

## VESTFOLDBANEN (DRAMMEN) – LARVIK



### Nykirke – Barkåker

### Områdestabilitet deponier

Revisjon 01B datert 01.12.2017 aksepteres for oversendelse til førstegangsbehandling.

- Akseptert
- Akseptert m/kommentarer
- Ikke akseptert / kommentert  
Revider og send inn på nytt
- Kun for informasjon

Sign:

		Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
01B	Revidert etter kommentarer	01.12.2017	AMW	JL	SSN
00B	Høringsutgave	18.09.2017	JMC/ON	JL	SSN
Revisjon	Revisjonen gjelder				
Tittel: <b>VESTFOLDBANEN (DRAMMEN) – LARVIK</b> <b>NYKIRKE - BARKÅKER</b> <b>Områdestabilitet deponier</b>		Sider: <b>49</b>	Produisert av: 		
		Prod.dok.nr.:	20140654-08-R	Rev:	
		Erstatter:			
		Erstattet av:			
Prosjekt:	965102	Dokumentnummer: <b>ICP-34-A-11094</b>		Revisjon: <b>01B</b>	
Parsell:	34 Nykirke-Barkåker				
Planfase:	Detalj- og reguleringsplan				
		Drift dokumentnummer:		Drift rev.:	

## Endringslogg

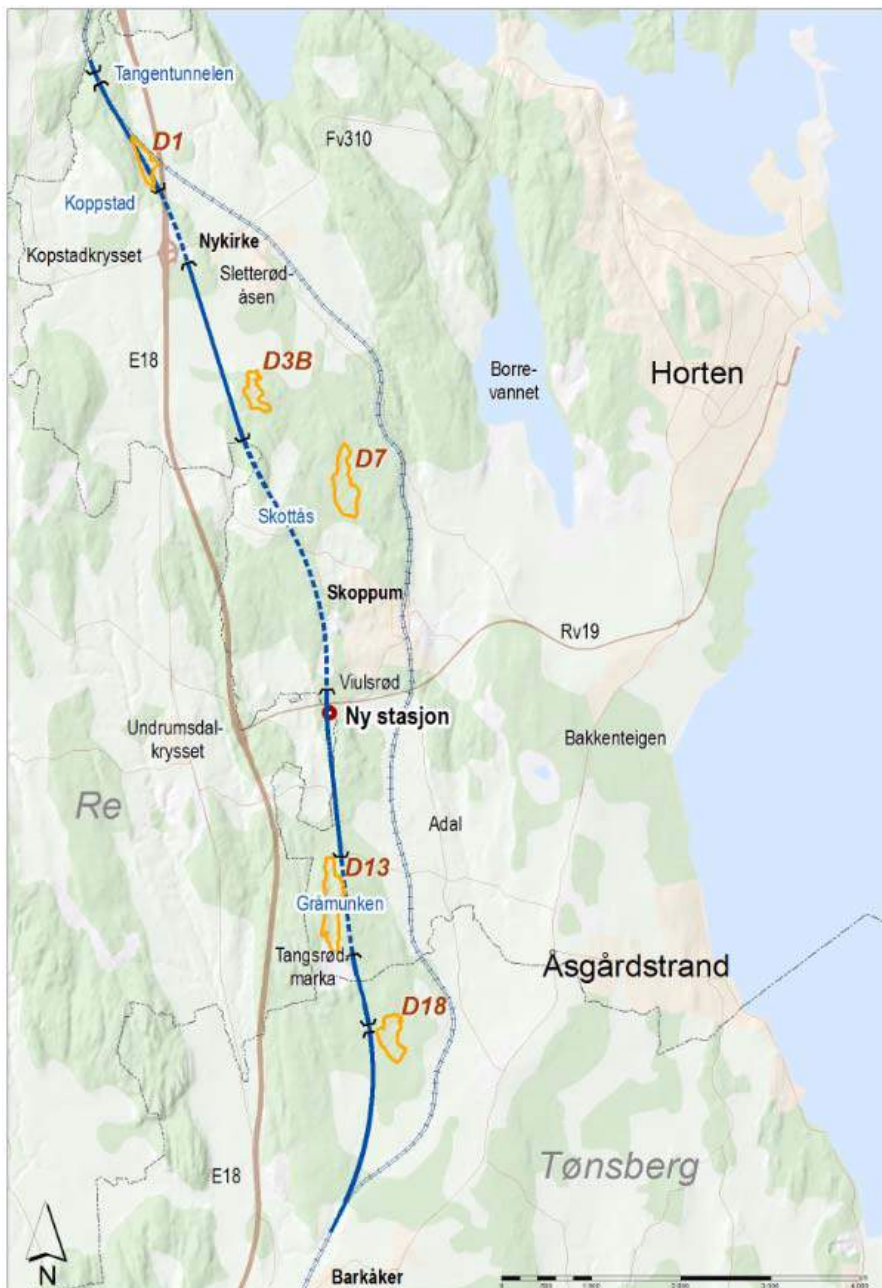
Rev.	Endring
00B	Høringsutgave
01B	Revidert etter kommentarer fra tredjepartskontroll

## FORORD

Modernisering av Vestfoldbanen er en del av InterCity-utbyggingen på Østlandet, jfr. Nasjonal transportplan 2018 - 2029. Nytt dobbeltspor mellom Nykirke og Barkåker skal være bygget innen 2024.

Kommunedelplan med tilhørende konsekvensutredning for dobbeltspor Nykirke-Barkåker ble vedtatt i Horten, Re og Tønsberg kommune i oktober 2016.

Bane NOR utarbeider forslag til reguleringsplan for dobbeltspor Nykirke-Barkåker fra Fegstad/Tangentunnelen i Horten kommune til Barkåker i Tønsberg kommune. Planforslaget omfatter ca. 14 km dobbeltspor med stasjon sørvest for Skoppum. Deponiområder for mulig permanent plassering av overskuddsmasser fra anlegget inngår i planen.



Oversiktstegning Nykirke – Barkåker

Planarbeidet ledes av Bane NOR, Utbygging Vestfoldbanen, med Elsebeth A. Bakke som planleggingssjef.

Fagrapporter for områdestabilitet, utarbeidet av NGI, omfatter vurderinger av områdestabilitet for jernbanetraseen, permanente veier i tilknytning til prosjektet samt planlagte deponiområder. Dokumentet inngår som et grunnlag for detalj- og reguleringsplanarbeidet på planstrekningen Nykirke-Barkåker.

## **SAMMENDRAG**

Bane NOR utarbeider teknisk detaljplan for nytt dobbeltspor mellom Nykirke og Barkåker. Strekningen er en del av InterCity-utbyggingen. Denne rapporten omhandler vurdering av områdestabilitet for planlagte deponiområder. Dersom andre områder blir valgt for deponering av masser må det utføres nye soneutredninger.

Løsmassene i området er dominert av hav- og fjordavsetninger (marin leire), bortsett fra i den søndre delen av tiltaksområdet, hvor Skandinavias største sammenhengende endemorene påtreffes (Raet).

Det er identifisert tre faresoner i forbindelse med deponiene; to ved deponi D1 (som er et stabilitetsforbedrende geoteknisk tiltak) og én ved deponi D13. Faresonene er identifisert på bakgrunn av topografiske forhold, kvartærgeologisk kart, befaringer og utførte grunnundesøkelser. I reguleringsplanen er faresonene for kvikkleire regulert som hensynssoner i henhold til Plan- og bygningsloven §11.8. Sonene er definert som faresoner med ras- og skredfare, i henhold til Veileder til plan- og kartforskriften. Det vil bli utarbeidet planbestemmelser for sonene.

Det er videre utført en faregradsklassifisering av områdene. Klassifiseringen har gitt én sone med faregrad "lav" og to soner med faregrad "middels".

Utførte stabilitetsberegninger viser at områdestabiliteten i deponiområdene er tilfredsstillende i dagens situasjon.

Ved utlegging av deponimassene er det nødvendig å dokumentere at ingen byggefase forverrer stabilitetsforholdene. Det må i detaljprosjektfasen lages arbeidstegninger med krav til maksimal lagtykkelse og skråningsshelning. Det er også nødvendig å sette restriksjoner på eventuell mellomlagring av masser.

Det bemerkes at det vil være forekomst av kvikkleire utover de områder som er behandlet i områdestabilitetsvurderingen. Dette er områder hvor topografien medfører at det ikke er nødvendig å vurdere områdestabilitet.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>5</b>
<b>TEGNINGER</b> .....	<b>6</b>
<b>VEDLEGG</b> .....	<b>6</b>
<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>7</b>
1.1.1 Norske standarder .....	7
1.1.2 Teknisk regelverk fra Bane NOR.....	7
1.1.3 Håndbøker fra Statens vegvesen .....	7
1.1.4 Retningslinjer fra NVE .....	7
1.1.5 Veiledninger fra NVE .....	7
<b>2 EKSISTERENDE ANLEGG</b> .....	<b>10</b>
<b>3 NYTT ANLEGG</b> .....	<b>11</b>
<b>4 BAKGRUNN FRA HOVEDPLANEN</b> .....	<b>13</b>
<b>5 GRUNNLAGSMATERIALE</b> .....	<b>14</b>
5.1 PROSJEKTERINGSFORUTSETNINGER.....	14
5.2 GRUNNUNDERSØKELSER.....	14
5.3 KARTGRUNNLAG OG GEOMETRI .....	14
5.4 TIDLIGERE REGISTRERTE KVIKKLEIRESONER PÅ STREKNINGEN .....	14
5.5 BEFARINGER.....	15
<b>6 TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD</b> .....	<b>16</b>
<b>7 KRAV TIL SIKKERHETSNIVÅ</b> .....	<b>17</b>
7.1 MATERIALFAKTOR .....	17
<b>8 KARTLEGGING AV KVIKKLEIRESONER</b> .....	<b>19</b>
8.1 METODE .....	19
8.2 FORESLÅTTE KVIKKLEIRESONER OG FAREGRADSEVALUERING.....	20
<b>9 STABILITETSBEREGNINGER</b> .....	<b>21</b>
9.1 KVIKKLEIRESONE BOLLERUD OG ÅS.....	21
9.2 KVIKKLEIRESONE TANGSRØD SØNDRE.....	21
<b>10 KONKLUSJON</b> .....	<b>22</b>
<b>11 REFERANSELISTE</b> .....	<b>23</b>

## TEGNINGER

<b>TEGNING 004</b>	Oversiktskart
<b>TEGNING 020</b>	Kvartærgeologisk kart med kvikkleiresoner, nord
<b>TEGNING 021</b>	Kvartærgeologisk kart med kvikkleiresoner, sør
<b>TEGNING 022</b>	02 Bollerud
<b>TEGNING 023</b>	03 Ås
<b>TEGNING 024</b>	10 Tangsrød søndre

## VEDLEGG

<b>VEDLEGG A</b>	Bilder fra befaring
<b>VEDLEGG B</b>	Evaluering av faregrad
<b>VEDLEGG C</b>	Stabilitetsberegninger Tangsrød søndre

# 1 INNLEDNING

## Hensikt med rapport

Denne rapporten omhandler vurdering av områdestabilitet for planlagte deponiområder for prosjektet Utbygging Vestfoldbanen Nykirke-Barkåker (forkortet UNB). Det er på det nåværende tidspunkt planlagt 5 områder for deponering av masser, kalt D1, D3, D7, D13 og D18, se tegning 004.

Vurdering av områdestabilitet har omfattet følgende arbeider:

- Kartlegging av aktsomhetsområder
- Utarbeide og følge opp program for geotekniske grunnundersøkelser
- Tolkning av grunnundersøkelser
- Vurdering av faregrad for kartlagte faresoner for kvikkleire
- Utføre stabilitetsberegninger i kritiske snitt
- Foreslå stabilitetsforbedrende tiltak

Det er for øvrig utarbeidet en egen rapport for vurdering av områdestabilitet for jernbanetraseen, se ICP-34-A-11093.

## Regelverk, føringer og avvikshåndtering

I det etterfølgende er relevante geotekniske standarder, retningslinjer, veiledninger, håndbøker fra Statens vegvesen og teknisk regelverk fra Bane NOR som omhandler områdestabilitet oppsummert. I tillegg skal norske lover og forskrifter følges.

### 1.1.1 Norske standarder

- NS-EN 1990:2002+NA:2016 *Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner*
- NS-EN 1997-1:2004+NA:2016 *Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler*

### 1.1.2 Teknisk regelverk fra Bane NOR

- TRV520. *Underbygning. Prosjektering og bygging per 01.02.2017*
- TRV525. *Bruer. Prosjektering og bygging per 01.02.2017*
- ICP-00-A-00030. *Teknisk Design Basis for InterCity, rev. 03A datert 14.11.2016*

### 1.1.3 Håndbøker fra Statens vegvesen

- N200: *Vegbygging* (2014)
- V220: *Geoteknikk i vegbygging* (2014)
- V221: *Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger* (2014)

### 1.1.4 Retningslinjer fra NVE

- Nr.2/2011 *Flaum- og skredfare i arealplaner* (revidert 22. mai 2014)

### 1.1.5 Veiledninger fra NVE

- NVE Veileder 7-2014. *Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper* (2014)

I henhold til vedlegg D ("Dokumentasjonskrav i jernbaneverket") i TRV520 [1] er det i gjeldende planfase "Teknisk detaljplan" krav til at områdestabilitet skal ferdigstilles og godkjennes av tredjepart. Alle geotekniske inngrep og tiltak for øvrig i anleggsperioden for å bestemme midlertidig og permanent arealbehov skal ferdigstilles for regulering i denne planfasen.

Vurderinger for områdestabilitet er utført i henhold til prosjekteringsforutsetninger for geoteknikk [3], hvor krav til materialfaktor for områdestabilitet er oppsummert i avsnitt 7.1.

Alle eventuelle avvik fra Bane NOR's tekniske regelverk skal godkjennes iht. Bane NORs tekniske regelverk Felles bestemmelser kap. 2 tabell 1 (se under). Dette gjelder også der formuleringene «bør» er benyttet.

**Tabell 1: Myndighet til å gi dispensasjon**

Regel	Verb	Myndighet til å gi dispensasjon
Myndighetskrav	<i>skal (i kursiv)</i>	Krav som Bane NOR selv ikke har myndighet til å gi dispensasjon fra
Krav	skal	Teknologidirektør
Anbefaling	bør	Infrastruktureier
Mulighet/alternative løsninger	kan	Den som prosjekterer, bygger eller vedlikeholder

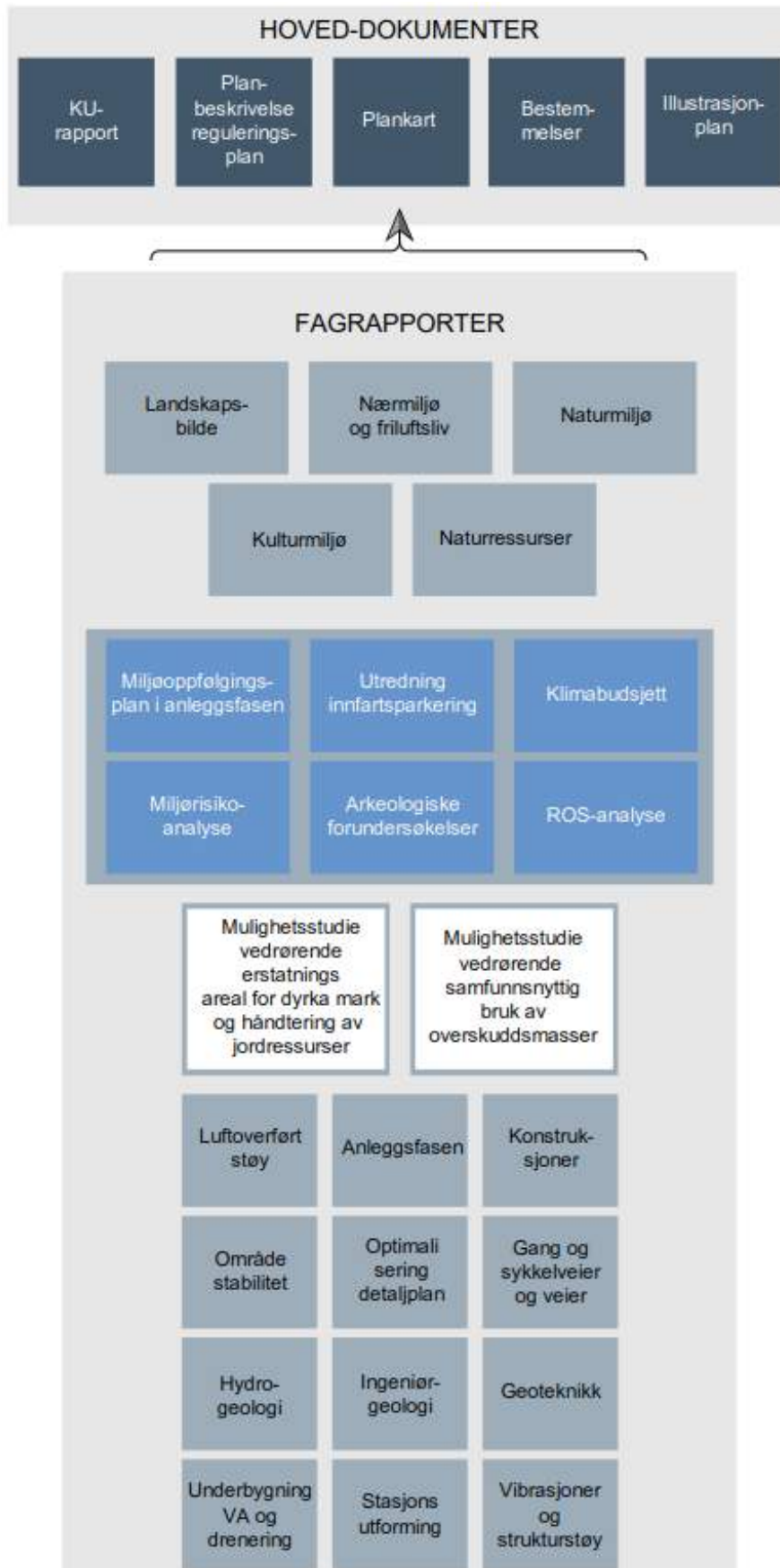
Avvik fra Teknisk designbasis for InterCity skal håndteres som endringer fra prosjektbestillingen og følge vanlig endringsprosedyre for prosjekter. Alle avvik fra Teknisk designbasis for InterCity skal forelegges leder teknikk og konsept før prosjekteiers endelige beslutning.

Det er opprettet en egen avvikslogg der alle avvik blir registrert (ICP-34-Q-00005, Avviksregister for Nykirke - Barkåker). I prosjekteringen er det lagt til grunn at foreslåtte avvik vil bli godkjent.

### **Andre fagrapporter**

Det er laget en rekke andre tekniske fagrapporter. Figur 1-1 viser dokumentene for reguleringsplanen. Det er for øvrig utarbeidet en egen rapport for vurdering av områdestabilitet for deponiområder, se ICP-34-A-11094 [7].





Figur 1-1: Oversikt over dokumentene for reguleringsplanen

## **2 EKSISTERENDE ANLEGG**

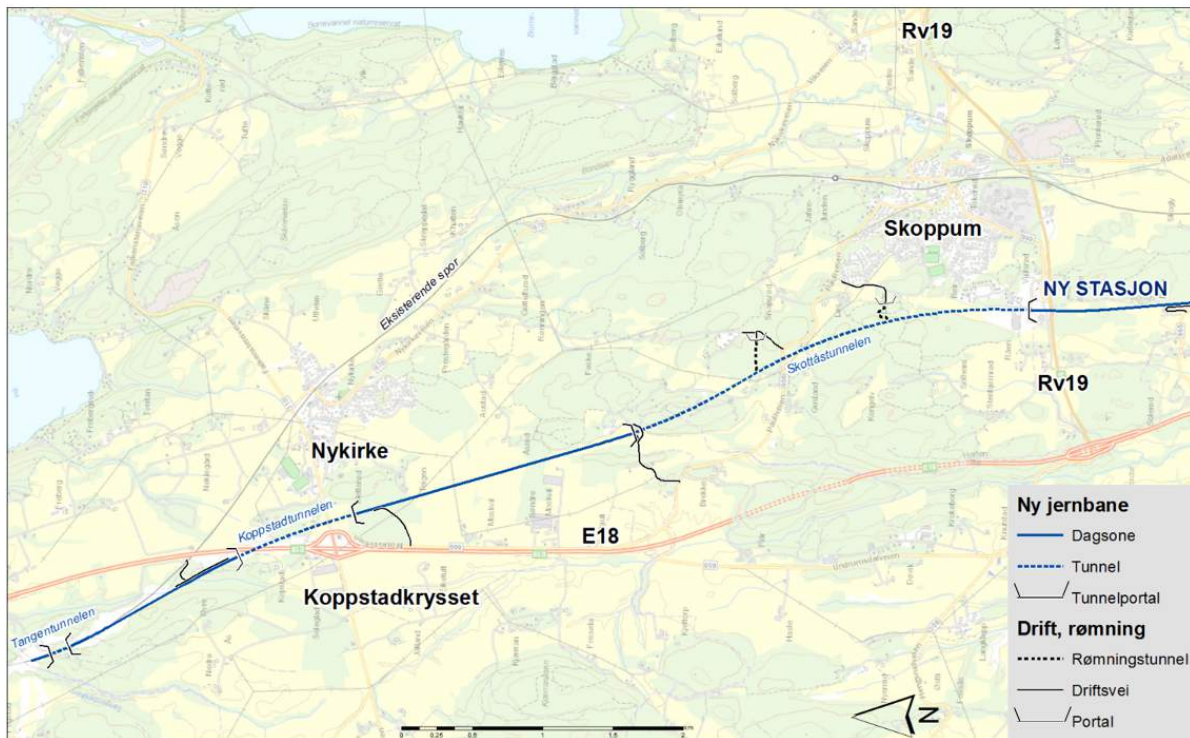
Eksisterende anlegg består av enkeltsporet strekning med kryssingsspor på Skoppum stasjon. Banen går gjennom tettstedene Nykirke, Skoppum og Barkåker. Nytt dobbeltspor Nykirke-Barkåker tilknytter seg dobbeltsporet Holm-Nykirke i nord (åpnet i 2016) og dobbeltspor Barkåker-Tønsberg i sør som åpnet i 2011. Det er ikke gjort en vurdering av områdestabilitet i forbindelse med eksisterende spor.

### 3 NYTT ANLEGG

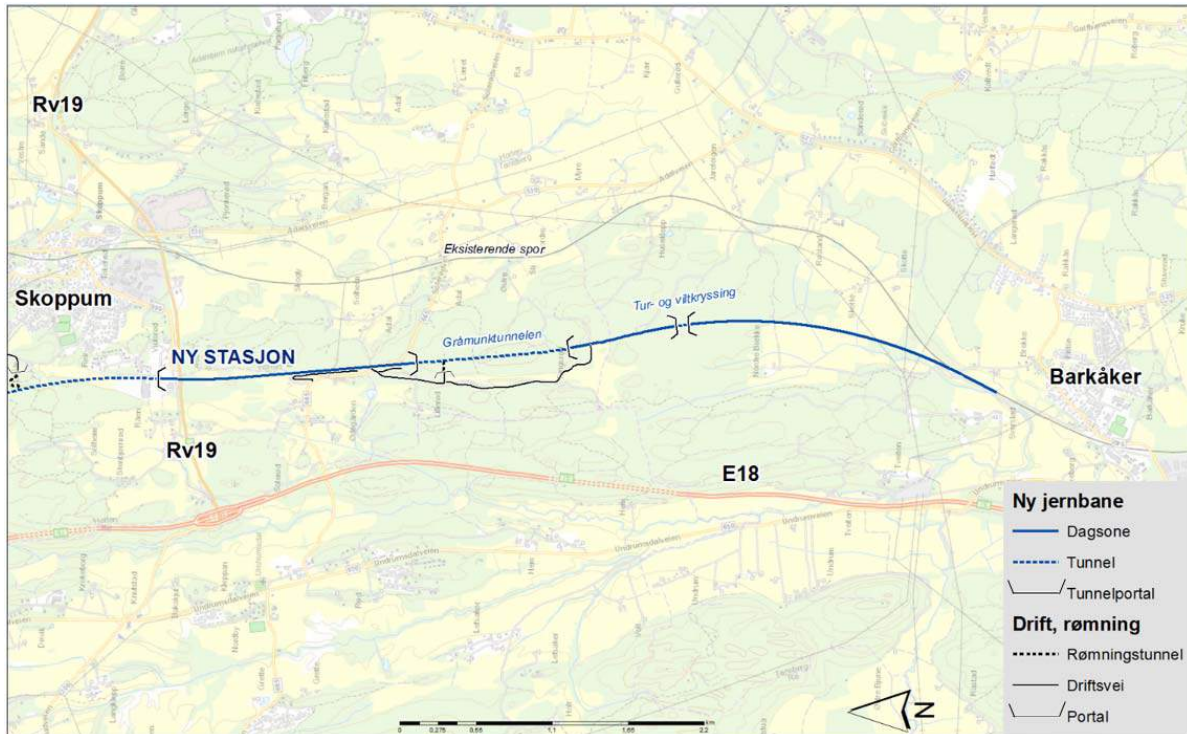
I nord kobles traseen til dobbeltspor Holm-Nykirke som ble åpnet høsten 2016. Eksisterende Tangentunnelen benyttes og oppgraderes innvendig. Det nye dobbeltsporet starter rett sør for denne tunnelen. Banen går i en kort dagsone før den krysser under E18 og Kopstadveien i en betongtunnel ca. 1 km lang. Banen krysser landbruksområde sørvest for Nykirke før den går inn i Skottåstunnelen med lengde ca. 3 km.

Ved rv.19, vest for Skoppum, er ny stasjon lokalisert på sørsiden av veien. Banen går videre sørover, gjennom Tangsrødmarka i en ca. 1,1 km lang tunnel, kalt Gråmunktunnelen. Sør i Tangsrødmarka er det en kort betongtunnel for viltkryssing og turvei.

Den nye banen kobles til eksisterende dobbeltspor ved Barkåker.



Figur 3-1: Oversiktstegning delstrekningen Nykirke – Skoppum



Figur 3-2: Oversiktstegning delstrekningen Skoppum – Barkåker

Jernbanetraseen er også vist på oversiktskart, tegning 001.

## **4 BAKGRUNN FRA HOVEDPLANEN**

I forrige planfase, teknisk hovedplan, ble tre ulike traséalternativer vurdert. Det ble da gjort en innledende vurdering av områdestabilitet langs alle tre traseer, presentert i [4], men det ble ikke gjort vurderinger av områdestabilitet for deponier.

## 5 GRUNNLAGSMATERIALE

### 5.1 Prosjekteringsforutsetninger

Prosjekteringsforutsetninger er beskrevet i rapport ICP-34-A-11061 [3].

### 5.2 Grunnundersøkelser

Følgende tidligere grunnundersøkelser har vært tilgjengelig i prosjektet;

- /1/ Geoteam rapport nr. 93059.01: *NSB Bane, Region sør. Parsell Nykirke – Tomsbakken. Grette – Skreppedalsområdet. Grunnundersøkelser hovedplan.* Datert 28. januar 1994.
- /2/ Geoteam rapport nr. 93059.02: *NSB Bane, Region sør. Parsell Nykirke – Tomsbakken. Skoppumområdet. Grunnundersøkelser hovedplan.* Datert 28. januar 1994.
- /3/ Geoteam rapport nr. 93059.03: *NSB Bane, Region sør. Parsell Nykirke – Tomsbakken. Barkåkerområdet. Grunnundersøkelser hovedplan.* Datert 20. januar 1994.
- /4/ Noteby rapport nr. 50582-3: *NSB Bane, Region sør. Modernisering av Vestfoldbanen. Hovedplan Nykirke – Barkåker. Grunnundersøkelser og geoteknisk vurdering.* Datert 22. januar 1996.
- /5/ Statens vegvesen Region sør, oppdragsrapport 2007 / 185B: *Geoteknikk. Rv 306 Kirkebakken – Re grense. Profil 850 – 3380.* Datert 27. januar 2007.
- /6/ NGI rapport ICP-34-V-70001: *InterCity-prosjektet Nykirke – Barkåker, Avrop V-NB-1. Datarapport grunnundersøkelser.* Datert 14. august 2015
- /7/ NGI rapport ICP-34-V-70002: *InterCity-prosjektet Nykirke – Barkåker, Avrop V-NB-2. Datarapport grunnundersøkelser.* Datert 19. august 2015
- /8/ NGI rapport ICP-34-V-70003: *InterCity-prosjektet Nykirke – Barkåker, Avrop V-NB-8. Datarapport grunnundersøkelser.* Datert 13. november 2015.
- /9/ NGI rapport UVB-53-A-17113: *5.3 Holmestrand-Nykirke, Datarapport grunnundersøkelser Fegstad.* Datert 29. april 2016
- /10/ NGI rapport 20160294-01-R: *IC Nykirke-Brkåker, Avrop V-NB-10, Datarapport grunnundersøkelser.* Datert 13. mars 2017.
- /11/ NGI rapport ICP-34-V-70005: *IC Nykirke-Brkåker, Avrop V-NB-18, Datarapport grunnundersøkelser.* Datert 12. desember 2016.

Generelt har de grunnundersøkelsene som er vist ovenfor hatt liten relevans for vurderingen av områdestabilitet for deponiområdene. Det er primært grunnundersøkelser utført i dette prosjektet som er benyttet i vurderingene:

- /12/ NGI rapport ICP-34-V-70006 rev 05A: *IC Nykirke-Barkåker, Avrop V-NB-30, Datarapport grunnundersøkelser.* Datert 15. september 2017.

### 5.3 Kartgrunnlag og geometri

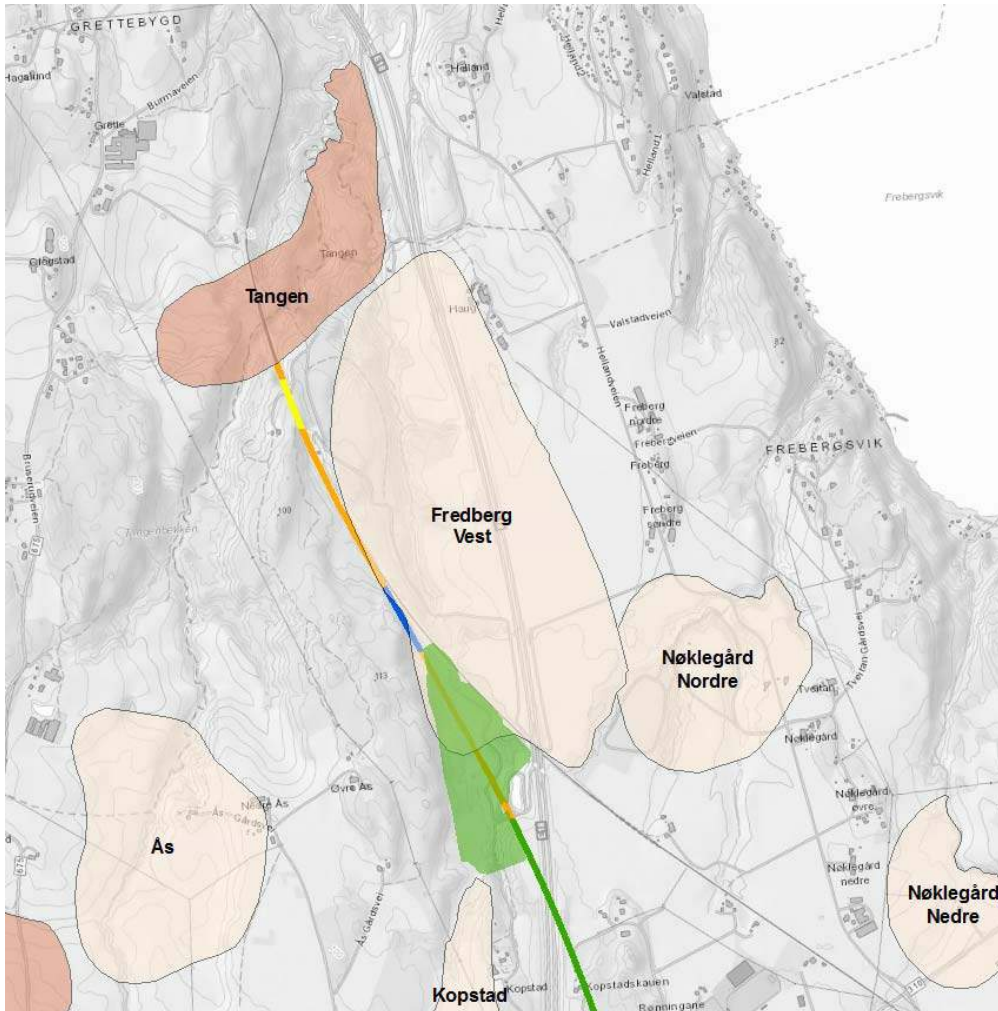
Grunnlaget brukt i de geotekniske vurderingene er hentet fra terrengmodell, samt gjeldende geometri av jernbaneanlegg, veier og deponi per 14.09.2017.

### 5.4 Tidligere registrerte kvikkleiresoner på strekningen

Tidligere registrerte kvikkleiresoner er presentert på tegning 004, sammen med planlagt jernbanetrasé og deponiområder.

Eneste deponiområde som berører tidligere registrerte kvikkleiresoner er D1, se Figur 5-1. D1 ligger delvis innenfor sonen "Fredberg Vest", men denne sonen er nå revidert i forbindelse

med vurdering av områdestabilitet for selve jernbaneanlegget, se rapport ICP-34-A-11093 [7]. D1 ligger nå utenfor sonen "Fredberg vest revidert".



Figur 5-1: Tidligere registrerte kvikkleiresoner i nord ved deponi D1 (grønt polygon)

## 5.5 Befaringer

Det ble utført befaring av deponiområdene den 2. november 2016, for å kartlegge oppstikkende berg, eventuelle utglidninger, terrenginngrep og erosjonsforhold, samt planlegge grunnundersøkelser. Resultatene fra befaringen er en del av vurderingene av utstrekning og beliggenhet av kvikkleiresonene. Bilder tatt på befaring er vist i vedlegg A.

## 6 TOPOGRAFI OG GRUNNFORHOLD

Løsmassene i området er dominert av hav- og fjordavsetninger (marin leire). Marin grense ligger ca. 180 m over dagens havnivå, mens terrengnivået i området varierer mellom kote +10 og +150. Hele området ligger altså under marin grense.

Det har historisk sett vært liten naturlig skredaktivitet i Horten kommune, selv om det er påvist kvikkleire flere steder. Den lave skredaktiviteten antas å skyldes "snill" topografi og liten erosjon i vassdragene.

Landskapstrekk som små daler og høydepartier er som regel orientert i nord-sør retning. Lokalt stikker enkelte bergblotninger opp fra de marine avsetningene. I forsenkningene er det til dels mektige løsmasseavsetninger. Løsmassene i forsenkningene består for det meste av marine leirer og vil vanligvis bestå av et 2-5 m tykt lag av tørrskorpeleire over bløtere leirer. Den bløte leira er sensitiv enkelte steder.

I sørenden av planlagt jernbanetrasé påtreffes Skandinavias største sammenhengende endemorene (grusrygg), kalt Raet. Inn mot Raet forventes det å påtreffe marine strandavsetninger (typisk blanding mellom leire, silt og sand).



## 7 KRAV TIL SIKKERHETSNIVÅ

### 7.1 Materialfaktor

I Teknisk Designbasis for InterCity [2] settes det et absolutt krav til materialfaktor for alle bruddflater som berører spor med persontrafikk. For vurdering av områdestabilitet hvor et eventuelt kvikkleireskred kan berøre jernbanen kan ikke prinsippet om prosentvis forbedring benyttes. I slike tilfeller skal absolutt materialfaktor være minimum 1,6 i slutttilstand og minimum 1,5 i byggetilstand, se Tabell 7-1. Dette iht. Bane NOR Teknisk regelverk [1].

**Tabell 7-1: Materialkoeffisienter ved prosjektering i bruddgrensetilstanden, teknisk regelverk for Bane NOR TRV [2].**

Analysetype	Skadekonsekvensklasse	Bruddmekanisme		
		Seigt	Nøytralt	Sprøtt
Effektivspenningsanalyse, $\alpha\phi$ -metoden	Mindre alvorlig	1,20	1,30	1,40
	Alvorlig	1,30	1,40	1,50
Totalspenningsanalyse, ADP-metoden	Meget alvorlig	1,40	1,50	1,60
	Mindre alvorlig	1,40	1,55	1,70
Totalspenningsanalyse, Su-metoden	Alvorlig	1,55	1,70	1,85
	Meget alvorlig	1,70	1,85	2,00

Byggefase

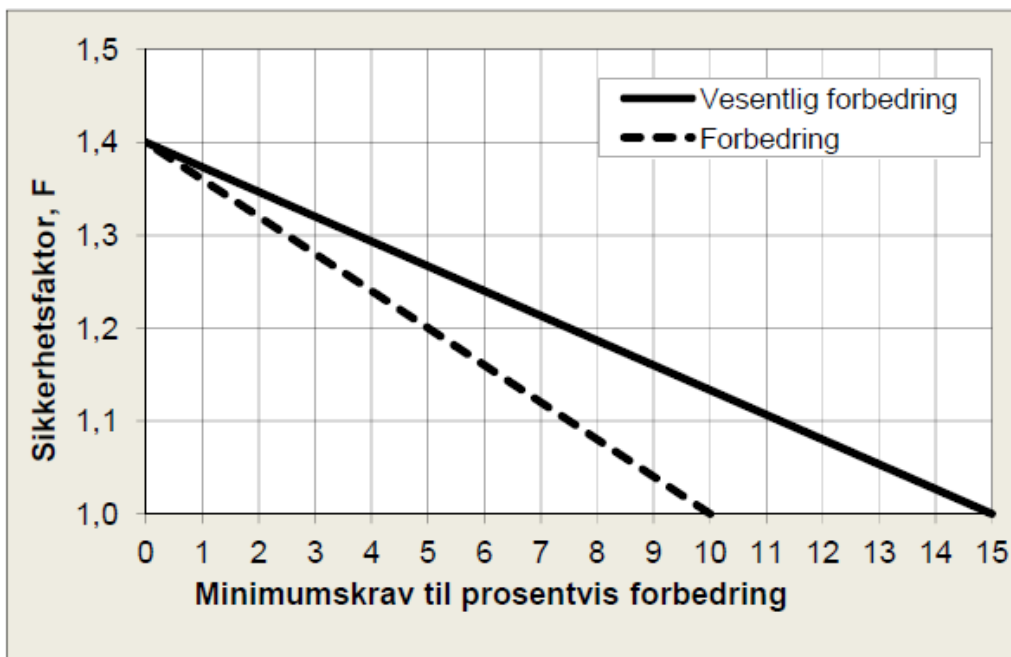
Slutttilstand

For deponiområdene som ikke berører jernbanen skal NVEs veileder 7-2014 [6] benyttes. Krav til materialfaktor varierer avhengig av tiltakskategori (K0-K4) og faregrad før utbygging, se kapittel 5.2 i veilederen og Figur 7-1 nedenfor. For deponiene som ligger utenom jernbanetraseen, er tiltakskategori K2 valgt. Sikkerhetskravet til materialfaktor er 1,4 eller ikke forverring for lav og middels faregradsklasser. For kvikkleiresoner med høy faregrad er kravet til materialfaktoren 1,4, eller ikke forverring dersom sikkerhetsfaktoren er høyere enn 1,2, eller alternativt prosentvis forbedring dersom sikkerhetsfaktoren er lavere enn 1,2, se Figur 7-2.

Ved utlegging av deponimassene er det nødvendig å dokumentere at ingen byggefase forverrer stabilitetsforholdene. Det må i detaljprosjektfasen lages arbeidstegninger med krav til maksimal lagtykkelse og skråningshelning. Det er også nødvendig å sette restriksjoner på eventuell mellomlagring av masser.

Tiltakskategori. Type tiltak som inngår i tiltakskategorien	Hvordan oppnå tilfredsstillende sikkerhet for ulik faregrad		
	Faregrad før utbygging: Lav	Faregrad før utbygging: Middels	Faregrad før utbygging: Høy
<p><b>K2:</b> Tiltak som er nevnt under kategori K1 når tiltaket vil påvirke stabiliteten negativt dersom det ikke gjennomføres stabiliserende tiltak utenom selve tiltaket.</p> <p>Dersom tiltaket medfører tilflytting av personer skal tiltaket plasseres i tiltakskategori K3 eller K4.</p>	<p>a) Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet <math>F \geq 1,4</math> eller</p> <p>b) Ikke forverring **</p> <p>Kvalitetssikres av kollega.*</p>	<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet <math>F \geq 1,4</math> eller</p> <p>b) Ikke forverring hvis <math>F &gt; 1,2</math>, eller</p> <p>c) Forbedring hvis <math>F \leq 1,2</math>, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>	

Figur 7-1: Beskrivelse av kategori K2 [6] (\*\*Det er ikke nødvendig med fullstendig utredning av sonen. Selve tiltaket kan utføres med et tilhørende stabiliserende tiltak for å oppnå "ikke forverring" av områdestabiliteten).



Figur 7-2: Krav til prosentvis forbedring ved topografiske endringer eller bruk av lette masser [6].

## 8 KARTLEGGING AV KVIKKLEIRESONER

### 8.1 Metode

Tidligere registrerte kvikkleiresoner er kartlagt gjennom den nasjonale oversiktskartleggingen av potensielt skredfarlige kvikkleiresoner. Denne kartleggingen var basert på et begrenset antall borer og ga grunnlag for opptegning av aktsomhetssoner.

Kartlegging av kvikkleiresoner mellom Nykirke og Barkåker er utført etter den samme metoden som tradisjonelt benyttes for kvikkleirekartlegging i norske kommuner, beskrevet i NVEs veileder nr. 7 [6]. I denne planfasen (detaljplan) er områder med potensiell fare for skred (aktsomhetsområder) identifisert ved GIS-analyse. Analysen tar utgangspunkt i topografiske forhold, samt type og mektighet av løsmasseavsetninger. I analysen er skråninger med høydeforskjeller over 5 m og minimum skråningshelning på 1:15 definert som aktsomhetsområder. Det er tatt utgangspunkt i at potensiell utstrekning av mulig skred er 15 ganger skråningshøyden regnet fra skråningsfoten. Tallene er basert på empiriske data fra en rekke kjente kvikkleireskred. Sannsynlige utløpsområder er vurdert og inkludert i de opptegnede faresonene.

Basert på tilgjengelig informasjon er det utført faregradsklassifisering av enkelte soner iht. [6], som er avhengig av topografiske og geologiske/geotekniske forhold, samt eventuelle terrengendringer. Faregraden er evaluert ved hjelp av Tabell 8-1. Hver av faktorene er vektet etter hvilken betydning de har for områdets stabilitet. Ut fra totalsummen deles faresonene deretter inn i tre forskjellige klasser; "Lav", "Middels" eller "Høy", som vist i Tabell 8-2.

**Tabell 8-1: Evaluering av faregrad [6]**

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20–30	15–20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0–1,2	1,2–1,5	1,5–2,0	>2,0
Poretrykk. Overtrykk, kPa:	3	> +30	10–30	0–10	Hydrostatisk
Undertrykk, kPa:	-3	> -50	-(20–50)	-(0–20)	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten	
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Sum		51	34	16	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

**Tabell 8-2: Faregradsklassifisering [6]**

Faregrad	Lav	Middels	Høy
Poeng	0–17	18–25	26–51
Prosent	0–33,3	35,3–49,0	51,0–100

## 8.2 Foreslåtte kvikkleiresoner og faregradsevaluering

I de innledende vurderingene ble det identifisert 6 aktsomhetsområder som berører de planlagte deponiområdene D1, D3B, D7 og D13, inkludert den tidligere registrerte sonen "Fredberg Vest". Vurderingene ble gjort på bakgrunn av informasjon hentet fra topografisk kart, løsmassekart, befaring og tilgjengelige grunnundersøkelser. Det ble ikke definert aktsomhetsområder i forbindelse med deponi D18, på grunn av flatt terreng.

Som tidligere nevnt berører ikke sonen "Fredberg vest" lenger D1 etter at sonen er blitt revidert, se tegning 020. I tillegg er sonene i tilknytning til deponi D3B og D7 utgått ettersom resultatene fra grunnundersøkelsene viser at leira som påtreffes i disse sonene ikke er sensitiv.

Faresonene som da gjenstår er 02 Bollerud, 03 Ås og 10 Tangsrød søndre. Sonene 02 Bollerud og 03 Ås berører både jernbanetraseen og deponiområde 1 (D1), og vurdering av sonene er derfor også beskrevet i rapport ICP-34-A-11093 Områdestabilitet – jernbaneanlegget [7].

Tabell 8-3 viser en oppsummering av foreslåtte kvikkleiresoner med tilhørende faregrad. Tegning 020-024 viser beliggenhet og utstrekning av sonene.

I vedlegg B er bakgrunnen for bestemmelsen av faregraden for hver enkelt sone presentert.

**Tabell 8-3: Oppsummering av fareområder langs jernbanetraseen med tilhørende faregrad (koordinater i NTM10).**

Sone ID	Sonenavn	Grunnundersøkelser	Befart	X-koord. (sone-senter)	Y-koord. (sone-senter)	Areal [1000m <sup>2</sup> ]	Faregrad	Stabilitetsvurdering
02	Bollerud	TOT, PR, PZ	Ja	1159575	921510	46	Middels	Ja
03	Ås	TOT, PR, PZ	Ja	1159319	921609	26	Middels	Ja
10	Tangsrød søndre	TOT, PR	Ja	1150740	94017	40	Lav	Ja

## 9 STABILITETSBEREGNINGER

Det er utført stabilitetsberegninger i følgende faresoner: Bollerud, Ås og Tangsrød søndre. Stabilitetsberegninger er utført for antatt kritiske snitt, altså snittene er plassert der skråningene er høyest og brattest. Beregningsmessig sikkerhet for de ulike profilene er vist i Tabell 9-1 for udrenerte og drenerte analyser for dagens situasjon. For Bollerud og Ås er det også utført stabilitetsberegninger etter stabilitetsforbedrende tiltak. Beskrivelse av de utførte stabilitetsberegningene er presentert i det etterfølgende.

Tabell 9-1: Beregningsresultater fra utførte stabilitetsanalyser

Sone	Vedlegg	Beregningsnitt		Dagens terreng	Etter tiltak/bygging	Figur
02 Bollerud	C	C1	Udrenert	1,57	>1,60*	Beregninger er presentert i rapport ICP-34-A-11093 [7]
		C1	Drenert	2,65	>1,60*	
03 Ås		C2	Udrenert	1,00	>1,60*	
		C2	Drenert	1,00	>1,60*	
10 Tangsrød søndre	D	E1	Udrenert	2,98	-	C100
		E1	Drenert	1,70	-	C101

\* Basert på planlagt deponi vist på tegning ICP-34-O-29001 [7]

### 9.1 Kvikkleiresone Bollerud og Ås

Det vises til rapport ICP-34-A-11093 Områdestabilitet – jernbaneanlegget [7], hvor stabilitetsberegninger for faresonene er presentert.

### 9.2 Kvikkleiresone Tangsrød Søndre

Kvikkleiresonen Tangsrød søndre ligger i en smal løsmasserenne som går i nord-sør retning. Sonen avgrenses av berg i dagen mot både øst og vest. Løsmasseterrenget er relativt flatt, og det forventes relativt begrensede løsmassemekktigheter i sonen. Det er utført totalsondering, CPTU-sondering og tatt opp en prøveserie i VNB-2581 (presentert i ICP-34-V-70006, /12/) i søndre del av sonen. Sonderingen viste ca. 5,5 m til berg og laboratorieresultater viser et 1 m tykt lag av sensitiv leire i dybde 4-5 m under terreng.

Aktuelle parametere benyttet i stabilitetsberegningene er vist på beregningsprofilene i vedlegg C.

Beliggenhet av beregningsnitt, samt resultater fra beregninger i er presentert i hhv. figur C1, C100 og C101 i vedlegg C. Sikkerheten i snitt E1 er beregnet for dagens situasjon og er god. Det kan konkluderes med at krav til områdestabilitet for kvikkleiresone Tangsrød søndre er oppfylt.

Det gjøres dog oppmerksom på at det er påvist sensitiv leire i området, og at det derfor er viktig at deponiet prosjekteres på en slik måte at lokalstabiliteten er tilfredsstillende både under og etter bygging.

## 10 KONKLUSJON

Det er identifisert tre faresoner for kvikkleire, ved deponi D1 (som er et stabilitetsforbedrende geoteknisk tiltak) og D13. Utførte stabilitetsberegninger viser at områdestabiliteten i deponiområdene er tilfredsstillende i dagens situasjon, eller etter bygging av jernbanen med motfyllinger.

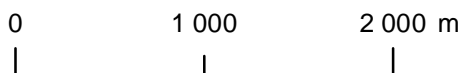
Ved utlegging av deponimassene er det nødvendig å dokumentere at ingen byggefase forverrer stabilitetsforholdene. Det må i detaljprosjektfasen lages arbeidstegninger med krav til maksimal lagtykkelse og skråningshelning. Det er også nødvendig å sette restriksjoner på eventuell mellomlagring av masser.

I reguleringsplanen er faresonene for kvikkleire regulert som hensynssoner i henhold til Plan- og bygningsloven §11.8. Sonene er definert som faresoner med ras- og skredfare, i henhold til Veileder til plan- og kartforskriften. Det vil bli utarbeidet planbestemmelser for sonene.

Det bemerkes at det vil være forekomst av kvikkleire utover de områder som er behandlet i områdestabilitetsvurderingen. Dette er områder hvor topografien medfører at det ikke er nødvendig å vurdere områdestabilitet.

## 11 REFERANSELISTE

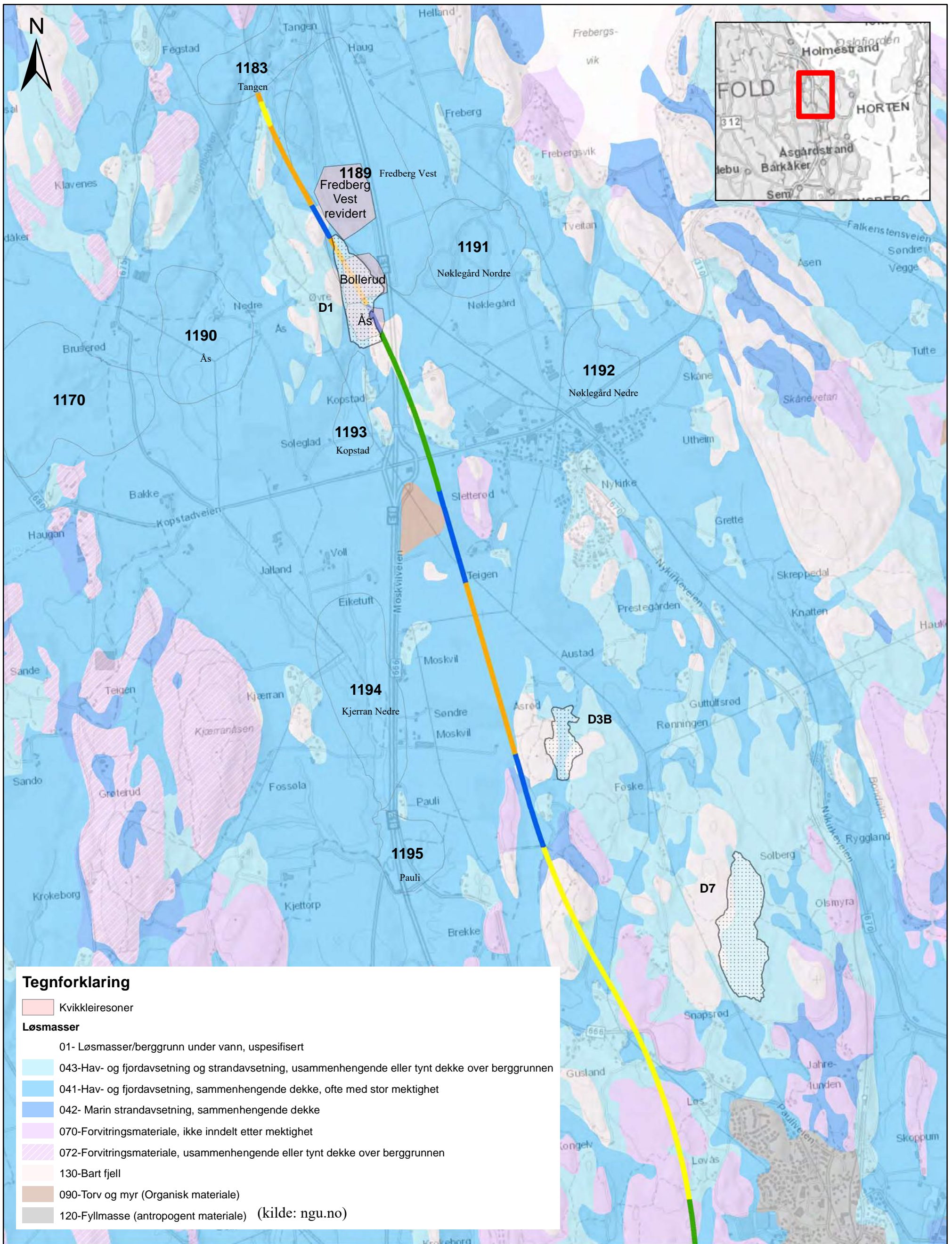
- [1] Bane NOR (2017). TR 520 Underbygning. Prosjektering og bygging, februar 2017.
- [2] Bane NOR (2017). Teknisk designbasis for InterCity, rev. 03A, 14.11.2016.
- [3] Aas-Jakobsen (2017). ICP-34-A-11061. Vestfoldbanen (Drammen) – Larvik. Nykirke – Barkåker. Prosjekteringsforutsetninger geoteknikk. 01.02.2017.
- [4] Aas-Jakobsen (2016). InterCity-prosjektet. Vestfoldbanen (Drammen) – Larvik. Nykirke – Barkåker. Områdestabilitet, Dok.nr.: ICP-34-A-10043 rev 03A, datert 23.05.2015.
- [5] Jernbaneverket (2016) Vestfoldbanen parsell 5.2 Holmestrand – Nykirke. 20092191-518-TN Områdestabilitetsvurderinger Fegstad, datert 13.06.2016
- [6] NVE (2014) Veiledning nr. 7-2014. Sikkerhet mot leirskred. Vurderinger av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
- [7] Aas-Jakobsen for Bane NOR (2017) ICP-34-A-11093 rev 01B. Områdestabilitet – jernbaneanlegget. Fagrapport, datert 01.12.2017
- [8] Karlsrud et. al (2005) CPTU-correlations for clay. Proc. 16th ICSMGE Osaka 2:693-703.



Målestokk (A3): 1:40 000 Datum: EUREF1989, Kartprojeksjon: NTM10

IC Nykirke - Barkåker		
Områdestabilitet Deponier	Dokumentnr. ICP-34-A-11094	Tegningnr. 004
Oversiktskart	Utført JMC	Dato 2017-06-29
	Kontrollert ON	Godkjent JPe





**Tegnforklaring**

Kvikkleiresoner

**Løsmasser**

01- Løsmasser/berggrunn under vann, uspesifisert

043-Hav- og fjordavsetning og strandavsetning, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen

041-Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, ofte med stor mektighet

042- Marin strandavsetning, sammenhengende dekke

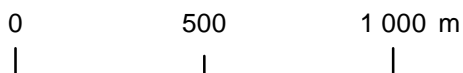
070-Forvittringsmateriale, ikke inndelt etter mektighet

072-Forvittringsmateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen

130-Bart fjell

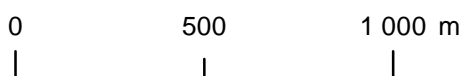
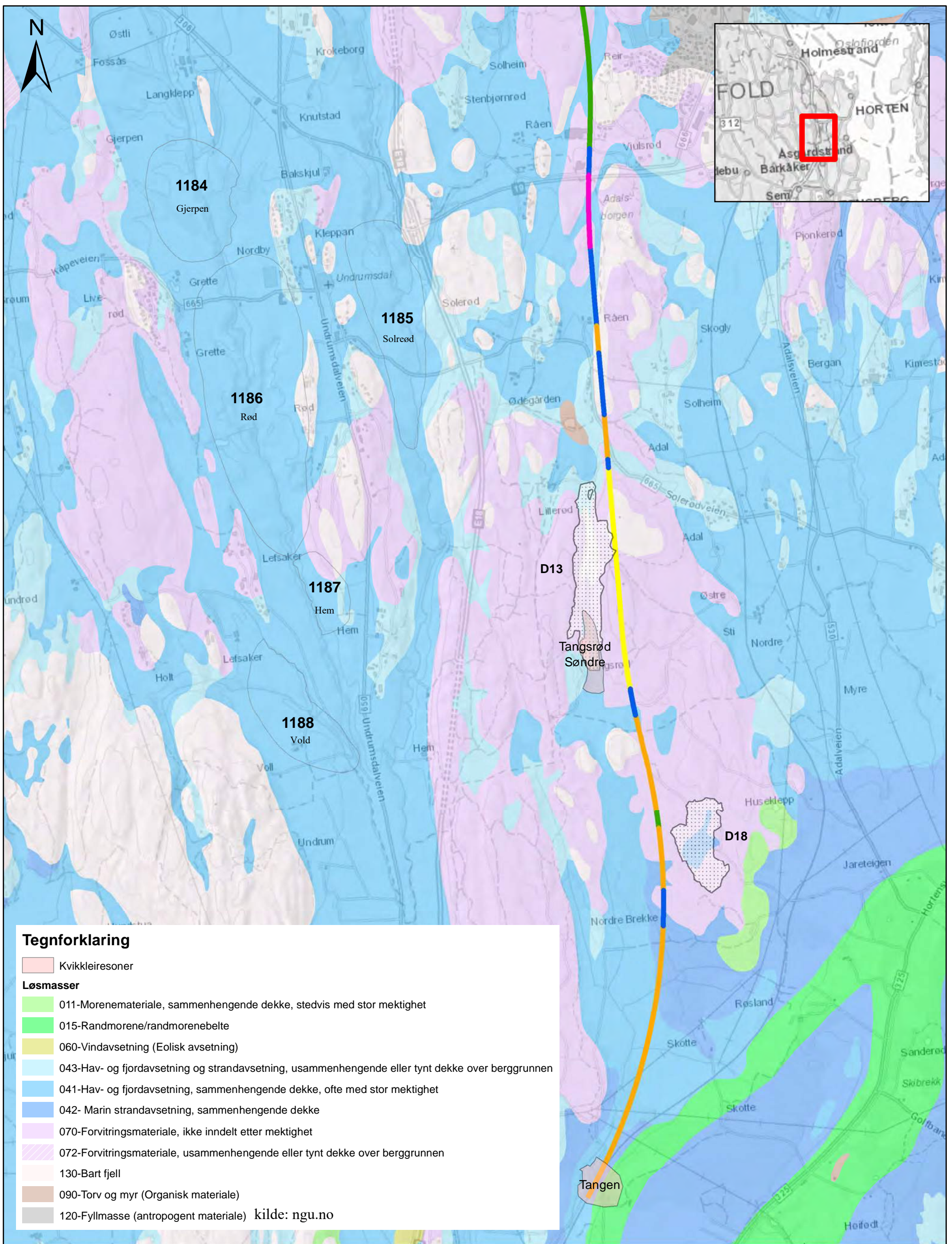
090-Torv og myr (Organisk materiale)

120-Fyllmasse (antropogent materiale) (kilde: ngu.no)



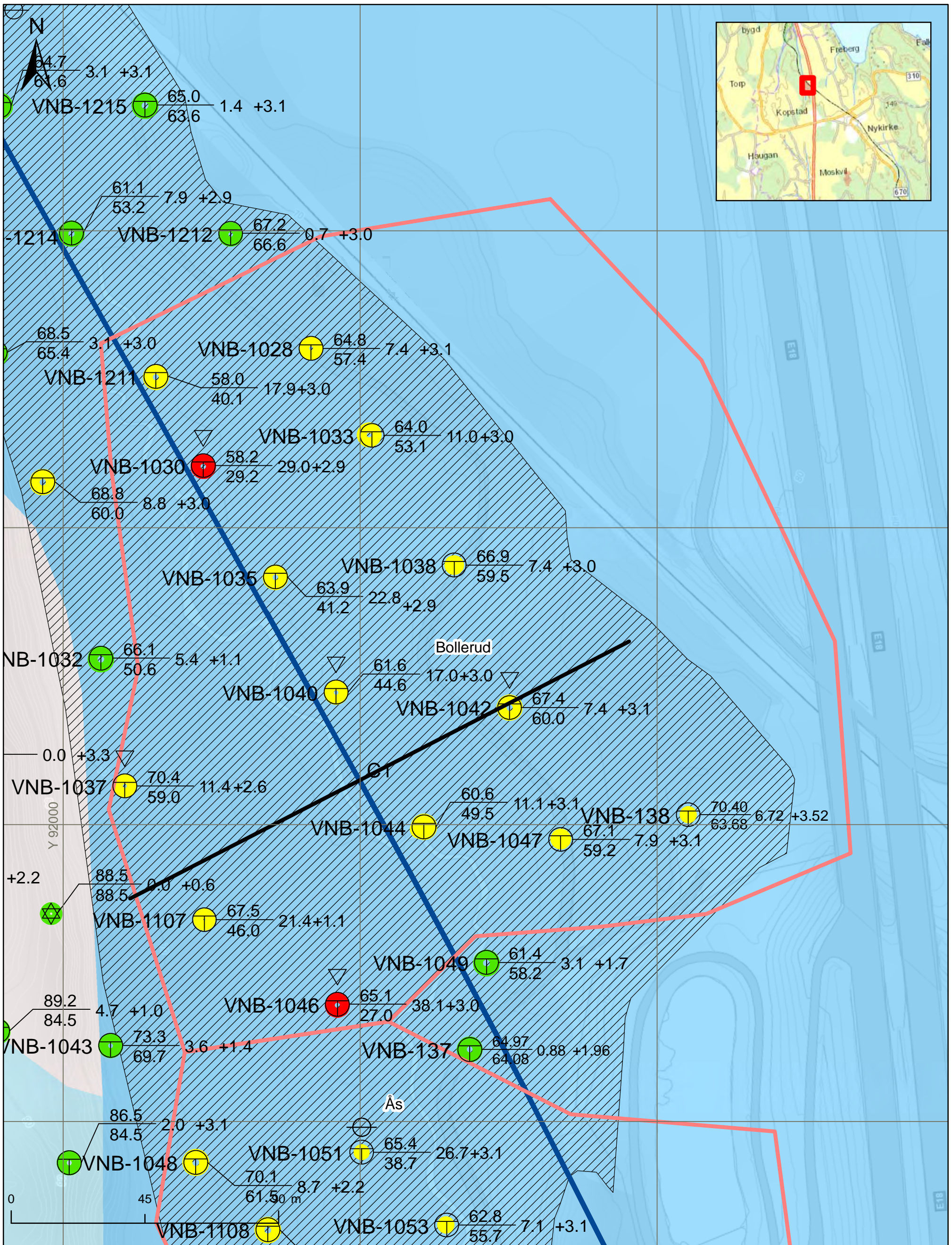
Målestokk (A3): 1:20 000 Datum: EUREF1989, Kartprosjeksjon: NTM10

IC Nykirke - Barkåker		
Områdestabilitet Deponier	Dokumentnr. ICP-34-A-11094	Tegningnr. 020
	Utført JMC	Dato 2017-06-30
Oversiktskart nord	Kontrollert ON	Godkjent JPe



Målestokk (A3): 1:20 000 Datum: EUREF1989, Kartprojeksjon: NTM10

IC Nykirke - Barkåker		
Områdestabilitet Deponier	Dokumentnr. ICP-34-A-11094	Tegningnr. 021
Oversiktskart sør	Utført JMC	Dato 2017-06-30
	Kontrollert ON	Godkjent JPe

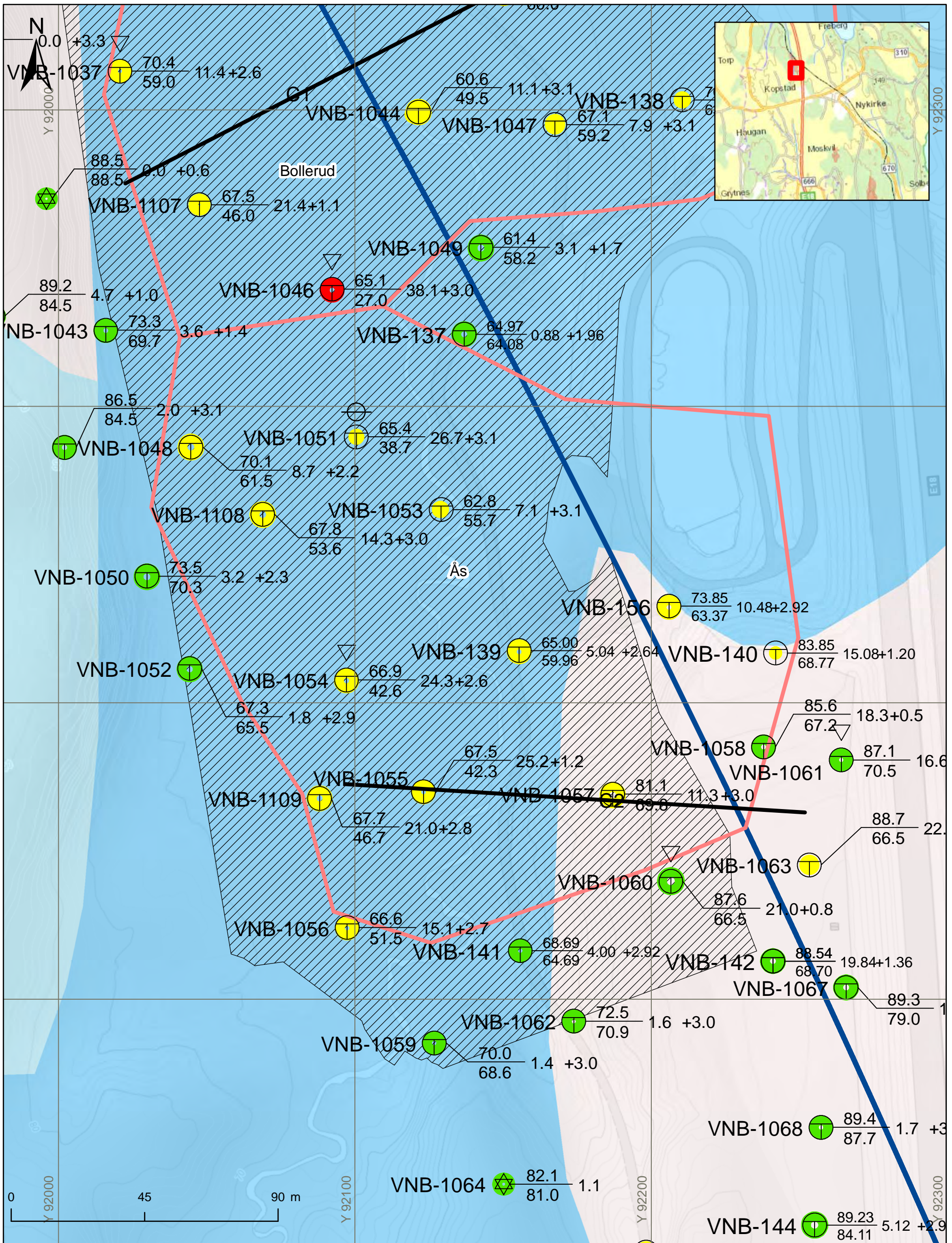


### Tegnforklaring

- Jernbanetrasé
  - Stabilitetsprofiler
  - Ikke kvikkleire
  - Mulig kvikkleire fra Tot/DrT
  - Kvikkleire/sprøbrudd påvist i prøver
  - Faresoner
  - Deponi-1
- Løsmasser**
  - 043-Hav- og fjordavsetning og strandavsetning, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen
  - 041-Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, ofte med stor mektighet
  - 130-Bart fjell

Målestokk (A3): 1:1 200 Datum: EUREF1989, Kartprojeksjon: NTM10

IC Nykirke Barkåker		
<b>Bollerud</b>	Prosjektnr. <b>ICP-34-A-11094</b>	Tegning nr. <b>022</b>
	Utført <b>JMC</b>	Dato <b>2017-06-29</b>
Borplan og beregningsprofil	Kontrollert <b>ON</b>	Godkjent <b>JPe</b>
	NGI	



### Tegnforklaring

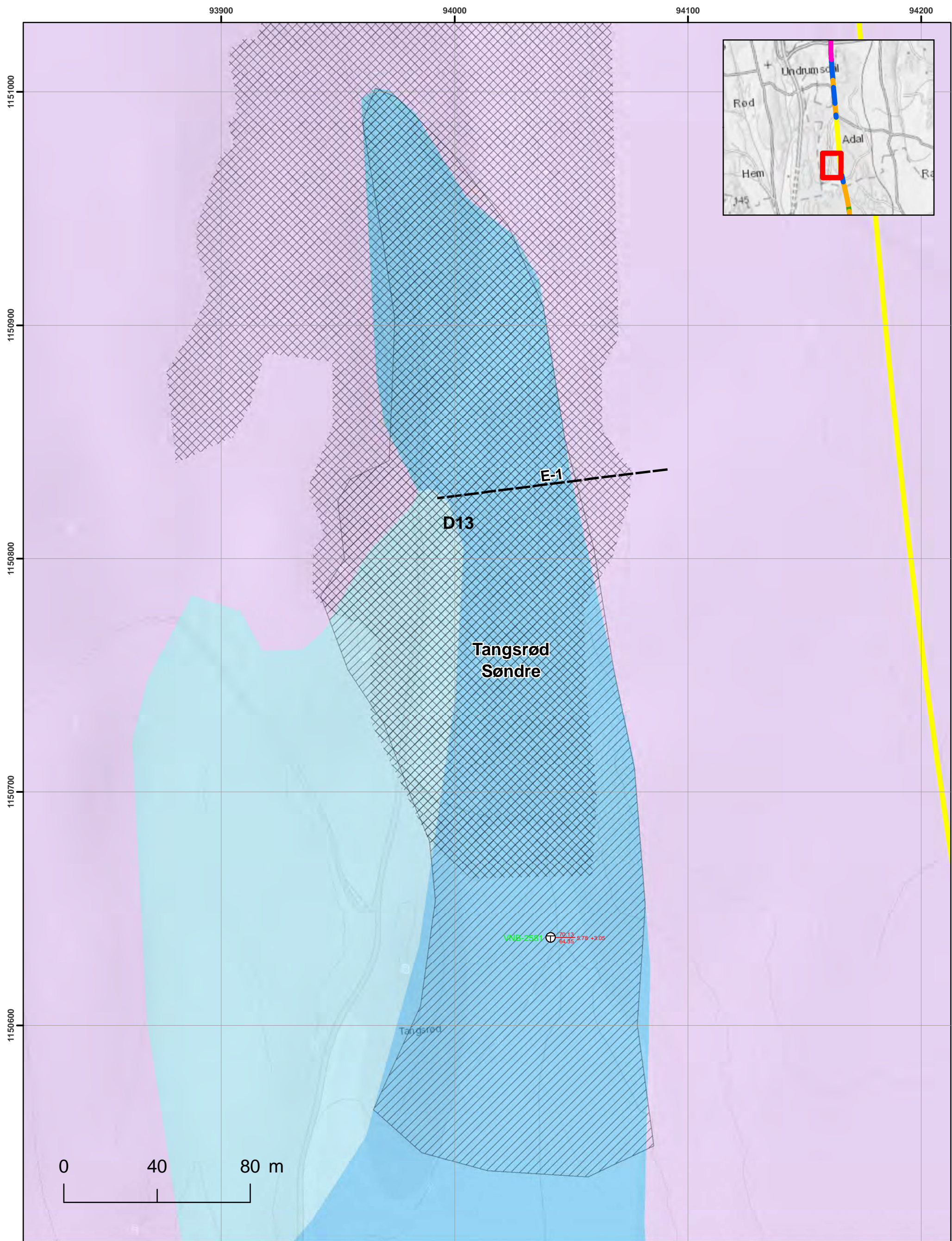
- Jernbanetrasé
- Stabilitetsprofiler
- Ikke kvikkleire
- Mulig kvikkleire fra Tot/DrT
- Kvikkleire/sprøbrudd påvist i prøver
- Faresoner
- Deponi-1

### Løsmasser

- 043-Hav- og fjordavsetning og strandavsetning, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen
- 041-Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, ofte med stor mektighet
- 130-Bart fjell

Målestokk (A3): 1:1 200 Datum: EUREF1989, Kartprojeksjon: NTM10

IC Nykirke Barkåker		
Ås	Prosjektnr. ICP-34-A-11094	Tegning nr. 023
	Utført JMC	Dato 2017-06-29
Borplan og beregningsprofil	Kontrollert ON	Godkjent JPe



### Tegnforklaring

- Profil
- Kvikkeleiresone
- Løsmasser**
- 043-Hav- og fjordavsetning og strandavsetning, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen
- 041-Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, ofte med stor mektighet
- 070-Forvitningsmateriale, ikke inndelt etter mektighet
- Deponier



Målestokk (A3): 1:1 500 Datum: EUREF1989, Kartprojeksjon: NTM10

IC Nykirke - Barkåker		
Tangsrød søndre	Dokumentnr. ICP-34-A-11094	Tegning nr. 024
	Utført JMC	Dato 2017-06-29
	Kontrollert ON	Godkjent JPe

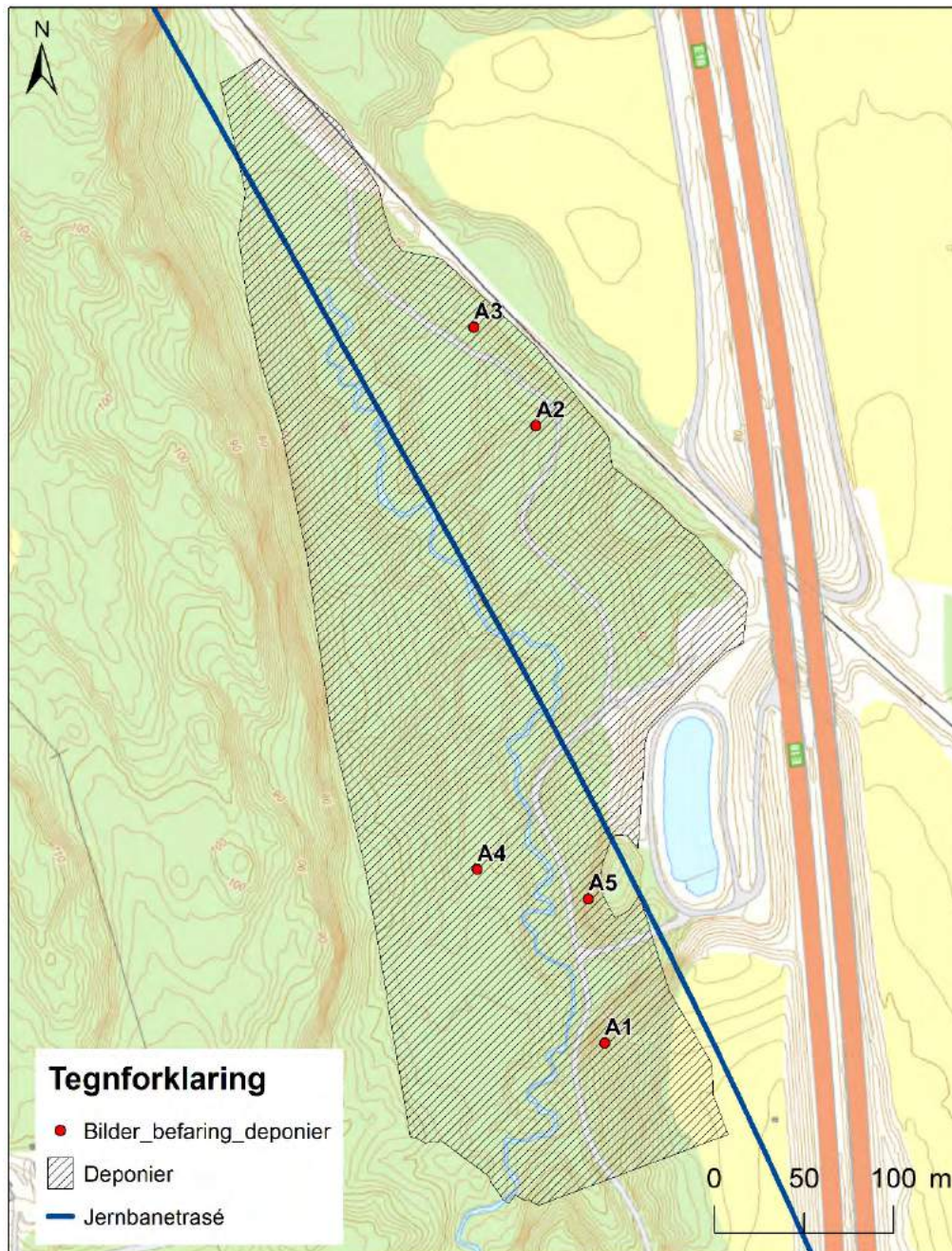
# Vedlegg A

BILDER FRA BEFARING DEN 2.  
NOVEMBER 2016

## Innhold

<b>Deponiområde 1 (D1)</b>	<b>2</b>
<b>Deponiområde 3 (D3B)</b>	<b>6</b>
<b>Deponiområde 7 (D7)</b>	<b>8</b>
<b>Deponiområde 13 (D13)</b>	<b>10</b>
<b>Deponiområde 18 (D18)</b>	<b>12</b>

## Deponiområde 1 (D1)



Kart 1: Beliggenhet av bilder fra befaringen på deponiområde 1 (D1).



*Figur A1: Tynt avsetningsdekke over berg i deler av D1*



*Figur A2: Stikkrenne under traktorvei i D1. Ved store mengder vann kan erosjon utvikle seg*





*Figur A3: Stikkrenne under traktorvei i D1. Med store mengder vann kan erosjon utvikle seg*

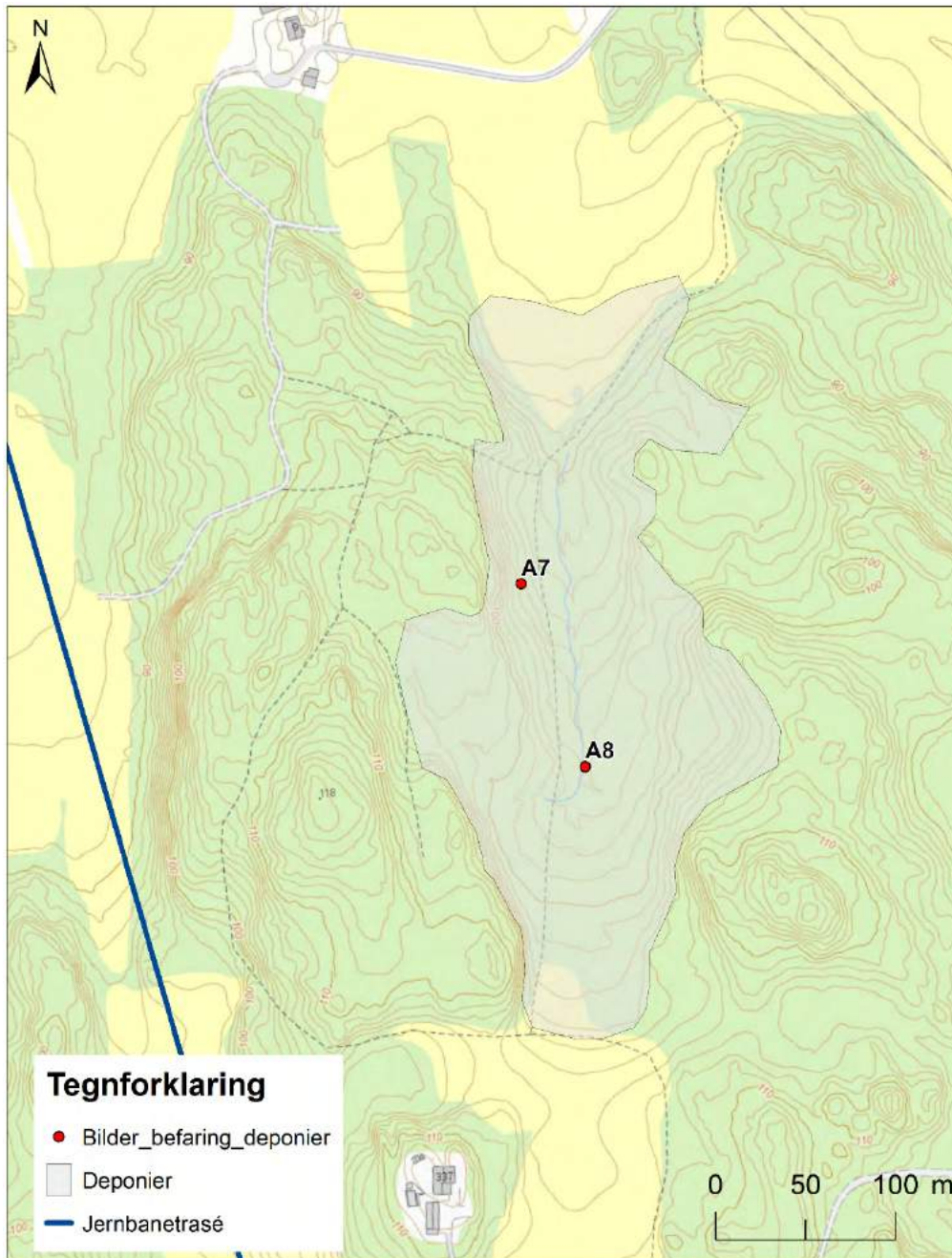


*Figur A4: Noe erosjon i bekken i D1 (observert mer erosjon i bekken andre steder)*



*Figur A5: Berg i dagen på østre deler av D1*

## Deponiområde 3 (D3b)



Kart 2: Beliggenhet av bilder fra befaringen på deponiområde 3 (D3B).

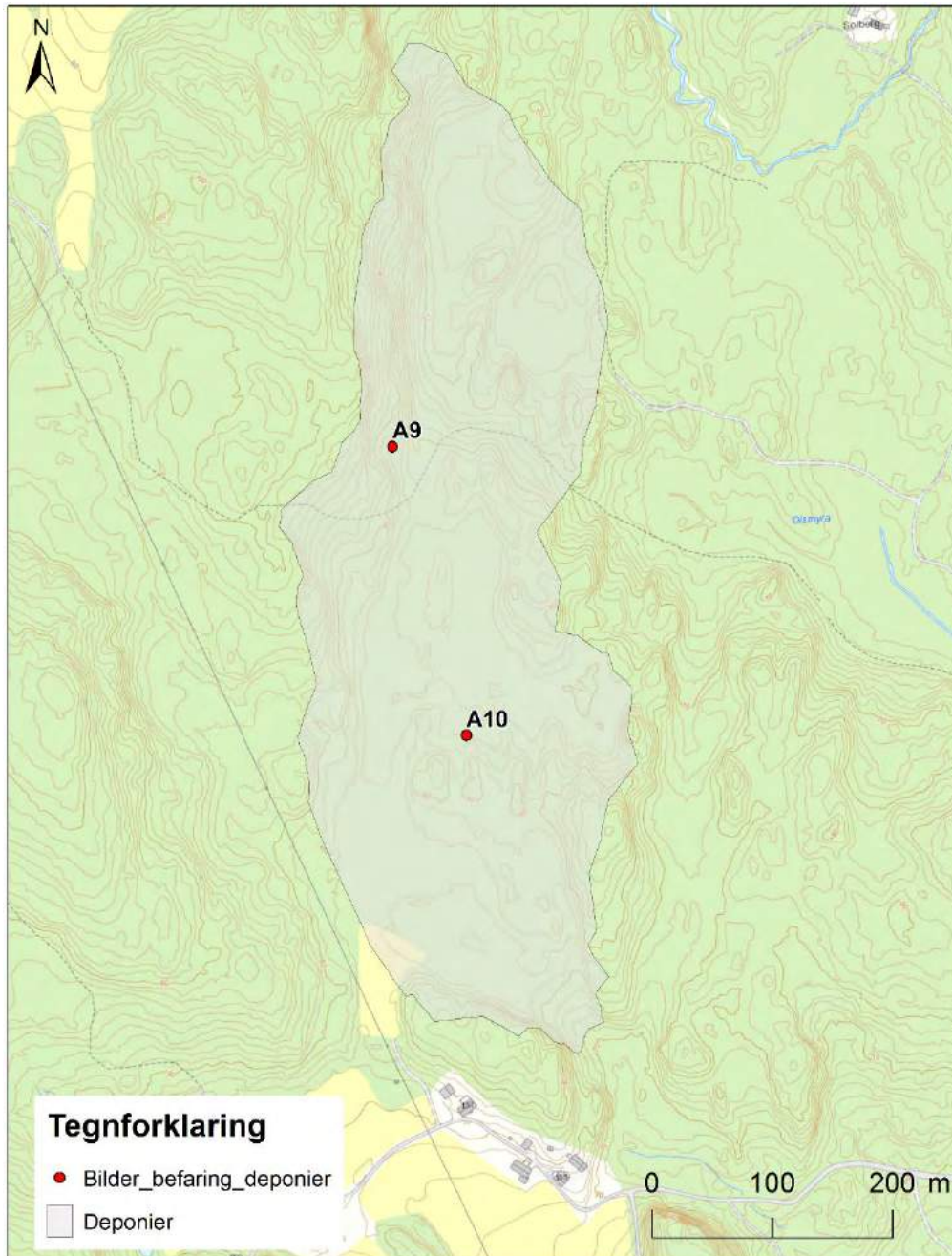


*Figur A7: Mye berg i dagen på øst- og vestsiden av D3B*



*Figur A8: Lite erosjon i bekken i D3B*

## Deponiområde 7 (D7)



Kart 3: Beliggenhet av bilder fra befaringen på deponiområde 7 (D7).

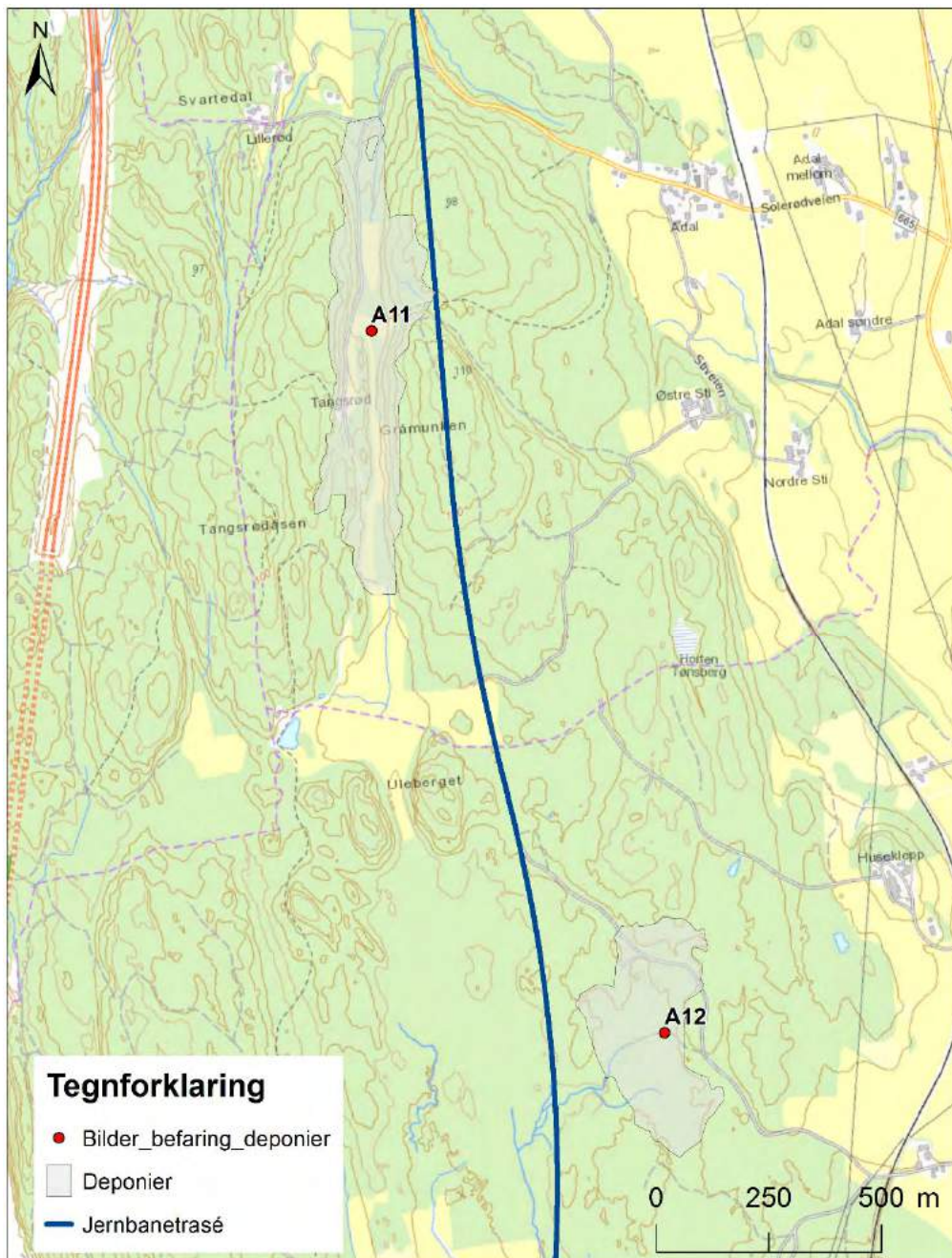


*Figur A9: Mye berg i dagen og grunt til berg i D7*



*Figur A10: Mye berg i dagen og grunt til berg i D7*

## Deponiområde 13 (D13)



Kart 4: Beliggenhet av bilder fra befaringen på deponiområdene 13 (D13) og 18 (D18).



*Figur A11: Smal løsmasserrenne i nord-sør retning i D13 med berg i dagen på øst- og vestsiden*



## Deponiområde 18 (D18)



*Figur A12: Flatt og grunt til berg i D18*

# Vedlegg B

## BAKGRUNN FOR FAREGRADEVALUERING

### Innhold

<b>02 Bollerud</b>	<b>2</b>
<b>03 Ås</b>	<b>3</b>
<b>10 Tangsrød søndre</b>	<b>4</b>

## 02 Bollerud

Vurderingsgrunnlag: Kvantærgeologisk kart, topografiske kart, befaringsnotiser, grunnundersøkelser [1] [2]

Det er registrert ingen tidligere skredaktivitet (på skrednett.no) i området. Skråningshøyden er ca. 20 m. Det er antatt noe overkonsolidering pga. terrengsenkning av ravine. Det er antatt noe poreovertrykk pga. sannsynlig avrenning fra tilgrensende berg. Opptatte prøver i borhull VNB-1030 viser høy mektighet av kvikkleire (derfor antas  $>H/2$ ) med sensitivitet på godt over 200. Det er observert noe erosjon i bekken. Det planlegges store terrenginngrep ved å fylle opp i bunn med 5-10m, som gir en stor forbedring for områdestabiliteten.

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score				Poeng
		3	2	1	0	
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0
Skråningshøyde, H	2	> 30 m	20-30 m	15-20 m	< 15 m	2
Forkonsolidering (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	4
Poreovertrykk	3	>30 kPa	10-30 kPa	0-10 kPa	Hydrostatisk	6
Poreundertrykk	-3	> -50  kPa	-(20-50) kPa	-(0-20) kPa	Ingen	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/4-H/2	<H/4	Tynt lag	6
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3
Erosjon	3	Aktiv	Noe	Lite	Ingen	6
Forverrende inngrep	3	Stort	Noe	Lite	Ingen	
Forbedrende inngrep	-3	Stort	Noe	Lite	Ingen	-9
<b>Sum</b>						<b>18</b>
<b>% av maksimal poengsum</b>						<b>35%</b>

Faregrad: Middels

## 03 Ås

Vurderingsgrunnlag: Kvantærgeologisk kart, topografiske kart, befarings, grunnundersøkelser [1] [2]

Det er registrert ingen tidligere skredaktivitet (på skrednett.no) i området. Skråningshøyden er ca. 20 m. Det er antatt noe overkonsolidering pga. terrengsenkning av ravine. Antatt noe poreovertrykk pga. sannsynlig avrenning fra tilgrensende berg. Opptatte prøver i borhull VNB-030 viser høy mektighet av kvikkleire (derfor antas  $>H/2$ ) med sensitivitet på godt over 200. Det er observert noe erosjon i bekken. Det planlegges store terrenginngrep ved å fylle opp i bunn med 5-10m, som gir en stor forbedring for områdestabiliteten.

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score				Poeng
		3	2	1	0	
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0
Skråningshøyde, H	2	> 30 m	20-30 m	15-20 m	< 15 m	2
Forkonsolidering (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	4
Poreovertrykk	3	>30 kPa	10-30 kPa	0-10 kPa	Hydrostatisk	6
Poreundertrykk	-3	> -50  kPa	-(20-50) kPa	-(0-20) kPa	Ingen	
Kvikkleiremekktighet	2	>H/2	H/4-H/2	<H/4	Tynt lag	6
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3
Erosjon	3	Aktiv	Noe	Lite	Ingen	6
Forverrende inngrep	3	Stort	Noe	Lite	Ingen	
Forbedrende inngrep	-3	Stort	Noe	Lite	Ingen	-9
Sum						18
% av maksimal poengsum						35%

Faregrad: Middels

## 10 Tangsrød søndre

Vurderingsgrunnlag: Kvartærgeologisk kart, topografiske kart, befarings, grunnundersøkelser.

Det er ikke registrert tidligere skredaktivitet (på skrednett.no) i området. Maksimal skråningshøyde er ca. 10 m. Det er antatt normalt konsolidert leire. Antatt noe poreovertrykk pga. sannsynlig avrenning fra tilgrensende berg. Opptatte prøver i borhull VNB-2581 viser lav mektighet av sprøbruddsmateriale (St = 22 og omrørt konus skjærstyrke = 1 kPa). Det er ikke observert erosjon i området. Det er ikke observert inngrep som har påvirkning på skråningsstabiliteten.

Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score				Poeng
		3	2	1	0	
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	0
Skråningshøyde, H	2	> 30 m	20-30 m	15-20 m	< 15 m	0
Forkonsolidering (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	6
Poreovertrykk	3	>30 kPa	10-30 kPa	0-10 kPa	Hydrostatisk	6
Poreundertrykk	-3	> -50  kPa	-(20-50) kPa	-(0-20) kPa	Ingen	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/4-H/2	<H/4	Tynt lag	2
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	1
Erosjon	3	Aktiv	Noe	Lite	Ingen	0
Forverrende inngrep	3	Stort	Noe	Lite	Ingen	0
Forbedrende inngrep	-3	Stort	Noe	Lite	Ingen	
<b>Sum</b>						<b>15</b>
<b>% av maksimal poengsum</b>						<b>28%</b>

Faregrad: Lav

# Vedlegg C

## STABILITETSBEREGNINGER TANGSRØD SØNDRE

### Innhold

Figur C1	Borplan med beregningssnitt Tangsrød Søndre
Figur C100-C101	Stabilitetsprofiler med resultater

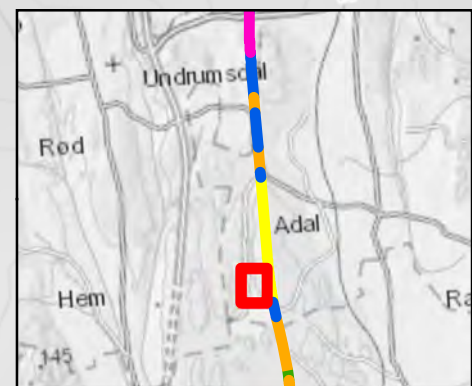
94000

94100

1150800

1150700

1150600



E-1

D13

Tangsrød  
Søndre

• VNB-2581

Tangsrød

0 25 50 m

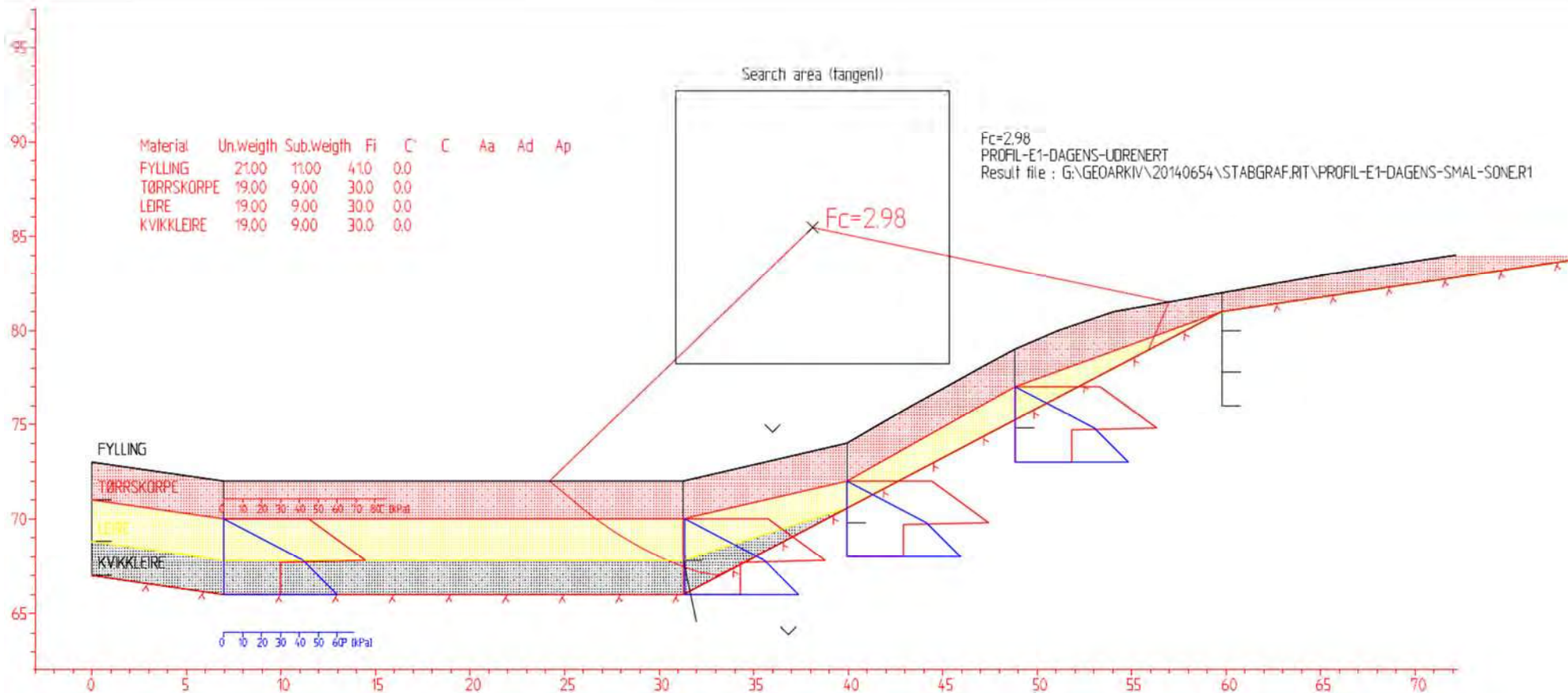
### Tegnforklaring

- Profil
- Utført grunnundersøkelser
- Kvikkeleiresone
- Deponier



Målestokk (A3): 1:1 000 Datum: EUREF1989, Kartprojeksjon: NTM10

IC Nykirke - Barkåker		
Områdestabilitet Deponier	Dokumentnr. ICP-34-A-11094	Figur C1
	Utført JMC	Dato 2017-06-28
Deponi D13	Kontrollert ON	Godkjent JPe



**Kvikkleiresone Tangsrød søndre – PROFIL E1 – Dagens - Udrenert**

VESTFOLDBANEN (DRAMMEN) – LARVIK  
 NYKIRKE – BARKÅKER  
 Områdestabilitet deponier



Dokumentnr.  
 ICP-34-A-110904

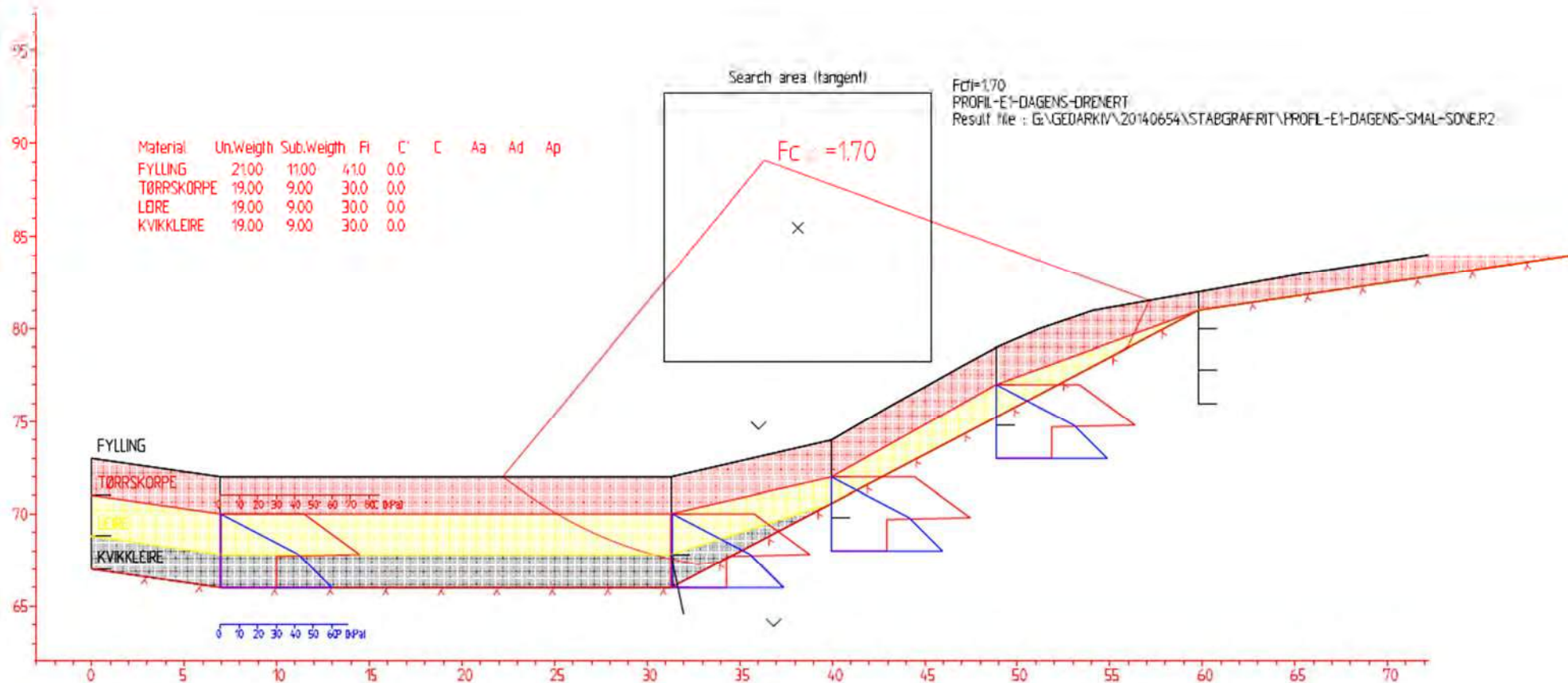
Figurnr.  
 C100

Dato  
 18-09-17

Tegnet av  
 JMC







**Kvikkleiresone Tangsrød søndre – PROFIL E1 – Dagens - Drenert**

VESTFOLDBANEN (DRAMMEN) – LARVIK  
 NYKIRKE – BARKÅKER  
 Områdestabilitet deponier



Dokumentnr.  
ICP-34-A-110904

Figurnr.  
C101

Dato 18-09-17	Tegnet av JMC
------------------	------------------

