

Til: Hamar kommune ved Kjetil Kjærnes

Fra: Norconsult AS ved Ralf Ehrlich

Dato: 2018-09-27

Notat om alunskifer og syredannelsespotensiale for Hestekoen i Hamar

Tiltaksområde



Figur 1 Hestekoen, Hamar

Norconsult er blitt bedt om å gjøre en vurdering av potensiale for alunskifer i området for planlagt byggetiltak i Hestekoen, Hamar.

Vurderingen er basert på elementanalyse målt med mobil XRF og en jord og elementanalyse gjennomført av ALS-Global laboratorium.

Det ble tatt ut 4 prøver fra prøvegrep 1, 2, 6 og 9 (se vedlegg).

Metodikk

Tolkningen av de kjemiske analysene som ble gjennomført er basert på veileder fra Miljødirektoratet M-310, og består av følgende ledd:

- AP/NP diagram (acidification potential/neutralisation potential) som gir et bilde av bergarters syredannende potensiale

AP-NP diagram

Syredannende potensial (AP=Acidification potential) vurderes i forhold til nøytraliserende potensial (NP=Neutralisation potential). Metoden baserer seg på målte konsentrasjoner av TIC (uorganisk karbon) og S (svovel) i bergarten. Konsentrasjonene av TIC og S regnes om til mengde kalsium karbonat (CaCO_3) i kg/tonn som foreligger i bergarten i forhold til potensiell mengde CaCO_3 som er nødvendig for å nøytralisere den potensielle mengden syre som kan dannes.

All uorganisk karbon (TIC) antas å stamme fra karbonater og all svovel antas å stamme fra sulfider. Metoden kan derfor føre til en overestimering av både det nøytraliserende og syredannende potensialet.

Det nøytraliserende potensialet (NP) kan beregnes ved følgende formel:

$$\text{NP} = 83,33 \times \% \text{TIC}$$

Hvor

NP: Nøytraliserende potensial av karbonater [kg CaCO_3 /t]

%TIC: Uorganisk karbon innhold i prosent

Det syredannende potensialet (AP) kan beregnes ved følgende formel:

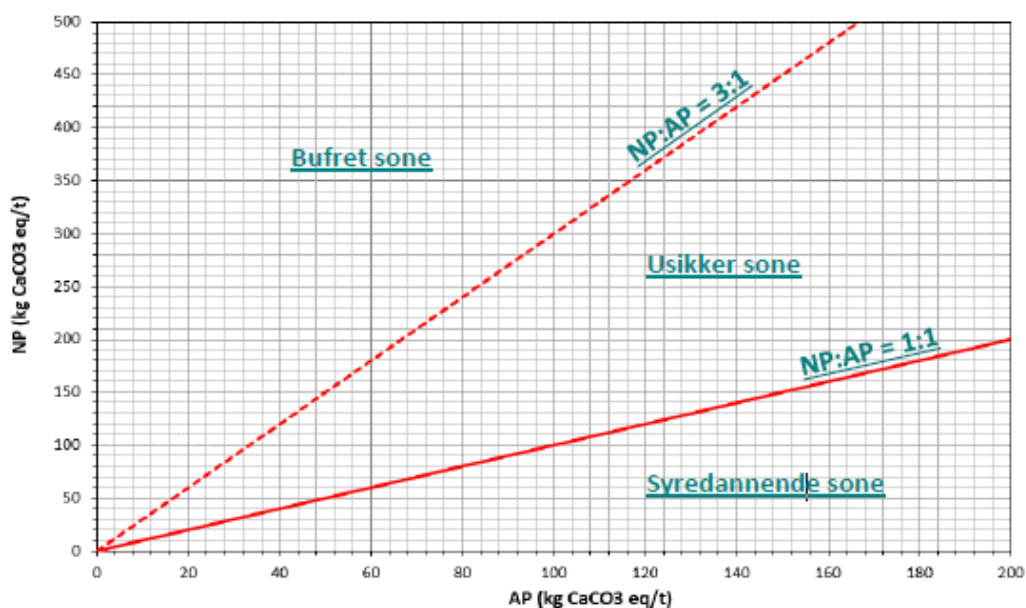
$$\text{AP} = 31,25 \times \% S_{\text{sulfider}} \approx 31,25 \times \% S$$

Hvor:

AP: Syredannende potensial av sulfider [kg CaCO_3 /t]

% S_{sulfider} : Sulfidinnhold i prosent

% S: Svovelinnhold i prosent



Figur 2 AP-NP diagram som viser 3 soner: syredannende sone ($NP:AP < 1:1$), usikker sone ($1:1$

Figur 2 viser et diagram med forholdet mellom AP og NP (begge angitt i kg CaCO₃ per tonn). Det er i diagrammet lagt inn linjer som viser NP:AP forhold på 1:1 og 3:1. Dette deler diagrammet inn i tre soner; syredannende sone ($NP:AP < 1:1$), usikker sone ($1:1 < NP:AP < 3:1$) og bufret sone ($NP:AP > 3:1$).

Resultater og analyser for prøver fra Hesteskoen, Hamar

Kjemisk analyse

Kjemiske analyser danner grunnlaget for identifisering og karakterisering av syredannende bergarter.

Tabell 1 resultat av kjemisk analyse for svovel, uran og total uorganisk karbon i alle 4 prøvene

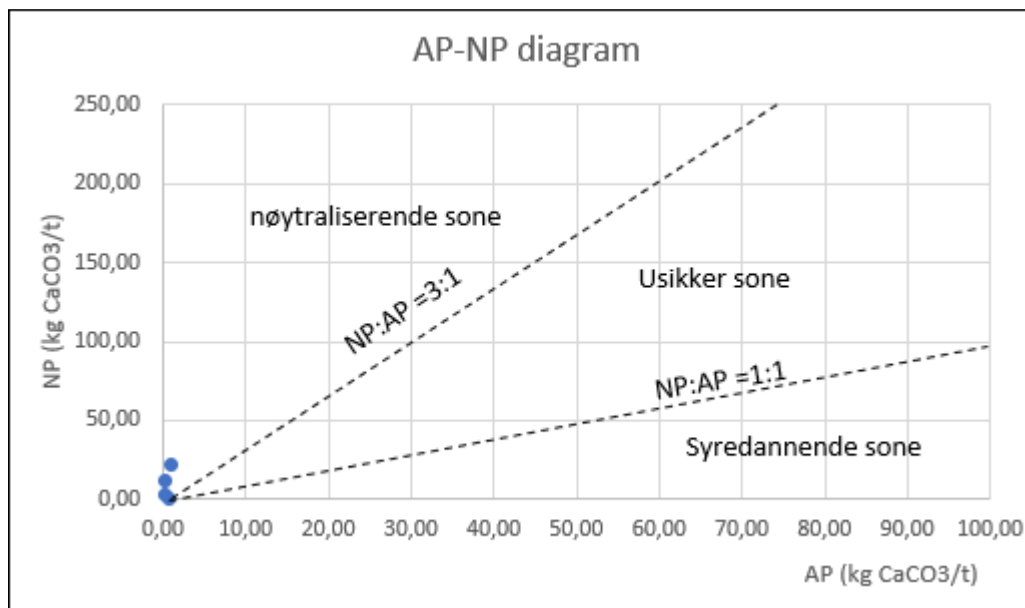
ELEMENT		Prøvegrop 1	Prøvegrop 2	Prøvegrop 6	Prøvegrop 9
S (Svovel)	mg/kg TS	205	275	106	101
U (Uran)	mg/kg TS	3	2,07	2,03	2,5
TIC	% TS	0,012	0,265	0,14	0,041

Uraninnholdet i svarte leirskifre varierer sterkt. Erfaringsmessig indikerer et uraninnhold på >90 mg/kg at en burde måle radioaktiviteten for å avgjøre om den ikke overstiger 1 Bq/g (Veileder Miljødirektoratet M-310).

All prøvene inneholder veldig lave konsentrasjoner for svovel, uran og TIC og kan dermed anses som ikke potensielt farlig ift. uraninnhold og radonbelastning.

Syredannelsespotensiale

AP-NP diagram



Figur 3 AP-NP diagram for prøvene fra Hestekoene, Hamar

Figur 3 viser alle analyserte prøver for tiltaksområdet i hestekoene, Hamar. Alle prøvene ligger langs NP-aksen i den 'nøytraliserende sonen'.

Det understrekes at denne vurderingen er basert på forenklinger, og jo lengre vekk en prøve befinner seg fra "Usikker sone" i diagrammet, desto sikrere kan man være på resultatet.

I følge at alle prøvene ligger i nøytraliserende felt, kan den klassifiseres som nøytraliserte og ikke syredannende.

Referanser:

Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter

Veileder for Miljødirektoratet M-310 2015, 20120842-01-R, 2015-02-09

01	2018-09-27	For intern informasjon	Ralf Ehrlich	Jørn-Morten Dahl	Ralf Ehrlich
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

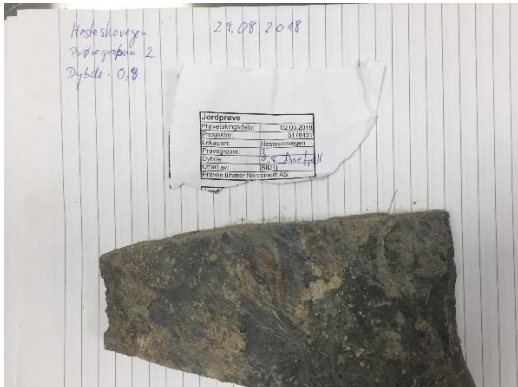
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Vedlegg 1: Prøvebeskrivelse

Vedlegg 2: Analyseresultat fra kjemisk analyse

Vedlegg

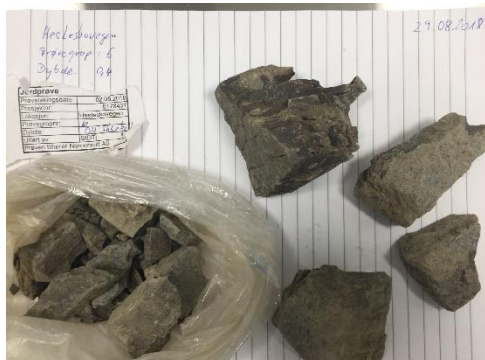
Prøvebeskrivelse fra Hestekoen, Hamar

Prøvepunkt	Foto
Grop 1 0,8m Grå til svart skifer 	
Grop 2 0,8m Grå, kompakt skifer/siltstein 	

Grop 6

0,4m

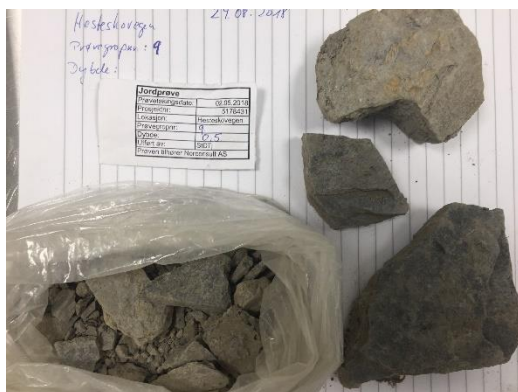
Grå, kompakt
skifer/siltstein



Grop 9

0,5m

Grå, kompakt
skifer/siltstein





Mottatt dato **2018-09-04**
Utstedt **2018-09-27**

Norconsult AS
Ralf Ehrlich
Ansattnr: 105439
Vestfjordgaten 4
N-1338 Sandvika
Norway

Prosjekt **5180589**
Bestnr **105439**

Analyse av faststoff

Deres prøvenavn	Prøvegrop 1 Sediment/slam					
Labnummer	N00602084					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Alunskiferpakke *	-----		-	1	1	ERAN
Prøvepreparering *	-----			2	2	ERAN
Tørrstoff (L) *	99.0		%	3	W	ERAN
SiO ₂ *	60.2		% TS	3	S	ERAN
Al ₂ O ₃ *	16.2		% TS	3	S	ERAN
Kalsiumoksid (CaO) *	0.384		% TS	3	S	ERAN
Fe ₂ O ₃ *	8.29		% TS	3	S	ERAN
K ₂ O *	3.54		% TS	3	S	ERAN
MgO *	4.90		% TS	3	S	ERAN
MnO *	0.0752		% TS	3	S	ERAN
Na ₂ O *	1.14		% TS	3	S	ERAN
P ₂ O ₅ *	0.122		% TS	3	S	ERAN
TiO ₂ *	0.769		% TS	3	S	ERAN
Glødetap (LOI) *	4.3		% TS	3	W	ERAN
As (Arsen) *	10.6		mg/kg TS	3	S	ERAN
Ba (Barium) *	306		mg/kg TS	3	S	ERAN
Be (Beryllium) *	2.58		mg/kg TS	3	S	ERAN
Cd (Kadmium) *	0.0550		mg/kg TS	3	S	ERAN
Co (Kobolt) *	26.2		mg/kg TS	3	S	ERAN
Cr (Krom) *	233		mg/kg TS	3	S	ERAN
Cu (Kopper) *	53.3		mg/kg TS	3	S	ERAN
Hg (Kvikksølv) *	<0.02		mg/kg TS	3	G	ERAN
Mo (Molybden) *	1.39		mg/kg TS	3	S	ERAN
Nb (Niob) *	14.7		mg/kg TS	3	S	ERAN
Ni (Nikkel) *	158		mg/kg TS	3	S	ERAN
Pb (Bly) *	15.7		mg/kg TS	3	S	ERAN
S (Svovel) *	205		mg/kg TS	3	S	ERAN
Sc (Scandium) *	23.5		mg/kg TS	3	S	ERAN
Sn (Tinn) *	2.79		mg/kg TS	3	S	ERAN
Sr (Strontium) *	43.4		mg/kg TS	3	S	ERAN
V (Vanadium) *	157		mg/kg TS	3	S	ERAN
W (Wolfram) *	1.28		mg/kg TS	3	S	ERAN
Y (Yttrium) *	27.2		mg/kg TS	3	S	ERAN
Zn (Sink) *	264		mg/kg TS	3	S	ERAN
Zr (Zirkonium) *	165		mg/kg TS	3	S	ERAN



Deres prøvenavn	Prøvegrop 1 Sediment/slam					
Labnummer	N00602084					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Th (Thorium) *	10.2		mg/kg TS	4	S	ERAN
U (Uran) *	3.00		mg/kg TS	4	S	ERAN
Tørrstoff (E) ^{a ulev}	98.9	5.97	%	5	3	ERAN
TOC ^{a ulev}	0.142		% TS	5	3	SAHM
TIC ^{a ulev}	0.012	0.007	% TS	6	3	SAHM



Deres prøvenavn		Prøvegrop 2 Sediment/slam				
Labnummer		N00602085				
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Alunskiferpakke *	-----		-	1	1	ERAN
Prøvepreparering *	-----			2	2	ERAN
Tørrstoff (L) *	99.3		%	3	W	ERAN
SiO ₂ *	65.5		% TS	3	S	ERAN
Al ₂ O ₃ *	12.1		% TS	3	S	ERAN
Kalsiumoksid (CaO) *	0.749		% TS	3	S	ERAN
Fe ₂ O ₃ *	7.53		% TS	3	S	ERAN
K ₂ O *	1.81		% TS	3	S	ERAN
MgO *	4.37		% TS	3	S	ERAN
MnO *	0.0815		% TS	3	S	ERAN
Na ₂ O *	1.64		% TS	3	S	ERAN
P ₂ O ₅ *	0.0683		% TS	3	S	ERAN
TiO ₂ *	0.681		% TS	3	S	ERAN
Glødetap (LOI) *	3.6		% TS	3	W	ERAN
As (Arsen) *	4.80		mg/kg TS	3	S	ERAN
Ba (Barium) *	257		mg/kg TS	3	S	ERAN
Be (Beryllium) *	1.30		mg/kg TS	3	S	ERAN
Cd (Kadmium) *	<0.05		mg/kg TS	3	S	ERAN
Co (Kobolt) *	22.8		mg/kg TS	3	S	ERAN
Cr (Krom) *	435		mg/kg TS	3	S	ERAN
Cu (Kopper) *	26.4		mg/kg TS	3	S	ERAN
Hg (Kvikksølv) *	0.262		mg/kg TS	3	G	ERAN
Mo (Molybden) *	<0.5		mg/kg TS	3	S	ERAN
Nb (Niob) *	11.3		mg/kg TS	3	S	ERAN
Ni (Nikkel) *	146		mg/kg TS	3	S	ERAN
Pb (Bly) *	11.5		mg/kg TS	3	S	ERAN
S (Svovel) *	275		mg/kg TS	3	S	ERAN
Sc (Scandium) *	17.3		mg/kg TS	3	S	ERAN
Sn (Tinn) *	1.64		mg/kg TS	3	S	ERAN
Sr (Strontium) *	51.3		mg/kg TS	3	S	ERAN
V (Vanadium) *	123		mg/kg TS	3	S	ERAN
W (Wolfram) *	1.16		mg/kg TS	3	S	ERAN
Y (Yttrium) *	20.5		mg/kg TS	3	S	ERAN
Zn (Sink) *	91.7		mg/kg TS	3	S	ERAN
Zr (Zirkonium) *	227		mg/kg TS	3	S	ERAN
Th (Thorium) *	7.06		mg/kg TS	4	S	ERAN
U (Uran) *	2.07		mg/kg TS	4	S	ERAN
Tørrstoff (E) ^{a ulev}	99.5	6.00	%	5	3	ERAN
TOC ^{a ulev}	0.092		% TS	5	3	SAHM
TIC ^{a ulev}	0.265	0.027	% TS	6	3	SAHM



Deres prøvenavn	Prøvegrop 6					
	Sediment/slam					
Labnummer	N00602086					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Alunskiferpakke *	-----		-	1	1	ERAN
Prøvepreparering *	-----			2	2	ERAN
Tørrstoff (L) *	98.9		%	3	W	ERAN
SiO ₂ *	66.8		% TS	3	S	ERAN
Al ₂ O ₃ *	12.1		% TS	3	S	ERAN
Kalsiumoksid (CaO) *	0.419		% TS	3	S	ERAN
Fe ₂ O ₃ *	6.85		% TS	3	S	ERAN
K ₂ O *	2.25		% TS	3	S	ERAN
MgO *	3.57		% TS	3	S	ERAN
MnO *	0.138		% TS	3	S	ERAN
Na ₂ O *	1.42		% TS	3	S	ERAN
P ₂ O ₅ *	0.116		% TS	3	S	ERAN
TiO ₂ *	0.636		% TS	3	S	ERAN
Glødetap (LOI) *	3.2		% TS	3	W	ERAN
As (Arsen) *	9.00		mg/kg TS	3	S	ERAN
Ba (Barium) *	291		mg/kg TS	3	S	ERAN
Be (Beryllium) *	1.59		mg/kg TS	3	S	ERAN
Cd (Kadmium) *	<0.05		mg/kg TS	3	S	ERAN
Co (Kobolt) *	22.7		mg/kg TS	3	S	ERAN
Cr (Krom) *	257		mg/kg TS	3	S	ERAN
Cu (Kopper) *	32.8		mg/kg TS	3	S	ERAN
Hg (Kvikksølv) *	<0.02		mg/kg TS	3	G	ERAN
Mo (Molybden) *	0.672		mg/kg TS	3	S	ERAN
Nb (Niob) *	12.0		mg/kg TS	3	S	ERAN
Ni (Nikkel) *	145		mg/kg TS	3	S	ERAN
Pb (Bly) *	24.5		mg/kg TS	3	S	ERAN
S (Svovel) *	106		mg/kg TS	3	S	ERAN
Sc (Scandium) *	17.6		mg/kg TS	3	S	ERAN
Sn (Tinn) *	1.86		mg/kg TS	3	S	ERAN
Sr (Strontium) *	40.1		mg/kg TS	3	S	ERAN
V (Vanadium) *	122		mg/kg TS	3	S	ERAN
W (Wolfram) *	1.02		mg/kg TS	3	S	ERAN
Y (Yttrium) *	21.2		mg/kg TS	3	S	ERAN
Zn (Sink) *	94.2		mg/kg TS	3	S	ERAN
Zr (Zirkonium) *	176		mg/kg TS	3	S	ERAN
Th (Thorium) *	7.81		mg/kg TS	4	S	ERAN
U (Uran) *	2.03		mg/kg TS	4	S	ERAN
Tørrstoff (E) ^{a ulev}	98.8	5.96	%	5	3	ERAN
TOC ^{a ulev}	0.185		% TS	5	3	SAHM
TIC ^{a ulev}	0.140	0.015	% TS	6	3	SAHM



Deres prøvenavn	Prøvegrop 9					
	Sediment/slam					
Labnummer	N00602087					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Alunskiferpakke *	-----		-	1	1	ERAN
Prøvepreparering *	-----			2	2	ERAN
Tørrstoff (L) *	99.2		%	3	W	ERAN
SiO ₂ *	69.8		% TS	3	S	ERAN
Al ₂ O ₃ *	13.0		% TS	3	S	ERAN
Kalsiumoksid (CaO) *	0.450		% TS	3	S	ERAN
Fe ₂ O ₃ *	5.46		% TS	3	S	ERAN
K ₂ O *	2.86		% TS	3	S	ERAN
MgO *	2.97		% TS	3	S	ERAN
MnO *	0.0781		% TS	3	S	ERAN
Na ₂ O *	1.19		% TS	3	S	ERAN
P ₂ O ₅ *	0.139		% TS	3	S	ERAN
TiO ₂ *	0.671		% TS	3	S	ERAN
Glødetap (LOI) *	3.0		% TS	3	W	ERAN
As (Arsen) *	6.48		mg/kg TS	3	S	ERAN
Ba (Barium) *	379		mg/kg TS	3	S	ERAN
Be (Beryllium) *	1.76		mg/kg TS	3	S	ERAN
Cd (Kadmium) *	<0.05		mg/kg TS	3	S	ERAN
Co (Kobolt) *	18.0		mg/kg TS	3	S	ERAN
Cr (Krom) *	215		mg/kg TS	3	S	ERAN
Cu (Kopper) *	17.1		mg/kg TS	3	S	ERAN
Hg (Kvikksølv) *	<0.02		mg/kg TS	3	G	ERAN
Mo (Molybden) *	0.934		mg/kg TS	3	S	ERAN
Nb (Niob) *	13.0		mg/kg TS	3	S	ERAN
Ni (Nikkel) *	100		mg/kg TS	3	S	ERAN
Pb (Bly) *	24.3		mg/kg TS	3	S	ERAN
S (Svovel) *	101		mg/kg TS	3	S	ERAN
Sc (Scandium) *	14.0		mg/kg TS	3	S	ERAN
Sn (Tinn) *	2.18		mg/kg TS	3	S	ERAN
Sr (Strontium) *	45.3		mg/kg TS	3	S	ERAN
V (Vanadium) *	117		mg/kg TS	3	S	ERAN
W (Wolfram) *	1.28		mg/kg TS	3	S	ERAN
Y (Yttrium) *	25.2		mg/kg TS	3	S	ERAN
Zn (Sink) *	69.9		mg/kg TS	3	S	ERAN
Zr (Zirkonium) *	188		mg/kg TS	3	S	ERAN
Th (Thorium) *	8.20		mg/kg TS	4	S	ERAN
U (Uran) *	2.50		mg/kg TS	4	S	ERAN
Tørrstoff (E) ^{a ulev}	99.4	5.99	%	5	3	ERAN
TOC ^{a ulev}	0.146		% TS	5	3	SAHM
TIC ^{a ulev}	0.041	0.008	% TS	6	3	SAHM



"a" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert ved ALS Laboratory Group Norway AS.

"a ulev" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert av underleverandør.

"*" etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Utførende laboratorium er oppgitt i tabell kalt Utf.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	Alunskiferpakke Metode: Metaller: Analyse med ICP-SFMS er utført ihht. ISO 17294-1, 2 (mod), samt EPA-metode 200.8 (mod). Analyse av Hg med AFS er utført ihht. ISO 17852. Tørrstoff er utført ihht. SS 028113-1. TIC/TOC: ISO 10694, EN 13137, EN 15936, Kolometri Prøve forbehandling: For analyse av As, Cd, Cu, Co, Hg, Ni, Pb, Sb, S, Se, Sn og Zn: Prøven tørkes ved 50°C og oppløses ihht. ASTM D3683 (mod.). Verdien korrigeres til TS ved 105°C. For øvrige elementer er oppløsningen utført ihht. ASTM D3682 (smeltes med LiBO2). Glødetap (LOI) utføres ved 1000°C. Note: Rapporteringsgrenser og måleusikkerhet kan påvirkes av f.eks. behovet for fortynning av prøven grunnet prøvematriks eller liten prøvemende. ALS kan ikke tolke resultatene og avgjøre hvorvidt materialet er alunskifer.
2	Knusing/oppmaling
3	Bestemmelse av metaller etter pakke MG-2 Metode: Analyse med ICP-SFMS er utført ihht. ISO 17294-1, 2 (mod), samt EPA-metode 200.8 (mod). Analyse av Hg med AFS er utført ihht. ISO 17852. Tørrstoff er utført ihht. SS 028113-1. Prøve forbehandling: For analyse av As, Cd, Cu, Co, Hg, Ni, Pb, Sb, S, Se, Sn og Zn: Prøven tørkes ved 50°C og oppløses ihht. ASTM D3683 (mod.). Verdien korrigeres til TS ved 105°C. For øvrige elementer er oppløsningen utført ihht. ASTM D3682 (smeltes med LiBO2). Glødetap (LOI) utføres ved 1000°C. Note: Rapporteringsgrenser og måleusikkerhet kan påvirkes av f.eks. behovet for fortynning av prøven grunnet prøvematriks eller liten prøvemende.
4	Metaller i jord, tillegg til hovedpakke Metode: Se analysebeskrivelse for øvrige elementer. Enkelte elementer er ikke standard med i pakkene og blir bestilt som tillegg til hovedpakkene. Rapporteringsgrense varierer med pakken.
5	Bestemmelse av total organisk karbon (TOC) i jord, kolometri Metode: ISO 10694, EN 13137, EN 15936 Måleprinsipp: Kolometri



Metodespesifikasjon	
Rapporteringsgrenser:	LOR 0.01 % TS
Andre opplysninger:	TOC er differansen mellom total karbon (TC) og total inorganisk karbon (TIC).
6	Totalt uorganisk karbon (TIC) i jord e.l. Metode: ISO 10694, EN 13137, EN 15936 Måleprinsipp: Coulometri Rapporteringsgrenser (LOQ): 0,010 % TS

	Godkjenner
ERAN	Erlend Andresen
SAHM	Sabra Hashimi

	Utf ¹
G	AFS Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
S	ICP-SFMS Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
W	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group Norway AS, Postboks 643 Skøyen, 0214 Oslo, Norge Leveringsadresse: Drammensveien 264, 0283 Oslo, Norge
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
3	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensinterval på om lag 95%.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultatene gjelder bare de analyserte prøvene.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.