

DCE/GN: Overordnede kommentarer til projektbeskrivelse og VVM rapport for *Greenland Minerals Ltd - Projekt Kvane-fjeld.*

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi
og GN - Pinngortitaleriffik, Grønlands Naturinstitut

Dato: 26 januar 2021



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI



PINNGORTITALERIFFIK
Grønlands Naturinstitut

Datablad

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi og GN – Grønlands Naturinstitut

Kategori: Rådgivningsnotat

Titel: DCE/GN: Overordnede kommentarer til projektbeskrivelse og VVM rapport for Greenland Minerals Ltd - Projekt Kvanefjeld.

Forfattere: Christian Juncher Jørgensen¹, Gert Asmund¹, Violeta Hansen¹, Yu Jia², Jens Søndergaard¹, Kim Gustavson¹, David Boertmann¹, Josephine Nymand², Anders Mosbech¹

Institutioner: DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi (1) , GN – Grønlands Naturinstitut (2)

Faglig kommentering: Peter Aastrup
Kvalitetssikring, DCE: Vibeke Vestergaard-Nielsen

Ekstern kommentering: Ingen

Rekvirent: Ingen ekstern finansiering

Bedes citeret: Jørgensen, C.J., Asmund, G., Hansen, V., Jia, Y., Søndergaard, J., Gustavson, K., Boertmann, D., Nymand, J. & Mosbech, A., 2020. DCE/GN: Overordnede kommentarer til projektbeskrivelse og VVM rapport for Greenland Minerals Ltd - Projekt Kvanefjeld. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.

Foto forside: Violeta Hansen

Sideantal (eksklusiv bilag): 11

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	4
2	Særlige miljøforhold ved projektet	5
3	Opmærksomhedspunkter og anbefalinger	6
3.1	Supplerende undersøgelser og dokumentation	6
3.2	Baggrundsundersøgelser i områder med særlig følsom arealanvendelse	6
3.3	Konstruktion, vedligeholdelse og overvågning af tailingsdæmninger	7
3.4	Udslip af forurening fra tailingsdeponierne	7
3.5	Teknisk rensning af pumpevand til tailingssøerne.	7
3.6	Alternativ nedlukningsplan for tailings	8
3.7	Udsivning af forurening fra gråbjergsdeponier	9
3.8	Udsivning af forurening fra det åbne brud	9
3.9	Støvforurening.	10
4	Sammenfatning	11
 Bilag 1: DCE/GINR - Environmental review and technical assessment of: "Kvanefjeld Project. Environmental Impact Assessment" by Greenland Minerals A/S, August 2020		
 Bilag 2: DCE/GN – Centrale miljøemner ved Kvanefjeld projektet i Sydgrønland		

1 Indledning

Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) ved Aarhus Universitet og Grønlands Naturinstitut (GN) er uafhængige og uvildige miljøfaglige rådgivere for Miljøstyrelsen for Råstofområdet (MR), Naalakkersuisut. DCE og GN har i perioden 2015 til 2020 gennemgået og kommenteret flere udkast til Greenland Minerals Ltd's (GML) rapport om Vurdering af Virkninger på Miljøet (VVM) for 'Projekt Kvanefjeld', inklusive et stort antal tekniske baggrundsrapporter, der danner grundlag for VVM-rapportens opsummeringer.

DCE og GN vurderer, at den seneste version af VVM-rapporten¹ er udarbejdet i overensstemmelse med retningslinjerne² for udarbejdelse af en VVM og er retvisende og fyldestgørende i forhold til projektbeskrivelsen. Vurderingen af VVM-rapporten i den oprindelige, engelsksprogede version er vedlagt som bilag 1 til dette faglige notat. Derudover er DCE og GN's beskrivelse af centrale miljøemner ved Projekt Kvanefjeld vedlagt i dansk- og grønlandssprogede versioner som bilag 2 og 3.

Projekt Kvanefjeld er et stort mineprojekt med mange komplekse procestrin. Projektet kan kun gennemføres miljømæssigt forsvarligt hvis der er omfattende regulering, tilsyn, overvågning og dialog. Erfaringer fra udlandet viser, at omfattende myndighedstilsyn har stor betydning bl.a. i forbindelse med konstruktion af dæmninger og langtidsanbringelse af mineaffald. DCE og GN vurderer, at de grønlandske myndigheder vil få behov for omfattende miljøfaglig og teknisk ekspertise i forbindelse med projektet.

DCE og GN vurderer, at projektet med stor sandsynlighed vil kunne gennemføres uden mere omfattende miljøeffekter, end de der er beskrevet i VVM-rapporten. Dette forudsætter dog, at der i planlægning og gennemførelse af projektet fokuseres på 1) at minimere udledning af forurenende stoffer, 2) at overvåge miljøtilstanden og koncentrationerne af forurenende stoffer i området og 3) at sikre tilstrækkelig kontrolkapacitet hos myndighederne. Sidstnævnte vil sikre at korrigerende indgreb kan kræves, såfremt der afviges fra de miljøpåvirkninger, der er beskrevet i VVM-rapporten. Derudover er det afgørende, at myndighederne foretager detaljeret kvalitetskontrol under opbygning af tekniske installationer og – ikke mindst – de to dæmninger.

DCE og GN har tidligere fremlagt en række tekniske notater med anbefalinger til MR om bl.a. undersøgelser, som bør gennemføres, før projektets anlægsfase påbegyndes (Bilag. 1) DCE og GN vurderer, at disse undersøgelser stadig er aktuelle at gennemføre. Dette notat fokuserer på at belyse centrale miljøemner, som vil kræve særlig opmærksomhed, hvis Projekt Kvanefjelds påvirkning af det omgivende miljø, herunder dyr og planter, skal begrænses (se kapitel 3).

¹ VVM-rapport version '13 December 2020' er en opdateret udgave af version 'August 2020', hvor forbedringer jf. DCE/GN's faglige anbefalinger (se R1-R22 i Chapter 3 i bilag) er indarbejdet. Dertil er der tilføjet et kapitel omhandlende 'cumulative impact assessment' i den endelige version '13 December 2020', som ikke var inkluderet i version 'August 2020'.

² Guidelines for preparing an Environmental Impact Assessment (EIA) report for mineral exploitation in Greenland, Miljøstyrelsen for Råstofområdet, 2015

2 Særlige miljøforhold ved projektet

Projektbeskrivelsen i VVM-rapporten beskriver flere anlæg, der vil kunne påvirke miljøet, herunder et åbent minebrud, et gråbjergsdepot, to anlæg til deponering af tailings og mineaffald fra den kemiske oparbejdning af malmen (kemikalierester), et procesanlæg til fysisk og kemisk oparbejdning af malm, et kraftværk, en kemikaliefabrik og to større dæmninger til at tilbageholde tailings.

Selskabet kan kun få adgang til malmen med de værdifulde mineraler ved at bortsprænge og fjerne den overliggende klippe. Denne klippe kaldes gråbjerg og har ingen kommerciel værdi. Ifølge projektbeskrivelsen vil der i løbet af mineprojektets anlægs- og driftsperiode blive bortsprængt ca. 100 mio tons gråbjerg, som oplagres i bunker (deponier) på fjeldet nordvest for minebruddet. Gråbjerg indeholder forskellige mineraler og grundstoffer, som kan påvirke miljøet, hvis de frigives. Deponierne af gråbjerg vil blive påvirket af vind og vejr, som over tid vil kunne udvaske forurenende grundstoffer til miljøet. DCE/GN vurderer, at der er behov for særlig opmærksomhed på at forebygge spredning af denne forurening gennem vand og støv.

Malmen ved Kvanefjeld indeholder foruden de 17 sjældne jordarters metaller en række grundstoffer (zink, fluor, uran og thorium), som vil kunne påvirke miljøet. Ifølge projektbeskrivelsen vil der i løbet af mineprojektets driftsperiode blive forarbejdet ca. 110 mio tons malm. Malmen vil først blive knust og bearbejdet ved fysisk flotation i minens koncentrator. Dernæst vil en del af malmen blive bearbejdet med en række kemikalier i minens raffinaderi. Brydning, håndtering og knusning af malm producerer støv, som vil kunne sprede forurening til det omkringliggende miljø. DCE/GN vurderer, at der er behov for særlig opmærksomhed for at nedbringe denne støvforurening til et minimum ved hjælp af støvdæmpende teknologi ved alle væsentlige støvkilder.

Omtrent 2% af den behandlede malm vil blive til eksportprodukter. De resterende 98% af malmen vil ende som affaldsprodukt (tailings), som oplagres i deponier i og omkring den nuværende Taseq sø. Tailings vil indeholde restkoncentrationer af både radioaktive (uran, thorium og andre radionuklider) og ikke-radioaktive grundstoffer samt kemikalier fra behandling af malmen. DCE/GN vurderer at der er behov for særlig opmærksomhed på at forebygge spredning af forurening fra tailingsdepoterne.

3 Opmærksomhedspunkter og anbefalinger

I dette afsnit uddybes de overordnede vurderinger fra kapitel 2 som en række specifikke anbefalinger.

DCE/GN anbefaler, at vilkår for en eventuel udnyttelsestilladelse ikke fastlægges førend usikkerhederne, der er knyttet til de følgende opmærksomhedspunkter er tilstrækkeligt afklaret.

3.1 Supplerende undersøgelser og dokumentation

DCE og GN anbefaler, at følgende undersøgelser gennemføres for at sikre, at miljøpåvirkningerne fra 'Projekt Kvanefjeld' ikke afviger fra VVM-redegørelsens beskrivelser:

- 1) Der bør gennemføres yderligere feltundersøgelser, som kan bekræfte antagelser i VVM-rapporten (se 3.4, 3.7 og 3.8).
- 2) Der bør gennemføres supplerende baggrundsundersøgelser af radioaktive og ikke-radioaktive grundstoffers koncentrationer i områder med følsom arealanvendelse (f.eks. boligområde, drikkevandsopland, områder til jagt/fiskeri/landbrug mv. Se 3.2)
- 3) Der bør fremskaffes supplerende dokumentation af tekniske løsninger og deres anvendelse til at nedbringe forurening ved Projekt Kvanefjeld (se 3.3, 3.5, 3.6, 3.9)

3.2 Baggrundsundersøgelser i områder med særlig følsom arealanvendelse

Ifølge projektbeskrivelsen vil minen ved Kvanefjeld blive anlagt i et område med eksisterende følsom arealanvendelse, f.eks. beboelse, landbrugsproduktion, jagt/fiskeri mv. DCE/GN anbefaler, at der inden en eventuel opstart af anlægsfasen rettes særlig opmærksomhed mod at øge viden om områdets naturlige miljøtilstand og indhold af problematiske grundstoffer. Der er således behov for:

- udvidet karakteristik af det naturlige indhold af radioaktive grundstoffer i samtlige drikkevandsforsyninger til Narsaq by.
- udvidet karakteristik af indholdet af radionuklider i naturligt forekommende støv i projektområdet og Narsaq by.
- overvågning af naturligt forekommende koncentrationer af radon i inde- og udemiljø i Narsaq by.
- overvågning af naturligt forekommende gammastråling ved mineområdet og i Narsaq by.
- forbedret beskrivelse af miljøtilstanden af flora og fauna i det marine miljø i Iluafjorden og Bredefjord.

3.3 Konstruktion, vedligeholdelse og overvågning af tailingsdæmninger

Et eventuelt brud på tailingsdæmningerne ville forårsage meget betydelige miljøpåvirkninger og have store samfundsmæssige og erhvervsmæssige konsekvenser. DCE/GN anbefaler, at der rettes særlig opmærksomhed mod at sikre, at de grønlandske myndigheder har det fornødne beredskab til at kontrollere anlægsfasen af tailingsdæmningerne. Det bør desuden sikres, at myndighederne løbende overvåger, at dæmningen til enhver tid har den fornødne stabilitet.

3.4 Udslip af forurening fra tailingsdeponierne

Der vil i løbet af minens samlede driftsperiode skulle deponeres ca. 100 mio tons tailings fra den fysiske behandling af malmen ('flotationstailings') og ca. 10 mio tons tailings fra den kemiske behandling af mineralkoncentrater (kaldet 'kemikalierester' i VVM-rapport).

De to typer tailings deponeres permanent under vand i hver sit deponi i og ved den nuværende Taseq sø. Projektet vil opføre to større dæmninger, der under og efter minens driftsperiode skal forhindre spredning af forurening fra mineaffaldet til det omkringliggende miljø. Udslip af særligt fluor (F), uran (U) og andre radioaktive grundstoffer kan have kritiske påvirkninger på miljøet.

I VVM-rapporten antager selskabet, at undergrunden under tailingsdeponierne er så uigennemtrængelig, at det vil forhindre udsivning af forurening. Ved begge dæmninger og under depotet med tailings fra den kemiske forarbejdning vil der blive anvendt dobbelt geosyntetiske kompositmembraner (kombination af plastik og ler) for at forhindre udsivning af forurenende stoffer. Levetiden for kompositmembranerne er angivet til 50 år.

Selskabets risikovurdering og konklusioner om muligheden for udsivning af forurening fra tailingsdeponierne er baseret på en række litteraturstudier, teoretiske vurderinger og antagelser. DCE/GN anbefaler, at der forud for en eventuel godkendelse af projektet gennemføres grundige feltundersøgelser af de struktur- og hydrogeologiske forhold i og omkring den nuværende Taseq sø. Undersøgelserne bør blandt andet afdække variationer i grundfjeldets gennemtrængelighed og evne til at lede vand. Undersøgelserne bør beskrive hele det landområde, der vil blive dækket af vand og tailings. Resultatet af undersøgelserne bør entydigt kunne afklare, om selskabets antagelser om spredning af forurening fra tailingsdepoterne er retvisende. Kan feltundersøgelserne ikke bekræfte selskabets antagelser, kan det blive nødvendigt at revurdere, hvordan tailings kan deponeres på miljømæssig forsvarlig vis.

DCE/GN anbefaler desuden, at selskabet skal dokumentere, at den beskrevne løsning med brug af kompositmembraner er tilstrækkelig til at forhindre spredning af forurening til miljøet på både kort og lang sigt efter minelukkning.

3.5 Teknisk rensning af pumpevand til tailingssøerne.

Ifølge projektbeskrivelsen vil tailings fra den fysiske opkoncentrering af malmen (flotationstailings) blive blandet med vand og pumpet ud i tailingssøen. Pumpevandet vil ifølge selskabet beregninger opnå et meget højt indhold af fluor (F) på ca. 1800 mg/l. Størstedelen af dette fluorindhold vil bundfældes

på bunden af tailingssøen, mens vandet i søen gradvist vil få et fluorindhold på 10-100 gange³ områdets naturlige fluorindhold. Når minen lukkes, vil selskabet rense tailingssøens vand og fjerne indholdet af fluor og andre forurenende stoffer over en periode på ca. 6 år. Søens vand vil først blive ledt ud i det omkringliggende miljø, når vandet opfylder myndighedernes krav til vandkvalitet, herunder koncentrationen af fluor og andre stoffer.

Selskabet beskriver i VVM-rapporten, at teknisk rensning af opslemningen, inden den ledes ud i tailingssøen, kan reducere koncentrationen af opløst fluor til et koncentrationsniveau, der ligger under det, der er beskrevet i VVM-rapporten. Rensningen vil medføre en øget årlig produktion af flusspat til videresalg.

Teknisk rensning af pumpevandet vil medføre lavere koncentrationer af både fluor og radioaktive kontaminanter i søen og vil reducere risikoen for forurening af miljøet, herunder:

- At miljøpåvirkning minimeres hvis der skulle ske udsivning fra søen.
- At miljøpåvirkning minimeres hvis der skulle ske et brud på dæmningen.
- At risikoen for forurening af drikkevand minimeres hvis kraftige føhvinde vil medføre spredning af partikler og vanddråber fra søen.
- At tidsperioden med vandrensning i forbindelse med minelukning reduceres.

DCE/GN anbefaler derfor, at der inden en eventuel projektgodkendelse rettes særlig opmærksomhed mod de samlede miljømæssige fordele, der kan opnås ved at stille krav om, at indholdet af fluor i pumpevandet nedbringes yderligere ved teknisk rensning, inden det ledes ud i tailingssøen.

3.6 Alternativ nedlukningsplan for tailings

Når minen stopper efter de planlagte 37 års drift skal tailingsdeponierne lukkes på en måde, så de både er fysisk stabile og ikke giver anledning til forurening til eftertiden. Nedlukning af tailingsdeponierne har udgjort en meget central problemstilling i udarbejdningen af selskabets VVM-rapport. GME har tidligere argumenteret for, at en våd nedlukning af tailingsdeponierne var den eneste operationelle løsning, som selskabet var interesseret i at benytte. En våd nedlukning betyder, at tailingsdeponierne i Taseqsøen skal forblive vanddækket efter minens lukning.

I den seneste version af VVM-rapporten skriver GME: *"Projektet er udviklet under forudsætning af en våd tildækning ved nedlukningen, men i betragtning af den sandsynlige udvikling af teknologi med tiden vil dette valg blive revurderet tættere på nedlukningstidspunktet. Det endelige valg af våd eller tør tildækning vil afspejle Grønlands Selvstyres ønsker og afprøvet teknologi på det relevante tidspunkt."*

I selskabets lønsomhedsstudie (baggrundsrapport [1] til VVM-rapporten) angives, at omkostningen ved en tør nedlukning af tailingsdeponierne vil være ca. 7 gange mere omkostningstung end den foretrukne våde nedlukning (310 mio USD vs 44 mio USD). En tør slutdeponering af tailings betragtes i forbin-

³ 250-300 mg/l.

delse med nedlukning af mineprojekter ofte som en miljømæssigt bedre løsning, da man herved undgår opdæmning af store vandmængder til eftertiden. DCE/GN anbefaler derfor, at der på det relevante tidspunkt rettes særlig opmærksomhed mod at tilvejebringe en udførlig beskrivelse af både tekniske og miljømæssige aspekter ved en tør nedlukning af tailingsdeponier ved Projekt Kvanefjeld. DCE/GN anbefaler dertil, at det i forbindelse med eventuel udstedelse af udnyttelsestilladelsen sikres, at der vil være økonomi til en tør nedlukning, hvis myndighederne på beslutter at det er den ønskede løsning.

3.7 Udsivning af forurening fra gråbjergsdeponier

DCE/GN anbefaler, at der gennemføres struktur- og hydrogeologiske feltundersøgelser af grundfjeldet ved gråbjergsdeponiet for at sikre, at der ikke vil opstå ukontrolleret udsivning af forurening til miljøet via eventuelle vandførende sprækker i undergrunden.

Ifølge projektbeskrivelsen vil der inden driftsperioden blive anlagt et bassin, som opsamler vand, der siver ud fra gråbjergsdepotet. Det opsamlede vand vil blive ledt til minens procesanlæg og indgå i anlæggets vandforsyning. Den største produktion af gråbjerg vil imidlertid ske i minens 3-årige anlægsfase, hvor drænvand fra gråbjergsdepotet vil strømme frit til Bredefjord/Nordre Sermilik. DCE/GN anbefaler, at der rettes særlig opmærksomhed mod at kontrollere og sikre, at koncentrationer af forurenende grundstoffer i dette drænvand ikke antager kritiske niveauer i løbet af anlægsfasen. DCE/GN anbefaler ligeledes, at selskabet forud for anlægsfasen fremlægger en teknisk løsning for, hvordan udslip af eventuel forurening via drænvand kan forebygges og afhjælpes. Denne løsning kan indebære en plan der tager højde for den naturlige variation i gråbjergsmaterialets indhold af grundstoffer, som med tiden kan udvaskes. Delmængder af gråbjergsdepotet med forhøjet indhold af disse stoffer bør deponeres med særlig opmærksomhed for at forebygge udslip til miljøet. Derimod vil delmængder uden betydeligt udvaskningspotentiale kunne anvendes som råmateriale til dæmningsbyggeri mv. uden at give anledning til forurening.

3.8 Udsivning af forurening fra det åbne brud

Projektets baggrundsundersøgelser har påvist, at der kan forekomme vandstrømning i og omkring det malmlegeme, som det åbne minebrud etableres i. DCE/GN anbefaler, at der rettes særlig opmærksomhed mod at forberede et overvågningsprogram, der kan kontrollere udsivning af forurening fra siderne og bunden af det åbne brud. Selskabet bør fremlægge en teknisk løsning for, hvordan udsivning af forurening kan forebygges i alle projektets faser, inklusiv perioden efter nedlukning, såfremt udsivningsmængderne viser sig større end antaget i VVM-rapporten.

3.9 Støvforurening.

Spredning af støv som indeholder både radioaktive og ikke-radioaktive grundstoffer, kan blive en væsentlig kilde til forurening i miljøet. Det bør sikres, at støvspretningsniveauet holdes så lavt som teknisk muligt, og at niveauet af luftbåren forurening på intet tidspunkt overstiger relevante grænseværdier.

DCE/GN anbefaler, at der i planlægningen af alle projektets faser rettes særlig opmærksomhed mod at mindske spredning af støv til miljøet. Der bør etableres løbende måling af støv både inden for mineområdet og i det omkringliggende miljø, landbrugsområde og bysamfund.

4 Sammenfatning

Som beskrevet i retningslinierne for udarbejdelsen af en VVM-rapport for et mineprojekt i Grønland² er det en forudsætning at mine projekter planlægges og gennemføres ved brug af den bedste miljømæssige praksis (BEP) og bedste tilgængelige teknologi (BAT).

DCE/GN vurderer, at Projekt Kvanefjeld med stor sandsynlighed vil kunne gennemføres uden mere omfattende miljøeffekter, end der er beskrevet i VVM-rapporten under forudsætning af at BAT og BEP anvendes i alle processer (se Kapitel 1).

DCE/GN vurderer, at der er behov for særlig opmærksomhed på at forebygge spredning af forurening gennem vand og støv fra både det åbne minebrud, fra gråbjersdeponiet og fra tailingsdeponierne (se Kapitel 2).

DCE/GN anbefaler, at der bør gennemføres en række opfølgende feltstudier og supplerende undersøgelser i de tilfælde, hvor selskabets konklusioner vedrørende væsentlige miljøeffekter er baseret på antagelser fremfor feltundersøgelser (se Kapitel 3). DCE/GN anbefaler, at disse undersøgelser udføres forud for en eventuel godkendelse af specifikke udnyttelsesplaner.

Bilag 1: DCE/GINR - Environmental review and technical assessment of: “Kvanefjeld Project. Environmental Impact Assessment” by Greenland Minerals A/S, August 2020

Note til bilag 1: Miljøstyrelsen for Råstoffer (MR) rekvirerede i september 2020 en uafhængig og uvildig vurdering af Greenland Minerals and Energy A/S's (GME) VVM-rapport for Projekt Kvanefjeld version August 2020. Denne vurdering er efter skriftlig tilladelse fra MR vedlagt i den originale engelske sprogversion som bilag 1 i DCE/GN's uafhængige notat. Bilag 1 indeholder dels en overordnet vurdering af VVM-rapporten samt en række generelle og specifikke anbefalinger til supplerende undersøgelser. Derudover indeholder bilag 1 22 forslag (R1-R22) til konkrete forbedringer af 'August 2020' versionen af VVM-rapporten. GME har efterfølgende revideret deres VVM-rapport jfr. de 22 konkrete forslag. Den reviderede rapport er sidenhen forelagt DCE/GN, der vurderer, at de 22 emner er blevet tilstrækkeligt adresseret i den endelige udgave af VVM-rapporten version '13 December 2020'.

DCE/GINR - Environmental review and technical assessment of: “Kvanefjeld Project. Environmental Impact Assessment” by Greenland Minerals A/S, August 2020

Scientific note from DCE – Danish Centre for Environment and Energy
and Pinngortitaleriffik, Greenland Institute of Natural Resources

Date: 17 September 2020



AARHUS
UNIVERSITY

DCE – DANISH CENTRE FOR ENVIRONMENT AND ENERGY



PINNGORTITALERIFFIK

Greenland Institute of Natural Resources

Data sheet

Scientific note from DCE – Danish Centre for Environment and Energy and Greenland Institute of Natural Resources (GINR)

Title: DCE/GINR - Environmental review and technical assessment of: "Kvanefjeld Project. Environmental Impact Assessment" by Greenland Minerals A/S, August 2020.

Authors: Christian Juncher Jørgensen¹, Gert Asmund¹, Violeta Hansen¹, Yu Jia², Jens Søndergaard¹, Kim Gustafson¹, David Boertmann¹, Anders Mosbech¹, Josefine Nymand².

Institutions: Danish Centre for Environment and Energy (DCE)¹ and Greenland Institute of Natural Resources (GINR)²

Referee, DCE: Peter Aastrup
Quality assurance, DCE: Kirsten Bang

External comment: None

Claimant: Environmental Agency for Mineral Resources Activities (EAMRA), Government of Greenland, Nuuk.

Please cite as: Christian Juncher Jørgensen, Gert Asmund, Violeta Hansen, Yu Jia, Jens Søndergaard, Kim Gustafson, David Boertmann, Anders Mosbech and Josefine Nymand. 2020. DCE/GINR - Environmental review and technical assessment of: "Kvanefjeld Project. Environmental Impact Assessment" by Greenland Minerals A/S, August 2020. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 13 s.

Reproduction is authorized provided the source is acknowledged.

Number of pages: 13

At the request of Environmental Agency for Mineral Resources Activities (EAMRA), the Danish Centre for Environment and Energy (DCE) and Greenland Institute of Natural Resources (GINR) have reviewed Greenland Minerals A/S's (GME's) summary report "Greenland Minerals and Energy A/S. Kvanefjeld Project. Environmental Impact Assessment, August 2020" (in the following referred to as the EIA report), including its supporting documents (ref. 1 to ref. 126 to the EIA report). The focus of the review and technical assessment has been to verify that the description of all relevant environmental aspects of the project complies with the conditions specified in the "Terms of Reference for Environmental Impact Assessment – Kvanefjeld Multi-Element Project" (ToR, Orbicon 2015) as well as the "Guidelines for preparing an Environmental Impact Assessment (EIA) report for mineral exploitation in Greenland, 2015" (referred to as Guidelines in the following). Fulfilment of the Guidelines entails that all aspects of the project are based on international environmental standards and the principles of Best Available Technology (BAT) and Best Environmental Practice (BEP).

As stated in the Guidelines, the aims of the EIA are:

- *"To estimate and describe the nature and the environment as well as the possible environmental impacts of the proposed project.*
- *To provide a basis for the consideration of the proposed project for Naalakkersuisut (the Government of Greenland).*
- *To provide a basis for public participation in the decision-making process.*
- *To give the authorities all information necessary to determine the conditions of permission and approval of a proposed project".*

In DCE/GINR's review, special attention has been given to verify that the aims of the Guidelines have been adequately addressed and that the presented conclusions of the summary report are supported by clear and unambiguous references to the relevant background documents. The review does not include an evaluation of chapter 4 on 'Regulatory Framework' and chapter 13 on 'Local use and cultural heritage', as the content of these chapters falls outside DCE/GINR's environmental competences. Furthermore, the review does not include an evaluation of aspects related to human health and nuclear security as these items fall outside DCE/GINR's environmental competences, and EAMRA's authority.

In conclusion, DCE/GINR find that the EIA report is logically structured, including a description of the main issues of the ToR, and providing an easy to read summary of the main conclusions of the background documents. DCE/GINR assess that the EIA report complies with the minimum requirements of the Guidelines and can provide an adequate and correct basis for public participation in the decision-making process.

However, DCE/GINR have identified several issues with potential significant environmental uncertainty of a kind that should be mitigated or solved to meet the requirements of the approval process (see Chapter 1). Parts of the EIA report's conclusions are based on either theoretical assumptions, desktop studies and/or modelling studies. DCE/GINR assess that the uncertainties can be addressed by a combination of more detailed studies and additional verification of mitigation options (e.g. water treatment) which can be applied

if concentrations of various effluents exceed the foreseen and/or approved values. While the conclusions presented in the EIA report are assessed to be adequate for the purpose of describing the anticipated environmental impacts of the project, DCE/GINR recommend that the uncertainty on general and specific issues listed in Chapter 1 and Chapter 2, respectively, should be further addressed by additional technical and/or field studies. DCE/GINR assess that these issues should be adequately resolved prior to the granting of a potential exploitation license as given in §19, §43 and §86 of the Mineral Resources Act (link: [Mineral Resources Act](#)).

Furthermore, DCE/GINR have listed a number of recommended updates (R1 to R22) to the EIA report, see Chapter 3. These recommendations are intended as suggestion for general improvements. Updating the EIA report according to these recommendation will however not change the overall environmental conclusions summarized in the EIA report. Language and spelling issues have not been commented on.

Chapter 1 – General recommendations

DCE/GINR have identified several issues with potential significant environmental uncertainty of a kind that should be mitigated or solved to meet the requirements of the approval process. These issues are listed in the following Chapter 1. DCE/GINR recommend that the uncertainty on these general issues should be further addressed by additional technical and/or field studies prior to the granting of a potential exploitation license as given in §19, §43 and §86 of the Mineral Resources Act.

C1.1 – Risk management

The probability of a given hazard in the mine project will determine the overall environmental risk for both the hazard itself and the project in general. In the EIA report and supporting documents, DCE/GINR have identified several issues (see Chapter 2) where the current level of uncertainty are assessed adequate for the purpose of fulfilling the minimum requirement of the Guidelines, but inadequate for setting the terms of a later approval for an exploitation license under the Mineral Resources Act. In order to improve the understanding of both foreseeable and unforeseeable environmental impacts of the project, DCE/GINR recommend that the studies and actions listed in Chapter 2 are completed prior to a potential approval and definition of requirements for an exploitation license under § 19, §43 & §86 of the Mineral Resources Act.

C1.2 – Mitigation strategies

In the EIA report, mitigation strategies related to e.g. water treatment and dust control are mentioned in general terms as options to reduce both foreseeable and unforeseeable environmental impacts from the mine project.

In a potential future exploitation permit for the project, DCE/GINR recommend that a legal condition is included to implement technically proven mitigation strategies and treatment techniques in case the observed discharges, emissions and environmental impacts are worse than the expected impacts presented in the EIA report, or exceed environmental quality criteria as defined by the competent Authority. This legal condition will ensure that appropriate actions will be timely implemented to stop pollution of the environment.

C1.2.1 – Water treatment techniques

In case the geochemical modelling (IDEAS dynamic process simulator software, Andritz Inc.) of the EIA report proves to be inaccurate, additional water treatment would be required to improve water quality before either the tailings slurry is discharged into the flotation tailings storage facility (FTSF), chemical residue storage facility (CRSF) or before water is discharged to Breddefjord. Regarding management of waste rock runoff, a potential mitigation strategy is also to segregate environmental problematic rock types and cover or back-fill these rock types to limit the leaching and runoff. According to the EIA report, process water will be contaminated with both radioactive and non-radioactive contaminants. Different contaminants may need different treatment/precipitation techniques under both high and low concentra-

tion ranges (e.g. end-of-the-pipe concentrations at the tailings slurry discharge points to the FTSF and CRSF as well as diluted concentration in ponded supernatant water in the FTSF and CRSF). DCE/GINR recommend that documentation is provided prior to a potential approval showing that water treatment techniques can be implemented to ensure that concentration values of all relevant contaminants at any given time in all relevant process steps can be maintained below environmental guideline values established by the Greenland authorities.

C1.2.2 – Mitigation techniques for airborne pollutants

In the EIA report and supporting documents, concentration and deposition values of gases and particulates are based on dispersion modelling assuming that no active emission mitigation strategies have been implemented. The presented results are thus stated as conservative estimates. Nonetheless, the presented results from the dispersion modelling could be inaccurate and thereby represent a non-worst case scenario. DCE/GINR recommend that technical documentation is provided to support the claim that relevant mitigation techniques compliant with BAT requirements exist for mitigation of emissions from the sulphuric acid-, chlor alkali- and power plants and that these will be implemented within a relevant timeframe.

Similarly, DCE/GINR recommend that documentation is provided to support the claim that relevant mitigation techniques compliant with BAT and Best Practice Control Technology (BPT) exist for dust emissions of both radioactive and non-radioactive dust and that these can be implemented within a relevant timeframe for all major dust sources identified in the EIA report.

Chapter 2 – Specific recommendations

As stated in Chapter 1, DCE/GINR assess that an improved empirical knowledge base is needed for several issues carrying significant uncertainty in relation to environmental exposure and impacts. DCE/GINR recommend that these specific issues are adequately addressed and resolved before the terms and requirements for approval can be set in the §19, §43 & §86 approval phase, including the environmental monitoring plans both prior to and during the construction and production phase.

C2.1 Additional studies needed to improve the knowledge on baseline conditions in the environment

- a. As described in the EIA report, only limited knowledge exists on the hydrogeology at and around the described tailings storage facilities (FTSF and CRSF) in Lake Taseq. DCE/GINR recommend that additional hydrogeological and geotechnical field studies are performed to validate current TSF design assumptions, to minimize the uncertainties regarding seepage potential pathways from FTSF and CRSF, to understand potential contamination of groundwater resources, to inform the design (Phase II – Detailed Design) of the tailings storage facility (TSF) and/or to identify appropriate mitigation strategy to eliminate seepage of polluted water from the TSF. DCE/GINR recommend that these studies are completed before the approval phase in order to have the possible basis for setting up requirements for the FTSF and CRSF.
- b. DCE/GINR recommend that additional hydrogeological and geotechnical field studies are performed to validate the physical conditions and environmental impacts from the waste rock dump. DCE/GINR recommend that these studies are completed before the approval phase in order to have the possible basis for setting up requirements for the waste rock dump.
- c. DCE/GINR recommend that plans for additional hydrogeological and geotechnical field studies at and around the area of the open mine pit are prepared. The overall purpose of these studies should be to verify the assumed seepage rates to the environment during the operational phase of the mine and inform the design of the mine closure process at the end of the operational phase. DCE/GINR recommend that these plans are completed and submitted to EAMRA before production is initiated.

C2.2 Treatment of contaminated water

Treatment of process water and process chemicals is described in the EIA report as a means to improve water quality before the tailings slurry is discharged into the TSFs and before process water it is released to Bredefjord. Results from the geochemical modelling (IDEAS dynamic process simulator software, Andritz Inc.) show that the process water will be contaminated with both radioactive and non-radioactive constituents. DCE/GINR recommend that documentation is provided to support the claim that relevant water treatment technologies exist for both radioactive and non-radioactive contaminants, so these technologies can be implemented if the geochemical modelling

turn out to be inaccurate and actual concentration values higher than the modelled worst-case scenario. DCE/GINR also recommend that it is demonstrated that these water treatment techniques can be practically implemented at all given project phases to ensure that concentration values of relevant contaminants at any given time can be maintained below environmental guideline values established by the Greenland authorities.

C2.3 Mitigation strategies for seepage through geosynthetic liners in TSF's

The EIA report describes the use of composite geomembranes/geosynthetic liners made of clay and plastic as a mitigation method to limit the seepage of polluted water from the embankment of the FTSF and the entire CRSF. However, liners have a finite life and will eventually fail (Australian government – Tailings Management, 2016, p 54). The expected time of failure and potential environmental consequences are not described in the EIA report or supporting background documents. DCE/GINR recommend that data-driven analysis of likely post-failure seepage rates is provided including results from the updated geotechnical and hydrogeological field studies, which can inform the process of evaluating the potential environmental impacts when the liners eventually fail.

C2.4 Extended monitoring studies prior to the construction phase

DCE/GINR recommend that the environmental monitoring is initiated before mining activities start and preferably as soon as practically possible. The content and extent of these supporting pre-approval surveys can subsequently be revised and focused on priority issues, when the results from the first years of monitoring are evaluated. In addition to the conceptual environmental monitoring program mentioned in Chapter C of the EIA report, DCE/GINR recommend that pre-approval surveys are conducted of:

- a. Naturally occurring radionuclides such as uranium-238 (^{238}U), thorium-228, 230, 232 ($^{228, 230, 232}\text{Th}$), radium-226, 228 ($^{226, 228}\text{Ra}$), lead-210 (^{210}Pb) and polonium-210 (^{210}Po), in the Narsaq drinking water and in the total suspended particulates (TSP)/dust in and around Narsaq. DCE/GINR recommend that part of the expanded monitoring includes installation of an additional high volume air sampler (HVAS) in a representative location closer to Kvanefjeld and the quantitative and qualitative analysis of TSP are initiated before construction starts.
- b. Benthic environment and biota in surrounding fjords to which liquid effluents will be discharged (i.e. representative locations in Bredefjord and Narsap Ilua)
- c. Indoor and outdoor radon (Bq/m^3) in Narsaq and at the project site.
- d. Project impacts on sheep and sheep grazing in the Narsaq region.
- e. Water quality in runoff from waste rock stockpile. It is recommended that this is initiated before the construction phase and continued throughout the life of the mine.

- f. Water quality in the marine environment in Bredefjord near the outlet. It is recommended that this is initiated before the construction phase and continued throughout the life of the mine.
- g. Follow-up on the gap analysis of monitoring studies identified by GME's consultant: "Draft Gap Analysis Report, Review of Available Baseline Data Related to Radioactivity for the Kvanefjeld Project" by SENES Consultants, September 2014: 406003-000 SENES Draft Gap Report for GMEL - 11Sept2014.

Chapter 3 – Recommended clarifications of the EIA report

In the following Chapter 3, DCE/GINR have listed a number of recommended updates (R1 to R22) to the EIA report, intended as suggestion for general improvements. Updating the EIA report according to these recommendation will however not change the overall environmental conclusions summarized in the EIA report. Language and spelling issues have not been commented on.

R1: The chemical plants are not included in Table 1 'Project description'. DCE/GINR recommend that a description of the chemical plants and the daily production rates in tons per day (tpd) of approximately 500 tpd concentrated sulphuric acid, 85 tpd caustic soda, 75 tpd hydrochloric acid and 4 tpd of sodium hypochlorite is included in table 1 'project summary'.

R2: Figure 21 in 3.6.5 appears misplaced in the chapter on flotation tailings. It is an overview of water treatment for the refinery. DCE/GINR recommend to move figure 21 to the relevant section and that a similar figure is added which relates to the concentrator.

R3: The concentrations of radionuclides in biota in table 39 are very variable and can be difficult for non-experts to understand. DCE/GINR recommend that an expanded explanation of the potential variations in concentrations and effects for different species is added to the report. Also, an explanation of the meaning of the term 'Modelled cumulative concentrations of COPCs' is suggested.

R4: The consequences of a catastrophic dam failure for life in the freshwater environment is summarized in chapter 10.3.3. DCE/GINR agree that such an event would cause significant detrimental effects to all freshwater species, most likely causing instant death to all living species in this environment either by high pollution levels or by physical burial. DCE/GINR recommend that a description of the longevity of this detrimental effect is added to the EIA report and what remediating measures would be needed to restore the freshwater environment to a normal functional state.

R5: In 'table 2, Key Stakeholders', DCE and GINR are erroneously listed as regulators. DCE and GINR serve as advisors to EAMRA on environmental issues and not as regulators. DCE/GINR recommend that this is clarified in the EIA report.

R6: In chapter '2.5.4 water environment' it is mentioned that eleven potential impacts to the water environment have been assessed. DCE/GINR recommend that the EIA report is updated to improve the identification of these 11 impacts in the following chapter.

R7: DCE/GINR recommend that a reference to the static and kinetic acid rock drainage and metal leaching prediction tests is added to chapter 3.5.

R8: DCE/GINR recommend that a description is added to chapter 3.10.6 of the EIA report concerning the potential need for perimeter fencing around the

polluted FTSF and CRSF in both the operational and closure phase of the project.

R9: In chapter 5.6.1., a note by DCE/GINR [ref 119] is erroneously used to support the summary conclusion that Taseq is the preferred solution for the TSF. DCE/GINR recommend that this error is corrected in the EIA report.

R10: DCE/GINR recommend that the dispersal of radionuclides via groundwater seepage and dust dispersal is added to chapter 9.2 'Potential Impacts'.

R11: DCE/GINR do not recognize what methodology the following sentence in 'chapter 10.3.7 Waste Rock' refers to: "*The composition of run-off from the WRS was calculated from 50 samples using the DCE's assessment method*". DCE/GINR recommend that a reference to the specific method is added to the EIA report.

R12: DCE/GINR recommend that a unit is added to the y-axis in Figure 66 together with an explanation of "PS2".

R13: With respect to waste management, DCE/GINR recommend that a description of the sewage treatment facility is included in 'chapter 2.5.5. Waste management'. The discharge point of treated effluent should be included in the environmental monitoring plan. Also, in 'Chapter 11.1 Existing environment', DCE/GINR recommend that an additional statement is added dealing with the expected increase in the annual amount of putrescible waste that the local landfill will receive if the project is realized.

R14: DCE/GINR recommend that the *three-spined stickleback* is mentioned in chapter 12 of the EIA report as a naturally occurring species in the marine and freshwater environment.

R15: In 'section 6.1 Introduction, Waste', DCE/GINR recommend that references are expanded to also include the AMEC and SRK reports prepared for tailings and waste rock (2011, 2017) and wet vs. dry tailings cover (Woods/AMEC, Jan 2017). In section 6.2, the reference number to the EIA Guidelines should be updated from [1] to [45].

R16: Regarding table 26, DCE and GINR recommend that "Comparison of maximum metal deposition loads to Greenland limit values [45]" include a full list of contaminants including U, Th, Ra-226, Ra-228, Pb-210, Po-210.

R17: DCE/GINR recommend that the risk of process water spills is included in 'Chapter 9.3.2. Spills to land or water'.

R18: In figure 53, three control points 'A', 'B' and 'C' downstream of the TSF's are shown. Figure 55 shows the locations of water quality monitoring sites. DCE/GINR recommend that one or more control points upstream of 'C' are included in the environmental monitoring program, preferably at same locations as the water quality monitoring sites of the baseline study.

R19: DCE and GINR recommend that Table 69 also includes the radionuclides activity concentrations in the water proposed to be discharged into Nordre Sermilik.

R20: DCE/GINR recommend that a reference to the emission standards of IMO2020 and safety requirements of IMO Polar Code is added to 'chapter 4.4 Shipping regulations'

R21: Contrasting dilution factors required to obtain PNEC are listed in the EIA report (e.g. table 2.7 and 76). DCE/GINR recommend the EIA report is revised to ensure consistency in the reported dilution factors.

R22: In 'Chapter 3.6.2. Chlor alkali plant' it is mentioned under point 4 that the impact of noise from the CAP is included in the noise assessment background report [53]. However, noise from both of the chemical plants are not included in [53] (e.g. see table 5.1 on noise source strengths). DCE/GINR recommend that the expected impacts of noise are revised to correctly summarize the information on noise from the background report

Bilag 2: DCE/GN – Centrale miljøemner ved Kvanefjeld projektet i Sydgrønland

Note til bilag 2: Miljøstyrelsen for Råstoffer (MR) rekvirerede i oktober 2020 en beskrivelse af de centrale miljøemner ved Projekt Kvanefjeld til internt brug. Denne vurdering er efter skriftlig tilladelse fra MR vedlagt som bilag 2 i DCE/GN's uafhængige notat.

Kapitel 1 beskriver de centrale miljøemner ved Projekt Kvanefjeld som er knyttet til både anlæg, drift og lukning af minen, som det fremgår af projektbeskrivelsen i VVM-rapport version '13 december 2020'

Kapitel 2 beskriver de centrale miljøemner som er belvet behandlet i DCE/GN's forudgående vurdering af VVM-rapporten i dens tidligere versioner.

DCE/GN – Centrale miljøemner ved Kvanefjeld projektet i Sydgrønland

Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi
og Pinngortitaleriffik, Grønlands Naturinstitut

Dato: 9. oktober 2020



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI



PINNGORTITALERIFFIK
Grønlands Naturinstitut

Datablad

Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Titel: DCE/GN – Centrale miljøemner ved Kvanefjeld projektet i Sydgrønland

Forfatter(e): Christian Juncher Jørgensen¹, Gert Asmund¹, Jens Søndergaard¹, Violeta Hansen¹, Yu Jia², Josephine Nymand² og Anders Mosbech¹.

Institution(er): DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi (1), GN – Grønlandsnaturinstitut (2)

Faglig kommentering: Peter Aastrup¹

Kvalitetssikring, DCE: Vibeke Vestergaard Nielsen

Ekstern kommentering: Ingen

Rekvirent: Miljøstyrelsen for Råstoffer, Grønlands Selvstyre

Bedes citeret: Jørgensen, C.J., Asmund, G., Søndergaard, J., Hansen, V., Jia, Y., Nymand, J. og Mosbech, A. 2020. DCE/GN – Centrale miljøemner ved Kvanefjeld projektet i Sydgrønland. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 24 s.

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Sideantal: 24

Indhold

Indledning	4
Kapitel 1 – Centrale miljøemner	5
1.1 Situationsplan over centrale anlæg ved Kvanefjeldprojektet	6
1.2 Udvinning og efterbehandling af malm ved Kvanefjeld	7
1.2.1 Hovedprocesser i malmforarbejdning.	7
1.2.2 Gråbjerg fra brydning og affald fra oparbejdning af malm	8
1.3 Forurening fra gråbjergsdeponi og det åbne brud efter nedlukning	9
1.3.1 Miljømæssige problemstillinger	9
1.3.2 Usikkerheder og afbødningsmuligheder	9
1.4 Forurening fra tailingsbasiner	11
1.5 Forurening ved dæmningsbrud	12
1.5.1 Vurdering af tailingsdeponier - forbehold og alternativer	12
1.6 Radioøkologi – miljøpåvirkning af stråling og radioaktive stoffer	13
1.6.1 Vurdering af miljøpåvirkning fra stråling - usikkerheder og forbehold	14
1.7 Luftbåren forurening	15
1.7.1 Luftforurening og drivhusgasudledning	15
1.7.2 Vurdering af luftkvalitet - usikkerheder og forbehold	15
1.8 Kemiske stoffer	17
1.8.1 Fluor	17
1.8.2 Svovlsyre	17
1.8.3 Saltsyre og natriumhydroxid	17
1.8.4 Flotationskemikalier	17
1.8.5 Natriumhypoklorit	18
1.8.6 Andre kemikalier	18
1.8.7 Vurdering af brug og bortskaffelse af kemikalier – usikkerheder og forbehold	18
1.9 Opsummering af hovedpointer fra miljøfaglig gennemgang af VVM-rapporten	19
Kapitel 2 – Centrale emner i den hidtidige VVM-process for Kvanefjeldprojektet	20

Indledning

Greenland Minerals A/S (GME) har i august 2020 indleveret en VVM-rapport for Kvanefjeld projektet ved Narsaq i Sydgrønland. På foranledning af Miljøstyrelsen for Råstofområdet (MR) har Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) og Grønlands Naturinstitut (GN) foretaget en miljøfaglig vurdering af denne VVM-rapport [1]. Hovedkonklusionen i DCE/GN's vurdering [1] er, at 'august 2020' versionen af VVM-rapporten for Kvanefjeldprojektet opfylder minimumskriterierne for hvad en VVM-rapport for et mineprojekt i Grønland bør indeholde, jf. "Retningslinjer for udarbejdelse af VVM-redegørelse (Vurderinger af Virkning på Miljøet) for mineraludnyttelse i Grønland, Råstofmyndigheden 2015". Det vurderes således, at VVM-rapporten kan skabe det fornødne grundlag for offentlig deltagelse i beslutningsprocessen og give myndighederne de nødvendige oplysninger til fastlæggelse af betingelserne for tilladelse og godkendelse af det foreslåede projekt. DCE/GN har dog identificeret en række emner med en vis usikkerhed, der bør afklares inden selve godkendelsesfasen kan påbegyndes.

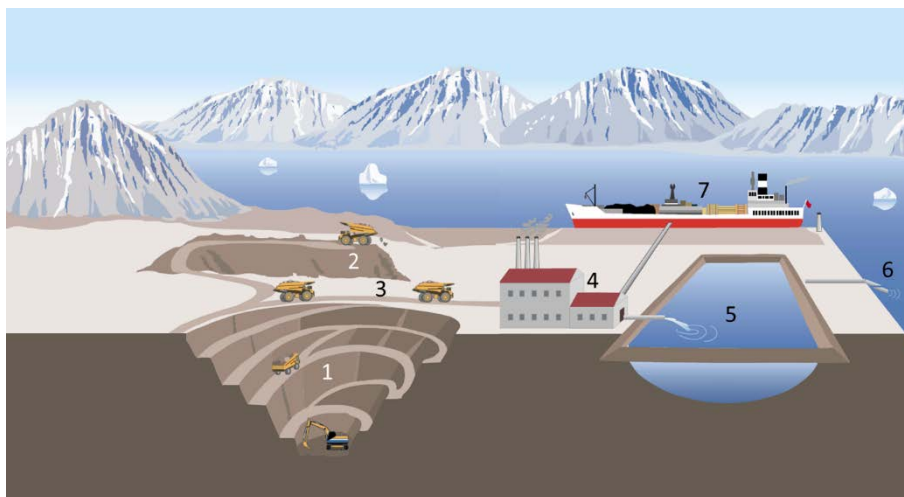
Som supplement til den miljøfaglige vurdering af VVM-rapporten [1] har MR bedt DCE/GN om at udarbejde nærværende notat, som i kapitel 1 opsummerer DCE/GN's vurdering af centrale miljøemner ved Kvanefjeld projektet, og i kapitel 2 beskriver den hidtidige VVM-proces, hvori centrale emner har været genstand for løbende kommentering fra henholdsvis Miljøstyrelsen/DCE/GN og revision fra Mineselskabet og dets rådgivere.

DCE/GN har i dette dokument ikke forholdt sig til eller inkluderet en beskrivelse af den administrative proces, der vil følge frem til en eventuel godkendelse eller opstart af mineprojektet.

Kapitel 1 – Centrale miljøemner

I følge projektbeskrivelsen i VVM-rapporten for Kvanefjeldprojektet vil minen indeholde en række forskellige trin gående fra brydning af malm i et åbent minebrud til de oparbejdede produkter kan udsendes fra området. DCE/GN vurderer, at flere af disse procestrin vil kræve særlig opmærksomhed for at modvirke væsentlige påvirkninger på miljøet.

Figur 1 viser en oversigt over de forskellige procestrin i en mine i Grønland, hvorfra man kan forestille sig, at der kan fremkomme væsentlige påvirkninger på miljøet. Udslip af forurenende stoffer til miljøet kan således ske fra et bredt udsnit af kilder og procestrin fra et lignende mineprojekt. Ofte vil der være overlappende miljøeffekt fra de forskellige procestrin, og det vil typisk være relevant at se på den samlede miljøbelastning fra f.eks. radioaktive og ikke radioaktive stoffer både i vand og i mineralsk støv, brug og udslip af proceskemikalier, langtidsstabilitet for deponier for radioaktive og ikke radioaktive stoffer i gråbjerg og tailings mv.



Figur 1 - Konceptuel mine i Grønland med udvalgte procestrin. 1: Åben mine, 2: Deponi til gråbjerg (overskudsklippe), 3: Transportveje og tungt maskinel, 4: Diverse fabriksanlæg til bla. fysisk/kemisk oparbejdning af malm, produktion af proceskemikalier og elværk, 5: Tailingsdeponi (affald fra malmbearbejdning), 6: Udledning af vand til havmiljøet, 7: Havneanlæg. (Modificeret figur efter DMU Temarapport 38/2001.)

I de følgende afsnit findes en kort beskrivelse af de centrale miljøemner, som er forbundet med et eller flere af de forskellige procestrin ved Kvanefjeldprojektet.

1.1 Situationsplan over centrale anlæg ved Kvanefjeldprojektet

Figur 2 viser en situationsplan over de centrale anlæg ved Kvanefjeldprojektet, som de er beskrevet i VVM-rapportens 'Figure 11 Project Layout'

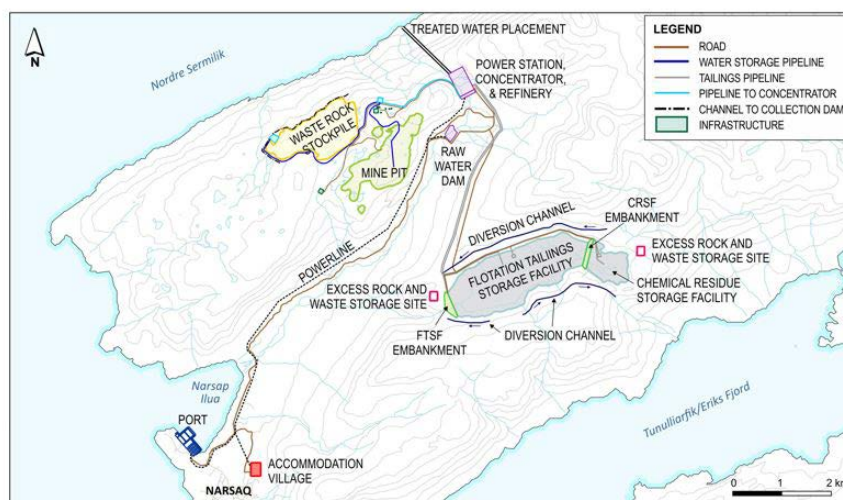


Figure 11 Project layout

Figur 2 - Situationsplan over mineprojektet ved Kvanefjeld. (Kilde: Greenland Minerals A/S, Kvanefjeld Project - Environmental Impact Assessment, August 2020)

Situationsplanen viser den planlagte placering af blandt andet:

- det åbne brud ('mine pit')
- deponi til gråbjerg ('waste rock stockpile')
- transportveje ('road')
- diverse fabriksanlæg ('power station, concentrator & refinery')
- tailingsdeponier ('flotation tailings storage facility (FTSF)' & 'chemical residue storage facility (CRSF)')
- tailingsdæmningerne ('FTSF embankment & CRSF embankment')
- udledningspunkt til Bredefjord/Nordre Sermilik ('treated water placement')
- havneanlægget ('port')

1.2 Udvinning og efterbehandling af malm ved Kvanefjeld

I projektbeskrivelse for Kvanefjeldfjeldsprojektet beskrives brydning af malm og gråbjerg, mineralseparation og kemisk behandling af det producerede mineralkoncentrat. Projektet adskiller sig fra andre grønlandske mineprojekter ved at have kemisk oparbejdning af malmen i Grønland og ved at malmen indeholder radioaktive stoffer som f.eks. uran (U) og thorium (Th). Udover affaldet (engelsk: 'tailings') fra den fysiske separation af værdimineraler fra malmen vil projektet også producere store mængder gråbjerg. Gråbjerg (engelsk: 'waste rock') er klippemateriale, der skal fjernes for at muliggøre brydning af malmen, men som ikke indeholder mineraler, der er økonomisk rentable at udnytte. Efter planen vil Kvanefjeldprojektet medføre dannelse af ca. 3 millioner tons gråbjerg i gennemsnit per år og godt 100 millioner tons gråbjerg i alt i projektets forventede levetid på 37 år.

1.2.1 Hovedprocesser i malmforarbejdning.

Brydning af malmen vil ifølge projektbeskrivelsen blive udført som konventionel malmbrydning i åbent brud med sprængninger af fjeldet efterfulgt af grov- og finknusning af malmen. Den nedknuste malm gennemgår derefter to ekstraktionstrin i først en fysisk koncentrator (engelsk: 'concentrator') efterfulgt af kemisk udludning i et raffinaderi (engelsk: 'refinery').

I koncentratoren sker en fysisk opkoncentrering af værdimineralerne i malmen, således at man efter dette trin har et koncentrat, som udgør ca. 10% af malmen. Opkoncentreringprocessen er en våd proces, der kaldes flotation, som involverer flere flotationskemikalier, og som producerer et produkt kaldet flotationskoncentrat, der blandt andet indeholder de sjældne jordarters metaller og ca. 50% af malmens uranindhold. I koncentratoren produceres også et salgbart zink-koncentrat, som kan eksporteres. Restproduktet fra koncentratoren kaldes flotationstailings (i det efterfølgende kaldet F-tailings) og udgør ca. 90% af den oprindelige mængde malm. Tailings har ingen handelsmæssig værdi og er mineprojektets mængdemæssigt største affaldsprodukt. Opkoncentreringen i koncentratoren kan af forskellige tekniske årsager dog ikke udvinde det fulde indhold af værdimineraler, og ca. halvdelen af malmens oprindelige indhold af uran (U) på ca. 0,03 % U vil blive deponeret som tailings, der således vil have en uran koncentration på ca. 0,015%.

Fra koncentratoren sendes flotationskoncentratet videre til raffinaderiet, hvor det behandles med forskellige typer syre. I denne proces opløses de sjældne jordarters metaller og uran i syren, hvorfra der ved en række kemiske processer kan udskilles koncentrat indeholdende sjældne jordarters metaller og uranoxid ('yellow cake'), som er de vigtigste salgsprodukter. Affaldet fra disse processer er en særlig type kemisk tailings (i det følgende benævnt K-tailings; engelske betegnelse 'chemical residue tailings') der indeholder en række radioaktive og ikke-radioaktive stoffer.

De salgbare mineralkoncentrater vil udgøre ca. 1% af den samlede mængde brudt malm. De resterende ca. 99% vil skulle deponeres i egne affaldsdepoter som enten F- eller K-tailings, der ifølge det internationale atomenergi-agentur begge klassificeres som lav-radioaktivt affald.

1.2.2 Gråbjerg fra brydning og affald fra oparbejdning af malm

Ved brydning af malm vil der blive produceret omtrent lige store mængder gråbjerg (dvs. overskudsklippe) og malm. Ifølge projektbeskrivelsen vil gråbjerg blive deponeret i store bunker på fjeldet nord-vest for minebruddet.

F- og K-tailings vil blive deponeret i den nuværende Taseq sø i et samlet tailingsdeponi (engelsk: 'tailings storage facility', (TSF)), der vil blive underopdelt i to specifikke reservoirer med de engelske betegnelser 'flotation tailings storage facility' (FTSF) og 'chemical residue storage facility' (CRSF). I løbet af minens samlede levetid på 37 år vil der blive deponeret ca. 100 mio. tons F-tailings og ca. 10 mio. tons K-tailings. Ved det nuværende udløb af Taseq søen og mellem FTSF og CRSF vil der blive opført to store dæmninger, som skal tilbageholde vand, F-tailings og K-tailings.

1.3 Forurening fra gråbjergsdeponi og det åbne brud efter nedlukning

1.3.1 Miljømæssige problemstillinger

Gråbjerget ved Kvanefjeld indeholder ligesom malmen forhøjede koncentrationer af en række grundstoffer som bl.a. fluor, sjældne jordarters metaller og radioaktive stoffer som uran/thorium og deres henfaldsprodukter.

Brydning og deponering af gråbjerget vil medføre at nye overflader på klippe, sten og grus blotlægges og udsættes for nedbrydning af vind og vejr. Drænvand fra nedbør, der falder på gråbjergsbunkerne, vil medføre, at en del af ovennævnte grundstoffer transporteres videre ud i miljøet. Drænvand fra gråbjerget kan således udgøre en miljømæssig risiko, såfremt mængderne af drænvand og stofkoncentrationerne i vandet ikke er tilstrækkeligt lave.

Drænvand fra det åbne brud efter nedlukning af minen kan, ligesom drænvand fra gråbjerg, udgøre en miljømæssig risiko. Drænvandet fra bruddet vil indeholde forvittringsprodukter fra klippematerialet i væggene af bruddet, der især består af lavlødig malm og derfor også indeholder forhøjede koncentrationer af ovennævnte stoffer.

Ifølge projektbeskrivelsen for Kvanefjeldprojektet vil drænvand fra gråbjerg blev udledt direkte til miljøet i minens anlægsfase samt efter nedlukning af minen. I minens produktionsfase vil drænvandet blive opsamlet og anvendt som procesvand til malmforarbejdning. I anlægsfasen og efter nedlukning af minen vil drænvandet strømme til søen 'SW Lake', hvor det vil blive fortyndet med naturlige vandløb i oplandsområdet, og til sidst ende i Bredefjord.

Drænvand fra det åbne brud vil efter forudsigelserne kun forekomme efter nedlukning af minen. Her vil bruddet gradvist blive fyldt op med regnvand og til sidst flyde over. Der vil blive gravet kanaler for at lede drænvandet til SW Lake og Bredefjord. Vand fra bruddet kan muligvis også ende i Kvane Elv/Narsaq Elv, hvis der efterfølgende sker udsivning fra bruddets vægge, da bruddet er lokaliseret i oplandsområdet for disse elve.

Mineselskabet har i deres VVM-rapport lavet forudsigelser af miljøpåvirkninger fra både drænvand fra gråbjerg og det åbne brud. Disse forudsigelser er baseret på geokemiske undersøgelser af bjergarterne og modelberegninger for fortyndinger af drænvand i Bredefjord. Disse forudsigelser tyder på en meget begrænset påvirkning af udledningsområdet i Bredefjord, som især skyldes den store opblanding og fortynding med havvand i Bredefjord.

1.3.2 Usikkerheder og afbødningsmuligheder

Der vil altid være betydelige usikkerheder forbundet med forudsigelser af vandkvalitet og forurening fra drænvand fra store mængder gråbjerg, som der er tale om i Kvanefjeldprojektet, og fra åbne brud. Usikkerheden skyldes, at det kun er praktisk muligt at lave geokemiske undersøgelser på en begrænset mængde af materialet, der således antages at være repræsentativt for ca. 100 mio. tons gråbjerg, og at en række faktorer som bl.a. nedbørsmængde, temperatur, eksponeret overfladeareal og vandgennemstrømning, som er vanskelige eller umulige at simulere i laboratorieforsøg, har indflydelse på den endelige vandkvalitet.

Mineselskabets beregninger og forudsigelser for vandkvaliteten af drænvand er ikke opdateret med de seneste data og anbefalinger fra DCE/GN, som ville kunne bidrage til at reducere usikkerheden. Det vurderes dog, at en opdatering sandsynligvis ikke vil ændre på den overordnede konklusion om en meget begrænset påvirkning i Bredefjord. Det skyldes især den forventede store fortynding af drænvand i Bredefjord som modelleret af Dansk Hydraulisk Institut (DHI).

Selvom de foreliggende oplysninger ikke tyder på, at afstrømning af vand fra gråbjergsdeponiet vil have en betydelig påvirkning på havmiljøet i Bredefjord, er der som nævnt stadig en vis usikkerhed/risiko forbundet med forudsigelsen. Hvis driften påbegyndes, vurderer DCE/GN, at miljørisikoen kan reduceres ved detaljeret overvågning af dels afstrømningsvandet fra gråbjergsdeponiet og dels havmiljøet i Bredefjord. Dette er med henblik på at bekræfte/validere de forudsigelser, der indgår i VVM-rapporten og baggrundsdokumenterne og iværksætte tiltag til afbødning af påvirkningen, hvis forudsigelserne ikke holder stik.

Overvågningen kan med fordel iværksættes meget tidligt i anlægsfasen. På dette tidspunkt vil afstrømningen fra gråbjerget kun give et meget lille bidrag til udledningerne i Bredefjord, og de laveste stofkoncentrationer og den potentielle miljøpåvirkning kan derfor forventes at være lav. I tilfælde af det i overvågningen observeres, at vandkemien i drænvandet afviger markant fra de forventede værdier og/eller eventuelle andre tegn på miljøpåvirkning, kan mineselskabet forpligtes til at indsamle og rense drænvandet allerede i minens konstruktionsfase. Alternativt kan mineselskabet forpligtes til at adskille de forskellige hovedtyper gråbjerg, når de deponeres, med henblik på en eventuel senere omplacering. Efter en vurdering af resultaterne for miljøovervågningen kan selskabet senere forpligtes til at anvende alternative deponeringsløsninger for bjergarter, som udgør en miljømæssig risiko med henblik på at reducere udvaskningen. Sådanne alternative løsninger til deponering kan fx være at fylde det tomme brud med bjergarterne efter nedlukningen af minen (dette kræver mere detaljerede undersøgelser, før det kan vurderes). Hertil kommer, at mineselskabet også kan forpligtes til at rense drænvandet i en årrække efter nedlukningen af minen, og indtil acceptable koncentrationsniveauer opnås.

Med hensyn til drænvandet fra det åbne brud efter nedlukningen kan miljørisikoen tilsvarende reduceres ved detaljeret løbende overvågning af kvaliteten af vandet i bruddet, så forudsigelserne i VVM-rapporten og dens bilag kan bekræftes, og så evt. tiltag senere kan iværksættes, hvis forureningsniveauet bliver større end forventet. Mineselskabet kan f.eks. forpligtes til at rense vandet i en årrække efter nedlukningen af minen, og indtil acceptable koncentrationsniveauer opnås, hvis vandkvaliteten ikke opfylder krav fastsat i godkendelsen.

1.4 Forurening fra tailingsbasiner

Oparbejdning af malm vil producere to primære affaldsstrømme (se afsnit 1.1.1.), nemlig F-tailings ('flotations tailings') og K-tailings ('chemical residue tailings'). I løbet af minens produktionsfase vil F-tailings blive deponeret i tailingsdepotet FTSE, mens K-tailings vil blive deponeret i tailingsdepotet CRSF (se afsnit 1.1.2). I produktionsfasen vil proces- og overskudsvand fra begge affaldsdepoter blive recirkuleret, og der er ikke beskrevet planlagte udledninger til miljøet fra disse deponier.

I minens nedlukningsfase vil produktionen af F- og K-tailings ophøre og vandet i affaldsdepoterne vil blive rensset indtil det opfylder de grønlandske vandkvalitetskriterier. VVM-rapporten beskriver, at det vil tage 6 år at nå til den påkrævede vandkvalitet. I løbet af denne periode vil det rensede vand fra tailingsdeponierne blive udledt til Bredefjord. Herefter vil vandrensning stoppe og den tilstrømmende nedbør vil få vandstanden til at stige i begge tailingsdeponier. Når vandstanden når et givent niveau, vil blandingen af rensset vand og nedbør blive udledt til Taseq Elv via et overløb på den nederste dæmning. Ifølge VVM-rapporten vil koncentrationerne i overløbsvandet være under det grønlandske vandkvalitetskriterie med undtagelse af fluor, som findes i et naturligt forhøjet niveau i regionen.

Ifølge VVM-rapporten vil vandet i deponierne for F- og K-tailings recirkuleres i et lukket kredsløb igennem hele driftsperioden, og selskabet forventer derfor ikke at forurening vil spredes til den omkringliggende natur i driftsperioden. DCE/GN vurderer dog, at følgende forhold kan give anledning til påvirkninger i miljøet:

- 1) Vandet i det største af de to tailingsdeponier 'FTSE' vil med tiden opnå koncentrationer af bl.a. fluorid, der vil være så højt, at det vil være giftigt at drikke for mennesker og dyr. DCE/GN formoder dog, at adgang til tailingsdeponierne vil blive afspærret af sikkerhedsmæssige grunde i løbet af drifts- og nedlukningsperioden.
- 2) Ved meget kraftig blæst (Føhnvind) kan der blive ophvirvlet forurenset vand fra tailingsdeponierne. Hvis dette ophvirlede vand ender i drikkevandsoplandet få kilometer derfra, vil det kunne bevirke, at drikkevandet kommer til at indeholde koncentrationer af fluor, der ligger over drikkevandskriteriet. Overskridelsen af grænseværdien vil dog sandsynligvis være kortvarig.
- 3) Udsivning af forurenset grundvand fra begge tailingsdeponier gennem sprækker i grundfjeldet er en mulig transportvej for spredning af forurening ud i miljøet. Deponiet for K-tailings vil ifølge projektbeskrivelsen have en underliggende membran, der skal forhindre udsivning. For at mindske risikoen for udsivning gennem endnu ukendte sprækker i fjeldet, har DCE/GN anbefalet, at myndighederne forlanger, at selskabet skal foretage geotekniske undersøgelser som led i §19/43 godkendelsen med det formål at sikre, at eventuelle sprækker i fjeldet bliver tilstrækkeligt tætnet, så ukontrolleret udsivning kan forhindres.

1.5 Forurening ved dæmningsbrud

F- og K-tailings vil blive permanent deponeret bag store dæmninger i den nuværende Taseq sø. Langtidsholdbarheden af disse tailingsdæmninger er et meget centralt miljømæssigt aspekt af Kvanefjeldprojektet. Ifølge dæmningsbeskrivelsen i VVM-rapporten vil begge dæmninger blive opført efter den bedst tilgængelige teknologi og designet til at kunne holde de kommende 10.000 år. På anbefaling af DCE/GN har selskabet dog udført en række simuleringer af, hvilke miljøpåvirkninger der ville opstå i det usandsynlige tilfælde, at dæmninger i større eller mindre grad bryder sammen. I VVM-rapporten har selskabet således beskrevet miljøkonsekvenserne af tre forskellige typer svigt eller brud på tailingsdæmningen.

Det værst tænkelige scenarie med den største miljøpåvirkning vil opstå som følge af en total sammenstyrtning af dæmningen, der opdæmmer det største af de to tailingsdeponier/FTSF. I dette tilfælde vil en lavine af F-tailings og forurenat vand med stor kraft oversvømme Taseq Elv og store dele af Narsaq dalen. Tailings vil blive aflejret både i dalen og i havet ud for dalen (Narsaq Ilua) med stor miljøpåvirkning af dyre- og planteliv i de oversvømmede områder til følge. Udover denne direkte påvirkning vil den lav-radioaktive tailings kunne blive spredt i miljøet og medføre en øget bestrålingsrisiko for både natur og mennesker. Simuleringen af det katastrofale dæmningsbrud viser dog, at det ikke vil bringe beboere i Narsaq by i direkte fare, med mindre mennesker opholder sig netop i det område af dalen, hvor tailingslavinen ville komme rullende.

1.5.1 Vurdering af tailingsdeponier - forbehold og alternativer

Mineselskabets konsulenter har benyttet et avanceret computerprogram (IDEAS simulation software, Andritz Inc.) til at beregne hvor meget forurening, der vil ende som henholdsvis bundfældet tailings og vanddække i de to tailingsdeponier. Beregningerne omfatter både perioden med aktiv minedrift og tiden efter minen er lukket. Computersimulering af stofkoncentrationer er en generelt accepteret tilgang til at beskrive fremtidige koncentrationsværdier ved en række industrielle processer. Som med alle modelberegninger kan det dog ikke udelukkes på forhånd, at virkelighedens koncentrationsværdier kan afvige fra de simulerede værdier. DCE/GN anbefaler derfor, at der på forhånd fastsættes grænseværdier for udledning af muligt forurenende stoffer, så en god miljøtilstand kan sikres under alle tilfælde. Skulle det på et senere tidspunkt vise sig, at en eller flere af grænseværdierne overskrides eller at forudsætningerne og beregningerne i VVM-rapporten ikke holder, er det vigtigt, at selskabet pålægges at rense det vand, der pumpes til tailingsdepoterne.

Som beskrevet i VVM-rapporten vil tailingsdeponierne forblive dækket med vand efter minedriften er ophørt. VVM-rapporten beskriver dog også en alternativ mulighed, hvor vanddækket over F- og K-tailings drænes bort. Efter afdræning kan F- og K-tailings overdækkes med et special designet lag, således at tailingsbasinnerne for eftertiden vil blive efterladt som et tørt område uden store mængder opdæmmede vand. I VVM-rapporten forpligter selskabet sig til løbende at holde sig orienteret om den tekniske udvikling indenfor metoder til tildækning af tailings, således at den bedste tildækningsmetode vil blive anvendt, når minen lukker.

1.6 Radioøkologi – miljøpåvirkning af stråling og radioaktive stoffer

Ifølge VVM-rapporten indeholder både malmen og gråbjerg ved Kvanefjeld de radioaktive grundstoffer uran (U) og thorium (Th). Malmen har i gennemsnit en koncentration på 0,03% U og 0,08% Th, mens gråbjerg i gennemsnit indeholder 0,01% U og 0,03% Th. Malmen og gråbjerg ved Kvanefjeld klassificeres som naturligt forekommende radioaktive materialer (engelsk: naturally occurring radioactive materials, NORM).

Ved oparbejdning af malmen udvindes ca. halvdelen af malmens oprindelige uranindhold. Den anden halvdel forbliver i tailings og vil blive deponeret i tailingsdeponierne for F-tailings ('flotationstailings') og K-tailings ('chemical residue tailings'). Også uranets radioaktive henfaldsprodukter vil blive indeholdt i tailingsdeponierne. F- og K-tailings er klassificeret som teknologisk behandlet naturligt forekommende radioaktive materiale (Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material, TENORM) og har en specifik aktivitet på hhv. 45 og 343 Bq/g, som ifølge det internationale atomenergiagentur (International Atomic Energy Agency (IAEA)) svarer til kategorien 'lav-radioaktivt affald'. I løbet af minens samlede levetid på 37 år vil der således blive dannet ca. 110 mio. tons lavradioaktivt affald, som vil skulle deponeres permanent i dertil egnede tailingsdeponier.

Under normale driftforhold i minen vil spredning af U, Th og deres henfaldsprodukter som Ra (radium), Rn (radon, thoron), Pb (bly), Po (polonium) kunne forekomme fra alle faser af produktionen, som for eksempel brydning, nedknusning, transport, udludning af malmen, samt fra deponering af gråbjerg og tailings, og udledning af rensset procesvand til Bredefjord. I tilfælde af uheld vil disse stoffer kunne blive spredt i miljøet enten fra spild af yellowcake (uran oxid) ved transport, spild af procesvand, samt fra større eller mindre brud på tailingsdæmningen.

Normale driftforhold vil også give anledning til dannelse og frigivelse af de radioaktive gasarter radon (^{222}Rn), som er et henfaldsprodukt af ^{238}U og thoron (^{220}Rn), som er et henfaldsprodukt af ^{232}Th . For at begrænse frigivelse af gammastråling fra tailings, samt udslip af radon og thoron fra tailingsdeponierne er de designet med et permanent vanddække, som effektivt begrænser gammastråling og frigivelsen af de radioaktive gasarter.

Dyr, fisk og fugle kan blive forurenede ved enten at spise eller indånde radon og radioaktivt støv (intern eksponering) eller ved at blive udsat for gammastråling (ekstern eksponering). Det samme gælder for mennesker. Hvis man indtager forurenede drikkevand eller spiser dyr, der har ophobet radioaktive stoffer, kan det udgøre en sundhedsrisiko. Man kan også indånde radon og thoron, eller støv, der indeholder radioaktive stoffer (intern eksponering). Man kan også blive udsat for gammastråling fra radioaktive stoffer i malm eller støv, der kan spredes fra mineområdet enten under normal drift eller i tilfælde af en katastrofal sammenstyrtning af tailingsdæmningen.

1.6.1 Vurdering af miljøpåvirkning fra stråling - usikkerheder og forhold

Vurderingen af miljøpåvirkningen fra stråling og radioaktive stoffer har været et meget centralt emne i DCE/GN's vurdering af VVM-rapporten for Kvanefjeldet siden den første udgave blev indleveret i 2015. Rapporterne der ligger bag mineelskabets konklusioner har været genstand for adskillige revisioner. Selskabet konkluderer i den seneste version af VVM-rapporten (august 2020) at:

"Samlet set forventes Kvanefjeld-projektet kun at frigive små mængder ekstra radioaktivitet til miljøet og forventes ikke at resultere i en skadelig påvirkning eller forvolde betydelig skade på dyreliv eller mennesker, der lever i eller besøger området. Det forventes, at strålingseksponeringen ikke vil være signifikant anderledes end de nuværende forhold (baggrund)."

Mens selskabet hovedkonklusion fremstår begrundet udfra VVM-rapportens baggrundsrapporter, vurderer DCE/GN, at der eksisterer en vis usikkerhed omkring væsentlige miljøforhold, som bør afklares inden en eventuel godkendelse af mineprojektet. En detaljeret beskrivelse af disse emner kan findes i [1]. Kort opsummeret omhandler disse problemstillinger usikkerhed ved blandt andet:

1. Spredning af radioaktive og ikke-radioaktive stoffer ved nedlukning af gråbjergsdepotet og det åbne brud,
2. behovet for løbende at kontrollere koncentrationer af radioaktive stoffer i miljøet, i tailingsbassinerne og i drikkevandet til Narsaq både før og efter konstruktionsfasen sættes i gang,
3. samt løbende miljømonitoring gennem minens drift- og nedlukningsperiode.

Derudover foreligger en vigtig usikkerhed i forhold til vurdering af de radioøkologiske konsekvenser ved et større eller mindre brud på tailingsdæmningen forårsaget af, at selskabet i dets beregninger har benyttet baggrundskoncentrationer af radioaktive stoffer som input til konsekvensberegningerne, og ikke den reelle koncentration af disse stoffer i tailingsvandet. Skulle der vise sig at være betydelige afvigelser fra de antagede værdier, kan der opstå behov for en tidligere opstart af vandrensning.

1.7 Luftbåren forurening

Frigivelse af store mængder mineralsk støv i forbindelse med minedrift kan være en væsentlig årsag til spredning af både ikke-radioaktivt og radioaktiv forurening i miljøet. Kilderne til støvspredning er mangfoldige, da mineralsk støv dannes som et uundgåeligt biprodukt ved sprængning, nedknusning og findeling af klippestykker, samt ved kørsel på ikke-asfalterede veje. Spredning af støv til miljøet kan dog begrænses via forskellige støvdæmpende tiltag. Selskabet har som en del af baggrundsdokumentationen for VVM-rapporten inkluderet en plan for støvdæmpende tiltag, der vil blive implementeret i mineprojektet, og som vil følge bedst tilgængelig teknik (engelsk: 'best available technology').

Kvanefjeldprojektets samlede miljøpåvirkning fra støv er beskrevet i VVM-rapporten på baggrund af en række støvpredningsberegninger. Disse beregninger er udført med en avanceret computermode (Calpuff, godkendt af US EPA), der tager højde for blandt andet områdets topografi, vindforhold og mængden af støv, der bliver udledt per støvkilde henover et helt kalenderår. Resultaterne i VVM-rapporten er beskrevet som et worst-case scenarie, da den planlagte brug af støvdæmpende tiltag ikke er inkluderet i modellen. I forhold til de i VVM-rapporten fremlagte resultater for støvmodellering, beskriver selskabet, at virkelighedens støvbelastning kan være op til 63% mindre end det modellerede.

Resultaterne fra spredningsberegningerne viser imidlertid, at forhøjede støvkoncentrationer af både svævestøv og støvnedfald kan forventes lige omkring minebruddet og på fjeldet nord for Narsaq dalen. De kraftigste støvkoncentrationer vil findes ved selve det åbne brud. Støv fra kørsel med tungt maskinel på de ikke-asfalterede vejstrækninger er dog den kilde, der er forudsagt til samlet set at generere den største mængde støv ved mineprojektet.

1.7.1 Luftforurening og drivhusgasudledning

Kvanefjeldprojektet vil ifølge projektbeskrivelsen være en meget energikrævende virksomhed. Elektricitet vil blive produceret i et stort dieselfyret elværk, som kræver en årlig import af 56.000 m³ diesel. Udover miljørisikoen ved spild af dieselolie ved aflastning, transport og oplag, vil både energiproduktion i elværket, kørsel med tungt vejgående maskinel og kemikalieproduktion i kemianlæggene give anledning til udledning af kvælstofilter (NO_x), svovlilter (SO_x), sod, forbrændingspartikler mv., som alle kan have en påvirkning på luftkvaliteten i området. Udledningerne til atmosfæren skal dog til alle tider overholde udledningskravene i de gældende EU-direktiver.

Energiproduktionen vil desuden udlede store mængder kuldioxid (CO₂) som er en kraftig drivhusgas. Kvanefjeldprojektet vil med den beskrevne energiforbrug således forøge det samlede udslip af drivhusgasser fra Grønland med ca. 41% i forhold til officielle emissionstal for Grønland anno 2015.

1.7.2 Vurdering af luftkvalitet - usikkerheder og forbehold

Vurderingen af luftkvalitet og miljøpåvirkningen fra både radioaktivt og ikke-radioaktivt støv har været et væsentligt emne i DCE/GN's vurdering af VVM-rapporten for Kvanefjeldet siden den første udgave blev indleveret i 2015. DCE/GN vurderer, at en løbende monitoring af støvudledning fra alle

relevante kilder, samt mængder af svævestøv og støvnedfald i miljøet og i Narsaq vil være vigtig i både konstruktions- og produktionsfasen for minen for at kontrollere, at den modellerede miljøbelastning fra støv er korrekt, samt at støvdæmningsforanstaltningerne fungerer efter hensigten.

1.8 Kemiske stoffer

I følge VVM-rapporten for Kvanefjeldprojektet vil der blive importeret, produceret og forbrugt store mængder kemikalier. Selskabet planlægger således en årlig import af 270.000 tons kemikalier, inklusiv salt og svovl til projektets kemianlæg. Nogle af kemikalierne vil blive opbrugt i forarbejdningen af malm, mens andre vil blive omdannet til andre stoffer som slutteligt vil blive udledt til naturen eller tailingsdeponierne, eventuelt efter en delvis fjernelse. I det følgende er en kort beskrivelse af de væsentligste kemikalier, der ifølge projektbeskrivelsen vil blive dannet eller brugt i Kvanefjeldprojektet.

1.8.1 Fluor

Et særligt miljøproblem med malmen på Kvanefjeld er, at den indeholder det vandopløselige mineral villiaumit, som indeholder bla. fluor. Når mineralet opløses frigiver det sit fluor. I naturen opløses mineralet i regnvand og skaber naturligt forhøjede koncentrationer af fluor i vandmiljøet omkring Kvanefjeld. I forbindelse med minedriften vil store mængder af villiaumit i både malm og gråbjerg blive tilgængelig for udvaskning, hvilket kan medføre fluorudvaskning fra både gråbjergsbunken og tailingsdeponierne. Overvågning af fluorkoncentrationer i miljøet ved løbende monitoring vil være et centralt værktøj til at identificere og begrænse eventuelle udslip. I forbindelse med vandbehandling og vandrensning i drift- og nedlukningsperioden vil det opløste fluor-indhold i proces og tailingsvand blive udfældet som mineralet flusspat, som efterfølgende kan eksporteres og sælges.

1.8.2 Svovlsyre

Oparbejdning af malm i raffinaderiet kræver brug af svovlsyre. Denne syre vil blive produceret af importeret svovl i svovlsyrefabrikken. Efter brug vil det meste af svovlsyren blive deponeret i affaldsanlægget for kemisk affald. Inden deponering vil syren blive neutraliseret med kalk. Ved produktionen af svovlsyre i svovlsyrefabrikken vil der opstå gasformige udledninger til atmosfæren, som vil indeholde små mængder svovldioxid og svovltrioxid. Grænseværdier for udledning af disse forbindelser er fastsat i processpecifikke EU-direktiver.

1.8.3 Saltsyre og natriumhydroxid

I et særskilt procesanlæg vil importeret salt blive omdannet til saltsyre og natriumhydroxid under forbrug af store mængder elektrisk energi fra det diesel-fyrede kraftværk. I denne proces vil der blive dannet mindre mængder klorgas og saltsyretåger, som vil blive udledt til atmosfæren gennem en skorsten. DCE/GN anbefaler, at der etableres grænseværdier for disse udledninger. Det meste af den producerede saltsyre og natriumhydroxid vil reagere med andre stoffer og ende som en uskadelig saltopløsning i det vand, der uledes til Bredefjord.

1.8.4 Flotationskemikalier

Til adskillelsen af mineraler i koncentratoren vil der blive anvendt forskellige typer flotationskemikalier. En andel af kemikalierne vil binde sig på overfladen af zinkkoncentratet, som derefter bliver udskibet. Den resterende andel vil enten blive nedbrudt i separationsprocesserne eller blive deponeret i tailingsdeponiet. I minens produktionsfase vil vandet i tailingsdeponierne blive recirculeret. I nedlukningsfasen vil vandet blive oprenset og slutteligt udledt

til Bredefjord. Ifølge beskrivelsen i VVM-rapporten vil vandet blive rensat for flotationskemikalier inden udledning, således at slutkoncentrationen ikke vil have en påvirkning på miljøet. DCE/GN anbefaler, at en detaljeret beskrivelse af denne vandrensning skal forelægge førend en eventuel godkendelse af projektet.

1.8.5 Natriumhypoklorit

Under fremstilling af saltsyre og natriumhydroxid dannes et salgbart biprodukt natrium-hypoklorit (NaClO), som vil blive eksporteret. Stoffet er ætsende og kendes som hovedbestanden af blegevand. Større spild af dette kemikalie kan have lokale påvirkninger på vandmiljøet.

1.8.6 Andre kemikalier

VVM-rapporten nævner brug af 29 forskellige andre kemikalier, blandt andre følgende:

- Specialdesignede kemikalier til adskillelse af sjældne jorarters metaller
- Specialkemikalie til udtrækning af uran fra syreopløsningerne
- Kemikalier til rensning af procesvand

Alle disse specielle kemikalier vil for det meste ende i depotet for K-tailings, blandt andet efter at spildevandet er blevet rensat. Kun en mindre del af disse stoffer vil ende i Bredefjord. I VVM-rapporten kan man finde et kapitel, der handler om hvorledes den del af disse stoffer, der udledes, vil blive fortyndet til under grænseværdier inden for et begrænset område af Bredefjord.

1.8.7 Vurdering af brug og bortskaffelse af kemikalier – usikkerheder og forbehold

Udslip af anvendte kemikalier fra mineprojektet kan medføre væsentlige miljøpåvirkninger i området. For at undgå utilsigtede miljøpåvirkninger er det meget vigtigt, at der kun tillades anvendelse af kemikalier som myndighederne på forhånd har godkendt, samt at alle kemikalier håndteres og bortskaffes efter den bedste miljømæssige praksis (BEP) og gældende internationale standarder. Det er ligeledes meget væsentligt, at der løbende monitoreres for disse kemikalier i miljøet så uforudsete udslip og/eller miljøpåvirkninger hurtigt og effektivt kan identificeres, og modvirkende tiltag kan igangsættes.

1.9 Opsummering af hovedpointer fra miljøfaglig gennemgang af VVM-rapporten

Hovedkonklusionen i DCE/GN's vurdering [1] er, at 'august 2020' versionen af VVM-rapporten for Kvanefjeldprojektet opfylder minimumskriterierne for hvad en VVM-rapport for et mineprojekt i Grønland bør indeholde jf. "Retningslinjer for udarbejdelse af VVM-redegørelse (Vurderinger af Virkning på Miljøet) for mineraludnyttelse i Grønland, Råstofmyndigheden 2015".

DCE/GN vurderer, at VVM-rapporten kan skabe det fornødne grundlag for offentlig deltagelse i beslutningsprocessen og at give myndighederne de nødvendige oplysninger til fastlæggelse af betingelserne for tilladelse og godkendelse af det foreslåede projekt. DCE/GN har dog identificeret en række emner med en vis usikkerhed, af en type der bør afklares inden selve godkendelsesfasen kan påbegyndes.

Med udgangspunkt i VVM-vurderingen peger DCE/GN på:

- VVM-rapporten bør suppleres med visse undersøgelser inden en eventuel godkendelse af projektet. Disse supplerende undersøgelser har blandt andet til formål at bekræfte, at de hydrogeologiske forhold ved tailingsbassinerne er som antaget i VVM-rapporten og dens tekniske baggrundsstudier.

- Betydning af intensiv monitoring af miljøet for at bekræfte at de reelle miljøpåvirkninger ikke overstiger de beregnede påvirkninger. Denne indsats er vigtig at sætte i gang allerede i starten af minens anlægs- og driftfase, så en hurtig og effektiv forebyggende indsats kan sættes i gang, hvis udslip til miljøet afviger fra VVM-rapportens forudsigelser.

- Betydningen af at miljøregulering og driftsvilkår kan løbende skærpes, såfremt resultater fra miljømonitoring viser, at påvirkningen af miljøet er større end VVM-rapportens forudsigelser eller at ny viden om miljøpåvirkning berettiger disse eventuelle indskærpelser.

- Betydningen af at selskabet inden projektgodkendelse kan dokumentere, at tilstrækkelige teknologiske løsninger vil blive implementeret til at nedbringe stofkoncentrationer i udledninger til vand og luft, såfremt vilkårene i miljøreguleringen påbyder det.

Deponering af forurennet procesvand i tailingsbassinerne udgør en central problemstilling med afledte miljøeffekter også udenfor tailingsbassinerne. DCE/GN opfordrer derfor til, at myndighederne nøje overvejer, om der bør indføres krav om yderligere rensning af procesvandet, der udledes til tailingsdeponierne i Taseq allerede fra projektets opstart, da dette vil reducere miljørisikoen væsentligt på en række punkter.

Kapitel 2 – Centrale emner i den hidtidige VVM-process for Kvanefjeldprojektet

I kapitel 2 følger en kort opsummering af de centrale emner, der har været genstand for løbende kommentering fra DCE/GN og revision fra selskabet og dets konsulenter i den hidtidige VVM-proces, der har medført fire hovedversioner over en årrække på 5 år. Det fulde indblik i processen kan opnås ved gennemgang af en længere række notater fra DCE/GN med konkrete anbefalinger til både VMM-rapporten og de bagvedliggende baggrundsrapporter.

VERSION 1: Greenland Minerals (GME) indsendte første udkast til en VVM-rapport for Kvanefjeldprojektet i oktober 2015 ('udkast 1'). På opfordring af EAMRA foretog DCE/GN en miljøfaglig vurdering af indholdet i dette udkast. Konklusionen af denne vurdering var, at udkastet havde en række mangler, der skulle udbedres førend VVM-rapporten levede op til retningslinjerne for udarbejdelsen af en VVM-rapport for et mineprojekt i Grønland (EIA-guidelines, MRA 2015). Kort opsummeret konkluderede DCE/GN, at udkastet var mangelfuldt i forhold til beskrivelsen af blandt andet:

- Geokemisk karakterisering af malm, tailings og gråbjerg, inklusiv vandkemi og udledning til Bredefjord
- Radioøkologi – miljøpåvirkning fra stråling og radioaktive stoffer
- Planer for håndtering af tailings og gråbjerg
- Baselineforhold for væsentlige stoffer i miljøet, samt flora og fauna
- Luftkvalitet, støvemissioner og støjpåvirkning
- Kemiske forhold i projektets vandstrømme (IDEAS modellering)
- Potentiel påvirkning af miljø og drikkevandsforsyning fra tailingsbassiner
- Nedlukningsplan, inklusiv beskrivelse af alternative løsninger for tailingsdeponierne

I 2017 traf EAMRA den administrative beslutning, at flere informationer var nødvendige at inkludere i VVM-rapporten omhandlende blandt andet:

- o Forbedret dokumentation omhandlende baselineforhold
- o Forbedret risikovurdering af tailingsdeponier og gråbjergsdeponi
- o Forbedret risikovurdering ifb. miljøpåvirkning af stråling og radioaktive stoffer
- o Forbedret risikovurdering ifb. projektets vandstrømme og kemiske profil (IDEAS modellering)

- o Forbedret risikovurdering ifb. luftkvalitet og vindbåren spredning af forurening, inklusiv forurennet vand fra tailingsdeponi i Taseq.
- o Forbedret sammenlignende analyse af miljøforholdene ved en 'våd' vs 'tør' nedlukning af tailingsdeponierne (dvs. med/uden vanddække efter nedlukning)
- o Forbedret beskrivelse af miljøforhold ved energiproduktion med tung fuelolie (HFO) vs diesel.

VERSION 2: På baggrund af DCE/GN's kommentarer forberedte selskabet via dets rådgivere 'version 2' af VVM-rapporten i efteråret 2018. I DCE/GN's miljøfaglige gennemgang af version 2 blev en række forhold identificeret, der nødvendiggjorde yderligere opdatering for at minimumskravene i EIA-guidelines ville være opfyldt. Udover en videreudbygning af udvalgte emner fra version 1, omhandlede disse mangler i version 2 blandt andet:

- Beskrivelse af udsivning af forurennet vand til miljøet fra tailingsdeponierne
- Beskrivelse og verifikation af stofstrømme i IDEAS modellering af projektets vandstrømme
- Forbedret radioøkologisk risikovurdering
- Forbedret beskrivelse af tailingsdeponier, inklusiv alternativer til våd deponering i Taseq
- Forbedret beskrivelse af udledninger til atmosfæren fra elværk, svovlsyre- og klor-alkalilæggende.

VERSION 3: På anvisning af EAMRA, indsendte GME en revideret 'version 3' i juni 2019. I DCE/GN's miljøfaglige vurdering af version 3 indførtes som et konstruktivt greb et klassifikationssystem i form af 'type 1' og 'type 2' kommentarer. Formålet med dette klassifikationssystem var, at man hermed med stor grad af klarhed kan angive, hvilke miljømæssige forhold myndighederne mener, der som minimum bør afklares i tilstrækkelig grad, inden VVM-rapporten lever op til minimumskravene i EIA-guidelines, og hvilket emner der kan afklares på et eventuelt senere projektstadium. Type 1 kommentarer omhandler emner, der bør løses, inden VVM-rapporten kan endeligt færdiggøres, mens type 2 kommentarer omhandler emner, der bør klarlægges, inden at en eventuel udnyttelsestilladelse under råstoflovens §19, §43 og §86 mfl. kan udstedes. Type 1 kommentarerne omhandlede følgende emner:

- Forbedret beskrivelse af miljøeffekter fra svovlsyre- og klor-alkalilæggende
- Forbedret beskrivelse af alternative løsninger for nedlukning af tailingsdeponierne
- Forbedret risikovurdering af radon- og thoronfrigivelser fra malm, gråbjerg og tailings

- Forbedret radioøkologisk risikovurdering
- Forbedret beskrivelse af vandkemi i tailingsdeponier og påvirkning af drikkevandsreservoir
- Forbedret modellering af miljøkonsekvenser ved brud på tailingsdæmningen
- Forberedt seismisk risikovurdering

VERSION 4: På anvisning af EAMRA, har GME fået udarbejdet et antal nye eller reviderede baggrundsrapporter, samt to reviderede udkast henover foråret/sommeren 2020. Som miljøfaglige rådgivere til EAMRA har DCE/GN løbende vurderet, om dette nye eller reviderede materiale løser de identificerede problemstillinger under 'type 1 kommentarne'. Forløbet ledte op til, at GME har indsendt 'august 2020' versionen af VVM-rapporten for Kvanefjeld-projektet, hvor alle problemstillinger under 'type 1 kommentarer' burde være adresseret. I forhold til VVM-rapportens version 3, er det DCE/GN's vurdering, at tilstrækkelige beskrivelser af alle problemstillinger under 'type 1 kommentarerne' nu er inkluderet via følgende referencer i 'august 2020' versionen:

- Opdateret konsekvensvurdering af radonemissioner, inklusiv følgevirkninger af dæmningsbrud (reference [6] i 'august 2020' version).
- Opdateret rapport om flora og fauna (reference [57] i 'august 2020' version).
- Opdateret studie af miljøkonsekvenser som følge af dæmningsbrud (reference [74] i 'august 2020' version).
- Opdateret risikovurdering vedrørende jordskælv og dæmningsstabilitet (reference [75] i 'august 2020' version), samt beskrivelse af regional seismik (reference [92] i 'august 2020' version).
- Opdateret beskrivelse af alternativer for nedlukning af tailingsdeponier (reference [77] i 'august 2020' version).
- Ny rapport omhandlende historiske dæmningsbrud og risikovurdering (reference [78] i 'august 2020' version).
- Ny rapport omhandlende teknisk beskrivelse af og miljøpåvirkninger fra svovlsyre- og klor-alkalianlæggende (reference [79] i 'august 2020' version).
- Ny luftkvalitetvurdering inkluderende spredning af forurening som følge af katastrofalt sammenbrud af tailingsdæmningen (reference [90] i 'august 2020' version).
- Opdateret beskrivelse af alternativ nedlukningsstrategi – tør nedlukning (reference [103] i 'august 2020' version).
- Opdateret radiologisk konsekvensvurdering, inklusiv afsnit om strålingsrisici som følge af katastrofalt sammenbrud af tailingsdæmningen (reference [110] i 'august 2020' version).

- Ny rapport omhandlende geokemisk risikovurdering fra ikke-radioaktive kontaminanter som følge af katastrofalt sammenbrud af tailingsdæmningen (reference [126] i 'august 2020' version).

Reference:

[1] Christian Juncher Jørgensen, Gert Asmund, Violeta Hansen, Yu Jia, Jens Søndergaard, Kim Gustavson, David Boertmann, Anders Mosbech and Josefine Nymand. 2020. DCE/GINR - Environmental review and technical assessment of: "Kvanefjeld Project. Environmental Impact Assessment" by Greenland Minerals A/S, August 2020. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 13 s.