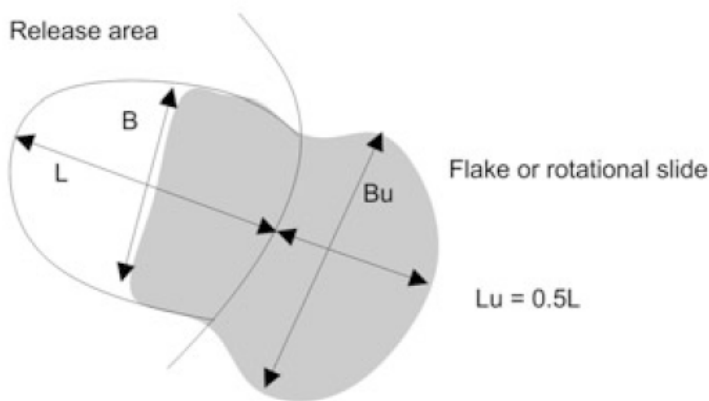
Mulige utløpsområder er vist på Figur 4.12. Ved et skred vil skredmasser begrense seg til ravedalene. Iht. ref. [10] vil utløpsområdet for et rotasjonsskred begrense seg til halve lengden av løsneområdet ($0,5 L$), som vist i Figur 4.13, og energibetraktninger tilsier at massene ikke vil kunne transporteres høyere enn der de startet. Pga. beskjeden terrenghelning i ravedalene, liten vannføring

og stor mektighet av ikke-sensitive masser over mulig kvikkleire, vil skredmassene etter all sannsynlighet bli liggende i bunn av skråningen. Dette vil også bidra til redusert sideveis utbredelse, samt stabilisere motsatt side av ravinen.

Terrenget rundt planområdet er relativt flatt, og planområdet ligger ikke i et mulig utløpsområde for skred om blir utløst høyere oppe.



Figur 4.12 Avgrensing av mulige utløpsområder (skravert). Sorte konturer markerer løseområder.



Figur 4.13 Prinsippskisse for avgrensing av utløpsområde for flakskred/rotasjonsskred, ref. [10].

4.10 Punkt 9: Klassifiser faresoner

Fordi ny faresone deles inn i 4 delsoner, bør det vurderes om disse skal klassifiseres under ett, eller om forholdene er såpass forskjellige at de bør klassifiseres separat.

Totalsonderingene viser generelt et topplag med økende bormotstand ned til ca. 4 m under terreng, deretter konstant/avtakende bormotstand i mulig sensitive masser. Det er noe variasjon i dybden til de bløte massene, men ingenting som tilsier at det er store lokale forskjeller innenfor planområdet. Tolkning av samtlige CPTu-sonderinger (i borpunkt 2, 7 og 11) viser mulig sensitive masser fra ca. 4 m under terreng. Prøveseriene (i borpunkt 2, 6 og 7) viser noe forskjellige resultater. Samtlige prøveserier viser tørrskorpeleire/fast leire mellom 3 og 4 m. PR2 viser kvikkleire fra 7-8 og 9-10 m, mens PR6 viser ikke kvikkleire/sprøbruddmateriale fra 6-7 m, men overgang til kvikkleire mellom 9 og 10 m. PR7 viser ikke kvikkleire/sprøbruddmateriale. Pga. få opptatte prøvesylindrer og stor avstand mellom prøvene kan det derimot ikke utelukkes at det er sprøbruddmateriale mellom 4 og 6 m i samtlige prøveserier. Grunnforholdene anses derfor å være tilnærmet like i alle delsonene.

Det er enkelte forskjeller mellom delsonene ift. erosjonsforhold og type bebyggelse, men dette gir relativt lite utslag på evaluering av faregrad og skadekonsekvens. Derfor er det valgt å klassifisere de 4 delsonene under ett.

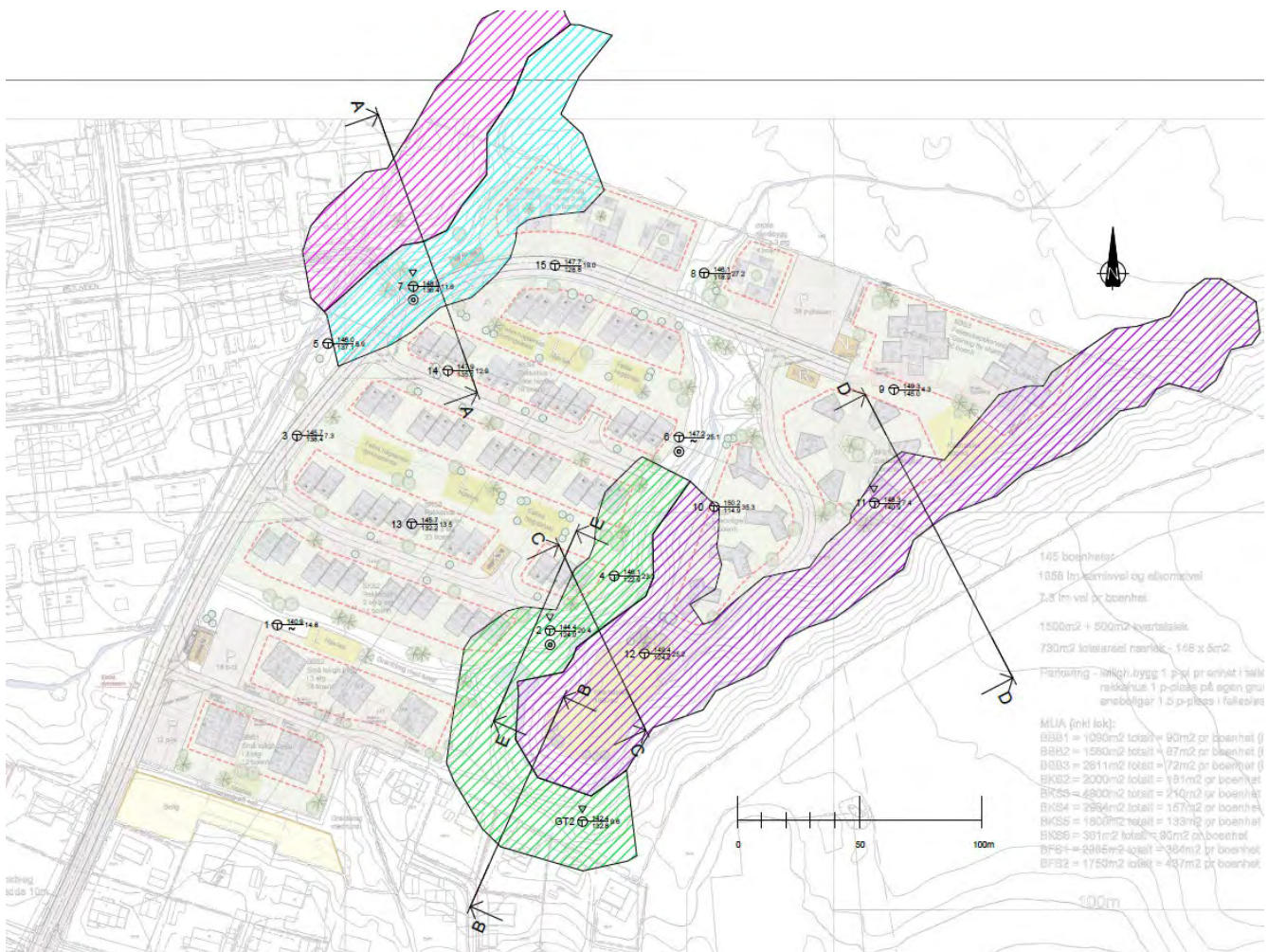
Klassifisering av faresonene er gjort i henhold til NVE ekstern rapport 9/2020 [11]. Gjennomgang av tabeller for faregrad- og skadekonsekvensklassifisering er vist i vedlegg. Oppsummert er faresonene vurdert med;

- Faregradsklasse *lav*
- Konsekvensklasse *alvorlig*
- Risikoklasse 2

4.11 Punkt 10: Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet

Krav til sikkerhet er beskrevet i kapittel 3.3.6 i NVE veileder 1/2019. Dersom tiltaket forverrer stabiliteten, kreves sikkerhetsfaktor på totalspenningsbasis $F_c \geq 1,6$. Det er lagt til grunn at tiltaket ikke skal forverre stabiliteten, ved at byggene innenfor faresonen fundamenteres kompensert. Ved ikke forverring kreves $F_c \geq 1,4$. Ved lavere sikkerhet enn 1,4 må sikkerheten økes prosentvis iht. Figur 4.15. For tiltak i tiltakskategori K4 og lav faregrad, kreves «forbedring». For beregninger på effektivspenningsbasis kreves $F_{c\phi} \geq 1,25$, uavhengig av forverring/ikke forverring.

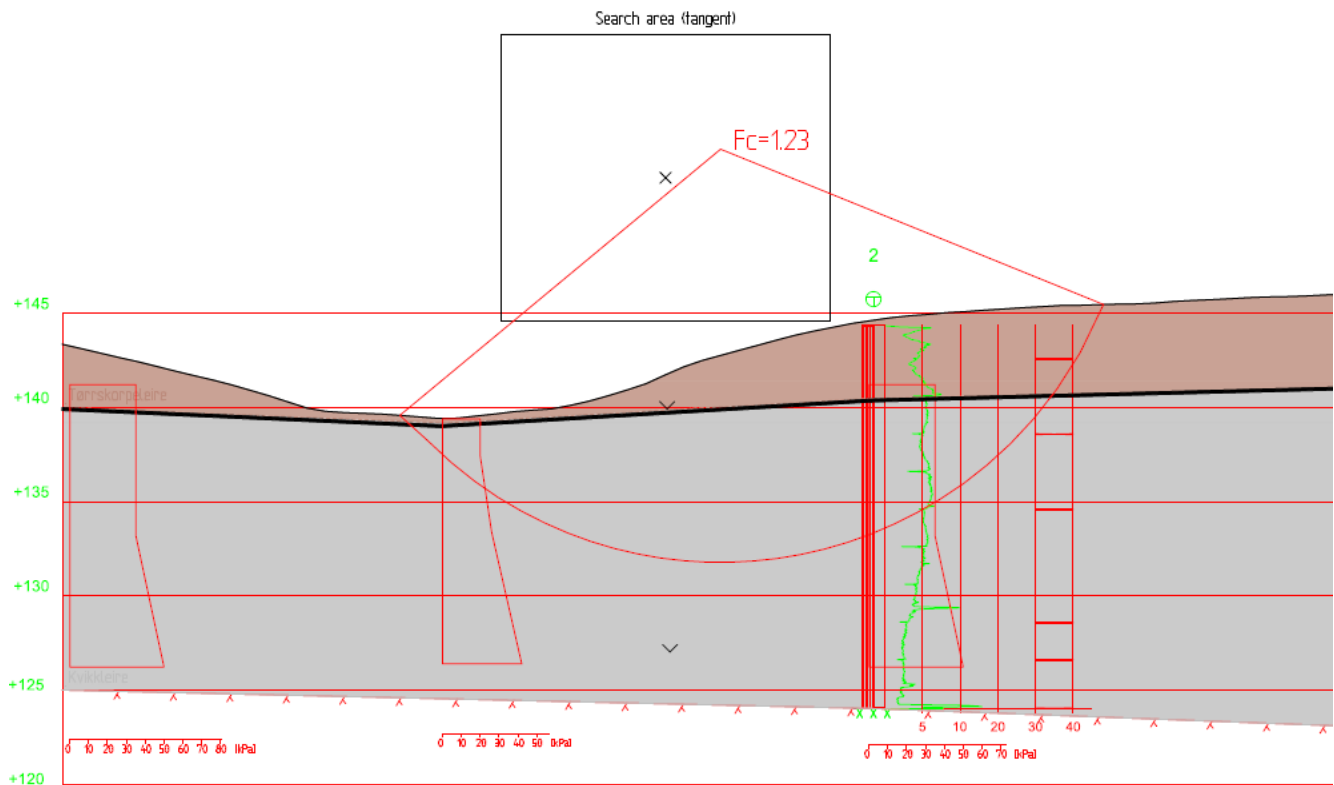
Det er gjort stabilitetsberegninger i 5 beregningsprofiler (A-E) i de 4 delsonene. Plasseringen av disse er vist i Figur 4.14. Parametervalg og beregningsforutsetninger er beskrevet i beregningshefte 116655tb1, ref. [12]. Beregningene er gjort på totalspenningsbasis, med en kontrollberegning på effektivspenningsbasis. Beregningene på totalspenningsbasis gir klart lavere sikkerhet, som forventet.



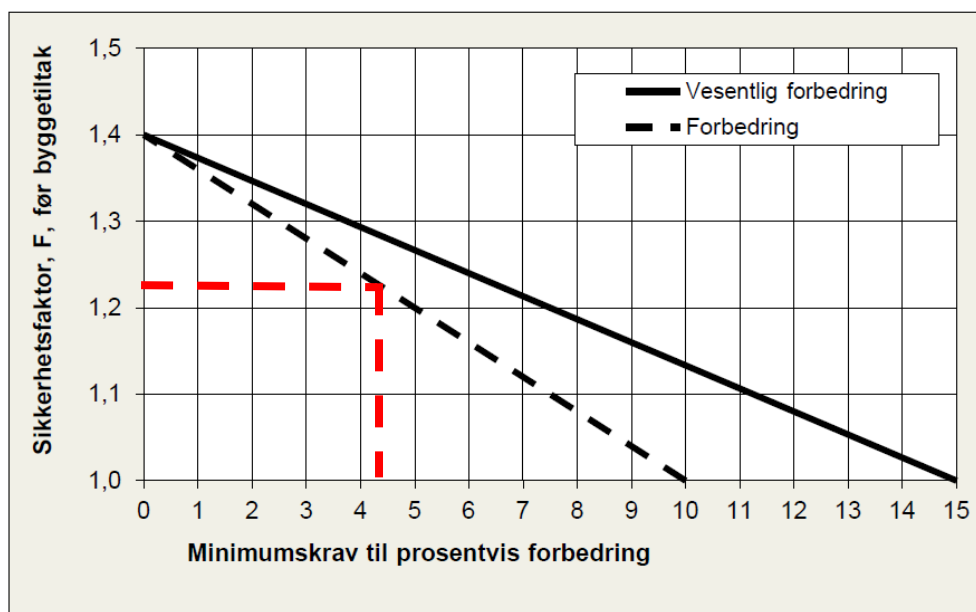
Figur 4.14 Plassering av profiler for stabilitetsberegninger.

Lavest sikkerhet i dagens situasjon fås i profil E. Beregningen, vist i Figur 4.15, viser sikkerhetsfaktor 1,23. Dette er lavere enn kravet til sikkerhet iht. NVE veileder 1/2019.

For sikkerhet 1,23 i dagens situasjon kreves ca. 5 % forbedring, som vist på Figur 4.16. Dette tilsvarer en sikkerhetsfaktor på $1,23 \cdot 1,05 = 1,29$.



Figur 4.15 Stabilitetsberegning i profil E, dagens situasjon. Udrenert analyse.

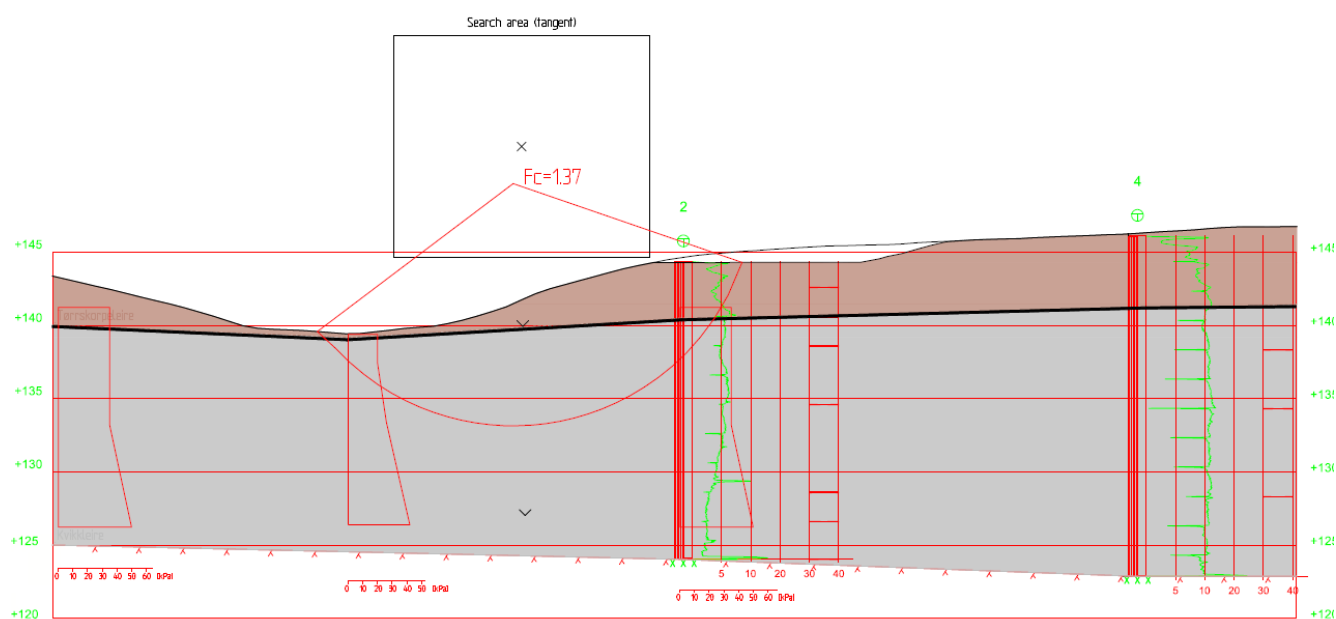


Figur 4.16 Krav til prosentvis forbedring, ref. [2].

Figur 4.17 viser en avlastning i toppen av skråningen på ca. 1 m i en sone ca. 10 m bakenfor skråningstopp. Dette gir sikkerhetsfaktor 1,37, som er høyere enn kravet til prosentvis forbedring.

Øvrige profiler har høyere sikkerhet i dagens situasjon, og dermed mindre krav til evt. prosentvis forbedring, forutsatt at tiltak ikke forverrer. Utførte beregninger og krav til tiltak er oppsummert i Tabell 4.2.

Krav til prosentvis forbedring kan også oppnås ved oppfylling i bunn av ravinene, eller evt. en kombinasjon av avlastning og oppfylling. Endelige løsninger for de forskjellige områdene må vurderes i detaljprosjektet.



Figur 4.17 Stabilitetsberegning i profil E, ca. 1 m avlastning i topp av skråning. Udrenert analyse.

Tabell 4.2 Oppsummering av stabilitetsberegninger og nødvendig avlastning.

Profil	Sikkerhet i dagens situasjon	Krav til forbedring	Nødvendig avlastning
A-1	1,57	-	-
A-2	1,89	-	-
B	1,26	4 % (1,31)	< 0,5 m
C-1	1,37	1 % (1,38)	< 0,5 m
C-2	1,32	2 % (1,35)	< 0,5 m
D	1,67	-	-
E	1,23	5 % (1,29)	0,5 – 1 m

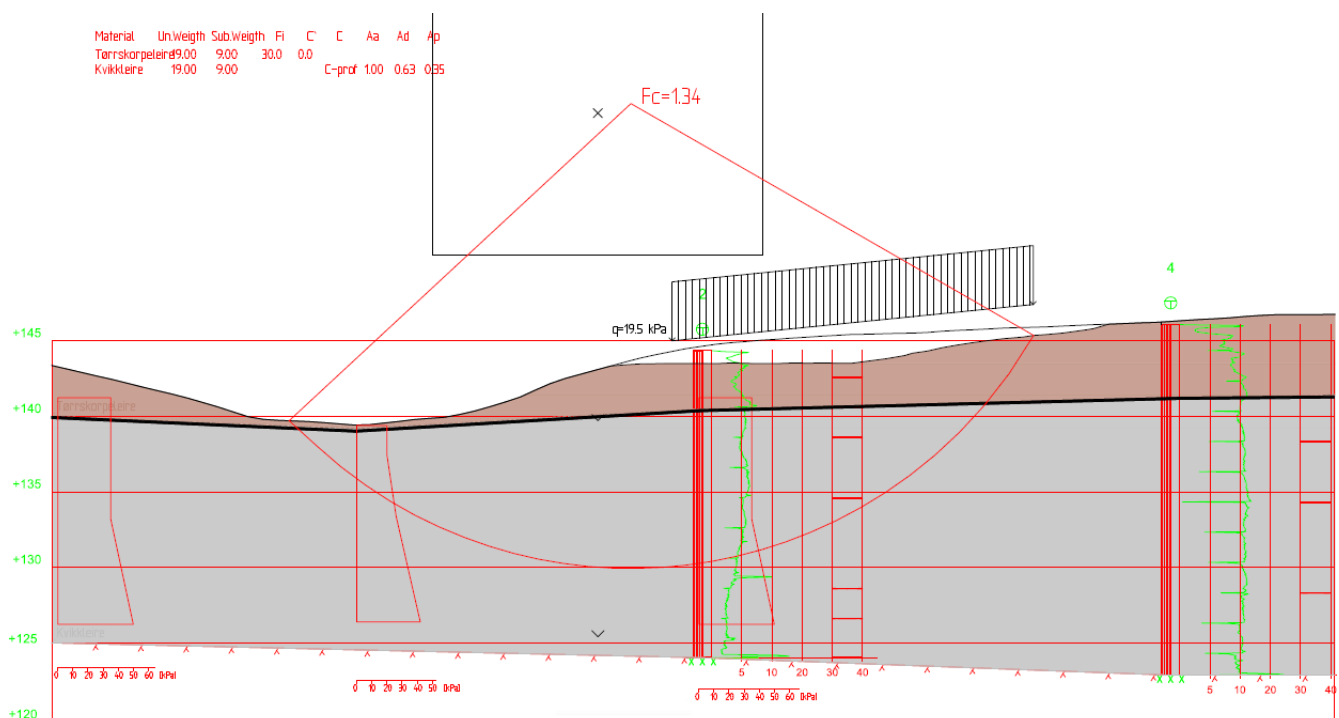
I profil A-2 planlegges det vei, og det vil dermed kreves permanent trafikklast på 19,5 kPa, ref. [13]. Dette medfører en forverring av stabiliteten, og det vil kreves sikkerhetsfaktor 1,6. Evt. behov for stabiliserende tiltak må vurderes i detaljprosjekteringen.

Siden det ikke er påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire i nærheten av profil A, kan det vurderes å ta opp en ny prøveserie her. Dersom denne påviser ikke sprøbruddmateriale/kvikkleire, vil faresonen kunne reduseres eller fjernes. Dette gjelder også andre deler av planområdet, hvor det ikke er påvist kvikkleire i dybder som gir fare for kvikkleireskred.

Profil B er i en skråning utenfor planområdet, og det skal ikke gjøres noen tiltak her i forbindelse med prosjektet. Pga. liten sannsynlighet for sideveis utbredelse, beskrevet i kapittel 4.9, vurderes det at et evt. skred i forbindelse med tiltak på planområdet ikke vil kunne forplante seg bort til eksisterende boligområde. Skråningen kan dermed sies å ligge utenfor influensområdet til tiltaket, og dermed gjelder krav til robusthet, $F_c \geq 1,2$. Derfor vil det ikke være krav til å gjøre stabiliserende tiltak.

Det er gjort en kontrollberegning med trafikklast i anleggsfasen i profil E (profilen med lavest sikkerhet i dagens situasjon), vist i Figur 4.18. Med full trafikklast (19,5 kPa) på topp av skråningen vil det kreves ca. 1,5 m avlasting for å tilfredsstille krav til prosentvis forbedring. Avlasting kan gjøres ved at man begynner lengst inn fra skråningstoppen og fjerne masser suksessivt utover. På den måten vil man kompensere for vekten av gravemaskin, og unngå forverring av sikkerheten.

Evt. restriksjoner på anleggstrafikk, rekkefølge på avlasting og mellomlagring av masser må vurderes nærmere i detaljprosjektet. I utgangspunktet vil ikke mellomlagring av masser tillates innenfor faresonene.



Figur 4.18 Stabilitetsberegning i profil E, ca. 1,5 m avlasting i topp av skråning. Med terrenglast fra anleggstrafikk. Udrenert analyse.

4.12 Punkt 11: Innmelding av faresoner og grunnundersøkelser

Vi anbefaler at grunnundersøkelsene som er gjort i forbindelse med denne utredningen meldes inn til NADAG (Nasjonal database for grunnundersøkelser), og at ny faresone meldes inn gjennom NVEs innmeldingsløsning, <https://kvikkleiresoner.nve.no>.

Innmelding av faresone utføres når uavhengig kvalitetssikring er gjennomført.

GrunnTeknikk kan også bistå oppdragsgiver å melde inn grunnundersøkelser til NADAG.

4.13 Krav til uavhengig kontroll

Det er utredet en nye faresone, og vurderingen skal kvalitetssikres av et uavhengig foretak iht. NVE veileder 1/2019. Oppdragsgiver har engasjert Sweco AS avd. Sarpsborg til uavhengig kontroll.

5 Konklusjon

Områdestabilitet er vurdert iht. gjeldende regelverk, NVE veileder 1/2019. Vurderingen er basert på dagens terreng, foreliggende planer for området og utførte grunnundersøkelser.

Utredningen har vist at det er fare for rotasjonsskred i kvikkleire i ravinene på området. Mulige løseområder er begrenset til 5 ganger skråningshøyde fra bunn av ravinene, der skråningshøyden er større enn 5 m. Det er avgrenset 4 uavhengige delsoner. Disse er klassifisert under ett, med;

- Faregradsklasse *lav*
- Konsekvensklasse *alvorlig*
- Risikoklasse 2

Stabilitetsberegninger viser for lav sikkerhet i 3 av 5 beregningsprofiler. Avlastning av skråningstopp inntil ca. 1 m gir tilfredsstillende sikkerhet, forutsatt at tiltak ikke forverrer stabiliteten. Det oppnås f.eks. ved kompensert fundamentering av planlagte bygg.

Planlagt tiltak kan gjennomføres som planlagt. Boliger og veier kan oppføres innenfor avgrensede faresoner, forutsatt at det gjøres nødvendige sikringstiltak. Dette kan være enten avlastning av skråningstopp, oppfylling i bunn av ravine, eller en kombinasjon av disse. Kompensert fundamentering kan gjøres med lette fyllmasser eller kjelleretasje for lettere bygg. For tyngre bygg må det vurderes pelefundamenter. Erosjonssikring må vurderes i ravine 3.

Denne utredningen skal kvalitetssikres av et uavhengig foretak.

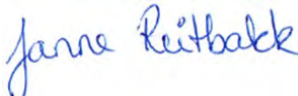
Det bør vurderes å utføre supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med detaljprosjektering. Dersom de viser bedre forhold enn antatt ut ifra foreliggende resultater, kan det vurderes om enkelte soner kan reduseres eller fjernes. Dette kan gi reduserte krav til sikkerhet/tiltak.

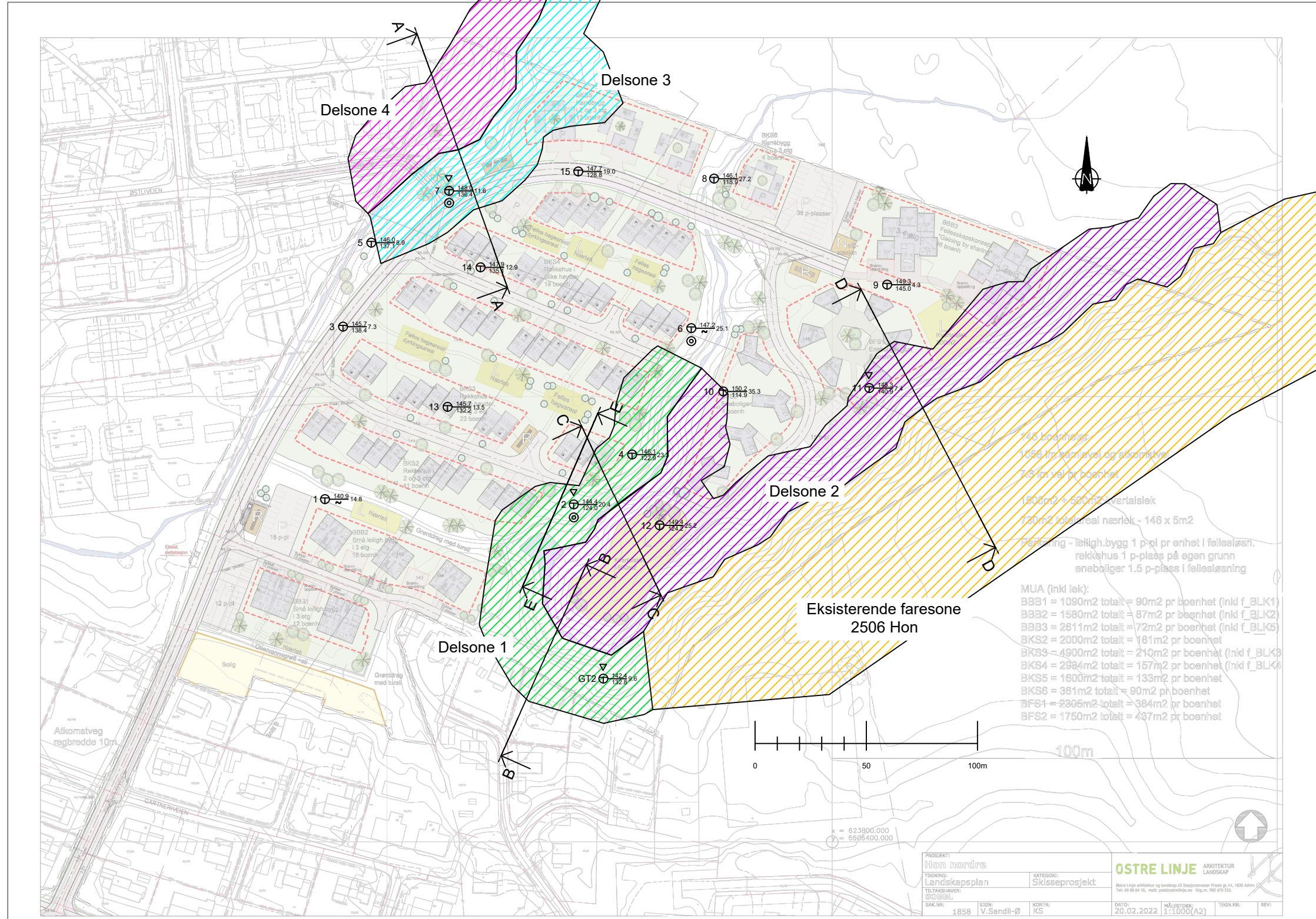
Kontrollside

Dokument	
Dokumenttittel: Indre Østfold. Hon nordre detaljregulering, Utredelse av områdestabilitet	Dokument nr: 116655n1 rev. 1
Oppdragsgiver: Sarpsborg og Omegns Boligbyggelag (SOBBL)	Dato: 05.12.22
Emne/Tema: Områdestabilitet, faresoner	

Sted		
Land og fylke: Norge, Viken	Kommune: Indre Østfold	
Sted: Askim		
UTM sone: 32	Nord: 6606630	Øst: 623650

Kvalitetssikring/dokumentkontroll					
Rev	Kontroll	Egenkontroll av		Sidemannskontrav	
		dato	sign.	dato	sign.
1	Oppsett av dokument/maler	05.12.22	EH	06.12.22	JR
1	Korrekt oppdragsnavn og emne	05.12.22	EH	06.12.22	JR
1	Korrekt oppdragsinformasjon	05.12.22	EH	06.12.22	JR
1	Distribusjon av dokument	05.12.22	EH	06.12.22	JR
1	Laget av, kontrollert av og dato	05.12.22	EH	06.12.22	JR
1	Faglig innhold	05.12.22	EH	06.12.22	JR

Godkjenning for utsendelse	
Dato: 06.12.2022	Sign.: 



TEGNFORKLARING :

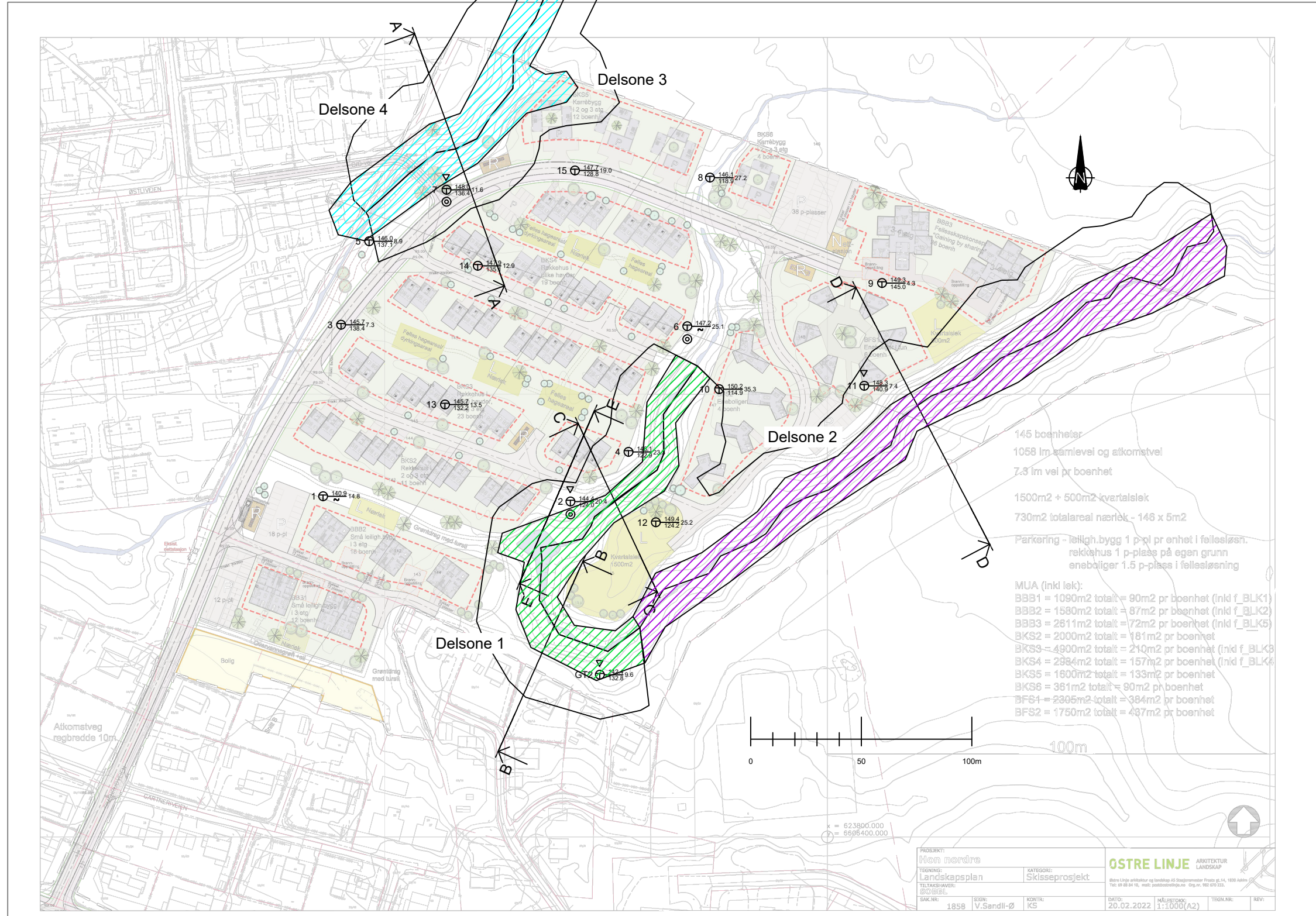
- Dreiesonering
- Enkel sonering
- ▽ CPT sonering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksone
- ⊕ Totalsonering
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊙ Prøveserie
- ⊖ Porettrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen
- Naverboring

Kartgrunnlag: hoydedata.no
 Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Sarpsborg og Omegn Boligbyggerlag Indre Østfold. Hon nordre	27.10.22	EH	JR
	Avgrensing av nye faresoner	Målestokk 1 : 1000	Originalformat A3	
		Status Tegning i notat		
		Tegningsnummer 116655-1	Rev.	0



www.grunnteknikk.no
 Tlf.:45904500



TEGNFORKLARING :

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ CPT sondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊙ Prøveserie
- ⊖ Poretrykksmåling
- ^^ Fjell i dagen
- Naverboring

Kartgrunnlag: hoydedata.no
 Koordinatsystem og høydesystem: UTM32V og NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Sarpsborg og Omegn Boligbyggerlag Indre Østfold. Hon nordre	02.12.22	EH	JR
	Avgrensing av utløpsområder	Målestokk 1 : 1000	Originalformat A3	
		Status Tegning i notat		
		Tegningsnummer 116655-2	Rev.	0



www.grunnteknikk.no
 Tlf.:45904500

Iht. NVE ekstern rapport 9/2020 "Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred" utarbeidet av NGI, rev. 4 datert 27.11.2020.

Klassifiseringen dekker de 4 delsonene på Hon nordre.

Fargekoder:

Fylles ut

Låst (forhåndsbestemt)

Beregnes

Sign.	Dato	Oppdrag	Oppdrag nr.
EH	01.12.2022	Indre Østfold. Hon nordre	116655
Ktr.	Dato		
JR	01.12.2022		

Evaluering av faregrad (ref. tabell 1)

Faktorer	Faregrad score (F)	Vekttall (V)	Produkt V x F	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	0	1	0	Ikke kjennskap til tidligere skredaktivitet i området.
Skråningshøyde, meter	0	2	0	Høydeforskjell mindre enn 15 m.
Tidligere/nåværende terrengnivå	0	2	0	OCR tolket som >2,0 i dybder innenfor kritiske glideflater (basert på utført CPTU).
Poretrykk	0	3	0	Poretrykksmålinger tyder ikke på overtrykk. Antatt hydrostatisk poretrykksfordeling fra bunn av raviner.
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Sonderinger/prøveserier tyder på mulig kvikkleire/sprøbruddmateriale fra ca. 4 m under terreng. Evt. kvikkleire dypere enn H/2 skal ikke medtas, dermed legges kvikkleiremektighet H/2-H/4 til grunn.
Sensitivitet	3	1	3	Prøveseriene viser sensitivitet 20-30. Pga. prøveforstyrrelse er sensitiviteten antakeligvis høyere. Derfor anslått St > 100.
Erosjon	1	3	3	Mindre erosjon observert i ravine 3.
Inngrep	0	3	0	Ikke gjort noen inngrep på nåværende tidspunkt. Det planlegges avlasting/motfylling/erosjonssikring for å sikre tilfredsstillende stabilitet.

Evaluering av skadekonsekvens (ref. tabell 2)

Faktorer	Konsekvens score (K)	Vekttall (V)	Produkt V x K	Kommentar
Boligheter, antall	3	4	12	Nye faresoner berører til en viss grad eksisterende boligområder i sør (delsone 1) og i vest (delsone 4). Planlagt bebyggelse kommer delvis innenfor sonene.
Næringsbygg, personer	0	3	0	Ingen næringsbygg innenfor nye soner.
Annen bebyggelse, verdi	0	1	0	Ingen.
Vei, ÅDT	1	2	2	Ingen gjennomfartsveier, kun adkomst til nytt boligfelt.
Toglinje, baneprioritet	0	2	0	Ingen toglinje innenfor sonen.
Kraftnett	0	1	0	Forutsatt bare lokalt kraftnett innenfor sonen.
Oppdemning/floam	0	2	0	Fare for oppdemning/floam vurderes som liten. Ravinedalene har lite nedslagsfelt for nedbør og generelt lite vannføring. Bebyggelse ligger/kommer på topp av ravinedalene, slik at evt. oppdemning ikke vil oversvømme vei/boliger.

Poengsum, faregrad: 10
 Prosent av maks. poengsum (F_pct): 20 %
 Faregradsklasse: Lav

Poengsum, skadekonsekvens: 14
 Prosent av maks. poengsum (K_pct): 31 %
 Konsekvensklasse: Alvorlig

Poengverdi, risiko (K_pct x F_pct): 610
 Risikoklasse: 2