

NOTAT

Oppdragsnavn **E6 - Kvæangsfjellet**
Prosjekt nr. **1350039389-002**
Kunde **Nye Veier AS**
Notat nr. **01**
Versjon **00**
Til **Steinar Rask**
Fra **Marius Tevik Olsen**

Utført av **Marius Tevik Olsen**
Kontrollert av **Erik Endre**
Godkjent av **Erik Endre**

1 Bakgrunn

Dato 04.01.2021

Rambøll har på vegne av Nye Veier AS blitt engasjert for å gjøre en videre vurdering av bergartene i Kvæangsfjellet og deres syredannende potensial, basert på tidligere undersøkelser utført av Asplan Viak [1]. Basert på de utførte undersøkelsene er det knyttet usikkerhet til om bergartene har potensiale til å danne en akselerert forvitring. Det vil derfor være behov for supplerende prøvetaking av bergartene under en anleggsfase, for å avgjøre om de er syredannende eller ikke. Hvis det ved supplerende prøvetaking viser seg at bergartene har potensiale for å være syredannende, vil det være behov for en tiltaksplan, som legger føringer for hvordan disse håndteres på best mulig måte. Dette notatet beskriver hva en tiltaksplan for syredannende masser bør inneholde.

Rambøll
Harbitzalléen 5
Postboks 427 Skøyen
0213 Oslo

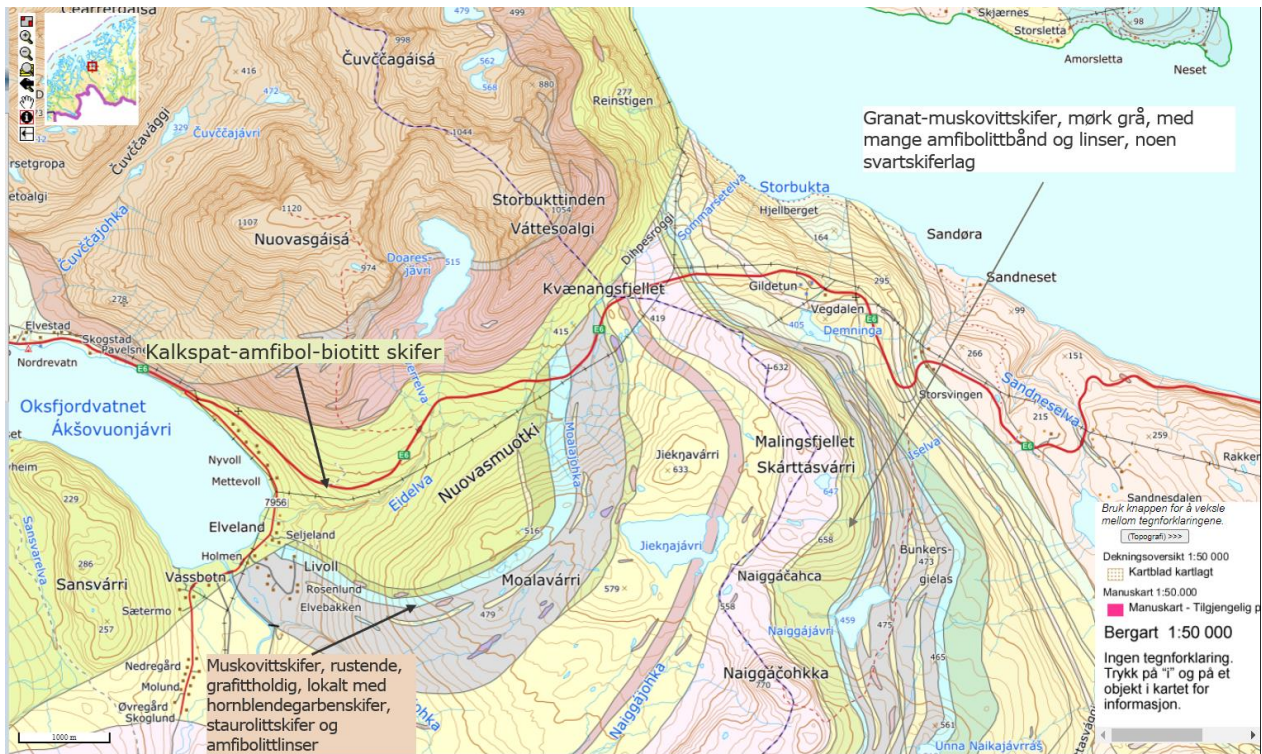
T +47 22 51 80 00
<https://no.ramboll.com>

2 Geologisk grunnlag

I forbindelse med utbedringen av fjellovergangen over Kvæangsfjellet, planlegger Nye Veier AS ny trasé for E6 mellom Oksfjordhamn og Karvika. Deler av strekningen vil gå i tunell gjennom Kvæangsfjellet, som består av skyvedekker fra den kaledonske fjellkjededannelsen. Østsiden av fjellet tilhører det midtre dekket Kaladekkekomplekset, mens vestsiden tilhører det øvre dekket Reisadekkekomplekset, som tunelltraséen hovedsakelig vil gå gjennom. Reisadekkekomplekset består av ulike grupper med delvis omdannende sedimentære bergarter og en granittisk gneisformasjon (ortogneiss).

Det er tidligere beskrevet skiferlag med grafitt og svartskifer i enkelte av formasjonene som krysses av den planlagte tunellen. Dette er observasjoner gjort på områdene rundt Váddás (Váddásdekket), hvor det tidligere har vært gruvedrift på blant annet kobberkis og jernsulfider. Dette området omfatter ikke området for planlagt tunelltrasé, men formasjonene strekker seg nordover fra Váddás til Kvæangsfjellet.

Bergartene i Váddásdekket består vekslende lag med grafitt- og pyrittholdige skifer, samt kvartsitt som er beskrevet både på vest- og østsiden av Kvæangsfjellet.



Figur 1. Berggrunnsgeologisk kart fra ngu.no. Kartet viser at tunneltraseen krysser flere bergartstyper, hovedsakelig av sedimentær opprinnelse. Grafit i bergartsbeskrivelse og innslag av svartskifer er beskrevet for enkelte bergarter.

3 Tidligere utførte undersøkelser

3.1 Metode

Det er blitt brukt forskjellige metoder for karakterisering av bergartene på Kvænangsfjellet.

3.1.1 XRF

Ved analyser i felt er det benyttet håndholdt XRF. Analysene er blitt tatt direkte på steinprøver og blotninger. Rapport nr. 516 fra Statens Vegvesen «Bruk av XRF på bergarter for vurdering av miljørisiko» er lagt til grunn ved utarbeidelse av metoden brukt i undersøkelsene. Det ble utført målinger på jevne overflater og hver prøve ble analysert tre x 60 sekunder i tillegg til en måling på 120 sekunder for å identifisere lettere grunnstoff (low phase filter).

3.1.2 Kjemisk analyse

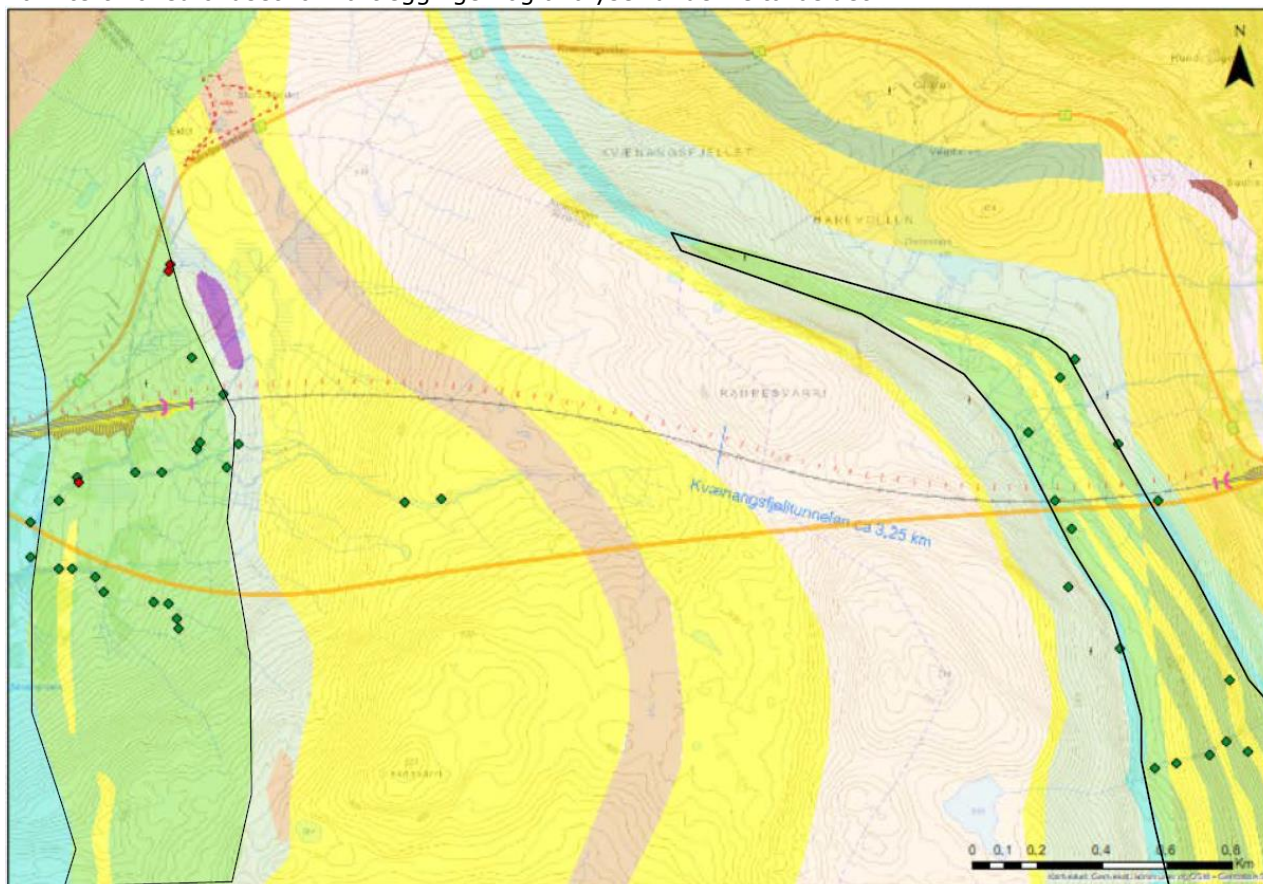
Det ble sendt inn et utvalg prøver til kjemisk analyse for å vurdere bergartens syredannende og syrenøytraliserende egenskaper.

3.2 Resultater

3.2.1 Observasjoner

Figur 2 viser de ulike bergartene og bergartsgrensene på deler av Kvænangsfjellet. Den planlagte tunneltraseen er markert som en oransje heltrukket linje. Grønne punkter viser hvor det ble utført XRF-

analyser. Bergartsgrensene markert med heltrukne svarte polygoner består av skifer- og kvartsittlag, og har vært hovedfokuset for kartleggingen og analyser under feltarbeidet.



Figur 2: Grønne punkter viser registrerte lokaliteter. Hovedfokuset under feltarbeidet var kartlegging av de vekslende skifer- og kvartsittlagene markert med svarte heltrukne polygoner [1].

Det ble observert skiferlag med vekslende innhold av glimmermineraler, granat, amfibolitt og enkelte lag med staurolitt mellom kvartsittlagene. Det ble ikke registrert skifer med svart strekfarge eller andre tegn på grafitt eller svartskifer. Det ble observert gule utfellingene på forvitningsflater, samt sterk rustfarge på kvartsittlagene på østsiden av fjellet.

3.2.2 XRF-resultater

Resultatene fra XRF-analyser med utvalgte parametere er presentert i Tabell 1. Resultatene fra XRF-analysene gjort i felt har store variasjoner, med svovelskonsentrasjoner fra 158 – 55 273 mg/kg.

Tabell 1: XRF-resultater av berggrunnsprøver fra Asplan Viak sine grunnundersøkelser. Fargelagte celler er klassifisert etter tilstandsklasser for jord (SFT, 2009). Tomme celler angir konstrasjoner mindre enn deteksjonsnivå [1].

Prøvenr.	Th (mg/kg)	U (mg/kg)	As (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Ti (mg/kg)	Ca (mg/kg)	K (mg/kg)	Al (mg/kg)	P (mg/kg)	Si (mg/kg)	Cl (mg/kg)	S (mg/kg)	Mg (mg/kg)
124	21			18	98	33	60	52801	1130		3484	15486	17525	39887	1202	190534	444	1690	11769
129	28	5		19	23			58669			3462	6513	22662	49090	5257	200106		3882	5651
130-1	20	15	4	15	431	193	343	63128	725		5913	7533	16422	30088	3540	101741	93	55273	
130-2	20			28	225	26	97	56614	2253		5135	64892	7728	52853	2831	157820	118	6039	30959
133	20	7		14	72	28	44	48153	362		3449	11162	12259	36080	2296	208173	146	31729	
136	21				47	42	81	71311			2855	14153	17232	14538	3623	107039	189	8201	
140	14	4	6	10	126	28	54	46698	958		3305	8096	10046	6704	405	45360	391	829	
143	19	5		16	75			31422	896		3743	58661	12586	18368	566	154631	105	402	16280
144-1	20	6	9	11	110	17	51	57662	1347		5426	16267	13230	22321		92643	179	2646	3392
144-2	18		6		144		59	105199	996		19645	51484	5394	39723	11076	235337		882	21205
146	25	5	14	12	51	40		37731	683	2936	8414	2500	10363	8529	574	50670		2132	
147	20	6		11	70	27	39	41807			4562	5806	18358	51856	472	204911		1723	3709
148	23	5		13	22	70	121	48965	977		3652	3382	10707	8758	830	34073		380	
149	20	4		9	20	42		34818		1737	2996	2041	25054	29798	498	152609		7659	
161	13			8	76		50	42133	602		4061	1690	36056	46941	459	215317	114		
158	13		7		19			96897			3698	1809	3055	13598	387	76105	137	3179	4583
160	16			7	91			56448	950		7674	11243	24716	47683	4853	226499	455	158	10002
170	22	7	10		77		77	149748	420		6135	5007	19022	26582	2894	111133	104	10867	9850
166	28	6	7	7	107	42	49	57100	488		7581	1798	36099	32758	1990	84263	218	10957	8225
159	18				98		68	59302	1131		6357	3730	31178	40906	1797	186119	175	299	
138	22		109	19	28	20	63	51487			4171	2051	24238	23518	1663	117447	480	53958	6209
163	19	4		17	87	25		42290	436		2811	5579	18662	17123	913	117096	217	6751	8767
168	18	7	23		127	41	172	101985	1388		12448	11152	8767	30064	5277	117980	284	2720	8741

3.2.3 Resultater fra kjemisk analyse

Resultatene fra den kjemiske analysen er presentert i Tabell 2. Resultatene fra kjemisk analyse har mye lavere konsentrasjoner av blant annet svovel og uran. Prøve 130-1 er den prøven med høyest svovelskonsentrasjoner fra både XRF og kjemisk analyse. Den har et syredannende potensial på 34 og Fe:S forhold på 3.

Tabell 2: Analyseresultater til kjemiske analyser tatt av Asplan Viak [1].

Prøve	NP / AP	Nøytraliserende potensiale (NP)	Syredannende potensiale (AP)	Fe:S	U	Th	As	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Pb	Zn	Fe	S	Total tørrstoff glødetap	TOC	TIC	TC	Total tørrstoff
					mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	% TS	% tv	% TS	% tv	%
138	nd	nd	nd	nd	2,5	14	35	< 1,1	14	120	< 0,046	< 5,1	12	< 51	22000	< 2100	1,6	2,0	< 0,1	2,1	99,8
130-1	nd	nd	34	3,0	2,2	8,9	20	< 1,1	41	56	< 0,046	11	36	280	58000	11000	2,3	< 0,2	< 0,1	0,2	99,0
130-2	nd	nd	nd	nd	< 2,1	12	< 5,1	< 1,1	16	56	< 0,046	27	15	210	34000	< 2100	0,9	1,1	< 0,1	1,2	99,7
133	nd	nd	nd	nd	2,2	14	< 5,1	< 1,1	27	89	< 0,046	10,0	14	95	37000	< 2100	1,0	1,3	< 0,1	1,4	99,5
146	nd	nd	nd	nd	2,6	11	12	< 1,1	20	93	< 0,046	9,8	14	61	34000	< 2100	0,7	0,6	< 0,1	0,7	99,8

3.3 Usikkerheter knyttet til metode og undersøkelser

Det er knyttet usikkerheter til både metode og feltmetodikk. XRF-analysene er blitt utført på blotninger med forvittringslag på overflater. Forvittringslagene er gjerne «fortynnet» og kan vise for lave verdier ved bruk av håndholdt XRF. Analysene fra XRF er dermed ikke representative for bergarten i sin helhet.

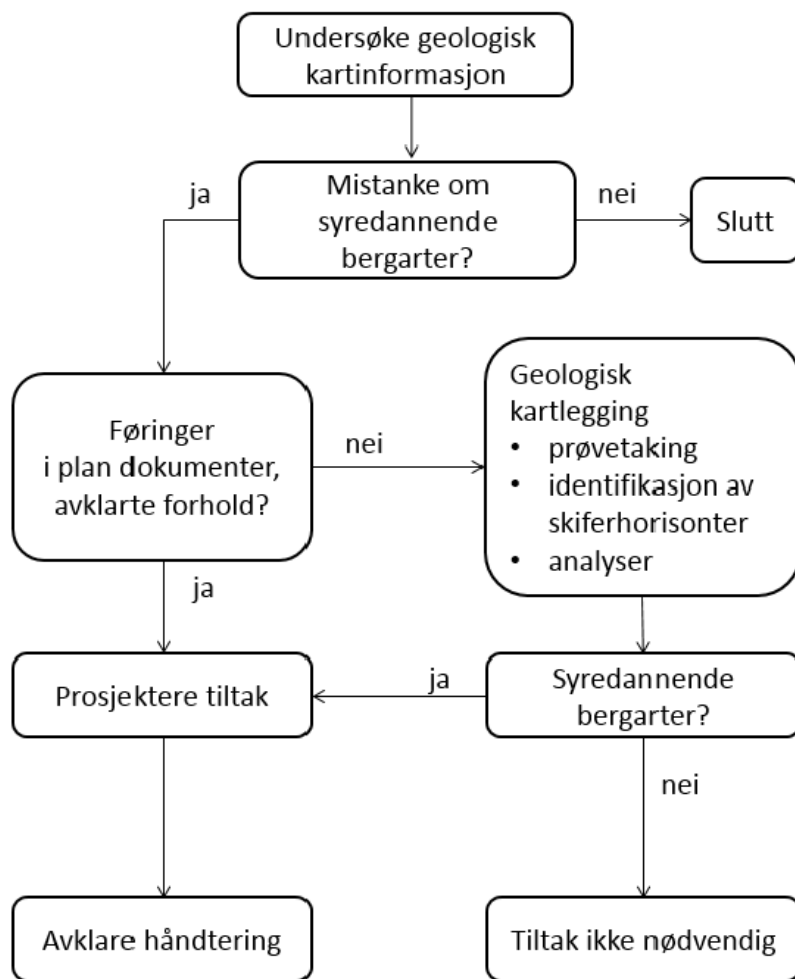
Det kan være lokale variasjoner under bakkenivå som ikke er fanget opp av den innledende prøvetakingen. Det kan dermed ikke utelukkes at det kan opptre bergarter med syredannende potensiale i bergmassen.

4 Behov for tiltaksplan for syredannende bergarter

Det er knyttet usikkerheter til forvitringsegenskapene til bergmassene i Kvæangsfjellet, da det kan være lokale variasjoner som ikke er fanget opp under innledende prøvetaking. Bruk av håndholdt XRF på eksponerte bergoverflater gir ofte for lave konsentrasjoner. Videre er det ikke omtalt om XRF instrumentet er kalibrert. Berggrunnsgeologisk kart viser at det vil være hyppige skifte i bergartstyper ved driving av tunnelen. Det er historisk beskrevet driving av sulfidholdige malmer i området. Det er beskrevet rustfarger på kvartsitter. Kvartsitter er i utgangspunktet bergarter uten bufringsevne. Masser med kvartsitt med innslag av sulfider kan derfor gi pH lavere enn $\text{pH} < 4-5$ i vannsig i tippmasser. Det anbefales at det utføres supplerende prøvetaking under anleggsfasen ved utarbeidelse av ny tunelltrasé. Ved supplerende prøvetaking, identifisering og karakterisering av berg, anbefales det å følge veileder «Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter» M310/2015 [2]. Videre anbefales at det analyseres på hovedelementer og sporelementer. Analysene i tabell 2 tilfredsstillende ikke anbefalt liste over grunnstoffer som skal analyseres. Hvis det blir identifisert syredannende bergarter under anleggsfasen anbefales det å bruke veileder «Deponering av syredannende bergarter. Grunnlag for veileder», M385/2015 [3], for riktig håndtering av disse.

4.1 Veileder M310

Figur 3 viser et flytskjema over anbefalte prosedyrer for undersøkelser og håndtering av svart leirskifer i byggeprosjekt. I dette prosjektet er det mistanke om syredannende bergarter på grunnlag av historikk og geologisk kartinformasjon. Behovet for videre tiltak er avhengig av analyseresultatene av supplerende prøvetaking under anleggsfasen.



Figur 3: Flytskjema ved håndtering av syredannende bergarter i byggeprosjekt [2].

4.1.1 Prøvetaking og metoder

For å sikre et godt grunnlag for identifisering av evt. svart leirskifer eller andre syredannende bergarter i felt må følgende utføres: (iht. M310/2015 [2]).

- Orientering på skiferlag må kartlegges
- Tykkelse på aktuelle skiferhorisonter/bergartslag bør være kjent. Det kan være store variasjoner i tykkelse på de forskjellige formasjonene.
- Geologisk befaring av område vil gi forståelse av den geologiske historien og danne grunnlag for å vurdere skifrenes utbredelse i byggegrøp og i omkringliggende områder.

Følgende metoder anbefales for å skaffe frem informasjon om bergarten:

- **Prøvetaking med håndholdt drill:** Denne metoden anbefales å bruke på forvitrede flater, da det kan samles inn prøvemateriale under «forvittringshuden». Kakset gir langt sikrere analyseresultater enn ved måling på en bergartsflate. Leverandør av håndholdt XRF har

nødvendig utstyr for dette. Videre skal apparatet plasseres i et tilpasset stativ for instrumentet for å minimalisere «personlige» variasjoner i målingene.

- **Uttak av representative prøver under anleggsfase:** Under anleggsfasen og utarbeidelse av ny tunelltrasé vil de være hensiktsmessig å ta prøver underveis. Prøvemateriale kan bearbeides og analyseres ved bruk av XRF. Dette forutsetter at prøvemateriale er tatt fra uforvitrede flater, og at materialet er knust og preparert på riktig måte (jfr. Anbefaling om å ta ut kaks med håndholdt drill).

4.1.2 Analyser

Kjemiske analyser danner grunnlaget for identifisering og karakterisering av syredannende bergarter. Prøver kan sendes til laboratorium eller analyseres ved bruk av XRF i et mobilt laboratorium i felt. Følgende analysemetoder anbefales for dette prosjektet:

- **XRF:** Prøvemateriale knuses til en homogen kornstørrelse og overføres til XRF-prøvekopper (Figur 4). Prøven blir satt inn i et kammer i et stativ tilpasset instrumentet. XRF røntgenpistolen blir deretter koblet fast i stativet, slik at det kan ta kvantitative og kvalitative målinger av prøven.



Figur 4: Prøvekopper med finknust prøvemateriale.

- **Kjemisk analyse:** Basert på resultatene av XRF i felt, kan det sendes prøver til akkreditert laboratorium for kjemisk analyse. Normal analysetid for disse er ca. 5-10 virkedager. Det skal da analyseres på grunnstoffer iht. M310.
- **Mineralidentifikasjon:** Det kan være hensiktsmessig å ta røntgen diffraksjonsanalyser (XRD) av prøver, som viser mineralsammensetning. Sulfid til sulfat er redoks reaksjoner. Innhold av sulfid og sulfat vil korrigere det syredannende potensialet i AP:NP diagrammet i M310. Mineralinnholdet kan derfor gi verdifull informasjon om hvilke mineraler som opptrer i bergarten, forvittringsgrad, forvittringsegenskaper og svelleegenskaper.

4.1.3 Tolkning av analysedata

Iht. M310/2015 [2] foreligger det ulike tolkningsmetoder som gjør det mulig å skille mellom bergarter som er:

- **Sikkert syredannende** og trenger spesiell håndtering.
- **Ikke syredannende** og kan disponeres fritt.
- **Mulig syredannende** og krever nærmere karakterisering og vurdering.

5 Referanser

1. AsplanViak, *Kvævangsfjellet, miljøgeologisk undersøkelser*. 2020, Asplan Viak.
2. NGI, 20120842-01-R - *Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter*, Erik Endre and Erlend Sørmo, Editors. 2015, Miljødirektoratet.
3. NGI, 20140693-01-R - *Deponering av syredannende bergarter. Grunnlag for veileder.*, Erlend Sørmo, Gijs Breedveld, and Thomas Pabst, Editors. 2015, Miljødirektoratet.