

Til: Glencore Nikkelverk AS  
v/ Kjersti Berge  
Kopi til: Arild Vatland, Anders Hutcheson  
Dato: 2024-10-28  
Rev.nr. / Rev.dato: 0  
Dokumentnr.: 20230631-03-TN  
Prosjekt: Glencore Nikkelverk  
Prosjektleder: Simon Ross Stenger  
Utarbeidet av: Simon Ross Stenger  
Kontrollert av: Gøril Aasen Slinde

## Forslag til stedsspesifikke mottakskriterier for Fe-2 slam, Gipsslam og Fe-1 slam

### Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>2</b>
1.1	Dagens stedsspesifikke mottakskriterier	2
<b>2</b>	<b>Avfallstyper</b>	<b>3</b>
2.1	Fe-2 slam	3
2.2	Gipsslam	4
2.3	Fe-1 slam	5
2.4	Jord	6
<b>3</b>	<b>Forslag til stedsspesifikke mottakskriterier</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Referanser</b>	<b>8</b>

### Kontroll- og referanseside

# 1 Innledning

Glencore Nikkelverk AS (GNN) i Kristiansand drifter i dag et underjordisk deponi for egengenerert farlig avfall under Dueknipen. Bedriften ønsker å søke om tillatelse til å utvide deponiet med tre nye fjellhaller (Hall 10, 11 og 12).

Krav som vedrører mottakskriterier ved underjordiske deponier for farlig avfall er spesifisert i avfallsforskriften kap. 9 vedlegg II avsnitt 2.6:

*Et underjordisk deponi kan bare motta avfall som oppfyller stedsspesifikke mottakskriterier som er fastsatt av forurensingsmyndigheten på bakgrunn av en stedsspesifikk risikovurdering. I tillegg gjelder følgende:*

*[...] Ved underjordiske deponier for farlig avfall gjelder kun de stedsspesifikke mottakskriteriene.*

NGI har utarbeidet en stedsspesifikk miljørisikovurdering av de tre nye fjellhallene (NGI, 2024). Dette notatet beskriver forslag til nye stedsspesifikke mottakskriterier som er basert på denne.

## 1.1 Dagens stedsspesifikke mottakskriterier

GNN har i dag tillatelse fra Miljødirektoratet til deponering av egengenerert farlig avfall i eksisterende haller i bedriftens fjellhaldeponi frem til utgangen av år 2031. De stedsspesifikke mottakskriteriene fremgår av kap. 10.3.1 i tillatelsen (Miljødirektoratet, 2024). Mottakskriteriene omfatter fire kulepunkter samt en tabell med stedsspesifikke grenseverdier for utlekkingspotensial bestemt ved ristetest (iht. NS-EN 12457-2:2002) og kolonnetest (iht. NS-EN 14405:2017). De fire kulepunkter er som følger (Miljødirektoratet, 2024):

- *Det er ikke tillatt å deponere avfall som inneholder organiske forbindelser angitt i tillatelsens vedlegg 1.*
- *Det skal foreligge dokumentasjon på at jord- og gravemasser er klassifisert som farlig avfall iht. avfallsforskriften kapittel 11.*
- *For avfallsfraksjonene Fe-I slam, Fe-II slam, Gips slam, Blyulfatslam, Crud, Serfloslam og Blyskall fra anoder gjelder grenseverdier for utlekking som angitt i tabell under.*
- *Grenseverdiene forutsetter at sigevann kontinuerlig pumpes til renseanlegg, slik at en innadrettet hydraulisk gradient opprettholdes og at metaller gjenvinnes så lenge bedriften er i drift.*

For sink (Zn) er det i dagens tillatelse satt strengere krav til utlekkingspotensial bestemt ved ristetest enn grenseverdiene for farlig avfall på deponi for farlig avfall som fremgår av avfallsforskriftens kap. 9 vedlegg II avsnitt 2.4.1 (50 mg/kg TS mot 200 mg/kg TS).

De stedsspesifikke mottakskriterier spesifiserer krav til utlekkingspotensial ved både riste- og kolonnetest, som er høyere enn grenseverdiene i avfallsforskriftens kap. 9 vedlegg II avsnitt 2.4.1 for:

- ↗ Fe-2 slam: Ni, Cl og TSS.
- ↗ Gipsslam: Ni, Cl og TSS.
- ↗ Fe-1 slam: As, Ni, Cu og TSS.

## 2 Avfallstyper

I det følgende gis en kort beskrivelse av avfallstypene som GNN ønsker å søke om tillatelse til å deponere i Hall 10, 11 og 12, samt bakgrunn for de omsøkte stedsspesifikke mottakskriterier. Avfallstyper og årlig tillatt mengde til deponi i henhold til dagens tillatelse fremgår av Tabell 2-1 (Miljødirektoratet, 2024).

GNN har tillatelse til å deponere Blyulfatslam, Crud og Serfloslam i det eksisterende deponiet, hvis de oppfyller kravene i avfallsforskriften § 9-4 tredje ledd, bokstaver b, c og d (Miljødirektoratet, 2024). Grunnet denne betingelsen sluttbehandles de i dag eksternt. GNN ønsker å informere om at det ikke er aktuelt å deponere disse tre avfallstypene i Hall 10, 11 og 12. De er derfor ikke omtalt videre i dette notatet.

Tabell 2-1 Avfallstyper og årlig tillatt mengde til deponi i henhold til dagens tillatelse (Miljødirektoratet, 2024).

Avfall	EAL-kode	Avfallskode	Årlig tillatt mengde (tonn)
Fe-II slam	06 04 05	7091	31 080
Gipsslam	06 04 05	7091	3 680
Fe-I slam	06 04 03	7091	1 960
Jord*	17 05 03	-	-

\* Forurenset jord klassifiseres som farlig avfall kan deponeres i eget deponi. Bedriften må kunne dokumentere at sammensetningen av forurensning i jorden er sammenliknbart og kompatibelt med avfallet som det er tillatt å deponere.

### 2.1 Fe-2 slam

#### Beskrivelse

Fe-2 slam er den slamtype det vil bli deponert absolutt mest av i de nye fjellhallene (ca. 90% basert på dagens mengder). Det er et rødbrunt, vandig slam med kornstørrelse og permeabilitet i samme størrelsesorden som silt. Dagens Fe-2 slam har lav skjærstyrke og er tiksotropt (flyter ved omrøring/skjærbelastning), tilsvarende som for kvikkleire. Fe-2 slam oppstår ved fjerning av jern fra en høykonsentrert nikkel-løsning (>200 g Ni/l) ved oksidasjon av toverdige jern til treverdige jern.

GN har besluttet å endre prosesstrinnet for felling Fe-2 slam slik at fellingen i fremtiden skal skje ved høyere temperatur. Resultater fra laboratorieforsøk viser at felling ved høyere temperatur gjør slammet mer krystallint samtidig som middelkornstørrelsen og permeabiliteten vil øke litt. Dette gjør at man vil oppnå bedre filtrering av slammet i filterpressene, hvilket forventes å redusere konsentrasjonen av løste metaller i porevannet til slammet og dermed også utlekkingspotensialet. Ved felling ved høy temperatur forventes det at slammet ikke lengre vil være tiksotropt, hvilket gjør avfallet enklere å transportere med hensyn til potensiell ekstern nyttiggjøring av slammet i fremtiden. Ingen andre aspekter av fellingen vil bli påvirket av endringen. Med forventet byggestart rundt årsskiftet 2024/2025 vil et anlegg med høytemperatur-felling av Fe-2 slam kunne tas i drift i 2027. Det vil derfor være Fe-2 slam fra høytemperatur-felling som vil bli deponert i de nye fjellhallene. Dagens Fe-2 slam er imidlertid det beste grunnlaget man har til rådighet for å karakterisere egenskapene til slammet som vil bli deponert i de nye fjellhallene.

### **Vurdering av stedsspesifikke mottakskriterier**

For Fe-2 slam søkes det om de samme stedsspesifikke mottakskriterier som gitt i dagens tillatelse med unntak av Zn, der det søkes om at grenseverdien for utlekkingspotensial bestemt ved ristetest økes til samme nivå som for farlig avfall ved deponi for farlig avfall gitt avfallsforskriftens kap. 9 vedlegg II avsnitt 2.4.1.

Etter omstilling av prosessen til høy-temperatur felling forventes det at man må gjennomføre en ny basiskarakterisering av Fe-2 slam. Med utgangspunkt i denne, vil det være mulig å justere de stedsspesifikke mottakskriterier for Fe-2 slam.

## **2.2 Gipsslam**

### **Beskrivelse**

Gipsslam er den slamtypen som det vil bli deponert nest mest av i de nye fjellhallene (6-8% basert på dagens mengder). Slammet er finkornet og vannholdig. Gipsslam felles ut fra nikkelløsningen etter utfelling og filtrering av Fe-2 slam. Gipsslam felles ut når nikkelløsningen kjøles ned til 30°C, og filtreres fra løsningen i filterpresser.

### **Vurdering av stedsspesifikke mottakskriterier**

GNN har ingen planlagte prosessendringer som vil føre til endringer i sammensetningen eller utlekkingspotensialet til Gipsslam. For Gipsslam søkes det om de samme stedsspesifikke mottakskriterier som gitt i dagens tillatelse med unntak av Zn, der det søkes om at grenseverdien for utlekkingspotensial bestemt ved ristetest økes til samme nivå som for farlig avfall ved deponi for farlig avfall gitt avfallsforskriftens kap. 9 vedlegg II avsnitt 2.4.1.

## 2.3 Fe-1 slam

### Beskrivelse

Fe-1 slam er den slamtype som det vil bli deponert minst av i de nye fjellhallene (2-3% basert på dagens mengder). Slammets har et relativt lavt vanninnhold (30-40%) sammenlignet med Fe-2 slam og Gipsslam, hvilket gjør at slammets fysiske egenskaper ligner på silt/leire. Fe-1 slam oppstår ved fjerning av arsen (As), antimon (Sb), tinn (Sn), og tellur (Te) fra filtrat fra elektromagnetisk luting ved oksidasjon med oksygen. Arsen felles ut som jern-arsenat ( $\text{FeAsO}_4$ ), mens antimon (Sb), tinn (Sn), tellur (Te) og sølv (Ag) felles ut som oksider.

Det finnes i litteraturen laboratorie- og modellstudier som indikerer at jernarsenat har lavest løselighet ved  $\text{pH} = 3-5$  (Langmuir, Mahoney, & Rowson, 2006). GNNs FoU-avdeling har i 2023 – 2024 gjennomført ulike forsøk på laboratorieskala for å dokumentere og optimalisere stabiliseringen av Fe-1 slam. Resultatene viser ikke noe entydig resultat med tanke på optimal  $\text{pH}$  for å redusere utlekkningen av arsen, men at for høy  $\text{pH}$  vil kunne føre til økt utlekking av antimon (NGI, 2024). Undersøkelsene viser samtidig at utlekkingspotensialet for arsen og antimon, i tillegg til  $\text{pH}$ , avhenger av innhold av jern(oksy)hydroksider og om avfallet tilsettes et basisk material for å øke  $\text{pH}$  og i så fall hvilken (ulike tester har blitt utført med  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$  eller  $\text{CaO}$ ).

Grunnet få datapunkter og stor spredning i analyseresultatene er det ikke mulig å konkludere noe endegyldig vedrørende stabilisering av Fe-1 slam. GN informerer om at man vil jobbe videre med å optimalisere stabiliseringen av Fe-1 slam for å redusere utlekkingspotensialet for As og Sb og at dette arbeidet forventes ferdigstilt før en eventuell ny fjellhall for deponering av Fe-1 slam vil bli tatt i bruk.

### Vurdering av stedsspesifikke mottakskriterier

For å redusere utlekkingspotensialet til Fe-1 slam for arsen er det mulig at det er behov for å øke  $\text{pH}$  i slammets. Det vil imidlertid kunne føre til at utlekkingspotensialet for antimon samtidig vil kunne øke noe. Arsen er mer toksisk for marine organismer enn antimon ( $\text{PNEC}(\text{As}) = 5,6 \mu\text{g/L}$  mot  $\text{PNEC}(\text{Sb}) = 11 \mu\text{g/L}$ ). Det kan derfor være hensiktsmessig å tillate en økning i utlekkingspotensialet for antimon, hvis det kan resultere i en tilsvarende eller større reduksjon i utlekkingspotensialet for arsen.

Av den stedsspesifikke miljørisikovurderingen fremgår det at Sb-konsentrasjonen i sjøvannsinntaket ligger godt under  $\text{PNEC}$ -verdien ( $<1 \mu\text{g/L}$  sammenlignet med  $11 \mu\text{g/L}$ ) (NGI, 2024). Dette indikerer at grenseverdien i vann ikke overskrides i resipienten per i dag. Samtidig er det beregnet en tålegrense i resipienten for antimon på  $101 \text{ kg/år}$  sammenlignet med et beregnet maks.-utslipp fra hele fjellhalldeponiet etter etterdriftsfasens opphør på  $2 \text{ kg/år}$  (NGI, 2024). Å tillate en økning i utlekkingspotensialet for antimon til Fe-1 slam (som utgjør 3% av slammets som vil bli deponert i de nye fjellhallene) vurderes derfor å ha en neglisjerbar innvirkning på det ytre miljø. For arsen er det derimot påvist konsentrasjoner over tilstandsklasse II iht. veileder M-608/2020 i

indre Kristiansandsfjorden (Norconsult, 2024). Det vil derfor være hensiktsmessig å optimalisere stabiliseringen i retning av å redusere utslippet av arsen mest mulig.

For antimon (Sb) søkes det om økning av grenseverdiene for utlekkingspotensial bestemt ved ristetest ( $L/S = 10$ ) fra 5 mg/kg TS til 20 mg/kg TS. Videre søkes det om økning av grenseverdiene for utlekkingspotensial for antimon (Sb) bestemt ved kolonnetest ( $L/S = 0,1$ ) fra 1 mg/L til 2 mg/L.

For arsen (As) søkes det om lavere grenseverdier for utlekkingspotensial enn de som er gitt i dagens tillatelse. Dette gjøres med en forventning om at man skal klare å identifisere hvilken pH som gir avfallet lavest utlekkingspotensial for arsen (As). Ved ristetest ( $L/S = 10$ ) søkes det om en reduksjon fra 165 mg/kg TS til 150 mg/kg TS. Ved kolonnetest ( $L/S = 0,1$ ) søkes det om en reduksjon fra 42 mg/L til 35 mg/L.

De planlagte laboratorieundersøkelsene kan danne grunnlag for en vurdering av om det er mulig å justere de stedsspesifikke grenseverdiene for Fe-1 slam ytterligere.

## 2.4 Jord

For forurenset jord ønsker GNN å søke om videreførelse av vilkårene i dagens tillatelse. Dette inkluderer at forurenset jord klassifiseres som farlig avfall, samt at bedriften må kunne dokumentere at sammensetningen av forurensning i jorden er sammenliknbart og kompatibelt med avfallet som det er tillatt å deponere.

## 3 Forslag til stedsspesifikke mottakskriterier

Med utgangspunkt i dagens tillatelse (Miljødirektoratet, 2024) og den stedsspesifikke miljørisikovurderingen (NGI, 2024) ønsker GNN å søke om endring av de stedsspesifikke grenseverdier for utlekkingspotensial for Fe-2 slam, Gipsslam og Fe-1 slam. GNN ønsker at disse skal gjelde ved deponering i både eksisterende og nye fjellhaller. De omsøkte verdiene er oppsummert i Tabell 3-1. Endringer i forhold til dagens tillatelse er uthevet med fet skrift og understrek. Dagens grenseverdier er gitt i parentes. Videre foreslås det å analysere for parameteren totalt løst stoff (TDS) i stedet for totalt suspendert stoff (TSS) ved ristetestene i tråd med avfallsforskriftens kap. 9 vedlegg II.

Tabell 3-1 Omsøkte steds spesifikke grenseverdier for utlekkingspotensial gjeldende for Fe-2 slam, Fe-1 slam og Gips slam. Endringer i forhold til dagens tillatelse er uthevet med fet skrift og understrek. Dagens grenseverdier er gitt i parentes.

Parameter	Gjelder for	L/S = 10 l/kg ved ristetest med partikkelstørrelse < 4 mm mg/kg tørrstoff	C0 (L/S = 0,1 l/kg) ved kolonnetest mg/l
Arsen	Fe-II slam, Gips slam	25	3
	Fe-I slam	<b>150</b> (165)	<b>35</b> (42)
Barium	Alle	300	60
Kadmium	Alle	5	1,7
Krom total	Alle	70	15
Kobber	Fe-II slam, Gips slam	100	60
	Fe-I slam	2 300	6 900
Kvikksølv	Alle	2	0,3
Molybden	Alle	30	10
Nikkel	Fe-I slam	5 500	23 000
	Fe-II slam	11 500	11 000
	Gips slam	18 500	23 000
Bly	Alle	50	15
Antimon	Fe-II slam, Gips slam	5	1
	<b>Fe-I slam</b>	<b>20</b> (5)	<b>2</b> (1)
Selen	Alle	7	3
Sink	Alle	<b>200</b> (50)	60
Klorid (Cl <sup>-</sup> )	Fe-I slam	25 000	37 000
	Fe-II	27 500	18 500
	Gips slam	37 000	27 500
Fluorid (F <sup>-</sup> )	Alle	500	120
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	Alle	50 000	17 000
DOC	Alle	1 000	320
<b>TDS</b> (TSS)	Fe-I slam	147 000	
	Fe-II slam	165 000	
	Gips slam	129 000	

## 4 Referanser

- Langmuir, D., Mahoney, J., & Rowson, J. (2006). Solubility products of amorphous ferric arsenate and crystalline scorodite ( $\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) and their application to arsenic behavior in buried mine tailings. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 70(12), 2942-2956.
- Miljødirektoratet. (2024). *Tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven for Glencore Nikkelverk AS. Tillatelsesnummer 2003.0271.T Rev. 13 datert 19.03.2024.*
- NGI. (2024). *Glencore Nikkelverk AS. Stedsspesifikk miljørisikovurdering av ny fjellhall 10, 11 og 12. Dok. nr. 20230631-01-R.*
- Norconsult. (2024). *Innspill miljørisikovurdering. Notat datert 2024-09-24.*

<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>		
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Forslag til stedsspesifikke mottakskriterier for Fe-2 slam, Gipsslam og Fe-1 slam		<b>Dokumentnr./Document no.</b> 20230631-03-TN
<b>Dokumenttype/Type of document</b> Teknisk notat / Technical note	<b>Oppdragsgiver/Client</b> Glencore Nikkelverk AS	<b>Dato/Date</b> 2024-10-28
<b>Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/Proprietary rights to the document according to contract</b> Oppdragsgiver / Client		<b>Rev.nr. &amp; dato/Rev.no. &amp; date</b> 0
<b>Distribusjon/Distribution</b> INGEN: Distribueres kun til oppdragsgiver (utvidet konfidensialitet, X prosjekter) / NO: Distribution to client only (extended confidentiality, X projects)		
<b>Emneord/Keywords</b> Underjordisk deponi; farlig avfall; mottakskriterier		

<b>Stedfesting/Geographical information</b>	
<b>Land, fylke/Country</b> Norge, Agder	<b>Havområde/Offshore area</b>
<b>Kommune/Municipality</b> Kristiansand	<b>Felt navn/Field name</b>
<b>Sted/Location</b> Dueknipen	<b>Sted/Location</b>
<b>Kartblad/Map</b>	<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> Sone: Øst: Nord:	<b>Koordinater/Coordinates</b> Projeksjon, datum: Øst: Nord:

<b>Dokumentkontroll/Document control</b> Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns- kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter- disciplinary review by:
0	Originaldokument	2024-09-27 Simon Ross Stenger	2024-10-09 Gøril Aasen Slinde		

<b>Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release</b>	<b>Dato/Date</b> 28. oktober 2024	<b>Prosjektleder/Project Manager</b> Simon Ross Stenger
--	--------------------------------------	--

NGI – Norges Geotekniske Institutt - er et uavhengig forskningsinstitutt innen geoteknikk og andre ingeniørrettede geofag.

Vi kombinerer geokunnskap og teknologi for å utvikle smarte og bærekraftige løsninger innen infrastruktur på land og til havs, innen miljøteknologi, forurenset grunn og naturfarer som jord- og snøskred. Forskningen vår leverer kunnskap som bidrar til å løse noen av de viktigste utfordringene verden står overfor innenfor klima, miljø, energi og samfunnsikkerhet.

Samfunnsoppgaven vår er å utvikle geofagene og fremskaffe kunnskapsgrunnlaget for å bygge, bo og ferdes på sikker grunn. Dette løser vi ved å la forskning og rådgivning gå "hånd i hånd" og være brobygger mellom akademia, næringsliv og det offentlige.

Vi har kontorer i Norge, USA og Australia og vi har internasjonalt anerkjente laboratorier.

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

NGI – The Norwegian Geotechnical Institute – is an independent research centre in the field of geotechnical engineering and the engineering geosciences.

We combine geotechnical knowledge and technology to develop smart and sustainable solutions in infrastructure on land and at sea, in environmental technology, contaminated soil and natural hazards such as landslides and avalanches. Our research provides knowledge that contributes to solve some of the most important challenges the world faces with regards to climate, the environment, energy and societal security.

Our societal mission is to develop the geosciences and produce the knowledge basis to build, live and travel on safe ground. We solve this by combining research and consulting hand-in-hand and being a bridge-builder between academia, industry and the public sector.

We have offices in Norway, the US and Australia, including internationally recognised laboratories.

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

