



sporveien

Geokjemisk vurdering av svartskifer

Detaljprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst

SG-TØYO-721-RB-0002



01G	07.11.2025	Førstegangsleveranse		NOGINA	NOKMRL	NOJAPA	
Rev.	Dato	Beskrivelse		Dok. eier	Kontrollert	Godkjent	
Dokumentnummer						Revisjon	Sideantall/ totalt side
Prosjekt	Utgiver	Område	System	Dok.type	Sekvensnr.		
57394	SG	TØYO	721	RB	0002	01G	1 av 17
Leverandørs Dokumentnummer: SG-TØYO-721-RB-0002				Leverandørs Rev: 01G			

EK Mal nr.: **D09405** versjon **2.03**

EK Ansvarlig: **Neergaard, Linn**
Rannstad

	Geokjemisk vurdering av svartskifer	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RB-0002
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 07.11.2025
		Side av sider: 2 av 17
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Detaljprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

0. ENDRINGSLOGG

Rev.	Rev.dato	Kapittel/side	Beskrivelse av endring (Cal.11 i heading)
01G	07.11.2025		Detaljprosjekt. Første leveranse

Endringsloggen skal bestå av endringer som er nye for denne revisjonen. Alle endringer skal legges inn her. Dersom endringen er for lang/omfattende, så kan den henvises til her.

	Geokjemisk vurdering av svartskifer	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RB-0002
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 07.11.2025
		Side av sider: 3 av 17
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Detaljprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

INNHold

0. ENDRINGSLOGG	2
1. INNLEDNING	4
1.1 BAKGRUNN OG TILTAK	4
2. BERGGRUNNSGEOLOGI	5
2.1 BERGARTER.....	5
2.2 KJEMISKE EGENSKAPER.....	8
3. VURDERING AV SYREDANNINGSPOTENSIALE OG BERGARTSBESTEMMELSE	8
3.1 SYREDANNINGSPOTENSIALE – METODIKK	8
3.2 SYREDANNINGSPOTENSIAL - BEREGNING	9
3.3 INNHold AV RADIONUKLIDER.....	13
3.4 IDENTIFIKASJON AV BERGART	13
3.5 DEPONERING	15
4. KONKLUSJON	17
VEDLEGG	17
KILDER	17

	Geokjemisk vurdering av svartskifer	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RB-0002
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 07.11.2025
		Side av sider: 4 av 17
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Detaljprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

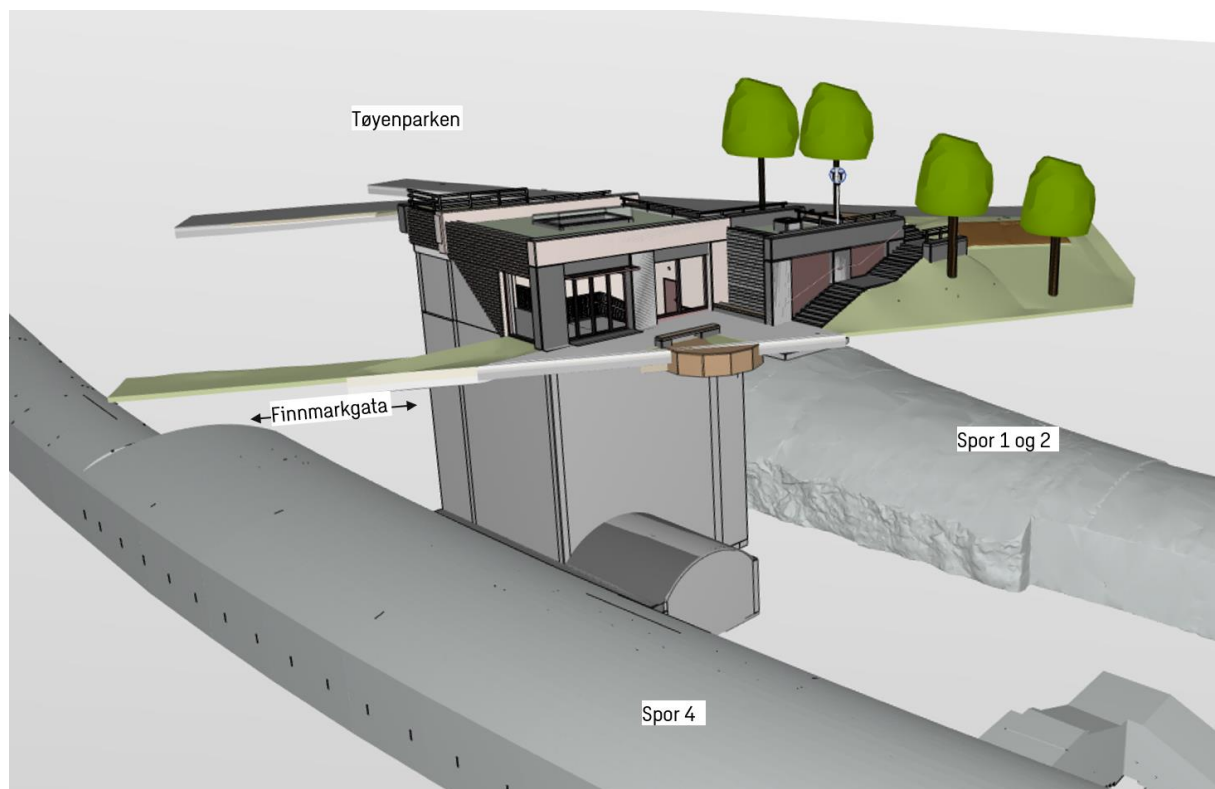
1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn og tiltak

Sweco Norge AS er engasjert av Sporveien i forbindelse med ny adkomst til Tøyen T-banestasjon. Prosjektet omfatter tværfaglig prosjektering av ny rømningsvei og adkomst på Tøyen stasjon samt tilkobling til eksisterende stasjon, slik at stasjonsanlegget får to uavhengige adkomster/utganger. Den nye adkomsten skal etableres som en sjakt i berg. Figur 1 viser planlagt stasjonsanlegg i skråningen mellom Finnmarksgata (Ring 2) og Tøyenparken.

Dette notatet omhandler geokjemiske vurderinger av svartskiferen i prosjektområdet med fokus på planlagt massehåndtering og deponering. Vurderingene er basert på laboratorieanalyser av to innsendte bergartsprøver fra kjerneboring i sjakta utført i mai 2022. Feltarbeidet er beskrevet i Sweco-rapport SG-TØY0-721-RB-0001 Kjernelogging Tøyen stasjon (3).

I forbindelse med tiltaket skal det utføres gravearbeider i løsmasser og uttak av berg. Sjakten som skal etableres vil ha et forventet dyp på ca. 15 meter under terreng. Arbeidet med sjakten vil medføre uttak av stein ved saging som medfører bruk av vann. Det er ikke behov for å gjenbruke bergmasser i prosjektet, og disse vil tas ut og samles opp i tette containere som kjøres til godkjent mottak når de er fulle. Foreløpig plan er at anleggsvann skal renses og slippes på kommunalt nett, og nødvendige tillatelser innhentes.



Figur 1: Illustrasjon av stasjonsanlegget (utklipp fra 3D-modellen til prosjektet).

	Geokjemisk vurdering av svartskifer	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RB-0002
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 07.11.2025
		Side av sider: 5 av 17
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Detaljprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

2. BERGGRUNNSGEOLOGI

2.1 Bergarter

Klassifisering av bergart er foretatt i henhold til rapport *Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter* [1]. Berggrunnen i Oslofeltet er preget av forkastninger og folder spesielt knyttet til den kaledonske fjellkjededannelsen. Bergartenes lagdeling er hovedsakelig orientert NØ-SV med et fall mot nordvest og sørøst. Bergartene ligger i veksling, og på grunn av forkastningene og foldningene, ligger ikke bergartene nødvendigvis «riktig» i henhold til opprinnelig lagdeling. Bergartene i prosjektområdet tilhører Oslofeltets sedimentære bergarter og består av ulike leirskifre (svartskifer inkludert alunskifer), kalksteiner og knollekalk fra kambrium og ordovicium som befinner seg i de nederste etasjene i kambro-silurlagrekken i Oslofeltet.

NGU sitt berggrunnskart (1:50 000) indikerer at T-banestasjonen i hovedsak ligger i leirskifre og kalkstein fra etasje 2 og 3. Nord for stasjonen er det knollekalk og skifer fra etasje 4a. Det kan også påtreffes magmatiske gangbergarter. Blotningene (synlige felt av berggrunn eller løsmasser som er blottlagt) er vist med sirkler på Figur 2 og er forklart under:

1. Blotning 1 er en rombeporfyrr som skjærer gjennom de sedimentære bergartene i Oslofeltet.
2. Blotning 2 er en lagpakke med en svartskifer (trolig Tøyen-formasjonen) i bunnen med kalkstein/knollekalk over. Lagpakken har et fall mot NNV, bort fra sjakten.
3. Blotning 3 er en svart leirskifer i enden av tverrforbindelsen mot tunnelen til spor 4.
4. Blotning 4 er en svart leirskifer (trolig Tøyen fm.)

Leirskifrene i etasje 2 og 3 i Oslofeltet er svarte leirskifre, og etasje 1, 2 og 3a er kjent som alunskifer. Svartskifre er kjent for å være syredannende og ha svellepotensiale samt forhøyede konsentrasjoner av tungmetaller og kan potensielt være lavradioaktive. Svartskifre er ofte knyttet til bygningskader, miljørisiko og spesielle krav til håndtering og sluttdisponering.

	Geokjemisk vurdering av svartskifer	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RB-0002
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 07.11.2025
		Side av sider: 6 av 17
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Detaljprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei



Figur 2: Berggrunnskart over Tøyen, NGU. Rødt omriss viser Tøyen T-banestasjon og blått omriss viser plasseringen til sjakta. De stiplede grå linjene er t-bane tunnelene. Kjerneprøvene er tatt innenfor blått omriss.

Tabell 1 viser et utklipp fra nedre halvdel av kambro-silurlagrekken i Oslofeltet hvor bergartene i prosjektområdet er markert med rødt. De grå feltene indikerer svartskifer og de hvite feltene er kalksteiner. Tabell 2 viser en oversikt over potensielt skadeomfang knyttet til svartskifer.

		Dok.nr.: SG-TØY0-721-RB-0002
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 07.11.2025
		Side av sider: 7 av 17
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Detaljprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

Tabell 1: Kambro-silurlagrekken i Oslofeltet. Grå felt indikerer svartskifer. Bergarter i prosjektområdet er markert med rødt.

Etasje	Oslo-Asker Formasjon	Oslo-Asker Ledd	Hadeland Formasjon	Hamar Formasjon	NGU inndeling på kart	Mektighet (m)	Alder	
4d					Oslo		Sen Ordovicisk	471-443 mill. år
4cα	Venstøp		Lunner*		Oslo	Oslo 7-10m Lunner fm <185m		
4bδ	Solvang				Oslo	12-20		
4by	Nakkholmen				Oslo	13-20		
4bβ	Frognerkilen				Oslo	10-20		
4bα	Arnestad		Arnestad/ Furuberget	Arnestad/ Furuberget	Oslo	22-40	Midt Ordovicisk	
4aβ	Vollen			Vollen/ Hovinsholm	Oslo	> 45		
4aα	Elnes	Håkavik Engervik Sjøstrand Helskjer	Elnes	Elnes/Bjørge	Oslo	60-80		
3cγ	Huk	Svartodden	Huk3	Svartodden Herran/Stein	Røyken	2-5 m	Tidlig Ordovicisk	488-471 mill. år
3cβ		Lysaker	Huk2		Røyken	2-5 m		
3cα		Hukodden	Huk1		Røyken	2-5 m		
3bβ	Tøyen	Galgeberg	Galgeberg	Galgeberg	Røyken	5-10 m		
3bα		Hagaberg	Hagaberg	Hagaberg	Røyken	3-8 m		
3aγ	Bjørkåsholmen		Bjørkåsholmen	Bjørkåsholmen	Røyken	1-2 m		
3aα, 3aβ	Alunskifer-3		Alunskifer-3	Alunskifer-3	Røyken	~80 m men stor variasjon		
2a- 2e	Alunskifer-2		Alunskifer-2	Alunskifer-2	Røyken		Sen kambrium	501-488
1	Alunskifer-1		Alunskifer-1	Alunskifer-1	Røyken		Midt kambrium	513-501
	-		-	Biri Brøttum	Biri Brøttum	1500 m	Eo-kambrium	<542

	Geokjemisk vurdering av svartskifer	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RB-0002
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 07.11.2025
		Side av sider: 8 av 17
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Detaljprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

2.2 Kjemiske egenskaper

Når svartskifer forvitrer med tilgang til vann/fuktighet og luft kan det oppstå en volumutvidelse og et potensielt svelletrykk. Forvitringen av sulfider i svartskiferen danner sulfatmineraler som medfører volumutvidelse, da de nye sulfatmineralene krever større volum enn de opprinnelige sulfidmineralene. Dersom de nye sulfatmineralene har mulighet til å vokse, vil dette kunne gi en volumutvidelse og svelletrykk som kan skade bygg og konstruksjoner. Dette vil for eksempel være mulig ved etablering av byggegrøper og bergrom hvor det etableres en fri flate og forholdene legger til rette for forvitring gjennom tilgang på vann/fukt og luft. De nye sulfatmineralene er vannløselige og vil ikke svulle når svartskiferen er vannmettet eller uten tilgang til vann/fuktighet.

Tabell 2: Egenskaper og potensielt skadeomfang for leirskifer i Oslofeltet.

Leirskifer	lav pH	svelleskade	radon	uran	styrke
Alunskifer	****	****	****	***(*)	*
Galgeberg Oslo	*(*)	*(*)	***	**	**
Galgeberg, Gran	*	(*)	***	**	*(*)
Elnes Oslo	*	*(*)	*(*)	*	**
Elnes Hamar	*	*(*)	*(*)	*	*
Brøttum/Biri	*(*)	*(*)	*(*)	*	*

3. VURDERING AV SYREDANNINGSPOTENSIALE OG BERGARTSBESTEMMELSE

3.1 Syredanningspotensiale – metodikk

Geokjemiske beregninger er foretatt i henhold til veileder M-2105 *Håndtering av potensielt syredannende svartskifer* (2). Syredanningspotensialet i svarte leirskifere avhenger av flere faktorer, som mengde svovel bundet som pyritt, fordeling av sulfider i bergartsmatriksen, innholdet av nøytraliserende mineraler og skiferens spaltbarhet. Det er beregnet syredannende potensiale (AP) og nøytraliserende potensiale (NP). Forholdet mellom NP:AP avgjør om bergarten har syredanningspotensiale i henhold til Tabell 3.

Metoden baserer seg på målte konsentrasjoner av TIC (total uorganisk karbon) og S (svovel) i bergarten. Konsentrasjonene av TIC og S regnes om til mengde kalsiumkarbonat ekvivalenter (CaCO₃) i kg/tonn som foreligger i bergarten i forhold til potensiell mengde CaCO₃, som er nødvendig for å nøytralisere den potensielle mengden syre som kan dannes. Alt 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 er også gjort en vurdering av forholdet mellom jern og svovel i henhold til Tabell 4. Hensikten er å vurdere i hvor stor grad jern og tungmetaller er bundet som sulfider. Dette kan si noe om utlekkingspotensialet til tungmetallene ved oksidasjon og syredannelse.

	Geokjemisk vurdering av svartskifer	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RB-0002
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 07.11.2025
		Side av sider: 9 av 17
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Detaljprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

Tabell 3: Vurdering av syredanningspotensiale.

NP:AP > 3:1	3:1 > NP:AP > 1:1	NP:AP < 1:1
Ikke syredannende	Usikker	Potensielt syredannende

Tabell 4: Forklaring av tolkning av forhold mellom Jern (Fe) og svovel (S).

FeS > 2:1	Fe:S = 1	Fe:S = 1:2	Fe:S < 1:2
Jern og tungmetaller også bundet i silikater og oksider	Alt jern er bundet som sulfider	Pyritt	Svovel bundet i andre mineraler enn sulfider, eller i organisk materiale

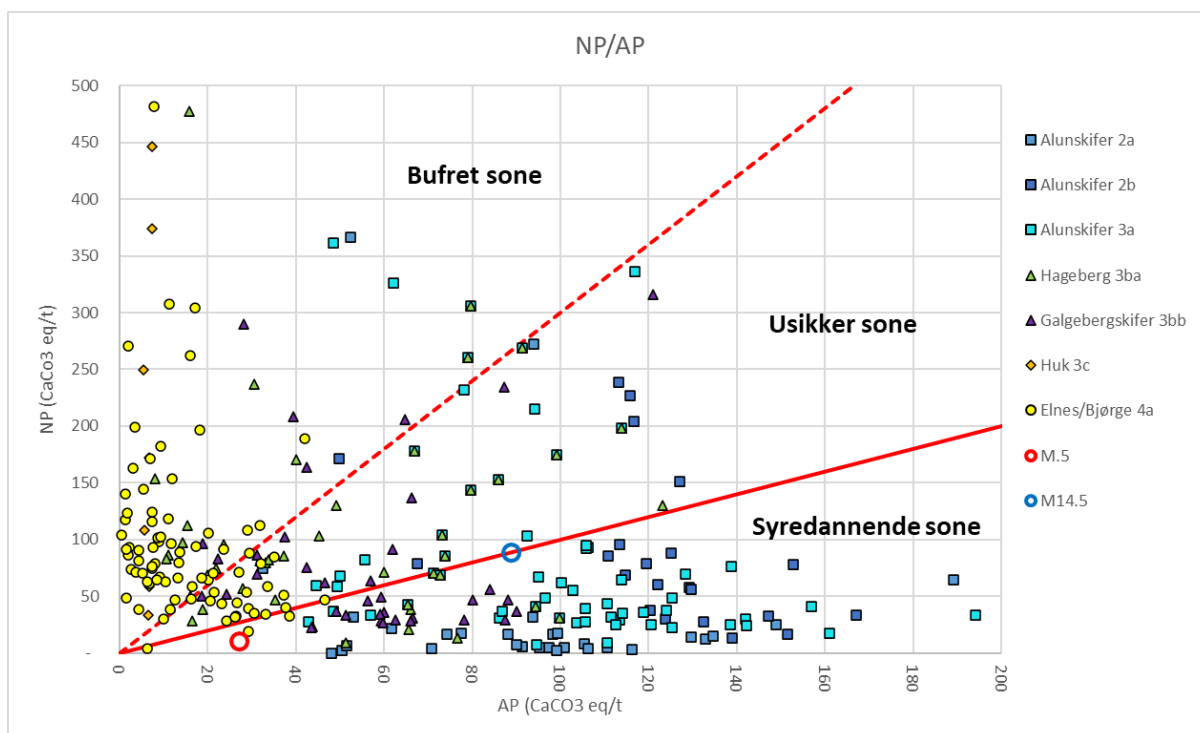
Forurensingsforskriften § 2.3 definerer forurenset grunn som jord eller berggrunn der konsentrasjonen av helse- eller miljøfarlige stoffer overstiger fastsatte normverdier for forurenset grunn, jf. Vedlegg 1 til forskriften. Grunn der konsentrasjonen av uorganiske helse- eller miljøfarlige stoffer ikke overstiger lokalt naturlig bakgrunnsnivå i området der et terrenginngrep er planlagt gjennomført, skal likevel ikke anses som forurenset. Dette gjelder kun dersom berggrunnen ikke er syredannende eller på annen måte kan medføre en miljøfare når den blir håndtert.

3.2 Syredanningspotensial - beregning

Det ble tatt ut to kjerneprøver (M.5 og M.14.5) av berggrunnen i 2022 og de ble analysert av ALS for en analysepakke som brukes spesifikt for å bestemme om massene er syredannende eller ikke. Analyserapporten er gitt i vedlegg 1.

Beregnet syredannende og nøytraliserende potensiale i prøvene er plottet i diagrammet i Figur 3. M.5 har et innhold av svovel på 8640 mg/kg og M14.5 har et innhold på 28 400 mg/kg. Diagrammet viser at prøve M.5 havner innenfor potensielt syredannende sone. Generelt regner man allikevel med at et svovelinnhold under 10 000 mg/kg ikke er tilstrekkelig for å igangsette syredannende reaksjoner i et omfang som gir akselerert forvitring. Prøve M.14.5 havner på grensen mellom syredannende og usikker sone og krever videre vurdering.

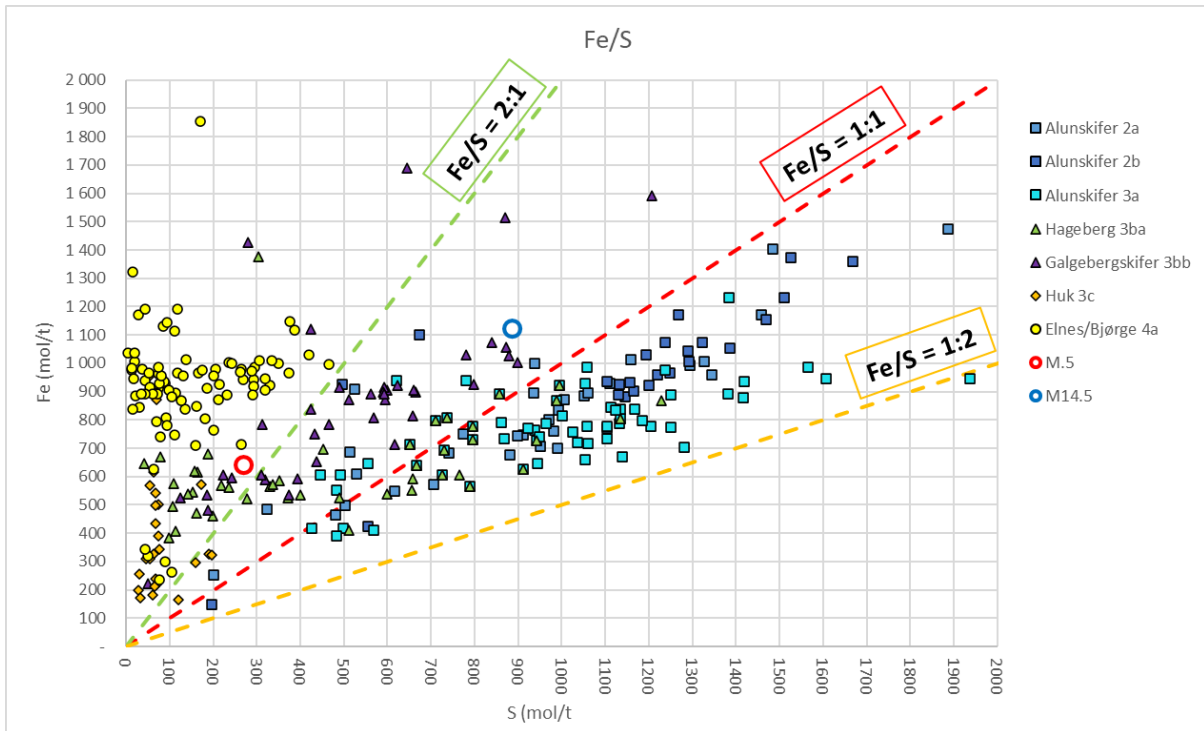
	Geokjemisk vurdering av svartskifer	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RB-0002
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 07.11.2025
		Side av sider: 10 av 17
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Detaljprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei



Figur 3. NP/AP diagram med prøvene plottet sammen med referanseprøver fra Oslofeltet.

Jern/svovel diagrammet i Figur 4 viser at prøve M.5 har et jern/svovelforhold som indikerer at mye av jern og tungmetaller også er bundet i andre mineraler enn sulfider. Prøve M.14.5 har et jern/svovelforhold på 1,27 som ligger innenfor området man kan regne med at mye av svovelet er bundet i pyritt. Bilder av kjerneprøvene (Figur 5 - Figur 7) viser at skiferen inneholder sulfider i form av store pyrittkrystaller. Det er derfor en mulighet for at det høye svovelinnholdet i prøve M.14.5 ikke nødvendigvis er representativt for bergartsvolumet som helhet, men representerer en prøve med en slik krystall.

	Geokjemisk vurdering av svartskifer	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RB-0002
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 07.11.2025
		Side av sider: 11 av 17
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Detaljprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei



Figur 4. Jern/svovel diagram med prøvene plottet sammen med referanseprøver fra Oslofeltet.



Figur 5. Kjernebasse 2; 4,8 – 9,85 meter. Røde sirkler viser sulfidkrystaller.

	Geokjemisk vurdering av svartskifer	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RB-0002
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 07.11.2025
		Side av sider: 12 av 17
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Detaljprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei



Figur 6. Kjernekasse 4; 14,35 – 18,55 m. Røde sirkler viser sulfidkrytaller.



Figur 7. Nærbilde av kjerne som viser sulfidkrytaller (røde sirkler).

	Geokjemisk vurdering av svartskifer	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RB-0002
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 07.11.2025
		Side av sider: 13 av 17
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Detaljprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

3.3 Innhold av radionuklider

Svarte leirskifere fra Oslofeltet kan ha et forhøyet innhold av radionuklider, særlig uran og thorium. Thoriumkonsentrasjonene i svartskifer er sjelden eller aldri høye nok til å overstige grensene for radioaktivt avfall satt i forskriften «om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall». Forskriftens vedlegg I angir en grense for spesifikk aktivitet på > 1 Becquerel (Bq)/gram for både naturlig forekommende uran (U-nat) og thorium (Th-nat). For uran i svartskifer vil en spesifikk aktivitet på 1 Bq/g tilsvare en konsentrasjon på ca. 80 mg/kg. For bergmasser med flere radionuklider vil også summeringsformelen i forskriftens vedlegg I være gjeldende:

$$\sum_k \frac{C_k}{C_{e,k}} \geq 1$$

Der C_k er spesifikk aktivitet for radionuklide k og $C_{e,k}$ er grenseverdi for spesifikk aktivitet til radionuklide k i tabell i Vedlegg I til Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall.

Ingen av de to analyserte bergartsprøvene inneholder radionuklider over grenseverdi for radioaktivt avfall (Tabell 5), hverken for de individuelle radionuklidene eller summen av radionuklider.

Tabell 5. Beregnede spesifikke aktiviteter i skiferprøvene fra Tøyen stasjon.

Element:	Konsentrasjon (mg/kg):	Beregnet spesifikk aktivitet (Bq/g):	Grenseverdi (Bq/g):
Uran			
M.5	12,5	0,15	1
M.14.5	15,3	0,19	
Thorium			
M.5	16,8	0,07	1
M.14.5	15	0,06	
Kalium			
M.5	40096	1,26	100
M.14.5	37854	1,18	
Sum*			
M.5		0,24	1
M.14.5		0,26	

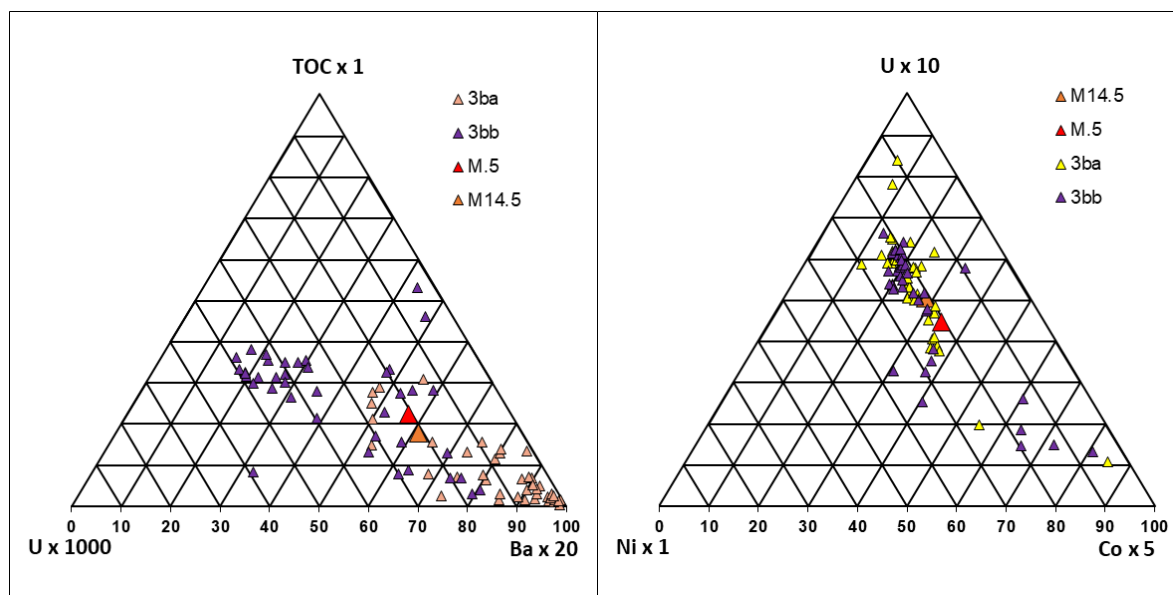
*Sum etter formel oppgitt over

3.4 Identifikasjon av bergart

For å identifisere hvilken skiferhorisont prøvene stammer fra (ref. Tabell 1) er analyseresultatene plottet i trekantdiagrammer sammen med referanseprøver fra Oslofeltet. Prøvene ser ut til å legges sammen med referanseprøver fra etasje 3b, Galgebergskifer (eksempel vist i Figur 8). Prøvene er plottet i flere forskjellige diagrammer, men legger seg ikke konsekvent sammen med referanseprøver fra de andre bergartene (etasje 2, 3a, 3c, 4a). Innhold av uran, svovel, vanadium og arsen er innenfor

	Geokjemisk vurdering av svartskifer	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RB-0002
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 07.11.2025
		Side av sider: 14 av 17
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Detaljprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

det man kan forvente av skifer fra etasje 3b. Etasje 3b er kjent for sulfider forekommende som store pyrittkrystaller som vist i kjernene i Figur 5- Figur 7.



Figur 8. Analysene plottet i trekantdiagrammer sammen med referanseprøver fra Oslofeltet.

Det er også observert fossiler (graptolitt) som er særegent og gir identifisering av Galgebergskiferen, se Figur 9.



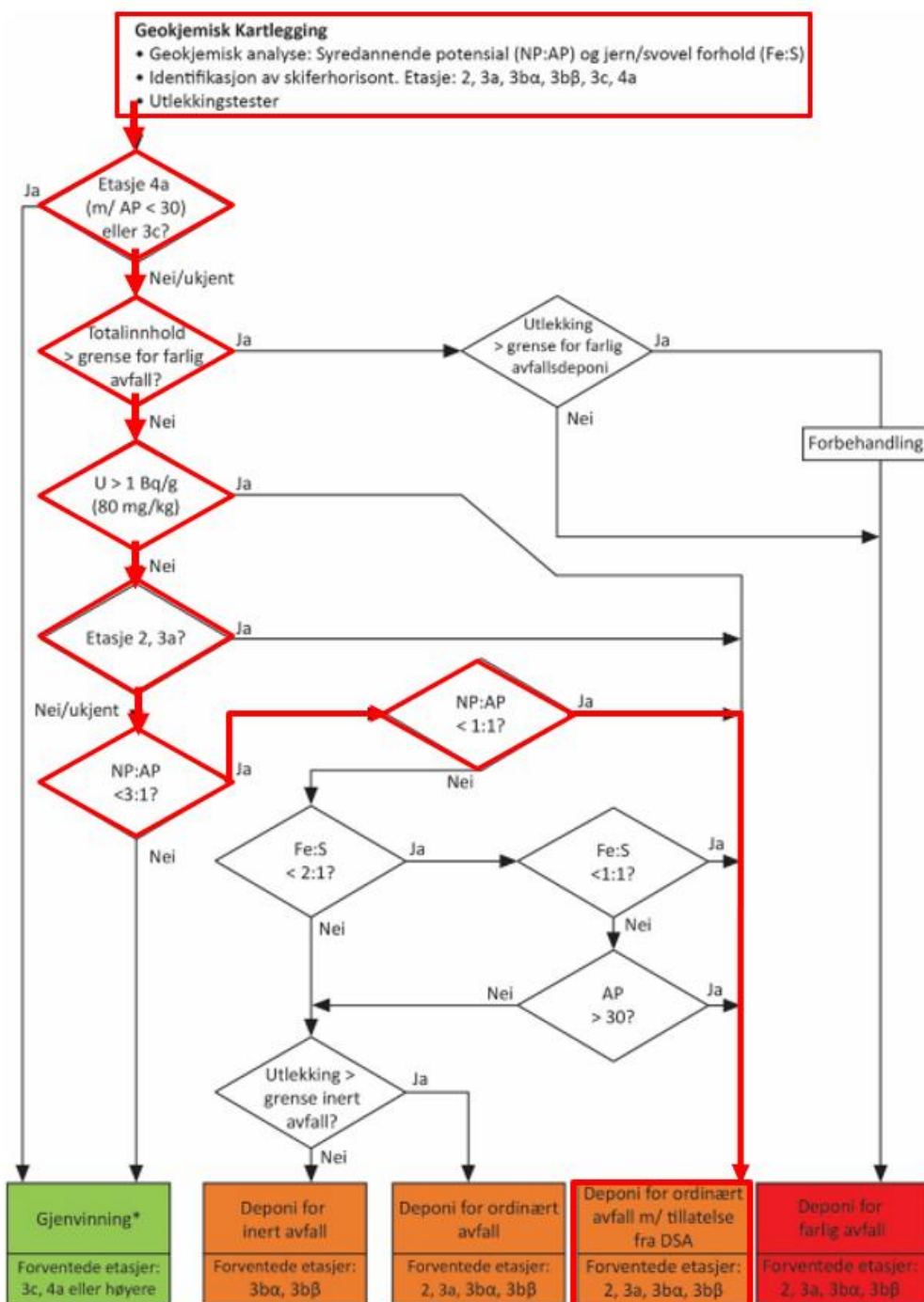
Figur 9: Fossiler (graptolitt) på sprekkplan som er særegent for galgebergskiferen.

	Geokjemisk vurdering av svartskifer	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RB-0002
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 07.11.2025
		Side av sider: 15 av 17
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Detaljprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

3.5 Deponering

Miljødirektoratets veileder M-2105 (2) angir flytskjema for bestemmelse av deponikategori for svartskifer. Flytskjemaet er gjengitt i Figur 10. I henhold til analyseresultatene skal den analyserte bergarten til ordinært deponi med tillatelse fra DSA.

		Dok.nr.: SG-TØY0-721-RB-0002
	Geokjemisk vurdering av svartskifer	Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 07.11.2025
		Side av sider: 16 av 17
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Detaljprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei



	Geokjemisk vurdering av svartskifer	Dok.nr.: SG-TØY0-721-RB-0002
		Revisjon m status: 01G
		Utgitt dato: 07.11.2025
		Side av sider: 17 av 17
Prosjektnummer: 10227205	Prosjektnavn: Detaljprosjekt Tøyen stasjon - ny adkomst	FDV: nei

4. KONKLUSJON

De to analyserte prøvene tilhører etasje 3b og indikerer moderat syredanningspotensial i bergarten. I henhold til veileder M-2105 (2) skal slike masser leveres til ordinært deponi med tillatelse fra Direktoratet for Strålevern og Atomsikkerhet (DSA).

Innholdet av radionuklider i prøvene overskrider ikke grenseverdi for radioaktivt avfall, og tiltaket krever ingen tillatelse til håndtering av radioaktivt avfall.

VEDLEGG

Vedlegg 1 – Analyserapport ALS

KILDER

1. NGI 2025. Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter. Veileder for Miljødirektoratet
2. NGI. M-2105/2021. Håndtering av potensielt syredannende svartskifer. Fagrapport til Miljødirektoratet.
3. Sweco-rapport SG-TØY0-721-RB-0001 Kjernelogging Tøyen stasjon.



ANALYSERAPPORT

Ordrenummer	: NO2218550	Side	: 1 av 7
Kunde	: Sweco Norge AS	Prosjekt	: Tøyen stasjon
Kontakt	: Eivind Berget	Prosjektnummer	: 10227205
Adresse	: Forusparken 2	Prøvetaker	: ----
	4031 Stavanger	Sted	: ----
	Norge	Dato prøvemottak	: 2022-09-19 09:49
Epost	: eivindsomme.berget@sweco.no	Analysedato	: 2022-09-23
Telefon	: ----	Dokumentdato	: 2022-10-19 10:04
COC nummer	: ----	Antall prøver mottatt	: 2
Tilbuds- nummer	: OF211638	Antall prøver til analyse	: 2

Om rapporten

Forklaring til resultatene er gitt på slutten av rapporten.

Denne rapporten erstatter enhver foreløpig rapport med denne referansen. Resultater gjelder innleverte prøver slik de var ved innleveringstidspunktet. Alle sider på rapporten har blitt kontrollert og godkjent før utsendelse.

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

Hvis prøvetakingstidspunktet ikke er angitt, prøvetakingstidspunktet vil bli default 00:00 på prøvetakingsdatoen. Hvis datoen ikke er angitt, blir default dato satt til dato for prøvemottak angitt i klammer uten tidspunkt.

Kommentarer

Prøven for metod S-TC1-IR er tørket ved 105 grader og pulverisert før analyse.

Prøven for metod S-TOC1-IR er tørket ved 105 grader og pulverisert før analyse.

*

Underskrivere

Posisjon

Torgeir Rødsand

DAGLIG LEDER



Analyseresultater

Submatriks: **Geologisk materiale**

Kundes prøvenavn

Prøvenummer lab

Kundes prøvetakingsdato

M.5

NO2218550001

[2022-09-19]

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key
Prøvepre-preparering								
Knusing	Knusing	----	-	-	2022-10-10	S-PP-crushmill	LE	a ulev
Maling	Maling	----	-	-	2022-10-10	S-PP-crushmill	LE	a ulev
Tørking	Ja	----	-	-	2022-10-10	S-PP-dry50	LE	a ulev
Prøvepreparering								
Oppslutning	Ja	----	-	-	2022-10-10	S-PA16-HB	LE	a ulev
Fusjon	Ja	----	-	-	2022-10-10	S-PS49-FU	LE	a ulev
Totale elementer/metaller								
Al ₂ O ₃	19.2	± 1.90	% tørrvekt	0.0200	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Fe ₂ O ₃	5.14	± 0.52	% tørrvekt	0.0300	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
K ₂ O	4.83	± 0.48	% tørrvekt	0.0300	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Kalsiumoksid (CaO)	0.609	± 0.06	% tørrvekt	0.100	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
MgO	1.88	± 0.19	% tørrvekt	0.0200	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
MnO ₂	0.0313	± 0.0031	% tørrvekt	0.00200	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Na ₂ O	0.751	± 0.08	% tørrvekt	0.0300	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
P ₂ O ₅	0.161	± 0.02	% tørrvekt	0.0200	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
SiO ₂	58.1	± 5.80	% tørrvekt	0.100	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
TiO ₂	1.04	± 0.10	% tørrvekt	0.00200	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
As (Arsen)	23.3	± 3.90	mg/kg TS	3.00	2022-10-10	S-SFMS-16	LE	a ulev
Ba (Barium)	1720	± 289.00	mg/kg TS	5.00	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Be (Beryllium)	4.04	± 0.41	mg/kg TS	0.500	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Cd (Kadmium)	0.727	± 0.08	mg/kg TS	0.100	2022-10-10	S-SFMS-16	LE	a ulev
Co (Kobolt)	19.2	± 1.90	mg/kg TS	0.0800	2022-10-10	S-SFMS-16	LE	a ulev
Cr (Krom)	91.5	± 9.30	mg/kg TS	10.0	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Cu (Kopper)	102	± 14.00	mg/kg TS	1.00	2022-10-10	S-SFMS-16	LE	a ulev
Hg (Kvikksølv)	0.0252	----	mg/kg TS	0.0100	2022-10-10	S-AFS-17A	LE	*
Mo (Molybden)	5.14	± 0.55	mg/kg TS	5.00	2022-10-10	S-SFMS-16	LE	a ulev
Nb (Niob)	18.8	± 1.90	mg/kg TS	5.00	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Ni (Nikkel)	57.7	± 5.80	mg/kg TS	0.500	2022-10-10	S-SFMS-16	LE	a ulev
Pb (Bly)	28.2	± 5.10	mg/kg TS	1.00	2022-10-10	S-SFMS-16	LE	a ulev
S (Svovel)	8640	± 864.00	mg/kg TS	80.0	2022-10-10	S-SFMS-16	LE	a ulev



Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key
Totale elementer/metaller - Fortsetter								
Sc (Scandium)	17.7	± 2.00	mg/kg TS	1.00	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Sn (Tinn)	<20	----	mg/kg TS	20.0	2022-10-10	S-SFMS-16	LE	a ulev
Sr (Strontium)	75.3	± 8.00	mg/kg TS	2.00	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Th (Thorium)	16.8	± 1.70	mg/kg TS	0.0500	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
U (Uran)	12.5	± 1.30	mg/kg TS	0.0500	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
V (Vanadium)	297	± 30.00	mg/kg TS	2.00	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
W (Wolfram)	<50	----	mg/kg TS	50.0	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Y (Yttrium)	42.1	± 4.20	mg/kg TS	2.00	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Zn (Sink)	298	± 30.00	mg/kg TS	4.00	2022-10-10	S-SFMS-16	LE	a ulev
Zr (Zirkonium)	162	± 19.00	mg/kg TS	2.00	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Fysikalsk								
LOI 1000°C	5.73	± 5.00	% tørrvekt	0.001	2022-10-10	S-LOI1000	LE	a ulev
Tørrstoff ved 105 grader	99.0	± 2.00	%	0.1	2022-10-07	S-DW105	LE	a ulev
Tørrstoff ved 105 grader	99.1	± 5.98	%	0.10	2022-09-23	S-DRY-GRCI	CS	a ulev
S-SUM-OXID	91.7	----	% tørrvekt	0.001	2022-10-11	S-SUM-OXID	LE	*
Andre analyser								
C-total Karbon-total	1.47	± 0.22	% tørrvekt	0.10	2022-09-26	S-TC1-IR	CS	a ulev
TIC Totalt uorganisk karbon	0.124	± 0.02	% tørrvekt	0.010	2022-09-27	S-TIC-IR	CS	a ulev
Totalt organisk karbon (TOC)	1.36	± 0.21	% tørrvekt	0.10	2022-09-26	S-TOC1-IR	CS	a ulev



Submatriks: Geologisk materiale

Kundes prøvenavn
 Prøvenummer lab
 Kundes prøvetakingsdato

M.14.5
NO2218550002
[2022-09-19]

Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key
Prøvepre-preparering								
Knusing	Knusing	----	-	-	2022-10-10	S-PP-crushmill	LE	a ulev
Maling	Maling	----	-	-	2022-10-10	S-PP-crushmill	LE	a ulev
Tørking	Ja	----	-	-	2022-10-10	S-PP-dry50	LE	a ulev
Prøvepreparering								
Oppslutning	Ja	----	-	-	2022-10-10	S-PA16-HB	LE	a ulev
Fusjon	Ja	----	-	-	2022-10-10	S-PS49-FU	LE	a ulev
Totale elementer/metaller								
Al ₂ O ₃	17.8	± 1.80	% tørrvekt	0.0200	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Fe ₂ O ₃	8.98	± 0.91	% tørrvekt	0.0300	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
K ₂ O	4.56	± 0.46	% tørrvekt	0.0300	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Kalsiumoksid (CaO)	0.457	± 0.05	% tørrvekt	0.100	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
MgO	1.86	± 0.19	% tørrvekt	0.0200	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
MnO ₂	0.0390	± 0.0039	% tørrvekt	0.00200	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Na ₂ O	0.788	± 0.08	% tørrvekt	0.0300	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
P ₂ O ₅	0.144	± 0.01	% tørrvekt	0.0200	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
SiO ₂	56.3	± 5.60	% tørrvekt	0.100	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
TiO ₂	0.889	± 0.09	% tørrvekt	0.00200	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
As (Arsen)	28.3	± 4.80	mg/kg TS	3.00	2022-10-10	S-SFMS-16	LE	a ulev
Ba (Barium)	2240	± 376.00	mg/kg TS	5.00	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Be (Beryllium)	4.83	± 0.49	mg/kg TS	0.500	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Cd (Kadmium)	0.230	± 0.03	mg/kg TS	0.100	2022-10-10	S-SFMS-16	LE	a ulev
Co (Kobolt)	17.2	± 1.70	mg/kg TS	0.0800	2022-10-10	S-SFMS-16	LE	a ulev
Cr (Krom)	110	± 11.00	mg/kg TS	10.0	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Cu (Kopper)	85.3	± 11.50	mg/kg TS	1.00	2022-10-10	S-SFMS-16	LE	a ulev
Hg (Kvikksølv)	0.0812	----	mg/kg TS	0.0100	2022-10-10	S-AFS-17A	LE	*
Mo (Molybden)	20.9	± 2.20	mg/kg TS	5.00	2022-10-10	S-SFMS-16	LE	a ulev
Nb (Niob)	16.6	± 1.70	mg/kg TS	5.00	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Ni (Nikkel)	63.8	± 6.40	mg/kg TS	0.500	2022-10-10	S-SFMS-16	LE	a ulev
Pb (Bly)	25.8	± 4.70	mg/kg TS	1.00	2022-10-10	S-SFMS-16	LE	a ulev
S (Svovel)	28400	± 2840.00	mg/kg TS	80.0	2022-10-10	S-SFMS-16	LE	a ulev
Sc (Scandium)	19.9	± 2.20	mg/kg TS	1.00	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Sn (Tinn)	<20	----	mg/kg TS	20.0	2022-10-10	S-SFMS-16	LE	a ulev
Sr (Strontium)	88.3	± 9.40	mg/kg TS	2.00	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev



Parameter	Resultat	MU	Enhet	LOR	Analysedato	Metode	Utf. lab	Acc.Key
Totale elementer/metaller - Fortsetter								
Th (Thorium)	15.0	± 1.50	mg/kg TS	0.0500	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
U (Uran)	15.3	± 1.50	mg/kg TS	0.0500	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
V (Vanadium)	184	± 18.00	mg/kg TS	2.00	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
W (Wolfram)	<50	----	mg/kg TS	50.0	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Y (Yttrium)	40.1	± 4.00	mg/kg TS	2.00	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Zn (Sink)	138	± 14.00	mg/kg TS	4.00	2022-10-10	S-SFMS-16	LE	a ulev
Zr (Zirkonium)	152	± 18.00	mg/kg TS	2.00	2022-10-10	S-SFMS-49	LE	a ulev
Fysikalsk								
LOI 1000°C	6.83	± 5.00	% tørrvekt	0.001	2022-10-10	S-LOI1000	LE	a ulev
Tørrstoff ved 105 grader	99.1	± 2.00	%	0.1	2022-10-07	S-DW105	LE	a ulev
Tørrstoff ved 105 grader	99.2	± 5.98	%	0.10	2022-09-23	S-DRY-GRCI	CS	a ulev
S-SUM-OXID	91.8	----	% tørrvekt	0.001	2022-10-11	S-SUM-OXID	LE	*
Andre analyser								
C-total Karbon-total	1.39	± 0.21	% tørrvekt	0.10	2022-09-26	S-TC1-IR	CS	a ulev
TIC Totalt uorganisk karbon	0.143	± 0.02	% tørrvekt	0.010	2022-09-27	S-TIC-IR	CS	a ulev
Totalt organisk karbon (TOC)	1.31	± 0.20	% tørrvekt	0.10	2022-09-26	S-TOC1-IR	CS	a ulev

Dette er slutten av analyseresultatdelen av analysesertifikatet



Kort oppsummering av metoder

Analysemetoder	Metodebeskrivelser
S-AFS-17A	Bestemmelse av kvikksølv (Hg) i fast stoff ved bruk av AFS i henhold til SS-EN ISO 17852:2008. Før analyse blir prøven oppsluttet i henhold til S-PA16-HB.
S-DW105	Gravimetrisk bestemmelse av tørrstoff ved 105°C iht SS 28113 utg. 1.
S-LOI1000	Bestemmelse av tap ved tenning ved 1000 °C i henhold til SE-SOP-0060.
S-PP-dry50	Prøven tørkes ved 50°C.
S-SFMS-16	Bestemmelse av metaller i fasts stoff ved bruk av ICP-SFMS i henhold til SS-EN ISO 17294-2:2016 og US EPA Method 200.8:1994. Før analyse er prøven oppsluttet i henhold til S-PA16-HB.
S-SFMS-49	Bestemmelse av metaller i faste stoffer av ICP-SFMS i henhold til SS-EN ISO 17294-2:2016 og US EPA Method 200.8:1994. Før analyse smeltes prøven sammen og fordøyes i henhold til S-PS49-FU.
S-SUM-OXID	Beregning av sum av bestemte oksider.
S-DRY-GRCI	CZ_SOP_D06_01_045 (CSN ISO 11465, CSN EN 12880, CSN EN 14346), CZ_SOP_D06_07_046 (CSN ISO 11465, CSN EN 12880, CSN EN 14346, CSN 46 5735) Bestemmelse av tørrstoff gravimetrisk og bestemmelse av vanninnhold ved utregning fra målte verdier.
S-TC1-IR	CZ_SOP_D06_07_121.A (CSN ISO 29541, CSN EN ISO 16994, CSN EN ISO 16948, CSN EN 15407, CSN ISO 19579, CSN EN 15408, CSN ISO 10694, CSN EN 13137) Bestemmelse av totalt karbon (TC), totalt organisk karbon (TOC), total svovel og hydrogen ved forbrenningsmetode ved bruk av IR,-bestemmelse av total nitrogen ved forbrenningsmetode ved bruk av TCD og bestemmelse av oksygen ved utregning og totalt uorganisk karbon (TIC) og karbonater ved utregning fra målte verdier.
S-TIC-IR	CZ_SOP_D06_07_055 (CSN EN 13137:2002, CSN EN 15936, CSN ISO 10694) Bestemmelse av TC (total karbon) og TIC (totalt uorganisk karbon) ved IR bestemmelse, og beregning av TOC (total organisk karbon) og karbonater fra målte verdier.
S-TOC1-IR	CZ_SOP_D06_07_121.A (CSN ISO 29541, CSN EN ISO 16994, CSN EN ISO 16948, CSN EN 15407, CSN ISO 19579, CSN EN 15408, CSN ISO 10694, CSN EN 13137) Bestemmelse av totalt karbon (TC), totalt organisk karbon (TOC), total svovel og hydrogen ved forbrenningsmetode ved bruk av IR,-bestemmelse av total nitrogen ved forbrenningsmetode ved bruk av TCD og bestemmelse av oksygen ved utregning og totalt uorganisk karbon (TIC) og karbonater ved utregning fra målte verdier.

Prepareringsmetoder	Metodebeskrivelser
S-PA16-HB	Total oppslutning i HNO3/HCl/HF i varmeblokk i henhold til SE-SOP-0039 (SS-EN 13656:2003).
S-PP-crushmill	Knusing og maling
S-PS49-FU	Fusjon og oppslutning i henhold til SE-SOP-0060 (ASTM D3682:2013; ASTM D4503:2008; An. Chem. 50:679-680)
*S-PPHOM10	CSN EN 12457-4 Sikting og knusing av prøve med korntørrelse < 10 mm.
*S-PPHOM4	CZ_SOP_D06_07_P01 Prøvepreparering av faste prøver for analyse (knusing, kverning og pulverisering).
*S-SAMPLEBACK	Bestemmelse av Lignende stoffer av Tablet i Legemidler Amplodipine 5 mg / 10 mg av Dexcel Company

Noter: **LOR** = Rapporteringsgrenser representerer standard rapporteringsgrenser for de respektive parameterne for hver metode. Merk at rapporteringsgrensen kan bli påvirket av f.eks nødvendig fortykning grunnet matrisinterferens eller ved for lite prøvemateriale

MU = Måleusikkerhet

a = A etter utøvende laboratorium angir akkreditert analyse gjort av ALS Laboratory Norway AS

a ulev = A ulev etter utøvende laboratorium angir akkreditert analyse gjort av underleverandør

* = Stjerne før resultat angir ikke-akkreditert analyse.

< betyr mindre enn

> betyr mer enn

n.a. – ikke aktuelt

n.d. – Ikke påvist

Måleusikkerhet:

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

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 konfidensintervall på om lag 95%.

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

Dokumentdato : 2022-10-19 10:04
Side : 7 av 7
Ordrenummer : NO2218550
Kunde : Sweco Norge AS



Utførende lab

	Utførende lab
CS	<i>Analysene er utført av:</i> ALS Czech Republic, s.r.o., Bendlova 1687/7 Ceska Lipa 470 01
LE	<i>Analysene er utført av:</i> ALS Scandinavia AB Luleå, Aurorum 10 Luleå Sverige 977 75
PR	<i>Analysene er utført av:</i> ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfe 336/9 Prague 9 - Vysocany 190 00