

Vis



MAJOQQAP QAVA

Vurderinger af Virkninger på Miljøet

Greenland Anorthosite Mining

Rev.no.	Beskrivelse	Udarbejdet af	Kontrolleret af	Godkendt af
14, V11 Oktober i 2024	Sub 5	TEHE; Maks; JOCA; MOST; AES; ANSJ; KASP	ANSJ	GAM

Indhold

1.	Ikke-teknisk resumé.....	13
1.1.	Regional kontekst	13
1.2.	Flora og fauna.....	14
1.3.	Projektbeskrivelse	14
1.4.	Væsentlige miljøproblemer og konklusioner	16
1.5.	Afværgeforanstaltninger.....	19
2.	Introduktion.....	21
2.1.	Scoping og studieplan	21
2.2.	Baseline prøvetagning.....	21
2.3.	Offentlig høring	22
3.	Lovgivningsmæssige rammer	23
3.1.	Administration.....	24
3.2.	Søfartsbestemmelser, forpligtelser og retningslinjer	24
3.3.	Internationale forpligtigelser	25
4.	Beskrivelse af Majoqqap Qaava projektet	27
4.1.	Beliggenhed	27
4.2.	Mineralressourcen	28
4.3.	Minedrift	29
4.4.	Forarbejdningsanlæg og processering af malm	34
4.5.	Geokemisk karakterisering af malm og tailings	37
4.6.	Tailings deponi	38
4.7.	Infrastruktur	41
4.8.	Analyse af kritisk infrastruktur – risiko for nedbrud	47
4.9.	Skibstrafik	49
4.10.	Layout af mineområdet	55
4.11.	Personel	61
4.12.	Mulige alternativer.....	62
4.13.	Nedlukning og rehabilitering af Majoqqap Qaava-området	64
5.	Miljøstatus og konsekvensvurderinger	67
5.1.	Metode til vurdering af virkninger på miljøet.....	67
5.2.	Landskab og omgivelser	68
5.3.	Fysiske miljø.....	69
5.4.	Geokemi og tailings	72
5.5.	Støv	81
5.6.	Terrestrisk miljø	92
5.7.	Ferskvand	105
5.8.	Det marine miljø.....	135
5.9.	Invasive ikke-hjemmehørende arter.....	154
5.10.	Sensitive og beskyttede områder	154

5.11.	Udledninger.....	160
5.12.	Påvirkning fra affald og spildevand	163
5.13.	Risikovurdering af olie- og kemikaliespild	163
6.	Landskab, kulturarv og menneskelige aktiviteter	168
6.1.	Kulturarv og menneskelige aktiviteter	168
6.2.	Påvirkning af landskabet.....	169
6.3.	Interesseområder / konflikter	174
7.	Kumulative effekter.....	175
8.	Miljøhåndteringsplan	177
8.1.	Anvendelse af miljøhåndtering.....	177
9.	Miljøovervågningsplan.....	179
9.1.	Det marine miljø.....	179
9.2.	Ferskvandsovervågning	179
9.3.	Overvågning på land	181
9.4.	Udledning af spildevand	181
9.5.	Syredannelse fra tailings	182
9.6.	Rapportering	182
10.	Nedlukningsaktiviteter	184
10.1.	Ramme for foranstaltninger til nedlukning	184
10.2.	Rehabilitering og permanente ændringer af mineområdet	185
10.3.	Nedlukning af minen	186
10.4.	Konsekvensvurdering af nedlukning og perioden efter nedlukning	186
11.	Sammenfatning – Vurderinger af Virkninger på Miljøet.....	188
12.	Konklusioner	190
13.	Bibliografi, citater og referencer	191

Appendiks oversigt

Appendiks 1 Extension of mineral exploration license MEL 2019-162.

Appendiks 2 Conceptual Process Design.

Appendiks 3 Geochemistry - Multi-element analysis of anorthosite ore.

Appendiks 4 High-resolution overview map of the Majoqqap Qaava project area.

Appendiks 5 Leaching tests.

Appendiks 6 Environmental Impact Guidance Matrix

Oversigt over relevante baggrundsrapporter

(Relevante baggrundsrapporter fra sektion 13 Bibliografi, citater og referencer).

Baggrund I: Fera Science. GCL0156-UPT initial flush composite: Pseudokirchneriella subcapitata Growth Inhibition Test. York, United Kingdom: Fera Science Lt. (Fera Science, 2023b).

Baggrund II: NIRAS. Hydraulic model. Background note (NIRAS, 2024d).

Baggrund III: NIRAS. Calculations of expected noise related to the planned work at Majoqqap Qaava (NIRAS, 2024b).

Baggrund IV i/ii/iii: NIRAS Greenland A/S. Baseline Sampling, Majoqqap Qaava for Greenland Anorthosite Mining (NIRAS Greenland, 2024c).

Baggrund V: NIRAS. Land tailings deposits – structural stability risk analysis. Background note (NIRAS, 2024e).

Baggrund VI: GAM. Monitoring background dust concentration levels in ambient air at selected locations of MAQ (GAM, 2024).

Baggrund VII: NIRAS. Dust deposition MAQ - Majoqqap Qaava, Greenland Anorthosite Mining (NIRAS, 2024a).

Baggrund VIII: Wardell Armstrong. (2023). GREENLAND ANORTHOSITE MINING GEOCHEMICAL STUDY. Wardell Armstrong.

Baggrund IX: Fiskerøset - Greenland Anorthosite Mining. Arkæologisk forundersøgelse 2020. Nunatta Katersugaasivia Allagteqarfialu (Larsen, 2020).

Baggrund X: Navigational Safety Investigation NSI (ImaqPilot, 2024).

Baggrund XI: Majoqqap Qaava Social Impact Assessment (Rambøll, 2023a).

Figuroversigt

Figur 1: Den lovgivningsmæssige livscyklus for et mineprojekt i Grønland.....	24
Figur 2: Den administrative struktur i Mineralmyndigheden (MRA).....	24
Figur 3: Projektets placering og overordnede foreslåede projektkomponenter.....	27
Figur 4: Licenskort, der viser MEL 2019-162 og tilstødende licenser.....	28
Figur 5: Forenklet tværsnit af Majoqqap Qaava-komplekset (Myers, 1981).....	29
Figur 6: Design af det åbne brud og visualisering af tilkørselsvej.....	31
Figur 7: Konceptuelt design af deponi til overskuds- og tailings materialer ved minen.....	32
Figur 8: Konceptuel placering af oplagret anorthosit-malm og tailings materialer i nærheden af minebyen og forarbejdningsområdet. Stiplede vandniveauer repræsenterer en 100-års oversvømmelseshændelse.....	33
Figur 9: TSF illustrationer. Øverste figur viser et konceptuel TSF Tør landbaseret deponi. Nederste figur viser en visualisering af den transparente del af sø #2, der holder TSF Våd søbaseret deponi.....	41
Figur 10: Infrastrukturelt layout af Kuussuatsiaat-dalen og Majoqqap Qaava anorthosit-projektet. For at undgå enhver forvirring vedrørende topografiske skygger på satellitbilledet er områdets dræningssystem, inklusive søbredderne, blevet nøjagtigt kortlagt i Appendiks 4.....	43
Figur 11: Konceptuel tværsnit af transportvejen. Vej bredden vil være på 4,6 m i overensstemmelse med regler for enkeltsporede veje til minedrift (baseret på en forventet lastbilbredde på 2,5 m), med en 1 m bred afskærmingsbarriere, et 1 m bredt åbent V-formet afløb, Den totale vejbredder er således 6,6 m.....	44
Figur 12: Foreløbigt design af permanent flydende havneanlæg under klippefremspring.....	45
Figur 13: Skematisk tværsnit af anløbsbroen, der viser placeringen af pontonpram og en Handymax ved kaj.....	45
Figur 14: Tentativt layout af havne- og forarbejdningsanlægsområdet ved kysten.....	46
Figur 15: Oversigtskort over de to mulige navigationsruter fra Davis-strædet ind i minelejrområdet via enten en nordlig eller sydlig rute. Afstand A-E-F-D = 33 Nm. Afstand A-B-C-D = 26 Nm. Placering A repræsenterer venteområdet. Venteområdet syd for fyr i position 62°58N 050°53W.....	53
Figur 16: Foreløbig tidevandsbalance i Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat.....	54
Figur 17: Foreløbigt vandbalanceskema.....	60
Figur 18: Kort over projektområdet og projektdalen. Forkortelser W#1=WS #1 and W#2 = WS #2. For at undgå enhver forvirring vedrørende topografiske skygger på satellitbilledet er områdets dræningssystem, inklusive søbredderne, blevet nøjagtigt kortlagt i Appendiks 4.....	69
Figur 19: Årlige temperaturer i henholdsvis projektdalen og mineområdet i 2021.....	70
Figur 20: Nedbør i 2021 for Nuuk og Majoqqap Qaava.....	71

Figur 21: Kort, der viser fremherskende vindretninger i projektområdet. For at undgå enhver forvirring vedrørende topografiske skygger på satellitbilledet er områdets dræningssystem, inklusive søbredderne, blevet nøjagtigt kortlagt i Appendiks 4.	72
Figur 22: Målinger af fine partikler in-situ fra WS #1 i perioden fra 18. september 2021 til 12. september 2022. Forkortelserne refererer til n=antal enkeltmålinger i den pågældende station, PM _{2,5} = Partikeltæller 2,5 µm, PM ₁₀ = Partikeltæller 10 µm, AT= Lufttemperatur, DP=Dugpunktstemperatur, RH= Fugtighed og WB = Wet-bulb temperatur.	82
Figur 23: Dynamik af støvspredning i forhold til partikelstørrelse.	84
Figur 24: Støvspredning i forhold til partikeldiameter og vindhastighed for støv frigivet fra trafik på ikke-asfalterede veje (US.EPA, 1974).	85
Figur 25: Transportvej med 200 meter zoner på hver side af vejen og de generelt observerede faldvindretninger. For at undgå enhver forvirring vedrørende topografiske skygger på satellitbilledet er områdets dræningssystem, inklusive søbredderne, blevet nøjagtigt kortlagt i Appendiks 4.	87
Figur 26: Forventede støvpåvirkede zoner baseret på vindregime og topografi (stiplede pile markerer vejstationsplaceringer). For at undgå enhver forvirring vedrørende topografiske skygger på satellitbilledet er områdets dræningssystem, inklusive søbredderne, blevet nøjagtigt kortlagt i Appendiks 4.	88
Figur 27: Visualisering af forarbejdningsområde og TSF Tør området. Lilla (øverst) markerer det forventede aktive område med synlig støv-spredning fra vedvarende projektaktivitet. Lysegrøn (nederst) markering viser det forventede inaktive område med let partikelspredning.	90
Figur 28: Visualisering af mine- og sprængområder, herunder kløften og højderyggen, der potentielt virker for som en barriere mod støvspredning af >30 µm partikler mod syd. Lilla (øverst) markerer det forventede aktive område med synlig støvspredning, lysegrøn (nederst) markering viser det forventede inaktive område, påvirket af let partikelspredning fra vinden.	91
Figur 29: Støjfordeling under fuld arbejdsbelastning ved havn og forarbejdningsområde.	94
Figur 30: Støjfordeling under fuld arbejdsbelastning ved mineområdet.	95
Figur 31: El-, birke- og piletræer i et hedeområde i projektområdet (venstre) og hede – 1 m ² (højre).	96
Figur 32: Plantesamfund kortlagt ud fra luftfotos og verificering foretaget under feltarbejdet i 2021.	97
Figur 33: Dyrelivsobserveringer i 2020. For at undgå enhver forvirring vedrørende topografiske skygger på satellitbilledet er områdets dræningssystem, inklusive søbredderne, blevet nøjagtigt kortlagt i Appendiks 4.	99
Figur 34: Polarræv fanget af dyrelivskamera i december 2021, retning syd, vendt mod sø #2.	101
Figur 35: Rensdyr-udbredelse (rød) og kælvningsområder (blå). Projektstedet findes inden for den sorte cirkel. Ændret fra (Christensen, et al., 2016).	102
Figur 36: Vildtkamerabilleder af rensdyr i projektdalen i henholdsvis april og juli.	103
Figur 37: Målt vanddybde og strøm fra baseline undersøgelse. Bemærk, at vanddybden er dybden over dataloggeren. Højden over havets overflade kan ikke bestemmes, fordi højden af loggerne ikke måles. For at undgå enhver forvirring med hensyn til topografiske skygger på satellitbilledet er områdets afvandingsystem, herunder søbredderne, blevet nøjagtigt kortlagt i bilag 4.	106
Figur 38: Sø #2 akkumuleret volumen i forhold til dybde baseret på bathymetriske målinger.	107
Figur 39: Venstre: Strømhastigheder (m ³ /s) på nøglelokaliteter den 8. juni 2021, til højre: SonTek ADCP-måling ved sø #2 udløb.	107
Figur 40: Frekvensplot baseret på daglige nedbørsmålinger i Nuuk (17-års tidsserier).	108
Figur 41: Diagrammer, der viser forventet forskel i vandstand (m) gennem ferskvandssystemet under en 5- og 100-års nedbørshændelse.	109
Figur 42: Kort, der markerer de oversvømmelsesmodellerede sektioner vist i Figur 43.	109
Figur 43: Kort, der viser modellerede oversvømmelsscenarioer for 5, 30 og 100-årige nedbørshændelser på udvalgte strækninger.	110

Figur 44: Kort, der viser oversvømmelses omfang under forskellige nedbørshændelser. Pink visualiser en 1:10.000 års begivenhed.....	111
Figur 45: Sedimentspredning i sø #2 modelleret af MIKE 21 hydrodynamisk [HD] fleksibel model. Modelantagelser forudsætter tipping af materiale til søoverfladen med en konstant hastighed, der afspejler Scenarie B volumen.	113
Figur 46: Bathymetriske kort over sø#1 og sø#2.	114
Figur 47: Temperaturprofiler fra sø #2 (syd og nord) og sø #3.	114
Figur 48: Parametre og forudsætninger for boksanalyse af udvaskede elementet.	118
Figur 49: Gennemsnitligt celleantal af Pseudokirchneriella subcapitata i kontrolprøven og ufortyndet sammensat prøve afhængig af tid, i de endelige og supplerende test.	125
Figur 50: Kort over de 8 ferskvandsstationer.	126
Figur 51: Prøveudtagning (venstre) og eksempel på prøve (højre).	127
Figur 52: Øresten klargjort til analyse fra fjeldørred fanget ved Majoqqap Qaava og eksempel til laser aflæsning.	129
Figur 53: Vandfald ved udløbet i fjorden (venstre) og ved indgangen til sø #1 (højre).	130
Figur 54: Stime af fjeldørreder (10 fisk) tæt på udløbet til fjorden (venstre) og en stime af hundestejler i elven mellem sø #4 og sø #2 (højre).	130
Figur 55: Vigtigt område for fiskeri af fjeldørred ved Qeqertarsuatsiaat.	131
Figur 56: Vigtigt område for fiskeri af fjeldørred ved Qeqertarsuatsiaat.	131
Figur 57: Kort, der viser prøver af fjeldørred.	133
Figur 58: Temperatur og saltholdighed i Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat den 25. august 2021.	136
Figur 59: Fangststatistik over fire sælarter registreret af fangere fra Qeqertarsuatsiaat i perioden 2009-2020 (APN, 2022).	139
Figur 60: Kendte og aktive fældepladser for Spættet sæl (2020) i forhold til GAM-projektområdet Modificeret fra (NAMMCO, Report of the Scientific Committee Working Group on Coastal Seals, January 2021. Tromsø, Norway., 2021).	140
Figur 61: Gennemsnitlige fangsttal af ringsæler og grønlandssæler i perioden 2009-2017 (APN, 2021) for projektområdet. Ringsæler viser en stigning i tilstedeværelsen i (i nærheden af projektområdet) i løbet af foråret og igen i det sene efterår/vinter. Grønlandssæler er til stede året rundt.	141
Figur 62: En kaskelothval blev observeret i den centrale del (App. N63°7'12.0" W050°28'12.0") af Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat i 2018.	142
Figur 63: Fangstregistreringer fra Qeqertarsuatsiaat. Bemærk den forskellige skala. Til venstre: Marsvin som fanges jævnlige. Til højre: forskellige arter. Fangstpositioner er ikke kendte, men sandsynligvis offshore/kystnære (ikke i fjord) for størstedelen af arterne på grund af deres økologi (APN, 2022).	143
Figur 64: Ammassat på leret havbund – nederst på foto (til venstre) og en "bleg" torsk på samme havbund lige uden for havneområdet.	146
Figur 65: Vigtige områder for torskefiskeri ved Qeqertarsuatsiaat, (Christensen, et al., 2016).	147
Figur 66: Vigtige områder for fiskeri og gydning af lodde ved Qeqertarsuatsiaat, (Christensen, et al., 2016)	147
Figur 67: Vigtige områder for stenbider ved Qeqertarsuatsiaat, (Nielsen et al, 2000).	148
Figur 68: Kortlagte fuglelokaliteter tættest på projektets udskibningsområde.	152
Figur 69: beskrevne fuglekolonier langs de planlagte sejlruiter.	153
Figur 70: Placering af beskyttede eller vigtige Ramsar- og rendyrkælningsområder i forhold til projektområdet.	155
Figur 71: Sensitivitet af kystlinjen omkring projektområdet. Blå: lav sensitivitet, grøn; moderat sensitivitet, gul: høj sensitivitet og rød: ekstrem sensitivitet (Mosbech, et al., 2000).	156
Figur 72: Sensitivitet af kystlinjen uden for Qeqertarsuatsiaat t. Blå: lav sensitivitet, grøn; moderat sensitivitet, gul: høj sensitivitet og rød: ekstrem sensitivitet. Blå ikoner henviser til stedspecifikke kystlinjearter. Sorte ikoner henviser til arter fundet langs kystlinjen (Mosbech, et al., 2000).	157
Figur 73: Kort, der viser sejlruiterne til minen med markering af områder af interesse for sejlads.	159

Figur 74: Kort der viser sensitivitet langs kystlinjen, Qeqertarsuaat.	165
Figur 75: Oversigt over arkæologiske steder registreret ved undersøgelse i 2020 (Larsen, 2020).	168
Figur 76: Projektområde med +200 m højdearealer visualiseret.	170
Figur 77: Områdefordeling i projektdalen	171
Figur 78: Venstre: Nederste del af projektet Dal (område A) Højre: Hovedet af dalen (område C).	171
Figur 79: Eksempel på grusvej gennem terræn (2022 - en adgangsvej relateret til Buksefjord vandkraftanlæg).	172
Figur 80: Eksempel på et stort deponi af sprængsten efter et vandkraftprojekt. Det potentielle projekt TSF bliver flere gange større.	173
Figur 81: Diagram, der viser tendensen til øget marin aktivitet visualiseret som afstand for bulkskibe i tusinder af sømil (PAME, 2022).	175
Figur 82: Kort, der sammenligner marin bulkskibstrafik gennem Davis-strædet fra 2013 til 2019, med fokus på Mary River-minen (PAME, 2022).	176
Figur 83: Foreslåede marine prøvelokaliteter.	180
Figur 84: Foreslåede ferskvandsprøvetagningssteder.	181
Figur 85: Foreslåede lokaliteter for indsamling af lav.	182

Tabeloversigt

Tabel 1: Mineralressource for Majoqqap Qaava Anorthosit Projektet, gældende fra 25. marts 2020.	28
Tabel 2: Sammenfatning af minedriftsscenario A and B.	30
Tabel 3: Foreløbig liste over nødvendigt mineudstyr.	34
Tabel 4: Geokemisk karakterisering af de vigtigste ressourcekomponenter [MRC], samt frasorteret pegmatit og magnetisk koncentrat.	38
Tabel 5: Risiko matrix for kritisk infrastruktur.	49
Tabel 6: Estimeret maksimal forsendelse (værest tænkelige scenarie) i forhold til GAM-projektet for 8-10 måneders aktivitet/år.	51
Tabel 7: Årligt dieselforbrug dækkende scenarie A og B (Appendiks 2), estimeret ud fra det antagende nødvendige strømforbrug, og en omregning mellem 1L dieselbrændstof til 10 kWh baseret på brutto brændværdi, forudsat en effektivitet i kinetisk energi på 30%.	56
Tabel 8: Nødvendige mængder ANFO-komponenter, der dækker scenarie B. Scenarie A kræver ca. 50 % af angivne mængder (Kilde: SRK).	58
Tabel 9: Tentativt strømforbrug for scenarie A & B.	58
Tabel 10: Forventet vandforbrug.	60
Tabel 11: Foreløbig evaluering af arbejdsstyrken i scenarie A og B.	63
Tabel 12: Liste over kriterier for vurdering af miljøpåvirkninger.	68
Tabel 13: Størrelseskriterier (negative miljøpåvirkninger).	68
Tabel 14: Vandkvalitetsgrænser og sammenligninger med maksimale udvaskningstestresultater, for alle prøver og testmetoder og resultater for overvågning af omgivelsernes baseline (µg/L).	76
Tabel 15: Tailings deponi vurdering og risiko matrix.	80
Tabel 16: Resultater fra baseline støvfald inden for projektområdet.	81
Tabel 17: Støvmålinger på fine partikler og lokalitet.	81
Tabel 18: Støvspredning fra forarbejdningsanlæg og TSF beregnet ud fra anerkendte formler for knusning (US.EPA, 2019).	85
Tabel 19: Sammenfatning af de største projektstøvkilder, deres forventede omfang og planlagte afværgeforanstaltninger.	86
Tabel 20: Støjkilder og fordelingsværdier brugt i Soundplan-modellering.	93
Tabel 21: Resultat af de filtrerede ferskvandsanalyser fra vandløb i projektområdet. ¥MRA GWQC for ferskvand. * N=7 ** = 1. D.L. = Detektionsgrænse for analyse.	116

Tabel 22: Resultat af de filtrerede ferskvandsanalyser fra sø #2 og sø #3 over og under termoklinen. S.D = Std. Afvigelse.....	116
Tabel 23: Resultat af ferskvands-TSS-analyserne fra sø #2 og sø #3 over og under termoklinen. Middel og Std. afvigelse (S.D.) af værdier fra juni og august 2021.Udvaskning fra landbaseret tailings deponi.....	116
Tabel 24: Modelsimuleret vandstrømning i søsystemets flaskehalsplaceringer.	118
Tabel 25: Blandingsvolumen af perkolat i forhold til nedstrøms udvaskningstest (scenarie 1).	119
Tabel 26: Blandingsvolumen i recipientferskvandssystemet og total fortyndingsfaktor for den første måneds udvaskning inklusive nedbør.	120
Tabel 27: Kvalitetskriterier og koncentrationer estimeret ud fra maksimale koncentrationer fra nedstrøms kolonnetest og minimal naturlig fortynding.	120
Tabel 28: Kritiske hastigheder for sedimentspredning.	122
Tabel 29: Perkolat - ferskvandsblanding ved deponering i sø #2 (scenarie 2) sammenlignet med opstrøms geokemisk udvaskningstest.	123
Tabel 30: Kvalitetskriterier og koncentrationer estimeret ud fra maksimale koncentrationer fra opstrøms kolonnetest og minimum fortynding i deponering år 1 og 30.	124
Tabel 31: Resultat af to prøver i elvsystemet (rangering + = én art og +++ = mere end 10 arter).	127
Tabel 32: Resultat af de filtrerede havvandsanalyser under (35m) og over (5m). * MRA WQL for havvand. Værdier, der overstiger den grønlandske WQL-grænse, er markeret med grønt.	137
Tabel 33: Beregnet NO _x og CO ₂ fra estimeret maskineri til projektscenarie B.	161
Tabel 34: CO ₂ -udledning fra skibsfart. Beregningen forudsætter skibe, der anvender både nord- og sydruten.....	161
Tabel 35: Oversigt der viser udledningsreduktioner ved brug af anorthosit i en E-glassammensætningsbatch (ved 100 % batch substitutionsniveau) (Hains, London, & Merivale, 2008).....	162
Tabel 36: Sammenfatning af vurderede risici og usikkerheder i forhold til miljøbelastning, påvirkninger og effekter i alle minens faser (anlæg, drift, nedlukning og efter nedlukning).	188

Forkortelser, konventioner og beskrivelser

ABA	Syre-base regnskab		en sammensætning mellem anorthit og labradorit. Det er normalt defineret som at have mellem 70 og 90 % An ((Ca0.7-0.9, Na0.3-0.1) (Al(Al, Si)Si2O8))
ARD	Syre drænering		
ARDML	Syre drænering og metal udvaskning		
Ai	Slid indeks		
ANFO	ANFO (eller AN/FO) ammonium nitrat/brændstofolie er et almindelig brugt sprængstofmiddel	Keramik	Keramik er betegnelsen for forskellige hårde, skrøbelige, varmebestandige og korrosionsbestandige materialer, der er fremstillet ved at forme og derefter brænde et ikke-metallisk mineral, såsom ler, ved høj temperatur. Almindelige eksempler er lertøj, porcelæn og mursten
AN	Ammonium nitrat		
Anorthosit	En hvid/grå grovkornet plutonisk bjergart karakteriseret ved dens kemiske sammensætning		
AP	Syre potentiale		
ARO	Forpligtigelse for aktiver		
BAT	Bedste Anvendelige teknik	CIM Standard	Canadisk rapporteringsstandard for mineral ressourcer og mineral reserver
BWI	Kuglemølle slidindeks		
BWM Konvention	International konvention om kontrol og håndtering af skibes ballastvand og materialer	CTD	Ledningsevne, temperatur, dybde – refererer ofte til det udstyr, der måler disse parametre
Bytownit	Et calcium-rigt feldspatmineral. Mineralogisk er bytownit medlem af plagioklas-serien af feldspatminerale med	dB	Decibel

dB re μPa_2 @1m (rms)	Målinger af undervandskildev-niveau	FLT	Oversvømmelsesudvaskningstest
DCE	Nationalt Center for Miljø og Energi	FO	Brændstofolie
DCP	Nedlukningsplan	GAM	Greenland Anorthosite Mining A/S
DFP	Down-Flow udsivningstest (undersø-isk)	GCA	Indhold i den globale kontinentalskor-pe
DMI	Danmarks Meteorologiske Institut	GHG	Drivhusgas
DL	Detektionsgrænser	GINR	Grønlands Naturinstitut
DWT	Dødvægt tonnage	GWQG	Grønlands Vandkvalitetsvejledning
EAMRA	Miljøstyrelsen for Råstofområdet	HCT	Fugtigheds celletest
EEZ	Eksklusiv økonomisk zone, inden for hvilken en kyststat (Grønland) har eneret til at udnytte naturressourcer.	HD	Hydrodynamisk
E-Glass	Glasfiber dannes, når tynde tråde af silikat-baseret eller anden formuleringsglas ekstruderes til mange fibre med små diametre, der er egnede til tekstilbearbejdning. Teknikken med at opvarme og trække glas til fine fibre har været kendt i årtusinder; dog er brugen af disse fibre til nyere tekstil-anvendelser. De mest almindelige typer af glasfi-ber, der anvendes i glasfiber, er E-glas glas ("E" på grund af den indle-dende elektriske anvendelse), som er aluminium-borosilikat glas med min-dre end 1 vægtprocent alkalioxider, hovedsagelig brugt til glasforstærket plast	HP	Hestekraft
EIA	Vurderinger af Virkninger på Miljøet	HPGR	Højtryks knusemølle; bruges til stør-relses reduktion af bjergarter og malm. Fødematerialet komprimeres mellem to roterende valser, hvoraf den ene er i en fast position og den anden i flydende bevægelse. De to roterende valser genererer et så højt tryk, at det maler fødematerialet til den ønskede mindre kornstørrelse
EMP	Miljøhåndteringsplan	ICP-MS	Induceret koblet plasma spektrometer
ENC	Elektronisk navigations diagram	ICP-OES	Induceret koblet optisk plasma spek-trometer
EPCM	Ingeniørarbejde, indkøb, byggeri, vedligeholdelse	IUCN	International organisation for beva-relse af natur
Eq/t	Ækvivalent til pr. ton	Ktpa	Kiloton pr. år
ESG	Miljø, Samfund og Ledelse	kHz	Kilohertz. 1 kHz = 1000 Hz = 1000 Hertz
Feldspat	En gruppe af bjergartsdannende mi-neraler, der udgør omkring 41 % af Jordens kontinentale skorpe. Feldspat formel ($\text{KAlSi}_3\text{O}_8 - \text{NaAlSi}_3\text{O}_8 - \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$)	Km/km ²	Kilometer/kvadratkilometer.
Filler	Fyldstoffer er partikler tilsat harpiks el-ler bindemidler (maling, plast, kom-posit, beton), der kan forbedre speci-fikke fysiske egenskaber såsom hård-hed, lysstyrke, holdbarhed, gøre pro-duktet billigere eller en blanding af ovenstående	kW	Kilo watt
		LAT	Laveste astronomiske tidevand
		LC50	LC50 er den dødelige koncentration, der kræves for at dræbe 50 % af en population i en given periode
		LCM	Løse kubikmeter
		LD50	LD50 er den dødelige koncentration, der kræves for at dræbe 50 % af en population i en given periode
		LOA	Samlet længde
		LoM	Minelevetid
		LSFO	Lav-Svovl-Fuel-Olie
		L	Liter
		LZeq	Enhed til lydmåling ved hjælp af Z-vægtning
		MAQ	Majoqqap Qaava
		MAC	Maksimalt tilladte koncentrationer
		m ASL	Meter over havniveau
		mm, cm, μm	millimeter, centimeter, mikrometer
		MMA	Mine vedligeholdelsesområde

MLSA	Råstofdirektoratet		kan en forekomst bedst udnyttes til at maksimere det økonomiske afkast?"
MOB	Mand-over-Bord		
MRA	Mineralmyndigheden	pH	"potentiale for brint", en skala, der bruges til at specificere syre-base graden af en vandig
MRC	Primære Resource Komponenter		
MSL	Gennemsnitligt havniveau		
MT	Magnetiske tailings (affaldsmaterialer)	PMP	Sandsynligt Maksimum Nedbør
mt	Metrisk ton	POR	Pegmatit optisk affald
Mt	Mega ton	PTS	Permanent tærskelforskydning
m/s	Meter pr. sekund	PSD	Partikelfordeling
N.a.	Ikke tilgængeligt	PSI	Pund pr. kvadratomme
NAG	Netto syredannelse	QA/QC	Kvalitetssikring/Kvalitetskontrol
NILU	Klima- og miljøinstituttet i Norge	RER	Sjælden jordarts rulle mølle
NI43-101	National Instrument 43-101 er et rapporteringssystem for mineralprojekter i Canada, som også er meget udbredt i andre jurisdiktioner. Systemet indeholder en række regler og retningslinjer for rapportering og visning af information relateret til mineralressourcer, der ejes af eller efterforskes af selskaber, som rapporterer disse resultater på børser i Canada	RoM	Run-of-Mine/primær produktion fra minen
Nm	Nautiske mil	Rpm	Omdrejninger pr. minut
NNP	Netto neutraliseringspotentiale	RWI	Indeks for stangmølle
NoAG	Ikke-syre dannende	SFT	Rystekolbetest
NP	Neutraliseringspotentiale	SIA	Vurdering af Samfundsmæssig Bæredygtighed
NPR	Netto potentielle reaktivering	SO _x	En generisk betegnelse for de svovl-oxider, der er mest relevante for luftforurening, for det meste svovldioxid (SO ₂)
NO _x	En generisk betegnelse for de nitrogenoxider, der er mest relevante for luftforurening, herunder nitrogenoxid (NO) og nitrogendioxid (NO ₂)	SRK	SRK Consulting, Cardiff, Wales
NT	Delvist truet	Stenuld	Isoleringsmateriale af uorganisk oprindelse beregnet til termisk og akustisk isolering samt til brandforebyggelse i anlæg, industri og skibsbygningsindustrien
NSI	Navigations sikkerhedsundersøgelse	TTS	Midlertidig tærskelforskydning
Optisk sortering	Automatiseret proces der sorterer faste produkter ved hjælp af kameraer og/eller lasere. Optisk sortering kan genkende objektets farve, størrelse, form, strukturelle egenskaber og kemiske sammensætning og adskille produkter af forskellige kvaliteter eller typer af materialer	TEU	Tyve fods ækvivalent enhed. Præcis måleenhed, der bruges til at bestemme lastkapaciteten for container-skibe og terminaler
PAG	Potentielt syre-dannende	TML	Transportabel fugtgrænse
PC/PC#	Polarklasse skibe	ToR	Kommissorium
PE	Populationsækvivalenter	TPA	Ton pr. år
PEA	Foreløbig økonomisk vurdering. En undersøgelse udarbejdet i overensstemmelse med NI 43-101, der forsøger at besvare spørgsmålet, "hvordan	TPD	Ton pr. dag
		TPH	Ton pr. time
		TSF	Tailings (affaldsprodukter) opbevaring
		TSF Dry/Tør	Landbaseret tailings opbevaring
		TSF Wet/Våd	Søbaseret tailings opbevaring
		TSP or TSS	Total suspendede partikler/faste stoffer refererer til partikler suspenderet i en vandsøjle
		t/hrs.	Ton pr. time
		UFP	Up-Flow udsivningstest (undersøisk)
		UNESCO	FN's organisation for uddannelse, videnskab og kultur

USEPA	Den amerikanske miljøstyrelse
VEC	Værdsat økosystemkomponent
VRM	Vertikal rullemølle
WAI	Wardell Armstrong Internationalt laboratorium, Cornwall, UK
WRD	Depot til rest (affalds) materialer
WS	Vejrstation
WS #1/#2	Vejrstation #1/#2
WQL	Retningslinjer/grænser for vandkvalitet
XRD	Røntgen diffraktion er en analysemetode der primært bruges til identifikation af et krystallinsk
XRT	Røntgentransmission

1. Ikke-teknisk resumé

1.1. Regional kontekst

Greenland Anorthosite Minings Majoqqap Qaava projekt omfatter udvikling, drift og ultimativt område reetablering af en anorthosit forekomst i Kuussuatsiaat-dalen, i den inderste del af Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat (Fiskenæs fjord) i det sydvestlige Grønland. Projektet omfatter minedrift fra et åbent brud med et lokalt forarbejdningsanlæg og dertilhørende infrastruktur for at producere et mineralkoncentrat af anorthosit til brug i isolerings-, E-glas-, malings- og keramisk industri. Anorthosit-koncentrat til E-glas, maling og visse keramiske produkter vil kræve en afsluttende formaling i et oversøisk forarbejdningsanlæg i Europa og/eller Nordamerika, mens isoleringsprodukter og det meste keramik vil blive færdiggjort i Grønland.

Den definerede ressource af anorthosit og det planlagte mineområde ligger ca. 12 kilometer inde i landet fra fjorden og ca. 30 kilometer vest for Den Grønlandske Indlandsis. Den overordnede topografi i regionen er defineret af bjergrigt terræn gennemskåret af gletsjerdale med hyppige flod- og søsystemer. Projektinfrastruktur skal etableres i den nederste del af Kuussuatsiaat-dalen med en 17 km lang transportvej, der forbinder hele mineområdet. Projektdalen stiger fra fjorden (havoverflade) til ca. 200 m over havets overflade, før den når bunden af anorthosit-massivet, der indeholder mineralressourcen i enden af dalen. Dalbunden gennemstrømmes af et ferskvandssystem med en hovedflod og fem søer nedstrøms fra det fremtidige mineområde.

Projektbeskrivelse	
Licenser	MEL2019-162, M-MLSA363
Mine ressource	Mine ressource på 21,8 Mt
Komponenter	1x åbent brud, 1x affaldsdeponi, 1x tailings deponi, forarbejdningsanlæg, infrastruktur
Mineproduktion	560,000-930,000 tpa
Minemetode	Konventionelt åbent brud, boring og sprængning, hydraulisk udvinding, last og transport af malm
Forarbejdningsmetode	Knusning, sensor sortering, formaling og magnet separation
Minens levetid	30 år
Gråbjerg/affald	Intet eller minimalt behov for at fjerne overjord og gråbjerg fra mineområdet
Tailings typer/mængde	Pegmatit fra XRT-sensor sortering; 35,000-60,000 tpa Magnetisk koncentrat fra magnetisk separation; 70,000 -125,000 tpa
Tailings karakter	Gråbjerg/affald er ikke-syre dannende [NoAG] Tailings er ikke-syre dannende
Estimeret projektstørrelse	0.65 km ²

Majoqqap Qaava-området er beliggende i den såkaldte lavarktiske vegetationszone. Temperaturen er i gennemsnit omkring 10 °C i sommermånederne og omkring -10 °C om vinteren. Akkumuleret nedbør i projektområdet var 680 mm i 2021. Der er ikke angivet permafrost fra projektområdet. Projektområdet oplever et vindregime, der er typisk for Grønlands vestkyst, men er også under indflydelse af topografien i den centrale dal og indlandsisen øst for dalen. Samlet set drives vinden ind i dalen fra fjorden i løbet af dagen og cirkuleres derefter udad i løbet af natten, når temperaturen falder over land.

1.2. Flora og fauna

Generelt har det terrestriske økosystem i det vestlige Grønland lav pattedyrdiversitet. Vilde arter i regionen omfatter rensdyr/rensdyr (*Rangifer tarandus groenlandicus*), polarræv (*Vulpes lagopus*) og polarhare (*Lepus arcticus*). Både rensdyr og polarræv er hyppigt blevet observeret inden for projektområdet under feltundersøgelser og fra vildtkameraopsætning under baselineundersøgelserne.

Forskellige arter af terrestriske fugle såsom almindelig ravn (*Corvus corax*), rype (*Lagopus muta*), snespurv (*Plectrophenax nivalis*) og lapværling (*Calcarius lapponicus*) er almindelige inden for projektområdet. Under feltarbejdet blev havørne (*Haliaeetus albicilla*) observeret flere gange sammen med gråænder (*Anas platyrhynchos*) og lommer (*Gavia immer*) i dele af søerne. Selskabet noterer, at der ikke er gennemført systematiske fugleundersøgelser i ynglesæsonen. Selskabet vil sikre, at en dedikeret undersøgelse iværksættes i den indledende anlæggsfase i området, og i et omfang, der dækker de tidlige perioder af ynglesæsonen.

Den store variation i fysiske forhold i Majoqqap Qaava-projektområdet resulterer i en mangfoldig lavarktisk type flora. De mest almindelige vegetationstyper i området er fjeldslette, buske, hede og steppe. Planteresamfundet i de mere vindudsatte højtliggende fjeld nær minen er ikke bevokset af vedplanter, men består næsten udelukkende af enkimbladede planter, som græsser og halvgræsser. Hede er det mest almindelige blomstersamfund i Majoqqap Qaava-projektområdet, og dækker de fleste af dalens tørre skrånninger. Der er ikke identificeret sjældne eller endemiske planter i projektområdet.

De lokale fjordsystemer er ikke kendt som et hotspots for havpattedyr, men flere arter (for det meste sæler) bruger området regelmæssigt, mens andre (hvaler) sandsynligvis er tilfældige besøgende i området. Alle sælarter, der er kendt i Grønland, undtagen gråsæler (*Halichoerus grypus*), er potentielle besøgende i det vurderede område, og grønlandssæler (*Pagophilus groenlandicus*) og ringsæler (*Pusa hispida*), de to mest udbredte grønlandske arter, er helt sikkert til stede. Remmesæl (*Erignathus barbatus*) og klapmyds (*Cystophora cristata*) foretrækker andre levesteder og forventes at blive set sjældent. Udbredelsen af spættet sæl er ikke velkendt, og antallet er lavt. En aktiv fældeplads eksisterer 60 km syd for projektområdet, men der kan være andre potentielt tættere liggende lokaliteter. Langtidsovervågning med vildtkameraer har dog ikke identificeret spættede sæler i bunden af Qeqertarsuaat Kangerdluat. Ifølge lokale fangere i Qeqertarsuaat kommer pukkelhvaler (*Megaptera novaeangliae*) ind i fjorden, og i enkelte tilfælde også vågehvaler (*Balaenoptera acutorostrata*). En kaskelothval (*Physeter macrocephalus*) blev observeret i den centrale del af fjordsystemet i sommeren 2018. I Vestgrønland er der kun observeret hankaskelothvaler, og de holder hovedsageligt til i de dybe, offshore farvande, men begiver sig af og til ind i dybe fjorde.

De mest udbredte marine fiskearter i fjordene forventes at være atlantisk torsk (*Gadus morhua*), ulk (*Myoxocephalus scorpius*) og tobis (*Ammodytes spp.*), højst sandsynligt nordlig tobis (*Ammodytes dubius*). Alle arter er blevet registreret omkring det foreslåede havneområde i Qeqertarsuaat Kangerdluat under baselineundersøgelserne, sammen med fjeldørred (*Salvelinus alpinus*), der opholder sig i området under deres marine migrationscyklus.

1.3. Projektbeskrivelse

Formålet med Greenland Anorthosite Minings mineprojekt ved Majoqqap Qaava, er at udvinde og forarbejde anorthosit, som primært består af de kemiske komponenter; aluminium, silicium og calcium.

GAM overvejer forskellige scenarier for produktionen, som adskiller sig i forhold til de producerede mængder og typer af materialer, henholdsvis et minimumsscenario (scenario A), som består af et relativt simpelt forarbejdningskredsløb, og et maksimumsscenario (scenario B), der involverer et mere omfattende forarbejdningskredsløb. Produkter til isoleringsindustrien og de fleste keramiske produkter, vil blive fuldt forarbejdet i Grønland, og kan sælges direkte videre til aftagere, mens produkter til E-glas industrien vil få foretaget den afsluttende finmaling tættere på aftagernes

fabrikker i enten Europa eller Nordamerika. Dette bunder først og fremmest i ufravigelige krav fra E-glas producenter, der ønsker streng kontrol med kvalitet, kontaminering, transport og kemi i det fint formalede produkt. Producenterne ønsker specifikt at kunne deltage i og kontrollere de løbende udtag af kemiske prøver tæt på deres produktion som en del af deres kvalitetskontrol.

Da den afsluttende formaling til E-glas er særdeles energiintensiv, og idet der ikke er adgang til grøn energi i projektområdet, kan denne udelukkende foretages med fossile brændstoffer i Grønland. Dette strider mod EU-kommissionens krav om bæredygtig omstilling, hvor europæiske virksomheder forventes at være ansvarlige for at overholde ESG-reglerne i hele værdikæden. De førende E-glas producenter, som GAM er i dialog med, kræver derfor, at der udføres afsluttende formaling i Europa eller Nordamerika, hvor det er muligt at koble sig på "grønne" energikilder som vind-, sol- eller atomkraft. Udover disse forhold er der også en række tekniske udfordringer i forhold til fin formaling til E-glas i Grønland, da den praktiske håndtering af det meget fine støv i projektområdet er vanskelig, og da fugt skaber "klumper" i produktmaterialet, som gør det vanskeligt, at anvende i E-glassmelteværker, og kræver skibsfart i væsentligt mindre lukkede cementskibe. Disse er dyrere og medfører samtidig øget skibstrafik i fjorden, og dermed øget CO₂-udledning fra projektet, hvilket på grund af pris og CO₂-regnskab gør GAM mindre attraktiv som leverandør ud fra et kommercielt synspunkt.

Den foreslåede minedrift i Majoqqap Qaava vil producere mellem 560.000 (A)-930.000 (B) tons rå anorthosit årligt og udskibning af cirka 400.000 (A)-800.000 (B) tons færdigt og halvfærdigt produktmateriale. I de første år af minedriften forventes en reduceret produktionsplan, i en periode hvor der etableres yderligere leverandøraftaler, og minen opskales.

Minen vil blive drevet som et konventionelt åbent brud med bore- og bænksprængning af fast bjergart. Den udvundne malm bliver læsset på lastbiler og transporteret til et forarbejdningsanlæg ved kysten. Forarbejdning af malmen involverer flere stadier af knusning og formaling samt XRT-sensor sortering og magnetisk separation for at producere et materiale i sandfraktion på >700 µm. Efter forarbejdning, vil produkt til udskibning blive transporteret via et overdækket transportbånd til et lukket lager tæt på havnen.

Affaldsmaterialer (tailings) fra forarbejdningsanlægget ved kysten, vil primært bestå af groft knust pegmatit og kvarts (2-12 cm) fra XRT-sensor sortering, samt et jernberiget [Fe-beriget] koncentrat (ca. 0,7 mm) fra den magnetiske separation. På baggrund af resultater fra geokemiske miljø- og udvaskningsundersøgelser vurderes det, at tailings ikke udgør nogen risiko i forhold til udvaskning af skadelige grundstoffer. To potentielle typer af tailings deponier er blevet identificeret nord for minebyen; det ene er et landbaseret deponi og det andet er et undersøisk deponi i søen umiddelbart nordøst for minebyen.

Begge typer af tailings deponi har kapacitet til at rumme de samlede 3,91 millioner til 4,76 millioner tons tailings fra forarbejdningsanlægget i minens levetid. Til det landbaserede deponi vil der blive etableret et dræn for at forhindre at vandafstrømning fra højereliggende dele af fjeldet får mulighed for at underminere deponiet. Tailings deponiet vil være i drift i hele minens levetid og kontinuerligt blive kompakteret. Da minedriften foregår fra et aktivt åbent brud, vil det ikke være muligt at genopfylde dette med tailings under minedriften.

Da anorthosit malmen allerede fra start er blottet på overfladen, vil det planlagte mineprojekt ikke medføre deponering af større mængder af ubearbejdet anorthosit eller andet gråbjerg (såkaldt "stripping"). I den grad det er nødvendigt etableres et deponi for sådanne bjergartsmaterialer ca. 3,5 km vest for det åbne brud langs transportvejen til forarbejdningsanlægget og havnefaciliteterne. Et sådant deponi vil primært bestå af grove bortsprængte anorthosit blokke og andre overfladematerialer. Materialet vil ikke indeholde skadelige grundstoffer eller forårsage støvgener i forbindelse med deponeringen.

Minen og forarbejdningsanlægget vil være i planlagt drift 24 timer i døgnet, syv dage om ugen i arbejdsæsonen, som forventes at være minimum 270 dage om året. I den resterende periode forventes det, at fjordsystemet kan være delvist is fyldt, hvorfor skibsfarten fra minen reduceres. I denne periode vil minen fungere i et vedligeholdelsesscenario.

Der er på nuværende tidspunkt ingen infrastruktur i projektområdet, og GAM vil derfor skulle etablere havnefaciliteter, vejforbindelser, forarbejdningsfaciliteter, værksteder, beboelsesfaciliteter mv. Havnefaciliteterne vil bestå af en flydende pramløsning forbundet med en fast havneinstallation. En mekanisk skibslaster vil blive placeret på anløbsbroen for effektivt at kunne laste bulkskibe. Et transportørsystem vil forbinde forarbejdningsanlægget med produktlageret og havnen.

Baseret på produktionsraten, forventes den estimerede skibsaktivitet under produktionsscenario A og B i og hhv. 8-10 måneders aktivitet pr. år at være 12-23 bulkskibe, 2-4 tankskibe, ca. 8 forsyningsskibe og kontinuerlige både og mindre fartøjer til mandskabsrotation.

Der etableres permanent bolig for minens ansatte i umiddelbar nærhed af havnen og forarbejdningsanlægget. Anden infrastruktur forbundet med projektet omfatter; administrative kontorbygninger, omklædningsrum, værksted for køretøjer og reservedele, almindeligt værksted og lager, brændstofdepot, helikopterplatform, laboratorium, sprængstofdepot, et affaldsforbrændingsanlæg og et spildevandsrensingsanlæg. Minebyens strømforsyning vil blive drevet af et generatorbaseret kraftværk med en kapacitet på 1,2 - 3,0 MW, til at understøtte henholdsvis scenario A eller B. Dieselbrændstof til kraftværket og køretøjer vil blive opbevaret i dobbeltlags brændstofcontainere.

I anlægsfasen af projektet, forventes ansættelse af 30-40 personer. I driftsfasen vurderer GAM pt. at der i scenario A vil være behov for ca. 60 ansatte, og i scenario B ca. 90 ansatte. Mine nedlukningen forventes at have behov for 10-15 løbende ansatte.

1.4. Væsentlige miljøproblemer og konklusioner

Miljøpåvirkningen fra Majoqqap Qaava-mineprojektet er vurderet på baggrund af litteraturstudier, baselineundersøgelser, adskillige felt- og borekampagner samt detaljeret geokemisk laborietestarbejde. Appendiks 4 viser en oversigt over projektet og tilhørende VVM-prøveudtagning.

Den overordnede konklusion er, at projektet kan gennemføres uden større lokale eller regionale miljøpåvirkninger. De vigtigste miljøproblemer er identificeret som spredning af støv fra de forskellige aspekter af minedriften, og sekundær ændring af og ar i det eksisterende landskab fra projekinfrastruktur og minedriftsrelaterede aktiviteter.

Minedriften omfatter støvgenererende aktiviteter såsom boringer, transport af materiale med lastbil og knusning og formaling af materialerne før udskibning. Det er vurderet, at støvpåvirkningen vil være af lokalt omfang og koncentreret omkring de faktiske aktiviteter. Den overordnede topografi forventes at afgrænse og naturligt afbøde eventuelle fysiske støvpåvirkninger inden for projektdalen. Adskillige dokumenterede støvbegrænsende foranstaltninger er tilgængelige for at minimere uacceptable mulige konsekvenser. Der er således flere velkendte teknologier fra lignende minedrift rundt om i verden, der giver en bred vifte af afværgeforanstaltninger, hvis støvspredning skulle vise sig at være et større problem.

Landskabsændringer er en uundgåelig konsekvens ved etablering af et stort projekt i uberørte omgivelser. Da minen placeres i et øde landskab, vil de vigtigste projektelementer, der vurderes til at påvirke det eksisterende landskab være tailings deponiet, et eventuelt deponi til gråbjerg/stenaffald og transportvejen. GAM har præsenteret to alternative typer af tailings deponi, hvor det vurderes at et sø-deponi ville minimere de permanente visuelle ændringer af

landskabet betydeligt i forhold til et landbaseret deponi, hvorimod transportvejen vil efterlade et langvarigt fodaftryk i landskabet lig infrastrukturen omkring et landbaseret deponi, også efter lukning af minen.

Samlet set vurderes de terrestriske påvirkninger, som værende mindre betydelige, bortset fra den førnævnte støvspreddning og landskabsændringer. Projektets baselineundersøgelser påviste ingen tilstedeværelse af rødlistet flora inden for projektområdet, og risikoen for en generel reduktion af plantediversiteten, vurderes som ubetydelig. **Områder af international eller national betydning for flora og fauna, vil ikke blive forstyrret af Majoqqap Qaava anorthosit-projektet.**

Rensdyr er almindelige i området, og erfaringer fra naboprojekter i Grønland, der bliver bakket op af videnskabelig litteratur, peger på, at rensdyr er ret gode til at tilpasse sig øgede menneskelige industrielle aktiviteter inden for et område. Det forventes, at den lokale rensdyrpopulation over tid vil tilpasse sig forbipasserende maskiner, og at projektets transportvej ikke vil være en fysisk hindring for rensdyrs bevægelser i projektområdet. Samlet set vurderes det, at projektet vil have mindre påvirkning af den lokale rensdyrbestand, og **forstyrrelsen vil således kun have en mindre effekt på fangstaktiviteterne i området.**

GAM har gennemført et omfattende geokemisk testprogram på projektets malmressource, og de forskellige forarbejdningsprodukter for at klarlægge de kemiske bestanddele af industriel og miljømæssig interesse. Den samlede sammensætning af malmen og de forarbejdede produkter, indikerer lille eller ingen risiko for, at projektet forårsager forhøjede niveauer af miljøskadelige elementer i elv- og marinsystemet. **Indholdet af radiogene elementer giver ikke anledning til miljøproblemer i den malm,** der planlægges udvundet fra Majoqqap Qaava anorthosit forekomsten. Gennem et omfattende geokemisk screeningsprogram, er den højeste målte værdi for uran 11 ppm uran, hvilket er væsentligt under 100 ppm urangrænsen, som er fastsat i medfør af grønlandsk lovgivning. Gennem udvaskningsforsøg til vurdering af nettosyregenereringspotentialet (NAG) for malm, gråbjerg og tailings fraktioner, er det konstateret, at der ikke dannes mængder af syre af betydning. Projektets infrastruktur vil generelt blive placeret i sikker afstand til lokale vandveje, og tager højde for fremtidige oversvømmelsesscenarier. Derudover konkluderer en separat stabilitetsanalyse for det foreslåede landbaserede tailings deponi, at risikoen for et tailings deponiet skulle kollapse er minimal, hvis deponiet er opbygget i overensstemmelse med de foreslåede procedurer.

Økotoksikologiske undersøgelser af projektets tailings viser, at de overordnede miljørisici forbundet med udvaskning og indblanding af projektmateriale i ferskvandssystemet, og den marine recipient er af mindre betydning. Deponering af tailings i et landbaseret tørt deponi såvel som et søbaseret vådt deponi, forventes kun at have mindre påvirkning af ferskvandet. Tailings materiale indeholder ikke væsentligt indhold af skadelige metaller, og udvaskningen af disse anses som lav. **Projektet forventes ikke at påvirke fiskeriet i området.**

I forbindelse med eksporten af anorthosit produkter til oversøiske destinationer, vil projektet medføre øget skibstrafik i fjordsystemet. De indre dele af Qeqertarsuaatsiaat Kangerdluat er ikke identificeret som havende en særligt vigtig rolle for det marine dyreliv. Forskellige arter af sæler og hvaler begiver sig lejlighedsvis ind i fjorden, men den øgede skibstrafik forventes ikke at have nogen væsentlig indvirkning på havpattedyr. Der er blevet identificeret flere havfuglekolonier langs de planlagte sejlruiter, men skibene vil sejle i så stor afstand til disse kolonier, at det ikke forventes at have nogen eller blot ubetydelige påvirkninger på fuglelivet. GAM vil anvende anerkendte sikre procedurer for navigations-sikkerhed, og vil have en godkendt protokol samt det nødvendige udstyr til at håndtere eventuelle olieudslip. **Da der ikke er andre projekter under udvikling i umiddelbar nærhed af mine området, vil projektet kun medføre en mindre kumulative miljøeffekter på baggrund af den øgede skibstrafik.**

En oversigt over vurderede risici og usikkerheder i forhold til miljøbelastning, påvirkninger og effekter i alle dele af minekonstruktions-, drifts- og nedlukningsfaserne, er præsenteret i følgende tabel:

Potentiel påvirkning	Projektfase	Overordnet betydning
Terrestrisk påvirkning		
Udvaskning fra tailings deponier	Drift	Ubetydelig
Støv – vegetation og ferskvand	Konstruktion	Ubetydelig
Støvspredning til omgivelserne	Drift	Moderat betydning
Støj på land	Konstruktion og drift	Mindre betydning
Reduktion af plantediversitet og habitat	Konstruktion	Ubetydelig
Reduktion af plantediversitet og habitat	Drift og nedlukning	Ubetydelig
Forstyrrelse af rugende- og ferskvandsfugle	Konstruktion	Ubetydelig
Forstyrrelse af rugende fugle	Konstruktion, drift og nedlukning	Mindre betydning
Forstyrrelse af pattedyr	Konstruktion	Ubetydelig
Forstyrrelse af Polarhare og Polarræv	Drift og nedlukning	Ubetydelig
Fysisk forstyrrelse af rensdyr	Drift og nedlukning	Mindre betydning
Påvirkning af ferskvandsmiljø		
Ændring af strøm og transport af ferskvand	Konstruktion	Ubetydelig
Ændring af strøm og transport af ferskvand	Drift og nedlukning	Mindre betydning
Udvaskning fra TSF tør deponi	Drift og nedlukning	Mindre betydning
Udvaskning fra TSF tør deponi	Efter nedlukning	Ubetydelig
Udvaskning fra TSF vådt deponi (undersøisk)	Drift og nedlukning	Mindre betydning
Påvirkning af udvaskning fra TSF på planteplankton	Drift	Ubetydelig
Påvirkning af bundlevende hvirvelløse dyr Sø #3 zooplankton	Konstruktion, drift og nedlukning	Ubetydelig
Påvirkning af ferskvandsfiskebestande	Konstruktion og efter nedlukning	Ubetydelig
Påvirkning af ferskvandsfiskebestande	Drift og nedlukning	Mindre betydning
Beslaglæggelse af sø tilknyttede fuglearters levested	Konstruktion og efter nedlukning	Ubetydelig
Beslaglæggelse af sø tilknyttede fuglearters levested	Drift og nedlukning	Mindre betydning
Påvirkning af havmiljø		
Ændringer i havvandskvalitet	Konstruktion og efter nedlukning	Ubetydelig
Ændringer i havvandskvalitet	Drift og nedlukning	Mindre betydning
Effekt af undersøisk støj på marine pattedyr	Konstruktion, nedlukning og efter nedlukning	Ubetydelig
Påvirkning af havpattedyr fra skibsførstyrrelser og undervandsstøj	Drift	Mindre betydning
Påvirkning af fiskebestande	Konstruktion, drift, nedlukning og efter nedlukning	Ubetydelig
Ændring af forhold for marine hvirvelløse dyr	Konstruktion, drift, nedlukning og efter nedlukning	Ubetydelig

Potentiel påvirkning	Projektfase	Overordnet betydning
Påvirkning af makroalger	Konstruktion, drift, nedlukning og efter nedlukning	Ubetydelig
Havfugle – særligt kolonier	Konstruktion, drift, nedlukning og efter nedlukning	Ubetydelig
Introduktion af Invasive/ikke-hjemmehørende arter	Drift (konstruktion og nedlukning)	Mindre betydning
Generelle påvirkninger		
Udledning af drivhusgasser	Konstruktion og drift	Mindre betydning
Udledning af nitrogen fra ANFO	Drift	Ubetydelig
Udledning af næringsstoffer fra spildevand til havmiljø	Konstruktion, drift, nedlukning	Ubetydelig
Risiko for brændstofsild og jordforurening på land	Konstruktion, drift, nedlukning	Mindre betydning
Overordnet risici vurdering af et større oliespild på havet	Konstruktion og drift	Mindre betydning
Begrænset offentlig adgang og påvirkning af fangst	Konstruktion, drift, nedlukning	Mindre betydning
Ar i landskabet	Konstruktion	Mindre betydning
Ar i landskabet	Drift	Moderat betydning
Ar i landskabet	Nedlukning og efter nedlukning	Ubetydelig
Kumulative effekter, primært fra skibstrafik	Konstruktion og drift	Mindre betydning

1.5. Afværgeforanstaltninger

Der vil blive udviklet en miljøstyringsplan for projektet (EMP), som vil gælde for følgende områder og aktiviteter i Ma-jooqap Qaava-mineprojektet:

- Det åbne brud og minedriften,
- Malmtransport og infrastruktur (inkl. havneanlæg),
- Forarbejdning af malm,
- Vandforsyning,
- Kraftværk og strøm,
- Forsyning og opbevaring af brændstof og sprængstoffer,
- Kontorer og tilhørende supportfaciliteter,
- Bulk udskibning,
- Vedligeholdelsesaktiviteter relateret til ovennævnte områder.

I den indledende fase specificerer EMP'en afværgeforanstaltning for risici identificeret i VVM'en. Spørgsmål vedrørende det fysiske miljø, luftmiljø, vandmiljø, økologisk miljø og tailings er eksplicit behandlet med en udvidet fokus på:

- Luftemissioner, dvs. støv ved vanding,
- Håndtering af gråbjerg og tailings,
- Screening af gråbjerg og materialer beregnet til vej for sulfid/ARD,
- Spildevand, spildevandsudledning,
- Fast og farligt affald,
- Forebyggelse af spild,
- Beskyttelse af overfladevand
- Beskyttelse af dyreliv mod støj fra helikopterbevægelser og sprængninger.

Den detaljerede EMP præsenteres som et separat dokument efterfølgende denne VVM og vil omfatte følgende tilgang og afsnit:

- Aktivitet – den aktivitet, der er forbundet med mineprojektet, som er blevet identificeret til at have en potentiel påvirkning eller risiko for miljøet.
- Miljøpåvirkning – beskrivelse af aktivitetens negative påvirkning (såsom forurening eller forstyrrelse af det naturlige miljø).
- Handling – den eller de afbødende foranstaltninger, der er identificeret for at forhindre eller minimere den negative miljøpåvirkning.
- Fase – projektstadiet i minens levetid, hvor foranstaltningerne, handlingerne eller principperne har virkninger, f.eks. konstruktion (C), drift (O) og nedlukning og lukning (D).
- Frekvens og/eller timing – frekvensen eller tidspunktet for, hvornår handlingen skal finde sted.
- Ansvar – klar kommandokæde og beskrivelse af part/partner, der er ansvarlige for at sikre, at handlingen, foranstaltningen eller princippet udføres.

EMP'en vil desuden omfatte følgende dokumenter, som er udarbejdet/opdateret før byggefasen:

- Miljøovervågningsprogram, (afsnit 9),
- Sundheds- og sikkerhedsplan
- Brændstofspild bekæmpelsesplan
- Affaldshåndteringsplan
- Plan for nedlukning og rehabilitering, (afsnit 10).

EMP'en vil løbende udvikle sig over LoM via feedback fra overvågningsprogrammet og operationelle erfaringer. Tilsvarende forventer projektet løbende at identificere handlinger eller tiltag, der kan være med til at sikre, at projektets påvirkninger af miljøet minimeres.

2. Introduktion

Greenland Anorthosite Mining [GAM] har påbegyndt processen mod tildelingen af en udnyttelsestilladelse til selskabet MEL-2019 162 Majoqqap Qaava [MAQ] anorthosit råstoflicens. En del af godkendelsesprocessen involverer fremlæggelse af en miljøindvirkningsvurdering [VVM] for det planlagte mineprojekt, og de enkelte faser af mineudviklingen.

Det overordnede formål med denne VVM er at identificere, forudsige og evaluere miljømæssige konsekvenser af det planlagte mineprojekt. VVM'en er opbygget systematisk, med henblik på at vurdere alle projektets miljørelaterede aspekter, formidle oplysninger om baseline for de forskellige økologiske komponenter, og evaluere potentielle effekter af projektaktiviteterne. De centrale spørgsmål forbundet med det foreslåede projekt vil blive identificeret for at sikre, at potentielle negative påvirkninger behandles, inden der træffes endelige beslutninger om at gennemføre mineudviklingen.

Dette dokument indeholder en fuldstændig beskrivelse af projektet, og en vurdering af de potentielle miljømæssige konsekvenser forbundet med dets gennemførelse. Påvirkninger på forskellige områder vurderes for hver enkelt projektfase, med vægtet fokus på selve minefasen, da denne vil udgøre størstedelen af den forventede projektlevetid. Anlægs- og konstruktionsfasen forventes at vare i 2 år. Anorthosit minen ved Majoqqap Qaava har en defineret levetid [LoM] på 30 år, baseret på den definerede ressource- og mineplan.

Det har været et klart mål ved udviklingen af denne VVM, at den er oplysende og forståelig for den brede offentlighed. VVM'en bygger på en række tekniske baggrundsrapporter, der giver emnespecifikke konklusioner, som fortolkes og præsenteres i rapporten.

2.1. Scoping og studieplan

Efter foreløbige høringer mellem selskabet og EAMRA, har selskabet udarbejdet en scoping-rapport, som er indsendt til Mineralmyndigheden [MRA]. Denne rapport indeholdt en indledende evaluering af projektet, projektområdet og projektaktiviteterne. Formålet med scoping-rapporten var at identificere emner af særlig betydning, der kræver feltstudier og særlig opmærksomhed, samt at se bort fra emner, der ikke er vurderet som relevante for projektet.

Denne scoping-proces har resulteret i et projekt "Terms of Reference" [ToR], udgivet til offentlig høring. Greenland Anorthosite Minings ToR for Majoqqap Qaava-projektet var i offentlig høring fra 18. august 2021 til 21. september 2021, og er tilgængelig online på Grønlands regerings høringsportal.

2.2. Baseline prøvetagning

Gældende statslige retningslinjer kræver to til tre års miljøgrundlagsundersøgelser (baseline), for at karakterisere et område tilstrækkeligt inden projektstart.

Baseline prøvetagning for Majoqqap Qaava anorthosit projektet omfatter indsamling af lav, tang, muslinger og fisk, ferskvand og sediment fra elve, søer og fjordområder. Derudover er meteorologiske og hydrologiske målinger blevet gennemført sammen med et støvprøvetagningsprogram.

Miljøbaseline prøvetagning blev påbegyndt i oktober 2020, og er udført af NIRAS Greenland A/S og underkonsulenter med flere feltkampagner i 2021 og 2022. Baseline prøvetagning er opsummeret i en teknisk baggrundsbaseline rapport (NIRAS Greenland, 2024c).

Al prøveudtagning er foretaget i henhold til gældende grønlandske feltprotokoller, herunder protokollen udviklet til indsamling af prøver til Grønlands mineralressourcers miljøprøvebank (DCE - Danish Centre for Environment and Energy, 2022). Udover prøvetagning i projektområderne, er der også indsamlet prøver fra et referenceområde.

Ud over miljøprøvetagningen, har Greenland Anorthosite Mining gennemført en række undersøgelser, der giver solid viden om alle væsentlige aspekter af projektet og projektområdet. Herunder:

- Geologiske borekampagner,
- Geologisk kortlægning,
- Geokemisk udvaskningsforsøg,
- Geokemisk toksikologisk testarbejde,
- Marine bathymetriske studier og navigationskortlægning,
- Opmåling af projektområdet, og dokumentation til fods og i luften,
- Fiskeresset - Greenland Anorthosite Mining. Arkæologisk forundersøgelse 2020 (Larsen, 2020),
- Majoqqap Qaava Social Impact Assessment (Rambøll, 2023a).

2.3. Offentlig høring

Efter godkendelse af Naalakkersuisut, bliver denne rapport gjort tilgængelig for offentlig høring og kommentarer via Grønlands regerings høringsportal. Høringsperioden vil omfatte offentlige møder, hvor offentligheden og interessenter, har mulighed for at stille spørgsmål til virksomheden og myndighederne.

Efter høringsperioden bliver alle kommentarer og input registreret og præsenteret i en projektspecifik "Hvidbog". Alle input vil blive evalueret, og dokumentet vil blive opdateret med de nødvendige tilføjelser og/eller forklaringer inden endelig godkendelse af MRA.

3. Lovgivningsmæssige rammer

Dette afsnit skitserer de lovgivningsmæssige rammer, der regulerer mineralsektoren i Grønland, med særligt fokus på de miljømæssige aspekter af mineralefterforskning/-udvinding.

Efter udstedelsen af lov om Grønlands Selvstyre den 21. juni 2009, overtog Grønland det administrative ansvar for råstofsektoren, defineret med Folketingets lov nr. 7 af 7. december 2009 om råstof- og råstofaktiviteter (råstofloven), der trådte i kraft den 1. januar 2010. Under EIA processen for dette projekt, er råstofloven overvejende blevet erstattet med Inatsisartutlov om mineralaktiviteter nr. 26 13/6 2023 (mineloven) der trådte i kraft 1. januar 2024. I den nye minelov er området for de almindelige mineralaktiviteter indenfor mineralområdet generelt udskilt fra de andre dele af råstofområdet, som er omfattet af råstofloven, herunder kulbrinteområdet (området vedrørende olie og naturgas), anvendelse af undergrunden til lagring, området for lokale personer og museers småskalamineralaktiviteter og lokale personer og virksomheders udnyttelse, indsamling og brydning af mineraler uden tilladelse dertil. Råstofloven er derfor stadig delvis gældende med følgende ændringer:

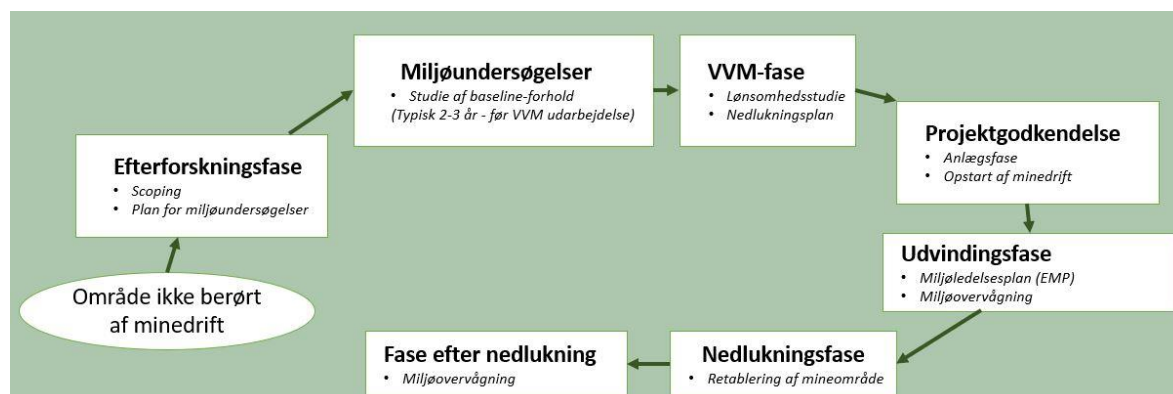
- Inatsisartutlov nr. 26 af 18. december 2012
- Inatsisartutlov nr. 6 af 8. juni 2014
- Inatsisartutlov nr. 16 af 3. juni 2015
- Inatsisartutlov nr. 34 af 28. november 2016
- Inatsisartutlov nr. 16 af 27. november 2018
- Inatsisartutlov nr. 39 af 28. november 2019
- Inatsisartutlov nr. 27 af 13. juni 2023
- Inatsisartutlov nr. 35 af 4. juni 2024

Grønlands Selvstyre meddeler udnyttelsestilladelse (licens) i henhold til mineloven. Udnyttelsestilladelsen indeholder de overordnede vilkår i relation til tilladelsens varighed, royalty-betalinger samt udnyttelses- og nedlukningsplan, rapportering, fortrolighed, brug af lokal arbejdskraft og lokale leverandører mv. og gælder som udgangspunkt for en periode på op til 30 år med mulighed for forlængelse (§ 47).

Minelovens afsnit 7, sektion 41-46 tilsiger at følgende betingelser skal være opfyldt før rettighedshaveren kan tildeles udnyttelsestilladelse:

- § 41: Rettighedshaver til en råstofefterforskningstilladelse er berettiget til en udnyttelsestilladelse, hvis rettighedshaveren har afgrænset en levedygtig råstofforekomst der er godkendt af Naalakkersuisut,
- § 44: Rettighedshaver skal have indsendt et godkendt projektkommissorium, før udnyttelsestilladelsen gives. Kommissoriet skal i henhold til § 44, stk. 2, undergives en offentlig forhandling,
- § 45: Rettighedshaveren til en udnyttelsestilladelse skal være et aktieselskab med ledelse hjemmehørende i Grønland. Rettighedshaver kan ansøge om en udsættelse af dette forhold i op til 24 mdr. såfremt dette godkendes af Naalakkersuisut,
- § 46: Aktieselskabet ikke må være tyndere kapitaliseret end den koncern, som selskabet indgår i. Endvidere må aktieselskabet ikke sambeskattes med andre selskaber, medmindre der er tale om tvungen sambeskatning.

Ifølge minelovens afsnit 15 § 100, skal en virksomhed ligeledes afgive en vurdering af virkningerne på miljøet [VVM] til offentlig høring og offentlig godkendelse, før mineaktiviteten kan igangsættes.



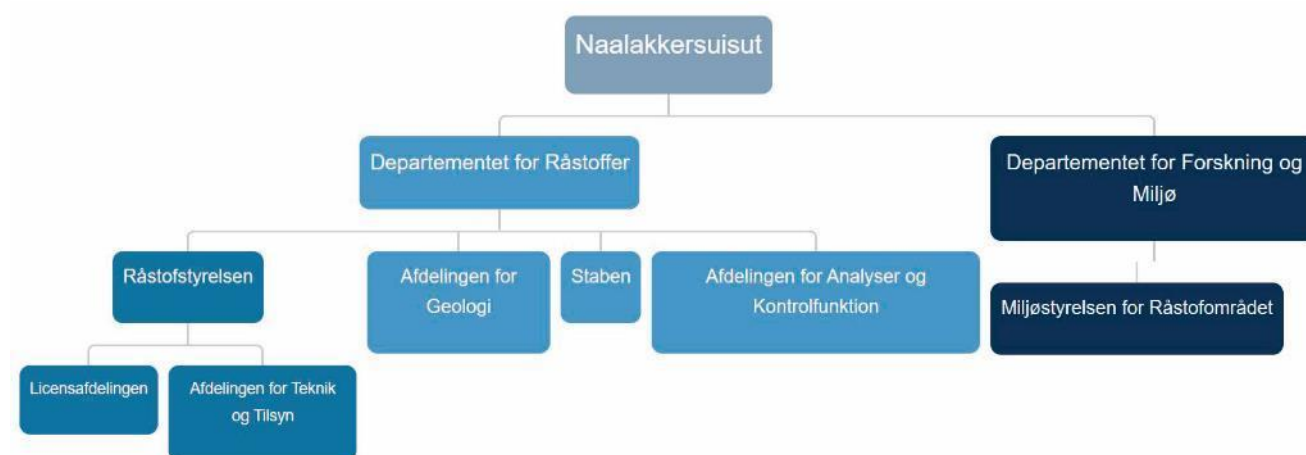
Figur 1: Den lovgivningsmæssige livscyklus for et mineprojekt i Grønland.

Mineralmyndigheden offentliggjorde i 2015 retningslinjer for udarbejdelse af en miljøvurderingsrapport for mineraludvinding i Grønland, som dækker de aspekter og processer, der er nødvendige for at udvikle en tilfredsstillende VVM. Den nuværende VVM for Majoqqap Qaava, er baseret på disse gældende retningslinjer.

VVM'en vil blive forelagt Miljøstyrelsen for Råstofområdet [EAMRA] til kommentarer og godkendelse. Figur 1 viser de overordnede elementer af den lovgivningsmæssige livscyklus for et mineprojekt i Grønland.

3.1. Administration

Figur 2 viser strukturen af MRA. VVM-processen faciliteres og håndteres af EAMRA/Miljøstyrelsen for Råstofområdet.



Figur 2: Den administrative struktur i Mineralmyndigheden (MRA).

3.2. Søfartsbestemmelser, forpligtelser og retningslinjer

Al søtransport påkrævet i forbindelse med MAQ-projektet, vil blive udført i overensstemmelse med de relevante og gældende regler og retningslinjer for grønlandske farvande. Følgende dokumenter skal overholdes:

- Den Internationale Søfartsorganisation [IMO] Polar Code,

- *MARPOL og Polar Code konventionernes krav til skibe, udstyr, træning, udledninger osv. skal følges af alle skibe, der sejler til minen.*
- *Herunder ændringer til MARPOL bilag 1 (regel 43A) vedrørende forbud mod brug og transport af svær brændselsolie (HFO) af skibe i arktiske farvande, den 1. juli 2024 eller senere.*
- *Uanset ovenstående bestemmelse er det muligt for den lokale Søfartsstyrelse midlertidigt at undtage fra kravene for skibe, der sejler under grønlandsk eller dansk flag, mens de sejler i det grønlandske søterritorium. Ingen undtagelse, der er givet i henhold til dette stykke, gælder dog den 1. juli 2029 eller senere.*
- Søfartsstyrelsen [DMA] - Bekendtgørelse nr. 1697 af 19. december 2015,
 - *Bekendtgørelse for Grønland om skibes sikre sejlads m.v.,*
- Søfartsstyrelsen [DMA] - Bekendtgørelse nr. 169 af 4. marts 2009,
 - *Bekendtgørelse af teknisk forskrift om anvendelse af isprojektører ved sejlads i grønlandsk farvand,*
- Miljø- og Fødevarerministeriet, lov nr. 1534 af 19. december 2017,
 - *Lov om beskyttelse af havmiljøet i den eksklusive økonomiske zone ved Grønland,*
- Inatsisartutlov nr. 15 af 8. juni 2017,
 - *Om beskyttelse af havmiljøet,*
- Økonomiministeriet, bekendtgørelse nr. 170 af 17. marts 2003,
 - *Bekendtgørelse om skibsrapporteringssystemer i farvande ved Grønland (Meldetjeneste i Grønland),*

Yderligere henvisninger til danske bekendtgørelser vedrørende sejlads i Grønland, samt IMO-regler, cirkulærer og retningslinjer og anden relevant information vedrørende sejlads i Arktis og Grønland kan findes på Søfartsstyrelsens hjemmeside <http://www.dma.dk/sikkerhed-til-søen/den-arktiske-region>.

3.3. Internationale forpligtigelser

Grønland har ratificeret en række internationale konventioner om natur og biodiversitet, enten som direkte konventionsmedlem, eller gennem sit medlemskab af rigsfællesskabet Danmark og Færøerne. Nogle af de vigtigste omfatter:

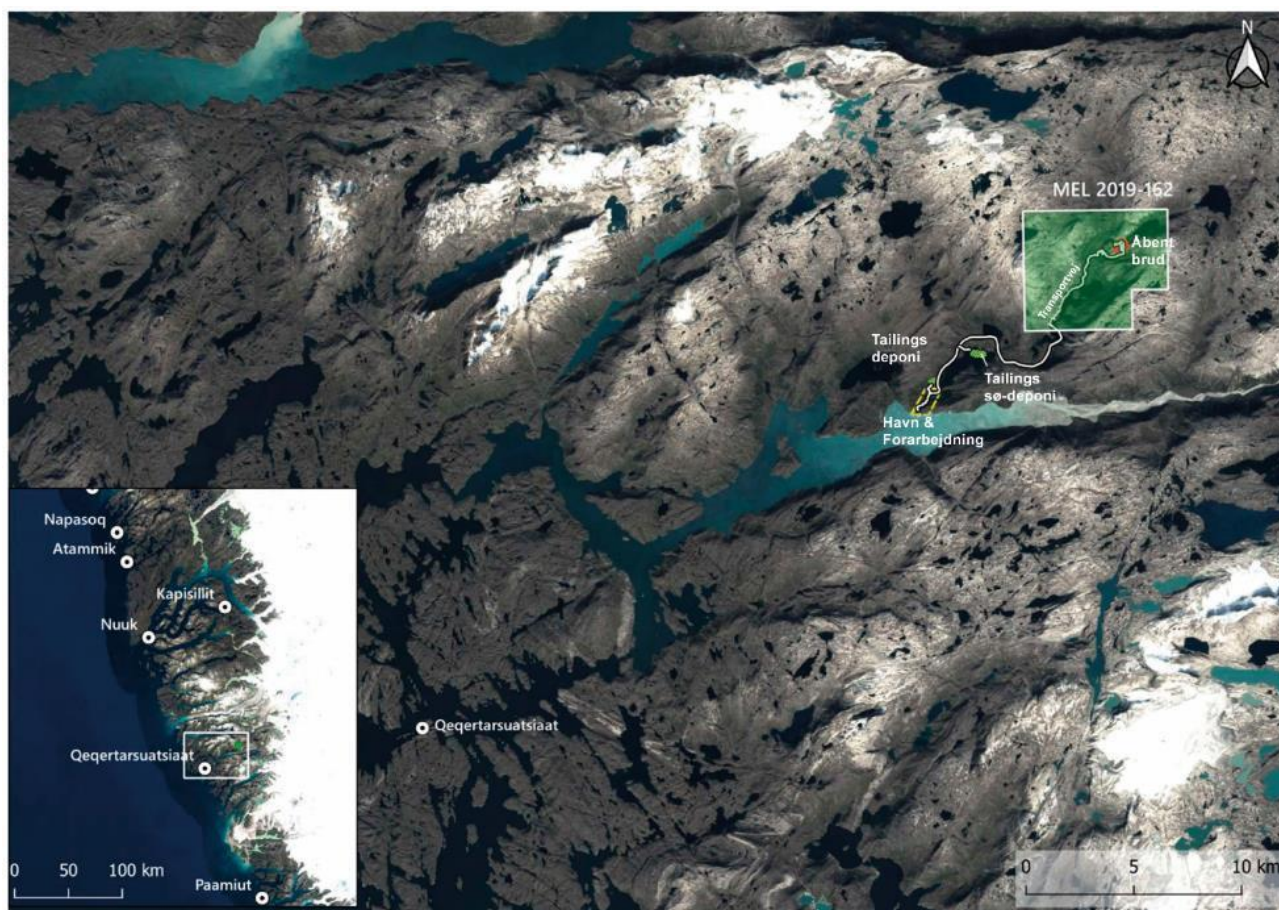
- **Ramsar-konventionen** er en mellemstatslig traktat, der danner rammerne for national handling og internationalt samarbejde om bevarelse og hensigtsmæssig brug af vådområder og disses ressourcer,
- **International Union for Conservation of Nature [IUCN]** er en international organisation dedikeret til bevarelse af naturressourcer. IUCN udgiver en "rødliste", der samler oplysninger fra et netværk af bevaringsorganisationer for at vurdere, hvilke arter der er mest truet. Den første grønlandske rødliste blev offentliggjort i 2007, og seneste revision af Grønlands rødliste blev offentliggjort i 2018,
- 2018-listen omfatter 112 dyrearter og 490 plantearter, hvoraf 52 arter er defineret som værende "af nationalt ansvar", hvilket betyder, at Grønland har et internationalt ansvar for at beskytte disse arter,
- **UNESCOs verdensarvskonvention** er et globalt instrument til beskyttelse af steder med kultur- og naturarv,
- Ilulissat Isfjord var i 2004 det første grønlandske område, der blev optaget på UNESCOs verdensarvsliste. I 2017, blev området Kujataa i det sydlige Grønland medtaget, og i 2018, blev den sidste af de nuværende tre grønlandske UNESCO-arvsteder optaget, Aasivissuit-Nipisat ved den grønlandske vestkyst.

Specifikke detaljer om projektets påvirkning af Ramsar-områder samt andre følsomme og beskyttede områder i forhold til de planlagte aktiviteter er givet i afsnit 5.10. Følsomme og beskyttede områder med hensyn til fuglelivet er beskrevet i afsnit 5.8.7.

4. Beskrivelse af Majoqqap Qaava projektet

4.1. Beliggenhed

Majoqqap Qaava er beliggende i Vestgrønland på omtrentlig breddegrad 63°13'N og længdegrad 50°12'W, Figur 3. Licensområdet med anorthosit (MEL 2019-162) dækker 51 km², og er placeret ca. 130 km syd-sydøst for Grønlands hovedstad, Nuuk, og 40 km øst-nordøst for den bygden Qeqertarsuatsiaat (Fiskenæsset). Se Figur 4.



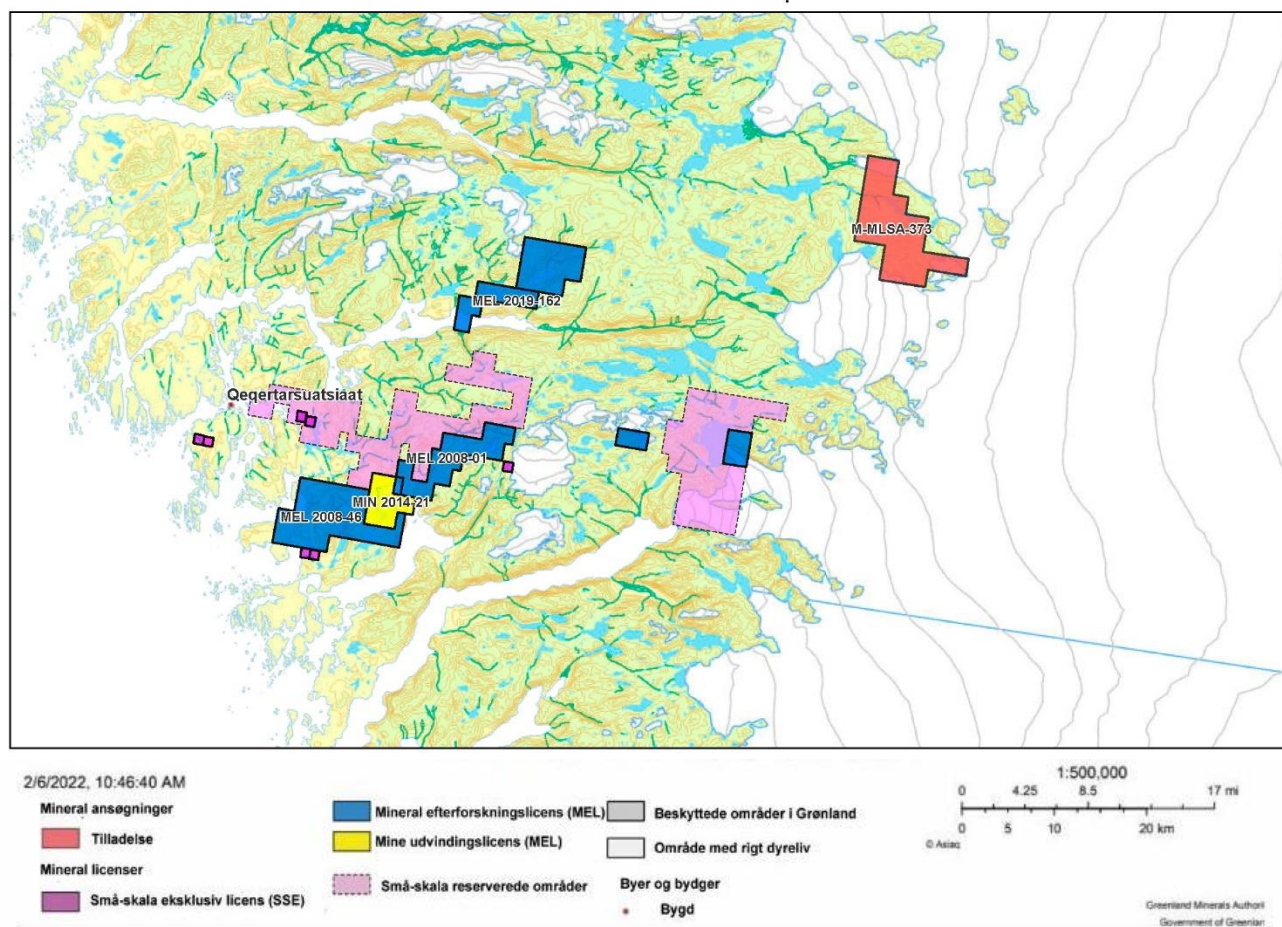
Figur 3: Projektets placering og overordnede foreslåede projektkomponenter.

Projektet er placeret i bunden af Kuussuatsiaat-dalen, i den inderste del af Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat (Fiskenæs-fjorden).

For at sikre projektet adgang til havet og derved mulighed for udskibning af malm, har selskabet søgt om en udvidelse af licens MEL 2019-162 i 2023. Områdeudvidelsen dækker den nedre sydlige del af Kuussuatsiaat-dalen for at lette de nødvendige infrastrukturelle elementer til driften af minedriften såsom transportveje, tailingsarealer, indkvartering, værksteder mv. Udvidelsens omrids er vist i Figur 4 og Appendiks 1.

Topografien i Qeqertarsuatsiaat regionen varierer fra lavtliggende relief (0-500 m) med moderat vegetation langs kyststrækningerne, til områder med højere relief (op til 1.500 m) i de indre områder nær indlandsisen. Området gennemskæres af flere store dybvands fjordsystemer, der generelt er isfrie hele året rundt, men med mulighed for årlig dannelse af havis i de indre dele i op til tre måneder om vinteren. Det samlede efterforskningsområde stiger fra

havniveau til en maksimal højde på ca. 1.000 m nær Majoqqap Qaava fjeldet. Selve anorthosit-ressourcen er placeret i en højde på ca. 300-400 m over havets overflade. Et system af søer følger den flade sydvest-gående Kuussuatsiaat-dal (projektalden) i mere end 10 km, inden denne ender ved nordkysten af Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat.



Figur 4: Licenskort, der viser MEL 2019-162 og tilstødende licenser.

4.2. Mineralressourcen

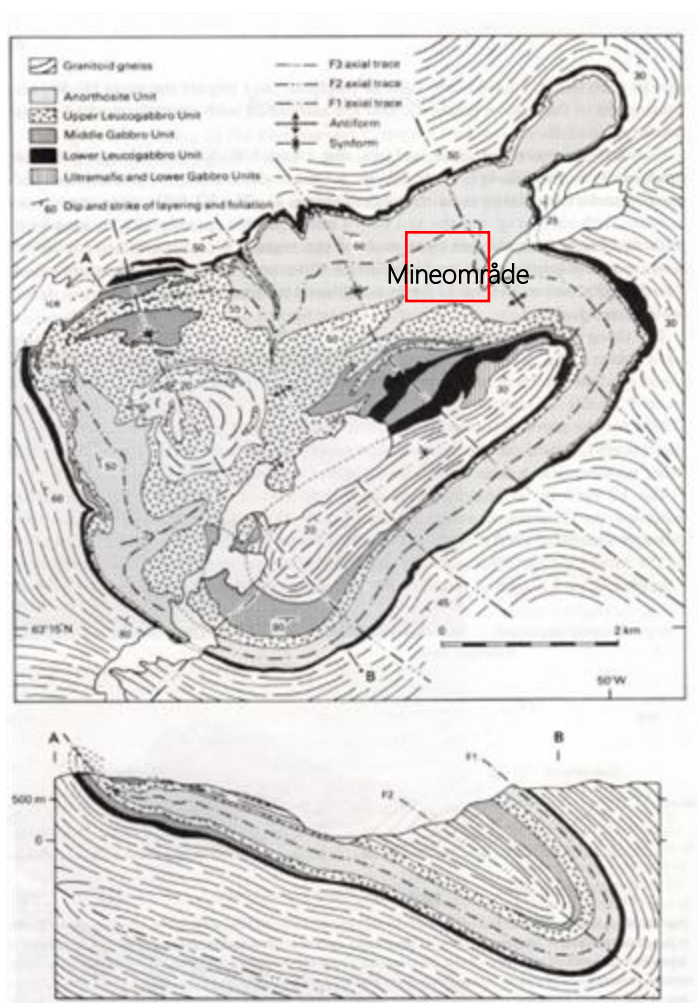
Anorthosit er en kompetent, massiv hvid bjergart, der primært består af de kemiske komponenter aluminium, silicium og kalcium. Det primære produkt der vil blive produceret, er rå anorthosit, der næsten udelukkende (>95 %) består af feldspat-mineralet Bytownit (omtrentlig kemisk sammensætning $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$). Baseret på 1.509 m diamantboringer gennemført af GAM i 2019, blev der defineret en mineralressource på 21,8 millioner ton [Mt]. Ressourcen følger internationale CIM-definitioner, og er blevet beregnet af SRK Consulting i Wales, Tabel 1. Ressourcen består af anorthosit materiale indeholdende omkring 0,5 % K_2O og 1,8 % Na_2O , der svarer til et sammenlagt alkaliindhold på 2,3 %. Af de 21,8 Mt forventes minimum 7,14 Mt anorthosit materiale at indeholde mindre end 1,95 % alkalimetaller.

Klassifikation	Densitet [g/cm ³]	Tonnage [Mt]	Alkali [%]	K ₂ O [%]	Na ₂ O [%]	Al ₂ O ₃ [%]	CaO [%]	Fe ₂ O ₃ [%]	SiO ₂ [%]	TiO ₂ [%]
Inferred (påvist)	2.8	21.8	2.3	0.5	1.8	30.2	15.0	1.2	49.3	0.03
Total	2.8	21.8	2.3	0.5	1.8	30.2	15.0	1.2	49.3	0.03

Tabel 1: Mineralressource for Majoqqap Qaava Anorthosit Projektet, gældende fra 25. marts 2020.

Majoqqap Qaava-anorthosit komplekset er blottet som et subrektangulært plan, 7 km langt og 5 km bredt, gennemskåret af en næsten 1.000 m dyb dal. I tre dimensioner danner anorthosit-komplekset en skålform, der hælder mod sydøst. Figur 5 viser et forenklet tværsnit af Majoqqap Qaava komplekset. Det ses, at den omfattende mængde anorthosit i det foreslåede mineområde langs den nordlige del af Majoqqap Qaava, er resultatet af en tæt foldning af flere geologiske lag. Da folden hælder mod sydøst, antages det, at der også kan forekomme store mængder anorthosit under overfladen i dalen.

Geologien i Greenland Anorthosite Minings fokusområde består af anorthosit med mindre enheder af pegmatit, gnejs-linser og tynde leuco-gabbro lag. Baseret på geokemiske undersøgelser, har det været muligt at karakterisere flere forskellige typer af anorthosit, og hermed områder som er mere eller mindre gunstige for minedrift med hensyn til den kemiske sammensætning. Resultaterne viser tydeligt, at et stort område i den nordøstlige del af Majoqqap Qaava har en unik geokemisk sammensætning, og betydelig tonnage af homogen, let syreopløselig anorthosit. En oversigt over den geokemiske sammensætning af anorthosit og pegmatit kan findes i Appendiks 3.



Figur 5: Forenklet tværsnit af Majoqqap Qaava-komplekset (Myers, 1981).

4.3. Minedrift

GAM planlægger at etablere minedrift og forarbejdning af anorthosit i Majoqqap Qaava området. Efter en opstartsperiode, er projektet planlagt til at omfatte årlig brydning af mellem 560.000-930.000 tons rå anorthosit, og

udskibning af ca. 400.000-800.000 tons produktmateriale til Europa og Nordamerika. En oversigt over minedriftsscenarier A og B er vist i Tabel 2.

4.3.1. Minemetode

Anorthosit minen ved Majoqqap Qaava vil være i funktion som et konventionelt åben brud.

Det åbne brud placeres på den sydøstlige side af en højderyg. Minens design forudsætter, at der vil blive etableret en midlertidig tilkørselsvej på den østlige side af bruddet ved hjælp af en såkaldt "cut-and-fill" udvindingsmetode, der er tilsvarende til konstruktionen af transportvejen fra bruddet til havnen. Dette konceptuelle design betyder, at minedriften kan udføres uden en permanent tilkørselsvej, så man undgår brydningen af unødvendige restmaterialer.

Malmmateriale vil blive boret og sprængt med ANFO (ammoniumnitrat og diesel). På baggrund af aktuelle tekniske undersøgelser er det GAM's hensigt, at der vil blive sprængt bænke med en højde på 7 meter, en dybde på 10 meter og en bredde på 25 til 50 meter. Den nuværende pitdesign dybde er 170 m, og omfatter 6-8 m sikkerhedsbarrierer og en 12 m bred permanent tilkørselsrampe for at give adgang til de nederste bænke der skal sprænges ud, Figur 6.

Det er hensigten at optimere sprængningen således, at de enkelte blokke så vidt muligt er mindre end 600 mm, og dermed minimere efterfølgende behov for pneumatisk hammerknusning før transport og forarbejdning af malmen. Samtidig vil man også minimere produktionen af finstof for at optimere forarbejdningen af malmen og støvgener.

Da anorthosit malmen blotter på overfladen, er der et minimalt behov for at fjerne overjord og gråbjerg. GAM forventer således, at højtryksspuling af overfladen i størstedelen af ressourcen, vil være tilstrækkelig til at fjerne organisk materiale og andre overfladematerialer forud for minedriften.

Projektbeskrivelse		Scenarie A	Scenarie B
Mine ressource	Påvist mineressource;	21.8 Mt	
Mineproduktion		560,000 tpa	930,000 tpa
	Produktion i minens levetid	16.8 Mt	27.9 Mt
Mine metode	Konventionelt åbent brud, boring og sprængning, hydraulisk udvinding, last og transport		
Forarbejdning	Knusning, sensor sortering, formaling og magnetseparation		
Levetid	30 år		
Gråbjerg mængder	Intet eller minimalt behov for at fjerne overjord eller gråbjerg		
Tailings mængder	Pegmatit fra XRT-sensor sortering;	35 Ktpa	60 Ktpa
	Tailings fra magnetisk separation;	70 Ktpa	70-125 Ktpa
	Tailings i minens levetid	4.76 Mt	3.91 Mt

Tabel 2: Sammenfatning af minedriftsscenarie A and B.

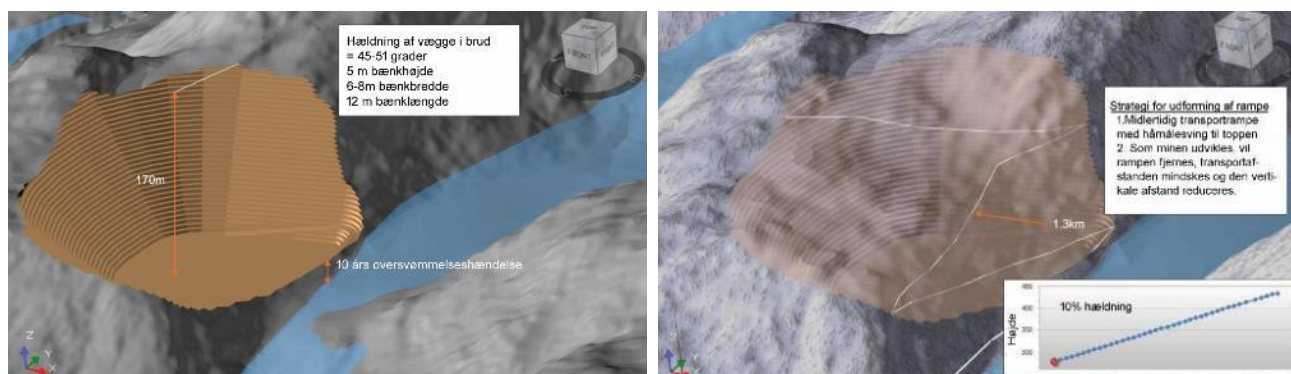
4.3.2. Håndtering af vand på overfladen og i det åbne brud

Idet stenbruddet placeres på den sydøstlige side af en højderyg, kan vandafstrømningen fra overfladen let ledes væk med små dræneringskanaler langs bruddets rand. På grund af det begrænsede jorddække, den lave gennemtrængelighed af grundfjeldet, stejle skråninger og frossen jord i en betydelig del af året, forventes afstrømningen (i form af nedbør) at være høj, og tilstrømning af grundvand at være lav. Desuden forventes grundvandstilstrømning primært at være begrænset til perioden mellem maj og september, hvor jorden ikke er frossen.

Stenbruddet er beliggende i en krystallinsk bjergart (anorthosit og associerede magmatiske bjergarter) med kun få større sprækker, og forventes derfor udelukkende at have begrænset grundvandsgennemstrømning og opmagasinerings af vand i mindre sekundære sprækker og geologiske strukturer. Indledende hydrogeologisk testarbejde og

overvågning af vandstanden i borehuller er blevet udført af GAM i Majoqqap Qaava. Resultaterne vil være en del af den endelige detaljerede mineplan.

Den estimerede afstrømningsmængde til stenbruddet er udregnet vha. en grundlæggende oplandsafgrænsning for projektområdet. Da stenbruddet er placeret langs siden af en SSV-NNØ løbende højderyg, vil afstrømning til bruddet sandsynligvis være begrænset til selve mineområdets areal. Et større elv- og søsystem løber parallelt med højderyggen og drænerer mod syd langs den ØSØ-lige (og laveste) side af bruddet. Det forventes, at den maksimale nedbør og afstrømning af overfladevand til minen er begrænset til ca. 700 m³/dag (7 L/s), beregnet ud fra de maksimale hydrauliske tilstrømningsværdier.



Figur 6: Design af det åbne brud og visualisering af tilkørselsvej.

4.3.3. Placering af tailings materialer ved minen og oplagring af anorthosit

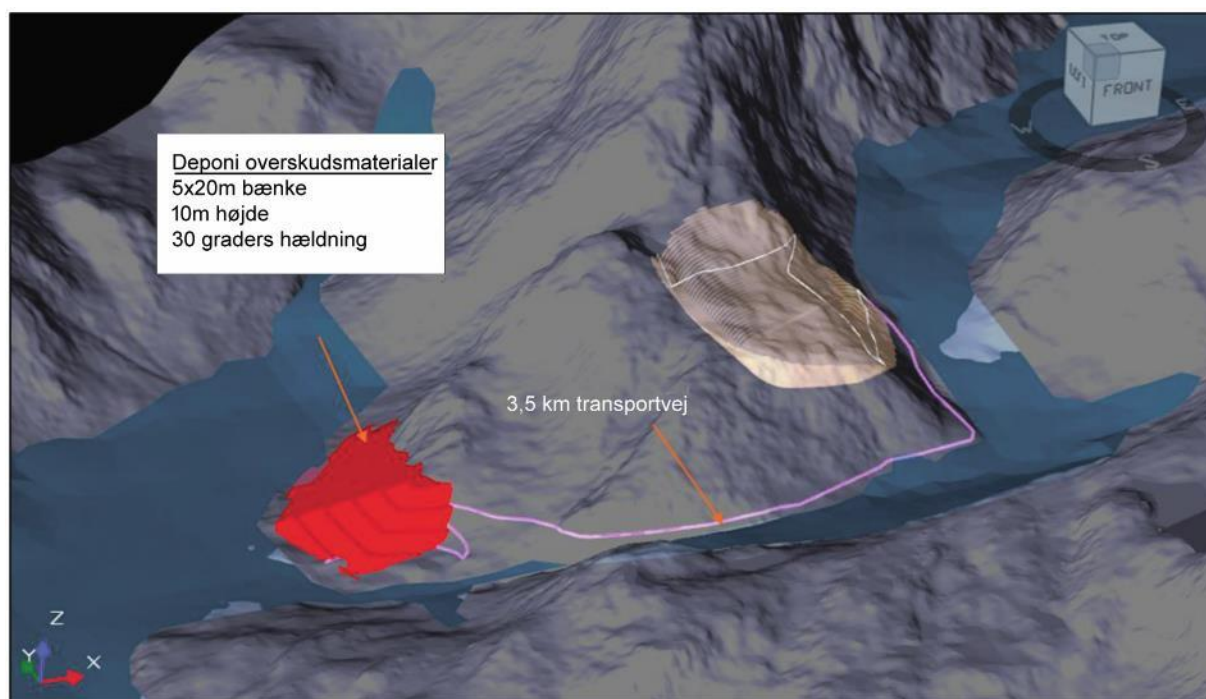
Det planlagte minedesign og mineproduktionen, medfører at der ikke vil blive produceret større mængde overskuds- og tailings materialer fra bruddet. Ud over deponering af begrænsede mængder overfladejord, kan der dog også blive udvundet restmateriale, hvis der udvindes anorthosit, der ikke er undersøgt på et detaljeniveau, som gør det muligt at indgå i mineralressourcen. Sådant overskudsmateriale vil derfor bestå af groft udspærngte blokke af anorthosit. Et potentielt egnet område til at opbevare dette materiale er beliggende ca. 3,5 km vest for minen langs den foreslåede transportvej (overskudsdeponi [WRD]) Figur 7). Ressourcemonellering viser, at materiale der pt. ikke indgår i mineralressourcen maksimalt, udgør omkring 1,8 Mt, hvoraf cirka 40 % vil blive udvundet i løbet af minens første 3 produktionsår. Så snart materialet er klassificeret som mineralressource, vil det blive fjernet fra det midlertidige lager og sat i produktion. Dette foreslåede område har tilstrækkelig størrelse (antal kubikmeter til løsmasser [LCM]), til at dække behovet i hele minens levetid. Det forventes at hældningsvinklen på et sådant deponi vil være op til 30°.

Et afgørende kriterium for udvælgelsen af det foreslåede område til overskudsmaterialer, er nærheden til mineområdet, da dette vil indebære lave transportomkostninger og minimalt behov for anlæg af yderligere vejinfrastruktur. Den korte transportafstand fra minen og placeringen langs transportvejen fjerner behovet for yderligere lastbiler, da det forventes, overskudsmaterialer kan rummes i den eksisterende transportcyklus. Derudover er oplandet opstrøms for det valgte område minimalt, og sikkert placeret i forhold til risikoen for oversvømmelser og eventuelle omkostninger til forvaltning af vandbeskyttelse.

GAM planlægger ikke midlertidig oplagring (stock piling) af væsentlige mængder anorthosit-materiale, men afhængigt af produktionsplanen, vil rå anorthosit-malm muligvis blive oplagret i kortere perioder inden videre forarbejdning i det magnetiske separationsanlæg. Sådant materiale vil blive oplagret i umiddelbar nærhed af forarbejdningsanlægget for at udnytte terræfordelene bedst muligt. Materiale-mængden vil svare til forarbejdningsanlæggets behov i en 5-7 dages periode. Oplagring letter muligheden for at standse minedrift eller transport i en kort periode uden at afbryde hele produktionen. For Scenarie A vil dette svare til midlertidig oplagring af 10.000-15.000 mt og for

Scenarie B 15.000-25.000 mt anorthosit malm. Et oversigtskort der viser dimensionerne af de mulige oplagingspladser er vist i Figur 8. De oplagrede materialer vil bestå af store, udsprængte blokke af anorthosit (<600 mm), hvilket vil resultere i minimal støv- og materialeudvaskning.

Umiddelbart foran forarbejdningsanlægget vil anorthosit malm blive oplagret i kort tid i forbindelse med aflæsning efter transport. Disse materialer bliver løbende ført ind i forarbejdningsanlægget. Mængderne vil maksimalt være 2-3 vognlæs, svarende til 30-90 tons, og vil bestå af groft sprængte blokke af anorthosit (<600 mm) og vil ikke give problemer med udvaskning.

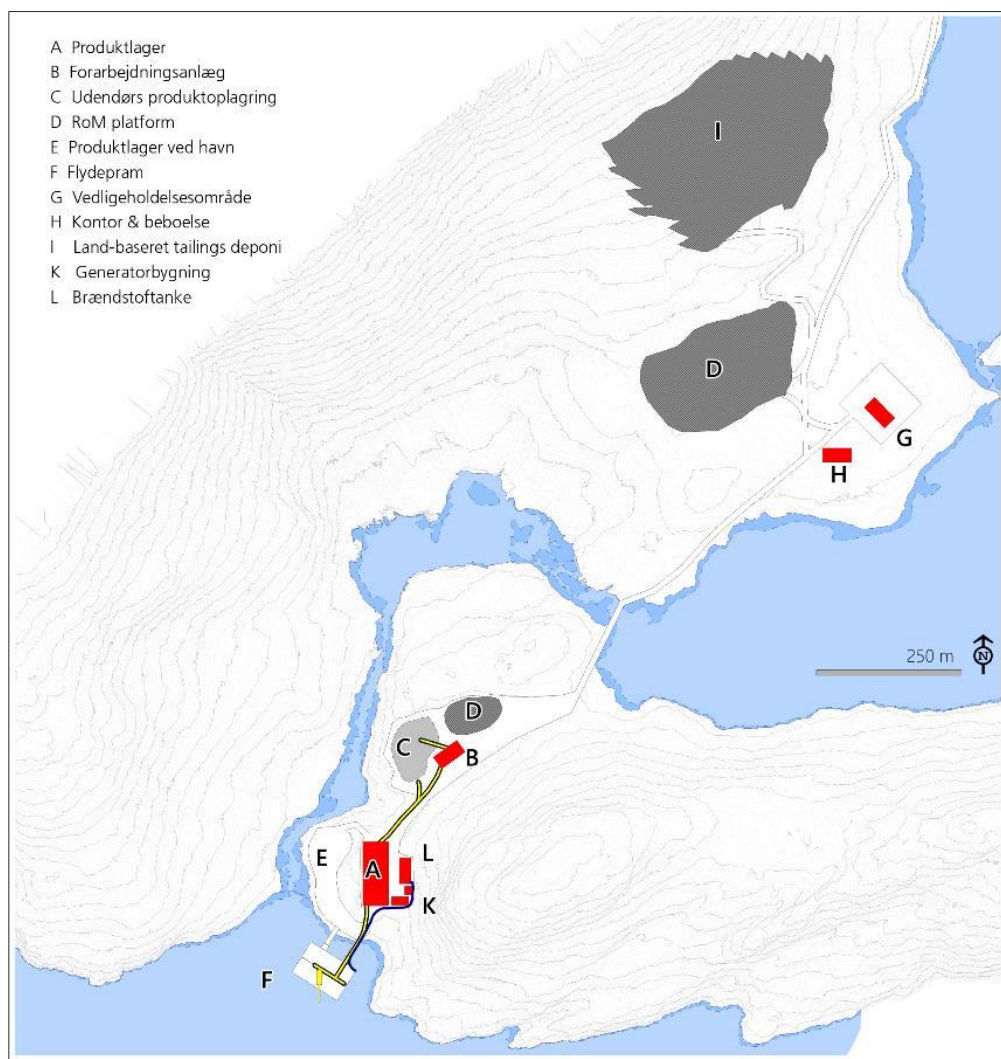


Figur 7: Konceptuelt design af deponi til overskuds- og tailings materialer ved minen.

4.3.4. Mineudstyr

Maskiner og udstyr, der er nødvendigt for at udføre den foreslåede minedrift, vil omfatte standard og velkendt mine-driftsudstyr, dvs. gravemaskiner, frontlæssere, boreudstyr, en flåde af lastbiler til at transportere malm osv., Tabel 3. Afhængigt af det valgte udvindingsscenarie, vil antallet af nødvendigt maskineri og udstyr estimeres ud fra benchmark-data. En transportanalyse er blevet anvendt til at beregne den passende mængde laste- og transportkøretøjer, samt valg af hjælpeudstyr. Det foreslåede mineudstyr er baseret på produktionshastigheden, minemetoden, transportkravene og erfaring med operationer af lignende størrelse. Særlige overvejelser er blevet taget med hensyn til lastbilerne, der skal transportere malmen, hvor man har valgt en delvist terrængående lastbil med tip, på grund af dens egnethed i øde terræn, og evnen til effektivt at transportere malm over afstande længere end 5 km.

Ved valg af maskiner og køretøjer, vil GAM overholde internationale standarder for bedste praksis. I anerkendelse af ønsket om 24-timers drift under arktiske forhold, vil GAM i dialog med producenter af køretøjer, og mine-/anlægsudstyr i videst muligt omfang, overveje miljøpåvirkning og bæredygtige alternativer til dieseldrevne maskiner/køretøjer. Når det kommer til lastbiler, er der i øjeblikket ingen elektrificerede alternativer med tilstrækkelig driftskapacitet i et arktisk miljø til at håndtere malmbelastningen uden køb af en væsentligt større lastbilflåde og installation af elledninger hele vejen til mineområdet. GAM vil løbende følge markedsudviklingen med henblik på bæredygtige alternativer til dieseldrevne enheder.



Figur 8: Konceptuel placering af oplagret anorthosit-malm og tailings materialer i nærheden af minebyen og forarbejdningsområdet. Stiplede vandniveauer repræsenterer en 100-års oversvømmelseshændelse.

Mineudstyr	Reference model	Beskrivelse	Scenarie A [Antal]	Scenarie B [Antal]
Gravemaskine	Hitachi ZX890LC-7	Rendegraver med hydraulisk skovl. 5.2 to 6.3 m ³ skovl	1	1
Frontlæsser	Hitachi ZW6	4.7 tons med 13 m ³ skovl	1	1
Lastbil med tip	Mercedes Arocs	18-44 tons lastbil med tip	5-6	8-10
Primær boremaskine	Sandvik Ranger DX700	Bælte boremaskine. 11.4-14.0 cm hul, 3.7 m stænger.	1	1
Sekundær boremaskine	Sandvik Commando 300RI	Bælte boremaskine. 11.4-14.0 cm hul, 3.7 m stænger.	1	1
Primær bulldozer	CAT D8T Dozer	60 kilowatt bulldozer. 2.4 m bladbredde	2	2
Gummiged	Ikke specificeret	4.2 m ³ skovl	1	1
Stenbryder	Ikke specificeret	104 kg m - 1,000 stød per minut - 3.6-8.2 mt.	1	1
Supply Equipment	Reference model	Beskrivelse	Scenarie A [Antal]	Scenarie B [Antal]
Vejhøvl	Ikke specificeret	105 KW vejhøvl, 3.7 m bladbredde	2	2
Lastbil til vand	Mercedes Arocs	18,000 liter	1	1
Lastbil til brændstof	Mercedes Arocs	Mobil lastbil til brændstof og olie. Samlet vægt 1,800 kg	2	2
Container lastbil	Mercedes Arocs	Container lastbil 8.8 – 11.8 tons	1	1
Gaffeltruck	Ikke specificeret		1	1
Lysmaster	Ikke specificeret	Trailermonteret teleskop lystårn. 7,8 kilowatt	3	4
Pumper	Ikke specificeret	3.7 kilowatt	2	2
Let køretøj	Toyota Hi-Lux		2	3
Minibus	Ikke specificeret		2	2

Tabel 3: Foreløbig liste over nødvendigt mineudstyr.

4.4. Forarbejdningsanlæg og processing af malm

GAM har udviklet en række proces kredsløb (Appendiks 2 – Conceptual process design) for at imødekomme kravene til forarbejdning af anorthosit-malm, og de valgte typer af slutprodukter. En "tør" forarbejdningstilgang uden brug af vand, er i alle henseender blevet valgt som den foretrukne løsning. Anlægget er planlagt til at være i drift i minimum 9 måneder (270 dage) om året, eksklusiv de koldeste vintermåneder, hvor anlægget vil køre i et reduceret vedligeholdelsesniveau. Forarbejdningen af materialer vil være dikteret indenfor grænserne af henholdsvis et minimums- og et maksimumsscenario, A eller B, der hver har sin egen procesbeskrivelse. Scenarie A involverer et relativt simpelt kredsløb, der kun producerer materiale til E-glas, keramik og fyldstoffer, hvorimod scenarie B involverer et mere komplekst kredsløb, der afspejler en yderligere behandling af anorthosit-malmen til også at inkludere produktion af grove og fine materialer til stenuld. I begge scenarier vil den afsluttende formaling til <45 µm for enkelte produkttyper, herunder E-glas, men også visse typer af keramik og fyldstoffer, blive udført uden for Grønland af følgende årsager:

- Købere af materialet kræver streng kontrol med den afsluttende formaling af kvalitetsmæssige årsager. Denne proces skal derfor placeres relativt tæt på de fabrikker, der skal bruge produktet for at undgå forurening af materialet. Erfaringer fra tidligere brug af anorthosit har vist, at tilføjelsen af selv meget små mængder forurenende materialer i forbindelse med skibstransport, landlogistik og anden håndtering har en negativ

indflydelse på smelteprocessen. Der er således ufravigelige krav til håndtering, hvor produktet efter formaling til 45 µm transporteres i lukkede silolastbiler eller lukkede containere, der rengøres dagligt efter særlige regler, og køres direkte til fabrikernes produktionssiloer for omlæsning,

- Den endelige formaling til er meget energikrævende, og vil derfor kræve et stort forbrug af diesel, hvis dette skulle udføres vha. minens kraftværk. Dette strider mod krav fra kunderne, som for at de kan levere et grønt produkt også kræver, at GAM bruger så meget grøn energi som muligt. De nye internationale ESG-love (ESG) kommer også i spil, idet disse bliver fuldt implementeret ved udgangen af 1. kvartal 2023, hvor sælgeren af et slutprodukt har ESG-ansvaret for hele værdikæden. Køberne efterspørger således mere nærhed og kontrol med den del af forarbejdningen, der kan indebære risiko for den endelige sælger af et produkt. Ved formaling i Europa vil det være muligt at bruge flere grønne energiformer til den endelige forarbejdning af produktet,
- Den praktisk håndtering af materiale i størrelsen 45 µm i Grønland er vanskelig og vil øge udfordringer med støv lokalt, og ydermere give tekniske udfordringer under forarbejdningen, som følge af risikoen for kondens og fugt i produktet. Opbevaring af større mængder fint formalet materiale, skaber desuden risiko for fugtoptagelse og sammenklumpning af materialerne, hvilket hæmmer smelteprocessen af materialet til slutbrugene,
- Udslibning af et 45 µm produkt vil kræve transport i særlige cementskibe, som er væsentligt mindre (ca. 10.000 DWT) end øvrige tiltænkte bulkskibe (35.000-45.000 DWT), og vil derfor medføre øget skibstrafik gennem fjordsystemet samt øget CO₂-udledning. Prisen på fragt med disse mindre skibe, vil også påvirke forretningsmodellen negativt, hvilket kan gøre den økonomisk uholdbar.

4.4.1. Scenarie A proceskredsløb:

Et standard knuse- og formalingskredsløb vil etableres i Grønland, med henblik på at producere et magnetsepareret produkt (<0,7-0,8 mm/700µm) til E-glas, keramik og fyldstoffer - Appendiks 2.

Primær knusning via kæbeknuser: En kæbeknuser vil producere fragmenter i størrelsen 20-120 mm som efterfølgende sorteres med XRT optisk sorteringsmaskine. For at undgå at overknusning af malmen, indsættes en vibrerende "grizzly feeder" foran knuseren, som frasorter fint materiale, så kun fragmenter større end 20 mm sendes til kæbeknuseren. Det kan også være nødvendigt, at den primære knusning foregår i et lukket kredsløb, for at kunne køre knuseren med en relativt grov indstilling.

Primær sigte: Denne sigte vil frasortere fraktioner større end 120 mm tilbage til kæbeknuseren, og sende materiale mellem 20-120 mm til XRT optisk malmsortering. Materialer med en størrelse under 20 mm, fordeles videre til en "High-Pressure Grinding Roller" [HPGR] for videre forarbejdning.

Malmsortering: Fragmenter i størrelsen 20-120 mm vil blive kørt gennem en XRT malmsorteringsmaskine, der frasorterer pegmatit (kvarts) fragmenter fra anorthosit-malmen. Pegmatit og andet frasorteret materiale bliver herefter transporteret til et tailings deponi, og forventes at udgøre 5-10% af produktionen, svarende til 25-50 tusinde ton pr. år.

Sekundær knusning: En kegleknuser og vibrerende sigte vil blive brugt til reduktion af materialet til mindre end 20 mm før HPGR-kredsløbet. Den sekundære knusning vil sandsynligvis foretages i et lukket kredsløb, for at sikre at groft materiale (overstørrelse) ikke sendes videre til HPGR-kredsløbet.

HPGR lukket kredsløb: Fint materiale vil blive produceret i et lukket HPGR-kredsløb, hvor en grov (statisk) separator frasorterer materiale i størrelsen >0,7-0,8 mm og en fin (dynamisk) separator frasorterer fint <53 µm materiale, inden den efterfølgende magnetiske separation.

Magnetisk separationskredsløb: Det magnetiske separationskredsløb er baseret på brugen af en såkaldt "Rare Earth Roll" [RER] permanent magnet type separator. Tailings fra det magnetiske separationskredsløb består af et magnetisk-jern-beriget anorthosit koncentrat. Selvom dette materiale muligvis kan blandes med et eller flere af de øvrige produkter, anses det som udgangspunkt som tailings materiale pga. af dets høje Fe_2O_3 -indhold (ca. 4 % baseret på testarbejde) i denne beskrivelse. På grund af den fine partikelstørrelse ($<700 \mu\text{m}$ til $>53 \mu\text{m}$), vil det magnetiske koncentrat blive transporteret fra procesanlægget til et dedikeret tailings deponi [TSF] med lastbil, medmindre produktet kan iblandes eller sælges andre steder. Magnetisk tailings anslås at udgøre op mod 15 % af det samlede materiale, svarende til ca. 70 tusinde ton pr. år. Fint materiale $<53 \mu\text{m}$ vil blive blandet med slutprodukterne i det omfang det er muligt, og ellers deponeret sammen med det øvrige magnetiske koncentrat (max ~55 Ktpa).

Magnetsepareret materiale vil enten blive solgt som færdigt produkt, eller transporteret til endelig formaling i Europa eller USA, hvor materialer mindre end $45 \mu\text{m}$ (E-glas/keramik/fyldstoffer) fremstilles.

4.4.2. Scenarie B proceskredsløb:

Et standard knuse- og formalingskredsløb vil etableres i Grønland, med henblik på at producere groft materiale til stenuld (60-120 mm) og magnetisk separeret hhv. "groft" materiale ($<0,8-0,7 \text{ mm}$) og "fint" materiale ($<0,2 \text{ mm}$) til E-glas, keramik, stenuld og fyldstoffer- Appendiks 2.

Primær knusning via kæbeknuser: Behovet for at producere groft materiale til stenuld kræver, at der tages særligt hensyn til at undgå overknusning af malmen, vha. en vibrerende "grizzly feeder" foran knuseren. Samtidigt kan et være nødvendigt at den primære knusning foregår i et lukket kredsløb for at kunne køre knuseren med en relativt grov indstilling.

Primær sigte: Denne sigte vil frasortere fraktioner større end 120 mm tilbage til kæbeknuseren, og sende materiale mellem 20-120 mm til XRT optisk malmsortering. Materialer med en størrelse under 20 mm, fordeles videre til en "High-Pressure Grinding Roller" [HPGR] for videre forarbejdning.

Malmsortering: Fragmenter i størrelsen 20-120 mm, vil blive kørt gennem en XRT malmsorteringsmaskine, der frasorterer pegmatit (kvarts) fragmenter fra anorthosit-malmen. Pegmatit og andet frasorteret materiale bliver herefter transporteret til et tailings deponi, og forventes at udgøre 5-10% af den årlige produktion, svarende til 55-65 tusinde ton pr. år.

Sekundær sigte: Denne sigte vil frasortere det nødvendige grove materiale til stenuld (60-120 mm fraktion) og lede resterende materiale til det sekundære knusningstrin.

Sekundær knusning: En kegleknuser og vibrerende sigte vil blive brugt til reduktion af materialet til med en størrelse under 20 mm før HPGR-kredsløbet. Den sekundære knusning vil sandsynligvis foretages i et lukket kredsløb, for at sikre at groft materiale (overstørrelse) ikke sendes videre til HPGR-kredsløbet.

HPGR lukket kredsløb: Fint materiale vil blive produceret via et lukket HPGR-kredsløb, hvor en grov (statisk) separator frasorterer materiale i størrelsen $>0,7-0,8 \text{ mm}$ og en fin (dynamisk) separator, frasorterer såvel $0,2 \text{ mm}$ materiale til fin stenuld samt fint $<53 \mu\text{m}$ materiale, inden den efterfølgende magnetiske separation.

Magnetisk separationskredsløb: Det magnetiske separationskredsløb er baseret på brugen af en såkaldt "Rare Earth Roll" [RER] permanent magnet type separator. Tailings fra det magnetiske separationskredsløb består af et magnetisk-jern-beriget anorthosit koncentrat. Selvom dette materiale muligvis kan blandes med et eller flere af de øvrige produkter, anses det som udgangspunkt som tailings materiale pga. af dets høje Fe_2O_3 -indhold (ca. 4 % baseret på testarbejde) i denne beskrivelse. På grund af den fine partikelstørrelse ($<700 \mu\text{m}$ til $>53 \mu\text{m}$), vil det magnetiske koncentrat blive transporteret fra procesanlægget til et dedikeret tailings deponi [TSF] med lastbil. Magnetisk tailings anslås at

udgøre op mod 20 % af det samlede materiale, svarende til ca. 70 tusinde ton pr år. Fint materiale <53 µm vil blive blandet med slutprodukterne i det omfang det er muligt, og ellers deponeret sammen med det øvrige magnetiske koncentrat (max. ~50 Ktpa).

Magnetsepareret materiale vil blive solgt som færdigt produkt, eller transporteret til endelig formaling i Europa eller USA, hvor materiale mindre end 45 µm (E-glas/keramik/fyldstoffer) fremstilles.

4.4.3. Forarbejdningsanlæg

Forarbejdningsanlægget vil bestå af en 125x50 meter bygning, der indeholder de nødvendige transportbånd, knusere og separationsenheder samt projektets kraftværk. Opsætningen af knusere og separationsanlæg vil afhænge af det valgte produktscenarie (A eller B). Begge procesbeskrivelser er vist i detaljer i Appendiks 2.

Forarbejdningsanlægget er designet som et semi-kontinuerligt, delvist lukket kredsløb. De enkelte proceskomponenter vil være afskærmet udefra i henhold til producentens anbefalinger. For at reducere støv- og støjgener yderligere, og for at minimere problemer med kondensdannelse i produktet, forventes den primære knuser at blive installeret i containere eller en separat afsondret sektion af forarbejdningsanlægget.

4.5. Geokemisk karakterisering af malm og tailings

Den geokemiske sammensætning af den gennemsnitlige anorthosit ressource, er beskrevet i henhold til Tabel 1 i afsnit 4.2. En oversigt over den geokemiske sammensætning af anorthosit og pegmatit, kan findes i Appendiks 3 s.2 og s.3.

		ANORTHOSIT	PEGMATIT	Optisk sortering	Magnet separation
		MRC	MRC	Pegmatit tailings	Magnetisk tailings
SiO ₂	[wt.%]	47,52	74,90	72,63	44,08
Al ₂ O ₃	[wt.%]	31,79	14,35	16,24	28,18
Fe ₂ O ₃	[wt.%]	1,26	0,90	0,67	4,87
CaO	[wt.%]	16,25	2,49	3,99	15,00
MgO	[wt.%]	0,74	0,21	0,17	3,52
Na ₂ O	[wt.%]	1,64	2,79	3,97	1,22
K ₂ O	[wt.%]	0,38	4,54	1,81	0,66
Cr ₂ O ₃	[wt.%]	0,01	0,04	0,03	0,05
TiO ₂	[wt.%]	0,03	0,06	0,03	0,15
MnO	[wt.%]	0,02	0,05	0,04	0,08
Total	[wt.%]	100,82	100,85	100,32	99,87
LOI	[wt.%]	1,10	0,45	0,74	2,06
C	[wt.%]	0,02	0,01	0,02	0,02
S	[wt.%]	0,02	0,03	0,03	0,06
Cr	[ppm]	51,15	260	208	383
Th	[ppm]	0,59	2,97	3,21	2,11
U	[ppm]	0,96	2,05	4,18	3,12
V	[ppm]	10	13	10	44
As	[ppm]	0,2	0,1	0,5	0,7
Hg	[ppm]	0,01	<0,005	0,01	0,02
Tl	[ppm]	0,08	0,15	0,05	0,29
Ag	[ppm]	0,50	0,03	0,07	0,15
Cd	[ppm]	0,50	0,03	0,07	0,16

Co	[ppm]	4,4	1,7	1,6	21,3
Cu	[ppm]	13,56	8,9	29,2	49,4
Mo	[ppm]	1,12	19,7	14,8	9,9
Ni	[ppm]	22,0	8,8	9,3	173,9
Pb	[ppm]	2,3	17,6	16,7	14,2
Zn	[ppm]	14	17	17	89

Tabel 4: Geokemisk karakterisering af de vigtigste ressourcekomponenter [MRC], samt frasorteret pegmatit og magnetisk koncentrat.

I forbindelse med ressourceberegningen, metallurgiske testarbejde, samt det efterfølgende miljø- og økotoxikologiske testprogram er relevante anorthosit enheder, pegmatit, gnejs og leuco-gabbro bjergarter indeholdt i ressourcen blevet defineret og geokemisk karakteriseret. Ligeledes er de frasorterede materialer i forarbejdningsprocessen, blevet defineret og karakteriseret. De vigtigste malm- og tailings komponenter, som projektet involverer i minedrift, transport og efterfølgende forarbejdning, er præsenteret i Tabel 4. Den endelige kemiske sammensætning af det udskibede produkt afhænger i sidste ende af graden af sortering af pegmatit og magnetisk koncentrat fra anorthosit rå malm, og kan derfor ikke beskrives nøjagtigt.

4.5.1. Radiogene elementer

Parallelt med ressourceberegningen og geokemiske miljømæssige og økotoxikologiske test (afsnit 5.4), er ca. 7% af alle indsamlede prøver med en komplet geokemisk analysepakke blevet screenet for at identificere potentielle skadelige grundstoffer eller andre geokemiske risici fra de materialer der planlægges udvundet (Appendiks 3). Disse undersøgelser viser, at anorthosit malmens gennemsnitlige indhold af uran og thorium er omkring 1-2 ppm, med maksimalværdier omkring henholdsvis 10-11 ppm uran og 15 ppm thorium, og dermed væsentligt under den grønlandske lovgrænse på 100 ppm uran (Grønlandsk Landstingslov nr. 20 af 1. december 2021. Appendiks 3). Indholdet af radiogene elementer i anorthosit forekomsten er således så lavt, at det ikke er et miljømæssigt problem.

Geokemiske undersøgelser viser derudover, at indholdet af svovl og svovlholdige mineraler er mindre end 0,02wt%, og tilsvarende er indholdet af sulfidassocierede metaller som kobber, zink, nikkel og kobolt væsentligt under 200 ppm.

4.6. Tailings deponi

Udvinning, transport og forarbejdning af malm kræver områder, hvor malmen håndteres, et deponi til "Run of Mine" [RoM], og en langsigtet strategi for opbevaring af overskuds- og affaldsmaterialer (tailings).

"Tailings" er defineret som det stenmateriale, der er frasorteret eller tilbage, efter at en mineralressource er blevet forarbejdet og opkoncentreret. I forhold til Majoqqap Qaava-projektet beskrevet i denne rapport, forventes tailings primært at bestå af følgende materialer:

- Groft pegmatit/kvarts materiale (20-120 mm),
- Fe-beriget anorthosit (magnetisk koncentrat) (<700 µm - 53 µm).

De vigtigste overvejelser i forhold til valget af et passende sted til opbevaring af tailings er:

- Transportafstand (fra forarbejdningsanlæg) - kort afstand er praktisk,
- Hældning af terræn - for konstruktionsegnethed,
- Vurdering af risikoen for oversvømmelse af de valgte områder for en 10-års oversvømmelseshændelse og en 100-års oversvømmelseshændelse - begge scenarier bør så vidt muligt undgås for at undgå omkostninger til vandbeskyttelse,

- Områder med et stort opstrøms opland - bør undgås for at minimere omkostningerne til vandbeskyttelse,
- Planlagte veje - nærhed til allerede planlagte veje for at minimere omkostningerne ved yderligere vejbyggeri.

Tailings deponi [TSF] vil blive designet i henhold til følgende faktorer: nødvendig lagerkapacitet for projektets varighed; forventede geotekniske og geokemiske egenskaber af tailings; jordbundsforhold; klimatiske forhold og potentielle oversvømmelsesrisici; operationelle faktorer, herunder støj og støv; og koncepter for opbevaring efter nedlukning af minedriften.

Geokemisk testarbejde påviser, at det materiale, der skal deponeres, ikke udgør nogen væsentlig risiko for udvaskning af skadelige metaller [ARDML], og generelt indeholder ubetydelige niveauer af farlige elementer (i henhold til relevante vandkvalitetskriterier). Baseret på resultaterne fra det gennemførte testarbejde, antages den kemiske sammensætning af de magnetiske tailings at være stort set tilsvarende med anorthosit som rapporteret i mineralressourcen, dog med et forhøjet jernindhold (ca. 4% Fe_2O_3), og relativt lavere indhold af andre kemiske hovedelementer.

Der er identificeret to potentielle alternativer til tailings opbevaring, Appendiks 4. Den ene placering involverer et landbaseret deponi, mens det andet involverer vådbundsoplagring/deponering i en nærliggende sø. Den største fordel ved begge lokaliteter er nærheden til forarbejdningsanlægget.

4.6.1. Grundlag for landbaseret design af tailings deponi - TSF tør

TSF tør deponiet placeres på en skråning med passende hældning (mindre end 18 grader - for at forhindre jordskred), og undgå risiko for oversvømmelse i en 100-års hændelse, Figur 8, Figur 9 og Figur 10.

Det planlagte administrations-, vedligehold- og beboelsesområde, er dog placeret i nærhed af denne tailings lokalitet, og i en lavere højde. Derfor udgør oplagringen af tailings i dette område en potentiel risiko for både minens infrastruktur og beboerne, hvilket kræver passende håndtering og afbødning i planlægningen af det endelige design og udførelse.

På grund af det lave vandindhold og den tildeles grovkornede karakter af tailings fra forarbejdningsanlægget, har GAM valgt at opbygge tailings deponiet, som et simpelt deponi (komprimeret lagopbygget bunke). Tailings deponiet vil blive designet på en måde, der minimerer indtrængning af vand fra højtliggende områder, så man begrænser udvaskning af vand fra deponiet. Transport af tailings foretages med lastbil fra forarbejdningsanlægget til deponiet. På deponiet vil tailings blive dumpet, spredt (med dozer) og komprimeret i henhold til det valgte design.

En fuldstændig beskrivelse af det landbaserede tailings deponi inkl. en detaljeret stabilitetsrisikovurdering og visualiseringer kan findes i den separate projektbaggrundsrapport *Land tailings deposits – structural stability risk analysis. Background note.* (NIRAS, 2024e).

4.6.2. Grundlag for søbaseret design af tailings deponi - TSF våd

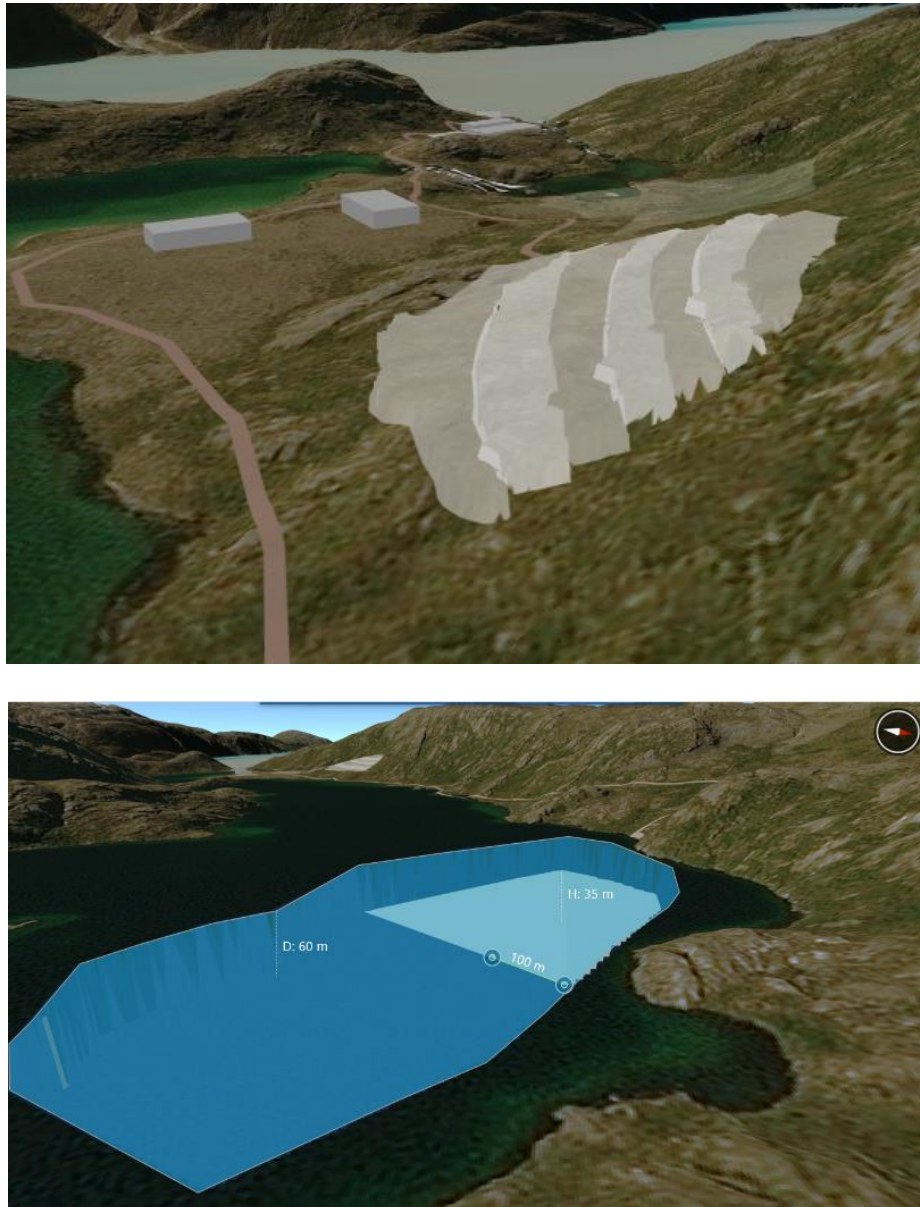
En mulig lokalitet til våd opbevaring af tailings findes i den store sø øst for det planlagte beboelsesområde (Sø #2). Figur 9 og Figur 10. På baggrund af opmåling og sø-profiler foretaget af NIRAS i september 2020, er det dokumenteret, at flere områder med mere end 60 m vanddybde forekommer i søen. Da søen er >2 km lang og har et volumen på ca. 63 mio. m^3 , er der dermed tilstrækkelig kapacitet til at opbevare tailings fra projektet gennem hele minens levetid (5.7.1.4 Bathymetri af søer). Søen er geologisk set underlagt af gnejs, hvilket sikrer stabile grundforhold. Fordelen ved at bruge søen er følgende;

- Der vil ikke være spredning af støv og fine materialer med vinden,

- To yderligere vandreservoirer nedstrøms for tailings deponiet i den øverste del af Sø #2, vil fungere som effektive oplandsbassiner for suspenderet fint materiale, og derved minimere spredningen af disse elementer til fjorden,
- Udover overvågning, vil tailings deponiet i søen ikke kræve yderligere arbejde når minen lukker, da materialet effektivt vil bundfælde sig over tid på søens bund,
- Visuel påvirkning vil være mindre sammenlignet med et landbaseret deponi.

Tailings fra forarbejdningsanlægget vil blive transporteret til TSF våddeponiet af lastbiler på deres daglige vej til minen. En passende rampe vil blive bygget langs søen, hvor lastbiler sikkert kan vippe tailings ind i et gravitationsrørsystem, der fører til en passende dybde under thermoklinen.

En vandsøjle på mere end 10 meter over tailings vil blive opretholdt i hele projektets levetid og efter nedlukning. Baseret på de eksisterende bathymetriske data, og under forudsætning af effektiv deponering af tailings, er en 20 meter vandsøjle over tailings gennem minens levetid sandsynligvis opnåelig.



Figur 9: TSF illustrationer. Øverste figur viser et konceptuel TSF Tør landbaseret deponi. Dimensionerne af TSF-dry er vist i skala i appendiks 4. Nederste figur viser en visualisering af den transparente del af sø #2, der holder TSF Våd søbaseret deponi.

4.7. Infrastruktur

Anlægs- og mineaktiviteter kan i princippet udføres på helårsbasis, men vil typisk være begrænset til perioden fra marts til december på grund af potentielle navigationsbegrænsninger for skibsfarten. Når projektet udvikler sig fra konstruktionsfasen til minedrift, er det hensigten, at alle infrastrukturløsninger skal være administreret af GAM. Hovedkomponenterne i projektlayoutet er som følgende, Figur 10:

- Mineområde og potentielt deponi til overskudsmaterialer samt opbevaring af sprængstoffer,
- Primær transportvej (mellem mineområdet og forarbejdningsanlægget),
- Havn, forarbejdningsfaciliteter og lagerområde,
- Minevedligeholdelsesområde [MMA] og beboelse,

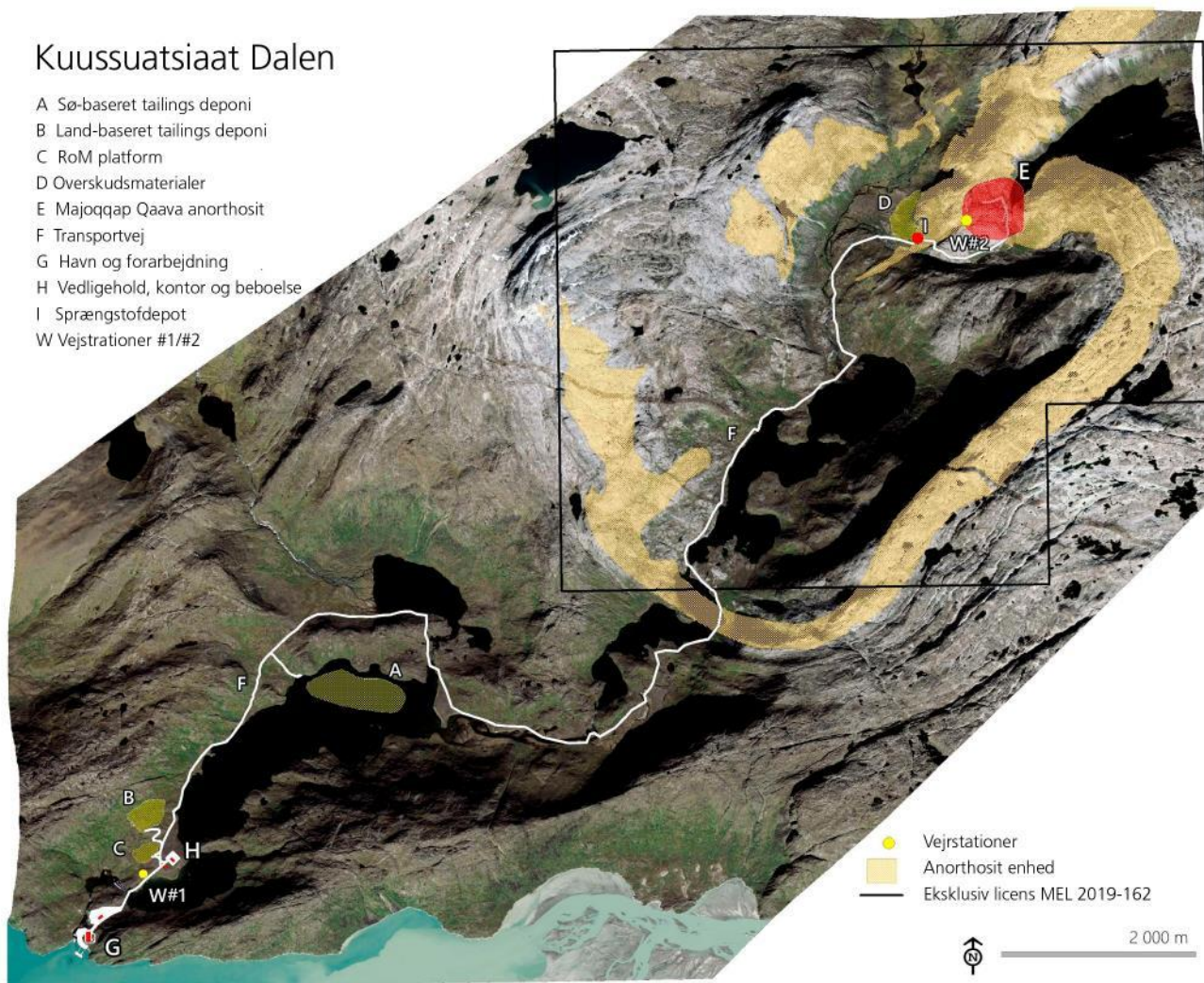
- Produktlagre,
- Tailings deponi.

Forarbejdningsanlægget, havnefaciliteterne og lagerområdet er bygget på følgende platforme (størrelse i parentes) og indeholdte installationer:

- Forarbejdningsanlæg and RoM lager,
- ROM lager (før forarbejdningsanlæg, 100x50m),
 - Forarbejdningsanlæg (125x50m, inkl. kraftværk), og/eller
 - Kraftværk (50x25m, hvis installeret som en selvstændig enhed for at mindske støj. Alternativt integreret med forarbejdningsanlægget.
- Produktlagre & materialehåndtering,
 - Udendørs opbevaring til grove stenuldsprodukter (>60 til <120 mm) - Scenarie B (100x50m),
 - Overdækket lager, inddelt til opbevaring af både stenuldsprodukter (<0,8 mm) og magnetisk separeret materiale ("E-glas" produkt <700 µm) - Scenarie A+B (100x50m),
 - Et generelt lagerområde (50x50m).
- Havnefaciliteter,
 - Platform på landsiden (100x50m).
 - Anløbsbro/kaj, og
 - Navigationsruter og hjælpemidler til fjordsejls.
- Generelle faciliteter og minevedligeholdelsesområde (f.eks. værksted, kontor, lager) (150x100m), og
- Beboelsesområde (100 x 100 m).

Kuussuatsiaat Dalen

- A Sø-baseret tailings deponi
- B Land-baseret tailings deponi
- C RoM platform
- D Overskudsmaterialer
- E Majoqqap Qaava anorthosit
- F Transportvej
- G Havn og forarbejdning
- H Vedligehold, kontor og beboelse
- I Sprængstofdepot
- W Vejstrationer #1/#2



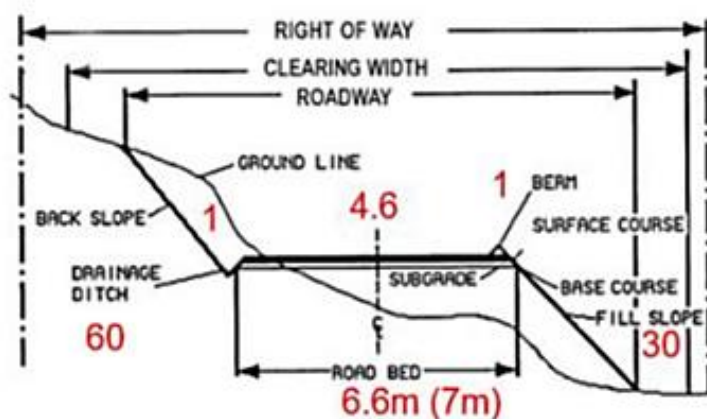
Figur 10: Infrastrukturelt layout af Kuussuatsiaat-dalen og Majoqqap Qaava anorthosit-projektet. For at undgå enhver forvirring vedrørende topografiske skygger på satellitbilledet er områdets dræningssystem, inklusive søbredderne, blevet nøjagtigt kortlagt i Appendiks 4.

4.7.1. Transportvej til malm & tailings

Den primære transportvej vil løbe fra kysten op gennem dalen til det åbne brud, og forbinde havne-, forarbejdnings- og opholdsområderne inklusive RoM-plattformen med mineområdet. Figur 10. Konstruktionen er tiltænkt som en enkelt-sporet vej med strategisk placerede vigepladser for at give tilbagevendende (tomme) lastbiler mulighed for at vige for nedadgående malmtransporterende lastbiler. Disse vigepladser vil blive placeret, når den endelige lastbilstrafik er bedre kendt og defineret. Vejen bygges med en passende bredde til 18-44 tons lastbiler.

Transportvejen er designet til at følge terrænet på den mest optimale og omkostningseffektive måde, så man minimerer behovet for sprængning og vejopbygning, hvor det er muligt. Vejen har maksimalt 10 % hældning, og vil hvor det er muligt være en kombination af en opbygget vej, og en mere primitiv grus/skærvevej. Vejbelægningen udgraves og klargøres til det nødvendige niveau og opbygges med nødvendigt underlag og grundmaterialer inkl. grøfter og volde efter behov. Et skematisk vejdesign er vist i Figur 11.

Den samlede længde af transportvejen er ca. 17 km, og denne vil passere over både løse jordmasser, moræneaflejringer, fjeld og vandholdte sedimenter.



Figur 11: Konceptuel tværsnit af transportvej. Vej bredden vil være på 4,6 m i overensstemmelse med regler for enkeltsporede veje til minedrift (baseret på en forventet lastbilbredder på 2,5 m), med en 1 m bred afskærmingsbarriere, et 1 m bredt åbent V-formet afløb. Den totale vejbredder er således 6,6 m.

Det omkringliggende terræn i forbindelse med vejen og de tilhørende grusgrave og fyldmasser vil blive påvirket i større eller mindre omfang. Der er udarbejdet en detaljeret vejforløbsrapport af Rambøll i Nuuk, som beskriver terrænets beskaffenhed, herunder placering af fyldmasser, der kan opgraves/udvindes i grusgrave langs med sporet. Vejen skal passere flere større og mindre elve/vandløb, som skal krydses ved at lægge underløbsdræn i form af stålrør, dimensioneret til, at sikre den naturlige afstrømning fra de overliggende søer, og for at undgå ophobning af vand inde i dalen.

Baseret på entreprenørundersøgelser foretaget af Rambøll i 2020 og 2022, forventes det, at ca. 30 % af vejterrænet består af løsmasser, 40 % er blandet materiale og 30 % af grundfjeld, der skal sprænges. Forud for anlæg af vejen vil der blive søgt om tilladelse til at anvende lokalt tilgængelige løsmasser som byggematerialer, frem for at transportere disse fra andre steder i Grønland. Når minedriften er i gang, forventer GAM at bruge benytte dele af tailings materialerne fra forarbejdningsanlægget til vedligeholdelse af vejen og anden infrastruktur. Dette materiale vil primært bestå af groft pegmatit affald fra den optiske sortering, der i forvejen deponeres som tailings, og vil minimere brugen af lokale materialer i minens levetid.

4.7.2. Havnefaciliteter og kaj

Projektet forventer, at skibe på op til 45.000 DWT Handymax tørlastskib (samlet længde [LOA] 180 m, bredde 28,5 m, dybgang 10,5 m) fortøjer ved kajen. For at give operationel fleksibilitet, bør kajdesignet give mulighed for et lidt bredere (men rimeligt) spektrum af fartøjsstørrelser. Der foreslås en øvre dimension af fartøjsstørrelse, der svarer til Supramax tørlastskibe (f.eks. LOA 199 m, bredde 32 m, dybgang 12 m), hvilket ville muliggøre forsendelser på op til 52.000 DWT. Som minimum er de forventede fartøjer på 15.000 DWT, men af hensyn til fleksibilitet bør det indregnes at skibe ned til 10.000 DWT anløber (LOA: 122 m bredde: 19,0 m, dybgang 8 m).

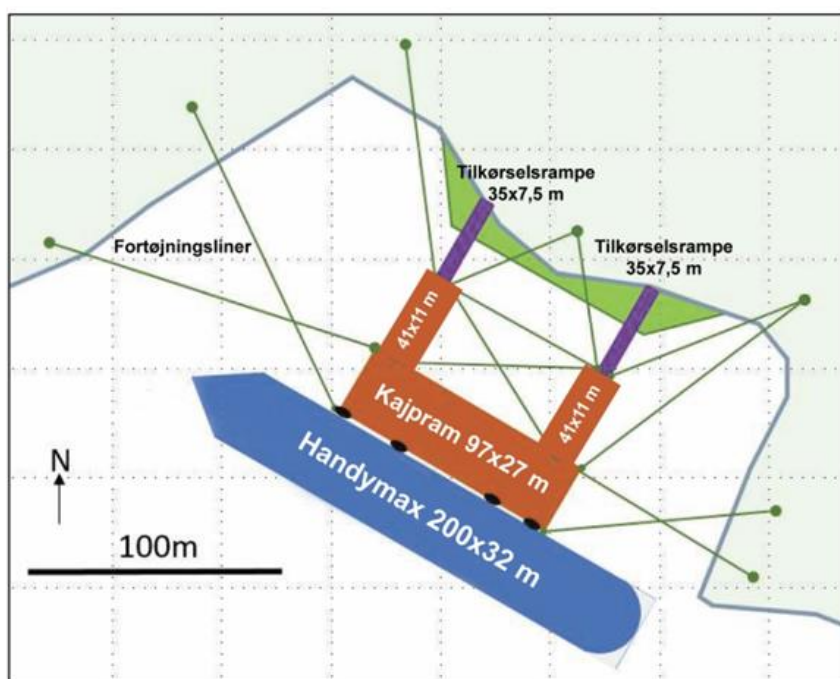
En oversigt over de parametre, der skal tages i betragtning ved udformningen af havn og kaj på dette stadie af projektet er:

- Minens levetid forventes at være minimum 30 år,
- Havnen kan serviceres af fartøjer fra 10.000 til 52.000 DWT,
- Der vil kun ligge ét skib til kaj/lastning ad gangen,
- Fjordsystemet er tilgængeligt for skibstrafik minimum 270 dage om året mellem april og december.

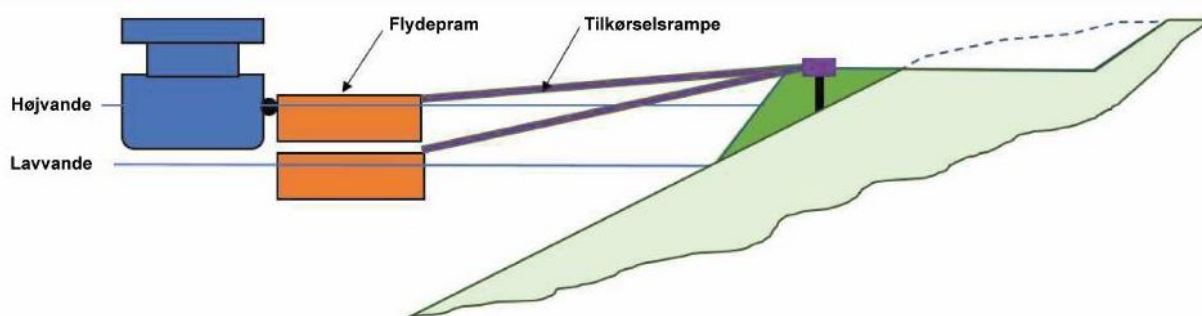
GAM har endnu ikke besluttet, hvilken endelig løsning der skal bruges til at etablere havneanlægget. Kajen vil dog involvere en flydende pramløsning koblet til et landfast havneanlæg, og vil afhænge af den dialog virksomheden har med entreprenørvirksomheder, der skal udføre opgaven. Der er ingen forventning om, at der vil være behov for spuns eller opfyldning bag spunsvægge.

Nedenfor følger en oversigt over et muligt forslag til en flydende pramløsning, som er baseret på selskabets foreløbige økonomiske vurdering (PEA) fra 2020. Denne vil anvende en moleløsning bestående af et permanent flydende kajanlæg dannet af standardiserede prampontonløsninger (en 97x27 m ponton, der danner hovedpram med to tilkoblede 41x11 m pontoner, der alene kan anvendes til landgang i den tidlige anlægs- og konstruktionsfase). Pram-mene sikres ved hjælp af fortøjningslinier og tilkørselsramper, Figur 12 og Figur 13. Løsningen ville kun kræve anlægsarbejde til at installere forankringspunkterne til fortøjningslinerne på land.

Kajen vil blive placeret under et klippefremspring øst for Kuussuatsiaat-dalens udløb. Produktlagre vil blive placeret på land umiddelbart nord herfor, hvilket kræver omfattende anlægsarbejde for at udjævne klippefremspringet.



Figur 12: Foreløbigt design af permanent flydende havneanlæg under klippefremspring.



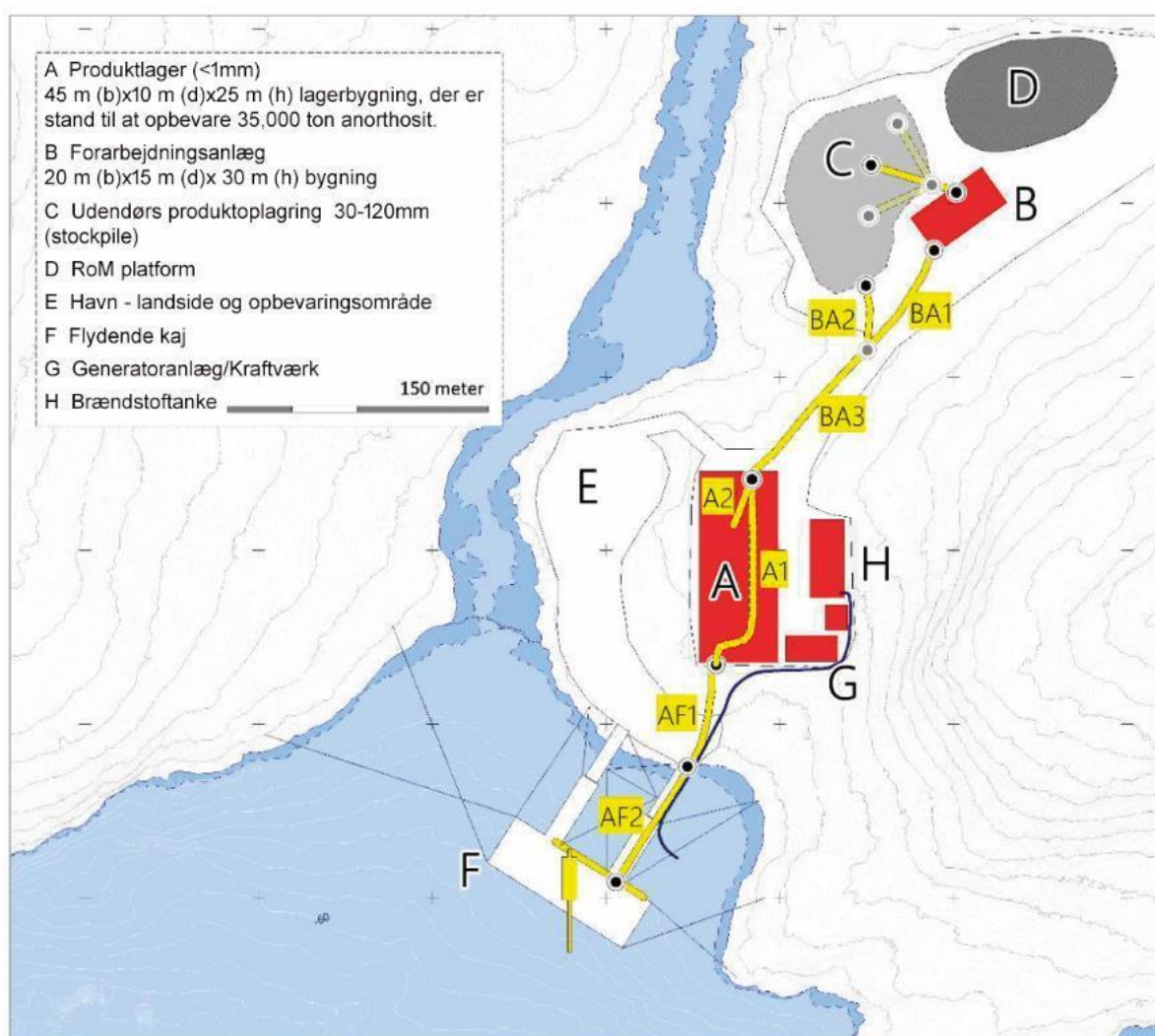
Figur 13: Skematisk tværsnit af anlægsbroen, der viser placeringen af pontonpram og en Handymax ved kaj.

Kombinationen af fortøjningslinier og tilkørselsramper er designet til at mindske fysisk påvirkning af prammen ved anløb og udskibning samt fra havets kræfter. Da prammen er sikret ved hjælp af fortøjningslinier og kan tilgås via en

bevægelig tilkørselsrampe, er prammen fri til at hæve og sænke sig med tidevandet, mens den stadig er i fuld drift. Derudover vil havneanlægget tage hensyn til dannelsen af vinteris i havneområdet, som forventes at opbygges omkring havnens elementer. Positionen, styrken og bevægeligheden skal designes omhyggeligt for alle strukturelle elementer, på samme vis som typen af pram, kapacitet og fastgørelsesarrangementer for fortøjningslinerne. Kajfronten vil være cirka 97 m lang, og anvende Yokohama pneumatisk fendere på forsiden, som er mobile og dermed kan håndtere såvel små som store fartøjer.

4.7.3. Havne layout

Havneanlægget vil blive anlagt med produktlagre på land så tæt på som praktisk muligt bag kajen, samtidig med at der er plads til fri cirkulation af nødvendig tung trafik til og fra kajen. Figur 14. Produktlagre omfatter to forskellige typer, hhv. et udendørs åbent lager (B), og et overdækket lager (A+B). Faste og mobile transportbånd vil blive placeret, så de kan fragte materialer fra produktlagrene til en mobil skibslæsser ved kajen. Kontorbygninger og værksteder mv vil blive placeret væk fra driftsområder.



Figur 14: Tentativ layout af havne- og forarbejdningsanlægsområdet ved kysten.

Veje og andet udstyr: Der vil være en central vej, der forbinder kajen med produktlagre, forarbejdningsanlægget og det generelle infrastrukturiområde. Mobilt udstyr vil være påkrævet til losning af last og containere.

Støtteinfrastruktur: Strøm til havnedriften vil blive leveret fra hovedkraftværket. Der vil være to kontrolenheder: en ved kystsiden og en enhed på kajen. Det forventes, at disse vil være præfabrikerede/modulære enheder, der er egnet til et arktisk miljø.

Brændstof: Dieselbrændstof forventes at blive leveret med kysttankskib ved hjælp af en brændstofslange. Det nuværende koncept involverer leveringer på 900 m³ (ca. 900.000 L), som pumpes fra et tankskib til en fast pumpestation og brændstoflager på land. Mindre mængder af øvrige brændstoftyper og smøremidler modtages direkte med skib ved kajen i mindre enheder; i 200 liters tromler eller 1.000 liters beholdere.

Lokale varer: Levering af lokale varer til minen vil blive håndteret af mindre RAL bygdeskibe, der besejler kysten mellem Paamiut, Qeqertarsuaat og Nuuk. Lokale varer forventes leveret i 20' og 40' containere.

Skibslæsser: En mekanisk skibslæsser vil være placeret på kajen for en effektiv lastning af bulkskibe. Læsseren kan understøttes med en passende støvdæmpningstud og beskyttende plader for at minimere støvgener, og muliggøre jævn fordeling af produktmateriale i skibets lastrum. Skibslæsseren vil blive designet til at have en gennemsnitlig lastehastighed på 550 tph, hvilket giver mulighed for pauser, skift af lastrum og manøvrering af skib og skibslæsser. For at tage højde for disse perioder med ventetid, er der i projektet foreslået anvendelse af en skibslæsser med en kapacitet på 1.000 tph.

Belægningsgrad: Det er antaget, at havneanlægget vil være i produktionsdrift fra minimum april til december, svarende til 270 dage om året. Det samlede produkt, der skal produceres og håndteres i havnen, vil maksimalt være 800.000 tpa (scenarie B), hvilket svarer til ca. 3.000 tpd. I Scenarie A vil der maksimalt blive produceret 400.000 tpa, hvilket svarer til omkring 1.500 tpd.

Baseret på de antagne skibsstørrelser, forventes der mellem 10 og 14 udskibninger af produkter om året i Scenarie A og ca. 18-25 udskibninger i Scenarie B.

For scenarie B, idet der forventes at bulkskibet kun skal forskydes én gang for at tillade skibslæsseren at nå de yderste lastrum (på grund af længden af den valgte pramløsning), vil et 45.000 DWT Handymax bulkskib kræve 3 til 4 dage at laste, hvilket giver en samlet belægningstid i havnen på 54-100 dage om året. Dette er en belægningstid på mindre end 50 % af den disponible driftsperiode, hvilket giver tilstrækkelig fleksibilitet til, at havnen kan håndtere forsinkelser, dage hvor der ikke kan sejles, og besejling af øvrige forsyningsfartøjer. For scenarie A vil tilsvarende estimater give en samlet minimumbelægning på kajen til produktlastning på 21-40 dage om året.

4.8. Analyse af kritisk infrastruktur – risiko for nedbrud

For at kunne drive effektiv minedrift ved Majoqqap Qaava kræves det, at minens infrastruktur er i tilstrækkelig teknisk stand til at modstå potentielle klimatiske begivenheder. Samlet set vurderes nedbrud af kritisk infrastruktur hovedsageligt at påvirke selve minedriften, og muligvis forårsage et stop i produktionstilførslen til forarbejdningsanlægget. Risikoen for personskader anses for at være lav i denne henseende, da vejrudsigter normalt giver mulighed for at etablere passende sikkerhedsprotokoller i tide. Med hensyn til miljøforhold vurderes det samlede geokemiske testarbejde er tilstrækkelig til at give de nødvendige konsekvensvurderinger, se afsnit 5.4. I det usandsynlige tilfælde, at et tailings deponi på land delvist kollapse, eller at en hændelse fører til udskridning af materialer fra deponiet ved minen eller øvrige steder, hvor aflæsses anorthosit, anses den generelle risiko for større geokemiske påvirkninger af miljøet for at være meget lav. Sådanne hændelser kan forårsage landskabsændringer og vil sandsynligvis kræve en mekanisk oprydningsindsats, men en større miljøhændelse, der påvirker ferskvands- og havrecipienterne, vurderes i øjeblikket som usandsynlig.

4.8.1. Tailings deponi - risiko for kollaps

Majoqqap Qaava-projektet betragter to alternativer til opbevaring af tailings, hvoraf kun det landbaserede TSF Tør deponi anses for at have risiko for kollaps på grund af alvorlige vejrfænomener. Det landbaserede deponi vil blive bygget i overensstemmelse med *Norwegian Highway Authority handbook N200:2022* og baseret på geofysiske stabilitetsberegninger (NIRAS, 2024e). I tilfælde af et kollaps eller skred i en del af tailings deponiet; såsom sammenstyrtning af en terrasse, vil den overordnede risiko primært være centreret omkring personskafe på eventuelle førere af et køretøj ved tailings deponiet. Som nævnt ovenfor anses den nuværende risikovurdering af en større miljøpåvirkning fra skred eller kollaps af tailings som værende lav. Et delvist kollaps vil ikke nødvendigvis standse mineproduktionen, da tailings kan deponeres på en midlertidig lokalitet, mens deponiet genetableres.

Samlet set indikerer TSF Tør-stabilitetsmodelleringen, at med aktivt vedligeholdte grøfter (i minens driftsfase) vil grundvandsspejlet (GWT) blive holdt lavt og opretholde stakstabiliteten.

Efter minelukning <100 år, vil ikke vedligeholdte grøfter forårsage nedsat dræningskapacitet, hvilket kan føre til en stigning i GWT. Det forekommer dog sandsynligt, at overdækket bestående af meget permeable løsmasser (sprængte blokke) stadig vil være i stand til at forhindre grundvandet i at stige væsentligt op i de højereliggende dele af TSF og derved afbøde kritisk ustabilitet.

Tolkninger +100 år efter lukningen af minen øger usikkerheden i TSF Tør-stabilitetsmodelleringen. Overordnet set vil dræningskapaciteten med tiden falde, og deponiets bænke og hældningen af overfladen vil langsomt blive udjævnet. På et tidspunkt vil grøfternes effektivitet være borte, men det er usikkert hvad der vil ske med permeabiliteten af de sprængte løsmasser på lang sigt. En uhensigtsmæssig kombination af ovenstående effekter kan teoretisk få GWT til at stige yderligere. På et tidspunkt, når der opnås langsigtet ligevægt, forventes materialeafstrømning at falde væsentligt og til sidst reduceres til ingenting, og deponiet vil herefter befindes sig i et stabilt stadie og gennemgå naturlig erosionsdynamik. Disse scenarier er visualiseret i appendiks E i baggrundsrapporten Land Tailings Deposit, Structural stability risk analyses (NIRAS, 2023b).

Med hensyn til et undersøisk deponi TSF Våd, anses den umiddelbare risiko for kollaps at være relateret til området omkring aflastningszonen. I tilfælde af, at aflastningsanlægget bryder sammen, vil der være en overhængende risiko for at et køretøj ender i søen. Bjærgning af et eventuelt ødelagt køretøj skal hurtigt igangsættes efter de retningslinjer, der skal beskrives i projektets miljøhåndteringsplan og projektets health and safety plan. Det endelige design af et aflastningsanlæg er endnu ikke færdiggjort, men vil omfatte sikkerhedsforanstaltninger såsom en redningsflåde og sikker adgang til land.

4.8.2. Infrastruktur - nedbrudsanalyse

I forbindelse med kraftig regn og under tøj i foråret, kan vandmasser potentielt beskadige eller skylle veje væk. Tilsvarende risikerer elvkrydsninger at blive delvist ødelagt eller i værste fald skylle væk. Vejrudsigter er i dag så gode, at det i et vist omfang er muligt at være forberedt på sådanne begivenheder. Midlertidig nedlukning af mineaktiviteten og flytning af mandskab til minebyen, tilkørsel af vejmaterialer og maskineri på strategiske steder for at igangsætte hurtig reparation af infrastruktur er mulige konsekvenser. Nedbrud af infrastruktur betragtes generelt som et produktionsstop, og er ikke forbundet med nogen særlig personale- eller miljørisiko.

4.8.3. Havneanlæg - nedbrudsanalyse

Under kraftige storme, kan bølge- og vindpåvirkning give problemer for projektets havne og anløbsbro. Afhængigt af vindretningen, kan skibe der er lagt til havn blive bedt om at ankre op på en anden lokalitet i bugten således at man ligger i læ. Hvis pullerter, fortøjningslinier eller fortøjningsbroer, der forbinder den flydende pram med anløbsområdet, blive ødelagt eller briste under en storm, vil genetablering og reparationer blive påbegyndt efter stormen. Mindre

forsyningsskibe (såvel som nødberedskabsprocedurer) vil stadig være i stand til at ankre op ved minebyen med forsyninger og transportere folk ind og ud, selv uden flydeprammen.

4.8.4. Mineby og forarbejdningsanlæg - nedbrudsanalyse

Minebyen og forarbejdningsanlæg vil blive opført med tilstrækkelige grøfter til at aflede vand, og bygninger konstrueres i henhold til de grønlandske bygningsreglementer, herunder DS/EN 1990 – DS/EN 1999 standarder. Nedbrud på forarbejdningsanlægget eller kraftværk, vil kræve hurtig handling for at genoprette produktionen. Mineformanden vil være overordnet ansvarlig for at igangsætte prioriterede reparationer. Der er ikke identificeret nogen særlig miljærisk i forbindelse med nedbrud af minebyen eller produktionsanlæg.

4.8.5. Brændstoflager - nedbrudsanalyse

Brændstoflageret vil blive konstrueret og etableret i henhold til BAT med 13x 68 m³ dobbeltbeklædte containeriserede brændstofenheder (11 i havneområdet, 1 ved minebyen og 1 ved mineområdet), samt med passende forsyningsforbindelse og fordeling af rør, pumpe- og booster-stationer. De dobbeltbeklædte tanke vil desuden blive omkranset af en beskyttende vold, der kan indeslutte brændstofspild og lækager. Tankområdet og tilstødende overflader vil desuden være belagt med grus og en underliggende uigennemtrængelig membran. Disse initiativer vil minimere risikoen for større brændstofudslip. Fordelingen af brændstof i 13 dobbeltkrogede tanke reducerer også den potentielle spildmængde betragteligt sammenlignet med et alternativ der kun benyttede sig af f.eks. 3x 300 m³ tanke.

Den udarbejdede miljøhåndteringsplan vil desuden indeholde retningslinjer for pumpning af brændstof, og foranstaltninger til at inddæmme og genvinde spildt brændstof samt selve det berørte område. Den miljømæssige risiko som følge af et nedbrud af brændstoflageret vurderes som høj.

Nedbrudshændelse		Risiko for personskade	Miljørisiko	Risiko for produktionsstop
Tailings deponi	Deponi kollapser pga. vejrforhold	Medium	Medium/Lav	Medium
Infrastruktur (vej, elektrisk forsyning)	Infrastruktur er ødelagt pga. vejrforhold	Medium	Lav	Høj
Havn eller kaj	Havn eller kaj ødelægges pga. is eller storm.	Medium	Lav	Lav
Mineby og forarbejdningsanlæg	Malmforsyning stopper pga. vejr eller produktionsnedbrud	Lav	Lav	Medium
Brændstoflager	Brændstoflækage pga. skade på udstyr eller fejlagtig håndtering.	Lav	Høj	Lav

Tabel 5: Risiko matrix for kritisk infrastruktur.

4.9. Skibstrafik

4.9.1. Skibstrafik – Undersøgelse af navigationssikkerhed

Sejlds i grønlandske farvande kræver specielle hensyn på grund af klima, vejrets påvirkning, påvirkninger på instrumenter, der kan opstå på grund af breddegraden, samt områdets afsides beliggenhed.

Søfartsstyrelsen er ansvarlig for sejladssikkerhedsspørgsmål i forbindelse med mineprojekter i Grønland. Derfor har Greenland Anorthosite Mining som led i en eventuel fremtidig tildeling af en udnyttelsestilladelse, udarbejdet en Navigationssikkerhedsundersøgelse [NSI] af de forhold, der vil blive mødt i driftsfasen med hensyn til sejlds og anløb i havne, havneanlæg og ankerpladser. Formålet med undersøgelsen er at påvise, at sejlds kan foregå sikkert. En

undersøgelse af navigationssikkerhed for skibstrafik er den afgørende faktor i bestemmelsen af hvorvidt sejlads kan foregå acceptabelt, og undersøgelsen er således et element i Mineralmyndighedens [MRA]overordnede godkendelsesprocedure.

Al søtransport påkrævet i forbindelse med MAQ-projektet vil blive udført i overensstemmelse med de relevante og gældende regler og retningslinjer for grønlandske farvande, som beskrevet i afsnit 3.2 Søfartsbestemmelser, forpligtelser og retningslinjer.

På baggrund af lovgivning og omfattende maritime erfaringer fra det grønlandske lodsselskab Imaq-Pilots, har selskabet udarbejdet en detaljeret rapport om undersøgelse af sejladsikkerhedsspørgsmål ved sejlads gennem grønlandske farvande, med særlig vægt på den endelige fjordtilgang til projektområdet. Det resulterende unikke NSI-dokument *Majoqqap Qaava Anorthosite Project. Navigational Safety Investigation* (ImaqPilot, 2024) beskriver forhold som: valg af rute, hydrografisk undersøgelse og søkort, isforhold, meteorologiske og oceanografiske forhold, krav til skib og besætning (inkl. slæbebåde), havne, anløbssteder, ankerpladser osv. beredskab og risikoreducerende foranstaltninger samt vurdering af mulige miljøeffekter.

På tidspunktet for denne VVM-undersøgelse og NSI er der ikke indgået aftaler med et rederi. Specifikke detaljer om fartøjsdesign, herunder laste- og losningsfaciliteter, skal derfor fastlægges på et senere tidspunkt. For at optimere befragtningen vil selskabet dog bestræbe sig på at kombinere transporter af TEU'er (klasse og ikke-klasse), samt projektlast/udstyr og forsyninger i lastrum og på hoveddæk/dæklåg, med produktørlastskibe, der anløber. Brændstof til projektet forventes leveret fra lokale leverandører, der er fortrolige med sejlads på den grønlandske kyst og i fjordsystemerne. Passagertransport vil tilsvarende blive leveret af lokale underleverandører med egnede og P-godkendte fartøjer.

4.9.2. Skibsdesign

Fartøjer, der anløber GAM's havneanlæg, skal som udgangspunkt designes under hensyntagen til alle de forhold, der kan påvirke fartøjets sejlads til stedet. Det er ikke nødvendigt at have isklasse for at sejle på Grønlands vestkyst året rundt, så længe ruteplanen tager højde for potentiel isdrift i området. Der kan være år, hvor Qeqertarsuaat Kangerdluat fryser til, men da GAM grundlæggende planlægger at undgå skibsfart fra minen i årets første kvartal, er risikoen for problematiske isforhold i fjorden minimal. Konklusionen med hensyn til fartøjsdesign er, at Polar Class [PC] fartøjer generelt ikke er nødvendige, men det skal nævnes, at både april og december kan være kolde, især om natten, hvorfor fartøjerne skal kunne operere i sådanne miljøer. Slæbebåden, der forventes at blive stationeret permanent i området, anbefales bygget til polarklasse PC6 eller PC7 for at kunne rydde ny is.

Ved udvælgelsen af underleverandører til skibsbefragtning vil GAM specifikt fokusere på overholdelse af *MARPOL Appendix 1 (regulering 43)* vedrørende forbud mod brug og transport af svær brændselsolie, der træder i kraft i 2024. Selskabet vil endvidere henvise til de regler, der gælder for skibe, der sejler i grønlandsk farvand, herunder Polarkoden og Søfartsstyrelsen, samt eventuelle lokale regler.

4.9.3. Driftsbetingelser for skibstrafik

Skibstrafik til og fra projektområdet, vil omfatte såvel store tørlastskibe på op til 45.000 DWT, brændstofforsynings-tankskibe (f.eks. Polaroil M/S Orasila, 2.525 DWT eller M/S Oratank, 4.900 DWT), forsyningsfragtskibe eller slæbebåde (uden pramme) og små hurtige transportfartøjer (Targa'er), der bruges til at transportere personale og andre mindre forsyninger. Den estimerede fartøjsaktivitet under det maksimale produktionsscenario A+B for 8-10 måneders aktivitet/år er vist i Tabel 6: Estimeret shipping (værst tænkelige scenarie) i forhold til GAM-projektet for 8-10 måneders aktivitet/år. Relevante besejlingsregler forventes at blive fulgt af alle kommer ind i projektområdet via fjordsystemet.

Skibstype	Scenario A		Scenario B	
	Månedlige anløb	Anløb pr. år total	Månedlige anløb	Anløb pr. år, total
Tørlastskibe	1,5	12	2,5	23
Brændstofske	0,5	6-7	0,5	6-7
Forsynings-/fragtskibe	1	8	1	8
Passagertransport:	4-5	55	6-7	82

Tabel 6: Estimeret shipping (værest tænkelige scenarie) i forhold til GAM-projektet for 8-10 måneders aktivitet/år.

4.9.4. Levering af varer og brændstof

Den estimerede årlige varemængde gennem Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat til og fra Majoqqap Qaava under driften af minen forventes at være:

- Scenarie A; 400,000 Mtpa produkt, Scenarie B; 800,000 Mtpa produkt,
- Scenarie A; 2,546 m³ Arktisk diesel, Scenarie B; 2,889 m³ Arktisk diesel,
- Ca. 70-100 TEU forsyninger [TEU].

4.9.5. Transport af mandskab

Minebesætningen opererer på rotationsbasis; i første omgang med en forventet turnusplan på 4 uger på stedet og 3 uger fri. Besætningen afløses af hurtigbåde af Targa-typen to gange om ugen fra Nuuk.

4.9.6. Slæbebåd

For at ledsage og assistere ankomende og afgangende bulkskibe gennem vanskelige passager i Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat, forventer selskabet at engagere mindst én slæbebåd baseret i minen. Slæbebåden skal have tilstrækkelig trækcapacitet (40-60 tons) og være bygget i gældende polarklasse for at kunne bryde og rydde is i det område, hvor bulkskibe skal anløbe/lægge til kaj, og for at holde skibsfarten åben i perioder udenfor de koldeste vintermåneder. Behovet for slæbebådsassistance vil blive vurderet og afgjort af skibsføreren og rederiet i samråd med selskabet.

4.9.7. Rutevalg, hydrografisk undersøgelse og søfartskort

Den overordnede beskrivelse af skibstrafikken i NSI'en, er baseret på en fuld rotation fra positionering uden for den Grønlandske Økonomiske Zone [EEZ], med ankomst enten fra Europa eller Nordamerika (Mexico, Canada eller USA) og ind i mineområdet. Derefter til lossehavnen i enten Europa eller Canada/USA. Det i dette dokument inkluderede uddrag fra NSI'en, omhandler dog udelukkende sejlads langs kystruten fra Kap Farvel til Qeqertarsuatsiaat, og længere inde i landet fra Qeqertarsuatsiaat til mineområdet;

Kystruten fra Kap Farvel op til munden af Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat fyr er sæsonmæssigt påvirket af storisen i starten af ruten, og efterfølgende af gletsjer-is fra isbjerge syd for Paamiut (vedr. isforhold, se senere afsnit). Det anbefales derfor, at kystruten placeres fra 12 sømilenlinjen ud til 20 sømilenlinjen, for at minimere risikoen for at støde på isfjelde og anden gletsjer-is. Denne del af ruten er ofte dækket af tåge det meste af dagen i sommermånederne, og overisning må forventes om vinteren.

Indlandsruten fra Qeqertarsuatsiaat byder på to mulige indsejlinger til minen, som begge anses for at være egnede til de fartøjstyper, der er udvalgt til forsendelser.

- Sydlig indsejling,
 - Indsejling (A) til den sydlige fjordindgang til MAQ-minen (D) er 26 sømil (Figur 15). Efter at have passeret bygden Qeqertarsuatsiaat foretages en stor kursændring (B) på ca. 60° omkring et 5 m

skær, der følges ca. 800 m. I den sydlige indgang er vanddybden ikke mindre end 15 m ved højvande.

- I denne indgang er strømforholdene mere markante end i den nordlige indgang, og der er store strømhvirvler, som kan være en udfordring for sikker sejlads, derfor skal der være jævnt vand ved højvande ved indsejlingen. Passagen er på det smalleste omkring 100 m (C), med vanddybden størst i midten. A, D, B og C henviser til placeringer illustreret i figur 15.
- Nordlig indsejling,
 - Fra indsejling (A) gennem den nordlige fjordindgang til minen (D) er der 33 sømil (Figur 15). Efter passering af (A) eksisterer et område (E) i det smalle sund med lavt vand på 2-4 meter, og mange holme, der ikke er afmærket med bøljer, og derfor vil vanskeliggøre sikker passage gennem den undersøgte sejlrende. Passagen er 130 meter bred.
 - Ved område F er vanddybden ikke mindre end 30 meter ved højvande. Denne fjordindgang er dog udfordret af et skarpt 90° sving (Z-passagen), derfor skal der være jævnt vand. Strømforholdene er markeret på ruten, og der er store strømhvirvler, som kan være en udfordring for sikker navigation.

Den nordlige passage forventes at kræve i gennemsnit 4 til 5 timer at gennemsejle, afhængigt af forhold og strøm. Den sydlige passage vil tage 3 til 4 timer at gennemsejle.

- Vedvarende vindhastigheder over 10-15 m/s kan hæmme navigationen, selvom det kan være muligt at navigere i stærkere vinde, når der er indsamlet tilstrækkelig erfaring. Tilsvarende kan det være muligt, at mere manøvredygtige bulkskibe kan navigere i området ved væsentligt højere vindhastigheder,
- Tværstrømme kan være til stede på et enkelt sted langs rutens forløb,
- En komplet "kaptajnsinstruktion" eller "navigationssikkerhedsinstruktion" vil blive lavet før den første besejling af den indre del af fjordsystemet med store skibe, for at beskrive alle væsentlige punkter og praktisk information.

Forsendelse gennem fjordsystemet kan først begynde, når de relevante officielle søkort er tilgængelige. Valget af den konkrete rute bestemmes af skibets kaptajn.

Anløbshavn og sejladsikkerhed: Et anbefalet venteområde er placeret ca. 4 sømil syd for fyret ved position 62°58N 050°53W, hvor der er en vanddybde på ca. 35 meter, og hvor det er let at ankre, hvis vejrforholdene tillader det. Alternativt, hvis vejret ikke er gunstigt for ankring eller sikker ankring, kan fartøjet holdes ude ved 3 sømils grænsen.

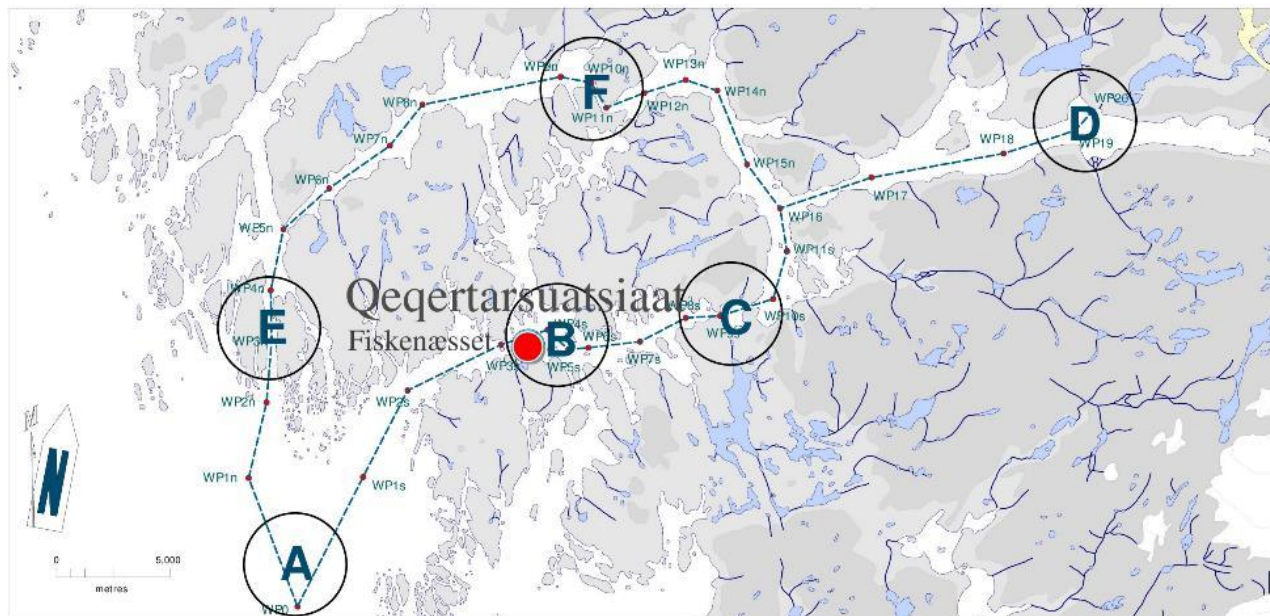
Inden for havneområdet øges vanddybderne hurtigt direkte fra klippekysten, hvilket gør det muligt for store bulkskibe på 150 til 200 m længde (Handysize), at fortøje langs kajen.

Der er placeret et passende opankringspunkt i den store bugt umiddelbart vest for havneområdet. Denne bugt understøtter vanddybder på 40-50 m over et stort område, hvilket gør den til et ideelt ankersted for bulkskibe at fortøje, mens de venter på optimale tidevands- eller vejrforhold eller klaring af andre skibe under produktlastning.

Hydrografisk opmåling og søkort: Ruten fra EEZ og ind til Qeqertarsuaat er opmålt, og der er tilstrækkelige søkort til at lave en sejlplan og gennemføre en sikker sejlads. Fuldt elektronisk navigationskort [ENC] er tilgængelige for indsejling til Qeqertarsuaat Kangerdluat på 1:22:000 skala.

En hydrografisk bathymetrisk undersøgelse i det indre fjordsystem, herunder ruten fra eksisterende ENC og fra Qeqertarsuaat til MAQ-mineprojektets indsejling og havneområde, er tilstrækkeligt undersøgt af GAM i efteråret 2020. Undersøgelsen er udført iht. "IHO Standards for Hydrographic Surveys 5th edition, February 2008 Special Publication

no. 44", og i overensstemmelse med "Søfartsstyrelsens vejledning af 10. januar 2011 om undersøgelse af sejladsikkerhedsspørgsmål, i forbindelse med mineraludvindingsprojekter i Grønland som grundlag for sejlads i driftsfasen".



Figur 15: Oversigtskort over de to mulige navigationsruter fra Davis-strædet ind i minelejrområdet via enten en nordlig eller sydlig rute. Afstand A-E-F-D = 33 Nm. Afstand A-B-C-D = 26 Nm. Placering A repræsenterer venteområdet. Venteområdet syd for fyret i position 62°58'N 050°53'W.

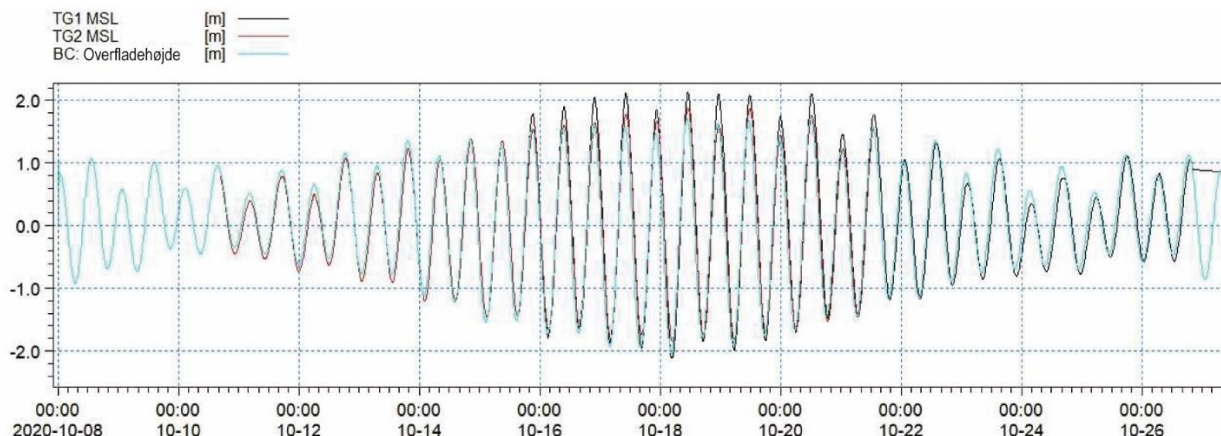
Inden projektet går ind i anlægs- og driftsfasen, og inden minen opmåles, vil der blive udarbejdet nye ENC'er for hele skibsruten gennem Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat. For sikker navigation kræves følgende kortdækning:

- ENC (DK4 dækning) i skala 1:22.000 af de indre dele af fjordsystemet, med kobling til eksisterende ENC,
- ENC (DK5 dækning) i skala 1:4.000 dækning af den smalle nordlige Z-passage; inklusive indgangen til passagen,
- ENC (DK5 dækning) i skala 1:4.000 af havneområdet til Majoqqap Qaava,
- For det centrale fjordsystem kræves ENC i skala 1:8.000.

4.9.8. Tidevandsmålinger

Den ansvarlige kaptajn skal have kendskab til tidevandsforhold, da de store tidevandsudsving vil give kraftige tidevandsstrømme under sejladsen.

To uafhængige tidevandsmålere (TG1 & TG2) er installeret centralt i Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat i forbindelse med den hydrografiske bathymetriske undersøgelse; TG1 (sn74341) blev holdt i drift i undersøgelsesperioden på position 63° 9'48,3" N 50° 28'14,4" V, mens tillægsinstrumentet TG2 (sn73224) blev etableret på position 63° 12'26,7" N 50° 15'33,7" V, og holdt i drift i opmålingsperioden, samt periodisk frem til sommeren 2021. Efter dataindsamlingen blev data rettet fra [MSL] til [LAT] af [DMI], til fremstilling af søkort. Afstanden mellem TG1 og TG2 var 12,5 km, og der blev observeret en tidsforskel på 10 minutter ±2 minutter. Tidevandsamplituden er omkring 4 meter, Figur 16.



Figur 16: Foreløbig tidevandsbalance i Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat.

4.9.9. Isudbredelse i vintermånederne

For at give et bedre indblik i de forskelligartede isforhold, der findes i området fra Kap Farvel til minen ved Majoqqap Qaava, beskriver NSI'en isforholdene langs ruten i sektioner:

Isforhold langs ruten fra EEZ til Kap Farvel: Det tilbagevendende is-bånd øst for Grønland kaldet "Storisen" burde ikke forårsage et problem for projektet. Selvom isen hvert år driver rundt om Sydgrønland ind på vestkysten om foråret, forekommer tilstedeværelsen af Storisen nær Qeqertarsuatsiaat (Fiskenæsset) kun én gang hvert 10. år. "Storisen" er udbredt fra slutningen af januar til slutningen af maj/begyndelsen af juni, og skal utvivlsomt om sejles. Der er ingen fordel i at sejle igennem. "Storisen" består af flerårig is og er derfor meget svær og farlig at komme i kontakt med.

Isforhold langs kystruten fra Kap Farvel til Qeqertarsuatsiaat: Sermilik er en fjord syd for Qeqertarsuatsiaat med en aktiv gletsjer, der frigiver noget is i Davidstrædet, hovedsageligt under forårsoversvømmelser. Det er også isforhold, der skal navigeres, og der må ikke tages genveje gennem dette område, især ved ny-/fuldmåne.

Isforhold langs ruten fra Qeqertarsuatsiaat til minen: Der er ikke meget konkret viden om isforholdene inde i fjorden, omend Imaq Pilot har besøgt området flere gange omkring både november og januar i tidligere år. Der er observeret en del ny is (mindre end 10 cm fast is) under en tur til området i januar 2021, og det kan ikke udelukkes, at der opstår is uden for de 3 hårdeste vintermåneder, januar, februar og marts.

For at forstå isforholdene i Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat-området har GAM gennemført en is-rekognoscering af adgangsruterne Aniggoq - Sarfat Aariaat - Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat baseret på Sentinel 2 L1C-satellitbilleder fra 2016 til 2020. Undersøgelsen nåede frem til følgende konklusioner:

- Isdannelse sker alle år i det lavvandede sanddeltaområde i den inderste del af Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat øst for sejlruen til Majoqqap Qaava,
- Den første is dannes i slutningen af januar til midten af februar. Fjordsystemet er isfrit og fuldt sejlbart igen senest i begyndelsen af medio maj,
- I den observerede periode er der intet, der tyder på, at fjordis strækker sig ud over Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat til Sarfat Aariaat mod nord, og i syd til en lavvandet og stenet smal passage, halvvejs mod Qeqertarsuatsiaat,
- I 2 år ud af den observerede 5-årsperiode, strakte isen sig ikke mere end 2-3 km ud over Kuussuatsiaat havneområde, og kun i en periode på mindre end 1 måned,

- På trods af den høje kvalitet af satellitbilleder, er det ikke muligt at bestemme is-typen, tykkelse og graden af opbrud. Men i den sidste tredjedel af is-perioden, fremstår overfladen vandmættet og brudt. I betragtning af tiden for isen til at bygge sig op, forventes området at være ikke-sejlbart i en maksimal periode på omkring 2 måneder i år, hvor isen reelt dannes,
- Det er virksomhedens hensigt løbende at undersøge is-situationen i fremtidige vinterperioder og om muligt at evaluere og korrelere isens udbredelse og maksimale tykkelse med områdets klimatiske forhold.

4.9.10. Destinationer

Når produktmaterialet er lastet på et skib i Grønland, vil det blive sendt til Europa, USA eller andre steder, hvor det vil blive losset og opbevaret. I forbindelse med denne rapport antages det, at salgsstedet/produktdestinationen vil være et "europæisk knudepunkt", der er defineret som en stor multiterminal bulk-havn i det nordlige Europa (f.eks. Aarhus, Antwerpen eller Rotterdam) med en række operatører og oplagringsmuligheder. Det europæiske knudepunkt antages at have lossekapacitet, materialehåndteringsudstyr og lagerkapacitet til at håndtere forskellige typer af skibe og deres last.

4.10. Layout af mineområdet

Under opførelsen af mineleiren vil GAM i videst muligt omfang tage hensyn til bæredygtigt byggeri for at lette nedlukningsfasen, øge genanvendelse af materialer og minimere miljø- og klimapåvirkningen i alle faser. Virksomheden planlægger at bygge alle bolig- og rekreationsenheder, køkkener og kantine, laboratorie- og kontor-/kontrollfaciliteter og sygestuen af færdige modulære præfabrikerede enheder. Efter nedlukning kan de forskellige enheder enten skilles ad og anvendes som integrerede komplekser eller som individuelle enheder til andre projekter i Grønland, og det synlige bevis efter fjernelse af enhederne vil primært være det fundament, de er opført på.

Uanset om det er præfabrikerede enheder, lagre eller andre installationer, vil alle faciliteter etableret i forbindelse med virksomhedens minedrift i Majoqqap Qaava blive bygget i overensstemmelse med gældende grønlandsk lovgivning og bedste tilgængelige teknikker [BAT]:

- Inatsisartutlov nr. 13 af 26. maj 2010 om byggeri.
- Bygningsreglement 2006. Udfærdiget i medfør af § 21 i Landstingsforordning Nr. 6 af 19. december 1986 om arealanvendelse og planlægning som ændret ved Landstingsbekendtgørelse nr. 1 af 18. juni 1987.
- Landstingsforordning nr. 12 af 3 november 1994 om elektriske stærkstrømsanlæg og elektrisk materiel med senere ændringer.

Administrationskontor: Mineadministrationskontoret vil bestå af modulære enheder. Kontorerne vil være til minens administrative funktioner og vil også omfatte førstehjælpsstationen.

Beboelse: Der etableres fast bolig for de ansatte på sletten c. 500 m nord for havnen og forarbejdningsanlægget. Placeringen er valgt for at minimere støj- og støvgener fra forarbejdningsanlæg, værksteder og vognmandsaktiviteter.

Boligarealet består dels af bygninger med enkelte værelser og dels en række fællesarealer. Af hensyn til brandsikkerheden og privatlivets fred for medarbejderne, vil boligfaciliteten sandsynligvis blive bygget som individuelle blokke af præfabrikerede enheder, installeret omkring overdækkede og isolerede gangbroer. Bolighederne vil blive adskilt af brandbaner for at minimere fodafttrykket på terrænet. Hver blok forventes at bestå af ca. 10 enheder gentaget på ét niveau.

At bygge i højden vil kræve, at der kan opretholdes tilstrækkelig vindstabilitet. Køkkenet og tilhørende kantine etableres i en særskilt klynge sammen med opholdsrum, tør- og kølerum til køkkenet samt formentlig også minens administrations- og sygeafdeling.

Lejrens samlede kapacitet er baseret på 2 x 12 timers vagter, med plads til overlap af udskiftning. Derudover medfølger ekstra kapacitet til uforudset personale. I anlægsfasen af projektet forventes ansættelse af 10-30 personer. GAM vurderer pt, at der i scenarie A vil være behov for ca. 60 ansatte og i scenarie B ca. 90 ansatte. Minelukningen forventes at kræve 10-15 ansatte.

Hver individuel boligblok vil have 2 præfabrikerede enheder tilknyttet, designet til brug som skiftehus, indeholdende:

- Et tørrerum til arbejdstøj, støvler og udstyr ved afslutningen af hvert skift,
- Et vaskerum til rengøring af arbejdstøj,
- Omklædning, og
- Brusefaciliteter og toiletter.

Udstyrsværksted & lager til køretøjer: Et værksted til køretøjer (450 m²) skal servicere den mobile del af minens udstyr, og tilhørende maskineri. Værkstedet vil inkludere vedligeholdelse, dækskift og bilvask. Den tilstødende bilvask vil bestå af et betondæk med afgrænsede sider og forureningskontrol. Der vil være et separat lager (250 m²) til opbevaring af dæk, reservedele og andet udstyr.

Værksted og lager: En integreret værksteds- og lagerbygning med en forventet størrelse på 450 m² skal stå for almindeligt vedligehold, reparation og opbevaring af reservedele til fast mekanisk og elektrisk udstyr til forarbejdningsanlæg og produktlagre.

Brændstoflager: Der kræves diesel til minedriften, mobilt udstyr, varme og varmt vand samt til kraftværket, Tabel 7. Brændstof vil blive leveret til projektområdet via kysttankskib, i størrelsesordenen 900 m³ pr. levering. Brændstof pumpes direkte ind i tilegnede lagertanke ved hjælp af en brændstofslange fra skibet. Der installeres en permanent brændstofrørledning fra lagertankene til kajen. Til modtagelse, opbevaring og videre fordeling af brændstoffet vil der blive opstillet 13 68 m³ tankenheder til brændstofopbevaring (11 ved havnen, 1 i minebyen og 1 ved minen), samt passende aflæsnings- og fordelingsrør, pumpe og boosterstationer. Tankene vil blive placeret i lukkede områder omkranset af en sikkerhedsbarriere, og en sekundær indeslutning der beskytter mod lækager og spild. Tankområdet og det tilstødende areal, vil blive belagt med grus og en underliggende uigennemtrængelig membran. En brændstoffastbil vil sørge for distribution af brændstof i mineområdet (ikke til optankning af malmtransportbiler), og til den sidste brændstoff-tank som placeres i beboelses- og administrationsområdet.

Dieselforbrug	Scenarie A (Liter)	Scenarie B (Liter.)
Minedrift og mobilt udstyr	1,507,000	1,609,000
Forarbejdningsanlæg	458,000	685,000
Generel infrastruktur, beboelse, lager, havnefacilitet	581,000	595,000

Tabel 7: Årligt dieselforbrug dækkende scenarie A og B (Appendiks 2), estimeret ud fra det antagende nødvendige strømforbrug, og en omregning mellem 1L dieselbrændstof til 10 kWh baseret på brutto brændværdi, forudsat en effektivitet i kinetisk energi på 30%.

Brændstofforbruget under minedrift er estimeret til ca. 9,43 til 11,00 m³ pr. dag (henholdsvis scenarie A og B). Alene minedriften og transport af malm, vil forbruge omkring 5,58 til 6,26 m³, hovedsageligt til drift af lastbiler (3 % bruges til blanding af ANFO-sprængstof).

Risiciene for et tilfældigt brændstof- eller olieudslip er mest relevante at overveje i forbindelse med lastningen og losningen af produktmaterialer samt kysttankskib langs fjordkysten i havneområdet. Projektet vil benytte arktisk diesel som brændstofkilde, som er et relativt let brændstof, der fordamper hurtigt, så det kun kan være til stede i miljøet i få dage. GAM vil generelt følge bedste praksis og virksomhedens interne sundheds- og sikkerhedsprocedurer for at undgå utilsigtede brændstofudslip, og for at minimere omfanget af et sådant spild. Havnen og/eller slæbebåden kan eventuelt udstyres med et spildsikringsæt til nødanvendelse, hvis dette er påkrævet af Grønlands regering i koordinering med Arktisk Kommando. Med forbehold for is- og vandstrømsforhold fra Kuussuatsiaat-elvens afvanding, kan det overvejes at opsætte en olieudslipssikring omkring skibe, når de ligger til kaj. Denne foranstaltning er designet til at forhindre udslip af brændstof eller andre farlige væsker til fjorden.

Medicin og nødberedskab: Medicin- og nødberedskabsfaciliteter vil være til rådighed i beboelses- og det administrative område, hvor der vil være en sygeplejerstation med kvalificeret personale. Afhængigt af hvad der kan laves af aftale med kommunen i Nuuk, er det GAM's hensigt, at sygeplejerstationen også skal være tilgængelig for borgerne i Qeqertarsuatsiaat, som et muligt supplement til dele af behandlingen i Nuuk.

Yderlige køretøjer: Følgende køretøjer vil være tilgængelige enten i beboelsesområdet eller andre dele af minebyen:

- Teleskoplæsser, 8 T terrængående,
- Container lastbil 30 T terrængående (renoveret),
- Mobilkran 30 T, ujævnt terræn (renoveret),
- Pickup trucks, 4x4, mandskabskabine,
- Gummibåd med fast bund, lodshus, trailer,
- Varevogn 5m,
- Trailer til miljøaffald med udstyr,
- Brændstoflastbil (distribution på stedet),
- Vejtrømler (til vejvedligeholdelse).

Helikopter platform: Der etableres en helikopter platform i nærheden af minebyen. Platformen vil blive konstrueret i grus med en diameter på ca. 50 m inklusive sikkerhedszoner og beskyttende barriere for at tillade landing med de større SAR-helikoptere, dvs. Airbus H225 og Airbus H155. Platform og tankstation etableres efter grønlandske regler og standarder. Et mindre lager af Jet A1-brændstof i tromler vil blive opbevaret på et udendørslager, udstyret med kraftig plastforing, der er i stand til at inddæmme indholdet af det samlede lagrede volumen.

Laboratorium: Et pakket, laboratorieanlæg i container vil blive installeret på stedet for at analysere kvalitetskontrolprøver, produkttestning og eventuelle efterforskningsaktiviteter i nærheden af minen.

Opbevaring af sprængstoffer: Der vil blive bygget et lager til opbevaring af sprængstoffer i overensstemmelse med gældende regler. Projektet forventer at bruge ANFO som primært sprængstof. Projektet forventer selv at installere en ANFO-blandeenhed til fremstilling af sprængstoffer. ANFO skal skydes ind i borehuller af en dedikeret lastbil, der blander komponenterne umiddelbart før produktet udleveres Tabel 8. Sprængstoflageret vil blive placeret i passende afstand fra minen og anden infrastruktur (minimum 1 km - Figur 10). Sprængstoflageret vil blive bygget af godkendte beholdere til de forskellige komponenter i henhold til det norske direktorat for civilbeskyttelse (DSB), og er i overensstemmelse med Det Norske Veritas' forståelse af §7-4 DSB922, herunder vejledning til denne anvisning, og er godkendt til brug i Grønland. Opbevaringen af sprængstof vil være indhegnet og aflåst af sikkerhedsmæssige årsager. Minen vil have oplagring af sprængstoffer, der er tilstrækkeligt til to måneders minedrift.

Forbrug af sprængstof	(gnsn. /år)	
Borehuller	ca.12,800	m
Ammonium Nitrat [AN]	ca.365	Ton
Brændstofolie [FO]	c.26	Ton
Tændsats	ca.12,234	Stk.
Detonator	ca.12,234	Stk.

Tabel 8: Nødvendige mængder ANFO-komponenter, der dækker scenarie B. Scenarie A kræver ca. 50 % af angivne mængder (Kilde: SRK).

Strømforsyning og distribution: GAM har overvejet forskellige scenarier for at drive minen og forarbejdningsanlægget i Grønland. Da projektet ligger isoleret og langt fra elnettet, er det nødvendigt for projektet at etablere og drive sin egen energiforsyning. Da forarbejdningsanlægget er baseret på en energikrævende 24-timers drift, 270 dage om året, er det vurderet, at hverken vind- eller solenergi er i stand til at producere den konstant nødvendige energisikkerhed. Den eneste mulige alternative energiforsyning ville være et vandkraftværk. Projektområdet indeholder dog ikke et tilstrækkeligt drænopland eller mulighed for at opdamme tilstrækkeligt vand til at muliggøre en sådan løsning. Det nærmeste vandkraftpotentiale, der er blevet identificeret, er placeret +20 km fra projektområdet og vil kræve en kapitaludgift, der er ude af skala til etablering af infrastruktur. GAM overvejer dog at supplere hver boligbloks energiforsyning med tagmonterede solpaneler.

I projektområdet er der ingen mulighed for at tilslutte til et elnet. For at drive forarbejdningsanlægget, øvrigt maskineri og minebyen kræves en off-grid løsning, bestående af et dieselkraftværk og såfremt muligt og økonomisk rentabelt, understøttet af grønne alternativer. Dieselkraftværket vil producere strøm ved en passende spænding, som vil blive fordelt rundt på stedet til hovedforbrugerne, herunder en ringledning på forarbejdningsanlægget. En mindre generator er planlagt til at håndtere strømforbrug i selve stenbruddet.

Beskrivelse	Installeret belastning			Driftstimer	Gnsn. forbrug			Årligt forbrug		
	(kW)			(pr. år)	(kW)			(MWh)		
	A	B		A-B	A	B		A	B	
Beboelsesområde	63	-	73	7.620	44	-	51	336	-	388
General Infrastruktur		100		7.620		70			533	
Forarbejdningsanlæg	1.200	-	1.300	4.670 – 6.670	372	-	390	1.737	-	2.599
Lagerplads		200		7.620		140			1.067	
Havneområde		50		7.620		35			267	
Total	1.613	-	1.723		661	-	686	3.940	-	4.854

Tabel 9: Tentativt strømforbrug for scenarie A & B.

Strømforbruget adskiller sig væsentligt fra Scenarie A til Scenarie B. Tabel 9. Den største strøm forbruger er forarbejdningsanlægget. I planlægningen af minedriften vil GAM være meget opmærksom på udledningen af CO₂ fra afbrænding af fossile brændstoffer, da dette uden tvivl vil være et afgørende krav at overveje og minimere for fremtidig minedrift.

I begge scenarier produceres et produkt med kornstørrelse på <700 µm til >53 µm i Grønland, mens den endelige formaling til <45 µm for E-glas og visse keramik og fyldstofs produkter, vil blive udført i en europæisk/amerikansk havne med adgang til "grøn" strøm fra f.eks. vindmøller. Dette vil sænke virksomhedens effektive CO₂-udledning i forhold til at gøre dette i Grønland.

GAM forventer at installere to generatorer til at dække strømforbruget, samt en mindre backup-generator. Den samlede installerede kapacitet forventes at være $(2+1) \times 400\text{KW}$ og $(2+1) \times 1.000\text{KW}$ for henholdsvis scenarie A og B.

4.10.1. Projektets vandbalance og vandforsyningssystem

Projektet omfatter "tør" forarbejdning og tailings, der transporteres med tipvogn, dvs. der er reelt kun behov for vand til støvdæmpning, vask af udstyr og maskineri samt til drikkevandsforsyning. Vand til vask og støvdæmpning vil blive pumpet fra den nærliggende sø og lagret i et vanddistributionssystem. Vandet vil blive leveret til et modulopbygget, containerbaseret drikkevandsbehandlingsanlæg, som producerer drikkevand til forbrug på stedet. Drikkevand vil blive opbevaret i en drikkevandstank før det tilsluttes til projektets faciliteter og beboelsesenheder. Det estimerede vandforbrug til støvdæmpning og drikkevand er vist i Tabel 10. En indledende oversigt over vandbalancen på stedet som vist i Figur 17.

Selvom tilstrømningen af overfladevand og grundvand i minen kan være tilstrækkelig til, at levere vand til minedrift og støvdæmpning, efterhånden som stenbruddet udvikler sig, er det usandsynligt, at dette vil være tilfældet i de første år med minedrift. Derfor foreslås det at fylde en vandtank fra nærliggende vandkilder der kan supportere minedriften. Dette kan dog bedre evalueres i selve konstruktionsfasen. Den nødvendige vandforsyning til hele minedriften (op til ca. $16 \text{ m}^3/\text{time}$), kan sandsynligvis let hentet fra søer, der grænser op til de bebyggede områder, herunder havn, beboelsesområde og forarbejdningsanlæg, og transporteres ved hjælp af fast installerede og elektrisk varmeisolerede rør.

4.10.2. Affaldshåndtering

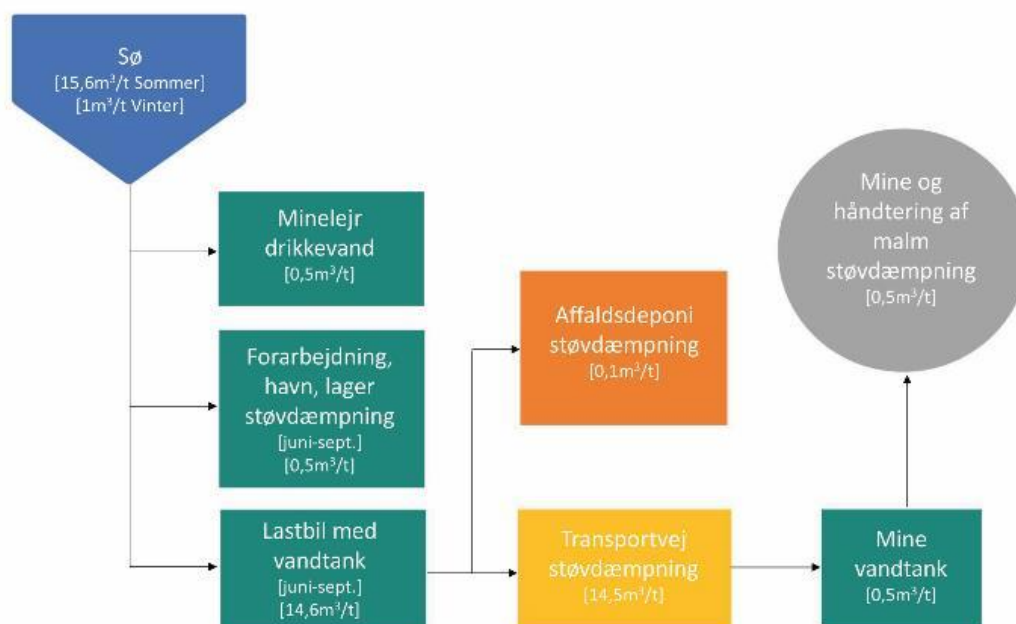
Et containerforbrændingsanlæg vil blive installeret og brugt til at brænde forskellige almindelige ikke-farlige affaldstyper såsom træ, papir, pap og andre ikke-forurenedes materialer, herunder organisk affald indsamlet fra minen. Det foreslåede forbrændingsanlæg vil blive bygget med dobbelte forbrændingskamre, hvor det sekundære trin er designet til at fungere ved $850\text{-}1200^\circ\text{C}$ for at genforbrænde spildgasser, som sikrer termisk nedbrydning af røg og skadelige emissioner for at producere en ren, lugtfri dampudstødning fra skorstenen. De resterende røggasser kan eventuelt ledes gennem yderligere filtrering, hvis anlægget skal anvendes til andre materialer end de ovennævnte affaldstyper, hvorved der dannes flyveaske. Mængden af produceret slagge og aske afhænger af mængden og typen af forbrændt materiale, men skønnes at være omkring 3-5 %.

Genanvendeligt og kontrolleret affald vil blive indsamlet og sikret i et dedikeret lagerområde, som vil være indhegnet. Materialet vil blive opbevaret i containere. Affald, herunder slagge og flyveaske fra forbrændingsanlægget, vil blive fjernet fra stedet til en autoriseret entreprenørs anlæg.

Spildevand vil blive håndteret via et spildevandsrørsystem. Spildevandssystemet vil forbinde alle bygninger, der producerer sort spildevand i lejrområdet, og tillige være en løsning til bortskaffelse af sort spildevand fra mineområdet. Spildevand fra bruddet vil blive transporteret i en dedikeret trailermonteret spildevandstank til minens kloaksystem. Spildevand fra beboelsesområdet og bruddet (sort spildevand) vil gennemgå mekanisk filtrering og kemisk behandling inden udledning til kloakudløbet. Der er i øjeblikket ingen endelig beslutning om endelig producent af anlægget, men flere muligheder er undersøgt. Foreløbige skøn indikerer en løsning, der resulterer i 1-2 kg slam/person/dag og anvendelse af en kemisk opløsning til styring af næringsstofindholdet (N+P) i det endelige spildevand.

Type af forbrug	Lokalitet	Mængde (m ³ /t)	Antagelser
Støvdæmpning (kun sommer, 4 måneder fra juni til september)	Stenbrud og primær malmhåndtering	0,5	460.000-940.000 ton/år @ 2,5 ton vand/m ³ = 1.840-3.760 m ³ vand/år.
	Transportvej	14,5	Vandtank lastbil. Vejareal: 17 km x 6,6 m = 112.200 m ² . 0.5 L/m ² tilførselsrate op til 6 x pr. dag = 336.600 L/dag.
	Sekundær malmhåndtering	0,5	Havn, RoM og forarbejdningsanlæg. Forbrug i henhold til udvinding og håndtering i bruddet.
	Tailings (TSF)	0,1	Vandtank lastbil. 95.000-185.000 ton tailings/år @ 2,5 ton vand/m ³ = 380-740 m ³ vand/år.
Oplagret vand (året rundt)	Mineby	0,5	Op til 50 personer ved 200 L/dag/person plus 20 % til uventet forbrug.
	Øvrigt	Nil	Flaskevand.

Tabel 10: Forventet vandforbrug.



Figur 17: Foreløbigt vandbalanceskema.

Kloakudløbet vil være en passiv gravitationskloak, som vil udlede spildevand til fjorden via et nedsænket udløb. Den præcise placering, længde og dybde af udløbet vil afhænge af den lokale topografi. Udløbet vil være beskyttet mod is og vind og vejr, af en passende sten- og betonkonstruktion.

Derudover er der identificeret 3 løsninger til bortskaffelse af spildevandsslamfraktionen:

1. Forbrænding i en i8-40G forbrændingsovn.
2. Bortskaffelse af slam på TSF Tør deponiet, hvor det vil blive begravet og komprimeret sammen med projekt tailings.

3. Eksport i tank på pram-løsning til bortskaffelse på åbent hav.

Ad. 1: Afhængigt af minebyens forbrændingsanlægs kapacitet og driftstemperatur, kan spildevandsslamfraktionen potentielt forbrændes. Små forbrændingsanlæg, såsom et i8-40G fra INCINER8 fra Storbritannien, som virksomheden planlægger at installere, er i stand til at forbrænde affald med et fugtindhold på op til 40 pct. Forbrænding af slam fra minebyens spildevandsbehandlingssystem, vil derfor kræve et mellemtrins deponeringsanlæg til dræning før forbrænding. På grund af størrelsen af det kombinerede spildevandsrensingsanlæg og forbrændingsanlæg samt de mængder, der skal forbrændes, vil processen skulle foregå manuelt, da det ikke er muligt at kombinere de to systemer direkte. Energiindholdet i forbrændingen vil variere med sammenblandingen af husholdningsaffaldet og slammet.

Baseret på tabelværdier kan almindeligt affald med en kalorimetrisk værdi på ca. 10,6 MJ (megajoule) pr. kg (Energistyrelsen, 2023), forventes at blive brændt uden bidrag af yderligere diesel efter forvarmning af forbrændingsanlægget.

Spildevandsslam med et forventet fugtindhold på ca. 75 pct. skal i første omgang drænes til maksimalt 40 pct. fugt, før det kan føres ind i forbrændingsanlægget. Tørstofkomponenten er generelt estimeret til at have en kalorimetrisk værdi på ca. 12,6 MJ pr. kg, og på trods af den forventede energi til fordampning af 1 liter fugt svarende til 2,45 MJ, forventes forbrændingsprocessen at være tilstrækkelig uden behov for brændstofforskydning.

Forvarmning af forbrændingsovnen bruger cirka 9-11 liter i timen. Herefter forventer leverandøren en yderligere indsprøjtning på ca. 1 % diesel for at sikre en tilstrækkelig forbrændingstemperatur, og efterfølgende for at sikre tilstrækkelig slaggeforbrænding. Forbrænding af 9-27 tons halvtørt (40 pct. fugtigt) slam om året vil, forudsat 1 times daglig forvarmning, give et ekstra dieselforbrug på ca. 3.375 til 4.285 liter diesel på årsbasis (afhængigt af scenariet 60-180 kg/dag slam).

Ad 2. Med hensyn til sundhed og sikkerhed i forhold til affaldshåndtering, er det virksomhedens hensigt, at de relativt små mængder produceret slam løbende nedgraves og indkapsles i et dedikeret område inden for tailings deponiet. Det deponerede næringsrige slam på 22-66 kubikmeter årligt vil introducere ca. 5,5-16,5 kubikmeter tørstof til deponiet pr. år, forudsat dræning på ca. 75 pct. fugt. Da deponiet vil blive designet og konstrueret til at minimere vanddræning gennem tailings, anses den mulige miljøpåvirkning fra spredning af næringsrigt vand til sø #2 og den resulterende eutrofiering som værende lille. Den umiddelbare konsekvens vil primært være i forhold til arbejdsmiljø og visuel synlighed på deponiet, men bortskaffes slam på en hensigtsmæssig måde med efterfølgende dækning af et solidt lag af tailings fra forarbejdningsanlægget forventes disse aspekter at være minimale.

Ad. 3. Bortskaffelse af spildevandsslam via bortskaffelse i havet anses for at være det mest besværlige alternativ. Dette ville kræve en tank/container af passende dimensioner til længerevarende slamopbevaring og brug af projektets slæbebåd og en mindre pram for at transportere slammet til havs. Dette ville være en dyr og brændstofforbrugende løsning, hvorfor dette betragtes som en nødløsning.

4.11. Personel

4.11.1. Anlægs- og Konstruktionsfasen

Anlægs- og konstruktionsfasen forventes at starte, når projekttilladelsen er afsluttet, og finansieringen er på plads. Det påkrævede anlægsarbejde kan opdeles i fire kategorier: planlægning, vejanlæg, indkøb af udstyr og forudgående konstruktion/konstruktion af mineanlæg og infrastruktur.

Anlæg af transportvejen bliver den første opgave i den samlede anlægsfase. Det forventes at tage 16 måneder at færdiggøre konstruktionen og vil involvere 10 personer inklusive maskinoperatører, minører og jordarbejdere.

Påkrævet maskineri omfatter tre gravemaskiner (2x20-25 tons og 1x10-12 tons), to 30 tons dumpere/tipvogne og to boremaskiner. Besætningen vil opholde sig i projektområdet enten i en til formålet bygget lejr, eller i faciliteter, der senere kan bruges under minedriften. Lejren vil blive ledet af GAM. Planlægningsfasen starter med vejanlægget, og vil enten involvere en erfaren ekstern byggeentreprenør [EPCM] løsning), eller alternativt vil GAM ansætte sit eget mand-skab til at løse opgaven. Afhængigt af konklusionerne af planlægningen, vil det nødvendige maskineri og udstyr gradvist blive indkøbt for at matche kontraktens behov og tidsplaner.

Cirka 30-40 personer forventes at være involveret i byggefasen. Nødvendige ansættelser omfatter følgende: byggele-der og tilsynsførende, landinspektører, byggeøkonom, kedelmagere, svejsere, montører, elektrikere, teknikere, tøm-rere, betonarbejdere, maskinførere, kranførere, malere, blikkenslagere, minører, værkførere og almindelige arbejdere. Anlæg af infrastruktur og bygninger forventes at tage 2 år. I det omfang det er muligt, vil maskiner til brug i minedrif-ten også blive brugt i anlægsfasen. Specielle maskiner og køretøjer såsom kraner, cementblandere osv. vil blive indivi-duelt lejet eller købt af GAM. I konstruktionsfasen vil personalet opholde sig i en lejr, der drives af GAM og vil arbejde i regelmæssige skiftende vagtplaner.

4.11.2. Driftsfasen

Afhængig af omfanget af minedriften og med behovet for roterende skiftehold, forventes ca. 60 (scenarie A) til 90 (scenarie B) ansættelser at være nødvendige i minen under drift, Tabel 11. En opstartsperiode på minimum to år må forventes, hvor mængden af ansatte vil være reduceret. Arbejdssæsonen for minedrift og forarbejdning vil være 36-48 uger/år. I den resterende del af året vil minen køre i et reduceret vedligeholdesscenarie. Cirka 40% af alle an-sættelser vil være dedikeret til selve minedriften og transport af malm til forarbejdningsanlægget, 20% vil arbejde i forarbejdningsanlægget og laboratoriet, 25% vil være beskæftiget med teknisk vedligeholdelse, og 15% inden for an-lægsdrift og vedligeholdelse. Det resterende personale vil arbejde i havneområdet (skibskoordinator, arbejdere) og hvis nødvendigt med slæbebådsassistance.

Der er planlagt en arbejdsrotation på fire ugers arbejde og to ugers fri. Medarbejdere i minen vil arbejde i 12-timers skift, syv dage om ugen. Den endelige rotationsplan vil blive bekræftet efter yderligere samråd med lokalsamfundene

4.12. Mulige alternativer

Forekomsten af anorthosit er som den er, og der er ingen alternativer til denne ressource inden for licensområdet. Mineby og forarbejdningsanlæg kunne alternativt placeres tættere på minen inde i landet, men det ville være en væ-sentligt større og upraktisk opgave, at forsyne driften med brændstof, råvarer etc. og mængden af trafik gennem pro-jektdalen ville øges drastisk, hvorfor dette alternativ ikke er miljømæssigt eller økonomisk bæredygtigt.

Med hensyn til bortskaffelse af tailings er genopfyldning af det åbne brud ikke betragtet som en mulig løsning. For det første er det ikke muligt at finde egnede områder til genopfyldning, så længe minen er aktiv uden at hindre minedrif-ten. For det andet ville en sådan løsning efter mineproduktions ophør kræve, at hele TSF Tør deponiet, som på dette tidspunkt ville have stabiliseret sig, skulle opgraves og transporteres med lastbil tilbage til mine, hvilket ud over at medføre betydelige projektkostninger, også forsinke minelukningen med flere år og medføre nye miljøhensyn un-der den ekstra transport.

Der er blevet foreslået to alternativer til håndtering og oplagring af minens tailings. Disse alternativer betragtes som de mest acceptable løsninger, når man tager miljø, infrastruktur og projektets CO₂-fodaftryk i betragtning. Det land-baserede alternativ vil være placeret nær forarbejdningsanlægget, hvilket minimerer transportafstanden. Stabiliteten af deponiet er blevet vurderet i en separat baggrundsrapport og vurderes til at være stabil i mindst 100 år, hvis den er konstrueret korrekt (NIRAS, 2024e). Det søbaserede våde deponi placeres i den dybe del af sø #2 (60 meters dybde). Dette muliggør et roligt deponeringssted, som forventes at danne en næsten fuldstændig statisk aflejring, når

deponeringen af tailings afsluttes ved ophør af minedriften (NIRAS, 2024d) . Under driftsfasen og aktiv deponering af tailings, vil søen visuelt vise tegn på de aflejrede materialer, og en mindre strøm af finstoffer fra tailings forventes at blive transporteret videre i ferskvandssystemet, men kun i et omfang der vurderes at have lille indvirkning på den lokale ferskvandsøkologi. De vigtigste fordele ved et undersøisk deponi er, at det ikke påvirker landskabet, ikke kræver vedligeholdelse, og forventes at forblive stabilt længe efter, at minedriften er afsluttet.

Ansatte		Scenarie A	Scenarie B
Minedrift [27-36 Pax]	Minechef	1	1
	Borefolk	3	3
	Skifteformand	1	1
	Minører	1	2
	Gravemaskineoperatører	2	2
	Lastbilchauffør	9	11
	Maskinfører	3	6
	Operatør	3	5
	Arbejdsfolk	3	4
	Geolog	1	1
Forarbejdningsanlæg [13-19 Pax]	Fabrikschef	1	1
	Skifteformand	2	2
	Knuseoperatør	2	4
	Teknisk operatør, separationsanlæg	2	2
	Formand vedligehold	2	2
	Teknikere vedligehold	2	4
	Laboratorietekniker	1	2
	Arbejdsfolk	1	2
Mine vedligehold og tekniske drift [8-15 Pax]	Teknisk chef	1	1
	Mekaniker	2	5
	Elektriker	1	1
	Arbejdsfolk	2	5
	Ingeniør	1	1
	Lagerchef		1
	Miljøtekniker	1	1
Dagligt drift [9-10 Pax]	Lejrchef	1	1
	Kok og køkkenassistenter	5	6
	Rengøringsassistenter	2	2
	Sygeplejerske	1	1
Teknisk vedligehold af lejr [4-4 Pax]	Pedel/Vicevært	3	3
	IT-tekniker	1	1
Slæbebeåd [0-3 Pax]			3
TOTAL		61	87

Tabel 11: Foreløbig evaluering af arbejdsstyrken i scenarie A og B.

Med hensyn til produktionsscenarier og alternativer til oplagring af tailings, er vurderingerne baseret ud fra et "værst tænkelige" scenarie. Dvs. Scenarie A kan således teoretisk ende op med at danne større mængder af tailings end scenarie B, på trods af at scenarie A omfatter et mindre produktionsvolumen, idet der er mulighed for, at en mindre procentdel af malmen udskibes som produkt. Ligeledes er ferskvandsvurderinger baseret på en projektløsning, der anvender opbevaring af tailings i den nærliggende sø, da dette anses for at være den løsning, der kan påvirke de nederste dele af ferskvandsystemet mest.

4.13. Nedlukning og rehabilitering af Majoqqap Qaava-området

Selvom minedrift og forarbejdningsaktiviteter forventes at strække sig over årtier, anerkender Greenland Anorthosite Mining, at de er midlertidige, og at andre aktiviteter og arealanvendelse vil følge. For at afbøde virkningerne af et skift til en ny (fremtidig) anvendelse, er det selskabets hensigt at genoprette de arealer, der er berørt af aktiviteterne ved så vidt muligt at balancere miljømæssige og sociale hensyn med omkostninger, og se efter muligheder i nedlukningsfasen mhp. rehabilitering og genanvendelse hvor det er relevant, samt sørge for langsigtet overvågning og vedligeholdelse.

Under alle omstændigheder er det overordnede mål for minelukningsplanen at minimere det langsigtede fysiske fodaftryk, og at forhindre eller minimere negative langsigtede miljøpåvirkninger. Tilstanden af det lukkede område skal være acceptabelt for de regulerende myndigheder (Grønlands Selvstyre) samt det omgivende samfund.

Genoprettelsen skal være både fysisk sikker og stabil, således at det forladte område; de potentielle luft-, land- og vandsystemer, der er ændret ved minedrift, er sikre for enhver bruger; mennesker og dyreliv. Området skal desuden være kemisk stabilt, så eventuelle aflejringer på overfladen ikke frigiver stoffer i en koncentration, der vil skade miljøet væsentligt.

For at sikre, at nedlukningsplaner afspejler de relevante interessenters forventninger, etableres der grundlæggende antagelser og en konceptuel ramme for pleje og vedligeholdelse af området efter lukning, som det skønnes nødvendigt. De generelle principper for en sådan nedlukningsplan [DCP] vil derefter regelmæssigt blive evalueret og opdateret for at sikre, at den afspejler forskellige driftserfaringer og -udviklinger. Da lukningen af minen er en integreret del af minens levetid, er DCP et levende dokument, der starter samtidig med, at projektet udvikles og igangsættes og udvikler sig, indtil minedriften ophører.

4.13.1. Ramme for foranstaltninger til nedlukning

Overfladefaciliteter og infrastruktur

- Nedtage bygninger og fjerne disse med skib/pram,
- Nedtag resterende bygninger med nedrivningsudstyr og fjern materialet med skib/pram,
- Nedtag øvrigt udstyr og fjern det med skib/pram,
- Fjern dræneringsrør, ledningsnet og formelle afløbssystemer og re-tabler den oprindelige drænering,
- Nedbrydning af blotlagte betonfundamenter,
- Nedgravede betonfundamenter dækkes af stenfyld og jord,
- Løsne overflader samt interne veje ved havn og forarbejdningsanlæg for at tilskynde til reetablering af bevoksning,
- Genopret naturlig hældning og drænering i det omfang det er muligt.

Havnefaciliteter

- Nedtag flydende pontoner/pramme og havneramper og fjerne disse med skib,

Transport- og serviceveje	- Lad alle landbaserede havnefaciliteter stå som konstruerede (præfabrikerede pullerter) undtagen lysmaster, elektriske kabler osv. - Fjern dræneringsrør og retabler oprindelige drænering, - Vejen efterlades, men overfladen løsnes for at tilskynde til reetablering af bevoksning mm. andre rekreative formål foreslås.
Rørføringer	Fjern rørledninger inkl. bærekonstruktioner til rør, eltavler og pumpestationer, fjern alle rør og udstyr.
Tailings faciliteter	- Testresultater indikerer, at tailings fra MAQ-projektet er inert, dvs. kemisk inaktivt, - TSF "tør"-området vil blive jævnet af sikkerhedsmæssige årsager, og for at tilpasse det til omgivelsernes topografi, - Konceptet for våd bortskaffelse af tailings gennem hele driftsfasen, er at udlede dem til TSF sø #2, hvor de vil synke til bunden og blive permanent overdækket. Miljøet omkring tailings-området vil blive genoprettet til dets oprindelige udseende, - Progressiv dækning under etablering af TSF "tør" #1 for at reducere erosion af tailings og kontrollere støv, - Fjern byggefaciliteter ved siden af TSF sø #2 og udskib disse, - Fjern rør i sø #2, - Efterlad herudover sø #2 som den er.
Stenbrud/mine	- Fjern udstyr og udskib dette, - Tillad de nederste niveauer af bruddet at blive naturligt fyldt med vand, - På grund af stenbruddets afsides beliggenhed og isolerede placering og områdets generelle stejlehed, er der ingen sikkerhedsbunds vægge, og der opsættes ikke skiltning rundt om det åbne brud.

Derudover vil faciliteter og bygninger på stedet blive nedtaget hvor det er muligt, og materialerne bortskaffes til deponering, forbrænding eller afsendes fra stedet afhængigt af deres egenskaber for genbrug.

Procesanlægget og kraftværk nedlukkes. Mobilt udstyr vil blive videresolgt hvis det har værdi, ellers vil det blive taget ud af drift forud for lukning af minen.

4.13.2. Rehabilitering og permanente ændringer af mineområdet

Det endelige fodaftryk af mineaktiviteterne i MAQ vil efter nedlukning bestå af 1) Transport- og adgangsveje, anlægspladser, grus platforme og vigepladser. Alle overflader rives op for at tilskynde til fornyet vegetation 2) det åbne brud, inklusive dele af dræningskanaler og sikkerhedsbarriere omkring udgravningen, 3) det tørre tailings deponi overdækket for at minimere erosion og støv, 4) det våde tailings deponi og 5) mindre grusgrave anvendt til vejtilslag under anlægsarbejdet.

På grund af klimatiske forhold er der endnu ikke foreslået aktiv genplantning. Det betyder, at vegetationsløse overflader såsom forladte veje og stenbrud og andre fritlagte områder, vil blive efterladt til at genoprettes gennem naturlig tilplantning. Inklusive tør tailings deponi, infrastrukturelementer osv. dækker det forventede samlede forstyrrede område af Majoqqap Qaava-projektet i alt ca. 0,65 km².

4.13.3. Nedlukning af minen

Som følge af nærheden til offentlig infrastruktur (i Nuuk) og det begrænsede areal, der vil blive påvirket af infrastrukturelementer (mine-, vej- og procesanlægsområder) samt et begrænset antal bygninger og udstyr i projektområdet, forventes nedlukningsperioden at vare fra seks til ni måneder.

5. Miljøstatus og konsekvensvurderinger

Områdets miljøtilstand vil i dette kapitel blive beskrevet gennem tilgængelig information til rådighed. Nøgletilstanden består af rapporter og artikler udgivet af Grønlands Naturinstitut [GINR] og udenlandske universiteter, som er suppleret med GAM's egne undersøgelser.

5.1. Metode til vurdering af virkninger på miljøet

Miljøkonsekvensvurderingen vurderer betydningen af de potentielle påvirkninger, der er identificeret under baselineundersøgelser og scoping, herunder kumulative effekter i forhold til de baseline forhold, og identificerer afværge- og forvaltningsforanstaltninger, der kan minimere potentielle negative påvirkninger og/eller øge positive påvirkninger.

Den anvendte konsekvensanalysemetode er udviklet af NIRAS og er baseret på kriterier i EU's EIA direktiv, Appendix 3, som er implementeret i dansk miljølovgivning (EU parliament & Council, 2011). Metoden anvendes, da der ikke er defineret specifikke termer eller retningslinjer for en evalueringmetode i grønlandsk lovgivning. Formålet med at bruge metoden er at sikre en ensartet tilgang og formulering ved identifikation af potentielle påvirkninger.

Information om potentielle påvirkninger, herunder potentielle kumulative effekter genereret af de aktiviteter, der er nødvendige for at konstruere og drive projektet, vil blive indhentet fra forskellige kilder, herunder høring af virksomheden, input fra lokale interessenter og relevante myndigheder. De følgende afsnit definerer den metode, der vil blive brugt til at identificere og vurdere de potentielle virkninger af projektet.

Konsekvensanalysen forløber som følger:

- Identificere kilder til påvirkninger og typen af påvirkninger, der genereres fra alle aspekter af projektet,
- Vurder påvirkninger sammenlignet med baseline, før nogen form for afbødning (for negative påvirkninger) eller forbedring (for positive påvirkninger) implementeres,
- Foreslå afbødnings- og forbedringsforanstaltninger for at imødegå virkningen; og,
- Vurder påvirkninger efter afbødning for at producere en "residual" påvirkningsvurdering.

Det er standardpraksis i VVM- og VSB-processer at "vurdere" potentielle påvirkninger:

- At skabe grundlag for prioritering af påvirkninger, der skal håndteres,
- At tilvejebringe en metode til at vurdere effektiviteten af foreslåede afværgeforanstaltninger,
- At tilvejebringe en skala, der viser påvirkningsniveauet både før og efter en foreslået afværgeforanstaltning er blevet anvendt.

Et konsekvent system for vurdering af påvirkninger vil blive brugt for at anvende analytisk stringens til vurderingsprocessen og rangeringen af de enkelte påvirkninger. Specifikt er en påvirkningsvurdering produktet af to elementer: (1) størrelsen og/eller forøgelse af den potentielle påvirkning og (2) sandsynligheden for, at påvirkningen eller forøgelsen indtræffer. Størrelsen af hver påvirkning eller forøgelse vil blive vurderet ved hjælp af en vejledende matrix baseret på kriterierne i Tabel 12. Størrelsesgraderingsformulering og farvevisualisering er vist i Tabel 13.

Matricen er en vejledning, der definerer tilgangen til en konsekvensanalyse. Den endelige vurdering vil altid være resultatet af en emnespecifik evaluering udført af kvalificeret personale.

Kriterie	Faktor
Vigtigheden af påvirkning	International betydning, National betydning, Regional betydning, Lokal betydning, Vigtigt for direkte berørte område, Ubetydelig eller ikke vigtig,
Varighed af effekt	Permanent effekt (ikke-reversibel) i projektets varighed, Langvarig > 5 år, Midlertidig 1-5 år, Midlertidig <1 år,
Sandsynlighed	Høj sandsynlighed (>75 %), Middel sandsynlighed (25-75 %), Lav sandsynlighed (<25 %),
Direkte / indirekte påvirkning	Påvirkninger forårsaget direkte af projektaktiviteter eller indirekte som sideeffekt fra projektaktiviteter,
Kumulative effekter	En effekt vurderet til i kombination med andre aktiviteter eller andre projekter,

Tabel 12: Liste over kriterier for vurdering af miljøpåvirkninger.

Betydning	Beskrivelse
Stor betydning	Påvirkninger af tilstrækkelig betydning til at kræve seriøs overvejelse af ændring af projektet.
Moderat betydning	Påvirkninger af tilstrækkelig betydning til at kræve overvejelse af afbødende foranstaltninger.
Mindre betydning	Påvirkninger, der sandsynligvis ikke er tilstrækkeligt vigtige til at kræve afbødende foranstaltninger.
Ubetydelig – Ingen påvirkning	Påvirkninger, der vurderes at være af så lav betydning, at de ikke vurderes at være relevante for beslutningsprocessen.

Tabel 13: Størrelseskriterier (negative miljøpåvirkninger).

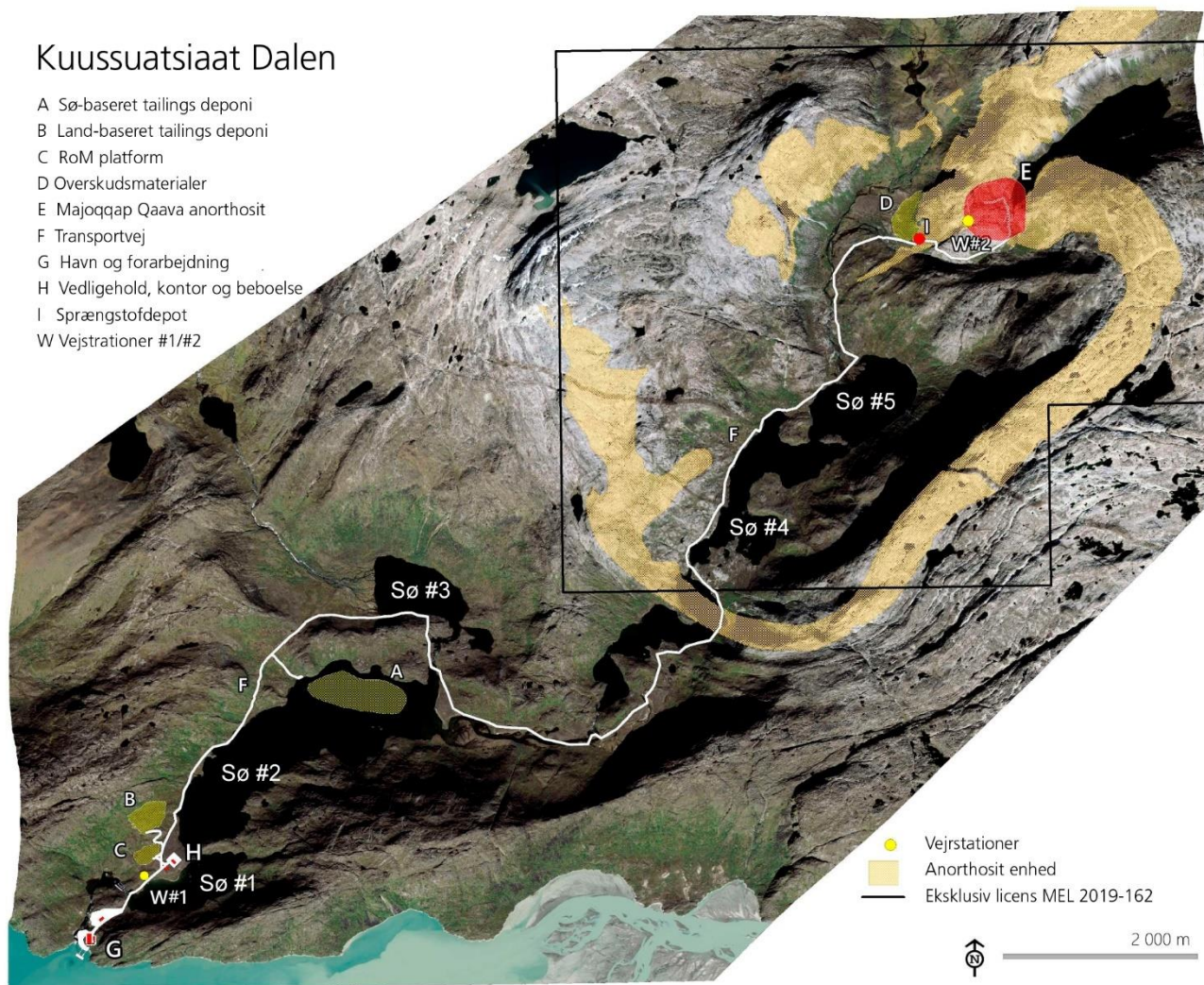
Oversigtstabeller over hver vurdering i rapporten og en kort begrundelse for vurderingerne er anført under hvert kriterium i sektion 11 Sammenfatning – Vurderinger af Virkninger på Miljøet.

5.2. Landskab og omgivelser

Projektet er placeret ved foden af Qeqertarsuaatsiaat Kangerdluat fjord i det sydvestlige Grønland. Selve mineområdet ligger ca. 12 kilometer inde i landet og ca. 30 kilometer vest for Indlandsisen. Den overordnede topografi i regionen er defineret af bjergrigt terræn med gletsjerdale og spredte søer. Projektlicensen er centreret omkring forekomsten af anorthosit, og projektinfrastruktur vil blive etableret gennem Kûgssuatsiaup Qôrua-dalen (projektdalen). Figur 18. Hovedprojektdalen forløber fra fjorden (havniveau) til omkring 200 meter over havets overflade, hvor den møder anorthositmassivet, der indeholder mineralressourcen i den øverste del af dalen.

Kuussuatsiaat Dalen

- A Sø-baseret tailings deponi
- B Land-baseret tailings deponi
- C RoM platform
- D Overskudsmaterialer
- E Majoqqap Qaava anorthosit
- F Transportvej
- G Havn og forarbejdning
- H Vedligehold, kontor og beboelse
- I Sprængstofdepot
- W Vejstrationer #1/#2



Figur 18: Kort over projektområdet og projektdalen. Forkortelser W#1=WS #1 and W#2 = WS #2. For at undgå enhver forvirring vedrørende topografiske skygger på satellitbilledet er områdets dræningssystem, inklusive søbredderne, blevet nøjagtigt kortlagt i Appendix 4.

Dalbunden er defineret af et ferskvandssystem med en hovedelv og 5 søer nedstrøms for den fremtidige grubeplads. Søerne er defineret som sø #1, #2, #3, #4 og #5. Ferskvandssystemet er flankeret af busk og hede, der ender i stejle klippe- og bjergskrånninger, der brat hæver sig til ca. 800-1.000 meter. Omtrent halvejs gennem dalen løber yderligere vand ind i elvsystemet fra et kompleks af søer mod nord (sø #3), Figur 18.

5.3. Fysiske miljø

De fysiske omgivelser er en meget vigtig del af ethvert mineprojekt, også i Arktis. I Arktis udgør de fysiske forhold ofte en udfordring for minedrift. I et åbent minescenarie kan is, sne, vind, kraftig nedbør og frostgrader alle påvirke minedriften.

5.3.1. Hydraulisk modellering

Til støtte for VVM'en er der gennemført en separat hydraulisk undersøgelse af floden, der løber gennem områdets kontinuum, (NIRAS, 2024d). Rapporten beskriver i detaljer det topografiske afvandingsområde, og inkluderer hydraulisk modellering af DHI MIKE Hydro-river. Modellen er baseret på flowmålinger indsamlet under Baseline-studiet,

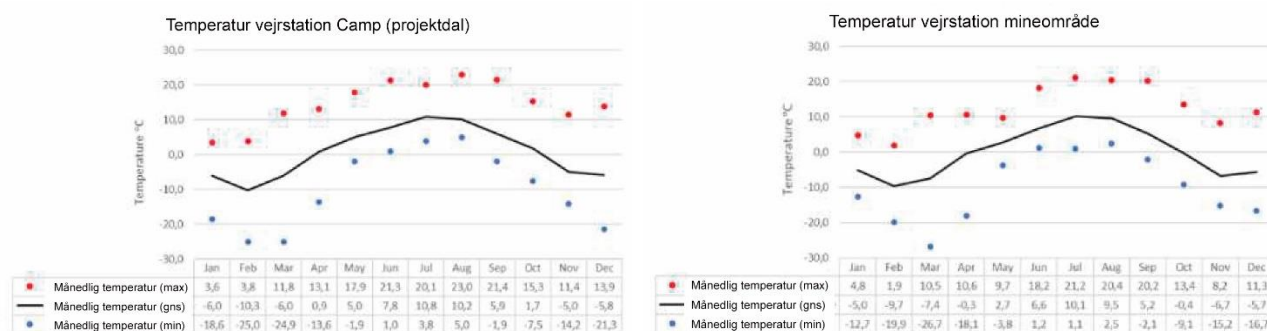
herunder vejrdata fra GAM's to vejrstationer i området og er kalibreret til nedbørsstatistik fra Nuuk. Efter kalibrering er modellen kørt med ekstreme nedbørshændelser med en returperiode på 5, 30 og 100 år for at bestemme de kritiske oversvømmelser. Disse er taget i betragtning ved placeringen af projektinfrastrukturen, som angivet i Appendiks 4 - *High-resolution overview map of the Majoqqap Qaava project area*.

5.3.2. Lokalt vejr

Som en del af basisundersøgelsen i projektområdet, blev der indsat to lokale vejrstationer. En station blev etableret i dalen ved siden af det planlagte lejr- og procesområde [WS #1,] og en anden station blev etableret i ca. 400 meter over havets overflade [m.a.s.l.] ved den planlagte mine [WS #2]. WS #1 var udstyret med en OTT Pluvial2 L nedbørsmåler, der gav nedbørsinformation for projektdalen.

5.3.3. Temperatur

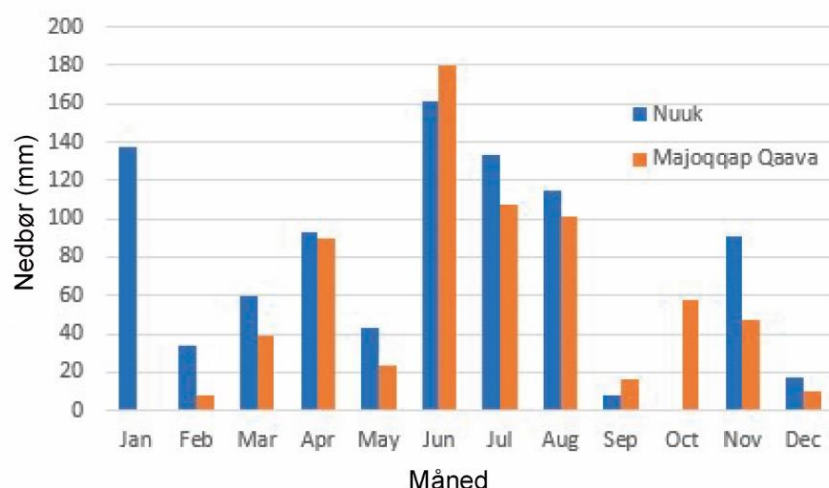
Temperaturen er i gennemsnit omkring 10 °C i sommermånedene og omkring -10 °C om vinteren. Der er lille forskel i løbet af året mellem de to vejrstationer. Figur 19.



Figur 19: Årlige temperaturer i henholdsvis projektdalen og mineområdet i 2021.

5.3.4. Nedbør

Akkumuleret nedbør i projektområdet var 680 mm i 2021. Generelt falder nedbørsmængden, når man bevæger sig østpå fra Grønlands vestlige kystlinje. Nuuk fik 892 mm nedbør i løbet af 2021 (318 måledage). På grund af tekniske problemer, kunne DMI notere indberettede nedbør i Nuuk i oktober 2021, hvorfor den korrekte akkumulerede nedbør i Nuuk antages at være +900 mm i 2021. Dette giver en indikation af forskellen mellem kystvejr og fastlandsklima.



Figur 20: Nedbør i 2021 for Nuuk og Majoqqap Qaava.

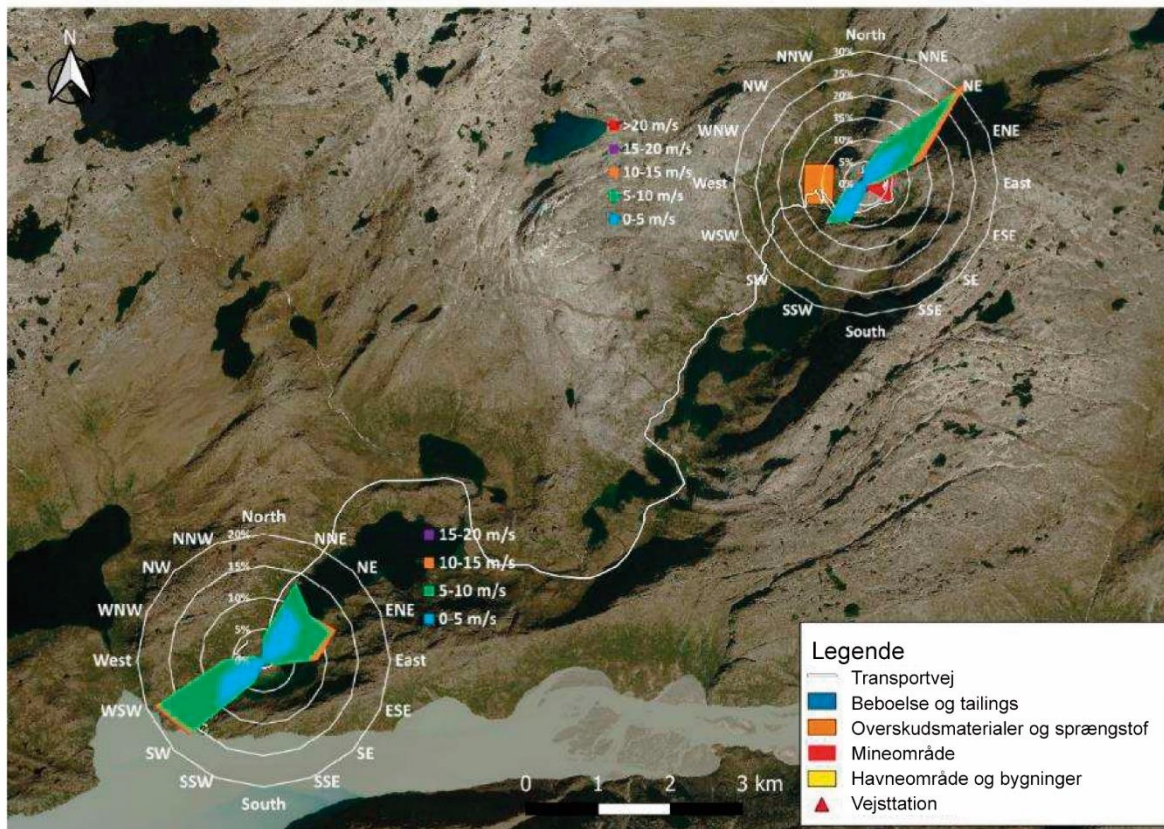
I løbet af januar i såvel 2021 og 2022 blev der registreret henholdsvis 0 mm og 7,5 mm nedbør på projektstedet, hvorfor januar søjlen ovenfor viser 0, se Figur 20.

5.3.5. Vind

Projektområdet oplever et vindregime, der er generelt for Grønlands vestkyst, men er også under indflydelse af topografien i den centrale dal og indlandsisens påvirkning i de højest liggende områder. I sommerperioden opvarmer solstråling dalen og genererer regelmæssig varme- og afkølingscirkulation drevet af termik. Overordnet set drives vinden ind fra fjorden efter opvarmningsfasen i løbet af dagen (opvarmet luft hæver og trækker koldere luft ind fra fjorden), og vinden cirkuleres derefter udad i løbet af natten, når temperaturen falder over land.

Dette mønster er visualiseret i en vindrose ved vejstationen beliggende i dalen med fremherskende vinde på 5-10 m/s, der blæser ind fra vest-sydvest og med den mindre kraftige og overordnede mere diffuse udgående "kølecirkulation" fra nordøst. Figur 21. Visualiseringen er et gennemsnit for et helt år.

I den øvre del af dalen drives en overvejende nordøstlig vind af de kolde vinde, der strømmer gennem lavninger og dale fra indlandsisen. Vindhastigheder er i gennemsnit mellem 5-10 m/s.



Figur 21: Kort, der viser fremherskende vindretninger i projektområdet. For at undgå enhver forvirring vedrørende topografiske skygger på satellitbilledet er områdets dræningssystem, inklusive søbedderne, blevet nøjagtigt kortlagt i Appendiks 4.

5.4. Geokemi og tailings

En hjørnesten i vurderingen af potentielle miljøeffekter fra minedrift er viden om det materiale, der skal udvindes. Majoqqap Qaava er blevet geologisk undersøgt og evalueret over en lang periode, men geologiske undersøgelser er kun i stand til at præsentere de overordnede bestanddele af et område. Detaljeret information om potentielle effekter fra udvinding af malmen kræver geokemisk testarbejde. Et geokemisk miljø- og økotoxikologisk testprogram for Majoqqap Qaava-projektet er af den grund blevet udført af uafhængige konsulenter fra Wardell Armstrong International, UK.

De geokemiske test er opdelt i statiske og kinetiske test typer. De statiske test refererer til analyser eller test, der måler kvaliteten og mængden af forskellige bestanddele i en prøve på et tidspunkt eller i løbet af et meget kort tidsrum (< ca. 24 timer), mens de kinetiske test viser, hvordan materialet (malm og tailings) vil reagere over længere tid. Formålet med de statiske test er at give et overblik over malmens kemiske egenskaber, med andre ord grundstofsammensætningen af de faste materialer. Disse oplysninger bruges til at vurdere den mulige metaludvaskning og syre-drænering potentialet [ARD], og definerer designet af de kinetiske tests. De kinetiske test giver herefter information om reaktionshastigheder og frigivelseshastigheder af grundstoffer til vand, og tid for indtræden af netto syreproduktion etc. Det geokemiske testprogram for Majoqqap Qaava består af et omfattende analyseprogram, og omfatter statiske test og kinetiske test hvor sidstnævnte også omfatter oversøiske og undersøiske udvaskningssøjletest, og en oversvømmelsesudvaskningstest, som er baseret på internationalt anerkendt bedste praksis og vejledning i Nationalt Center for Miljø og Energi [DCE] Report 132, (Søndergaard et al., 2018).

I forbindelse med de geokemiske tests blev der udtaget og analyseret i alt 26 repræsentative prøver. Tyve prøver repræsenterer anorthosit malmen indsamlet fra forskellige steder og dybder i mineområdet, seks prøver repræsenterer projektets tailings: tre fra separation af magnetiske tailings [MT] og tre fra optisk sorteret pegmatit [POR]. En del af det udtagne prøvemateriale blev også anvendt til at forberede syv sammensatte prøver, der blev brugt i de kinetiske udvaskningstests. Fem af disse prøver blev lavet ud fra RoM-materialet, og herudover én sammensat POR og én MT-prøve (Wardell Armstrong, 2023).

De 26 prøver blev genstand for følgende indledende statistiske test:

- XRD-analyse for mineralogisk indhold,
- Hovedelementsanalyse,
- Statisk pH og EC (1 del fast materiale til 2 dele vand (1:2) i minimum 12 timer),
- Total svovl og sulfid-svovlindhold (til syrebaseregnskab [ABA]),
- Neutraliseringspotentiale [NP] og syrepotentiale [AP],
- Bruse-test og syreneutraliseringskapacitet (minimum henholdsvis 0,5 g og 2 g knust til <75 µm).

Og for syre-base potentiale:

- Netto syre-generering [NAG] test (2.5 g knust til <75 µm) inkl.,
- Kemisk analyse af NAG-perkolatet (betegnelse for det vand som siver gennem og udvaskes fra prøven).

Netto neutraliseringspotentiale [NNP] og netto potential-reaktivitet [NPR] er to forskellige parametre, der bruges til at vurdere syredannelse og syreneutralisering i mineralske materialer. Mens NNP viser, hvor effektivt materialet kan neutralisere syre, viser NPR sandsynligheden for syredannelse. Tilsammen kan disse to parametre give en mere fuldstændig vurdering af materialets syredannelsespotentiale og hjælpe med at implementere passende kontrolforanstaltninger. NNP beregnes som NP-AP.

De kinetiske tests udføres på syv sammensatte prøver bestående af anorthosit-malm og affaldsmaterialer/tailings, som baseres på resultaterne af de indledende ABA- og NAG statistiske test. De specifikke kinetiske test, udover rystekolbetest [SFT], er udvalgt til at simulere den langsigtede effekt fra oplagring af malm og tailings på land og i Sø #2.

Testen inkluderer rystekolbe-udvaskningstests [SFT], fugtighedscelle test [HCT], undersøiske nedstrøms udsivningstest [DFP], undersøiske opstrøms udsivningstest [UFP] og en oversvømmelsestest udelukkende udført på POR- og MT-prøverne.

- Formålet med SFT er at vurdere kortsigtet udvaskning af prøver indeholdende metaller i vand. Dette efterligner perioden umiddelbart efter at tailings er tippet ud i sø #2,
- HTC er designet til at efterligne geokemiske udvaskningsprocesser på laboratorieskala, og er sandsynligvis den mest kendte kinetiske udvaskningstestmetode. Formålet med testen er at simulere og estimere den langsigtede syredannelsesadfærd af tailings, og bestemme variationen i det nedsivende vands kvalitet over tid. Denne test simulerer det landbaserede tailings deponi,
- DFP er designet til at efterligne nedbør, der løber gennem og udvaskes i bunden af et tailings deponi ved overfladen under naturlige klimaforhold på overfladen,
- UFP er designet til at efterligne bortskaffelse af tailings under vand i sø #2 – søbaseret deponi.

Udover de kortsigtede statistiske test, blev en statistisk langtidsoversvømmelsestest [FLT] tilføjet til programmet, der simulerede porevand i et undersøisk tailings deponi. Materialet der blev brugt til denne test, var det sammensatte tailingsmateriale, der også blev brugt i de kinetiske test.

Testprogrammet er meget omfattende, da syredannelse ikke forventes at være et væsentligt problem i projektet, og da større eller bemærkelsesværdige metalforureninger i det udvundne materiale er usandsynlige. Sådanne strenge tidlige tests giver imidlertid værdifuld information til at vurdere mulige geokemiske risici fra udviklingen af projektet i et sårbart område som Arktis. For yderligere detaljer om testmetoden se: (Wardell Armstrong, 2023).

Resultaterne af de statistiske test på faste malmmaterialer er, i mangel af bedre, sammenlignet med det gennemsnitlige indhold i jordens skorpe [GCA]. Perkolatet fra NAG-testen og perkolatet fra de kinetiske tests sammenlignes med de Grønlandske Vandkvalitetskriterier/Guideline [GWQG] baseret på grønlandsk lovgivning, EU-krav og internationale retningslinjer. Hvor gældende grønlandske standarder ikke eksisterer, er de strengeste internationale regler og standarder anvendt. Disse kriterier kan dog revideres efter dialog med de grønlandske myndigheder og under hensyntagen til de omgivende forhold. Det er et kendetegn ved europæiske godkendelsessystemer, at stedspecifikke grænseværdier identificeres under godkendelsesprocessen, i det de eksisterende baseline forhold bruges til at identificere værdier, som kan resultere i projektspecifikke grænseværdier, der er forskellige fra lovbestemte grænseværdier.

5.4.1. Geokemisk sammensætning

En mineralogisk vurdering af materialerne blev udført ved hjælp af XRD-analyse for at identificere forskelle i sammensætningen af mineraler i respektive malm-, pegmatit-, POR- og MT-prøver. Overordnet set blev der dog observeret følgende mineralsammensætning fra mest hyppige til mindst hyppige - bytownit (feldspat) > muskovit/biotit > kvarts > clinozoisit > klorit med variabelt indhold af amfibol. Varierende mængder af K-feldspat og biotit forekommer i pegmatit og visse tailings-prøver; og der er tilstedeværelse af epidot i de fleste af malmprøverne, men ikke i tailings. Albit (feldspat) forekommer kun i to af POR-prøverne, op til 36 %.

Der er ikke identificeret nogen potentielt syredannende sulfid- eller svovlholdige mineraler af betydning, ligesom der heller ikke er nogen karbonatmineraler, der bidrager til syreneutralisering.

Den kemiske sammensætning for alle prøver viste, at Si, Al og Ca-oxid udgør omkring 85-90 % af den samlede grundmasse. Det kemiske indhold i prøverne udgøres i faldende mængde af $\text{SiO}_2 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{CaO} > \text{Na}_2\text{O} > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{MgO} > \text{K}_2\text{O}$. Herudover ses små mængder Cr_2O_3 , TiO_2 , MnO , P_2O_5 , SrO og BaO . Se total sammensætning (wt.%) i Appendiks 3 s. 2.

En kombination af resultaterne fra de statistiske test giver et overblik over den kemiske og mineralogiske sammensætning, og de grundlæggende egenskaber af malm og tailings fra projektet, og giver et fingerpeg om, hvilke elementer der eventuelt kan mobiliseres i forbindelse med minedriften. Konklusionerne fra de statistiske test er følgende:

- Materialerne fra GAM's projekt indeholder visse elementer i højere koncentrationer sammenlignet med den gennemsnitlige jordskorpe [GCA] herunder Cr og Mo i alle 26 prøver. Et flertal af prøver har forhøjet Li; MT har forhøjet Sn og W; pegmatit og POR har forhøjet U; og nogle prøver har forhøjet Pb i forhold til GCA.
- Materialerne har alle lavt indhold af pyrit og andre sulfidmineraler, der bidrager til ARD. Der er dog marginalt forhøjede koncentrationer af visse metaller, som påvist i GCA-sammenligningen, som resultat af bjergarternes naturlige mineralogiske udgangssammensætning.

Tilstedeværelsen af visse metaller med koncentrationer over GCA indebærer IKKE nogen øget forureningsrisiko. Det skal således understreges, at disse metalværdier ikke er en afspejling af potentielle forureningskilder, og at indholdet

af metaller i anorthosit er betydeligt lavere end indholdet i de eksisterende gabbroiske bjergarter der udgør det omgivende regionale ultramafisk-mafiske kompleks i området.

Kun én prøve gav en svag reaktion på bruse-testen (for at kunne bestemme mængden af syre, der skal tilsættes til NP-testen). Dette indikerer, at der er ubetydelige reaktive neutraliserende mineraler til stede, såsom karbonater, som ville reagere/bruse kraftigt ved tilsætning af saltsyre.

NAG-testen er baseret på reaktionen i en prøve tilsat hydrogenperoxid, som accelererer oxideringen af sulfider og andre mineraler i prøven. Under testen forekommer både syredannelse og syreneutraliseringsreaktioner samtidigt, hvor den endelige pH repræsenterer en direkte måling af nettomængden af syre, der genereres af prøven under disse forhold. NAG-værdierne er beregnet ud fra forbruget af NaOH brugt til titrering for at returnere pH til 7 (Wardell Armstrong, 2023).

Konklusioner fra syretesten:

- Alle GAM-materialerne har påvist ikke-syregenererende resultater fra alle statiske test, herunder pH, syre-base regnskab og netto syre generering test,
- Svovlanalyser for alle prøver var mellem 0,01 % og 0,07 %, betragteligt under den definerede øvre grænse på 0,1 % for ikke-aktivt affald,
- Statisk pH for alle prøver er over pH 8,7,
- ABA-resultater viser, at NNP for alle prøver er positive, og hvor 13 er under +20 og derfor klassificeret som 'Usikker' ifølge MEND (2009), har alle prøver NPR større end 3 og er dermed klassificeret som ikke-syregenererende,
- I NAG-testene afgav kun 5 prøver en pH-værdi under 6,5 efter kogning, og i betragtning af den manglende korrelation med ABA-tests og meget lav S %, er det mistanke om, at disse resultater skyldes andre mineralogiske syresimulerende reaktioner,
- Konklusionen fra oversvømmelses udvaskningstest viste, at MT-perkolatet akkurat overskrider de strengeste grænser for Al og Sb; mens Cu og U overskrider grænserne i POR prøven, Tabel 14.

Resultaterne af de kortvarige statiske- og NAG-tests på alle 26 prøver indikerede, at GAM-materialerne ikke er syregenererende og at det derfor er usandsynligt at der vil være et potentielt problem i projektområdet (Wardell Armstrong, 2023).

5.4.2. Vand og perkolat kemi

Udvaskningsresultater fra de omfattende geokemiske undersøgelser er blevet sammenlignet med specifikke retningslinjer for vandkvalitet i Grønland/Grænser [WQL] som anbefalet af MRA. Da disse retningslinjer dog kun omfatter 9 metaller, er der anvendt forskellige andre regulatoriske vandkvalitetsstandarder, herunder USEPA, WHO og EU's vandkvalitetsgrænser.

Tabel 14 giver de maksimale analyseresultater fra projektets baseline-overvågning af omgivende forhold sammen med de højeste perkolatkoncentrationer for de problematiske elementer fra hver af udvaskningstestene, i µg/ltr.

Parameter	EU MAC	Øvrige	Grønland	Omgivelser**	NAG	Rystekolbe	HCT	Nedsvining	Opsvining	Overløbsmøse
Al	200		-	360	372 ^a	4.720	1.090	147	938	236
Sb		6 USEPA	-	0,65	6,08	4,9	19,6	26,2	8,65	7,31
As	50	10 MAC	4	0,98	2,06	8,85	22,4	15,3	21,9	2,01
Cd	0,1	0,45	0,1	0,043	BD	0,045	16,2	0,29	-	0,018
Cr	100	100 USEPA	3	1,9	88,6 (4>50)	0,83	0,88	0,86	0,59	0,72
Co		100		0,12	1,4	0,3	0,64	2,76	0,36	BD
Cu	20	3,76	2	1,0	2,37	15,5	5,48	135	21,0	3,56
Fe	1000		300	9,6	BD	461,0	11,0	26,0	BD	BD
Pb	2,5	7,2 AAEQS	1	0,27	0,351	12,2	0,963	2,07	0,197	0,295
Li		10 MAC		3,8	10,8 (3>10)	34,8	4,1	57,0	6,2	7,5
Mn	100	50 MAC		5,0	20,2	13,6	32,7	460,0	7,36	12,9
Hg			0,05	0,0027	66,9	0,028	BD	0,007	BD	0,0195
Mo		70 WHO		0,68	60,2	6,12	16,2	60,4	9,28	6,41
Ni	8	20 AAEQS	5	0,9	0,66 ^b	9,31	8,68	53,5	9,62	BD
Rb		Ureguleret		2,1	-	6,1	19,0	15,3	4,31	12,7
Se		10 WQL		0,077	BD	0,406	0,586	0,95	0,675	0,276
Sr		700		11	28,5/18,2	15,9	16,4	52,9	9,72	19,9
S		50.000		650	4.990	2.760	2.760	33.200	4.530	2.570
Sn		10-25		3,3	-	0,17	0,48	0,28	0,4	1,0
W		Ureguleret		0,064	-	23,9	177,0	465,0	76,3	26,6
U		30 WQL		0,028	7,58	25,2	66,4	583,0	40,7	296,0
V	15	20		0,089	6,7	2,82	3,12	1,16	3,41	BD
Zn	70		10	7,7	6,28	13,1	3,8	32,7	2,9	2,8

** Data for overvågning af omgivende vandkvalitet; Overskridelse af andre WQL; a – Eksklusiv anomali 1050; b – Eksklusiv en anomali 5,74.

Tabel 14: Vandkvalitetsgrænser og sammenligninger med maksimale udvaskningstestresultater, for alle prøver og testmetoder og resultater for overvågning af omgivelsernes baseline (µg/L).

NAG-resultaterne viser WQL-overskridelser for aluminium [Al], antimon [Sb], krom [Cr], kobber [Cu], litium [Li] og kviksølv [Hg]. De fleste af disse overskridelser kommer fra bjergartsprøverne, bortset fra Cu, som kun er hævet over WQL i MT prøver. Cr er over de grønlandske grænser i alle prøver, men dette observeres kun i NAG-testene. I betragtning af at den fuldstændige oxidering kræves til disse tests, ikke afspejler projektets reelle forhold, og der ikke er fundet nogen Cr-overskridelse fra øvrige udvaskningstests, er det usandsynligt, at det er et forureningsproblem.

Den kortsigtede udvaskning af elementer i GAM-materialerne fra SFT test overstiger den strengeste WQL for Al, Cu og Li i alle de sammensatte prøver. Af øvrige metaller over WQL ses jern [Fe] og zink [Zn] i pegmatit tailings; bly [Pb] i pegmatit og enkelte andre bjergartsprøver; nikkel [Ni] i flere af bjergartsprøverne fra POR; og arsen [As] i pegmatit tailings og MT.

De kinetiske udvaskningstests – HCT, DFP og UFP, viser lignende overskridelser for Al, Sb, As, cadmium [Cd], Cu, Ni og U, med yderligere overskridelse for Li, magnesium [Mn] og Zn kun fra DFP. For HCT-resultaterne forekommer alle

overskridelser fi analyse af den første udvaskning i starten af testene. De forøgede niveauer falder derefter typisk hurtigt i både koncentration og udvaskningshastighed over tid. Ti elementer viser niveauer over WQL'er i DFP. Af disse ti grundstoffer falder syv hurtigt over tid efter den første udvaskning, mens Sb- og Pb-niveauerne forblev på samme niveau, hvorimod As-koncentrationen og udvaskningshastigheden steg over tid. I UFP-testene viser alle metaller, der overstiger WQL'erne, et hurtigt fald efter den første udvaskning, bortset fra Al, der udviser en let stigning.

Oversvømmelses-testene på de to tailings materialer, viser kun overskridelse af WQL for Al og Sb fra MT; og Cu og U fra POR. Al, Sb og Cu er alle akkurat over de strengeste grænser.

I de fleste udvaskningstests havde MT de højeste værdier, og ofte over WQL-resultater for Al, Sb og As. POR havde de højeste overskridelser for Cd, Cu, Ni, U og Zn. De fleste af de øvrige elementer over grænserne (Fe, Pb, Li og Mn) var fra pegmatit eller pegmatit-anorthosit-blandinger.

Det skal bemærkes, at de fleste af SFT-overskridelserne er fra bjergarter, særligt pegmatit, som ikke vil blive deponeret eller blotlagt i den knuste og fint formalede form, der er brugt til testene. Ydermere har baseline-vandkvalitetsovervågningen ikke vist nogen naturligt forekommende høje metalværdier i området, på trods af at vand løber over det blotlagte fjeld, herunder de mere metalholdige omkringliggende ultramafiske bjergarter.

Der er ikke udført test med formålet af bestemme radioaktive risici, herunder radonfrigivelsestest. Det bemærkes dog, at visse af GAM-materialerne har forhøjede U-koncentrationer over GCA, og de kinetiske test viste forhøjede U-værdier ved udvaskning hovedsagelig fra POR. Baseline-vandkvalitetsovervågningen af omgivende overfladevandsforhold viser U-niveauer akkurat over detektionsgrænsen, og et stykke under vandkvalitetsgrænserne. Det er sandsynligt, at forhøjede U-niveauer kun forekommer ved knusning, og formaling af U-bærende mineraler og derfor hovedsageligt vil findes i GAM-tailings. Deponering af disse tailings under vand, vil sandsynligvis reducere udvaskningen og øge fortyndingsfaktoren, i det materialerne blandes med et større volumen. Overordnet set anses betydningen af U for projektet som lav, om end man operationelt bør holde øje med værdierne.

5.4.3. Deponering af malm og overskudsmaterialer samt forvitring af det åbne brud

Eventuelle overskudsmaterialer deponeres umiddelbart vest for minen, Figur 7, og et potentielt deponi af malm vil være placeret i nærheden af forarbejdningsanlægget, Figur 8. Deponiet til overskudsmaterialer etableres med en permeabel randvold, der forhindrer materialerne i at flytte sig. Udvasning af elementer fra overskudsdeponiet og midlertidigt deponeret malm, simuleres bedst af HCT. Logikken bag denne vurdering er, at overskudsmaterialer vil bestå af groft sprængte blokke af anorthosit, der ikke vil blive mættet med vand, hvorfor mobilisering af elementer primært vil blive genereret via forvitring (sol, frost, vind og nedbør). Med andre ord vil overskudsmaterialer samt den deponerede malm have samme udvaskningsegenskaber som vandet, der trænger ind i minen og forvitrer det åbne bruds vægge.

Udvaskningen af elementer under løbende HCT ekstraktionstest viser konsekvente, men generelt lave overskridelser af Al, Sb, As, Cd, Cu, Ni og U. I næsten alle tilfælde forekommer de højeste udsivnings koncentrationer i den første udvaskning af perkolatet, og falder derefter hurtigt og langt under grænserne med tiden. Mange af disse første udvaskningsoverskridelser gælder kun for den lave grønlandske WQL, men er inden for øvrige grænseværdier. HCT er simuleringer af overskudsmaterialer deponeret på overfladen med den begrænsning, at testen udføres på en finknust prøve, hvilket i højere grad repræsentativt for tailingsmaterialer end for deponerede overskudsmaterialer og anorthosit. Resultaterne er derfor et værst tænkelige scenarie. Det vil således være umuligt at beregne korrekte absolutte værdier af grundstoffer, der udvaskes fra WRD eller mine-området, da en enkelt bjergartsblok på 1.000 kg ikke vil udvaske grundstoffer i samme forhold som 1.000 kg finknust tailings.

Potentiel påvirkning	Udvaskning fra overskudsmaterialer, malmdeponi og mine		
Påvirkningsfaser	Drift		
VEC	Vandkvalitet		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Overordnet betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Regional	Lav	Langvarig >5 år	Moderat 25-75 %	

Bortskaffelse af overskudsmaterialer bestående af store stenblokke med lille relativ udvaskningsoverflade, vil reducere muligheden for oxidering eller udvaskning af metaller. Det samme gælder eksponering af bjergartssider i minen, som ikke vil adskille sig fra den eksisterende blotningsgrad i området. Eventuelle forhøjede niveauer vil muligvis kun forekomme i den første udvaskning, hvor friskt materiale er deponeret og/eller eksponeret, og disse forhøjede niveauer forventes at fortyndes hurtigt.

Det anses derfor, at metaludvaskning og potentiel forurening fra overskudsmaterialer, deponeret malm samt selve minen er usandsynlig, og at påvirkningen af miljøet vil være ubetydelig.

5.4.4. Tailings deponi

Mængden af tailings afhænger af graden af salgbart produkt fra hvert ton udvundet malm. Scenarie A kan potentielt resultere i flere tailings end Scenarie B, på trods af at der forarbejdes mindre malm, da Scenarie B inkluderer yderligere forarbejdning af malmen, og dermed kan omdanne en større del af den udvundne malm til kommercielle produkter. Jf. projektet proces kredsløb for Scenarie A er potentielle tailings produceret under LoM estimeret til at være op til maksimalt 4.230.000 tons materiale, eller cirka 2.820.000 m³.

Med det planlagte 88.000 m² landbaserede TSF, vil denne maksimale mængde resultere i et 28 meter høj jævnt fordelt tailings deponi. Imidlertid vil deponiet i realiteten være placeret i lag og terrasser for at skabe stabilitet og gøre deponiet tilgængeligt for køretøjer, og detaljerne vedrørende laghøjder og aflejningsareal vil afhænge af de faktiske fysiske rammer (landskab, tailings egenskaber osv.).

Ved at bruge ovenstående maksimale mængder vil en jævn fordeling af tailings under vand i sø #2's samlede areal (2.158.000 m²), resultere i en samlet forhøjelse af søbunden med 1,3 meter. Hvis materialet aflejres i en teoretisk kegle med en keglehøjde på 30 meter (når de afsluttende tailings er aflejret og minelukningen påbegyndes) vil dette teoretisk kræve et søbundsareal på 282.000 m².

Udnyttelsen af malmen omfatter som tidligere beskrevet flere separationsprocesser, herunder en optisk og en magnetisk sortering. Den optiske sortering adskiller pegmatit (kvarts) fra anorthosit og estimeres til at frasortere 5-10 % af malmen, hvilket svarer til ~45,0-90,0k tpa (i scenarie B som har størst mængde optisk separeret materiale). Det andet sorteringstrin i processen er den magnetiske separation, hvor tailings skønnes at udgøre op til 20 % svarende til ~70,0k tpa. Forarbejdningsanlægget vil være i drift 270 dage om året. Dette giver en gennemsnitlig daglig maksimal deponering af 333 tons optisk sorteret tailings og 260 tons MT.

Tailings, som defineret i afsnit 4.6, er planlagt til at blive deponeret enten på land eller under vand i sø #2 eller begge dele. De mulige deponier er beskrevet i afsnit 4.6.1 og 4.6.2 HCT og UFP er designet til at simulere deponering af tailings på overfladen under naturlige klimaforhold. SFT- og DFP-tests er designet til at simulere deponering af tailings under vand i sø-scenariet. Derudover er der foretaget en oversvømmelsesudvaskningstest for at simulere en langsigtet deponering under vand.

Vurderinger relateret til ferskvand og fordeling af perkolat er dækket i afsnit 5.7.2– detaljer er præsenteret i en særskilt baggrundsrapport om projektets hydrologi (NIRAS, januar 2024).

5.4.4.1. Landbaseret tailings deponi

Udvaskningspotentialet fra det landbaserede deponi simuleres gennem de kinetiske udvaskningstests – HCT og DFP. HCT er en proxy til at simulere det øverste lag af et landbaseret tailings deponi, der veksler mellem at være tørt og fugtigt af nedbør. DFP-kolonnerne blev tilført de-ioniseret vand i toppen af kolonnen på ugentlig basis for at simulere nedbør. Nedsivende vand dræned frit gennem testmaterialerne og blev opsamlet og analyseret. Dette simulerer dynamikken fra nedbør, der kommer ind i TSF og dræner gennem deponiet og udvaskes i bunden.

Logikken bag implementeringen af HCT og DFP i evalueringen af det landbaserede TSF er, at et nyt lag tilføjes oven på TSF på ugentlig basis, dvs. den absolutte værdi af elementer fra den første uge af HCT er en del af de samlede elementer, der udvaskes fra deponiet. Ud fra estimatet af den samlede mængde grundstoffer, både fra HCT og DFP, der kan mobiliseres fra TSF i forhold til den gennemsnitlige nedbør, kan en daglig udvaskningskoncentration af grundstoffer estimeres.

I næsten alle tilfælde blev de højeste koncentrationer for de fleste grundstoffer observeret i den første eller anden uge af HCT-prøvetagningen, og indholdet falder i alle tilfælde hurtigt efter den tredje prøve (uge 3 Appendix 5). Koncentrationen af Cu var over den grønlandske WQL i både MT- og POR-tailings prøverne. As og Ni viste forhøjede værdier i henholdsvis MT- og POR-prøverne. I MT var de højeste koncentrationer for As og Cu 22,4 µg As/L og 5,5 µg Cu/L POR-testen viste niveauer på 12,6 µg Cu/L og 5,8 µg Ni/L i første udvaskning. Derudover havde fem elementer, Al, Sb, Li, S og U, værdier over øvrige vandkvalitetskriterier, såsom de maksimale tilladte koncentrationer [MAC] for drikkevand i EU og Nordamerika. Alle fem elementer, undtagen Al og S, viste dog værdier under 100 µg/L Højeste værdier af disse grundstoffer var 1 mg Al/L og 5,27 mg S/L På trods af den forhøjede S-værdi blev der ikke fundet NAG'er for tailings, se afsnit 5.4.1.

Resultaterne af DFP-testen viste, at både koncentrationer og udvaskningshastigheder falder hurtigt efter den første udvaskning, for alle elementer undtagen Al. Koncentrationerne af grundstofferne As, Cd, Cu, Ni og Zn, overstiger den grønlandske WQL i første udvaskning i en enkelt af tailings prøverne. I MT når As et niveau på 15,3 µg As/L, Cu, når et niveau på 26,9 µg Cu/L og Zn, når et niveau på 27,1 µg Zn/L I analysen af POR når Cd et niveau på 0,29 µg Cd/L, Cu når et niveau på 135 µg Cu/L, Ni når et niveau på 45,8 µg Ni/L og Zn når et niveau på 32,71 µg Zn/L i første udvaskning. Da vand kontinuerligt tilføjes til det landbaserede TSF via nedbør, vurderes de kumulative værdier af den absolutte mængde af elementer frigivet fra tailings til at være den bedste proxy for udvaskningsdynamikken i TSF. Analyse af DFP-testen blev foretaget en gang om måneden i seks måneder. Det er vigtigt at bemærke, at disse specifikke udvaskningstests er designet til at maksimere udvaskningen af elementer, og at værdierne kun overstiger WQL'erne ved få lejligheder, selv under disse omstændigheder. De faktiske miljøaspekter ved udvaskning er behandlet i afsnit 5.7.2– Vandkemi.

Udover de fem allerede nævnte elementer, der overstiger den grønlandske WQL i HCT- og DFP-testene, overstiger elementerne Al, Sb, Li, Mn, U andre vandkvalitetskriterier, såsom MAC for drikkevand i EU og Nordamerika i første udvaskning. I MT viste gennemsnitsværdierne af alle prøver, dog kun Al (i HCT), og Sb og Li over grænseværdien. I POR-prøven blev der kun fundet gennemsnitsværdier over grænseværdien for Mn og U. Den gennemsnitlige U-værdi overskred grænsen med 8-9 gange. Det ser ud til, at forhøjede U-niveauer kun forekommer ved fin knusning og formaling af mineraler, og derfor hovedsageligt vil findes i tailings. Undersøisk bortskaffelse af disse tailings vil sandsynligvis reducere udvaskningen og øge fortyndingsfaktoren og den radioaktive risiko er derfor lav, om end man operationelt bør holde øje med U-niveauet.

5.4.4.2. Undersøisk tailings deponi

For det undersøiske deponi simulerer SFT frigivelsen af elementer fra sediment, der synker gennem vandsøjlen til bunden af søen. Analysen af SFT af de to tailingsprøver, POR og MT, viser overskridelser af den grønlandske minedrifts-WQL med tre gange. POR-materialet viser en kobberværdi på 15,1 µg Cu/L, hvilket er et stykke over tærsklen på 2 µg Cu/L. I den anden tailings fraktion viser MT As-koncentrationer på 8,85 µg As/L og Cu-værdier på 2,84 µg Cu/L. I denne fraktion er kobberindholdet akkurat over tærsklen, hvorimod As-niveauet er dobbelt så højt som den grønlandske minedrifts-WQL på 4 µg As/L. Ud over de elementer, der overstiger den grønlandske WQL, overstiger Al, Sb, Li og U andre vandkvalitetskriterier, såsom MAC for drikkevand i EU og Nordamerika. I absolutte værdier er disse grundstoffer alle, undtagen Al, mindre end 50 µg/kg (ppm). Det inerte grundstof Al viser værdier på op til 2,16 mg/L eller 4,56 mg/kg.

UFP-testen og oversvømmelsestesten efterligner udvaskning fra tailings, der ligger på søbunden. Det bagvedliggende princip for udvaskning fra tailings deponiet i bunden af søen er, at der dagligt tilføres ny tailing, og at det ny tilførte lag til dels dækker de underliggende tailings, hvilket formindsker udvaskningen fra de underliggende tailings. Resultatet fra UFP fra den første analyse vil således være mest beskrivende for, hvad der kan udvaskes på daglig basis. Da tailings deponiet på søbunden bruger tid på at sætte sig og bliver mere kompakt, vil der udvaskes porevand fra deponiet i denne proces. Oversvømmelsestesten er evalueret for bedst muligt at simulere niveauet af elementer i porevandet.

Analysen af UFP viste højeste værdier i den første udvaskning, som også er det der forventes at udvaskes til søen. Resultaterne viste overskridelse af Grønlands WQL med op til fire gange. For POR, nåede Cu- og Ni-niveauerne henholdsvis 20,9 µg Cu/L og 9,4 µg Ni/L. For MT blev der observeret prøveniveauer på 6,65 µg Cu/L og 21,9 µg As/L. Cu-værdier var op til 11 gange højere end den grønlandske WQL, Ni var dobbelt så høj og As oversteg den grønlandske WQL med omkring fire gange.

Evalueret af den naturlige fortynding og spredning af elementer, der udvaskes fra både de tørre og sub-vandige TSF'er, er baseret på beregninger og konklusioner i projektets tekniske baggrundsrapport om hydrologi (NIRAS, 2024d). Miljøvurderingen findes i afsnit 5.7.2– Ferskvandskemi.

5.4.4.3. Vurdering af tailings løsninger

De to præsenterede tailings løsninger har hver især fordele og ulemper, Tabel 15. Selskabet vil inden produktionsstart foretage en afsluttende vurdering for at vælge den optimale løsning. Den endelige løsning vil blive indarbejdet i udnyttelsesplanen og nedlukningsplanen. Overordnet set opsummerer nedenstående matrix de forskellige overvejelser og de evaluerede påvirkninger, der er skitseret i forskellige kapitler i denne rapport.

Risiko	TSF tør / landbaseret løsning		TSF våd / Sø deponi løsning	
Strukturelt nedbrud	Moderat	Se sektion 4.8.1	Ubetydelig	Se sektion 4.8.1
Udvaskningspotentiale	Mindre	Se sektion 5.7.2.1	Mindre	Se sektion 5.7.2.2
Risiko efter nedlukning	Mindre	Se baggrundsrapport (NIRAS, 2024e)	Ubetydelig	Se sektion 10.4.2
Operationelle betragtninger i forhold til konstruktion og vedligehold				
Operationelle krav	Moderat		Ubetydelig	
Tilgængelighed /afværgeforanstaltninger	Et landbaseret deponi er operationelt gunstigt og positivt, da deponiet let kan overvåge, og potentielle afværgeforanstaltninger kan tilgås med det samme.		Et sø deponi er operationelt vanskeligt at overvåge og upraktisk med hensyn til potentielle afværgeforanstaltninger.	

Tabel 15: Tailings deponi vurdering og risiko matrix.

5.5. Støv

Projektets baseline studie involverede måling af naturligt forekommende støvspredning inden for projektområdet. Overvågningen var baseret på in-situ målinger med håndholdt udstyr og stationære støvfælder.

5.5.1. Nuværende status

NILU-støvfaldsfælder blev indsat i en 75-dages periode i løbet af sommeren 2021. Støvindholdet blev bestemt af et akkrediteret laboratorium og viste lave niveauer af støv i perioden, Tabel 16. Generelt er det blevet vurderet, at støvniveauer under 0,133 g/m³/dag kun meget sjældent vil give ubehag (Miljøstyrelsen, 2003).

Nummer	Måleperiode			Målestation		
	Start	Stop	(dage)	FORCE #1	FORCE #2	FORCE #3
1	06-06-2021	20-08-2021	75	0.002	0.003	0.007
2	20-08-2021	24-09-2021	35	0.026	0.019	0.009

Tabel 16: Resultater fra baseline støvfald inden for projektområdet.

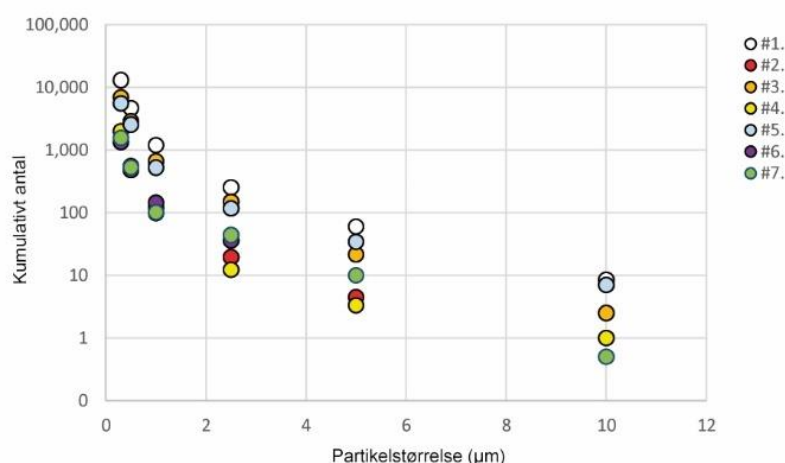
In-situ målinger af fine partikler (støv) i området blev udført ved hjælp af en TROTEC PC 220 partikeltæller. Målinger blev udført i løbet af september på alle prøvelokaliteter, Tabel 17.

Måling af fint støv på stedet er en yderst sensitiv opgave. På grund af det naturlige antal fine partikler i luften (f.eks. naturligt forekommende pollen), er det ikke muligt at bestemme den faktiske kilde til de målte partikler, og med fine partikler fordelt med vinden er hver måling udelukkende et øjebliksbillede. Et eksempel på målinger fra vejstationen i dalen (WS #1) er vist i Figur 22.GAM, 2024).

Station	Detaljeret beskrivelse	Breddegrad (WGS84)	Længdegrad (WGS84)
WS #1	Vejrstation nr. 1 - Installeret ved havne- og procesanlægget.	N63°13'27.9"	W050°12'11.9"
WS #2	Vejrstation nr. 2 - Installeret ved mineområdet.	N63°17'01.8"	W050°1'57.3"
FORCE #1	Støvsamler nr. 1 - Beliggende på et sandplateau; nord for det foreslåede forarbejdningsanlæg og øst for det foreslåede tailings deponi.	N63°13'54.9"	W050°11'45.6"
FORCE #2	Støvsamler nr. 2- Beliggende på plateauer langs transportvejen.	N63°13'81.1"	W050°8'23.9"
FORCE #3	Støvsamler nr. 3 - Beliggende sydvest for mineområdet på et plateau på tværs ved vandførende kløft.	N63°16'45.1"	W050°1'57.3"

Tabel 17: Støvmålinger på fine partikler og lokalitet.

Lokalitet :		#1.	#2.	#3.	#4.	#5.	#6.	#7.	#8.	#9.	#10.	#11.
		WS#1	WS#1	WS#1	WS#1	WS#1	WS#1	WS#1	WS#1	WS#1	WS#1	WS#1
Date:		18-09-21	19-09-21	20-09-21	22-09-21	23-09-21	24-09-21	25-09-21	12-09-22	14-09-22	19-09-22	24-09-22
Time:		11:36	11:40	07:26	08:37	11:53	11:59	17:56	09:18	14:03	10:42	15:03
n:		2	2	2	3	2	2	2	1	1	1	1
[°]:		262.5	257.4	285.0	28.1	209.2	106.7	87.0	308.9	143.2	15.4	256.9
[m/s]:		0.00	3.19	2.52	2.01	2.01	7.05	4.03	0.00	1.01	1.51	7.05
Mode:		Kumulativt antal										
WS1 Vndretning	0.3 µm	12,960	1,557	6,881	1,999	5,554	1,335	1,561	2,619	1,505	349	10,638
WS1 Vndhastighed	0.5 µm	4,662	528	2,842	553	2,552	476	526	950	526	73	3,778
	1 µm	1,200	119	663	98	521	144	102	255	69	45	776
	2.5 µm	252	20	150	12	117	36	44	37	10	5	143
	5 µm	60	5	22	3	35	10	10	0	0	0	30
	10 µm	8.5	0.5	2.5	1.0	7.0	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	2.0
Mode:		Koncentration / masse [µg/m³]										
PM25 µm		n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	3	1	0	15
PM10 µm		n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	6	1	0	25
AT °C		8.4	6.3	2.2	2.4	5.3	2.9	8.4	8.4	11.2	16.7	7.6
DP °C		0.25	-3.60	-3.10	-8.37	-5.05	-12.75	-11.95	5.00	4.90	5.75	1.10
RH %		51.1	46.4	64.1	41.9	44.6	28.8	20.9	75.7	62.2	46.3	60.3
WB °C		5.4	3.3	0.8	0.1	2.5	-0.3	1.2	7.2	8.6	11.8	5.3



Figur 22: Målinger af fine partikler in-situ fra WS #1 i perioden fra 18. september 2021 til 12. september 2022. Forkortelserne refererer til n=antal enkeltmålinger i den pågældende station, PM2,5 = Partikeltæller 2,5 µm, PM10 = Partikeltæller 10 µm, AT= Lufttemperatur, DP=Dugpunktstemperatur, RH= Fugtighed og WB = Wet-bulb temperatur.

5.5.2. Konsekvensvurdering i anlægsfasen

Følgende vurderinger er baseret på beregninger præsenteret i en særskilt baggrundsrapport *Dust deposition MAQ - Majoqqap Qaava, Greenland Anorthosite Mining* (NIRAS, 2023a).

Støv i anlægsfasen vil være mest intenst i bunden af dalen under etableringen af minebyen, procesområdet og anden infrastruktur. Den gradvise opbygning af transportvejen, vil med tiden nå enden af dalen samt mineområdet. Forøgede støvniveauer vil blive introduceret gennem sprængning af fjeld til minebyen og materiale, der læsses på lastbiler, og transporteres og losses til vejopbygning. Byggeriet er planlagt til ikke at omfatte nedknusning af materiale. Dette reducerer frigivelsen af fine partikler, der har potentiale til at bevæge sig over store afstande.

Støvspredning har evnen til at påvirke miljøet. Miljøet kan blive påvirket på flere niveauer i fødekæden. For det første kan plantesamfundet påvirkes enten direkte gennem støvdækning af bladene eller indirekte gennem ændringer i jordens kemi (Chen, et al., 2017).. En ændring i plantesamfundet kan have en indvirkning på planteædende dyr som fugle, harer og rendyr. Støvniveauerne i Majoqqap Qaava forventes dog at være tidsmæssigt beskedne, <1 år, og

meget lokale. På denne baggrund kan der ikke forventes ændringer i vegetationen eller andre dele af fødekæden i forbindelse med anlægsfasen, og påvirkningen fra støv på miljøet vurderes at være **ubetydelig**.

Potentiel påvirkning	Støvpartikler, der dækker vegetation og bundfældes i ferskvand		
Påvirkningsfase	Konstruktion		
VEC	Plantelivsøkologi og ferskvand		

Kriterier for vurdering af påvirkning				Overordnet betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokalt	Lavt	Midlertidig <1 år	Medium 25-75 %	

5.5.3. Konsekvensvurdering af driftsfasen

Minedriften ved Majoqqap Qaava vil involvere flere aktiviteter, der vil forårsage spredning af støv. Ressourceudvindingen starter med sprængning af malm, og læsning af lastbiler. Den udvundne malm transporteres til forarbejdningsanlægget, hvor malmen knuses og formales til de ønskede fraktioner, inden den læsses på bulkskibe. Enhver fraktion, der ikke er en del af de endelige produkter, frasorteres og deponeres på et tailings deponi (TSF). Alle disse trin frigiver forskellige mængder støv til det omgivende miljø.

Anorthosit er næsten udelukkende (>95 %) sammensat af mineralet bytownit, som er calciumrig feldspat og derfor har fysisk tilsvarende egenskaber, som mange andre feldspatdominerede bjergarter såsom granit og gnejs, der er de dominerende bjergarter i det vestlige Grønland.

Støvspreddning og støvspreddning, kendt som æoliske processer, er defineret af støvpartikelstørrelse, niveau af erosion/emission og vindhastighed- og retning. Samlet set er støvpartikelstørrelsen den vigtigste faktor, der definerer transportafstanden for støv. Partikler <10 µm kan transporteres adskillige kilometer med vinden, mens partikler <2,5 µm potentielt spredes på regionalt plan. Større partikler (>30 µm) vil falde ned relativt tæt på deres dannelsespunkt afhængig af vindhastighed, og den reelle partikelstørrelse, Figur 23 og Figur 24.

Støvemissionsberegninger er baseret på metoder udviklet til minedrift og bjergartsindustrien af U.S. Environmental Protection Agency (US.EPA, 1974) med senere revisioner. Estimering af støvemissioner inkluderede ligningskonstanter for partiklernes fysiske egenskaber i overensstemmelse med "Stokes"-loven og forskellige elementer, der er relevante for den givne operation.

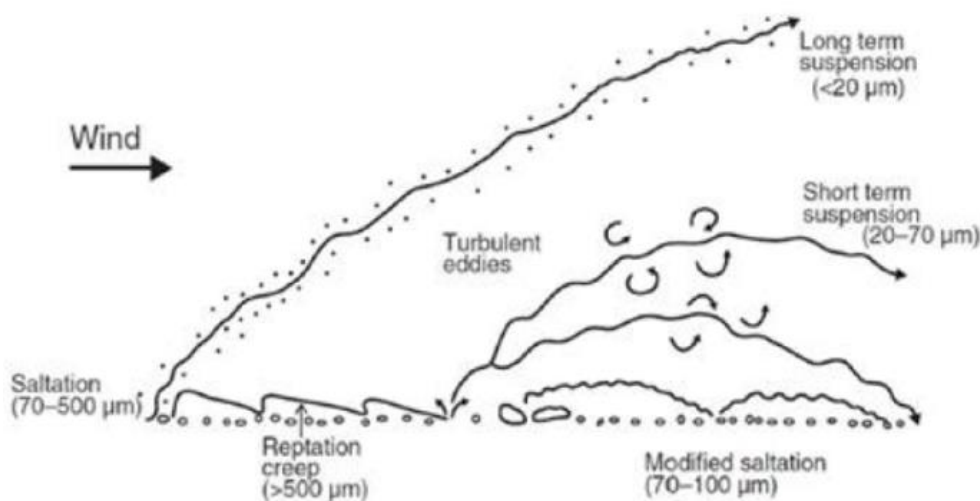
5.5.3.1. Sprængning

Minedriftens hovedaktivitet er at frigøre ressourcen, hvilket sker ved at bore huller til sprængstoffer og sprænge malmen. Den frigjorte malm læsses på lastbiler og transporteres til forarbejdningsanlægget, hvor den knuses og sorteres. Støvemission fra sprængning kan estimeres ud fra en ligning baseret på data fra bjergindustrien, som vurderes at være sammenlignelig med Majoqqap Qaava-projektet og mineralressourcen (US.EPA, 1998). C. Regner man på scenarie B med maksimal RoM, er produktionen af rå anorthosit ~940.000 tpa. Denne mængde udvindes ved en produktion på 270 dage/år, hvad der svarer til daglig sprængning af ca. 1.270 m³ malm (3.481 t¹), hvilket igen svarer til et område på 181 m² med syv meters dybde (beregningen er baseret på ca. 19 borehuller på 8,7 meters dybde (inkl. underboring). En sådan produktion vil frigive ca. 3,9 kg suspenderede partikler/faste stoffer [TSP eller TSS], hvilket i løbet af 270 dage løber op i ca. 920 kg TSP/år ved mineområdet.

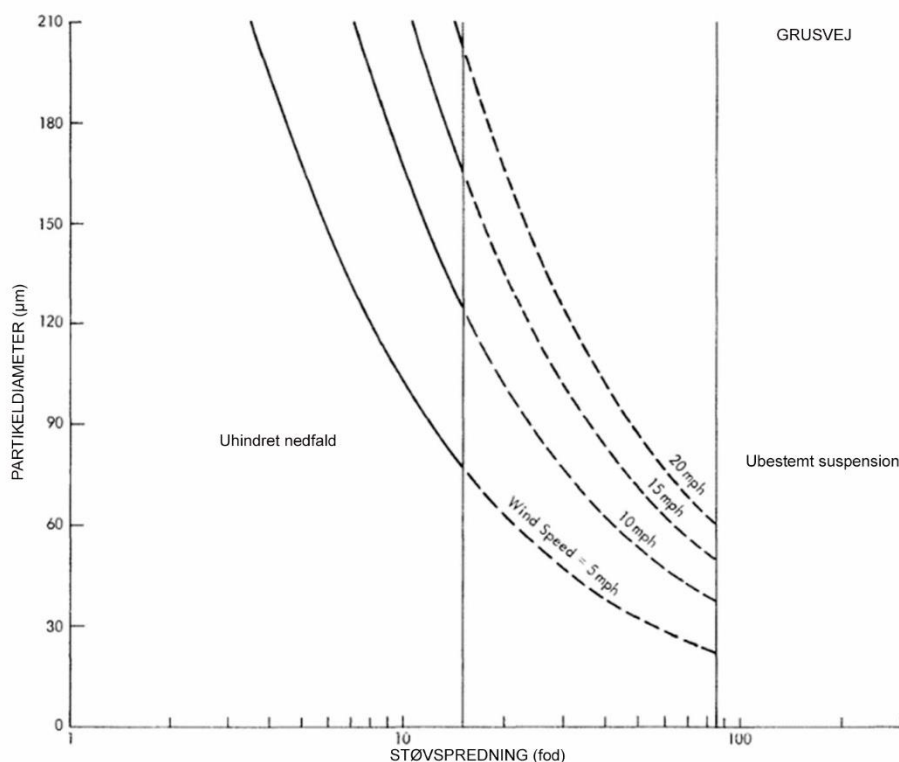
¹ Densitet af anorthosit er ~2,740 kg/m³

5.5.3.2. Malmtransport

Den udvundne malm transporteres til forarbejdningsanlægget via c. 17 kilometer vej ned gennem dalen. Forskningsstudier har vist, at den fysiske effekt af støvspredning fra ikke-asfalterede veje er størst tættest på vejen, og at støvfaldet aftager i forhold til afstanden til vejen, Figur 24. Ved hjælp af en ligning baseret på parametre såsom transportvejens længde, lastbilens vægt, mængden af støv på vejen og nedbør, kan det beregnes at støvspredning fra én lastbiltransport, der forløber fra mineområdet til minebyen og retur svarer til ~3 kg suspenderede vejstøvpartikler. En årlig malmproduktion på 940.000 tpa. vil kræve ca. 9-10 lastbilsture (30 t malm pr. tur) i timen på en 12-timers arbejdsdag, 270 dage om året. I forhold til de forventede partikelstørrelser der hvirvles op fra lastbiler som kører på grusvejen, forventes størstedelen af det spredte støv at nedfældes inden for et 200-400 meter bredt bælte på hver side af vejen. Inkl. lastbiler, der returnerer til minen efter aflæsning, vil det betyde en aflejring på omkring 0,015 kg/m²/år (teoretisk estimat ved 270 produktionsdage), hvis alt støv blev aflejret inden for 200 meter på hver side af den 17 km lange transportvej. I virkeligheden vil støv spredes længere fra vejen på nogle strækninger og langs andre områder koncentrere sig, så hvordan de tilstødende områder til vejen reelt påvirkes, er vanskeligt at forudsige præcist. Samlet set afhænger støvspredberegninger for lastbiler, der kører på ikke-asfalterede veje, af så mange faktorer, at produktionsberegninger og beregnede støvmængder altid kun vil være en vurdering. Adskillige afværgeforanstaltninger er tilgængelige, hvis støvspredning skulle vise sig problematisk, såsom brug af vand på vejen eller anvendelse af kemikalier (f.eks. magnesium klorid) som de mest almindelige løsninger – se afsnit 8.1.1 Miljøhåndteringsplan.



Figur 23: Dynamik af støvspredning i forhold til partikelstørrelse.



Figur 24. Støvspredning i forhold til partikeldiameter og vindhastighed for støv frigivet fra trafik på ikke-asfalterede veje (US.EPA, 1974).

5.5.3.3. Malmforarbejdning og tailings

Malmforarbejdningen vil være en tør knusningsoperation, der udføres i et lukket anlæg. Dette reducerer i høj grad støvspredning fra knusning og formaling. Støv fra transportbånd og andre dele af anlægget vil blive blandet med de øvrige tailings fraktioner, der skal deponeres ved projektet TSF. Anvendelse af et sødeponi vil annullere vinderosion og resulterende støvspredning fra deponiet. Et landbaseret TSF vil være udsat for vinderosion og resultere i en vis støvspredning til omgivelserne. Ved hjælp af formler til at evaluere støvspredning fra tailings deponier i mineindustrien er støvemissionen blevet estimeret (US.EPA, 2019). Ved hjælp af produktionstal for scenarie B beregnes de estimerede støvemissioner i Tabel 18. Beregningen omfatter et lukket produktionsanlæg og et vedligeholdts deponi på overfladen, med implementering af støvdæmpende tiltag i tørre perioder, og når støvspredning er et synligt problem. Deponiet er defineret som en aflejring på 88.000 m² hvor der tilføres materiale 270 dage om året (tailings jævnt fordelt i perioden). Begrænsning af støv ved deponiet opnås hovedsageligt via løbende rehabilitering af tailings overflader, samt minimering af områder hvor der aflæsses materiale og deponiets samlede overflade i minens levetid.

Aktivitet	Kilde	Fraktion	Ton/år
Knuser	Primær	PM	0.031
	Sekundær	PM	0.224
Sigte	#1	PM	1.04
Oplagring	TSF	PM	0.643

Tabel 18: Støvspredning fra forarbejdningsanlæg og TSF beregnet ud fra anerkendte formler for knusning (US.EPA, 2019).

5.5.3.4. Andre støvkilder

Under minedriften er forskellige andre aktiviteter støvdannende, hvoraf de vigtigste er fordeling af malm med frontlæssere, transportbånd osv. og lastning af bulkskibe ved forsendelse af produkter. Disse opgaver vil ske med uregelmæssige intervaller, hvorfor det er vanskeligt at generalisere dem. De omtalte aktiviteter vil dog foregå ved forarbejdningsanlægget og i havneområdet, som er projektets hoveddriftsområder. En oversigt over støvkilder og afbødende foranstaltninger er vist i Tabel 19.

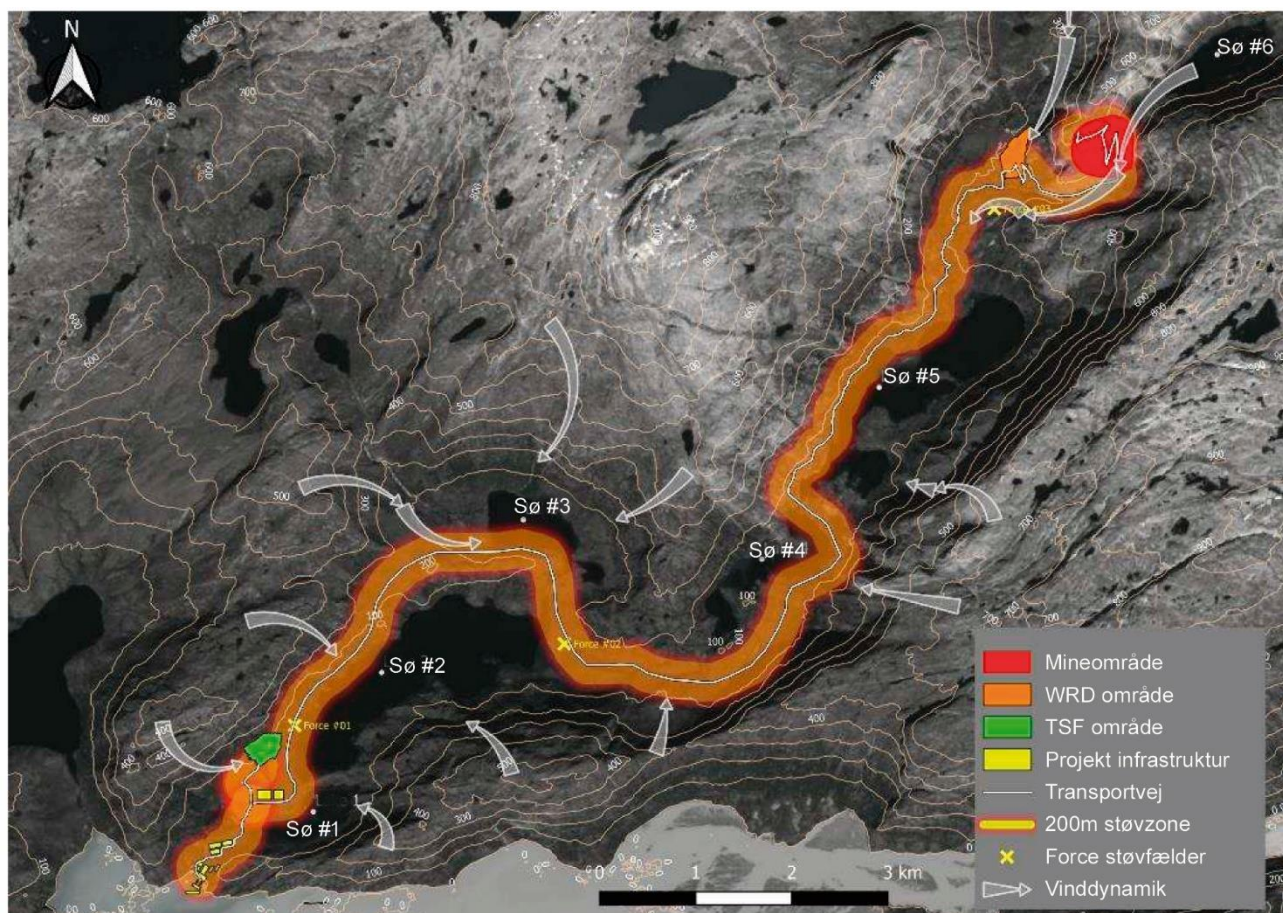
Aktivitet	Lokalitet	Støvkilde	Omfang	Afbødning
Sprængning	Mine	Sprængning knuser sten og malm, og lufttrykket spreder støv i luften. Hver sprængning løsner mange tons malm.	Samlet set er støvspredning fra sprængning af mindre omfang.	
Malmtransport	Transportvej	Støv hvirvles op i luften af køretøjet, der kører på den ikke-asfalterede transportvej.	Transportvejen er ca. 17 kilometer lang, og støvspredning er generelt begrænset til områder langs vejen.	I den tørreste måneder vil vanding af bestemte tørre dele af transportvejen reducere støvspredningen betydeligt.
Aflæsning	RoM oplagring	Aflæsning af materiale vil hvirvle støv op fra lastbilen og fra den bunke der læsses af.	Projektet indebærer løbende aflæsning af malm med en overvejende størrelse på >120 mm. På grund af stenstørrelsen er støvspredningen lille.	
Malm forarbejdning	Forarbejdningsanlæg	Støv opstår ved knusning, formaling og transport/flytning af malm.	Med den planlagte tørre forarbejdning og knusning af anorthosit, forventes forarbejdningen at danne betydelige mængder støv inklusive finere partikler (<53 µm). Begrænsning af formalingstørrelsen i Grønland til ca. <700 µm vil dog begrænse dette problem.	Knusning af malm og formaling foregår i et lukket anlæg. Der vil være aktiv støvdæmpning, og udblæsningsluften ledes gennem cyklonfiltre. Afsluttende formaling til 45 µm udføres uden for Grønland.
Tailings deponi	TSF	Støv dannes fra aflæsning af tailings, bulldozere og vedligeholdelse af TSF samt fra vinderosion.	Støvspredning fra en korrekt anlagt og vedligeholdt TSF er af mindre omfang.	Progressiv rehabilitering af tailings overflader, minimering af områder hvor der læsses af og begrænset eksponering af tailings.
Shipping	Havneområdet	Lastning af produkt på bulkskibe ved hjælp af lukkede transportbånd.	Lastning af forarbejdet anorthosit forventes at resultere i betydelig støvspredning.	Skibslasteren udstyres med støvdæmpende slange, og lukkede transportbånd vil minimere støv.

Tabel 19: Sammenfatning af de største projekstøvkilder, deres forventede omfang og planlagte afværgeforanstaltninger.

5.5.3.5. Vurdering af støvspredning

I enhver form for åben minedrift, vil støvspredning være et emne, der skal tages i betragtning. Topografien i Majoq-qap Qaava-projektområdet med en central dal defineret af omkransende høje fjelde, giver et veldefineret driftsområde. Vindregimet i dalen, som er den primære drivkraft for støvspredning, er drevet af termodynamikken som beskrevet i 5.3.5. Figur 25 viser projektets transportvej med en 200 meter zone markeret på begge sider af vejen. Denne

zone forventes at vise synlig støvdækning forårsaget af lastbiler der kører på vejen, og deres last af materialer fra minedriften. Støvdækket forventes ikke at være ensartet fordelt, og nogle områder vil være overvejende upåvirket, mens andre zoner vil akkumulere støv. Ophobning af støv på visse strækninger af vejen vil være styret af vinddynamikken. Figuren viser forventede katabatiske vinde og retninger baseret på topografi og GAM's egne observationer, og samlet set forventes synligt støv at sætte sig ved siden af vejen på grund af de fysiske egenskaber af koldere vinde, der presses ned fra de stejle bjergskrånninger.



Figur 25: Transportvej med 200 meter zoner på hver side af vejen og de generelt observerede faldvindretninger. For at undgå enhver forvirring vedrørende topografiske skygger på satellitbilledet er områdets dræningssystem, inklusive søbredderne, blevet nøjagtigt kortlagt i Appendiks 4.

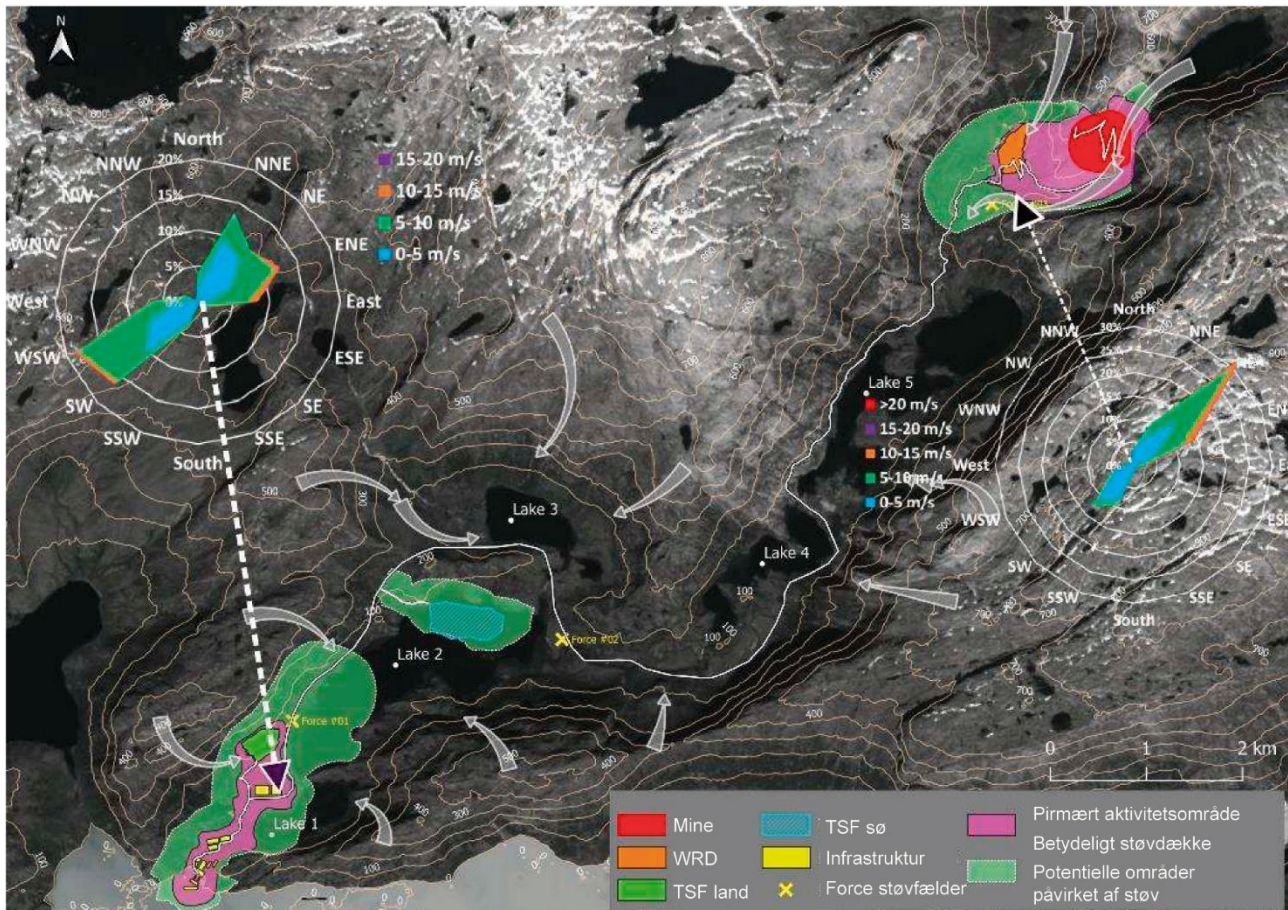
Projektaktiviteter såsom sprængning, forarbejdning og vedligeholdelse af WRD og TSF vil også forårsage støvspreddning. Baseline studiet validerede de overordnede forventede vindretninger i forarbejdningsområdet og mineområdet. Baseret på disse, og de generelle antagelser om støvspreddningsdynamik, er tre zoner identificeret som potentielt påvirket af støvspreddning, Figur 26. Disse er:

- Område 1. Havne- og forarbejdningsområdet på grund af knusnings- og formalingsaktivitet, løbende transport og oplagring af malm og produkt samt vedligeholdelse af TSF,
- Område 2. Søbredden omkring et potentielt sødeponi,
- Område 3. Området ved minen inklusive fjeldsiderne mod vest-sydvest.

Område 1; havne- og forarbejdningsområdet vil sandsynligvis blive mest påvirket på grund af den store aktivitetsmængde. De målte vindretninger og vindhastigheder (sydvestlig vindrose på Figur 26), vil forårsage at >30 µm

støvpartikler sandsynligvis vil sprede sig mod nordøst langs højderyggen, og sandsynligvis vil nedfældes på de lavere dele af fjeldskråningerne. Figur 27. Støv der nedfældes ved Sø #2, vil dræneres med overfladevandet, og til sidst ende i fjorden. Det samme gælder i nogen grad for støv, der sætter sig på vegetationen og bjergskråningerne, som vil blive transporteret mod søer og vandløb via overfladeafstrømning ved større nedbørshændelser.

Område 2; defineret som området omkring aflæsningen af tailings ved sø-deponiet. Aflæsning af lastbiler vil forårsage spredning af støv, og på grund af topografien forventes det meste at sprede sig ud over søen. Fjeldryggen nord for aflæsningspunktet der løber mod nordøst, vil vise tegn på støvdækning efter det første produktionsår, da dette sandsynligvis vil blive et nedfældningspunkt for sø #3-området.

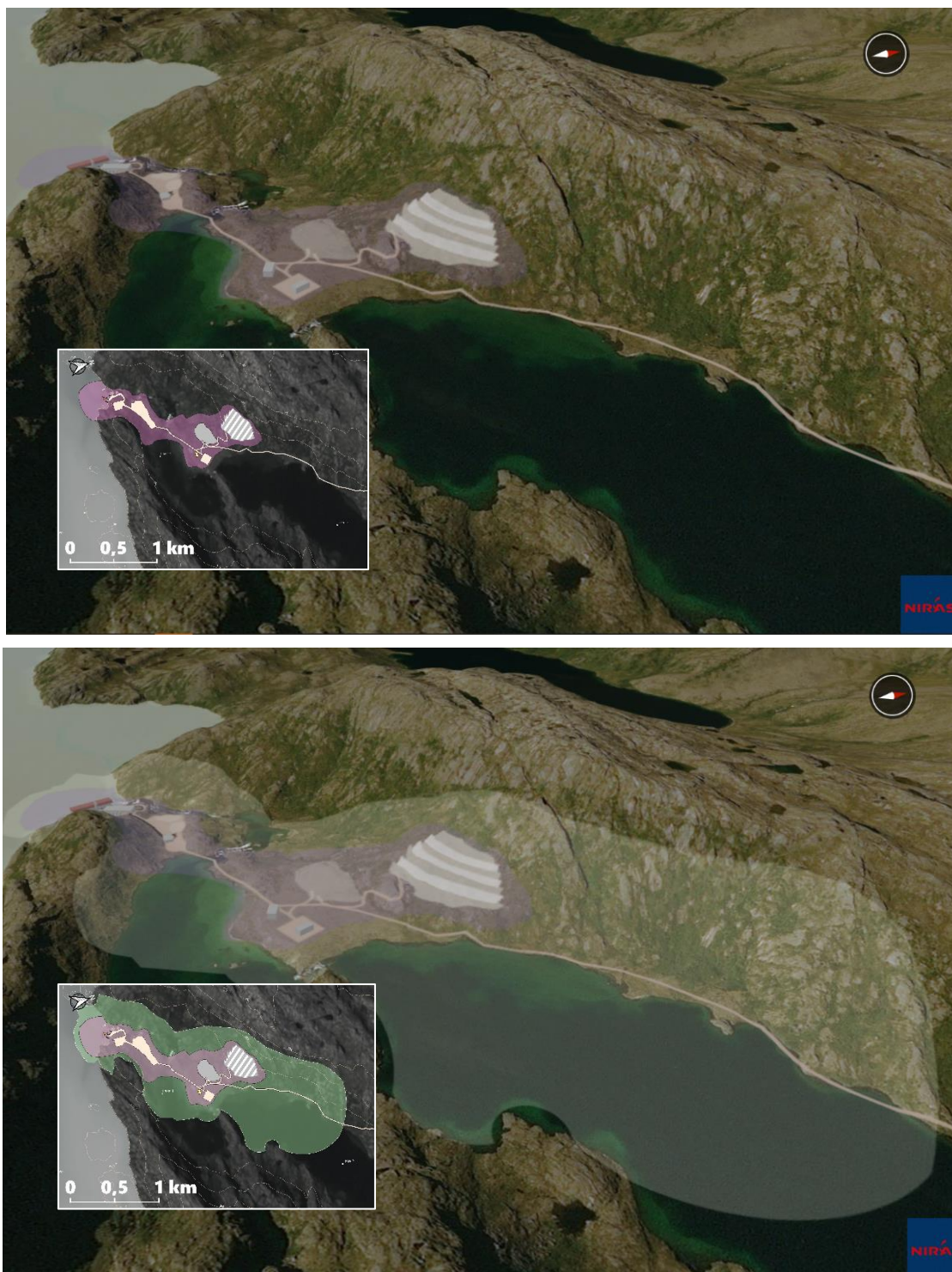


Figur 26: Forventede støvpåvirkede zoner baseret på vindregime og topografi (stiplede pile markerer vejrstationsplaceringer). For at undgå enhver forvirring vedrørende topografiske skygger på satellitbilledet er områdets dræningssystem, inklusive søbredderne, blevet nøjagtigt kortlagt i Appendiks 4.

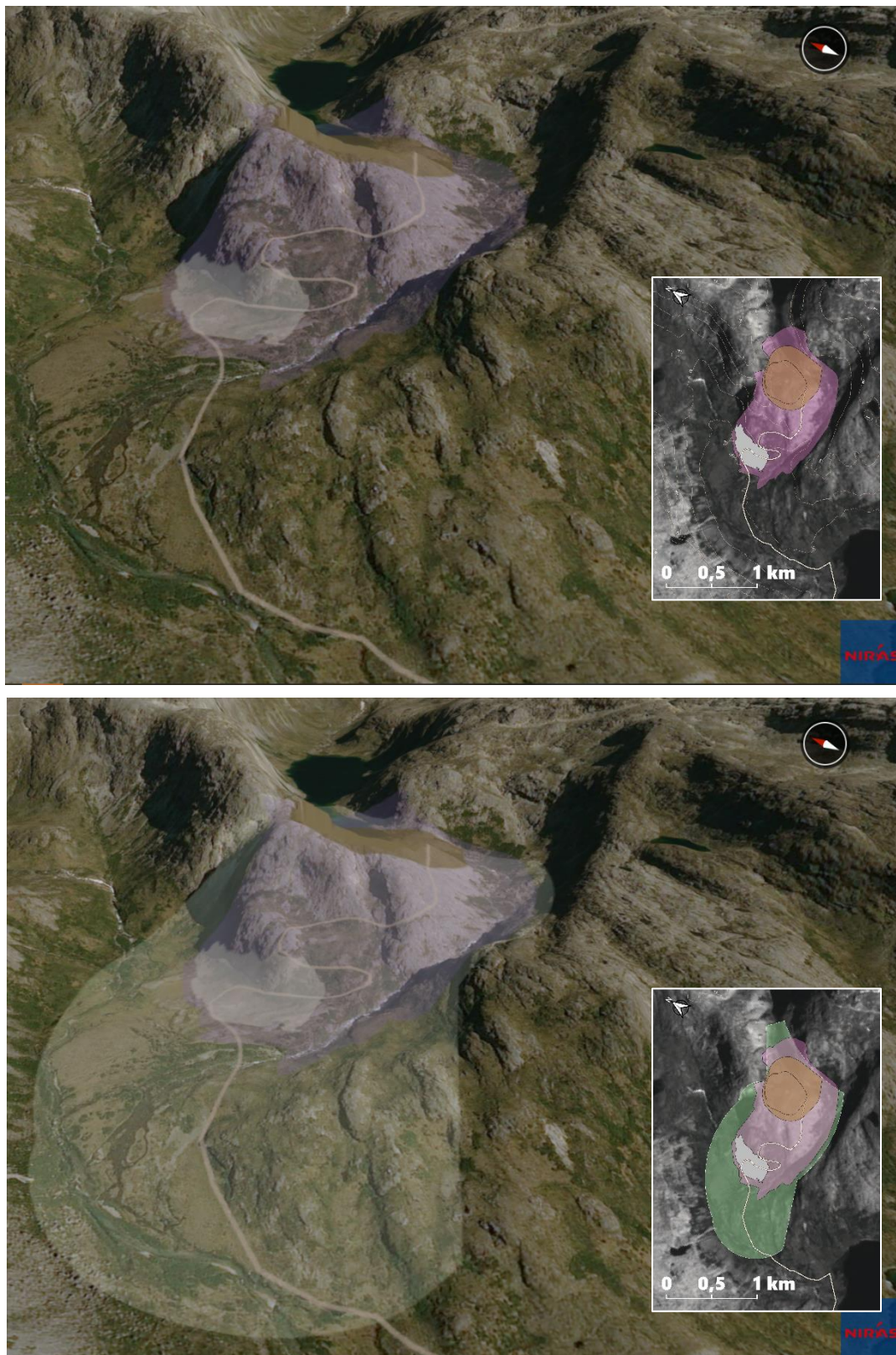
Område 3; forventes også at blive påvirket af støvspredning. Sprængning, og læsning af lastbiler samt eventuelt brug af WRD-deponi vil forårsage støvspredning, og på grund af den dominerende nordøstlige vind dannet af den kolde luft fra indlandsisen mod øst, vil støv primært spredes mod sydvest. Terrænet her er stejle fjelde og højdetræ, der potentielt kan opføre sig som en fysisk barriere, og støvpartikler $>30 \mu\text{m}$ vil sandsynligvis nedfældes på fjeldskråningerne og i højdetræene mod sydvest der naturligt vil mindske støvspredningen. Figur 28. Det gule landskab i dette område kan få støv til at bevæge sig længere på grund af mangel på vegetation.

Fine støvpartikler $<30 \mu\text{m}$ kan forblive suspenderet i lange perioder og spredes på regionalt niveau. Den nærmeste bebyggelse er Qeqertarsuaat, der ligger omkring 30 kilometer mod vest. Modellering af atmosfærisk støvspredning er baseret på en række forskellige antagelser, og modelresultater for området kan dog være vildledende. En

undersøgelse viste, at modellerne AERMOD og CALPUFF er meget afhængige af solide vejrdato, og de viste sig at være dårlige til at forudsige den reelle spredning i komplekst terræn (Tartakovsky, Stern, & Broday, 2016). Majoqqap Qaava-projektområdet og dets omgivelser er kategoriseret som værende komplekst terræn med højder varierende fra havniveau til >800 meter, lokale uregelmæssige vindfænomener i fjordene og katabatiske vinde, der kommer fra indlandsisen mod øst. Der er ikke udviklet en større finpartikelmodel til dette projekt i den nuværende fase. Dette relaterer sig til knapheden på data for regionen og projektet, hvilket mindsker modellens styrke (øger modelusikkerheden). Da modelresultater er tilbøjelige til at opnå stor troværdighed, kan dette resultere i fejlagtige konklusioner eller mangel på samme. Det foreslås i stedet at supplere miljøkonsekvensvurderingerne ud fra sandsynlige scenarier. En separat baggrundsrapport vurderer støvspredning relateret til projektaktiviteterne i detaljer (NIRAS, 2024a).



Figur 27: Visualisering af forarbejdningsområde og TSF Tør området. Lilla (øverst) markerer det forventede aktive område med synlig støv-spredning fra vedvarende projektaktivitet. Lysegrøn (nederst) markering viser det forventede inaktive område med let partikel-spredning.



Figur 28: Visualisering af mine- og sprængområder, herunder kløften og højderyggen, der potentielt virker for som en barriere mod støvspredning af $>30 \mu\text{m}$ partikler mod syd. Lilla (øverst) markerer det forventede aktive område med synlig støvspredning, lysegrøn (nederst) markering viser det forventede inaktive område, påvirket af let partikelspredning fra vinden.

Vindbåren transport af fine partikler vil utvivlsomt forekomme, men projektets afsides beliggenhed og dets typiske og ikke særligt sensitive miljø for denne region betyder, at vindbårne transporterede partikler anses for at have ringe eller ingen indvirkning på mennesker eller miljøet generelt.

En undersøgelse af støvspreddningseffekter på rensdyrfoder indikerer effekter af støvspreddning på jordens pH og lavdækning i området omkring en canadisk mine- og transportvej, hvilket potentielt påvirker den lokale rensdyrbe-stand og dyrelivet (Chen, et al., 2017). Undersøgelsen er dog ikke entydig med hensyn til at definere en direkte effekt fra den observerede støvspreddning. Resultaterne er således maskeret af undersøgelsesområdets naturlige variabilitet, og ingen enkelt parameter kunne identificeres som årsag til en specifik påvirkning, selvom en stigning i pH blev fremhævet. En stigning i pH forventes ikke ved Majoqqap Qaava-mineprojektet på grund af den geologiske sammensætning af malmressourcen med et naturligt højt calciumindhold.

Samlet set vil det præsenterede projekt forårsage spredning af støv til de lokale omgivelser, og på grund af længden af transportvejen, det åbne brud og forarbejdning og formaling på stedet, forventes støv at være af moderat lokal økologisk betydning. Desuden viser udvaskningsforsøg på Majoqqap Qaava malmen en lille risiko for udvaskning, der resulterer i forsurening af det omgivende miljø, og de økologiske effekter fra støvspreddning på dyreliv og vegetation er derfor alene vurderet ud fra de fysiske konsekvenser af støvdækning. Dette vil bidrage til de samlede fysiske påvirkninger af minedriften (støj, lysforstyrrelser, udstødning fra motorer, vibrationer osv.)

Bestanddelene fra de forskellige støvkilder vil variere afhængigt af malmens sammensætning, men den samlede sammensætning af de forskellige kilder er angivet ved værdier anført i afsnit 4.5 - Tabel 4: Geokemisk karakterisering af de vigtigste ressourcekomponenter [MRC], samt frasorteret pegmatit og magnetisk koncentrat. Vedrørende støv, der skylles ud i ferskvandssystemet, er denne effekt vurderet i afsnit 5.7.2 Vandkemi.

Ved at udføre miljøovervågning under anlægs- og driftsfasen kan de faktiske potentielle påvirkninger af Majoqqap Qaava vurderes, og kildespecifikke afhjælpninger kan igangsættes på baggrund af tilgængelige afværgeforanstaltninger og støvdæmpningsstrategier – se afsnit 8 for den foreslåede miljøhåndteringsplan [EMP].

Potentiel påvirkning	Støvpartikler, der dækker vegetation og nedfældes i ferskvand		
Påvirkningsfaser	Drift		
VEC	Plantelivsøkologi og ferskvand		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Moderat
Lokalt	Medium	Langvarig >5 år	Høj >75 %	

5.6. Terrestrisk miljø

Det terrestriske miljø er defineret som økologiske komponenter relateret til land. Det terrestriske miljø omfatter generelt hele projektdalen fra højlandet til ferskvandsbredden. Nogle arter er knyttet til både land og ferskvand, f.eks. nogle fugle, og disse vil blive vurderet, hvor det giver bedst mening.

5.6.1. Terrestrisk støj

Minedrift, herunder sprængning og minearbejde, transport med tunge maskiner og generel øget aktivitet på land skaber støj, der potentielt kan påvirke det biologiske miljø i nærheden. Den nærmeste bebyggelse Qeqertarsuaat ligger cirka 30 kilometer fra projektområdet og vil ikke blive direkte påvirket af projektstøj.

Menneskeskabt støj på land kan påvirke dyrelivet såsom: rensdyr (*Rangifer tarandus*), polarræv (*Vulpes lagopus*), hare (*Lepus arcticus*) og forskellige fuglearter i området. Støjen kan forårsage en adfærdsmæssig reaktion eller midlertidig migration væk fra området. På havnen og i forarbejdningsområdet forventes stenknusning og øvrig forarbejdning, lokal færdsel, herunder lastning og losning af materialer, at være de væsentlige vedvarende støjklinder. I mineområdet vil boring af huller til sprængstof, læsning og transport af malm samt sirener i forbindelse med sprængningsproceduren, bidrage til et forhøjet støjniveau og have en midlertidig effekt på faunaen. Selve sprængningerne vil naturligvis være støjende, men ses ikke som en væsentlig akustisk påvirkning af omgivelserne, da den meget korte varighed og relativt begrænsede del af energien forekommer som lydenergi (NIRAS, 2021b). Intens trafik mellem havnen og minen i arbejdstiden vil også medføre forhøjede støjniveauer.

Der er modelleret støj omkring havne- og forarbejdningsområdet, mineområdet samt forbindende infrastruktur i forhold til projektaktiviteten for at vurdere, hvordan dette vil øge de nuværende støjniveauer i områder, hvor der generelt ikke findes menneskelig aktivitet (Figur 29 og Figur 30). Hvordan støjen vil spredes, afhænger af topografi og vejrforhold, især vindhastighed, hvor høj vindhastighed vil maskere lyden mere omfattende end på vindstille dage. Derfor er der anvendt et baggrundsstøjniveau på L_{Zeq}: 25 dB, hvilket nogenlunde svarer til en rolig vind, i modellen for et "værst tænkelige scenarie" (det vil sige lav baggrundsstøj fra vind). Der er foretaget beregninger på støj udført på relevante støjskabende aktiviteter baseret på kendte kildeniveauer, Tabel 20 (NIRAS, 2024b).

Støjkilde	Fordeling [Hz]									
	Lw	63	125	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	
					[dB(A)]					(Intensitet/ti-mer)
Tung trafik	101	81	84	90	93	97	94	88	80	10 enheder
Dumper	102	76	87	92	95	97	97	92	86	100 %
Lastning af malm	110	83	92	98	103	105	104	97	86	
Blandet jordarbejde	110	85	95	103	104	103	101	100	94	
Sprængning	121	92	97	100	105	113	116	116	115	25 %

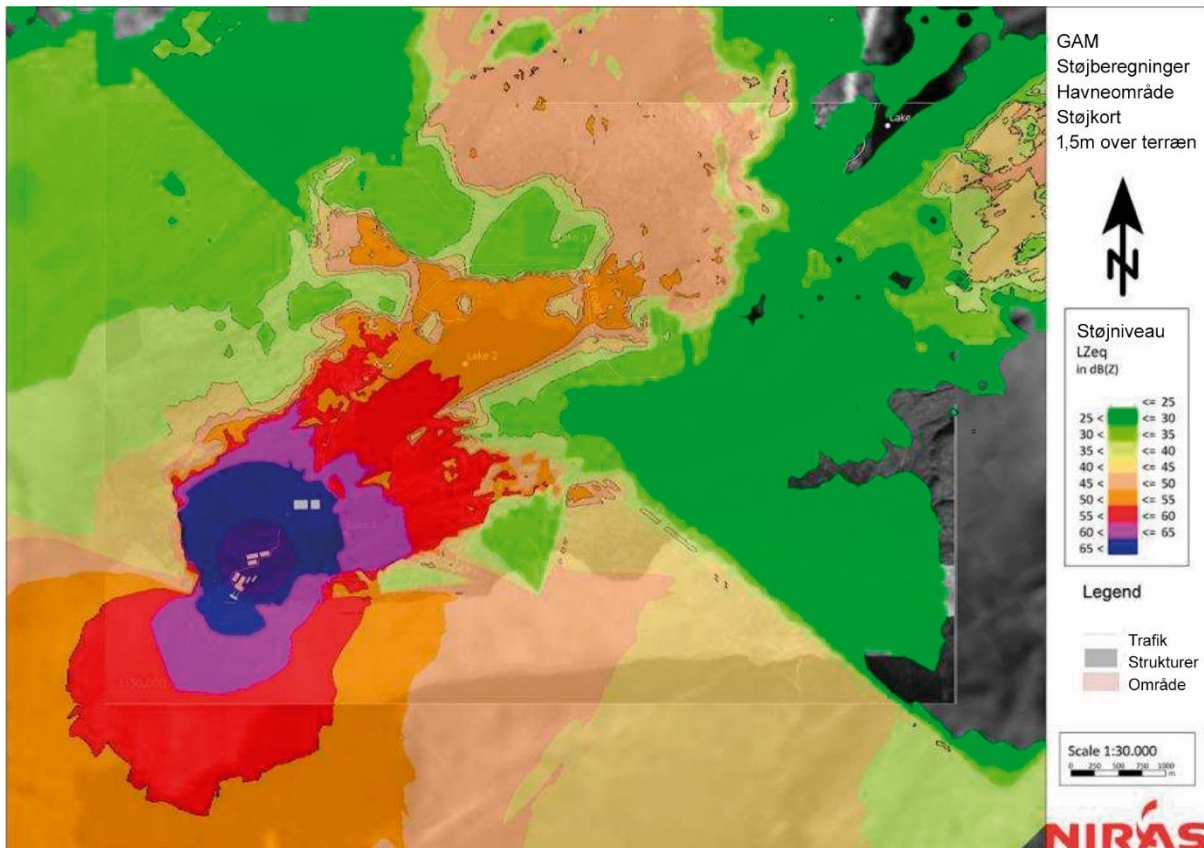
Tabel 20: Støjklinder og fordelingsværdier brugt i Soundplan-modellering.

I havneområdet forventes støjen at blive dæmpet mod nordvest og sydøst af den omkringliggende topografi. Mod sydvest kan støjen spredes uhindret over vandet, dog viser modellering, at støjen sandsynligvis vil spredes på en længere afstand mod nordøst, inde i landet, hvor niveauer over L_{Zeq}1h: 50 dB kan forekomme op til 4,5 kilometer væk.

I mineområdet vil støj blive dæmpet mod sydvest og vest på grund af topografien. Mod nord, øst, sydøst og syd kan støjniveauet over L_{Zeq}1h: 50 dB registreres i en afstand på op til 1,5 kilometer. Støjen ved både havne- og mineområdet er kontinuerligt gennem hele arbejdstiden. Støj fra transport på vejen vil naturligvis afhænge af trafikken/produktionen på en given dag og tidspunkt på dagen, og af det faktum, at kilden bevæger sig, hvilket betyder, at eksponeringen vil være begrænset til en kort varighed på en given position. Støjen fra den tunge trafik forventes at overstige L_{Zeq}1h: 50 dB i en radius på ca. 200 m fra den bevægende kilde, og er illustreret som et bælte langs vejen.

Som beskrevet i afsnit 5.6.4 findes polarræv og polarhare i de fleste områder af Grønland uden specifikke hot spots, og de findes sandsynligvis tilfældigt spredt i projektområdet. På grund af deres uregelmæssige, uforudsigelige tilstedeværelse, men generelle udbredelse og høje forekomst på nationalt plan, vurderes virkningen af støj som en trussel mod arten som ubetydelig i vurderingen af dette projekt og vil ikke blive diskuteret yderligere. Det samme generelle argument bruges for fuglelivet (f.eks. røper, ravn, lapspurv osv.) i området. Deres høje mobilitet gør påvirkningen af støj genereret i området ubetydelig. Den sårbare havørn og den til dels truede falk er dog følsomme over for menneskelig forstyrrelse omkring deres rede (Boertmann & Bay, 2018b), hvorfor det er blevet anbefalet at regulere

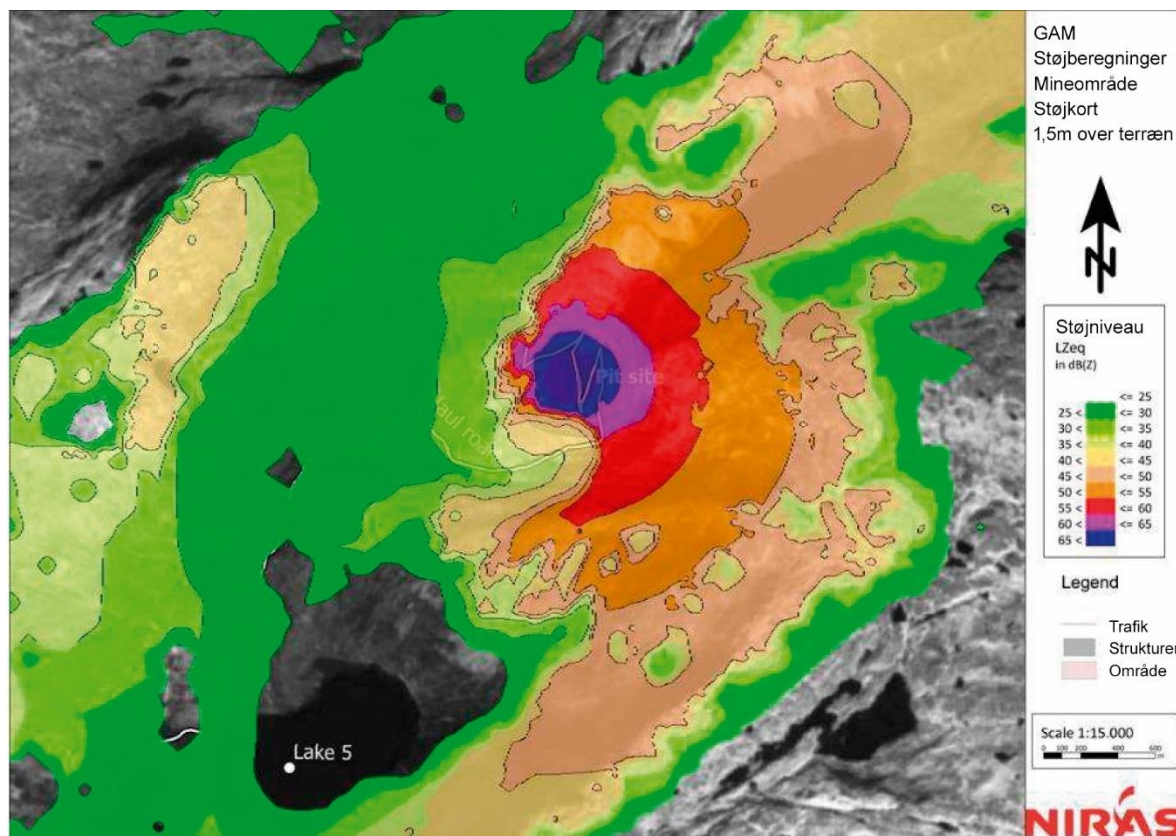
trafikken tæt på rederne fra marts til juli (Christensen, et al., Biologiske interesseområder i Vest- og Sydøstgrønland. Kortlægning af vigtige biologiske områder, 2016). I andre lande varierer sådanne afstande fra 100-1.000 m (Ruddock & Whitfield, 2007), men i Grønland findes der ingen lovgivning om beskyttelseszoner omkring reden for rovfugle. Da forstyrrelse relaterer sig til menneskelig aktivitet nær rederne, snarere end påvirkningen af støj, er forstyrrelse af disse arter vurderet i afsnit 5.6.



Figur 29: Støjfordeling under fuld arbejdsbelastning ved havn og forarbejdningsområde.

Rensdyr, der bruger området og omgivelserne til at indtage føde, kan være følsomme over for støj, og rensdyrs hørekapacitet har vist sig at variere fra 70 Hz til 38 kHz ved et lydtryk på 60 dB med den laveste høretærskel på 3 dB ved 8 kHz (Flydal, Hermansen, Enger, & Reimers, 2001). Da rensdyrenes kælvningssteder er langt væk (~80 km NNE), vil støjen ikke påvirke disse områder, hvor rensdyret anses for at være mest sårbar. Med en tæthed på 0,83 rensdyr/km² er det desuden relativt få dyr, der vil blive påvirket af støj. Støjen kan holde rensdyr væk fra mineområdet og havneområdet når der er menneskelig aktivitet, og køretøjer forventes også at skræmme rensdyr væk når de passerer. Alligevel har undersøgelser vist, at deres reaktion på pludselig menneskelig aktivitet ser ud til at være kortvarig, hvor rensdyrene bevæger sig væk fra området, men vender tilbage, når aktiviteten er afsluttet (Bradshaw, Boutin, & Herbert, 1997). En undersøgelse af rensdyr på Svalbard indikerer en tilvænnning hos de lokale dyr, sandsynligvis ved individuelle indlæringsmekanismer (Hansen & Aanes, 2015). Den observerede flugtafstand (ED) for forstyrrede dyr i denne undersøgelse spænder fra 5 – 500 meter. Det er værd at nævne, at forstyrrelsen blev fremkaldt ved at nærme sig rensdyrene til fods. Personlige observationer og interviews med mandskab fra aktive mineprojekter i Grønland viser, at selv når man passerer fodrende rensdyr så tæt som 30 meter eller mindre i et køretøj, medfører det en flugtrespons. Men hvis man derimod stopper og forlade køretøjet til fods i retning af rensdyret vil fremkalde en flugtrespons af varierende afstand.

Dette understøttes yderligere af personlige observationer og udtalelser fra lokale i Qeqertarsuatsiaat, som har erfaring med rendyr, der græsser og hviler sig i andre mineområder og lejrpladser i nærheden (Rambøll, 2023b).. Flytning af rendyr på grund af støj/menneskelig aktivitet kan dog have større indflydelse om vinteren, da det kan medføre et højere energiforbrug i en periode hvor føderessourcerne er knappe, hvis dyrene tvinges til at bevæge sig mere rundt. Dette afværges delvist ved, at minen muligvis ikke er i drift hele vinterperioden, og da området der påvirkes af støj, er begrænset og stillestående (bortset fra vejen, men støj bevæger sig ikke langt herfra, og sne dæmper lydudbredelsen).



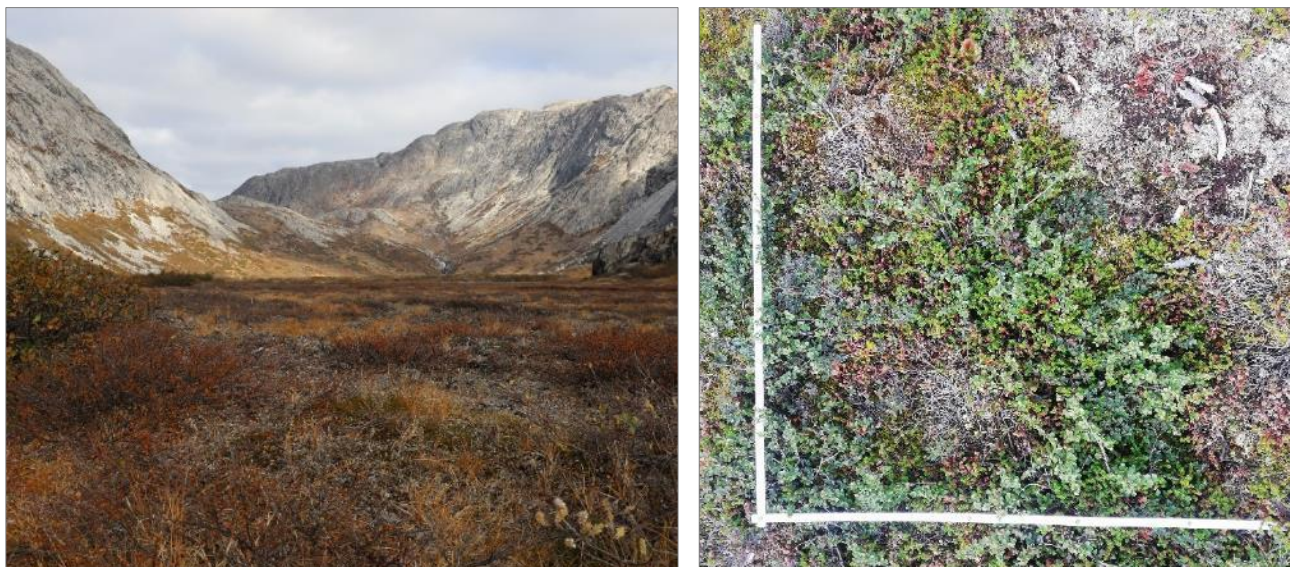
Figur 30: Støjfordeling under fuld arbejdsbelastning ved mineområdet.

Derfor vurderes graden af forstyrrelse fra støj på den regionale bestand af rendyr at være lav, da dyrene i en vis grad forventes at vænne sig til forstyrrelsen fra minen og dermed mindsker flugtresponsen. Minen er muligvis ikke i drift i hele vinterperioden. Støjen vil dog blive dannet i arbejdstiden gennem hele minens levetid (Langvarig > 5 år), og rendyr forventes at blive fundet hyppigt i området, da undersøgelser af Qeqertarsuatsiaat rendyrbestanden viser, at de findes fra indlandet til kysten med en tæthed på 0,83/km². Den samlede vurdering af støjens indvirkning på rendyr er **mindre** påvirkning.

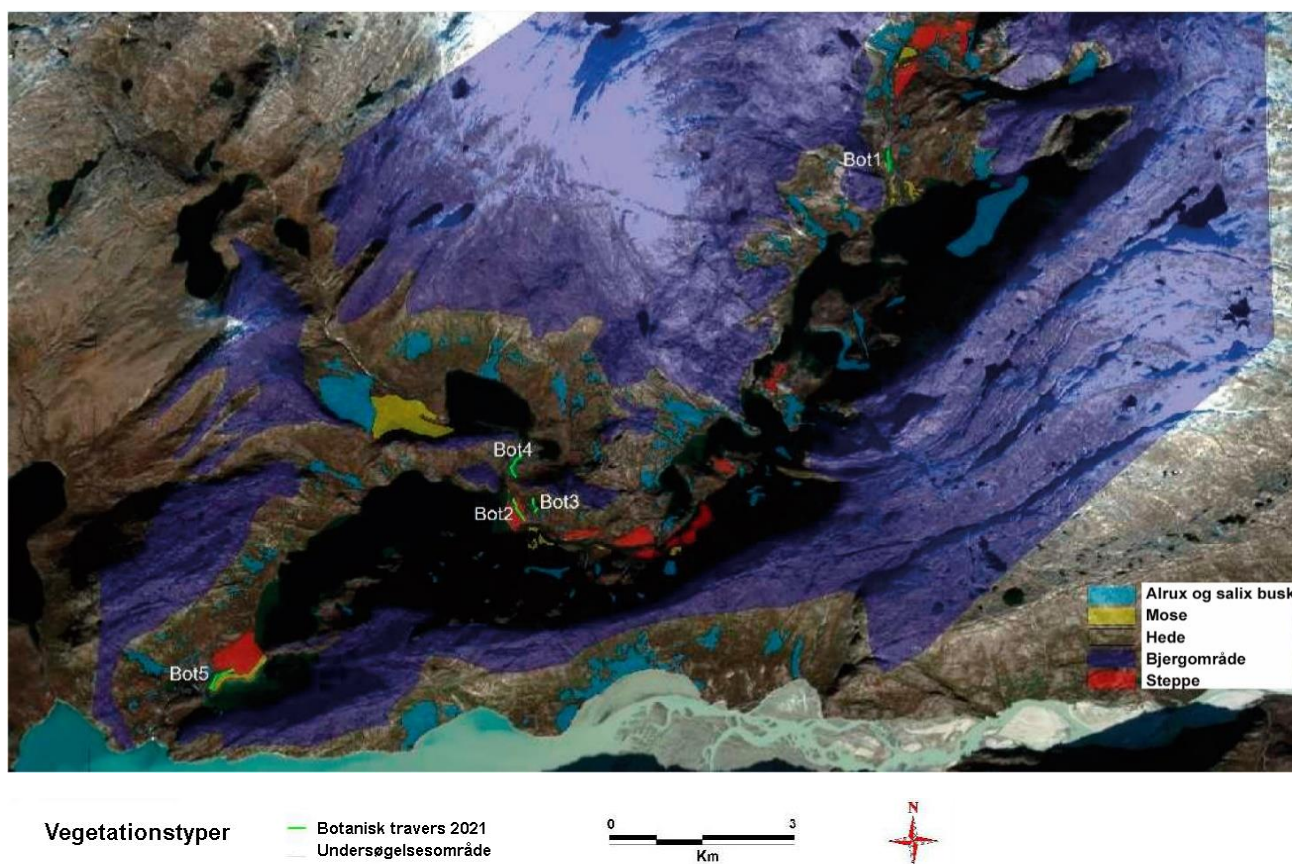
Potentiel påvirkning	Støj fra byggeri, minedrift, transport og mineby		
Påvirkningsfaser	Konstruktion og drift		
VEC	Rensdyr fra Qeqertarsuatsiaat bestanden		
Kriterier for vurdering af påvirkninger			Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed
Regional	Lav	Langvarig >5 år	Medium 25-75 %
			Mindre påvirkning

5.6.2. Flora

Arktisk vegetation kan opdeles i flere plantesamfund efter artssammensætning (Figur 32), livsstrategier, grad af vegetationsdækning og forhold til fysiske parametre, såsom jordtekstur og vandindhold, snedække og hældning og terrænuformning.



Figur 31: El-, birke- og piletræer i et hedeområde i projektområdet (venstre) og hede – 1 m² (højre).



Figur 32: Plantesamfund kortlagt ud fra luftfotos og verificering foretaget under feltarbejdet i 2021.

5.6.2.1. Nuværende status

Den store variation i de fysiske forhold i Majoqqap Qaava-projektområdet resulterer i en mangfoldig lavarktisk flora. De mest almindelige vegetationstyper i området er fjeldskrånninger med busk, hede og steppe. Plantesamfundet i de af vinden mere udsatte højtliggende områder nær minen, består næsten udelukkende af enkimbladede planter, primært græsarter. Hede er det mest almindelige plantesamfund i Majoqqap Qaava-projektområdet og dækker de fleste af dalens tørre skrånninger. De karakteristiske hedeplanter i området er en blanding af fjeldrevling, grønlandsk post og af og til også mosebølle. Hedearealerne har spredte eksemplarer af især birk, men også pil. Figur 31.

Selvom der ikke er regulære skove i projektområdet, understøtter visse områder i dalen pletter med tæt buskads og små træer af blågrøn pil (*Salix glauca*) og grøn-el (*Alnus crispa*). Ellebusken findes hovedsageligt på fugtige skrånninger og ser ud til at være hyppigst nær dalbunden med en højdegrænse på cirka 200 meter.

De steppe-lignende plantesamfund er observeret på sletterne/bredden af hovedelven, der dræner dalen. Vegetationen på steppen er meget sparsom og består hovedsageligt af enkimbladede planter, såsom græsser og med kun enkelte spredte piletræer. Udover de væsentlige plantesamfund, der allerede er beskrevet, blev der også observeret mindre områder, der understøtter urter på nogle af de sydvendte skrånninger. En liste over plantearter blev lavet i løbet af det andet baseline år. Under denne undersøgelse blev der ikke registreret rødlistearter. Fordelingen af plantesamfundene er vist i Figur 32.

5.6.2.2. Konsekvensvurdering i anlægsfasen

I anlægsfasen kommer den største påvirkning af plantesamfundet fra rydning af arealer til fremtidige bygninger og anden infrastruktur, deponering af materialer samt sprængning og gravning ved anlæggelse af transportvejen. Da de plantearter, der findes i projektdalens område, er meget almindelige og ikke blevet fundet sjældne eller truede (Rødliste) under den botaniske baseline screening undersøgelse, forventes effekten af projektets etableringsfase på vegetationen at være **ubetydelig**.

Potentiel påvirkning	Reduktion af plantediversitet og habitatstørrelse samt støv		
Påvirkningsfaser	Konstruktion		
VEC	Plantesamfund på arts- og habitatniveau		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Midlertidig <1 år	Lav <25 %	

5.6.2.3. Konsekvensvurdering i driftsfasen

Som beskrevet i afsnit 5.6.2.1 er de vegetationstyper, der findes i projektområdet elle-/pilebusk, hede, steppe, mose og fjeldmark. Alle vegetationstyper er almindelige i regionen, se Figur 32.

Godkendelse af projektet vil påvirke vegetationen i lokalområdet, da dele af denne vil være dækket af infrastrukturelementer, såsom vej, deponier og bygninger. Et væsentligt potentielt element er etableringen af et landbaseret tailings deponi. Hvis etableringen af et tailings deponi (TSF) involverer fjernelse og midlertidig deponering af overfladejord, vil denne blive genetableret på deponiet under etableringsprocessen for at forhindre erosion. Tilsvarende, hvis etableringen af TSF indebærer fjernelse af vegetation, vil det berørte område blive genplantet eller efterladt i en tilstand der bevirker naturlig genetablering af vegetationen.

Potentiel påvirkning	Reduktion af plantediversitet og habitatstørrelse samt støv
Påvirkningsfaser	Drift og nedlukning
VEC	Plantesamfund på arts- og habitatniveau

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Langvarig > 5 år	Lav (<25 %)	

Indirekte støv spredning kan også have indflydelse på plantesamfundene langs vejen og langs anden infrastruktur, se afsnit 5.5.3. Vegetationstyperne i projektområdet er meget almindelige, og der blev ikke observeret sjældne eller rødlisteplanter ved den botaniske undersøgelse i 2021. De botaniske arter minder således mere eller mindre om resten af de indre beskyttede dale i regionen og på trods af den forventede længde af projektet, vil påvirkningerne på lokal flora fra inddragelse af areal og støvspredning være **ubetydelige**.

5.6.3. Fugle

5.6.3.1. Nuværende status

Under projektrelateret feltarbejde blev fuglelivet observeret og registreret på projektrelevante steder. Baseline data og metode er beskrevet i projektets baseline rapport (NIRAS Greenland, November 2022). Forskellige arter af landfugle såsom almindelig ravn (*Corvus corax*), rype (*Lagopus mutus*), snespurv (*Plectrophenax nivalis*) og lapspore (*Calcarius lapponicus*) er almindelige inden for projektområdet. Der blev også observeret og registreret flere havørne (*Haliaeetus albicilla*).

Havørnen (*Haliaeetus albicilla*) er Grønlands største ynglefugl, og er opført som sårbar på den grønlandske rødliste. Ørnens typiske ynglesteder er på klippehylder, normalt tæt på lavvandede søer, vandløb, skærgårde eller elvudløb, som alle er vigtige fødeområder. Føden er primært fisk såsom torsk og ørred, men også andre fugle herunder edderfugl (*Somateria mollissima*).

Om sommeren observeres det, at unge ørne samles i sådanne levesteder i de indre fjordområder. Disse områder er således sandsynligvis vigtige sommerområder for havørnen (*Haliaeetus albicilla*).

I projektområdet er havørnen til stede i den inderste del af Kuussuatsiaat dalen, og en voksen fugl blev observeret flere gange i 2020. Det er dog uklart, om havørnen yngler i dalen, eller om især elven blot er en del af dens jagtmark. Rensdyrjagtsæsonen kan tiltrække ørne, der leder efter rensdyrrester efterladt af fangerne. Voksne havørne opholder sig typisk i territoriet om vinteren, mens yngre fugle trækker til de sydlige dele af Grønland (GINR, 2013). Havørnen er opført som "sårbar" på Grønlands rødliste over truede arter (Boertmann & Bay, Grønlands Rødliste, 2018a).

Fjeldrypen (*Lagopus muta*) er en almindelig ynglefugl i hele Grønland, hvor tre underarter forekommer: *L. mutus rufescens* (syd), *L. mutus saturatus* (nordvest) og *L. mutus captus* (nord og nordøst), de to sidstnævnte er endemiske (Boertmann 1994). De nordligste bestande er trækkende og overvintrer formentlig i det sydlige Grønland. De flyver fra nord i slutningen af september/oktober og vender tilbage fra februar og frem, normalt vender hanner tilbage før hunnerne.

Andre arter som f.eks. snespurv (*Plectrophenax nivalis*), lapværling (*Calcarius lapponicus*), stenpikker (*Oenanthe oenanthe*) og almindelig ravn (*Corvus corax*) er almindelige og udbredte i hele Syd- og Vestgrønland, og almindelige ynglefugle i Qeqertarsuatsiaat-området. Ingen af arterne er til stede på den grønlandske rødliste, og er således ikke truede eller kræver særlig opmærksomhed.

blive flyttet fra bestemte områder, men størstedelen af arterne forventes kun at flytte sig inden for dalens afgrænsning, og ikke forlade regionen på grund af projektbyggeriet.

Havørnen adskiller sig som rødliste-art og har vist sig særligt sårbar over for forstyrrelser i rugetiden fra marts til juli. Der blev ikke observeret reder i dalen under baseline undersøgelserne, men ørne blev set cirke rundt i dalen. Havørnen er kendt for at anvende rugeområder i varierende størrelse til fødeindtag, som varierer fra nogle få km² op til flere hundrede km². Med hovedprojektaktiviteter, der foregår i dalens lavland, forventes ingen direkte forstyrrelse af ørnere. Lejlighedsvis helikoptertransport vil blive udført i overensstemmelse med gældende regler og god praksis (BMP, 2000). Afslutningsvis vurderes en midlertidig og lokal påvirkning gennem den lokale anlægsfase at have en ubetydelig påvirkning på det lokale terrestriske fugleliv.

Potentiel påvirkning	Forstyrrelse af reder og ferskvandsfugle		
Påvirkningsfaser	Konstruktion		
VEC	Landlevende fugle - især havørnen		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Midlertidig <1 år	Medium 25-75 %	

5.6.3.3. Konsekvensvurdering i driftsfasen

Der er observeret flere landfuglearter i nærheden af projektområdet, se afsnit 5.6.3.1.. De fleste af de observerede arter er meget almindelige i regionen og er derfor ikke underlagt særlige bevaringsforanstaltninger. Ingen af disse fugle, bortset fra havørnen, er kendt for at være særligt følsomme over for menneskelig forstyrrelse. Havørnen er mest følsom over for forstyrrelser i ynglesæsonen (marts-juli) og vil højst sandsynligt undgå at have en rede inden for en rækkevidde af 1-2 kilometer fra mineområdet, veje, havn og mineby.

Projektet menes ikke at have en større indvirkning på fordelingen af redepar af disse almindelige arter i regionen. Med hensyn til havørnen er der ikke observeret reder i nærheden af projektområdet, men det forekommer sandsynligt, at en rede kan ligge et sted langs ferskvandssystemet, da der er registreret flere ørneobservationer i dette område. Reden kunne sagtens være placeret ud mod fjorden syd for dalen, da havørnene udnytter store arealer til at finde føde. Havørnen er således kendt for at drage fordel af gydevandringen af arktiske ørred i august-september. Ørnene lever derfor ofte ved elvudløb, eller ved naturlige barrierer/damme, hvor de finder den højeste koncentration af fjeldørred i gydesæsonen. Projektdalen rummer en sund bestand af fjeldørred, men analyser peger på, at der er tale om en søbestand, da migration til havet ikke er mulig på grund af det store vandfald i den nederste del af systemet, se afsnit 5.7.5

Potentiel påvirkning	Forstyrrelse af rugende fugle		
Påvirkningsfaser	Konstruktion, drift og nedlukning		
VEC	Landlevende fugle - især havørnen		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Mindre betydning
Lokal	Lav	Langvarig >5 år	Medium 25-75 %	

Aktiviteterne omkring mineområdet, vejen, havnen og minebyen kan potentielt have en effekt på ynglende havørn, men da der ikke blev observeret reder under det omfattende baselinestudie hverken i juni eller august, forekommer det usandsynligt, at en rede er til stede på nær afstand af mineaktiviteterne.

Således vurderes påvirkningen af havørnen og i øvrigt andre landfugle at være af **mindre** betydning, og kun omfattende et lokalt geografisk område.

5.6.4. Pattedyr

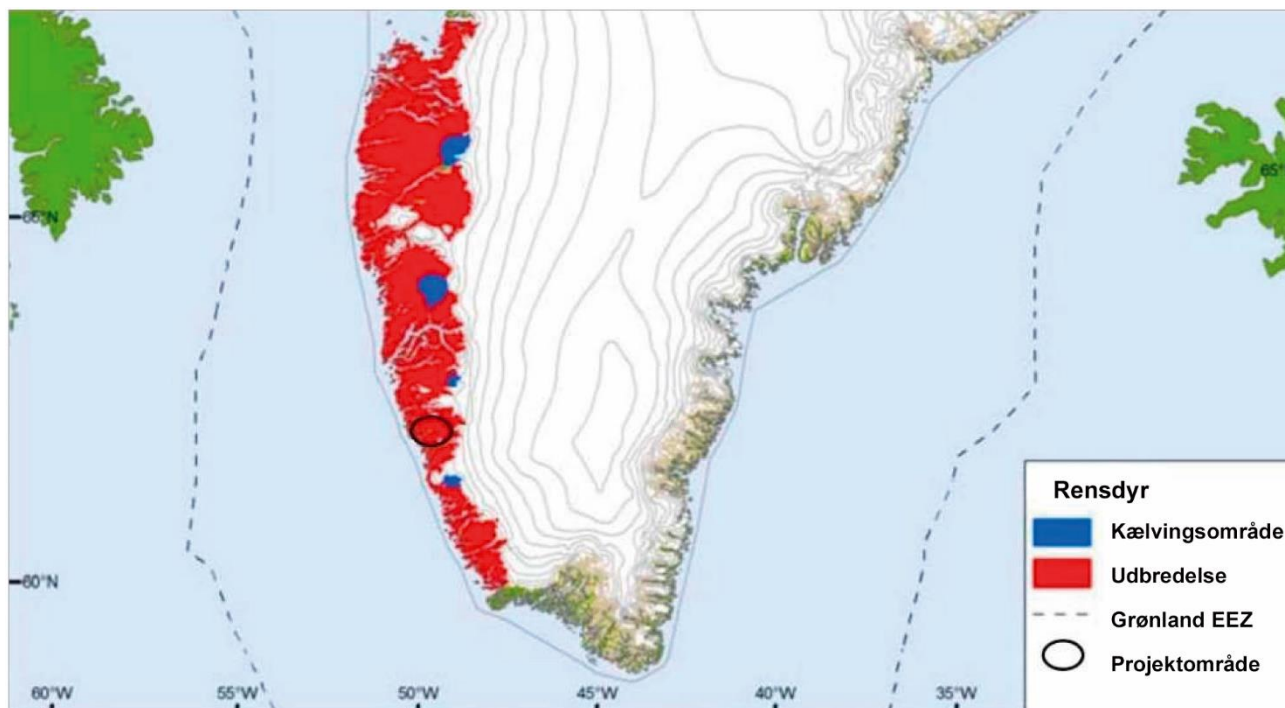
5.6.4.1. Nuværende status

Adskillige kilder til information om landlevende dyreliv i og omkring projektområdet er tilgængelige. GINR gennemførte generelle dyrelivsundersøgelser med helikopter på tværs af det sydvestlige Grønland i marts 2005, 2006 og 2012 der omfattede fem regioner: Naternaq, Nord, Central, Syd og Paamiut. Projektet er placeret i den sydlige undersøgelsesregion. Generelt viste disse undersøgelserne, at det terrestriske økosystem i det vestlige Grønland har ringe pattedyrdiversitet. Vilde arter observeret i den sydlige region omfattede rendyr, polarræv og polarhare.

Arktisk hare: Arktisk hare er højst sandsynligt til stede i Kuussuatsiaat-dalen, på trods af at der ikke er foretaget observationer af denne art, hverken i rendyrundersøgelsen i 2006 eller under feltarbejdet i området i 2020/2021, (Cuyler et al., 2009) og (pers. obs.). Menneskelige aktiviteter i projektområdet forventes ikke at have nogen påvirkning, som hverken kan true den lokale bestand eller den arktiske hares bestand generelt. Dette understøttes af observationer af flere harer i bygden Narsarsuaq i det sydlige Grønland (pers. obs.).



Figur 34: Polarræv fanget af dyrelivskamera i december 2021, retning syd, vendt mod sø #2.



Figur 35: Rensdyr-udbredelse (rød) og kælvningsområder (blå). Projektstedet findes inden for den sorte cirkel. Ændret fra (Christensen, et al., 2016).

Polarræv: Polarræv er til stede i Kuussuatsiaat-dalen, selvom der ikke er foretaget observationer af denne art i rensdyrundersøgelsen i 2006 (Cuyler et al., 2009). Vildtkameraer der blev sat op under baseline undersøgelsen, identificerede således polarræve flere gange, hvilket bekræfter deres tilstedeværelse, omend bestandstætheden er ukendt, Figur 34. Polarræven har en stor evne til at tilpasse sig ændringer i miljøet, herunder menneskelige aktiviteter. Således observeres polarræven hyppigt omkring bygder i Grønland, hvor de tiltrækkes af mad og overfyldte skraldespande samt andet affald. Det er usandsynligt, at de foreslåede mineaktiviteter vil have nogen væsentlig indvirkning på denne art, da de er notorisk hårdføre dyr - Minen vil arbejde aktivt for ikke at tiltrække ræve, da de potentielt kan medføre et sundhedsansvar.

Rensdyr: Qeqertarsuatsiaat-rensdyrbestanden findes i et område mellem Sermilik fjord og Frederikshåb Isblink og omfatter projektområdet, Figur 35. Selvom fjorden og indlandsisen adskiller rensdyr tilhørende Ameralik- og Qassit-bestanden fra Qeqertarsuatsiaat-bestanden, er grænsen passerbar, hvilket tillader bevægelse mellem områderne, fx over vinterhavisen (Cuyler, Nymand, Jensen, & Mølgaard, 2016; Boertmann & Bay, 2018). Qeqertarsuatsiaat-bestanden har svinget meget fra bestand på ca. 181 dyr før kælvnings i 1993, til et skøn over bestanden før kælvnings på ca. 5.372 og 5.224 dyr i henholdsvis 2001 og 2006 (Cuyler, Nymand, Jensen, & Mølgaard, 2016). Det seneste skøn på 4.800 individer blev lavet i 2012 og svarer til 0,83 rensdyr/km², (Cuyler, Nymand, Jensen, & Mølgaard, 2016).

Da populationsestimatet er ti år gammelt, har det sandsynligvis ændret sig, men rensdyr i Grønland er kategoriseret som ikke truede på Grønlands rødliste, og den samlede grønlandske bestand anslås at omfatte 113.000 individer (Boertmann & Bay, 2018b). I september-oktober 2020 blev 23 rensdyr observeret i Majoqqap Qaava-projektområdet under feltstudier, og observationerne blev primært foretaget i de inderste dele af Kuussuatsiaat-dalen. Figur 33. Ligeledes fangede kameraoptagelser fra sæsonen 2022 flere grupper af rensdyr, der passerede den centrale del af projektområdet, hvilket indikerer en sund og aktiv lokal bestand, Figur 36. Generelt findes rensdyr fra Qeqertarsuatsiaat-bestanden fra indlandsisen til det marine kystområde (Cuyler, Nymand, Jensen, & Mølgaard, 2016).



Figur 36: Vildtkamerabilleder af rendyr i projektdalen i henholdsvis april og juli.

Der jages rendyr i Grønland, og jagten er reguleret efter grønlandsk lovgivning. I perioden 2014-2019 er der i gennemsnit fanget 12.000 dyr om året (Naalakkersuisut, 2021), hvor 2,5 % (i gennemsnit 300 rendyr/år) fanges fra Qeqertarsuaat (APN, 2022). Jagt har ikke påvirket rendyrbestanden meget siden 2005, men har bidraget til mindre udsving i bestanden (Boertmann & Bay, 2018b). Jagt vurderes dog at forårsage den største forstyrrelse af rendyr. Andre potentielle trusler er ødelæggelse af levesteder og lokal forstyrrelse i forbindelse med industriel udvikling og infrastruktur, men generelt er rendyr ikke sensitive over for uregelmæssige enkeltforstyrrelser uden for yngleperioden og deres kælvningspladser (Boertmann & Bay, 2018b; Christensen, et al., 2016). Rendyrs sensitivitet og sensitive områder behandles yderligere i afsnit 5.8.

5.6.4.2. Konsekvensvurdering i anlægsfasen

Generelt er anlægsfasen mest intens i bunden af dalen i forbindelse med etablering af mineby og forarbejdningsområder. Den gradvise udbygning af transportvejen vil dog over tid nå dalens øvre del og mineområdet, men på grund af den gradvise tilgang vil det lokale dyreliv have tid til at flytte sig og tilpasse sig aktiviteten. Daltopografien er rig på mindre kløfter, bakker og skråninger, der giver især rendyr gode muligheder for at vende tilbage til rolige og uforstyrrede områder.

Undersøgelser af rendyrpopulationer på Svalbard med en sammenlignelig besætningsstruktur viser, at individer, der har været udsat for høje niveauer af menneskelige aktiviteter, ser ud til at kende og vænne sig til menneskelig tilstedeværelse (Colman, Jacobsen, & Reimers, 2001) (Hansen & Aanes, 2015) (B. Disse undersøgelser fokuserer ofte på respons på jagt af mennesker til fods. Upublicerede lokale observationer fra lokaliteter i Grønland indikerer, at dyrelivet, især rendyr, i første omgang trækker sig tilbage fra steder med byggeaktivitet, men ofte vender tilbage til disse steder efter en tilvænningsperiode af varierende varighed. Disse adfærdsobservationer blev valideret af lokale fangere under et offentligt møde i Qeqertarsuaat (Rambøll, august 2023b)

Potentiel påvirkning	Forstyrrelse af pattedyr fra menneskelig aktivitet			
Påvirkningsfaser	Konstruktion			
VEC	Terrestriske pattedyr			
Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Midlertidig <1 år	Medium 25-75 %	

5.6.4.3. Konsekvensvurdering i driftsfasen

Arktisk hare og polarræv: Arktisk hare og polarræv vænner sig normalt hurtigt til menneskelige aktiviteter, hvis de ikke jages. Især ræve er hurtige til at tilpasse sig tilstedeværelsen af mennesker, og forventes hurtigt at lære at drage fordel af mineaktiviteterne. Der forventes derfor ingen målbare påvirkninger på harer eller ræve, og påvirkningen vurderes at være **ubetydelig**.

Potentiel påvirkning	Forstyrrelse af polarræv og arktisk hare		
Påvirkningsfaser	Drift og nedlukning		
VEC	Terrestriske pattedyr		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Langvarig >5 år	Medium 25-75 %	

Rensdyr: Rensdyr er det største lokale pattedyr, og den vigtigste vildtart i området, og den lokale rensdyrbestand forventes at blive forstyrret i visse dele af projektområdet. Forstyrrelsen vil typisk være relateret til støj fra sprængninger, trafik og maskiner samt forstyrrelser fra personer, bygninger og anden trafik.

Det er svært at skelne mellem, om en forstyrrelse er forårsaget af støj eller visuel påvirkning. Påvirkningen fra støj er vurderet i afsnit 5.6.1, og nogle af argumenterne gentages i dette afsnit.

I Grønland bevæger rensdyr sig typisk rundt i små flokke på 3-10 dyr (hvorimod de i Nordamerika danner store flokke). En screening fra helikopter blev gennemført af GAM i 2021. Screeningen viste, at min. 3-4 grupper af rensdyr beboede projektdalen.

Generelt er rensdyr sensitive over for menneskelig aktivitet, og især i områder med lav menneskelig aktivitet og meget begrænset industriel udvikling, som i det meste af Vestgrønland. Her er jagt normalt er den type menneskelig aktivitet, der forstyrrer dyrene mest (Skogland & Grønvan, 1988). Dette er således også tilfældet ved Majoqqap Qaava forud for mineralefterforskningen i området. Undersøgelser fra Nordamerika om rensdyrs adfærd konkluderede, at kælvende rensdyr undgik det forstyrrede område med 5-6 km (Cameron, Reed, Dau, & Smith, 1992). Dette er sandsynligvis også tilfældet i Grønland, omend projektområdet ikke er kategoriseret som et rensdyr-kælvningssted. Undersøgelser har vist, at deres reaktion på pludselig menneskelig aktivitet ser ud til at være kortsigtet, hvor rensdyrene bevæger sig væk fra områder med menneskelig aktivitet, men vender tilbage, når aktiviteten er blevet afsluttet (Bradshaw, Boutin, & Herbert, 1997).

Studier af større migrerende rensdyrbesætninger i det nordlige Québec og Labrador, Canada, indikerer menneskelige aktiviteter i en vis grad forstyrrer dyrene. En undersøgelse viser, at infrastruktur, mineudforskning og aktiv minedrift har en indvirkning på de vandrende rensdyrbestande. Undersøgelsen identificerede områder med menneskelige aktiviteter, der blev undgået af rensdyr (miner, menneskelige bosættelser, elledninger, veje) og konkluderede, at overordnet set har sådanne forstyrrelser en negativ effekt på rensdyradfærd (Plante, Dussault, Richard, & Côte, 2018). Det særlige undersøgelsesområde og rensdyrbestande og besætningsdynamik kan dog ikke nødvendigvis overføres til lokale grønlandske forhold. Canadiske studier (herunder (Plante, Dussault, Richard, & Côte, 2018) udføres sædvanligvis i områder med et særligt højt niveau af menneskelig aktivitet (minedrift i stor skala, store veje med tung trafik, flyvepladser osv.), hvorfor det vurderes, at f.eks. (Hansen & Aanes, 2015) og lignende undersøgelser fra Svalbard bedre kan sammenlignes med de grønlandske omgivelser, grønlandsk rensdyrbestandsdynamik og det pågældende projekt. Sådanne undersøgelser sammen med værdifulde upublicerede observationer fra konkrete mineprojekter i Grønland af sammenlignelige størrelser som det pågældende anorthosit projekt viser, at rensdyr er blevet observeret at tilpasse sig og vænne sig til mineaktiviteter over tid, og sågar benytter de menneskeskabte veje som stier (pers. obs.). Dette

indikerer, at grusveje ikke har nogen væsentlig barriereeffekt på rensdyrs bevægelser inden for et område. MAQ-projektet har ingen strækninger med forhøjede jordstrukturer såsom rørledninger på jorden eller hegn, som kan være en egentlig barriere for den lokale rensdyr.

Det er sandsynligt, at rensdyr kan blive fortrængt fra mineområdet i driftsfasen sammenlignet med deres nuværende udbredelse i området. Denne forskydning vil dog udgøre en meget lille del af deres samlede udbredelse i regionen, og fodring og hvile vil være mulig i de nære omgivelser. Skulle rensdyrene med tiden vænne sig til mineaktiviteterne i projektdalen, kan dalen endda fungere som et slags fristed for rensdyrene, da jagt af sikkerhedsmæssige årsager vil være forbudt inden for et nærmere angivet område til mineaktiviteterne (Rambøll, August 2023b). Den samlede påvirkning fra projektet på rensdyret vurderes at være **mindre**, da jagten allerede i perioder af året er intens i dalen, og da erfaringen har vist, at grønlandsk rensdyr til en vis grad er i stand til at tilpasse sig og vænne sig til menneskelig aktivitet over tid.

Potentiel påvirkning	Fysisk forstyrrelse af rensdyr		
Påvirkningsfaser	Drift og nedlukning		
VEC	Terrestriske pattedyr		

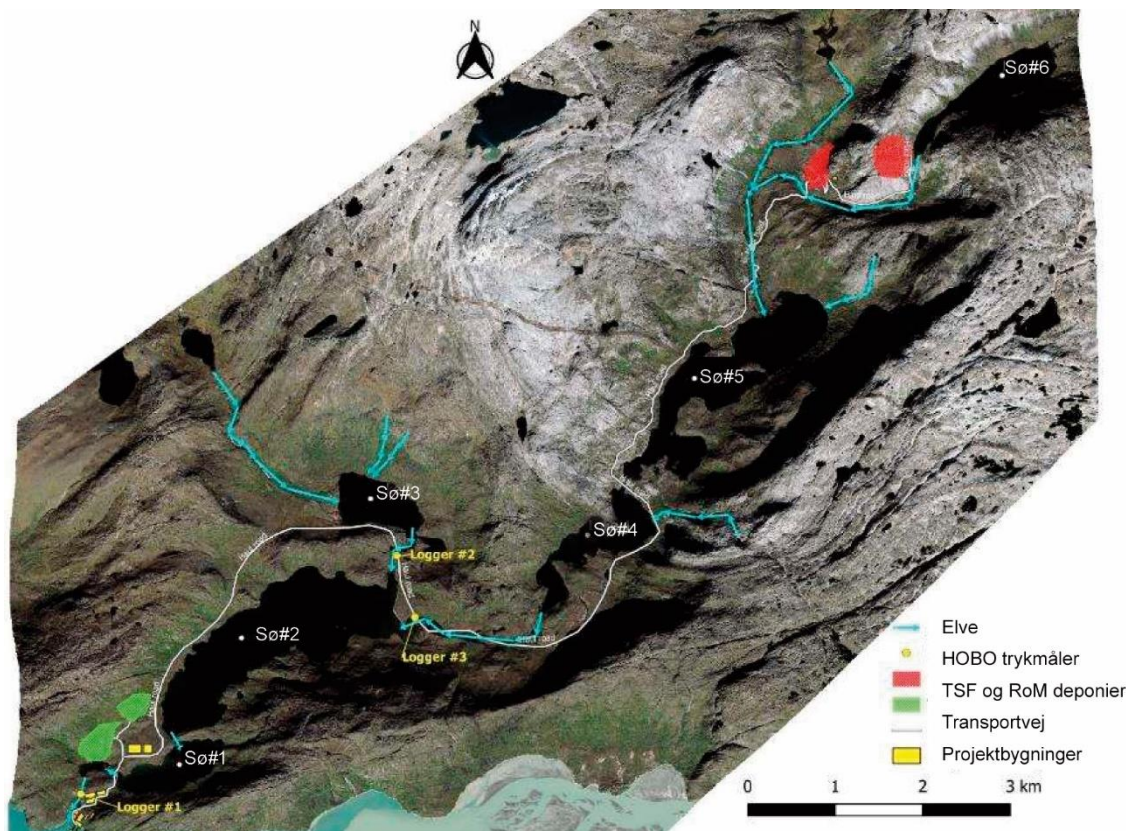
Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Mindre betydning
Lokal	Lav	Langvarig >5 år	Medium 25-75 %	

5.7. Ferskvand

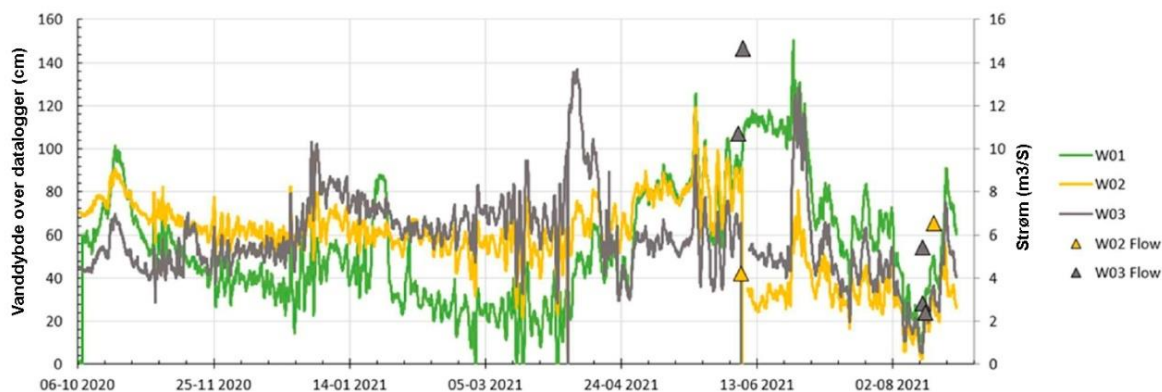
Det ferskvandssystem, der potentielt er påvirket af de planlagte projektaktiviteter, består af 5 søer forbundet af vandløb. Oplandet er cirka 175 km² og den samlede længde af ferskvandskontinuummet fra indsøen øst for mineområdet og til fjorden er cirka 16 kilometer, Figur 37.

5.7.1. Fysiske egenskaber og påvirkninger

Kortlægning af de fysiske forhold for ferskvandet i dalen omfattede en bathymetrisk undersøgelse af sø #1 og sø #2, in-situ strømmålinger i elve, temperatur og vandstandslogning på strategiske steder i ferskvandssystemet.



Data fra baselinestudie

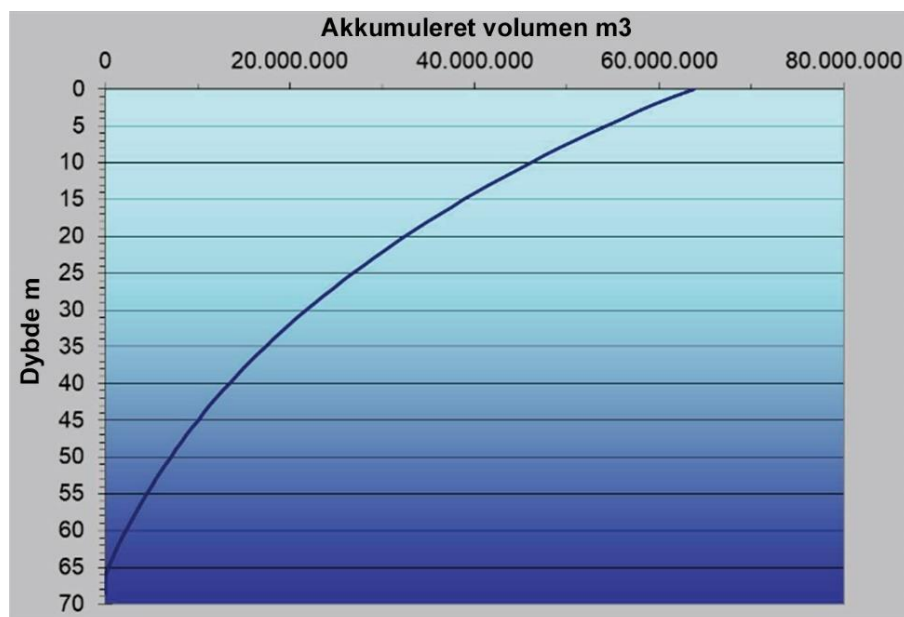


Figur 37: Målt vanddybde og strøm fra baseline undersøgelse. Bemærk, at vanddybden er dybden over dataloggeren. Højden over havets overflade kan ikke bestemmes, fordi højden af loggerne ikke måles. For at undgå enhver forvirring med hensyn til topografiske skygger på satellitbilledet er områdets afvandingsystem, herunder søbredderne, blevet nøjagtigt kortlagt i bilag 4. Målt vanddybde og strøm fra baseline undersøgelser.

5.7.1.1. Områdets vandbalance

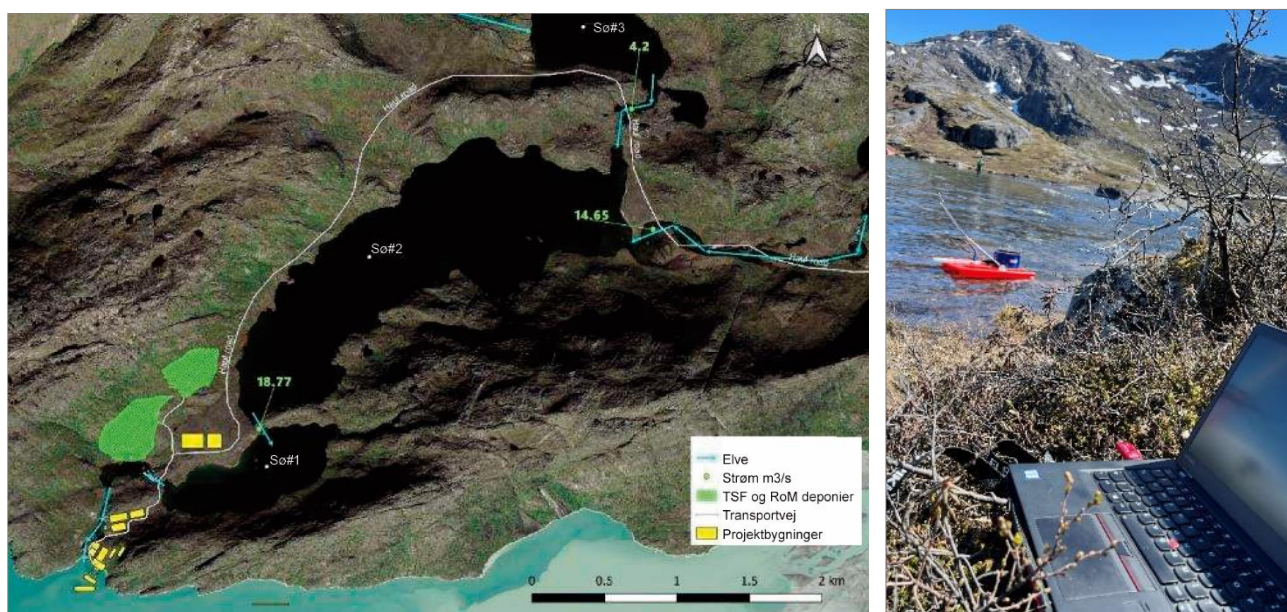
Vandbalancen i området er beregnet ud fra tre vandstandsdatamålere. Målerne blev placeret ved "flaskehalse", hvor der kunne forventes en opbygning af vand. Figur 37 viser projektområdet med markeringer af de vigtigste bi-elve og placeringer af indsatte datamålere. Målerne registrerede relativ vanddybde (cm) og diagrammet under kortet viser klart ferskvandsdynamikken. Fra januar til april ser det ud til, at vandet er mere eller mindre forhindret i at flyde forbi sø #1 på grund af frost. I løbet af april skaber forårsafsmeltningen et højdepunkt ved Måler #3 på grund af de store mængder sne, der smelter i den øvre del af dalen. Dette signal spredtes i slutningen af april og maj til Måler #1, hvilket

øger den relative dybde med ca.45 cm, hvilket også giver en indikation af bufferkapaciteten af sø #2 under kraftig nedbør og afsmeltningshændelser. Figur 38 viser det akkumulerede volumen i forhold til dybden af sø #2.



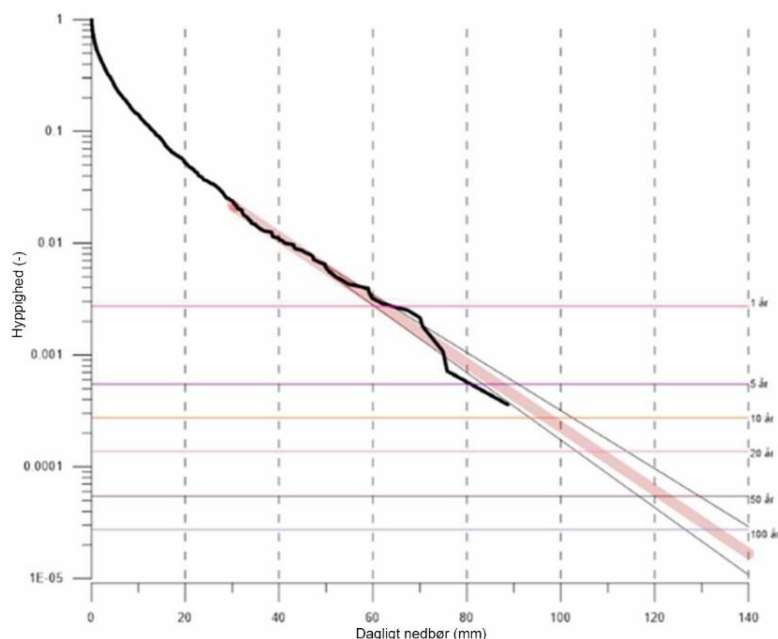
Figur 38: Sø #2 akkumuleret volumen i forhold til dybde baseret på bathymetriske målinger.

Overordnet set er ferskvandssystemets dynamik ret ligetil med få indløb og et stort udløb. Under feltarbejde blev vandstrømmen målt på nøglesteder. Disse data validerer de overordnede antagelser om vandstrømningsdynamikken - at tilstrømningen til sø #1 næsten udelukkende er defineret af tilstrømningshastigheder fra sø #3 og fra dalen ØNØ af sø #2. Derfor dræner ubetydelige mængder vand fra andre kilder til sø #2 (bortset fra overfladeafstrømning under nedbør). Figur 39 viser vandstrøm (m^3/s) ved de 3 vigtigste vandveje i den nederste del af systemet den 8. juni 2021. Som forventet er flowhastigheden ved udløbet af sø #2 på $18,77 \text{ m}^3/\text{s}$ nogenlunde lig med summen af strømningshastighederne ved de to store indløb.



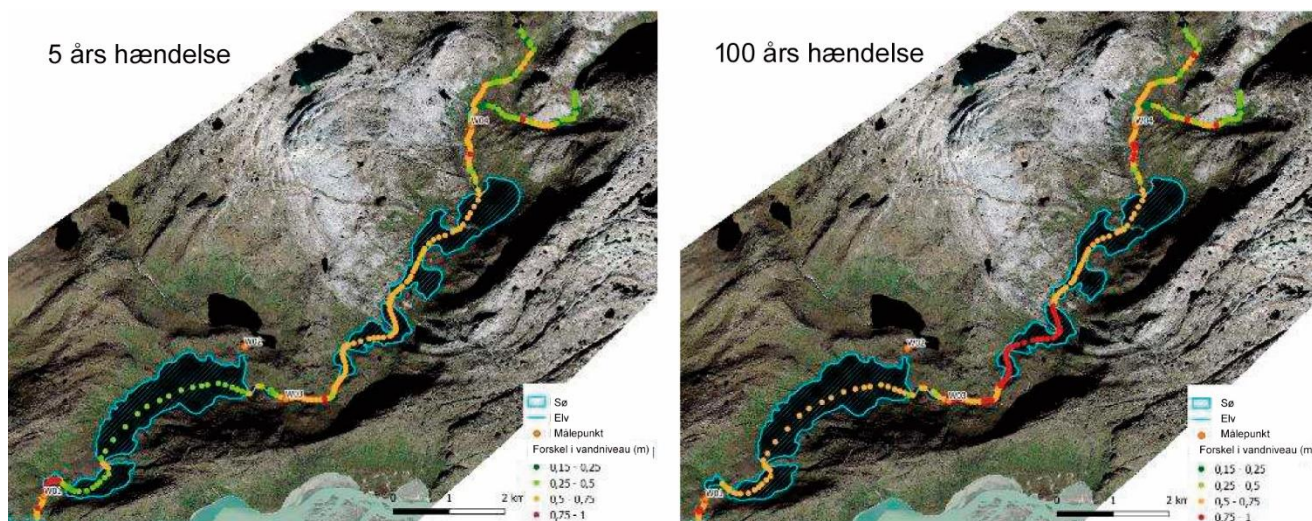
Figur 39: Venstre: Strømhastigheder (m^3/s) på nøglelokaliteter den 8. juni 2021, til højre: SonTek ADCP-måling ved sø #2 udløb.

Vandbalancen i området reagerer ret hurtigt på større nedbørshændelser. Grundfjeldsgeologien skaber minimal vertikal transport, og vandet koncentrerer hurtig i de vigtigste bi-elve og søer. Sø #2 fungerer som hovedkapacitetsbuffer i den nederste del af dalen med et overfladeareal på ca. 2 km². Ved at bruge en DHI MIKE Hydro River-model blev kraftige nedbørshændelser og deres effekt på landskabet modelleret. Modelopsætning er visualiseret i hydrologirapport figur 2.4 og 2.5 (NIRAS, januar 2024). Nedbørsdata fra Nuuk blev korreleret til nedbørsdata på projektstedet, og denne korrelation blev brugt til at skabe et regnhyppeplot, der definerer størrelsen af 5-, 30- og 100-års begivenheder, Figur 40.

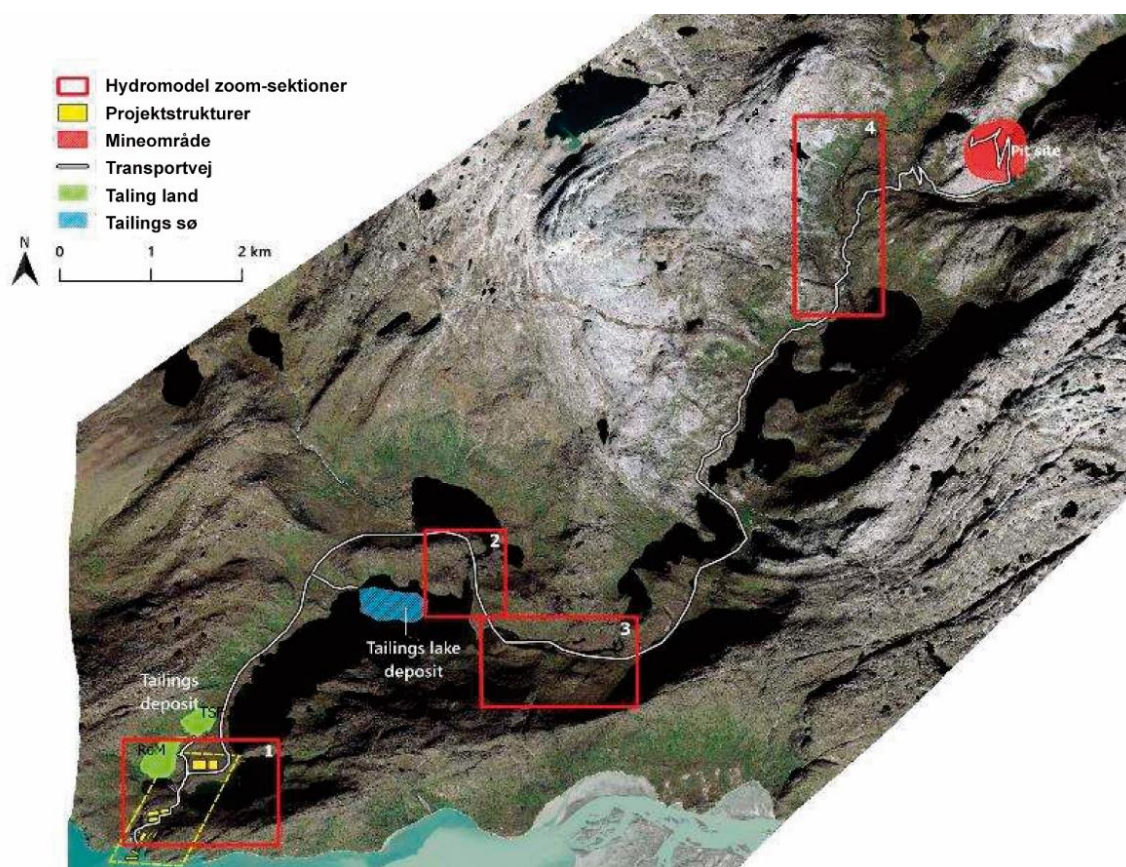


Figur 40: Frekvensplot baseret på daglige nedbørsmålinger i Nuuk (17-års tidsserier).

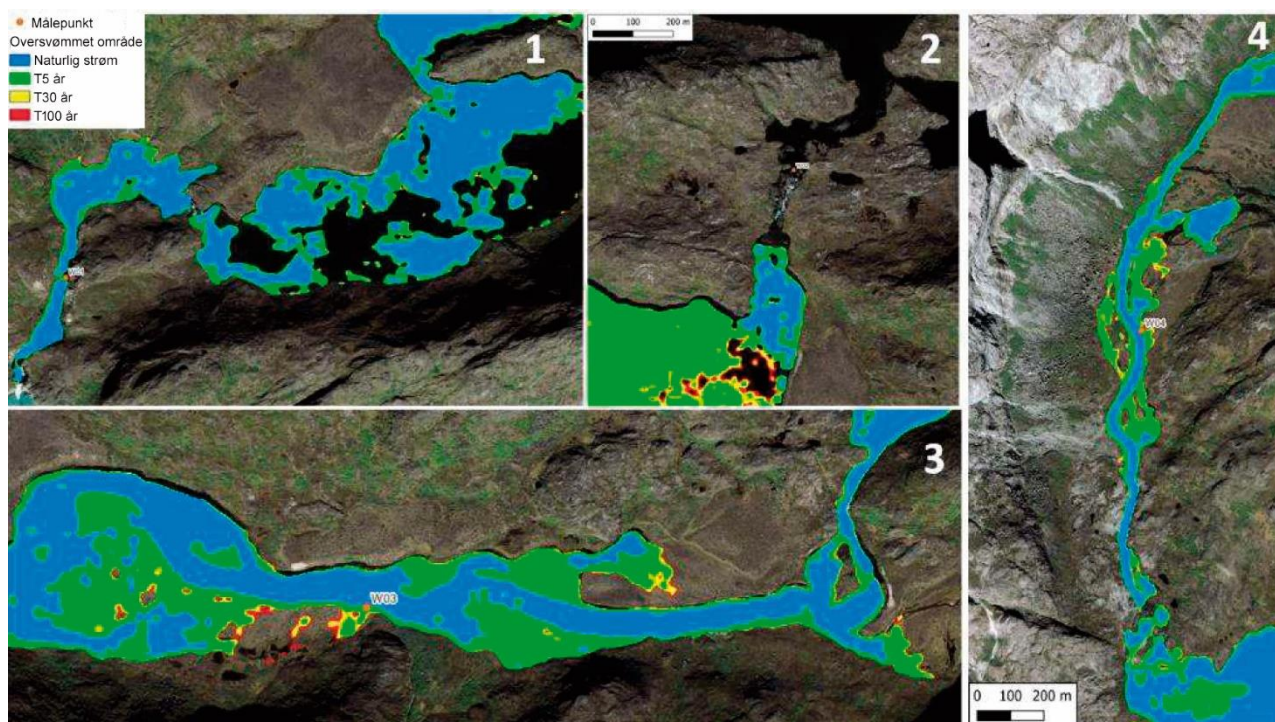
Modellen viste, at under længerevarende nedbør svarende til en statistisk 5-års hændelse, stiger vandstanden i sø #2 op til 50 cm. En 100-års begivenhed ville resultere i op til 100 cm over middelvandstanden på bestemte vandstrækninger, men på grund af de generelt stejle elvbredder og brede hovedvandveje vil oversvømmelser af landområder være minimale, Figur 43.



Figur 41: Diagrammer, der viser forventet forskel i vandstand (m) gennem ferskvandssystemet under en 5- og 100-års nedbørshændelse.



Figur 42: Kort, der markerer de oversvømmelsesmodellerede sektioner vist i Figur 43

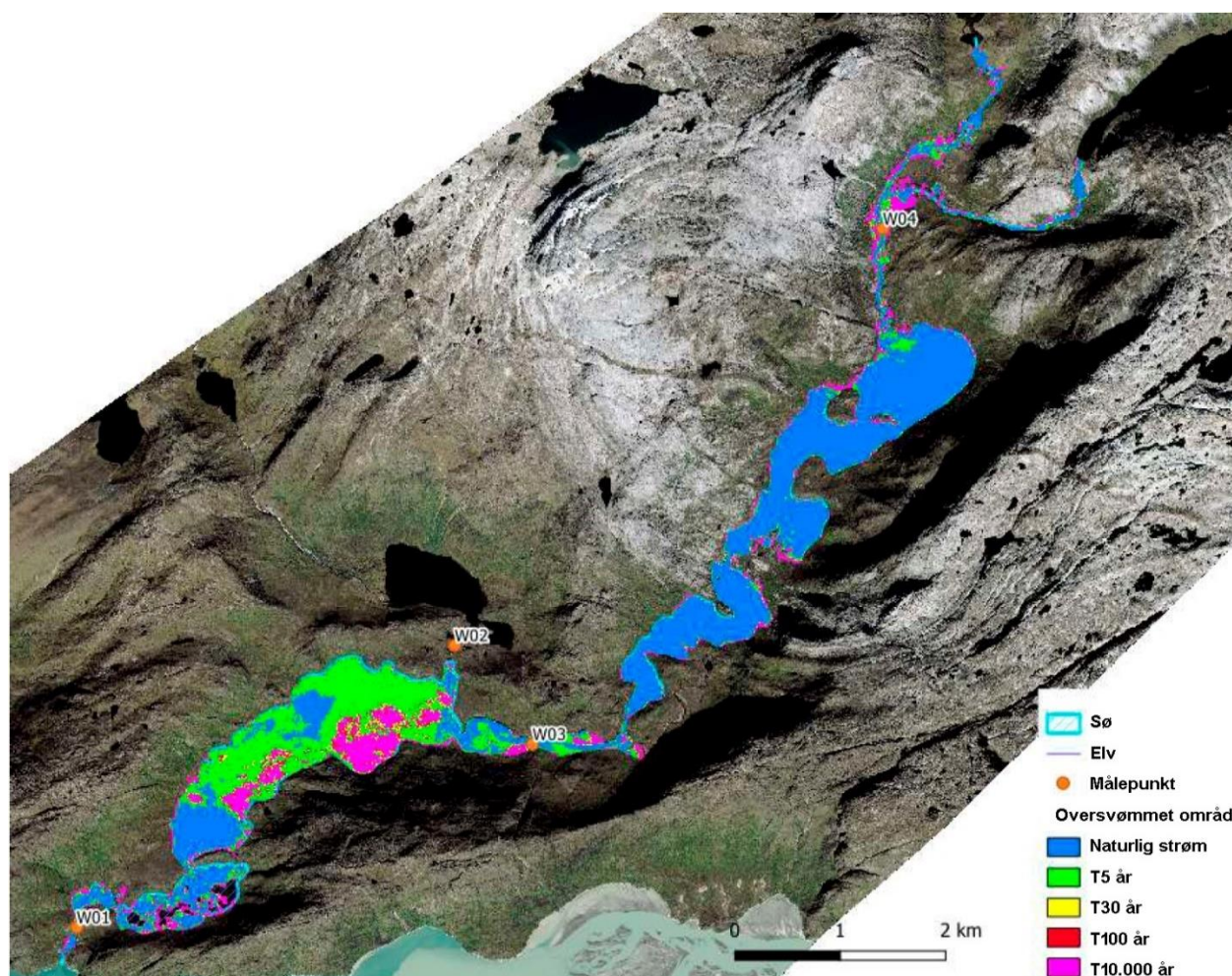


Figur 43: Kort, der viser modellerede oversvømmelsesscenarier for 5, 30 og 100-årige nedbørshændelser på udvalgte strækninger.

Den hydrologiske model konkluderer, at vandsystemet vil være i stand til at fordele vandmasser svarende til en 100-årig nedbørshændelse uden at oversvømme de planlagte primære projekinfrastrukturområder. Som det ses i Figur 42 og Figur 43, er de områder, der er oversvømmet under en 5-års hændelse, hovedsageligt lavlands- og marskområder, der under feltarbejde er identificeret som værende lejlighedsvis oversvømmede, så modellens resultater stemmer overens med personlige observationer, hvor en nat med kraftig regn fik vandstanden i sø #2 til at stige med 25 cm. Vandstandsstigningen blev målt med en landmålerstok udsat ved ankomsten til lejren ved søen i juni 2021.

I overensstemmelse med anbefalingerne fra *Global Industry Standard on Tailings Management (GISTM, 2020)*, er en oversvømmelseshændelse med et 1:10.000 årligt overskridelsessandsynlighedskriterie (*Probable Maximum Precipitation [PMP]*) også blevet vurderet ved hjælp af den hydrologiske model udviklet til projektet. En 10.000-års begivenhed er i høj grad en meget ekstrem begivenhed, og de resulterende beregnede værdier bekræfter dette faktum. Den resulterende strøm for en PMP-hændelse (1:10.000 års hændelse) på lokation W03 er 341 m³/s, hvilket er særdeles højt. Den samlede strøm fra projektets opland, der flyder ud i fjorden under en PMP-hændelse, er 513 m³/s. For at sætte denne strøm i perspektiv, er denne værdi sammenlignelig med de største floder i Norge. Den årlige overskridelsessandsynlighed på 1:10.000 er i samme størrelse som den gennemsnitlige strøm af Norges største flod, Glomma. Glomma har dog et hydrologisk opland, der er cirka 240 gange større (42.000 km²) end for elven i projektområdet.

Selv under en ekstrem PMP-hændelse er den beregnede oversvømmelsesudstrækning ikke desto mindre bemærkelsesværdig lille i de fleste områder (se Figur 44), især i bunden af dalen ved minebyen. Dette skyldes de skarpt definerede og stejle kystlinjer i størstedelen af ferskvandssystemet i denne del af området. De mere flade og moselignende områder længere opstrøms ville blive oversvømmet under en PMP-hændelse, hvorefter vandstanden i elven og søerne ville trække sig tilbage til de normale stabile strømningsniveauer.



Figur 44: Kort, der viser oversvømmelses omfang under forskellige nedbørshændelser. Pink visualiser en 1:10.000 års begivenhed.

5.7.1.2. Konsekvensvurdering i anlægsfasen

Overordnet set, sigter projektet mod at undgå ændringer i ferskvandskontinuummet, og der er ingen planer om dæmninger eller omlægning af eksisterende vandveje i området. Under byggeriet ville den eneste reelle effekt være kortvarigt arbejde i og omkring vandvejskrydsninger. Alle krydsninger/broer vil dog være dimensioneret til at tillade transport af vandmasser svarende til en 100-årig nedbørshændelse, og derfor forventes der kun **ubetydelige** effekter på ferskvandskontinuumdynamikken.

Potentiel påvirkning	Ændring af den naturlige strøm og transport af ferskvand
Påvirkningsfaser	Konstruktion
VEC	Ferskvand kontinuum

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Midlertidig <1 år	Medium 25-75 %	

5.7.1.3. Konsekvensvurdering i driftsfasen

Projektet kræver som nævnt ingen ændring af den naturlige ferskvandsstrøm. Udnyttelse af sø #2 til at deponere tailings ville under LoM resultere i en hævnning af havbunden i takt med deponeringen, hvilket ville resultere i et fald i sø

volumen, Figur 45. Dette ville med tiden resultere i et fald i søens retentionstid, men også en stigning i den gennemsnitlige sommertemperatur i sø #2. På den anden side kan deponering af tailings i sø #2 øge strømmen, selv hvis tailings flyder under sommer termoklinen i søen. Disse forhøjede TSS-niveauer i søen kan få termoklinen til at etablere sig højere i vandsøjlen, da sollyset ikke trænger så langt ned i vandet, som det ville gøre i klart vand.

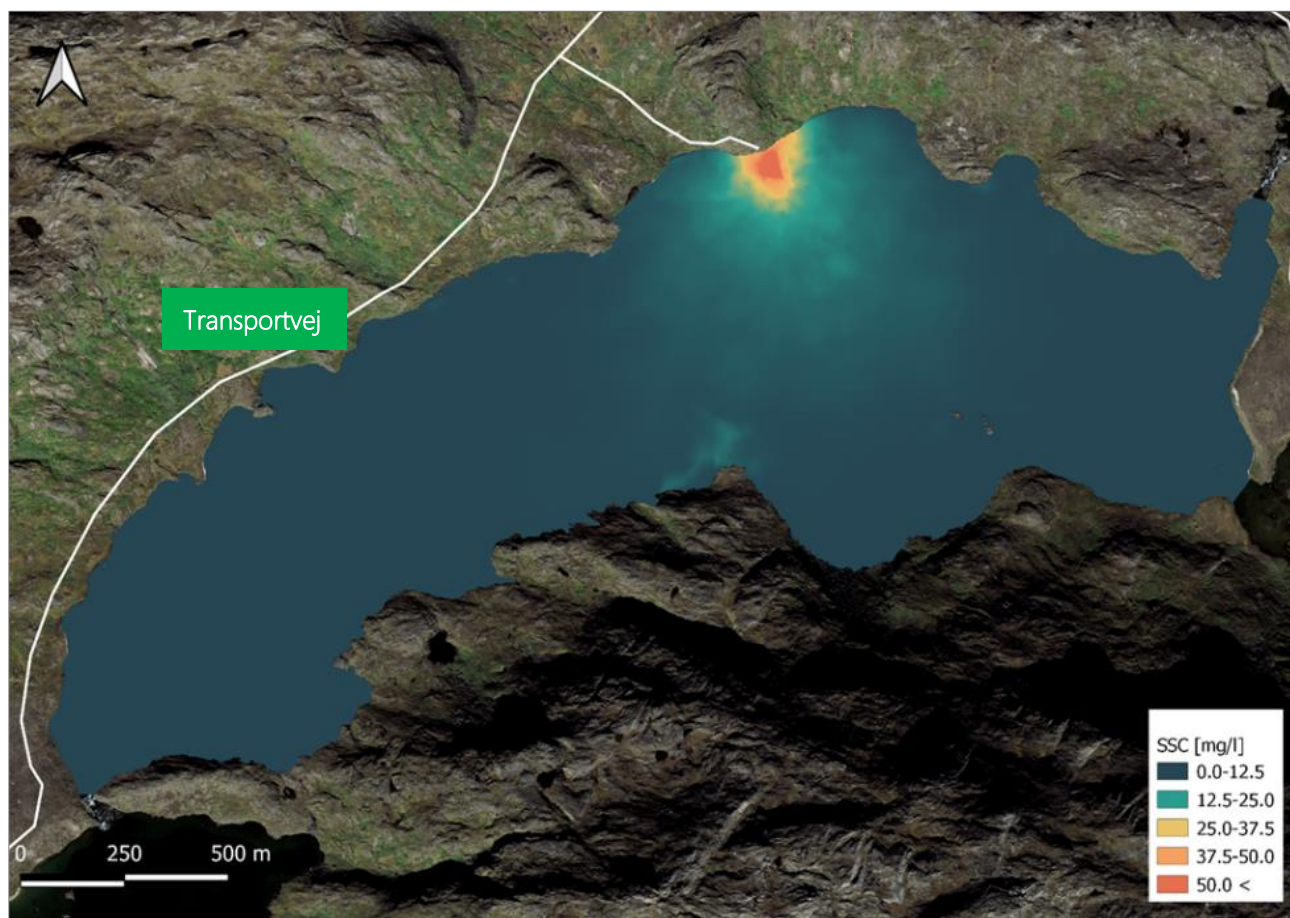
Den overordnede effekt på ferskvandssystemets naturlige vandstrøm og strømningskapacitet forventes dog ikke at blive påvirket af deponering af tailings i sø #2, og ændringerne i søens bathymetri vil have **ubetydelig** effekt på søens økologi.

Arbejdet i mineområdet kan medføre behov for at omdirigere overfladevand væk fra området, hvilket kan føre til en mere direkte udledning i elven syd for minen. Igen vil dette sandsynligvis have en visuel effekt, men ingen effekt på det overordnede vandkontinuum eller den generelle udledning af ferskvand gennem dalen.

Potentiel påvirkning	Ændring af den naturlige strøm og transport af ferskvand		
Påvirkningsfaser	Drift og nedlukning		
VEC	Ferskvand kontinuum		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Mindre betydning
Lokal	Lav	Langvarig >5 år	Medium 25-75 %	

Overordnet set, vil projektet blive udformet efter det naturlige ferskvandssystem i dag, og der kan kun forventes mindre effekter.

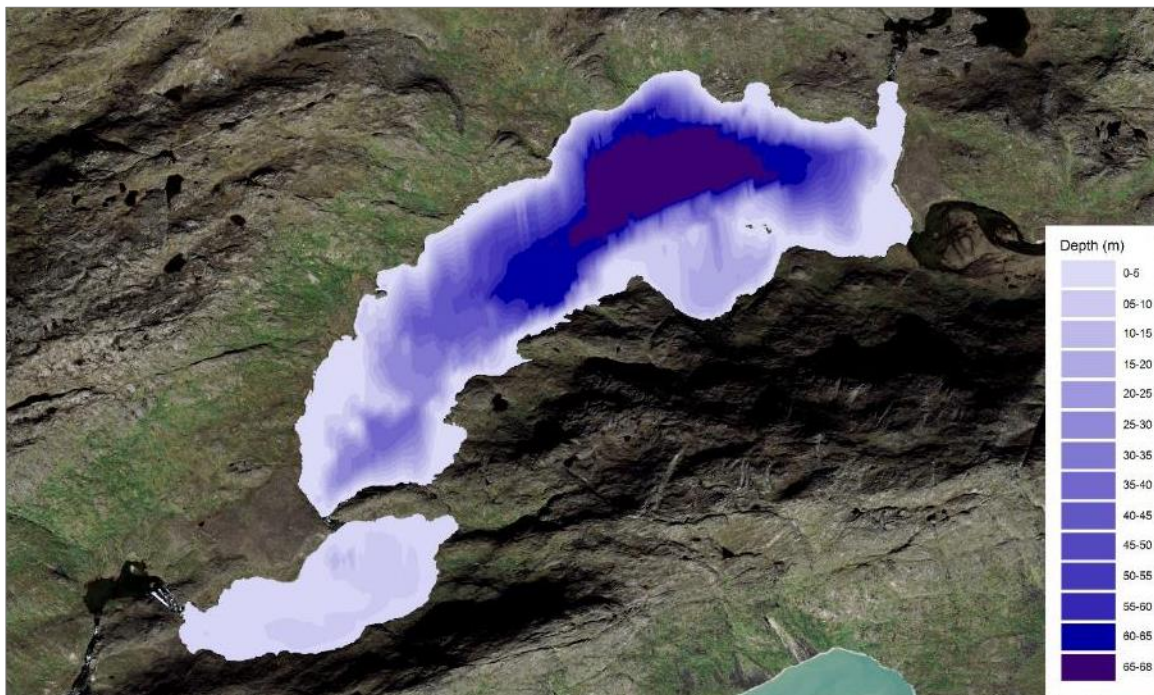


Figur 45: Sedimentspredning i sø #2 modelleret af MIKE 21 hydrodynamisk [HD] fleksibel model. Modelantagelser forudsætter tipping af materiale til søoverfladen med en konstant hastighed, der afspejler Scenarie B volumen.

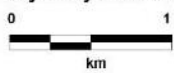
5.7.1.4. Bathymetri af søer

Majoqqap Qaava anorthosit-projektområdet omfatter fem søer. Der blev foretaget bathymetriske undersøgelser i sø #1 i 2020 og i sø #2 i 2021. Sø #1 er relativt lille (0,4 km²) og er relativt lavvandet med en maksimal dybde på 12 meter og et volumen på 1,75 millioner m³. Arealet af sø #2 er 2,16 km² og volumenet er 63,7 millioner m³, Figur 38. Dette resulterer i en gennemsnitlig dybde af sø #2 på 29,5 meter. Den maksimale dybde er 68,5 meter, Figur 46.

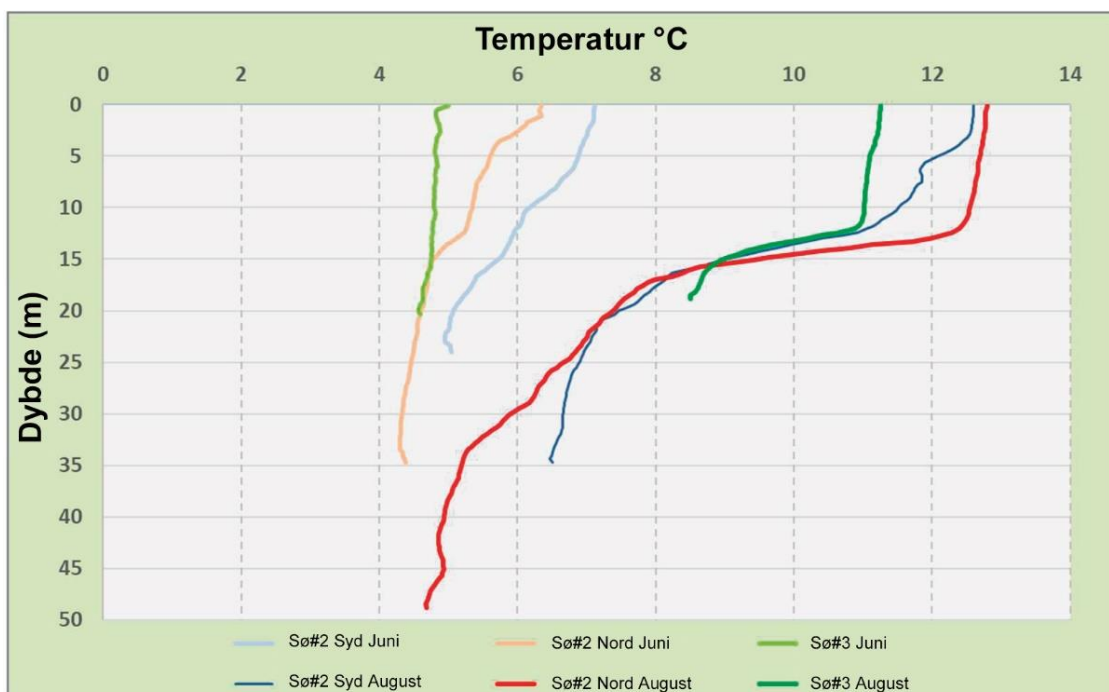
Sø #2 er blevet identificeret som et muligt tailings deponi, og den bathymetriske undersøgelse identificerede en tærskel i sø #2 med dybder stigende fra >40 meter til 27 meter i den sydvestlige del, Figur 46. Sø #3 har ikke været systematisk opmålt, men lodmålinger viser cirka 20 meters dybde i den centrale del af søen. I sø #2 og sø #3 blev der etableret en termoklin i løbet af sommeren. I august var termoklinen på 6°C i en dybde på 12-15 meter. Vandsøjlen i sø #2 blev således opdelt i et øvre og et nedre vandlag i løbet af sommeren. Den nederste søjle har ca. 40 millioner m³ vand og det øverste lag består af ca. 20 millioner m³, Figur 38. Vandets opholdstid i den øvre vandsøjle om sommeren er cirka 20-23 dage. Fra start december til begyndelsen af maj, forventes der ingen væsentlig vandtransport. Ved optøning forventes vandgennemstrømningen at stige, og når vandsøjlen er fuldt blandet, er opholdstiden ca. 104 dage (modelleret med en antaget gennemsnitlig vanddybde på 45 meter).



Bathymetry Lake 1 & 2 (GAM)



Figur 46: Bathymetriske kort over sø#1 og sø#2.



Figur 47: Temperaturprofiler fra sø #2 (syd og nord) og sø #3.

5.7.2. Vandkemi

GAM har udtaget og analyseret vand fra otte stationer i projektområdet i 2020 og 2021 og 2022. Prøverne er analyseret for at bestemme den samlede metalkoncentration af 12 bestanddele, herunder As, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Hg, Ni, Zn, Total-P (fosfor) og Total-N (nitrogen). Det naturlige indhold af spormetaller i Majoqqap Qaava anorthosit-projektområdet er generelt lavt med kun få elementer, der lejlighedsvis overskrider tærskelkriteriet fastsat af MRA (Mineral Resources Authority, 2015).

Resultaterne af vandprøver fra elve viste et forhøjet baggrundsniveau af Total-P og Total-N. Total-P- og Total-N-koncentrationerne, oversteg ikke MRA-retningslinjerne på de fleste stationer bortset fra; F01, F06 og F07 i oktober 2020. Cu-koncentrationerne i oktober 2020 på station F07 og i august 2021 på station F04 var lidt højere end MRA-retningslinjerne, Tabel 21. De gennemsnitlige koncentrationer på station F06, F07 og F08 var alle under grænseværdien. En prøve på station F07 fra september 2021 indeholdt dog en Cu-koncentration på 7,2 µg/L

Station	N	As	Cd	Cr (III)	Cu	Fe	Pb	Hg	Ni	Zn	Total-P	Total N	TSS**
(µg/L)													
mg/L													
Oktober 2020													
D.L. (µg/L)	1	0.02	0.003	1	0.03	10	0.03	0.001	0.03	0.3	10	50	-
F01	1	<d.l.	0.009	<d.l.	0.87	<d.l.	<d.l.	0.001	0.21	3.8	17	290	-
F02	1	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0.13	7	<d.l.	<d.l.	0.17	1.8	15	300	-
F03	1	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0.11	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0.09	1.2	32	190	-
F04	1	<d.l.	0.009	<d.l.	0.59	<d.l.	<d.l.	0.007	1.86	1.7	26	150	-
F05	1	0.05	0.006	<d.l.	0.49	<d.l.	<d.l.	0.002	0.15	2.4	24	190	-
F06	1	<d.l.	0.013	<d.l.	0.59	<d.l.	0.03	0.002	0.38	4.0	16	230	-
F07	1	<d.l.	0.023	<d.l.	3.51	1	0.04	<d.l.	0.47	6.8	16	170	-
F08	1	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0.11	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0.22	1.6	23	150	-
F09-ref	1	<d.l.	0.012	<d.l.	0.53	6	<d.l.	<d.l.	0.34	3.5	27	650	-
Gnsn. (Juni-Okt.) 2021 og september 2022													
D.L. (µg/L)		0.03	0.015	0.32	0.15	10	0.03	0.01	0.03	0.3	3	50	0.08
F01 gnsn.	2	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0.31	<d.l.	<d.l.	<d.l.	1.06	2.45	<3	120	2.99
F01 S.D.	2	-	-	-	0.07	-	-	-	0.84	1.05			
F02 gnsn.	2	<d.l.	0.028	<d.l.	0.54	<d.l.	0.055	<d.l.	1.46	4.70	<3	180	2.09
F02 S.D.	2	-	0.025	-	0.04	-	0.014	-	1.15	1.50			
F03 gnsn.	2	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0.23	<d.l.	0.035	<d.l.	0.58	2.00	<3	61	0.50
F03 S.D.	2	-	-	-	0.04	-	0.009	-	0.39	0.20			
F04 gnsn.	2	<d.l.	<d.l.	<d.l.	1.41	<d.l.	0.098	<d.l.	3.50	3.60	4	280	0.23
F04 S.D.	2	-	-	-	0.60	-	0.073	-	1.60	1.60			
F05 gnsn.	2	<d.l.	0.046	<d.l.	0.73	<d.l.	0.383	<d.l.	1.92	3.15	<3	100	1.38
F05 S.D.	2	-	0.038	-	0.47	-	0.358	-	1.58	1.05			
F06 gnsn.	11	<d.l.	0.015	0.18	0.34	<d.l.	0.045	<d.l.	0.94	3.01	3.6	103	0.46*
F06 S.D.	11	-	0.007	0.094	0.13	-	0.023	-	0.60	1.39	1.8	30	0.33*
F07 gnsn.	10	0.07	0.039	<d.l.	0.99	<d.l.	0.129	<d.l.	0.80	23.37	<3	164	0.89*
F07 S.D.	10	0.05	0.068	-	2.07	-	0.249	-	1.21	52.90	-	105	1.38*
F08 gnsn.	3	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0.29	<d.l.	0.061	<d.l.	0.38	1.93	<3	62	0.29
F08 S.D.	3	-	-	-	0.08	-	0.036	-	0.08	0.40	-	16	0.13

F09-ref	1	0.06	<d.l.	<d.l.	0.48	<d.l.	0.130	<d.l.	0.55	3.50	3	77	0.29
MRA* tærskel		4.0	0.100	3.0	2.0	300	1.0	0.05	5.0	10	20	300	50

Tabel 21: Resultat af de filtrerede ferskvandsanalyser fra vandløb i projektområdet. *MRA GWQC for ferskvand. * N=7 ** = 1. D.L. = Detektionsgrænse for analyse.

Søvandsprøver blev indsamlet både over og under termoklinen, Tabel 22. Søvandskvaliteten er generelt god, og de fleste af elementerne er under detektionsgrænsen, og ingen af prøverne indsamlet i søerne i august 2021, havde værdier over de fastsatte grænseværdier af MRA. Sø #2 og Lake #3 havde begge meget klart vand med en *secchi-dybde* på 21 meter. Dette afspejles også i Tabel 23, der viser TSS-niveauer på mindre end 1,5 mg/L

Søer 2021 and 2022			As	Cd	Cr (III)	Cu	Fe	Pb	Hg	Ni	Zn	Total-P	Total N
Station	Strata	N	(µg/L)										
D.L. (µg/L)			0.03	0.015	0.22	0.15	10	0.03	0.01	0.03	0.3	3	50
Sø #2 South Gnsn.	Øvre	2	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0.475	<d.l.	0.05	<d.l.	0.51	1.75	<d.l.	90
Sø #2 Syd S.D.	Øvre	2	-	-	-	0.075	-	<d.l.	-	0.00	0.55	-	30
Sø #2 Syd	Nedre	1	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0.650	<d.l.	0.22	<d.l.	0.79	4.40	<d.l.	67
Sø #2 Nord gnsn.	Øvre	2	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0.375	<d.l.	0.05	<d.l.	0.41	1.85	<d.l.	98
Sø #2 Nord S.D.	Øvre	2	-	-	-	0.205	-	0.03	-	0.06	0.75	-	32
Sø #2 Nord	Nedre	1	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0.490	<d.l.	0.18	<d.l.	0.91	2.40	<d.l.	120
Sø #3	Øvre	1	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0.440	<d.l.	0.30	<d.l.	0.33	5.50	<d.l.	65
Sø #3	Nedre	1	<d.l.	<d.l.	<d.l.	0.310	<d.l.	0.05	<d.l.	1.90	1,70	<d.l.	66
MRA* tærskel			4.0	0.100	3.0	2.0	300	1.0	0.05	5.0	10	20	300

Tabel 22: Resultat af de filtrerede ferskvandsanalyser fra sø #2 og sø #3 over og under termoklinen. S.D. = Std. Afvigelse.

Station	Strata	N	Gnsn. (mg/L)	S.D.
Sø #2 syd	Øvre	1	0.110	-
Sø #2 syd	Nedre	1	0.120	-
Sø #2 nord	Øvre	2	0.085	0.035
Sø #2 nord	Nedre	2	0.245	0.065
Sø #3	Øvre	2	1.369	0.601
Sø #3	Nedre	2	0.238	0.058
MRA* tærskel			50	

Tabel 23: Resultat af ferskvands-TSS-analyserne fra sø #2 og sø #3 over og under termoklinen. Middel og Std. afvigelse (S.D.) af værdier fra juni og august 2021. Udvaskning fra landbaseret tailings deponi.

5.7.2.1. Udvaskning fra landbaseret tailings depot

Det landbaserede tailings deponi forventes at dække et areal på ca. 88.000 m² med en højde på ca. 20-40 meter over det naturlige terræn. Placeringen af TSF ved bunden af en fjeldskråning vil resultere i, at overfladevand dræner til deponiet. Mængden af overfladevand, der dræner til TSF, er defineret af den lokale topografi, og området er generelt defineret som opland. Ved hjælp af tilgængelige højdemodeller skønnes udstrækningen af oplandet relateret til tailings deponiet at være ca. 0,3 km². Volde og/eller grøfter er anbefalet for at lede vand væk fra deponiet. Dette vil minimere overfladevand, der trænger ind i deponiet, og derved mindske den potentielle udvaskning af partikler og forurenende stoffer fra deponiet samt øge dets stabilitet. Regnvand vil dog dræne gennem deponiet, og forventes at være hovedkilden til udvaskning. Den samlede årlige nedbør i Majoqqap Qaava-området er målt til at være 680 mm i

2021, hvilket som nævnt samlet vil udgøre 59.840 m³ vand, der til dels løber gennem deponiet på et år. I GAM's cam-pområde tæt på TSF-placeringen, blev der registreret regn ca. 40 % af dagene i hele måleperioden fra november 2020 til oktober 2022.

Som beskrevet i afsnit 5.4.4 blev As, Cd, Cu, Ni og Zn fundet at have koncentrationer over de grønlandske WQL'er inden for første eller anden udvaskning i enten fugtcelletesten eller nedsivnings perkulations-testen. Herefter faldt de forhøjede værdier straks til niveauer et godt stykke under WQL'erne. Den gennemsnitlige daglige koncentration af grundstoffer, der udvaskes fra tailings deponiet, blev beregnet til at være under de grønlandske WQL'er.

Den dynamiske transport af udvaskede elementer:

For at vurdere udbredelsen af udvaskede elementer i ferskvandssystemet antages det, at tilstrømningen af vand fra TSF Dry til sø #2 vil blive grundigt blandet med vandmængderne beliggende ved den sydlige del af sø #2.

For ferskvand, der kommer ind i fjorden, vurderes de endelige koncentrationer ved hjælp af en boksmodel (Figur 48), der giver en metode til at estimere, om de lokale egenskaber (hovedsagelig nedbør, strøm og mængden af tailings) forårsager en fortynding eller en opkoncentrering af laboratorietestresultater, og dermed projicere laboratorieresultaterne til de fysiske rammer for projektet. Disse scenarieberegninger er baseret på adskillige meget varierende input, hvorfor der skal etableres en række overordnede forudsætninger der omfatter:

- I perioden 1. december til 30. april er området under frysepunktet med lidt eller ingen udvaskning,
- Maj er måneden for første udvaskning af tailings ved nedbør og første snesmeltning,
- Juni er måneden med maksimal udvaskning af materiale på grund af høj nedbør og intensiv snesmeltning,
- September er måneden med minimum udvaskning på grund af lav nedbør og fravær af sne i oplandet,
- Tailings deponeres ligeligt i TSF Dry over året.
- Fordampning tages ikke i betragtning,
- Alt vand fra nedbørshændelsen løber ud til floden,
- Koncentration af forbindelser i ferskvand er en funktion af væske/faststofforhold fra kolonnetesten og fra tailings perkolat, dvs. testkoncentrationen fortyndes med højere væske/faststofforhold og opkoncentreres med lavere væske/faststofforhold i en bestemt måned.

Feltparametre brugt i beregningerne omfatter:

- 600 t/dag af deponeret materiale,
- 80.000 m² deponeringsplads,
- 680 mm/år nedbør,



Figur 48: Parametre og forudsætninger for boksanalyse af udvaskede elementet.

Station		Normal tilstand [m³/s]	1:5 år [m³/s]	1:30 år [m³/s]	1:100 år [m³/s]	1:10,000 år [m³/s]
Sø #2	L2 ind	1.5	63	73	79	341
	L2 ud	1.8	79	91	98	504
Sø #1	L1 ind	1.8	79	91	98	505
	L1 ud	1.9	79	91	98	511
Udløb	Udløb ind	1.9	79	91	98	512
	Udløb ud	2.0	79	91	98	514

Tabel 24: Modelsimuleret vandstrømning i søsystemets flaskehalsplaceringer.

Forudsætninger for nedbør og vandføring er:

- 100 mm nedbør/måned, dvs. 2,6 mm/dag og 2 m³/s strøm i udløb i maj (normal vandføring i Tabel 24)
- 250 mm nedbør/måned, dvs. 8,3 mm/dag og 20 m³/s strøm i udløb i juni på grund af høj nedbør og snesmeltning,
- 35 mm nedbør/måned, dvs. 1,2 mm/dag og 0,5 m³/s strøm i udløb i september på grund af lav nedbør og fravær af sne,
- 60-80 mm nedbør/måned, dvs. 1,9-2,6 mm/dag og 0,5 m³/s strøm i udløb i juli-august og oktober-november,

Kolonnetestparametre til kvantificering af nedadgående udvaskning (geokemisk nedstrøms kolonnetest) (scenarie 1, Figur 48) er:

- 2,5 kg tailings prøve,
- 0,4 L vand om måneden (2,4 L vand over 6 måneder),
- 0,16 L perkolat pr. kg prøve pr. måned,

Væske/faststofforhold er afhængig af nedbør og deponeret materiale. Bemærk, at 'Månedlige ækvivalenter for faste stoffer' er positiv i maj på grund af en stor mængde deponeret materiale i den foregående måned med lidt nedbør

(fastsat som sne/is sæson). Denne op-koncentration afbødes dog af juni-scenariet med høj nedbør og yderligere afstrømning på grund af smeltning af sne og is – altså tæt på 0 akkumulerede udvaskede månedlige ækvivalenter.

Nedstrøms kolonne test	Enheder	Kolonne 1. måned	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Årlig sum
Field parameters										
Deponi område	80,000 m ²									
Daglig deponering	600 ton/dag									
Total nedbør/måned	mm/måned		100	250	80	60	35	75	80	
Total nedbør/dag	mm/dag		3.2	8.3	2.6	1.9	1.2	2.4	2.7	
Daglig udvaskning	m ³ /dag		258	667	206	155	93	194	213	
Kolonne test parametre										
Vand/faststofforhold	L./kg	0.16	0.43	1.11	0.34	0.26	0.16	0.32	0.36	
Forhold til kolonnetest månedligt forhold (udvaskede deponerede månedlige ækvivalenter)		1.0	2.7	6.9	2.2	1.6	1.0	2.0	2.2	18.6
Akkumulerede udvaskede månedlige ækvivalenter			2.7	9.6	11.8	13.4	14.4	16.4	18.6	
Deponerede månedlige ækvivalenter			6.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	12.0
Tilgængelige deponerede månedlige ækvivalenter			6.0	4.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Faststof udvaskede månedlige ækvivalenter*			3.3	-2.6	-1.2	-0.6	0.0	-1.0	-1.2	-6.6
Akkumulerede faststof udvaskede månedlige ækvivalenter*			3.3	0.7	-0.5	-1.1	-1.1	-2.0	-3.3	
Blandingsfaktor: perkolat/kolonne første måned			0.4	1.6	2.2	1.6	1.0	2.0	2.2	1.6
Op-koncentrationsfaktor: kolonne første måned/perkolat			2.2	0.6	0.5	0.6	1.0	0.5	0.5	0.6

* faststof udvaskningsækvivalenter, hvor <0 = fortynding

Tabel 25: Blandingsvolumen af perkolat i forhold til nedstrøms udvaskningstest (scenarie 1).

Resultaterne af det geokemiske nedstrøms kolonneforsøg, at perkolat koncentrationerne maksimeres efter 1-2 måneder i 43 ud af 49 parametre (anioner og næringsstoffer og opløste metaller), og at koncentrationen falder til <10 % eller under detektionens grænse i 19 parametre, se Appendiks 1 i teknisk rapport om hydrologi (NIRAS, 2024d).

Massebalancevurdering: Perkolat fra forekomsten ender som overfladeafstrømning i Sø #2 og efterfølgende nedstrøms i Sø #1, i udløb og ender til sidst i fjorden. For at evaluere på elementkvalitetskriterier i ferskvand, estimeres blandingsvolumener som en simpel boksmodel for hvert ferskvandsområde, hvor perkolat divideres med summen af volumen og vandudskiftning for normal (maj), høj (juni) og lav (september) afstrømning. Optimal opblanding i alle vandområder antages at være sket i løbet af en måneds udvaskning og en konstant afstrømning i alle vandområder, dvs. perkolat opblandes med hele vandmassen i den berørte del af sø #2 (N1 i Figur 48) - og bliver yderligere opblandet i den samlede volumen og den ekstra afstrømning i både Sø #1 og udløb.

Baseret på en ekstrapolering af massebalanceberegningen ved hjælp af ovenstående parametre, udgør den opløste masse (419 tons) 0,01 % af det samlede LoM-tailings deponi (i alt 4,2 Mt), Appendiks 1 i den tekniske baggrundsrapport om Hydrologi (NIRAS, 2024d). Fem hovedkomponenter (anioner og næringsstoffer og opløste metaller) udgør 82 % af den samlede udvaskede tailings mængde (kg): sulfat 23 %, natrium 19 %, calcium 16 %, klorid 16 % og svovl 8 %.

Efter deponering forventes de opløste elementer i systemet at være udledt til havet 104 dage efter afslutningen af deponeringsperioden, som er sø-/flodsystemets opholdstid. Som de geokemiske kolonneforsøg har vist, er den

indledende udvaskning af elementer langt den mest omfattende, hvorfor udvaskningshastigheden efter et produktionsstop forventes at falde til ubetydelige niveauer inden for måneder.

Udtynding i elv/sø system	Enhed	Sø #2	Sø #1	Udløb	Sum	Fortynding af nedstrøms kolonne test-resultater
Område	m ²	400,000	400,000	35,000	835,000	
Dybde	m	10	7	3		
Volumen	1,000x m ³	4,000	2,800	105	6,905	
Konservativt volumen	1,000x m ³	400	280	11	691	
Volumen	%	58	41	2	100	
Normal ekstra afstrømning (Maj)	1,000x m ³ /mdr.	4,821	268	268	5,357	
Max ekstra afstrømning (Juni)	1,000x m ³ /mdr.	46,656	2,592	2,592	51,840	
Min ekstra afstrømning (September)	1,000x m ³ /mdr.	1,166	65	65	1,296	
Ekstra afstrømning	%	90	5	5	100	
Sum volumen og normal ekstra afstrømning (Maj)	1,000x m ³ /mdr.	5,221	548	278	6,047	
Sum volumen og max ekstra afstrømning (Juni)	1,000x m ³ /mdr.	47,056	2,872	2,603	52,531	
Sum volumen og min ekstra afstrømning (Sep.)	1,000x m ³ /mdr.	1,566	345	75	1,987	
Sum normal volumen opblanding (Maj)	1,000x	627	66	33	726	325
Sum max volumen opblanding (Juni)	1,000x	2,118	129	117	2,364	3,807
Sum min volumen opblanding (Sep.)	1,000x	503	111	24	639	621
Sum normal naturlig fortynding (Maj)	%	86	9	5	100	
Sum max naturlig fortynding (Juni)	%	90	5	5	100	
Sum min naturlig fortynding (Sep.)	%	79	17	4	100	

Tabel 26: Blandingsvolumen i recipientferskvandssystemet og total fortyndingsfaktor for den første måneds udvaskning inklusive nedbør.

Nedstrøms (scenarie 1)	Kvalitetskriterier		Beregnet konc. med min. opblanding m3			Geokem. testresultat	
	Fersk-vand	Hav	Max Sø #2 (min opblanding m ³)	Max Sø #1 (min opblanding m ³)	Max udløb (min opblanding m ³)	Max test Konc.	Gnsn. test Konc.
	[µg/L.]	[µg/L]	[µg/L]	[µg/L.]	[µg/L.]	[µg/L]	[µg/L.]
Arsenik, opløst	4	5	0.000030	0.00002491	0.00002396	15.3	5.6
Cadmium, opløst	0.1	0.2	0.00000058	0.00000048	0.00000046	0.3	0.0
Krom, opløst	3	3	0.0000017	0.00000140	0.00000135	0.9	0.5
Kobber, opløst	2	2	0.00027	0.00021976	0.00021143	135.0	17.9
Jern, opløst	300	30	0.000052	0.00004232	0.00004072	26.0	11.3
Bly, opløst	1	2	0.0000019	0.00000154	0.00000148	0.9	0.2
Kviksølv, opløst	0.05	0.05	0.00000001	0.00000001	0.00000001	0.0	0.0
Nikkel, opløst	5	5	0.000091	0.00007455	0.00007173	45.8	5.2
Zink, opløst	10	10	0.000065	0.00005323	0.00005121	32.7	6.1
Nitrat (as N)	300		0.043	0.03516116	0.03382834	21,600	3,456.8
Nitrit (as N)	300		0.000013	0.00001058	0.00001018	6.5	1.9

Tabel 27: Kvalitetskriterier og koncentrationer estimeret ud fra maksimale koncentrationer fra nedstrøms kolonnetest og minimal naturlig fortynding.

I løbet af deponeringssæsonen vil koncentrationen af opløste elementer variere i de tre vandområder (sø #2, sø #1 og udløb) afhængig af vandstrøm og nedbør. Skønnet konservativt, overstiger koncentrationen af elementer ikke grønlandske kvalitetskriterier for minedrift, ved brug af maksimale koncentrationer fra kolonnetesten og scenarier for minimal naturlig blandingsvolumen.

Påvirkningen fra udvaskningen fra TSF Tør forventes at være lokal og have mindre indvirkning på vandkvaliteten. Påvirkning fra TSF Tør deponiet forventes at være et problem under drift og nedlukning, hovedsageligt som et resultat af suspendede faste stoffer og forhøjet strømniveau. Påvirkningen under nedlukningen og efter nedlukningen forventes at være markant mindre end under drift, hvor nyt tailings materiale tilføres løbende.

Potentiel påvirkning	Udvaskning af kemiske elementer fra landbaseret TSF-deponi – reducerer ferskvandskvaliteten		
Påvirkningsfaser	Drift og nedlukning		
VEC	Ferskvandskvalitet		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Mindre betydning
Lokal	Lav	Langvarig >5 år	Medium 25-75 %	

Fem yderligere elementer, Al, Sb, Li, S og U, havde værdier over andre vandkvalitetskriterier, såsom MAC for drikkevand i EU og Nordamerika. Alle fem elementer, undtagen S, viste værdier under 100 µg/L. Højeste værdier af disse grundstoffer var 1 mg Al/L og 5,27 mg S/L. På trods af den forhøjede S-værdi blev der ikke fundet NAG'er for tailings deponierne, se afsnit 5.4.1.

Lukning af TSF Tør deponiet vil ikke medføre særlige nedlukningsprocedurer, da konstruktionen under driftsfasen bygges til at være stabil. Afslutning på deponering ved TSF Tør vil omfatte en inspektion af deponiet og dets vægge og en beregning af anlæggets statiske forhold. Denne beregning vil inkludere den bedst kendte viden om ændringer i fremtidige vejrregimer på tidspunktet for lukningen. Dette vil sikre, at deponiet kan modstå ændringer i klimaet, især stigende nedbør. En langsigtet vurdering af TSF tør deponiets stabilitet er inkluderet i baggrundsrapporten Land Tailings Deposit og visualiseret i bilag E til nævnte rapport. Den overordnede konklusion på den langsigtede stabilitetsvurdering er, at en potentiel stigning i grundvandsspejlet forårsaget af ikke-vedligeholdte grøfter kan forårsage nedsat stabilitet. Overdækkets sammensætning vil dog sandsynligvis afbøde disse effekter, og deponiet vil med tiden opnå stabilitet, og herefter følge naturlig erosionsdynamik (NIRAS, 2023b).

Vandudvaskningen fra det tørre deponi vil fortsætte efter nedlukningen, men koncentrationerne af mobiliserede elementer vil være mindre end under driftsfasen, alene fordi den højeste mobilisering af elementer sker de første 2-3 uger, og fordi der ikke vil blive tilføjet nye tailings efter nedlukning. Påvirkningen af miljøet fra udvaskning af elementer fra TSF Tør i forbindelse med nedlukning og et kollaps af deponiet vurderes at være ubetydelig.

Perioden efter nedlukning omfatter den langsigtede miljøpåvirkning fra minedriften. Påvirkningen under driftsfasen blev vurderet til at være mindre, fordi et nyt lag af tailings løbende bliver tilføjet TSF Tør deponiet hver dag, og udvaskningstestene viser, at den højeste mobilisering af elementer sker inden for de første 2-3 uger. Når minen lukkes, vil der ikke blive tilføjet nyt materiale, og kun marginal udvaskning af elementer forventes at fortsætte. Dermed nedgraderes påvirkningen af ferskvandsmiljøet fra mindre under drift til ubetydelig efter lukningen af minen.

5.7.2.2. Udvasning fra undersøisk tailings deponi

Tailings fra forarbejdningsanlægget vil blive transporteret til søens bund, TSF-deponi (TSF våd), med lastbiler på deres vej op til minen. Langs søen vil der blive bygget en passende rampe, hvor lastbiler sikkert kan læsse tailings ind i et

gravitationsrørsystem, der fører materialet til en passende dybde under søens termoklin - for flere detaljer se afsnit 4.6.2.

Normalt har søer en strøm ved overfladen dannet af vinden. Den aktuelle strømcirkulation bestemmes af områdets topografi både over og under vandoverfladen. Rørsystemet sikrer, at tailings frigives under sommer termoklinen. I 2021 blev termoklinen etableret på 15 m dybde om sommeren, Figur 47 . I Figur 45 er 2D-spredningen af partikler modelleret i et worst-case scenario, hvor der ikke anvendes et rørsystem, dvs. tailings læsses direkte ned i søen fra overfladen. Fordelingen af fine partikler forventes at ligne fordelingen af kemiske grundstoffer frigivet fra rystekolbe-analyserne.

Når først sedimentet er bundfældet på søbunden på 40-60 m dybde, forventes spredningen af fine partikler at være meget begrænset, da ingen bølger kan flytte sedimentet i denne dybde. Strømmen kan muligvis transportere noget af det øverste mest diffuse og fine sediment. Tabel 28 viser strømhastighedsgrænser for sedimentspredning.

Strømhastighed	Sediment transport
$V > 0.25 \text{ m/s}$	<i>Sediment vil begynde at gå i suspension</i>
$0.21 < V < 0.25$	<i>Sediment vil blive i vandsøjlen</i>
$V < 0.21$	<i>Sediment vil aflejres</i>
$V < 0.05$	<i>Sediment vil bevæge sig langs bunden af søen</i>

Tabel 28: Kritiske hastigheder for sedimentspredning.

Sedimenttransport forudses overvejende at være begrænset til søbunden med et marginalt potentiale for migration. Denne fremskrivning er begrundet i en formodning om, at tailings udledes i områder med en vanddybde på over 40 meter. Desuden vurderes sandsynligheden for, at en strømhastighed på denne dybde overstiger 0,1 m/s, for meget usandsynlig (NIRAS, 2024d).

Spredningen af forurenende elementer i hele systemet styres af mobilisering (udvaskning) af elementer, strømhastighed og ferskvandssystemets opholdstid. Vandretentionstiden i sø #2 anslås til at være cirka 104 dage.

For at vurdere udvaskningshastigheden fra et undersøisk deponi og den gradvise spredning i ferskvandssystemet, er der anvendt en lignende tilgang som den, der blev brugt på det landbaserede tailings deponi. Forudsætningerne er dog forskellige, da strømdynamikken er anderledes på en søbund. Forskellen i antagelser til den nedstrøms landbase-rede udvaskning (scenarie 1) er som følger:

- Materialet aflejres under sæsonens termoklin,
- Fuld opblanding af materiale med hele søvolumen under termoklin,
- Strømhastigheden under termoklin er konstant, uden sæsonmæssige forskelle, dvs. indstrømning under termoklin og udstrømning i vandsøjlen over termoklin er ens,
- Vandvolumen under termoklinen udveksles med vandstrømmen under termoklinen, og volumen over termoklinen tages konservativt ikke i betragtning til kvantificering af volumenblanding,
- Massereduktion af det aflejrte materiale ved udvaskning under termoklin overvejes ikke til kvantificering af fortyndingsfaktoren efter volumen under termoklin,

Yderligere feltparametre omfatter:

- 4,2 millioner tons materiale deponeret under 30 års minedrift,
- 40 millioner m³ vandvolumen i sø #2 under termoklin
- 10 % af strømmen i sø #2 er under termoklinen, dvs. 0,2 m/s normal afstrømning
- 90 % af strømmen i sø #2 er over termoklinen, dvs. 1,8 m/s normal afstrømning

Opstrøms geokemiske kolonneforsøg adskiller sig fra nedstrøms testen med nedenstående konfiguration, hvilket har en effekt på væske/faststof forholdet, som tages i betragtning i beregningerne:

- 3,5 kg tailings prøve,
- 4L vand i den første måned (28 L vand over 5 måneder),
- 1,15L perkolat pr. kg prøve i den første måned,

Den samlede masse af opløste elementer (65 tons), der udvaskes fra et undersøisk deponi i sø #2, udgør kun 0,0016 % af de samlede 4,2 Mt deponeret under LoM (sammenlignet med 0,01 % i det landbaserede deponi, scenarie 1). Dette er et resultat af faldet i strømhastighed gennem tailings deponiet på søbunden, da tyngdekraften ikke trækker nedbør aktivt gennem de aflejrede lag, som det er tilfældet på land. I stedet drives udvaskning under vandet af en meget mere subtil, passivt laminar og sub-laminar strøm. Fem hovedkomponenter (anioner og næringsstoffer og opløste metaller) udgør en højere procentdel (kg) på 91 % end i scenarie 1: sulfat 28 %, natrium 27 %, calcium 16 %, klorid 13 % og svovl 7 %. De grundlæggende forudsætninger for perkolat- og volumenblandingsberegninger er vist i Tabel 29.

Opstrøms kolonne test	Enhed	Generelt	1 år	30 år
Kolonne test parametre				
Kolonne vand/faststof forhold	L/kg (m ³ /ton)	1.15		
Blandings volumen in Sø #2 under termoklin				
Aflejring	millioner ton		0.14	4.2
Volumen under termoklin	millioner m ³	40		
Vand/faststofforhold i volumen under termoklin	L/kg (m ³ /ton)		286	9.5
Volumenblandingsfaktor: afsætning i volumenforhold / kolonne-forhold			248	8
Deponering dagligt	ton/d	600		
Vandstrøm under termoklin	m ³ /s	0.2		
Sekunder pr. dag konverteringsfaktor	s/d	86,400		
Vandstrøm under termoklin	m ³ /d	17,280		
Vand/faststofforhold i flow under termoklin	L/kg (m ³ /ton)	29		
Volumenblandingsfaktor: deponering i strøm-/kolonneforhold		25		
Total naturlig fortyndingsfaktor under termoklin			6,222	207
Blandingsvolumen i sø #2 over termoklinen				
Vandstrøm over termoklin	m ³ /s	1.8		
Vandstrøm over termoklin	m ³ /d	155,520		
Volumenblandingsfaktor: under/over termoklin		9.0		
Total naturlig fortynding i sø #2			55,998	1,867

Tabel 29: Perkolat - ferskvandsblanding ved deponering i sø #2 (scenarie 2) sammenlignet med opstrøms geokemisk udvaskningstest.

I løbet af deponeringssæsonen vil koncentrationen af opløste elementer variere i de 3 vandområder (sø #2, sø #1 og udløb) afhængig af vandstrøm og nedbør. Sammenlignet med de grønlandske kvalitetskriterier for minedrift overstiger koncentrationerne af de udvaskede elementer ikke disse, når de er estimeret konservativt for år 1 og år 30. De konservative skøn for driftsfasen er baseret på de maksimalt observerede udvaskningsværdier for hvert element (μg ./L, geokemisk kolonnetest) multipliceret med de estimerede mindste sæsonmæssige volumener af de tre søer (sø #2, sø #1 og udløb). Tabel 30 viser estimerede konservative koncentrationer for 'Max Sø #2' (Sø #2 volumen), 'Max Sø #1' (volumen Sø #2 + Sø #1) og 'Max udløb' (volumen Sø #2 + Sø #1) + udløb). De anvendte mængder er beregnet til minimumsvolumenudveksling baseret på 2021-data. Koncentrationer for en 30-årig periode inkorporerer det større maksimale tailings volumen og det resulterende reducerede Sø #2 blandingsvolumen. År 30 Sø #1 og udløb volumen antages uændret.

Opstrøms (scenarie 1)	Kvalitetskriterie		Beregnet konc. med min. opblanding m^3						Geokem testresultat	
	Fersk-vand	Hav	Max Sø #2	Max Sø #1	Max udløb	Max Sø #2	Max Sø #1	Max udløb	Max test konc.	Gnsn. test konc.
			År 1			(min opblanding m^3)			År 30	
	$[\mu\text{g/L}]$	$[\mu\text{g/L}]$	$[\mu\text{g/L}]$	$[\mu\text{g/L}]$	$[\mu\text{g/L}]$	$[\mu\text{g/L}]$	$[\mu\text{g/L}]$	$[\mu\text{g/L}]$	$[\mu\text{g/L}]$	$[\mu\text{g/L}]$
Arsenik, opløst	4	5	0.00039	0.00013	0.00011	0.01173	0.00019	0.00016	21.9	4.42
Cadmium, opløst	0.1	0.2	0.00000009	0.00000003	0.00000003	0.00000273	0.00000005	0.00000003	0.0051	0.0050
Krom, opløst	3	3	0.000011	0.000004	0.000003	0.000316	0.000005	0.000004	0.59	0.509
Kobber, opløst	2	2	0.00037	0.00013	0.00011	0.01120	0.00019	0.00015	20.9	3.22
Jern, opløst	300	30	0.00018	0.00006	0.00005	0.00536	0.00009	0.00007	10	10
Bly, opløst	1	2	0.0000022	0.0000007	0.0000006	0.0000659	0.0000011	0.0000009	0.123	0.0573
Kviksølv, opløst	0.05	0.05	0.00000009	0.00000003	0.00000003	0.00000268	0.00000004	0.00000004	0.005	0.005
Nikkel, opløst	5	5	0.00017	0.00006	0.00005	0.00505	0.00008	0.00007	9.42	1.433
Zink, opløst	10	10	0.000032	0.000011	0.000009	0.000964	0.000016	0.000013	1.8	1.08
Nitrat (as N)	300		0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	84	16.14
Nitrit (as N)	300		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1	1

Tabel 30: Kvalitetskriterier og koncentrationer estimeret ud fra maksimale koncentrationer fra opstrøms kolonnetest og minimum fortynding i deponering år 1 og 30.

De overordnede bekymringer med hensyn til bortskaffelse af tailings adskiller sig mellem et landbaseret deponi og et undersøisk deponi. For et landbaseret deponi er hovedbekymringen det faktiske fysiske varige fodaftryk i landskabet og den fysiske strukturelle stabilitet, og risikoen for at forurenende stoffer trænger ud til omgivelserne samt utilsigtet spredning af forurenende stoffer fra vinderosion. Fordelene ved et sødeponi er mindre påvirkning af landskabet, indikationer på at deponiet er inert, dvs. med ringe eller ingen spredning fra det deponerede materiale i den dybere del af søen og et vedligeholdelsesfrit scenarie efter nedlukningen af minen. Fra et produktionssynspunkt er en ulempe, at når først materiale er aflejret på stor dybde i søen, er det ikke muligt at bruge dette på et senere tidspunkt til eventuelle produkter.

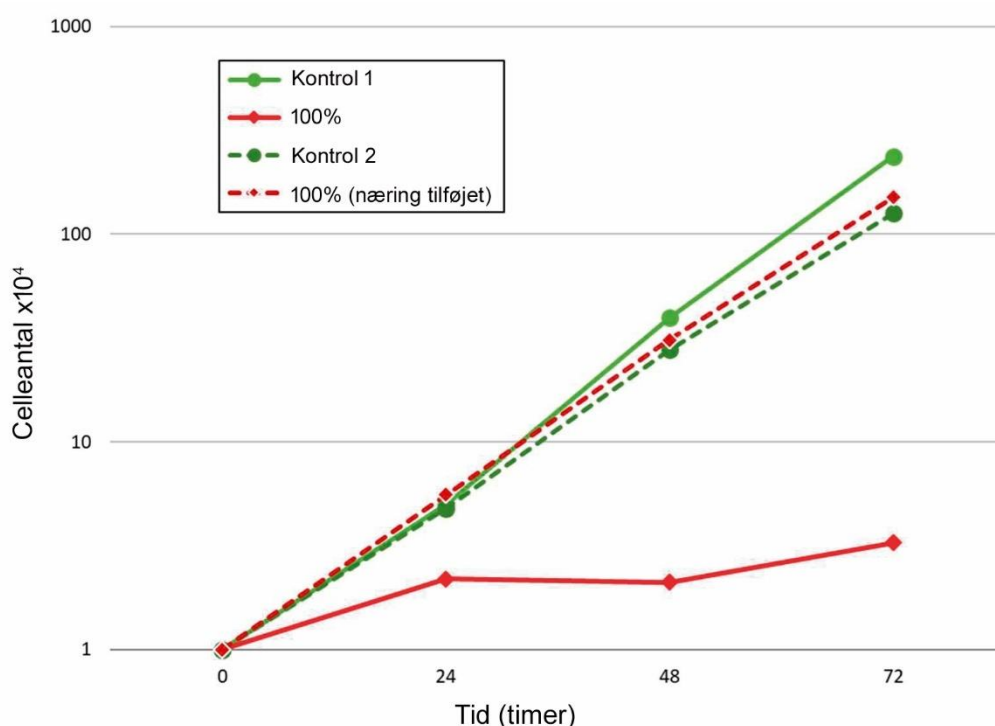
Det vurderes, at risikoen for alvorlig metaludvaskning fra et undersøisk tailings deponi ved GAM-projektet er lav (NIRAS, januar 2024).

Potentiel påvirkning	Udvaskning af kemiske elementer fra undersøisk TSF-deponi – reducerer ferskvandskvaliteten
Påvirkningsfaser	Drift og nedlukning
VEC	Ferskvandskvalitet

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Mindre betydning
Lokal	Lav	Langvarig >5 år	Medium 25-75 %	

5.7.3. Planteplankton

Den primære produktion af planteplankton forventes at være lav på grund af niveauet ($<3 \mu\text{g/L}$) af de totale fosforkoncentrationer fundet i sø #2, Tabel 22. Effekten af udvasket vand fra TSF-våd deponiet blev testet i et laboratorium. Da mere eller mindre lignende elementer mobiliseres fra TSF tør som fra TSF våd deponiet, vil testresultaterne være en proxy for begge deponier. Testen anvendte sammensatte prøver af udvasket vand der vil repræsentere minedriften, dannet via miljøtest af konkret materiale i en opstrøms-udvaskningstest. Testorganismen var planktonalgen *Pseudokirchneriella subcapitata*. Algerne blev udsat for en ufortyndet indledende udvaskning af de sammensatte prøver over en 72-timers periode. Indledningsvis blev der observeret en potentiel effekt, men i en anden testkørsel blev der tilsat næringsstof til de sammensatte prøver, og det blev påvist, at den effekt, der blev observeret i den indledende test, var et resultat af begrænsede tilgængelige næringsstoffer fremfor toksicitet af det udvaskede vand, Figur 49. Testen viste, at ingen af grundstofferne med forhøjede koncentrationer blev fundet på et toksisk niveau for planteplanktonet. Tilsvarende effekt af andre elementer med forhøjede koncentrationer kunne ses fra testen (Fera Science, 2023b).



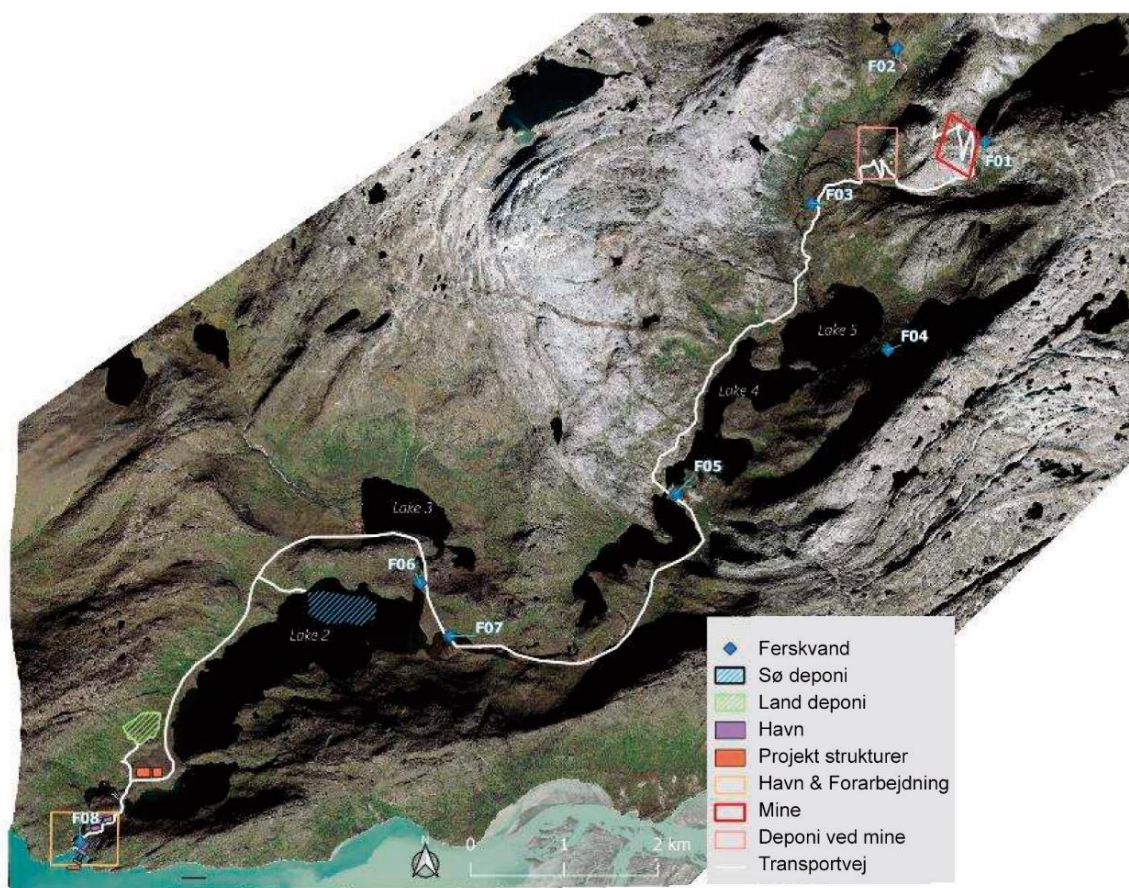
Figur 49: Gennemsnitligt celleantal af *Pseudokirchneriella subcapitata* i kontrolprøven og ufortyndet sammensat prøve afhængig af tid, i de endelige og supplerende test.

Potentiel påvirkning	Effekt af udvaskning fra TSF på planteplankton
Påvirkningsfaser	Drift
VEC	Ferskvandskvalitet

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Langvarig > 5 år	Lav 25 %	

5.7.4. Invertebrater (hvirvelløse dyr)

Elve og søer udgør begge ferskvandshabitat for mange insektlarver. Den mest forskelligartede og dominerende orden er Diptera (fluer og myg), der udgør mere end 50 % af alle insektarter, som findes i Grønland (pers. obs.). De to dominerende familier er *Simuliidae ssp.* (sortfluer) og *Chironomidae ssp.* I 2021 blev der taget et par prøver på en station i elven, der forbinder sø #2 og sø #4 (St. F07), og på en station lige før udløbet til fjorden (St. F08), Figur 50 og Figur 51. Der blev fundet et lavt antal hvirvelløse dyr i projektområderne, og den hyppigst forekommende gruppe var *Simuliidae ssp.*, Tabel 31. Ferskvand makro insekters økologiske rolle er væsentlig, da de kanaliserer energi op i fødekæden ved at indtage bundlevende alger og plankton alger, før disse fungerer som fødeemner for andre insekter, fisk (inklusive fjeldørred) og fugle.



Figur 50: Kort over de 8 ferskvandsstationer.

Station	Organismer	Rangering
F07	<i>Simuliidae ssp</i>	+++
	<i>Midge sp.</i>	+
	<i>Trichoptera sp.</i>	+
F08	<i>Simuliidae ssp</i>	+
	<i>Chironomidae sp.</i>	+
	<i>Oligochaeta sp.</i>	+
	<i>Trichoptera sp.</i>	+

Tabel 31: Resultat af to prøver i elvsystemet (rangering + = én art og +++ = mere end 10 arter).

I søerne blev der ikke foretaget en specifik undersøgelse af hvirvelløse dyr. Der blev dog observeret et par diptera ved den nordlige bred af sø #2. Under baseline feltarbejde var opmærksomheden på potentiel tilstedeværelse af haletudser og rejer (*Lepidurus arcticus*) samt (*Branchinecta paludosa*), men ingen blev observeret. Dette er dog normalt i ferskvandshabitater med en bestand af fjeldørred.



Figur 51: Prøveudtagning (venstre) og eksempel på prøve (højre).

5.7.4.1. Konsekvensvurdering i anlægsfasen

Der ikke er planer om at omlægge eller ændre de eksisterende vandveje, og anlægsfasen ikke omfatter deponering af materialer i de fleste ferskvandskilder. Der forventes således ingen påvirkning af hvirvelløse dyr

5.7.4.2. Konsekvensvurdering i driftsfasen

Simuliidae spp. og *chironomidae spp.* er de mest almindelige bundlevende hvirvelløse arter i ferskvandet. Hvirvelløse dyrs økologiske rolle er vigtig, da de sammen med zooplankton er den vigtigste vektor i at kanalisere energi op i fødekæden. Myg spiser de pelagiske og bundlevende alger, og de tjener selv som fødekilde for fisk og fugle. Generelt kan hvirvelløse dyr, modstå midlertidige høje niveauer af suspenderede materialer, og opleve en hurtig genopretning efter kort tids eksponering, men bliver i stigende grad påvirket af langvarig eksponering selv ved lave TSS-niveauer. Suspenderet sediment kan medføre direkte påvirkninger visse arter, såsom nedslidning, forstyrrelse af åndedræt og

tilstopning af filtreringsmekanismer. Effekterne fra TSS på bundlevende arter er artsspecifikke og påvirker filtrerende arter mest, og kan omfatte utilsigtet transport af arter, ændring i åndedræt og nedsat bundfældning af nye individer (Robertson et al, 2006). I ekstreme tilfælde kan dødelighed fra kvælning, som følge af store mængder sediment forekomme (Berry et al., 2003). De højeste niveauer af TSS forventes at forekomme i den sydlige del af sø #2 samt sø #1 og elvene nedstrøms, hvor systemet også vil modtage suspenderet materiale fra deponering af tailings.

Tætheden af diptera-larver og zooplankton i sø #1 og dele af sø #2 forventes at være upåvirket, da TSS-niveauerne er modelleret til at være mindre end 12,5 mg/L i sø #1, de fleste dele af sø #2 og i elven nedstrøms sø #2.

Udover TSS kan høje koncentrationer af kemiske grundstoffer have indflydelse på bunddyrene. I det udvaskede materiale er der fundet forhøjede koncentrationer af kobber i de fleste kinetiske tests. Myg er generelt tolerante over for høje kobberkoncentrationer, og dødelig effekt [LC50] er fundet ved 30 mg/L (50 mg/L CaCO₃). Majfluen er mindre tolerant (findes ikke i GAM-området), og der er fundet store dødeligheder ved koncentrationer på 25 µg/L efter ti dage (Eisler, 2000). Disse koncentrationer er væsentligt højere end estimatet for Cu-koncentrationen i elve nedstrøms sø #2 under drift og nedlukning.

Dafnien er en planktonisk hvirvelløs dyregruppe, hvoraf 5 arter er almindeligt forekommende i grønlandske søer (Böcher, 2001). Eksponering af fire dafnier til forskellige koncentrationer af kobber viser mindsket overlevelse ved mere end 40 µg Cu/L, og reduktion i vækst og reproduktion ved 40 til 60 µg Cu/L, (Eisler, 1997). Undersøgelser har påpeget, at stigende kobberkoncentrationer i ferskvand fra 0 til 50 µg/L, forårsager en reduktion i det samlede zooplankton og ændringer i diversiteten; inden for 4 dage blev copepoder dominerende på bekostning af *Cladocera*'s (inklusive dafnier), (Eisler, 2000).

Påvirkningen fra de marginale ændringer i vandkvaliteten, der dannes af GAM-mineprojektet på *Daphnia magna*, er blevet testet af Fera Science Ltd., (Fera Science, 2023a). Testen omfattede immobilitet af dafnier ved 48 timers udsættelse for forskellige koncentrationer af blandet udvaskning. Det forskellige udvaskede materiale repræsenterede varierende niveauer fra den første udvaskningstest, og blev fortyndet fra 0-99 %. Resultatet af testen viste ingen immobilitet af dafnier i nogen af testene, heller ikke i den ufortyndede væske. Dette dokumenterer, at koncentrationerne af potentielle skadelige elementer er under de niveauer, der har indflydelse på zooplankton. Derudover blev der ikke observeret nogen effekt ved at blande elementer med forhøjede koncentrationer. Påvirkningen fra minedrift, herunder udvaskning fra TSF-sø deponiet, vil derfor have ubetydelig påvirkning på zooplankton.

Den samlede påvirkning fra minedriften på hvirvelløse dyr, vurderes at være **ubetydelig**, da effekten er lokal og af begrænset omfang, selvom den vil forekomme i hele minens levetid, dvs. mere end 25 år. Endvidere vil gen-kolonisering under nedlukningsfasen være hurtig på grund af myggenes evne til at flyve i voksenstadiet og dafniernes korte livscyklus.

Potentiel påvirkning	Reduktion af bundlevende hvirvelløse dyr og zooplankton		
Påvirkningsfaser	Konstruktion, drift og nedlukning		
VEC	Hvirvelløse dyr i ferskvand – ændringer i vandkvaliteten		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Langvarig >5 år	Medium 25-75 %	

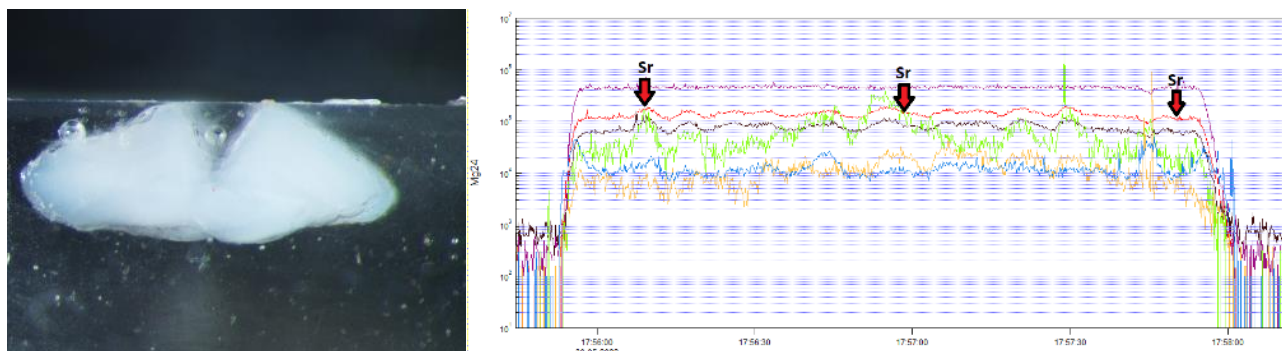
5.7.5. Fisk

Ferskvandsfiskearterne i Majoqqap Qaava-projektområdet udgør hundestejle (*Gasterosteus aculeatus*) og fjeldørred (*Salvelinus alpinus*). Hundestejlen findes i mange søer, herunder isolerede søer, der ikke er forbundet med andre

ferskvandsområder. I projektområdet blev der observeret hundestejle flere steder, og arten forventes at være til stede i hele elvforløbet samt i søerne.

Fjeldørred findes i ferskvand i hele Grønland. Fjeldørred forekommer i to former - en vandrende form og en fastboende form. Den vandrende form gyder og lever sine første 3-5 år i ferskvand, inden den begynder at migrere og tilbringe somrene på havet, inden den vender tilbage til ferskvand om efteråret/vinteren. Den fastboende form er til stede i søer og/eller vandløb gennem hele dens levetid. Ferskvandssystemet i Majoqqap Qaava anorthosit-projektområdet omfatter fem store og relativt dybe søer forbundet med en hovedelv. Under baseline undersøgelsen af elvene og søerne i projektområdet, er fjeldørred blevet fanget med garn i sø #1 i (2020) og sø #2 i (2021). se Figur 54. Længden af de fangede fisk var fra 7 til 42 cm, størrelserne er vist i Figur 55. Af de mindre individer var nogle allerede modne på trods af deres størrelse, og antages at være en del af en bestand i et søsystem. For at undersøge, om de større fisk var vandrende, blev øresten fra tre af de største voksne fisk fjernet og underkastet en Sr-laser analyse. Sr-analysen kan bestemme, om en fisk har tilbragt tid i havvand eller er blevet i ferskvand, ved at analysere niveauerne af Sr. De forhøjede niveauer af Sr i havvand vil blive inkorporeret i fiskens øresten, og derved give et tydeligt havsignal.

Resultaterne fra Majoqqap Qaava viste ingen indikation af, at nogen af de tre analyserede fisk havde været i havet, Figur 52. I så ville Sr-signalet vise mindst to toppe med værdier nær 106, hvilket ikke var tilfældet. Det betyder, at enten det ene eller begge vandfald fra fjorden til sø #2 er for stejle til, at ørreden kan passere dem, Figur 53.



Figur 52: Øresten klargjort til analyse fra fjeldørred fanget ved Majoqqap Qaava og eksempel til laser aflæsning.

Det faktum, at elven i Majoqqap Qaava-dalen ikke er en vandringsrute for fjeldørred, betyder, at de fangede fisk er del af en fastboende bestand. Normalt består bestanden af vandrende ørreder af større individer og også forholds-mæssigt større unger, da vækstraten er højere under deres ophold til havs. Stationære sø-populationer rummer færre store individer, og individerne er ofte mindre, når de når voksenalderen. De større individer spiser ofte andre fisk for at få tilstrækkelig energi, hvilket påvirker bestandsstørrelsen. På grund af større bestande med store fisk, anses vandrende populationer og deres gydeleve generelt for at være en mere værdifuld økologisk komponent end de afsondrede mindre sø-populationer på grund af den meget større sekundære produktion og de afledte effekter, de vandrende arter har på den omgivende økologi, herunder det marine økosystem.

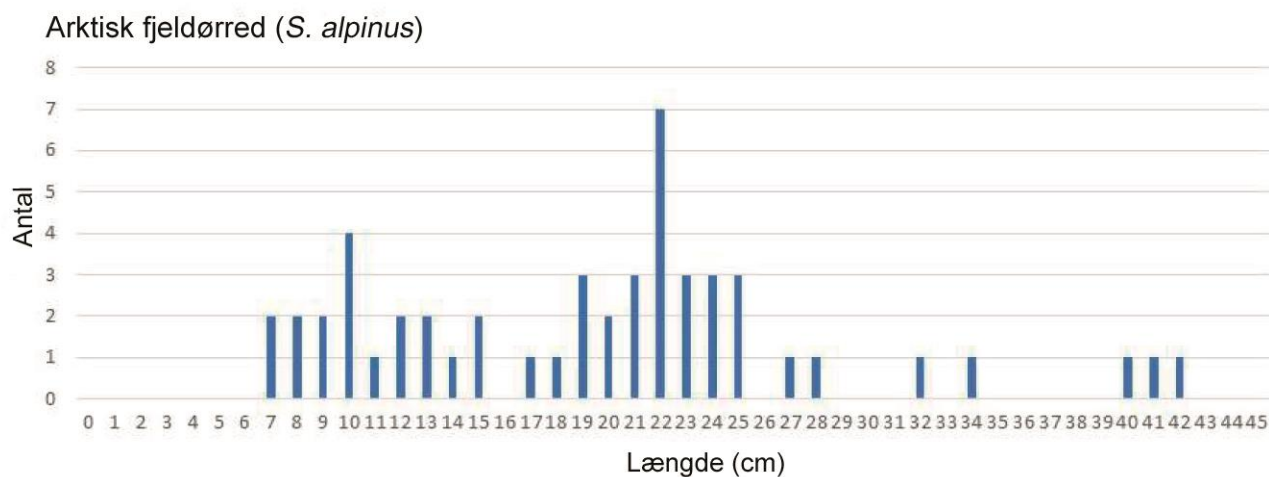
Udover Majoqqap Qaava-projektdalen rummer Qeqertarsuaat-fjordsystemet adskillige andre elve kendt som gode fiskesteder, og Qeqertarsuaat Kangerdluat bruges almindeligvis af lokale fangere og fiskere til at fange fjeldørred med garn, Figur 56, (Nielsen et al, 2000); SIA interview input fra fangere i Qeqertarsuaat (Rambøll, 2023b) (Rambøll, 2023a).



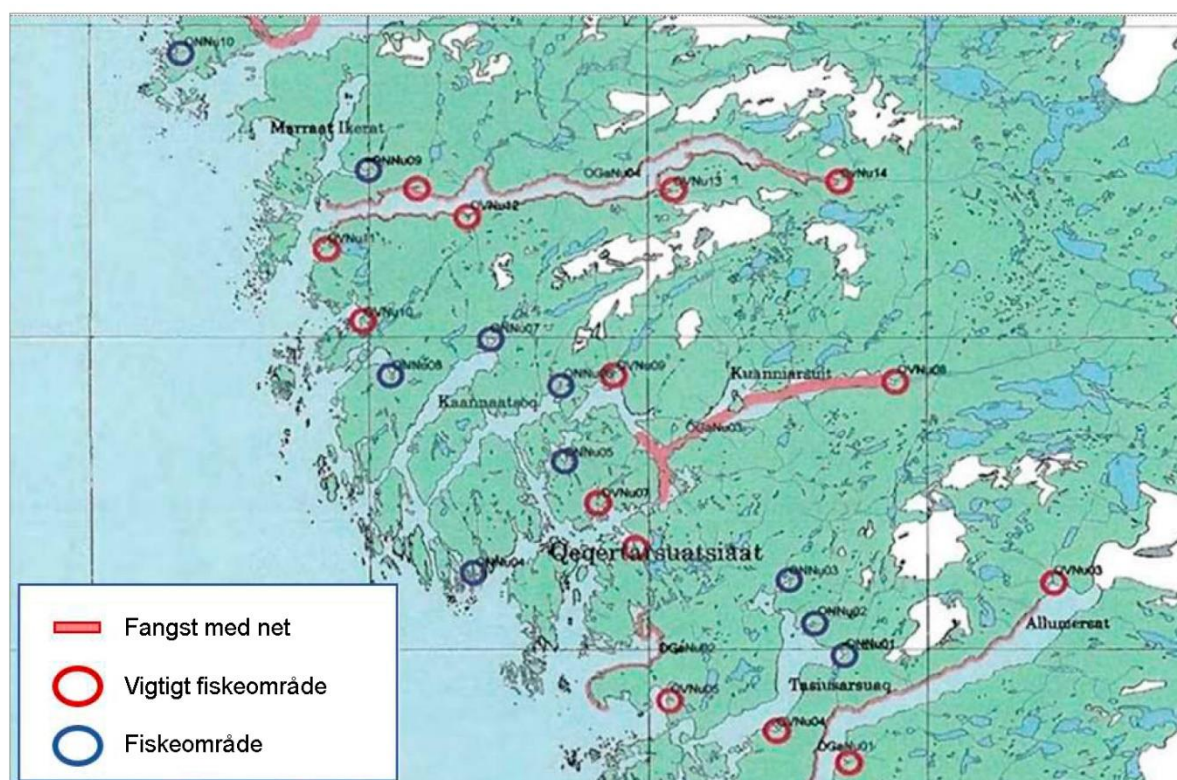
Figur 53: Vandfald ved udløbet i fjorden (venstre) og ved indgangen til sø #1 (højre).



Figur 54: Stime af fjeldørreder (10 fisk) tæt på udløbet til fjorden (venstre) og en stime af hundestejler i elven mellem sø #4 og sø #2 (højre).



Figur 55: Vigtigt område for fiskeri af fjeldørred ved Qeqertarsuatsiaat.



Figur 56: Vigtigt område for fiskeri af fjeldørred ved Qeqertarsuatsiaat.

5.7.5.1. Konsekvensvurdering i anlægsfasen

Anlægsfasen forventes ikke at påvirke fjeldørred i projektområdet. Alt byggeri vil foregå på land bortset fra de 4 eller 5 elvkrydsninger, som vil kræve noget arbejde i elven. Anlæggelsen af elvkrydsningerne vil være en midlertidig anlægsfase, som sandsynligvis vil kræve en del gravning eller endda sprængning, hvilket vil resultere i, at spredning af

faste stoffer og grus flyder nedstrøms. Dette vil kunne påvirke elven nedstrøms, men krydsningerne vil blive konstrueret, og dimensioneret til at have mindst mulig indvirkning på den naturlige strøm, og en eventuel midlertidig ændring i form af øget strøm, og spredning af sand og grus, forventes at vende tilbage til basistilstand inden for en kort tidsrum.

Vedrørende affald og spildevand vil dette blive håndteret helt i bunden af dalen tæt på fjorden, og forventes ikke som sådan at have nogen effekt på næringssystemet i ferskvandet – se afsnit 0. Hundestejler er udbredte og ret modstandsdygtige fisk, der ikke er registreret som sårbare og vil som sådan ikke blive vurderet nærmere.

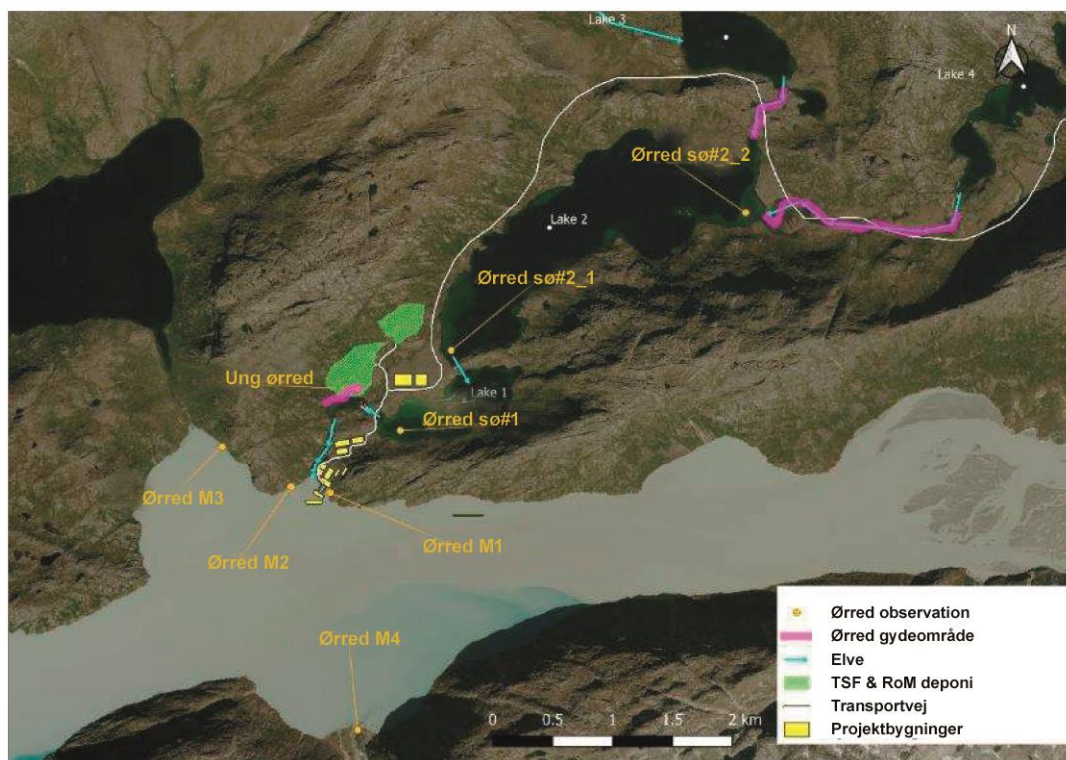
Potentiel påvirkning	Reduktion af ferskvandsfiskebestanden		
Påvirkningsfaser	Konstruktion og efter nedlukning		
VEC	Fisk, særligt fjeldørred		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Midlertidig <1 år	Medium 25-75 %	

5.7.5.2. Konsekvensvurdering i driftsfasen

Under baseline undersøgelserne, blev de nedre dele af ferskvandssystemet undersøgt for fisk. I den nederste del af systemet blev der observeret adskillige (>20 individer) unge fjeldørreder (*Salvelinus alpinus*) i små afsnørede elve og bassiner Figur 57. I løbet af 2020-feltarbejdet blev nogle få eksemplarer af fjeldørred fanget i sø #1, hvor ét individ var voksent.

Under feltarbejdet i 2021 blev garn placeret på 2 steder i sø nr. 2, for at fastslå om der var fjeldørred, og i så fald en stationær eller vandrende bestand. Garnene fangede talrige fjeldørreder, og selvom der ikke blev fisket i sø #3 og sø #4, er der sandsynligvis også fjeldørred at finde her. Hundestejler (*Gasterosteus aculeatus*) blev observeret i hele ferskvandssystemet. Analyser peger på, at bestanden af fjeldørred i projektdalen er en fastboende bestand.



Figur 57: Kort, der viser prøver af fjeldørred.

Den mest betydelige påvirkning af fjeldørred, anses generelt for at være udslip af forurenende stoffer, og fine sedimenter til elve eller søer, og blokering af vandløb, der forbinder havet og ferskvandsgydepladserne. Overordnet set, er fjeldørred meget modstandsdygtig over for høje strømniveauer, og ferskvandsfisk kan generelt tolerere høje niveauer af suspenderede stoffer (SS), og dødelig effekt ses først ved koncentrationer over 10.000 mg/L (Robertson, Scruton, Gregory, & Clark, 2006). Dette fremgår af mængden af ørred fanget i de meget grumsede indre dele af Qeqertarsuaat Kangerdluat, også M1-M4 i Figur 57. Derudover påviser nyere data fra et andet projektsted tilstedeværelsen af fjeldørred i en meget grumset glacial ferskvandssø i Sydvestgrønland (NIRAS, 2021a). Derfor vil en stigning i strømniveau ikke direkte tvinge lokale fjeldørred ud af deres habitat, men undersøgelser har vist, at laksefisks gydepladser kan udvise lavere udklækkelsessucces og potentielt lavere udklækkelsesoverlevelse på grund af sediment, der tilstopper æggene og fratager dem tilstrækkelig ilt (Low, Igøe, Davenport, & Harrison, 2011).

Som for de tidligere vurderede organismer er Cu det eneste element, der potentielt kan påvirke ferskvandsfiskene. Der er ikke fundet nogen kobberforsøg på fjeldørred (*Salvelinus alpinus*), men den meget lignende bækørred (*Salvelinus fontinalis*) er blevet undersøgt, og her blev det fundet, at koncentrationer fra 3,4 til 17,4 µg Cu/L ikke påvirkede overlevelse, vækst og reproduktion af voksne individer. Koncentrationer på 17,4 og 32,5 µg Cu/L viste mærkbare effekter på overlevelse og vækst af yngel og unge individer. LC50 viste sig at være 100 µg Cu/L ved eksponering på 96 timer (Eisler., 1997). Cu-koncentrationen blev estimeret til at være 15,85 µg Cu/L idet udvaskede materiale fra TSF-tør deponiet, og denne koncentration vil blive fortyndet betydeligt i sø #2.

Tidligere er koncentrationerne af plante plankton og zooplankton vurderet til at være upåvirkede af mineaktiviteterne, og som sådan forventes fødetilgængeligheden for både fjeldørred og hundestejle at forblive på samme niveau som før mineaktiviteten. Men med alle indikatorer, der peger i retning af, at bestanden af fjeldørred i dalen er en fast bestand, vil den usandsynlige reduktion af bestanden af fjeldørred kun have meget lokale økologisk effekt.

Påvirkning af ferskvandssystemet er uundgåelig ved igangsætning af minedrift i projektområdet. Med det forventede niveau af forstyrrelser og den forventede største påvirkning i de laveste dele af ferskvandssystemet, vil den samlede økologi i størstedelen af dalens vandløb, og søer dog lide under en **mindre**, og sandsynligvis reversibel påvirkning.

Potentiel påvirkning	Reduktion af ferskvandsfiskebestanden
Påvirkningsfaser	Drift og nedlukning
VEC	Fisk, særligt fjeldørred

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Mindre betydning
Lokal	Lav	Langvarig >5 år	Medium 25-75 %	

5.7.6. Ferskvandsfugle

Flere fugle er knyttet til ferskvand i Grønland. Gæs bruger søer til hvile, mens andre arter udnytter søer og elve til fouragering, især på insekter og fjeldørred. Af ferskvandsfuglene er Islom (*Gavia Immer*) og Harlekinand (*Histrionicus histrionicus*) optaget på Grønlands rødliste over truede arter, begge er opført som næsten truet [NT] (Boertmann & Bay, Grønlands Rødliste, 2018a).

I 2003 blev der registreret 1 han- og 5 hunharlekinænder på en elv i Qeqertarsuatsiaat-fjorden. Men præcis hvilken elv, er ikke klart defineret (Boertmann., 2003). På baggrund af interviews med fangere fra Qeqertarsuatsiaat skulle harlekinænder være til stede i sø #1 og sø #2. Der blev dog ikke set nogen harlekinænder under baseline arbejdet i hverken 2020, 2021 eller 2022.

Islom (*Gavia immer*) er en udbredt, men ikke særligt hyppig ynglefugl i Grønland. De yngler normalt på små øer i store, dybe uforstyrrede søer. Føden består af fisk, især fjeldørred. Størrelsen af den grønlandske bestand er ukendt, men anslået til 685 par og er opført som "Næsten truet" på grund af artens lille (og sårbare) ynglebestand] (Boertmann & Bay, Grønlands Rødliste, 2018a).

Under feltarbejdet blev flere arter relateret til ferskvand observeret inden for projektområdet. I sø #3 og sø #2 blev observeret gråand (*Anas platyrhynchos*), islom (*Gavia immer*) og toppet skallesluger (*Mergus serrator*). Tilstedeværelsen var konsistent under en 14-dages undersøgelse med individer, der bevægede sig rundt i og mellem søerne.

Islom (*Gavia immer*) ankommer til redeområder i maj-juni og forlader dem i oktober. Søerne ved Majoqqap Qaava anorthosit-projektområdet kan potentielt fungere, som både rede- og opvækstområde for denne art. Årsagen til, at der ikke blev observeret Islom i juni, kan være en kombination af den relativt korte periode med feltarbejde, og det faktum, at fuglene kan have brugt det meste af deres tid på at ruge æggene i denne periode. På trods af at Islom er opført som næsten truet, er jagt stadig tilladt fra 1. september til 15. oktober (Naalakkersuisut, 2019a).

Toppet skallesluger (*Mergus serrator*) er ret almindelig i Vestgrønland, hvor den yngler langs fjordene og indsøerne. Størrelsen af den grønlandske ynglebestand kendes ikke. Den tilbringer vinteren langs Sydvestgrønlands kyst og ankommer til redepladserne i maj eller begyndelsen af juni. Kosten består primært af fisk, herunder fjeldørred. I august 2021, blev der registreret en stationær flok på 8 Toppet skallesluger i projektområdet mellem sø #2 og sø #3. Som tilfældet er for Islom, yngler Toppet skallesluger sandsynligvis i små mængder i søsystemet eller langs fjorden.

5.7.6.1. Konsekvensvurdering i anlægsfasen

Anlægsfasen vil hovedsageligt påvirke fugle tilknyttet ferskvand under anlæg af transportvejen. Ingen ferskvands-tilknyttede fuglearter blev identificeret i den indre del af dalen, og det vurderes, at den nordlige del af sø #2 og sø #3, har den højeste økologiske konsekvens for sådanne fugle. Aktiviteten under konstruktionen af vejstrækningen NØ for

sø #2, og nær søen kan få ferskvandsfugle her til at trække sig tilbage fra området. De vil højst sandsynligt flytte til den nordvestlige del af sø #3 eller til den sydlige bred (nordlige del) af sø #2, og den samlede aktivitet vil sandsynligvis ikke have stor indflydelse på fuglene i den indledende anlægsfase. Da byggeriet vil foregå i 1-2 år, kan det andet år potentielt få Islom og Toppe skallesluger til at vælge en anden lokal sø, hvis forstyrrelsesniveauet er for højt. Flytningen vil dog ikke have nogen indvirkning på den samlede population.

Potentiel påvirkning	Inddragelse af sø-tilknyttede fuglearters leveområde		
Påvirkningsfaser	Konstruktion og efter nedlukning		
VEC	Ferskvandsfugl		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Midlertidig <1 år	Medium 25-75 %	

5.7.6.2. Konsekvensvurdering i driftsfasen

Fugle, der er tilknyttet ferskvand, såsom den observerede Islom og Toppet skallesluger, forventes at migrere væk fra den NØ-del af sø #2, hvis der vil blive etableret et undersøisk tailings deponi her. Individuer observeret i sø #3 og i de små vandområder sydøst for sø #3 er sandsynligvis ikke påvirket af trafikken på transportvejen, der ligger omkring 300-500 meter mod vest, når først produktionsrutinen er oppe at køre.

Potentiel påvirkning	Inddragelse af sø-tilknyttede fuglearters leveområde		
Påvirkningsfaser	Drift og nedlukning		
VEC	Ferskvandsfugl		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Mindre betydning
Lokal	Lav	Langvarig (>5 år)	Medium 25-75 %	

Alene størrelsen af sø #2 og størrelsen - og den ringe interaktion mellem sø #3 og den planlagte projekinfrastruktur fører til konklusionen, at disse søer vil forblive egnede som sæsonbestemte levesteder for de ferskvandsfuglearter, der observeres her. Individuelle fugle vil sandsynligvis trække sig tilbage til andre dele af søerne i perioder med højt aktivitetsniveau på bestemte steder nær kystlinjerne, men dette vurderes at have ringe indflydelse på deres generelle tilstand. Også sø #4 og #5 længere opstrøms vil sandsynligvis generelt være uforstyrrede og forventes at forblive et potentielt sæsonbestemt levested for migrerende ferskvandsfugle.

5.8. Det marine miljø

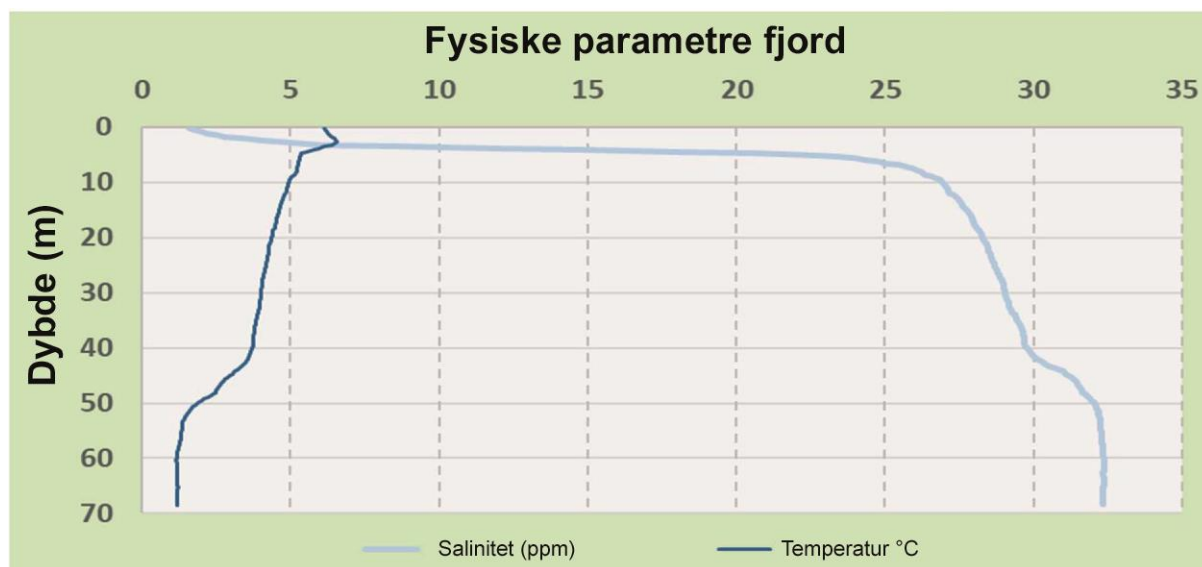
Qeqertarsuaat Kangerdluat er mere end 200 meter dybt i området lige ud for kysten fra den planlagte havn. Kystlinjen i den indre del af fjorden er præget af en kuperet kystlinje med relativt stejle skrånninger. Kystområdet i nærheden af projekthavnen er mangfoldigt, og inkluderer klippefyldte kyster af grundfjeld eller sedimentære bjergarter, dækket af lerede aflejringer. Dette fører til tilstedeværelsen af flere marine miljøer i nærheden af projektområdet.

Beskyttede kyststrækninger understøtter normalt høj biodiversitet, men havmiljøet i de indre dele af Qeqertarsuaat Kangerdluat er stærkt påvirket af høje siltkoncentrationer (TSS), der stammer fra indlandsisen. Mange organismer lider under høje siltkoncentrationer, og økosystemet i fjorden er domineret af få arter med høje silttolerancer. Desuden kan høje TSS-koncentrationer også reducere primærproduktionen i området. Fjordens dynamik er underlagt tidevandscyklussen, der skifter to gange om dagen mellem høj- og lavvande.

Mineaktiviteten ved Majoqqap Qaava forventes generelt at have lav indvirkning på havmiljøet, da mineområdet ligger omkring 12 kilometer inde i landet. Forarbejdningsfaciliteterne vil blive placeret i den nederste del af Kuussuatsiaat-dalen, og tailings vil blive deponeret på land eller i sø #2, i henhold til mineplanens layout. Den forventede påvirkning af minedriften vil således hovedsageligt påvirke vandkvaliteten i driftsfasen via øgede niveauer af næringsstoffer, visse metaller og suspenderede sedimenter. Udover vandkvalitetsparametrene kan fysisk aktivitet fra skibsfart til forsyninger og eksport af produkter også have en indflydelse på både anlægs- og driftsfasen.

5.8.1. Vandkvalitet

Den indre del af Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat er dækket af is i de fleste vintre. Så snart isen smelter, og ferskvandet begynder at dræne ved optøning, etableres en adskillelse af vandsøjlen. Vandsøjlen er adskilt i en øvre brakvandsforekomst og en dybere saltvandsforekomst. I august 2021 kunne bundlaget opdeles i to lag adskilt på 40 meters dybde. Vandsøjlen under 40 meter var højst sandsynligt havvand, der kom ind i fjorden. Dynamikken i fjorden er drevet af tidevandets cyklus samt vindgenererede bølger og strøm. Tidevandet i fjorden er omkring 4 meter fra laveste til højeste tidevand (DMI, 2022).



Figur 58: Temperatur og saltholdighed i Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat den 25. august 2021.

Vandkvaliteten i Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat er under stor indflydelse af de høje koncentrationer af silt i den øvre vandsøjle. Vandprøver blev indsamlet over og under den øvre densitetsgrænse i vandet på dybder af 5 meter og 35 meter (Figur 58). Overfladevandet havde TSS-niveauer på 7,1 mg/L, og den nederste vandsøjle havde TSS-niveauer på 6,3 mg/L. Forskellene i TSS mellem øvre og nedre lag er drevet af den siltholdige ferskvandsafstrømning begrænset til den øvre vandsøjle af saltholdighedsgradienten, mens den nedre vandsøjle er en blanding af siltholdigt ferskvand og havvand. Den kemiske sammensætning af havvand i fjorden viste niveauer under grænseværdien fastsat i MRA's retningslinjer for alle grundstoffer undtagen Cu og Zn i de nedre lag. Disse to elementer havde niveauer på 1,5 gange tærsklen, Tabel 32.

Station	Lag	As (µg/L)	Cd (µg/L)	Cr (III) (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (mg/L)	Pb (µg/L)	Hg (µg/L)	Ni (µg/L)	Zn (µg/L)	Total-P (mg/L)	Total N (mg/L)	TSS (mg/L)
	Øvre (5m)	0.72	<0.060	<0.20	1.2	<0.010	0.79	<0.002	0.67	9.6	0.009	0.24	7.08
	Nedre (35m)	1.5	<0.060	<0.26	2.9	0.012	1.1	<0.001	1.4	15	0.012	0.13	6.31
MRA* grænse		5.0	0.2	3.0	2.0	30	2.0	0.05	5.0	10	-	-	50

Tabel 32: Resultat af de filtrerede havvandsanalyser under (35m) og over (5m). * MRA WQL for havvand. Værdier, der overstiger den grønlandske WQL-grænse, er markeret med grønt.

5.8.1.1. Konsekvensvurdering i og anlægsfasen

Udover havnefaciliteterne vil anlæg af infrastruktur være placeret i dalen og mineområdet. Anlægsarbejde kan potentielt påvirke vandkvaliteten i fjorden. Men på baggrund af mængden og varigheden af støv der dannes under anlægsfasen, både inde i landet og ved havnen, vurderes påvirkningen fra anlægsfasen at være **ubetydelig** for havmiljøets vandkvalitet.

Potentiel påvirkning	Ændringer i marin vandkvalitet
Påvirkningsfaser	Konstruktion og efter nedlukning
VEC	Marin vandkvalitet

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Midlertidig <1 år	Lav (25 %)	

5.8.1.2. Konsekvensvurdering i driftsfasen

Baggrunds niveauerne af ferskvand, der strømmer ud i Qeqertarsuaat Kangerdluat (ferskvandsstation F08) var i gennemsnit 0,223 µg Cu/L, og dermed væsentligt lavere end niveauet i fjorden. Deponeringen af tailings vil udvaske materiale. De udvaskede elementer fra kolonnetesten og fugtcellestesten, blev analyseret for potentielle skadelige metaller. Resultatet viste, at der var forhøjede niveauer af særligt Cu indenfor de første 1-2 dage, hvorefter koncentrationen faldt under baggrunds Cu-koncentrationerne i fjorden. Udvasningen fra ferskvandet blev estimeret til 0,35 µg Cu/L i gennemsnit over et halvt år, og det maksimale mobiliserede materiale under den højeste udvaskning blev estimeret til 15,85 µg Cu/L fra TSF-tør deponiet (værest tænkelige scenarie), afsnit 5.7.2.2. Inden dette udvaskningsprodukt når havmiljøet, vil det blive fortyndet med mere end en faktor 10 (dagligt bidrag på regnfulde dage/den daglige udstrømning fra sø #2). Dette resulterede i et maksimumsniveau på ca. 1,59 µg Cu/L i havmiljøet.

MRA-retningslinjen er 2 µg/L og det anbefales i: "Handbook of chemical risk assessment: health hazards to humans, plants and animals", at Cu-koncentrationer i marine økosystemer i gennemsnit skal være under 4 µg Cu/L og aldrig overstige 23 µg Cu/L (Eisler, 2000). Værdierne fra udvaskningstestene viser en Cu-koncentration over de anbefalede værdier i et worst-case scenarie, men Cu-koncentrationen i ferskvandet der kommer ud i fjorden, vil blive fortyndet og være lavere end de anbefalede værdier. Påvirkningen fra minedriften på havvandskvaliteten vurderes således at være **mindre**. Denne vurdering understøttes også af skønnet i afsnit 5.7.1 og 5.7.2, der viser, at kobberkoncentrationen i ferskvandet fra Kuussuaatdalen, der kommer ind i fjorden, vil være lavere end kobberkoncentrationerne i den øvre del af vandsøjlen kl. fjorden Tabel 32.

Potentiel påvirkning	Ændringer i marin vandkvalitet
Påvirkningsfaser	Drift og nedlukning
VEC	Marin vandkvalitet

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Mindre betydning
Lokal	Lav	Langvarig >5 år	Medium 25-75 %	

5.8.2. Skibstrafik og undervandsstøj

Transport til projektområdet gennem den nordlige passage (Aniggoq - Sarfat Aariaat fjorden) er 30 sømil lang (fra kyst til projektområdet), og det anslås, at det i gennemsnit vil tage 4 til 5 timer for bulkskibe, og tankskibe at sejle ruten, afhængig af vejrforhold og strøm. Den sydlige passage (Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat) er cirka 23 sømil lang og vil tage 3 til 4 timer at gennemføre. Det svarer til hastigheder på 6-8 knob. Ruterne er relativt smalle og under 2.000 meter brede på de fleste positioner, se afsnit 4.9. Derfor vil støj fra bulkskibe, produkttankskibe og slæbebåde sandsynligvis øge det omgivende støjniveau i hele fjordens bredde. Dog vil sejlads med reduceret hastighed, resultere i reducerede støjniveauer (McKenna, Wiggins, & Hildebrand, 2013). Større fartøjer vil sejle med lav hastighed for at navigere sikkert i fjordene. Undervandsstøj fra både i Targa-klassen, der bruges til mandskabsskifte, vil modsvarer det eksisterende støjniveau fra nuværende trafik i området.

Skibstrafik foregår allerede i projektområdet centreret omkring Qeqertarsuatsiaat. Trafikken består af mindre lokale både med påhængsmotorer samt småskala fiskefartøjer (Snyder, Jacobsen, & Delaney, 2017). Ydermere modtager Qeqertarsuatsiaat hver anden uge forsyninger fra Royal Arctic Lines containerskibe (650 DWT) (RAL, 2022). Den skibstrafik, som GAM-projektet introducerer, kan tilføjes til den allerede eksisterende trafik. Den forventede skibsaktivitet for projektet, er angivet i Tabel 6.

Øget støj fra skibsfart kan påvirke havpattedyr, da de er meget afhængige af lyd til navigation, lokalisering af byttedyr og kommunikation. Skibe, der sejler til og fra projektstedet, vil involvere både store skibe op til 45.000 DWT (bulkskibe), tankskibe til brændstofforsyning, fragtskibe og små både (Targa-klasse), der bruges til transport af personel og anden forsyning. Den øgede skibstrafik vil uundgåeligt øge det omgivende støjniveau i havmiljøet, som på dette tidspunkt kun påvirkes af mindre både, der sejler i fjorden.

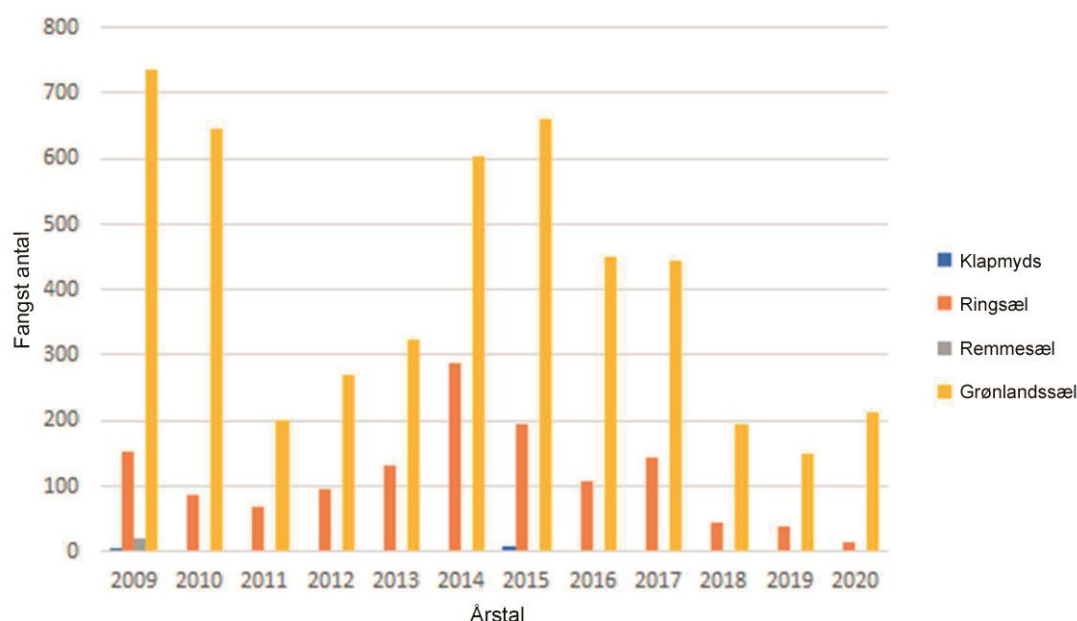
Bulkskibe, der bevæger sig med en hastighed på 14 knob, har et bredbånds (20-1.000 Hz) kildeniveau på ca. 185 dB re μPa_2 @ 1m (rms) med det højeste kildeniveau mellem 100-200 Hz, (McKenna, Ross, Wiggins, Hildebrand, & A., 2012). Det betyder, at 1 m fra kilden, f.eks. et bulkskib, kan der måles undervandsstøjniveauer på op til 185 dB ved frekvenser mellem 100-200 Hz. Imidlertid har støj fra en række forskellige fartøjstyper vist sig at hæve det omgivende støjniveau på tværs af frekvenser fra 0,025 til 160 kHz i en rækkevidde på op til 1.000 m (Hermannsen, Beedholm, Tougaard, J., & Madsen, 2014). Den mulige påvirkning fra øget skibstrafik og undervandsstøj på havmiljøet, behandles senere i afsnit 5.8.3 – Havpattedyr og afsnit 5.8.4– Fisk.

5.8.3. Havpattedyr

Fjordsystemerne Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat og Aniggoq – Sarfat Aariaat er ikke et kendte hotspots for havpattedyr, men flere arter (for det meste sæler) benytter området regelmæssigt, mens andre (hvaler) sandsynligvis er tilfældige besøgende i området. Teksten er baseret på viden fra tilgængelig litteratur og fangststatistik indsamlet fra Grønlands regering.

5.8.3.1. Sæler

Der findes seks sælarter i Grønland: Grønlandssæl (*Pagophilus groenlandicus*), ringsæl (*Pusa hispida*), klapmyds (*Cystophora cristata*), remmesæl (*Erignathus barbatus*), spættet sæl (*Phoca vitulina*) og gråsæl (*Halichoerus grypus*), alle er del af gruppen "ægte sæler". Spættet sæl og gråsæl findes i begrænset antal, og er beskyttet mod jagt. De resterende fire sælarter er genstand for jagt. Fangststatistikken giver ikke oplysninger om specifikke fangstpositioner, men statistikken for Qeqertarsuatsiaat giver en indikation af artstilstedeværelse inden for eller i nærheden af projektområdet, Figur 59.

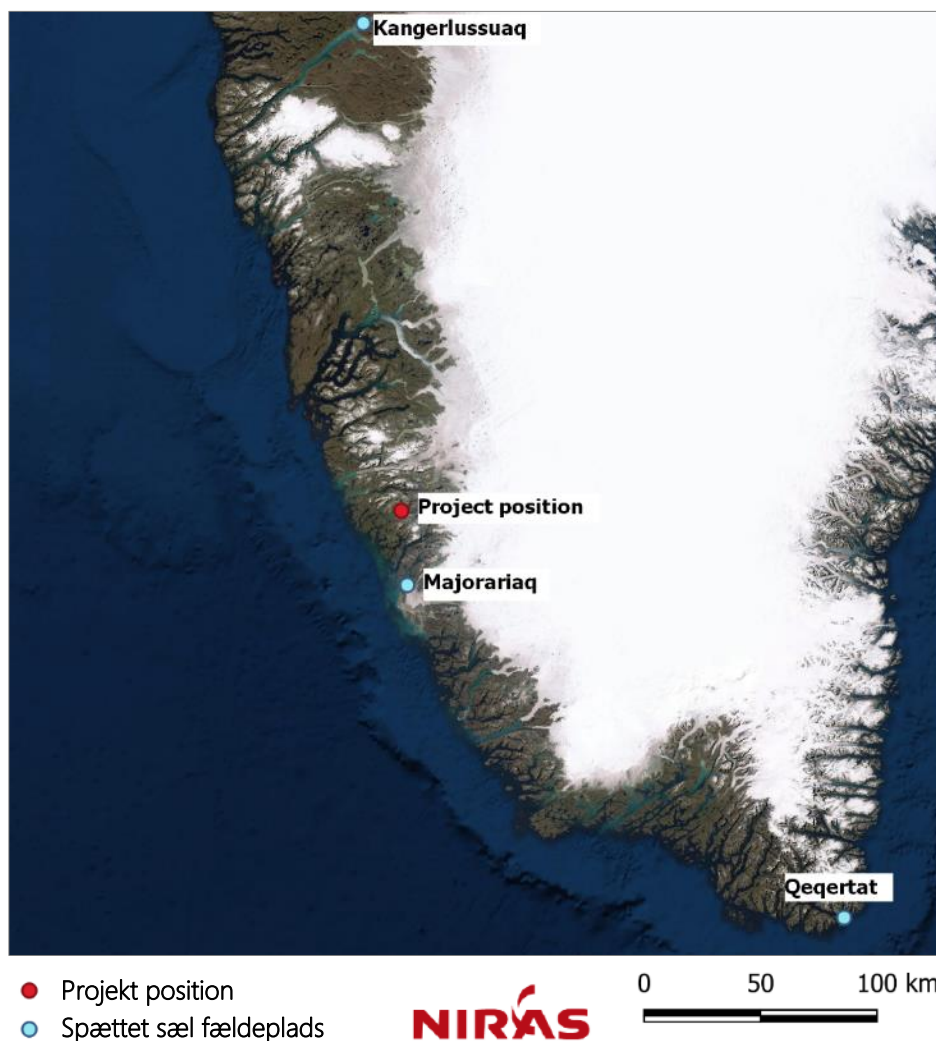


Figur 59: Fangststatistik over fire sælarter registreret af fangere fra Qeqertarsuatsiaat i perioden 2009-2020 (APN, 2022).

Gråsæl (to individer) blev første gang registreret i Grønland i 2009 nær Kap Farvel ved Grønlands sydspids (Rosing-Asvid, Teilmann, Dietz, & Olsen, 2010). Sidst der blev registreret en gråsæl i Grønland var i 2010 i samme område, som året før (Christensen, et al., Biologiske interesseområder i Vest- og Sydøstgrønland. Kortlægning af vigtige biologiske områder, 2016). Klapmyds og remmesæl lever på isen, og er afhængige af is til at jage, fælde og yngle. Klapmyds bevæger sig primært langs kontinentsoklen, og opholder sig ude fra kysten (Andersen, Wiersma, Stenson, Hammil, & Rosing-Asvid, 2009). Remmesæl opholder sig hovedsageligt ud for det lave vand på kontinentsoklen i områder med drivis eller nær kanaler ud for både Øst- og Vestgrønland. Det højeste antal findes i områder, hvor der er havis (Laidre, et al., 2008). Begge arter kan observeres omkring Qeqertarsuatsiaat, men som fangststatistikken indikerer, er antallet af fangster lave, Figur 59. Det vurderes at være højst usandsynligt, at der findes gråsæler inden for vurderingsområdet. Tilsvarende forventes klapmydser og remmesæler at være sjældne besøgende i området. Derfor vil disse tre arter ikke blive behandlet yderligere.

Spættet sæl er en af verdens mest almindelige sælarter. I Grønland har de aldrig været vidt udbredt, men alligevel har arten været genstand for intens jagt, og antallet er lavt. Som følge af det lave antal, har spættede sæler været beskyttet mod jagt siden december 2010. På nuværende tidspunkt anses de for at være kritisk truede på Grønlands Rødliste (Boertmann & Bay, 2018b), men er klassificeret som ikke truet på den globale IUCN Rødliste (Lowry, 2016). Man ved kun lidt om deres nuværende udbredelse i Grønland. Grundlæggende oplysninger om yngle- og fældepladser og indikationer om deres antal kendes kun for tre lokaliteter: Kangerlussuaq (Vestgrønland), Majorariaq (Sydvestgrønland) og Qeqertat nær Kap Farvel, Figur 60. Der er kun få sæler tilbage i Kangerlussuaq, hvorimod antallet omkring

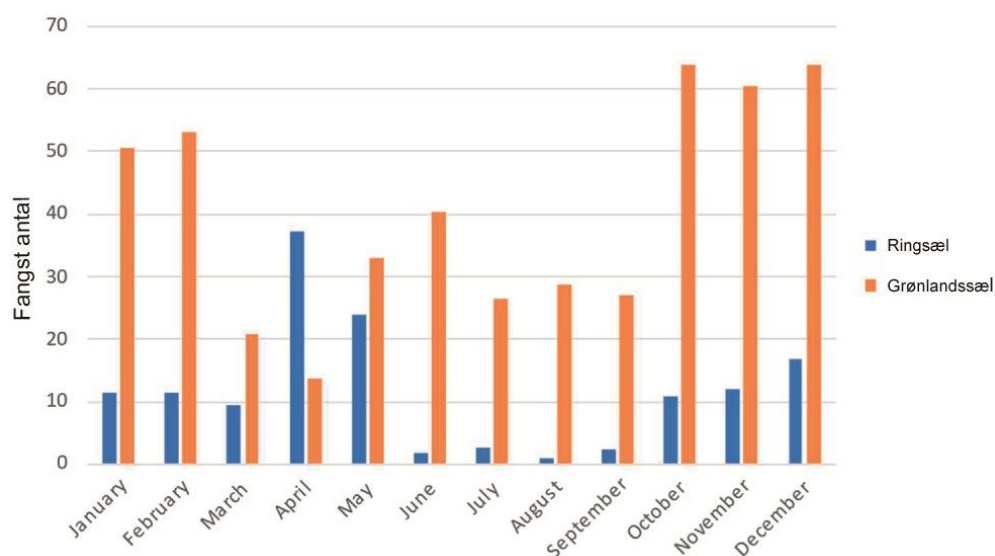
Majorariaq og Qeqertat sandsynligvis udgør mindre end 100 individer på hvert sted, men med en opadgående tendens (NAMMCO, 2021b). Spættet sæl er sporadisk blevet spottet i Sermilik og Angorlia fjordsystemerne lige nord for Qeqertarsuatsiaat (Christensen, et al., Biologiske interesseområder i Vest- og Sydøstgrønland. Kortlægning af vigtige biologiske områder, 2016), og lokale fiskere og fangere oplyser, at der ses spættet sæl i den inderste del af Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat (Rambøll, 2023a). Ydermere viser fangststatistik fra Qeqertarsuatsiaat, at der blev fanget hhv. én og to spættede sæler nær bygden i 2010 og 2011 (APN, 2022). Der kan således sandsynligvis være spættet sæl i projektområdet. Der er dog ikke registreret spættet sæl under feltarbejdet, hverken af feltpersonalet eller på de vildtkameraer, der var placeret for at holde øje med sandstrande i den indre del af fjorden som en del af projektets VVM og baseline.



Figur 60: Kendte og aktive fældepladser for Spættet sæl (2020) i forhold til GAM-projektområdet. Modificeret fra (NAMMCO, Report of the Scientific Committee Working Group on Coastal Seals, January 2021. Tromsø, Norway., 2021).

Spættet sæl yngler, fælder og trækker op på land – i modsætning til de mest almindelige grønlandske sæler. De bruger de samme lokaliteter år efter år, og det er i deres tid på land, at sælerne er mest sårbare over for forstyrrelser, især da der er få lokaliteter på land tilbage i Grønland for spættet sæl. Sælerne er dog i stand til en vis grad af tilvæning til almindelige menneskelige forstyrrelser (Christensen, et al., Biologiske interesseområder i Vest- og Sydøstgrønland. Kortlægning af vigtige biologiske områder, 2016). Der er ingen kendte lokaliteter for spættet sæl inden for projektområdet.

Ringsæler er også afhængige af is for at yngle, fælde og hvile, og derfor er et fællestræk ved deres udbredelsesområder tilgængeligheden af havisen (Kovacs & Lydersen, 2008). Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat fjordsystemet er ikke det foretrukne område for ringsæler, og deres hovedudbredelse på vestkysten er nord for 69°N (Teilmann & Kapel, 1998), men de findes og fanges året rundt i projektområdet, Figur 61. Under yngletiden er ringsæler stærkt afhængige af landfast is med tilstedeværelsen af et betydeligt snedække, som er påkrævet til hulebyggeri (Kovacs & Lydersen, 2008). De bruger også landfast is til at trække ud og fælde. Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat fjordsystemet er isfrit om sommeren og efteråret, men der dannes is i bunden af fjordsystemet om vinteren, hvilket gør det muligt for ringsæler at opholde sig i området. Det er også det tidspunkt af året, hvor fangsterne begynder at stige i området, før de top- per i det sene forår. Herefter ses et brat fald. Dette skyldes sandsynligvis, at mobiliteten og størrelsen af det område, der bruges af ringsæler, konsekvent er større i sæsonen med åbent vand (Born, Teilmann, Acquarone, & Rigét, 2004), og de fleste sæler kan svømme til områder, hvor der er mere is til stede. Ligesom Grønlandssæl er ringsæler fordelt over hele det arktiske og subarktiske område uden særlige samlingsområder. Dette gør dem robuste over for overud- nyttelse, og på både IUCN's globale rødliste og Grønlands rødliste (Boertmann & Bay, 2018b) er ringsæler opført som ikke truet.



Figur 61: Gennemsnitlige fangsttal af ringsæler og grønlandssæler i perioden 2009-2017 (APN, 2021) for projektområdet. Ringsæler viser en stigning i tilstedeværelsen i (i nærheden af projektområdet) i løbet af foråret og igen i det sene efterår/vinter. Grønlandssæler er til stede året rundt.

Grønlandssæler er opdelt i tre forskellige bestande: Nordvestatlanten, Østgrønland og Hvidehavet (Sergeant, 1991), hvor de sæler, der er relevante for projektområdet, tilhører den nordvestlige Atlanterhavbestand. Grønlandssæler er den mest udbredte sælart i Nordatlanten (Stenson, Haug, & Hammill, 2020). Dette afspejles i fangststatistikken omkring Qeqertarsuatsiaat, hvor grønlandssælfangsten langt overstiger fangsten af de andre arter Figur 59 og Figur 61. De nordvestatlantiske grønlandssæler vandrer fra deres fælde- og ynglesteder nær Newfoundland (Stenson, Buren, & Koen-Alonso, 2016), og ankommer til Vestgrønland og projektområdet omkring maj. Ifølge fangststatistikken migrerer ikke alle grønlandssæler tilbage til deres yngleområder i løbet af vinteren, da grønlandssæler fanges året rundt nær Qeqertarsuatsiaat, Figur 61.

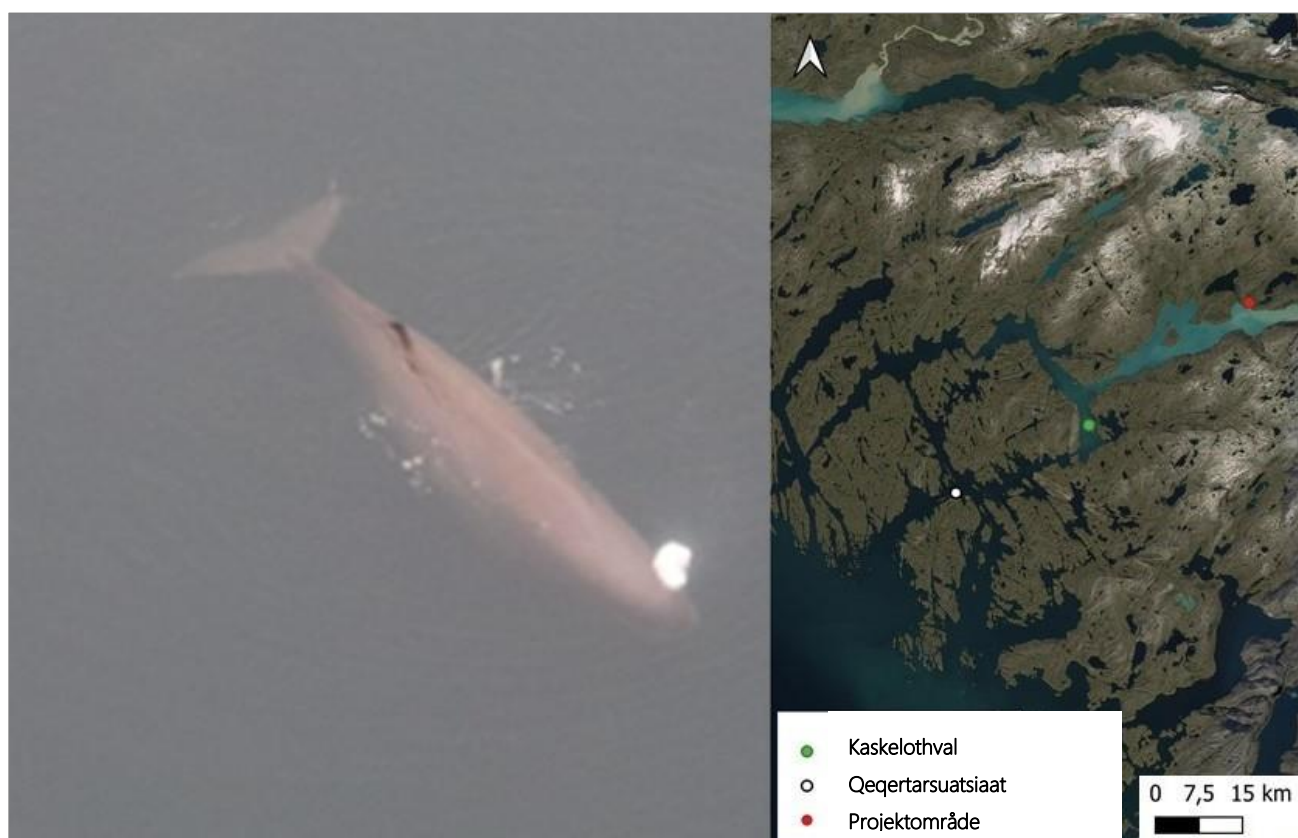
Grønlandssæler findes både væk fra kysten og i kystområder langs det sydlige og centrale vestlige Grønland, hvor deres primære bytte er lodde (*Mallotus villosus*) (Lawson, Anderson, Dalley, & Stenson, 1998; Sergeant, 1991). Det er derfor meget sandsynligt, at grønlandssæler vil følge gydende lodde ind i de inderste dele af Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat fjordsystemet, Figur 66. Bestandsstørrelsen af grønlandssæler i det nordvestlige Atlanterhav er blevet

estimeret til at være omkring 7,4 millioner (NAMMCO, 2019a) and og på både IUCN's globale rødliste og Grønlands rødliste er arten opført som ikke truet.

Konklusionen er, at alle omtalte sælarter, undtagen gråsæler, er potentielle besøgende i vurderingsområdet, og grønlandssæler og ringsæler, de to mest udbredte arter, er helt sikkert til stede. Remmesæler og klapmydser foretrækker andre levesteder og forventes kun sjældent at blive set. Udbredelsen af spættet sæl er ikke velkendt, og antallet er lavt. En aktiv fældningsplads er beliggende 60 km syd for vurderingsområdet, men der kan være andre potentielle tættere lokaliteter. Det forventes, at vurderingsområdet hovedsageligt anvendes til at søge føde på grund af de forskellige arters kendte økologi og trækmønstre. Vurderingsområdet udgør ikke et hot spot- eller nøgleområde for nogen af sælarterne i Grønland.

5.8.3.2. Hvaler

Der findes flere forskellige hvalarter i grønlandske farvande. Nogle af arterne findes jævnligt langs kysten nær Qeqertarsuaat, fx pukkelhvaler (*Megaptera novaeangliae*), vågehvaler (*Balaenoptera acutorostrata*) finhvaler (*Balaenoptera physalus*) og marsvin (*Phocoena phocoena*) (Laidre, et al., 2010; Nielsen, et al., 2018).



Figur 62: En kaskelothval blev observeret i den centrale del (App. N63°7'12.0" W050°28'12.0") af Qeqertarsuaat Kangerdluat i 2018.

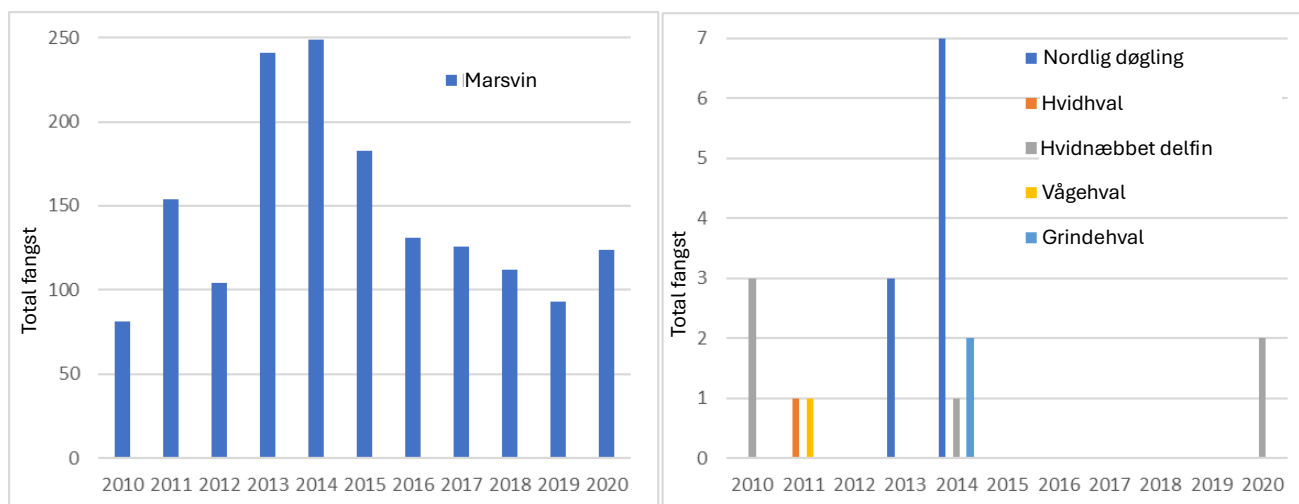
Andre udviser enten en mere nordlig udbredelse med specifikke migrationsmønstre (f.eks. narhval (*Monodon monoceros*), hvidhvaler (*Delphinapterus leucas*) og grønlandshval (*Balaena mysticetus*)) (Heide-Jørgense & Laidre, 2006), eller en uregelmæssig, sporadisk udbredelse væk fra kysten (f.eks. spækhugger (*Orcinus orca*), grindehvaler (*Globicephala melas*) hvidnæse delfin (*Lagenorhynchus albirostris*) og nordlig døgling (*Hyperoodon ampullatus*) (Teilmann & Dietz, 1998; NAMMCO, 2021a), hvilket gør dem sjældne og kun potentielle kortvarige besøgende i projektområdet. Projektområdet er således ikke et nøgleområde for nogen af disse hvalarter (Christensen, et al., Biologiske interesseområder i Vest- og Sydøstgrønland. Kortlægning af vigtige biologiske områder, 2016).

Langs Grønlands vestkyst er der dokumenteret adskillige (sandsynligvis dynamiske) hot spots for bardehvaler på off-shore-banker, hvor den som er tættest på projektområdet, ligger lige nord for Paamiut, syd for Qeqertarsuatsiaat (Laidre, et al., 2010). Vågehvaler, finhvaler og pukkelhvaler tilhørende den vestgrønlandske fødegruppe kommer hertil for at spise enten krill eller mindre fisk, sandsynligvis lodde. Det er muligt, at de kortvarigt går ind i fjordarmene, der støder op til Qeqertarsuatsiaat, i deres søgen efter bytte. Ifølge lokale fangere i Qeqertarsuatsiaat kommer pukkelhvaler ind i fjorden og i sjældne tilfælde også vågehvaler (Rambøll, 2023a). En kaskelothval (*Physeter macrocephalus*) blev spottet i den centrale del af fjordsystemet i sommeren 2018, Figur 62. I Vestgrønland er der kun observeret en kaskelothval, og de lever hovedsageligt på dybt vand væk fra kysten, men begiver sig af og til ind i de dybe fjorde (Ugarte, Rosing-Asvid, Heide-Jørgensen, & Laidre, 2020). Kaskelotten er fredet både globalt og i Grønland og er derfor ikke udsat for fangst.

Marsvin (*Phocoena phocoena*) findes langs kysten uden for vurderingsområdet, og har deres hovedudbredelse i kystnære områder mellem Paamiut (N62°) og Sisimiut (N67°) (Teilmann & Dietz, 1998). Forekomsten af marsvin i Grønland er blevet estimeret til at være cirka 106.800 dyr i 2015 (NAMMCO, 2019b). Marsvin er knyttet til kontinentalsoklen og som en del af deres kystnære tilstedeværelse, kan de om sommeren derfor besøge Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat og de omkringliggende fjordarme (Nielsen, et al., 2018; Hansen, et al., 2018). Dette bekræftes af lokale i Qeqertarsuatsiaat (Rambøll, 2023a). Fangststatistik viser også, at mange marsvin årligt fanges af fangere fra Qeqertarsuatsiaat, Figur 63, venstre. Der er ingen oplysninger om hovedjagtområdet, og det kan meget vel være langs kysten nær Qeqertarsuatsiaat.

Fangststatistik viser også den tidligere nævnte uregelmæssige tilstedeværelse af andre hvalarter nær Qeqertarsuatsiaat, se Figur 63, højre. Denne jagt forventes ikke at være foregået inden for Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat og de omkringliggende fjordarme, da de er arter med offshore eller nordlig udbredelse.

For at opsummere, kan enkelte hvaler komme ind i Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat, mens de søger føde langs Grønlands vestkyst, men det forventes ikke, at hvaler kommer ind i den indre del af fjorden nær projektstedet særlig ofte. Projektområdet udgør ikke et hotspot for nogen af hvalarterne.



Figur 63: Fangstregistreringer fra Qeqertarsuatsiaat. Bemærk den forskellige skala. Til venstre: Marsvin som fanges jævnligt. Til højre: forskellige arter. Fangstpositioner er ikke kendte, men sandsynligvis offshore/kystnære (ikke i fjord) for størstedelen af arterne på grund af deres økologi (APN, 2022).

5.8.3.3. Undervandsstøj og havpattedyr

Forhøjede støjniveauer kan medføre en reduktion i det område hvor havpattedyrene kan kommunikere, adfærdssænderinger eller i værste fald en midlertidig stigning i hørretærsklen (Hermannsen, Beedholm, Tougaard, J., & Madsen, 2014; Boye, Simon, M., & Madsen, 2010). Hvaler (herunder delfiner og marsvin) er generelt mere følsomme over for undervandsstøj sammenlignet med sæler (NMFS, 2018), og vurderinger af undervandsstøj er derfor baseret på førstnævnte.

Bardehvaler, såsom pukkelhvaler og finhvaler producerer lyde i lavfrekvensområdet, ned til 10 til 15 Hz for de største arter, og deres hørelse menes at være mest følsom ved lave frekvenser (Hermannsen, Beedholm, Tougaard, J., & Madsen, 2014). Små hvaler, såsom marsvin producerer og kan høre lyde ved høje frekvenser og er mest følsomme mellem 10 og 120 kHz (Dyndo, Wisniewska, Rojano-Donäte, & Madsen, 2015). Sæler har tilpasset sig til at høre både over vand og under vand. Undervands høreområdet for sæler varierer fra 50 Hz op til 86 kHz (NMFS, 2018), og inden for dette spænd har det bedste høreområde for f.eks. Spættet sæl vist sig at ligge mellem 0,5 til 40 kHz (Kastelein, Wensveen, Hoek, & Terhune, 2009). Følgende vurderinger er baseret på akustiske beregninger præsenteret i afsnit 3 i projektets baggrundsrapport Calculations of expected noise related to the planned work at Majoqqap Qaava NIRAS. (2022).

5.8.3.4. Anlæg af havn og havnefaciliteter

Alle skibe anført i tabel 6 lægger til ved havnepladsen i den yderste inderste del af Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat. Projektollen vil være sammensat af en flydende pram, der er fastgjort til land ved hjælp af fortøjningslinjer. Denne pram vil være forbundet med stagbroer, der igen er fastgjort til ankerpunkter på fjeldet (som beskrevet i afsnit 4.7.2). Den støjgenererende aktivitet fra bygning af anløbsbroen vil primært være på land, når der bores ankre og monteres på grundfjeldet. Støj kan bevæge sig gennem grundfjeldet og udbrede sig i vandet som vibrationer, men det er på nuværende tidspunkt ikke muligt at modellere, hvordan sådanne vibrationer fra arbejde på land vil fordele sig i vandet. Men overgangen fra sten til vand (en ændring i mediet, der transporterer lyden), vil som standard medføre en reduktion i de støjniveauer, der overføres til undervandsmiljøet, og aktiviteten vurderes ikke at påvirke havmiljøet af betydning, og vil ikke blive yderligere vurderet.

Potentiel påvirkning	Undervandsstøj fra havnekonstruktion		
Påvirkningsfaser	Konstruktion, nedlukning og efter nedlukning		
VEC	Havpattedyr		
Kriterier for vurdering af påvirkninger			Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed
Regional	Lav	Midlertidig <1 år	Lav (25 %)
			Ubetydelig

5.8.3.5. Konsekvensvurdering af driftsfasen

Den væsentligste forstyrrelse af havpattedyr relateret til driftsfasen vurderes til at være ved A) Undervandsstøj fra fartøjer, der sejler til og fra projektstedet og, B). Forstyrrelse fra den fysiske tilstedeværelse af de passerende fartøjer.

Fysisk forstyrrelse: Forstyrrelser ved tilstedeværelsen af passerende skibe vil primært være knyttet til undervandsstøjen, da havpattedyr altid vil høre motoriserede fartøjer og både før visuel tilstedeværelse. Men hvis støjen i sig selv ikke har forårsaget undgåelsesadfærd, er der en risiko for, at tilstedeværelsen af fartøjer, og både tæt på havpattedyr kan resultere i undgåelsesadfærd (Boye, Simon, M., & Madsen, 2010), eller at de rammes af skibet. Påsejling af skibe virker usandsynligt i betragtning af det lave antal og den beskedne hastighed af de fartøjer, der sejler til projektstedet hvert år (Leaper, 2019) samt den generelle lave tilstedeværelse af hvaler i fjordene omkring Qeqertarsuatsiaat.

Det forekommer dog højst sandsynligt, at de mindre både (Targa-klassen), der bruges til mandskabsskifte og andre forsyninger, kan forårsage en ændring i dykkeadfærd og svømmeretning, eller midlertidigt stoppe fødeindtaget fra havpattedyr, hvis de kommer for tæt på. Disse effekter er f.eks. set under hvalsafari, hvor bådene følger og nærmer sig individuelle hvaler (Boye, Simon, M., & Madsen, 2010). Det sidstnævnte er dog ikke tilfældet i GAM's projektområde, hvor de mindre både vil tage en direkte rute fra Qeqertarsuaat til projektstedet og har stor manøvredygtighed, hvis havpattedyr kommer på tværs af ruten. Derfor virker det meget usandsynligt, at fartøjer/både vil påsejle hvaler, da hastigheden af store fartøjer reduceres i fjorden, og da antallet af hvaler er lavt. Tilstedeværelsen af mindre både vil dog sandsynligvis forårsage en adfærdsmæssig reaktion hos havpattedyr, hvis de kommer for tæt på. Det vurderes, at forstyrrelsen vil være kortvarig og vil have en mindre og fuldt reversibel effekt på bestanden.

Undervandsstøj: Ifølge den understøttende tekniske rapport om ekstern støj (NIRAS, 2024b) er de beregnede afstande for midlertidige tærskelforskydninger [TTS] og permanente tærskelforskydninger [PTS] hos havpattedyr mindre end 1 meter. Det betyder, at havpattedyr skal være inden for 1 meter fra et bulkskib for at opleve enten midlertidigt eller permanent høretab, og dette vurderes at være højst usandsynligt. Det vurderes, at både de hyppigt forekommende marsvin og de sjældnere bardehvaler vil blive påvirket af den undervandsstøj, der genereres fra de større fartøjer (f.eks. bulkskibe) og at dette kan forårsage adfærdsmæssige ændringer, (Hermannsen, Beedholm, Tougaard, J., & Madsen, 2014), stoppe fødeindtag eller ændrer dykkeadfærd (Boye, Simon, M., & Madsen, 2010). Det vurderes dog, at en potentiel effekt ligger inden for en begrænset tidsramme, hvor et skib passerer, og det vurderes, at effekten vil være fuldt reversibel på individniveau. Ydermere vil frekvensen af mindre skibe være lav, og der vil maksimalt kunne sejle seks større skibe til og fra projektstedet hver måned. Derfor er øgede støjniveauer midlertidige og begrænset til skibenes transittid i de forskellige dele af fjorden. For undervandsstøj har fartøjets hastighed og miljøforhold på transitruterne i høj grad indflydelse på indvirkningsafstandene på havpattedyr. Derfor vurderes fjordbredden, dybden, ændringer i fjordretningen, skær og andre forhindringer samt indløb til transitruterne, som kræver reduceret fartøjshastighed, ikke at resultere i nogen risiko for PTS eller TTS (permanent eller midlertidig hørepåvirkning) hvis havpattedyr er til stede under transit.

Endelig forventes det, at få hvaler vil være til stede i fjorden under transit, da dette ikke er et foretrukket område for havpattedyrs. Samlet vurderes det, at støj fra øget skibsfart i Qeqertarsuaat Kangerdluat til projektområdet vil have en **mindre** og fuldt reversibel effekt på havpattedyr på individniveau og på de havpattedyrpopulationer, som de berørte individer tilhører.

Potentiel påvirkning	Fysiske forstyrrelser og undervandsstøj fra øget skibsfart		
Påvirkningsfaser	Drift		
VEC	Havpattedyr		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Mindre betydning
Regional	Lav	Langvarig >5 år	Medium 25-75 %	

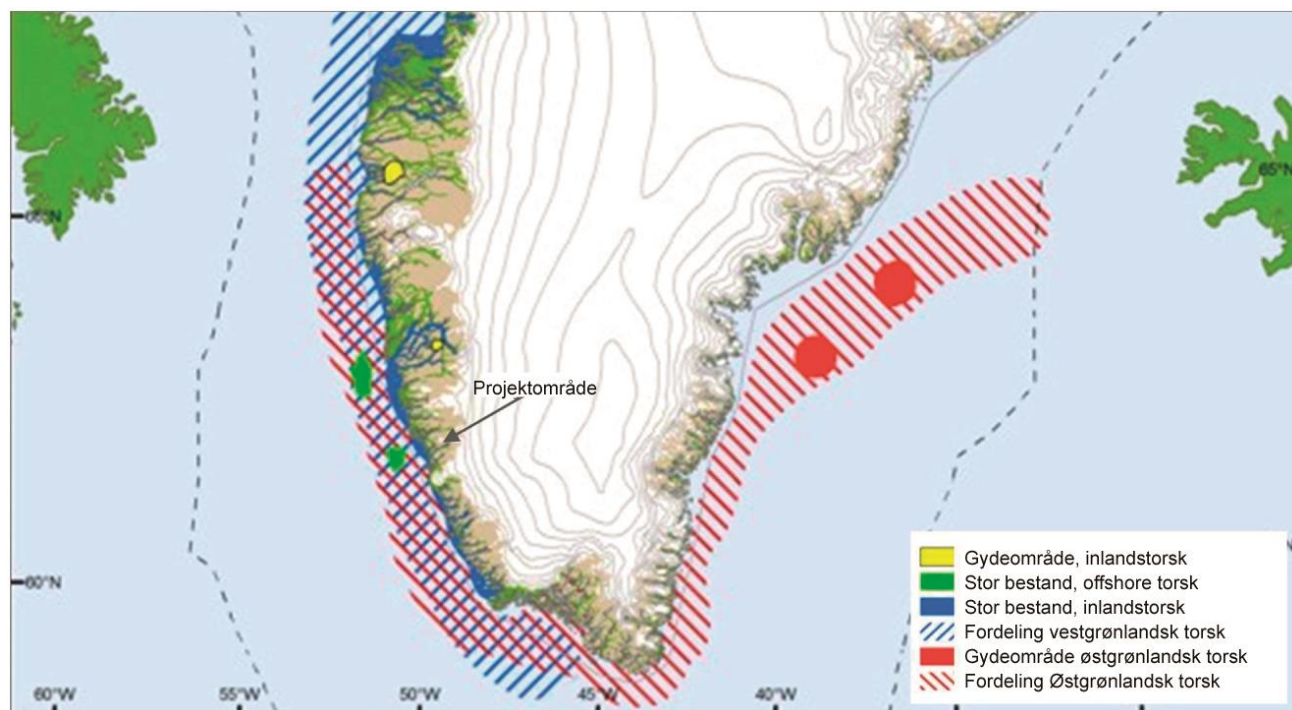
5.8.4. Fisk

De mest udbredte fiskearter i fjordene forventes at være atlantisk torsk (*Gadus morhua*), ulk (*Myoxocephalus scorpius*) og ammassat (*Ammodytes spp.*), højst sandsynligt nordlig ammassat. Alle arter blev enten fanget omkring det foreslåede havneområde i Qeqertarsuaat Kangerdluat under feltundersøgelserne i 2020 og/eller optaget på video. Det siltholdige vand giver den fastboende torsk en mere bleg/lysgrå farve i forhold til torsk fanget i klart vand med veludviklet vegetation på havbunden (pers. obs.). Dette tyder på, at den observerede torsk er lokalboende og har været i fjorden i længere tid.

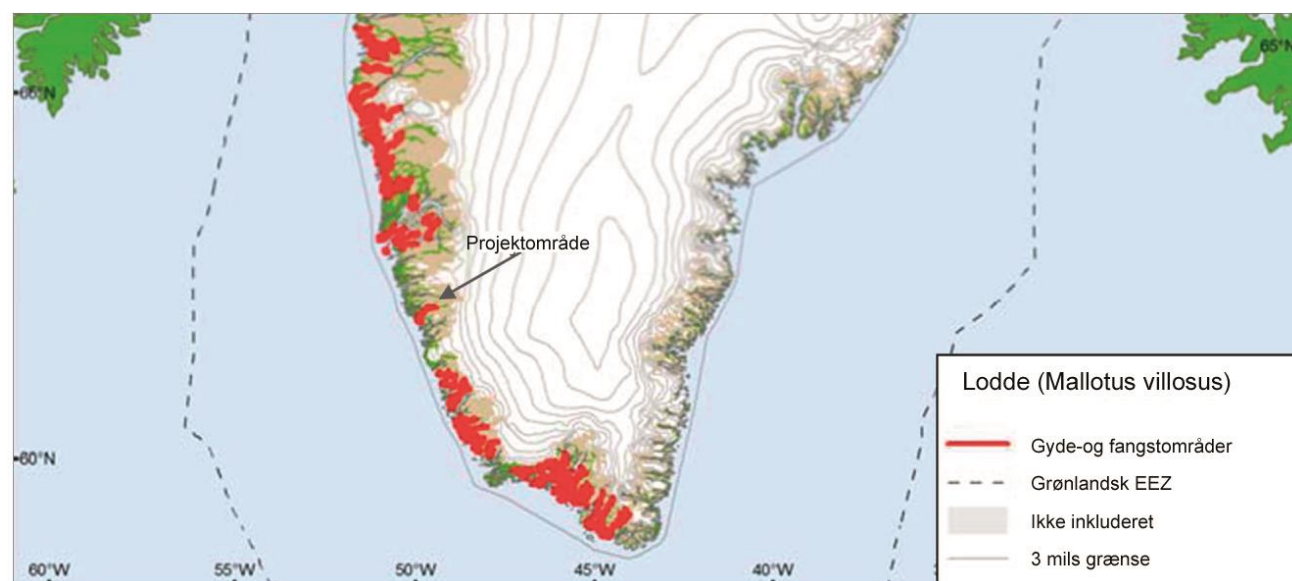
Torsk forventes at forekomme i relativt store mængder i Qeqertarsuatsiaat fjordsystemet, Figur 65. Endvidere kan lodde (*Mallotus villosus*) også forekomme i bestemte dele af Qeqertarsuatsiaat fjordsystemet, Figur 66. Lodde gyder på sandstrande langs kysten, men også i den inderste del af fjordsystemerne (Friis-Rødel & Kannevorf, 2002). Torsk kan også gyde i Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat, men sandsynligvis ikke i de inderste dele. Stenbider (*Cyclopterus lumpus*) er en vigtig art for kommercielt fiskeri, dog synes Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat mindre vigtig end kyststrækningen vest og syd for Qeqertarsuatsiaat samt længere ude fra kysten, Figur 67. Fjeldørred er både marin og ferskvandsart. Fjeldørreden er beskrevet under ferskvandsafsnittet på grund af den fastboende bestand, der opholder sig i søerne i dalen. Det skal dog nævnes, at fjeldørred er hyppigt forekommende i de fleste indre dele af fjorden om sommeren, måske tiltrukket af den store mængde ferskvandsudstrømning fra indlandsisen. Det er fortsat uvist, om den arktiske ørred gyder i dele af gletsjerelven.



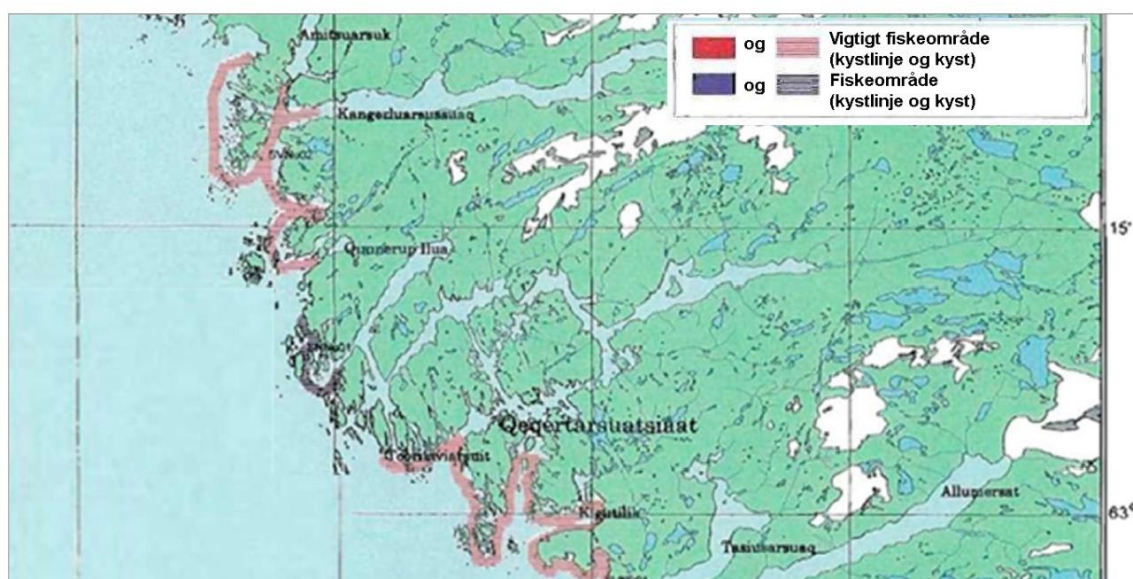
Figur 64: Ammassat på leret havbund – nederst på foto (til venstre) og en "bleg" torsk på samme havbund lige uden for havneområdet.



Figur 65: Vigtige områder for torskefiskeri ved Qeqertarsuaat, (Christensen, et al., 2016).



Figur 66: Vigtige områder for fiskeri og gydning af lodde ved Qeqertarsuaat, (Christensen, et al., 2016)



Figur 67: Vigtige områder for stenbider ved Qeqertarsuaq, (Nielsen et al, 2000).

5.8.4.1. Konsekvensvurdering af anlægsfasen

Anlægsfasen kan påvirke marine fisk i forbindelse med konstruktion af havnen. Aktiviteterne kan omfatte ændring af den eksisterende kystlinje via borer, sprængning og øget aktivitet fra fartøjer. Fisk vil blive udsat for undervandsstøj og øgede niveauer af suspenderet sediment. Støj kan opfattes af de fleste fiskearter, især af torskefamilien som har svømmeblære, og af deciderede "hørespecialister" med anatomisk tilpasning til at høre såsom sildefamilien. Torsk forventes at være den mest støjfølsomme art i havneområdet, bl.a. fordi de bruger gryntende lyde til kommunikation. Torsk har evnen til at høre lydfrekvenser i intervallerne 10-800 Hz, men er mest følsomme i området 100-300 Hz med en optimal høring ved 160 Hz (Chapman, 1973). Høretærsklen ved spidsfrekvens for torsk er blevet identificeret til at være 75 dB re 1 µPa - 1m, (Thomsen, et al., 2006). Bulkskibe, der bevæger sig med ca. 14 knob, har vist sig at have et bredbånds (20-1.000 Hz) kildeniveau på ca. 185 dB re µPa₂ @1m (rms) 1 meter fra kilden, med det højeste kildeniveau mellem 100-200 Hz (McKenna, Ross, Wiggins, Hildebrand, & A., 2012). Der er ingen direkte evidens for dødelighed eller potentiel dødelig skade på fisk fra skibsstøj, men torsk forventes at udvise adfærd ændringer i nærheden af fartøjet (Popper et al., 2014). I praksis vil havfisk aldrig komme helt tæt på fartøjer (bedste gæt inden for 10 meter), men vil i stedet svømme væk fra de relativt langsomtsejlende større skibe. Undgåelsesadfærden forventes at blive mindre med øget afstand til fartøjet. Desuden vil det høje niveau af baggrundsstøj genereret af vind og bølger maskere fartøjets støj. Derfor vurderes påvirkningen af havfisk at være **ubetydelig** på grund af den forventede lave frekvens, korte varighed og det lille påvirkningsområde.

Potentiel påvirkning	Undervandsstøj påvirkning af marine fisk		
Påvirkningsfaser	Konstruktion, nedlukning og efter nedlukning		
VEC	Marine fisk		
Kriterier for vurdering af påvirkninger			Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed
Lokal	Lav	Midlertidig <1 år	Lav (25 %)
			Ubetydelig

5.8.4.2. Konsekvensvurdering af driftsfasen

Støj fra skibstrafik i driftsfasen forventes at svare til anlægsfasen, dvs. ubetydelig. Effekten af forhøjede niveauer af Cu på fisk har vist sig at falde med stigende saltholdighed (Blanchard & Grosell, 2006), og laksefisk har vist sig at være mere tolerante over for høje Cu-niveauer ved lav pH frem for høj pH, (Woody & O'Neal, 2012). Eksperimenter har vist, at Cu-koncentrationer under 6 µg Cu/L for torsk og 9,3 µg Cu/L for fjeldørred (*Salvelinus ssp.*), ikke havde nogen effekt på unge eller voksne individer (Farkas et al., 2021) og (Eisler, 2000). Cu-maksimumsniveauet på 15,85 µg Cu/L i ferskvandet fra mineområdet forventes heller ikke at have nogen indvirkning på fjeldørred eller torsk – eller andre havfisk, da dette niveau forventes at blive fortyndet 10 gange til minimum 1,59 µg Cu/L (se afsnit 5.8.1.2), før det kommer ud i fjorden. De to arter vurderes som gyldige repræsentanter for det samlede havfiskesamfund, og det fremstår sikkert at vurdere, at minen vil have en **ubetydelig** indvirkning på havfisk i hele LoM.

Potentiel påvirkning	Undervandsstøj og forhøjede elementers påvirkning af marine fisk		
Påvirkningsfaser	Drift		
VEC	Marine fisk		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Langvarig >5 år	Lav (25 %)	

5.8.5. Invertebrater (hvirvelløse dyr)

De hvirvelløse dyr, der lever i fjorden, er tilpasset høje niveauer af suspenderet sediment i vandsøjlen og aflejring af silt på havbunden. Der er begrænset viden om hvirvelløse dyr i Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat. Overordnet set findes der to typer i fjorden, de som lever på fast havbund (fjeld) og de som lever nedgravet i blød havbund. Den mest udbredte makro-invertebrat på fast havbund i den øvre kystzone er muslingen (*Mytilus edulis*), men også eksemplarer af den store edderkoppekrabbe (*Hyas araneus*) og rankefødder er blevet observeret under dykning. Organismer der lever i den bløde havbund, omfatter både muslinger og børsteorm, da ventilationshuller blev identificeret med et undervandskamera, Figur 64. Det var dog ikke muligt at identificere specifikke arter.

5.8.5.1. Konsekvensvurdering af anlægsfasen

I afsnit 5.8.1.1 blev det vurderet, at havvandskvaliteten i fjorden vil forblive upåvirket i anlægsfasen af minen og den tilhørende kaj og anløbsbro. I overensstemmelse hermed vurderes det, at anlægsaktiviteterne også vil have en ubetydelig indvirkning på hvirvelløse dyr, selvom havnekonstruktionen kan have et meget lokalt (10-20 m²) fysisk fodaftryk fra sprængning og fundering af fortøjningspunkter, der vil have en varierende midlertidig indvirkning på hvirvelløse dyr som lever på fjeldet.

Potentiel påvirkning	Ændring af invertebrat samfundet		
Påvirkningsfaser	Konstruktion, nedlukning og efter nedlukning		
VEC	Invertebrater		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Midlertidig <1 år	Medium 25-75 %	

5.8.5.2. Konsekvensvurdering af driftsfasen

Mineaktiviteterne i driftsfasen forventes at øge både niveauet af suspenderet sediment og aflejring af dette på havbunden. Den hvirvelløse fauna kan lide under at blive begravet under ekstreme aflejrings hastigheder. I Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat forekommer dette usandsynligt, fordi alle organismer der lever i den bløde havbund allerede, er

tilpasset de høje naturligt forekommende høje aflejringsrater. Ydermere vil stigningen i totalt suspenderet sediment og aflejring som følge af mineaktiviteterne kun være en promille af den naturlige koncentration af gletsjersediment i fjorden. TSS i fjorden er omkring 5-7 mg/L. Aflejring af minedriftsrelateret TSS vil forekomme over et enormt område, fordi sedimentpartiklerne i ferskvandet er meget fine (større partikler vil bundfældes i sø #2 eller sø #1). Netto aflejring vurderes derfor til højst at være nogle få millimeter. Undersøgelser har vist, at aflejring af partikler <3 mm ikke vil have nogen effekt på de bundlevende organismer (Gibbs & Hewitt, 2004), og flere arter af børsteorme og muslinger kan klare sig ved aflejringer på mere end 5 cm, (Essink, 1999). Påvirkningen fra øget suspenderet sediment og aflejring på hvirvelløse dyr i fjorden vurderes derfor at være ubetydelig.

De hvirvelløse dyr kan blive påvirket af de forhøjede niveauer af Cu – dog forventes den generelle effekt i havmiljøet at være lavere end i ferskvand (Wheeler et al., 2002). Cu-koncentrationen af havvandet i Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat er over det maksimale Cu-niveau i ferskvandet, der kommer ud i fjorden. Der kan således ikke forventes nogen påvirkning af havmiljøet, og påvirkningen vurderes at være **ubetydelig**.

Potentiel påvirkning	Ændring af invertebrat samfundet		
Påvirkningsfaser	Drift		
VEC	Marine invertebrater, særligt muslinger		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Langvarig >5 år	Medium 25-75 %	

5.8.6. Tang og makroalger

Artsrigdommen med hensyn til tang og makroalger i de indre dele af Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat er lav og domineret af arter, der er tilpasset høje niveauer af suspenderet sediment og høje aflejringsrater, og kan overleve over vandet ved lavvande. Den mest udbredte art i denne del af fjorden er forskellige typer af flerårig blæretang (*F. vesiculosus*) og (*F. distichus*). Vegetationen er begrænset til et smalt bånd i den kystnære zone og den øvre del af kysthavet (pers. obs. og (Pedersen, 2011)). Det smalle bånd af vegetation styres af en kombination af stærk strøm forårsaget af det høje niveau af TSS og gennem de stejle tidevandsskråninger i fjorden. Dette reducerer det område, hvor lyset kan trænge helt ned til havbunden. Tidevandsmiljøet for Majoqqap Qaava projektets havneområde ligner de miljøer, der findes langs kystlinjen af Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat, og i andre områder, hvor en stor gletsjerelv løber ud i fjorden.

Derudover vil TSS-materiale sætte sig på havbunden og dække tang og makroalger med et lag af fint sediment og dermed forhindre eller reducere fotosyntese. På lidt lavere vand bliver det fine sediment, der ligger over tang og alger, lejlighedsvis fejlet væk af bølgepåvirkning, hvilket muliggør vækst i lavvandede og vindudsatte dybder på mindre end 1-2 meter under det laveste tidevand.

5.8.6.1. Konsekvensvurdering af anlægsfasen

Havnen vil blive anlagt via en flydende pramløsning som skitseret i kapitel 4.7.2. Anlægsarbejdet og havnedriften vil omfatte inddragelse og ændring af dele af kystlinjen og tidevandsområdet. Det forventes, at ca. 150 m kystlinje og 20m ud kysten vil blive inddraget. Dette vil medføre tab af tidevandsområder. Den tidevandshavbund, der forventes at blive inddraget, er blevet undersøgt, og der blev ikke fundet særlige plantearter – generelt var den marine flora meget sparsom. Den sparsomme vegetation kan være resultatet af en kombination af strømforhold og en stor mængde ferskvand, der kommer ud i fjorden ved havneområdet. Havnebyggeriet vil naturligvis have betydning for det areal, der beslaglægges til den nye havnefront, idet planterne dør. Den nye kystlinje vil give et nyt substrat, der vil blive koloniseret af nye planter inden for få år eller måske endda før. Ændring i det tidevandsområde, som havnefaciliteterne

beslaglægger, er permanent, men meget lokal og vil inden for få år vende tilbage til det eksisterende miljø, da anløbsbroen vil involvere en flydende pramløsning forbundet med en fast havneinstallation. Den samlede påvirkning af havnefodafttrykket vurderes derfor at være **ubetydelig**.

Potentiel påvirkning	Ændringer i forekomst af tang og alger pga. inddragelse og sediment
Påvirkningsfaser	Konstruktion, nedlukning og efter nedlukning
VEC	Marin tang og makroalger

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Midlertidig <1 år	Lav (25 %)	

5.8.6.2. Konsekvensvurdering af driftsfasen

Mineaktiviteterne i driftsfasen forventes at øge både niveauet af suspenderet sediment og sedimentaflejring samt mobilisere spormetaller.

Tang og alge-floraen i Qeqertarsuaat Kangerdluat er naturligt udsat for høje niveauer af naturligt suspenderet sediment og aflejringer. Dette er eksemplificeret ved, at tangplanter alene vokser i de øverste 1-2 meter af vandsøjlen. Normalt vil det suspenderede sediment fra mineaktiviteterne øge det samlede stressniveau på floraen markant. I Qeqertarsuaat Kangerdluat forventes det naturlige niveau af suspenderet sediment at være flere gange (5-7 mg/L) så højt som bidraget fra minen. Ligeledes vurderes sedimentationen til højst at være nogle få millimeter, hvilket forventes at være væsentligt mindre end den naturlige sedimentation. Påvirkningen af floraen fra suspenderet sediment og aflejringer vurderes derfor at være **ubetydelig**.

Cu har vist sig at hæmme væksten i tang og alger med op til 50 %, når de udsættes for et Cu-niveau på 5 µg Cu/L (Eisler., 1997). Tang og alger i Qeqertarsuaat Kangerdluat vil sandsynligvis ikke blive påvirket af niveauerne af Cu i ferskvandet, der kommer ud i fjorden, da den maksimale Cu-koncentration i ferskvandet er under Cu-koncentrationen i havvandet. Der kan således ikke forventes nogen påvirkning af marin tang og makroalger, og påvirkningen vurderes at være **ubetydelig**.

Total-N i fjorden er i gennemsnit 185 µg N/L, Tabel 32. Udvaskningen af kvælstof til elvsystemet vil nå en maksimal udstrømningskoncentration på 2,55 µg N/L det vil sige markant mindre end både de naturlige havvandsniveauer og Grønlands WQL-grænse på 300 µg N/L for udledning af total-N til marine systemer fra minedrift, (Mineral Resources Authority, 2015). Påvirkningen fra total-N genereret af Majoqqap Qaava-minen på vandplanter vurderes på denne baggrund at være **ubetydelig**.

Potentiel påvirkning	Ændringer i forekomst af tang og alger pga. sediment, næringsstoffer og metaller
Påvirkningsfaser	Drift
VEC	Marin tang og makroalger

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Langvarig >5 år	Medium 25-75 %	

5.8.7. Fugle

Projektområdet er placeret helt i bunden af Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat. Projektaktiviteter kan opdeles i aktiviteter med tilknytning til den egentlige landbaserede drift, og aktiviteter i forbindelse med forsendelse af malm og forsynin-ger.

Havfugle - projektområde

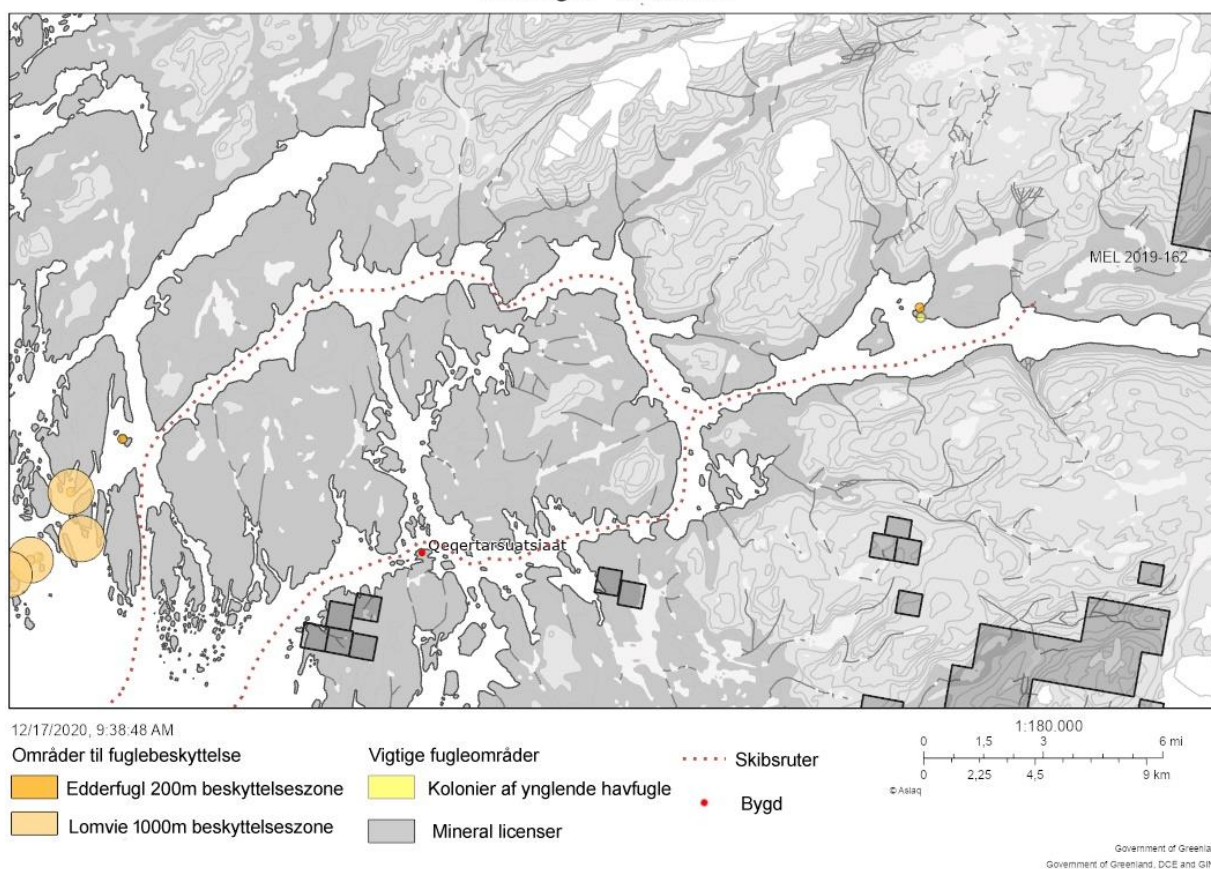


Figur 68: Kortlagte fuglelokaliteter tættest på projektets udskibningsområde.

Med hensyn til potentielle effekter på havfugle i havområder tæt på den landbaserede drift, kræver de to havfuglekolonier, der er kortlagt til at ligge cirka 5 kilometer vest for projektets kajområde opmærksomhed. Disse kolonier er beskrevet som en almindelig edderfuglekoloni, og som fuglefjeld for forskellige havfugle, Figur 68.

Der er ikke identificeret fuglekolonier langs de foreslåede sejlruiter i fjordsystemet. Gruppen af øer, der grænser op til Davis-strækningens åbne vand, indeholder dog flere havfuglekolonier, Figur 69. Disse kolonier beskrives som lomvie kolonier (sandsynligvis forskellige Alcidae arter, såsom atlantisk lomvie (*Uria aalge*), polar lomvie (*Uria lomvia*) og tejt (*Cephus grylle*), edderfuglekolonier (*S. mollissima*) og kolonier af ynglende havfugle (forventeligt forskellige arter af måger som gråmåge (*Larus hyperboreus*), svartbag (*Larus marinus*) og hvidvinget måge (*Larus glaucoide*s) samt andre arter såsom kjoer (*Stercorarius s.p.*) m.fl.).

Havfugle - skibsruter



Figur 69: beskrevne fuglekolonier langs de planlagte sejlruer.

5.8.7.1. Konsekvensvurdering af anlægs- og driftsfasen

I både anlægs- og driftsfasen kan havfuglekolonier potentielt blive påvirket af den øgede skibstrafik, transport af materiel samt personale til og fra Majoqqap Qaava. Afstanden fra havneområdet til den nærmeste fuglekoloni er mere end 5 km, dvs. mere end grænsen, hvor feltforskningsaktiviteter skal søge om en særlig tilladelse (BMP, 2000), og fem gange den afstand, der er beskyttet af loven (Frederiksen et al, 2017). De to sejlruer ligger begge meget fjernt fra fuglekolonier. Den nordlige rute langs Aniggoq - Sarfat Aariaat fjorden er den, der er tættest på kolonier, men er stadig mere end 1 km fra nærmeste edderfuglekoloni og >3 km fra den mere følsomme lomviekoloni, Figur 69. Påvirkningen fra anlægs- og driftsfasen er ens, og i begge tilfælde **ubetydelig** på grund af de store afstande til fuglekolonierne langs begge sejlruer.

Potentiel påvirkning	Marine fugle, særligt fuglekolonier		
Påvirkningsfaser	Konstruktion, drift, nedlukning og efter nedlukning		
VEC	Marine fugle		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Langvarig > 5 år	Medium 25-75 %	

5.9. Invasive ikke-hjemmehørende arter

Invasive og ikke-hjemmehørende arter kan spredes over hele verden gennem ballastvand. At introducere nye ikke-hjemmehørende arter utilsigtet til en ny geografisk placering, hvor de kan formere sig, vil være en trussel mod det lokale økosystem. For at forhindre de potentielt ødelæggende virkninger af spredningen af potentielt skadelige vandlevende organismer blev den internationale konvention om kontrol og håndtering af skibes ballastvand og sedimenter [BWM-konventionen] vedtaget i 2004. Konventionen trådte i kraft 12 måneder efter ratificering af 30 stater, der repræsenterede 35 % af verdens tonnage for handelsskibe. I 2017 blev traktaten ratificeret af mere end 60 lande, herunder Danmark, og repræsenterer nu mere end 70 % af verdens handelsskibstonnage.

Konventionen, og den såkaldte D-2 standard, der foreskriver udskiftning af ballastvand på havet, som kræver installation af et ballastvandsbehandlings-/rensningssystem inden udledning, bliver obligatorisk for alle skibe den 8. september 2024.

Taget i betragtning, at de bulkskibe som GAM har til hensigt at bruge til at fragte anorthosit, er forpligtet til at følge de internationale regler, herunder BWM-konventionen, anses det for usandsynligt, at invasive eller ikke-hjemmehørende arter indføres i de grønlandske farvande. Men i det usandsynlige tilfælde, at der ved et uheld introduceres en invasiv art til fjorden, kan påvirkningen være alvorlig for nogle af de hjemmehørende arter, der lever i overlappende niche i fødekæden. Det kan udgøre en trussel mod økosystemet, hvis de indførte arter kan tilpasse sig det fysiske miljø. På trods af de dystre potentielle konsekvenser fra introduktionen af invasive arter, er den overordnede konsekvensvurdering vurderet som af mindre betydning, primært baseret på alle forholdsreglerne i BWM-konventionen, hvilket gør introduktion af invasive arter usandsynlig.

Potentiel påvirkning	Introduktion af invasive og ikke-hjemmehørende arter		
Påvirkningsfaser	Drift (konstruktion og nedlukning)		
VEC	Vandkvalitet og biodiversitet		

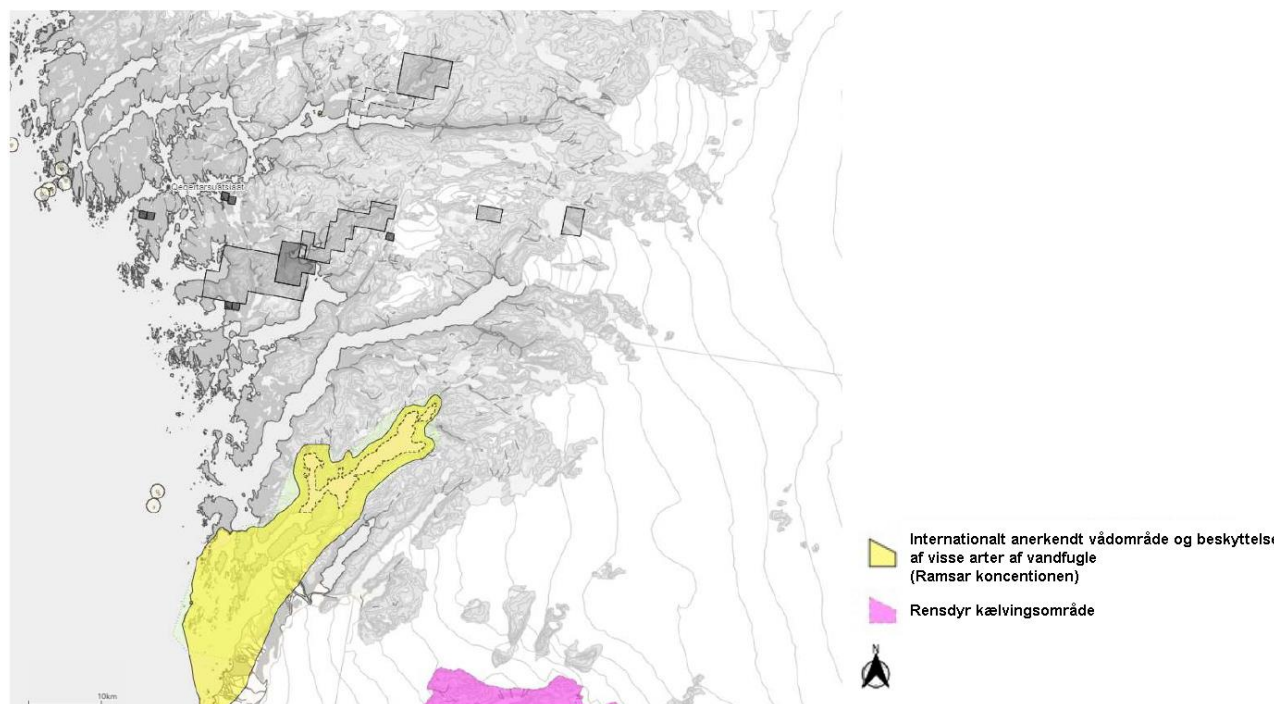
Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Mindre betydning
Regional	Medium	Langvarig > 5 år	Lav < 25 %	

5.10. Sensitive og beskyttede områder

Som nævnt i afsnit 5.8.7, er der udpeget flere fredede fuglesteder blandt de mindre øer, der grænser op til fjordindsejlingen, der fører til projektområdet, Figur 72. Desuden er der to havfuglekolonier beliggende ca. 5 kilometer vest for den fremtidige projekthavn, Figur 68. Disse beskyttede lokaliteter, under forvaltningszone 3, består af fældepladser og kolonier af ynglende havfugle, der er beskyttet efter grønlandsk lovgivning (Naalakkersuisut, 2019b; Naalakkersuisut, 2000). Den relevante lovgivning angiver f.eks. beskyttelseszoner, hvor forstyrrelse af fældende fugle er ulovlig, eller tidsperioder, hvor forstyrrelse, jagt og indsamling af æg er forbudt på lokaliteterne. Beskyttelseszoner varierer mellem 200 meter til 1.000 meter, afhængig af fuglearter og evt. en begrænset tidsperiode enten fra 15. april til 15. september eller 1. juni til 15. september afhængigt af lovgivningen (Naalakkersuisut, 2016; Naalakkersuisut, 2000). I ikke-begrænsede perioder er jagt på fugle med kvote og færdsel indenfor lokaliteterne lovligt. Derfor er stederne ikke under permanent beskyttelse.

Grønland har via det danske Rigsfællesskab ratificeret Ramsar-konventionen, og 11 Ramsar-steder er blevet udpeget i Grønland (Naalakkersuisut, 2016). Ikkattoq og den tilstødende øgruppe (Ramsar lokalitet 387) er det Ramsar område, der er tættest beliggende på projektområdet. Det er et 44.880ha stort område, der er vigtigt for fuglearter som havørn (*Haliaeetus albicilla*), toppet skallesluger (*Mergus serrator*) og harlekinand (*Histrionicus histrionicus*) (Ramsar, 2019).

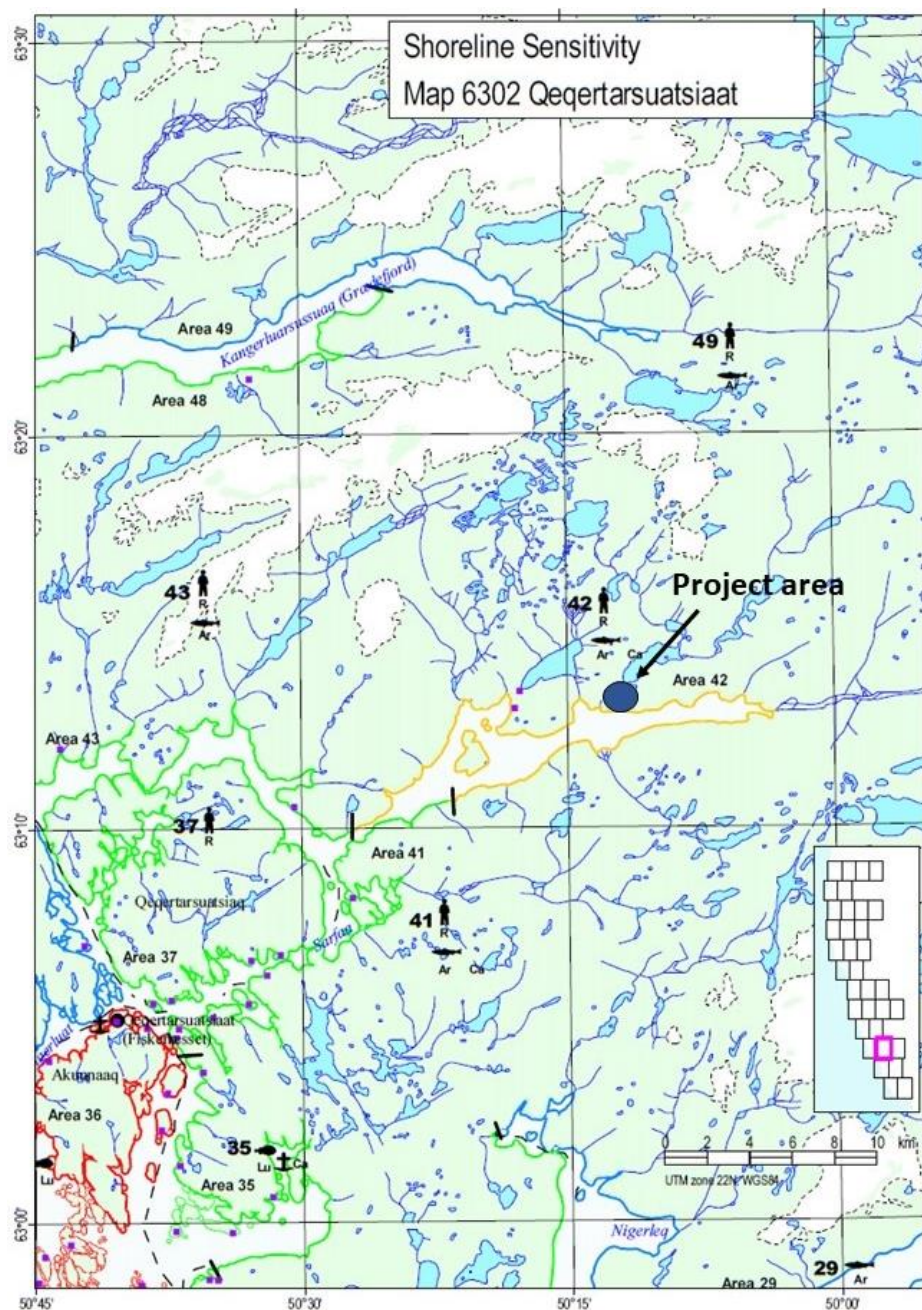
Området ligger dog nord for Sioqqap Sermia (Frederikshåb Isblink), 45 km syd for Qeqertarsuatsiaat og 70 km fra projektområdet. Figur 70.



Figur 70: Placering af beskyttede eller vigtige Ramsar- og rensdyrkælvingsområder i forhold til projektområdet.

To vigtige rensdyrkælvingsområder er blevet udpeget 65 km nord (Qallit Nunaat) og 75 km syd (Kangaartarsuup Tasersua) for projektområdet, Figur 72. Disse områder er følsomme over for forstyrrelser i ynglesæsonen fra maj til juni, og drægtige hunner kan samles her i større flokke inden kælvning (Christensen, et al., Biologiske interesseområder i Vest- og Sydøstgrønland. Kortlægning af vigtige biologiske områder, 2016). Generelt er rensdyr sårbare over for forstyrrelser om vinteren, hvor ressourcerne er knappe. Følsomme vinterområder er ikke særlig godt defineret for Qeqertarsuatsiaat-rensdyrbestanden (Cuyler, Nymand, Jensen, & Mølgaard, 2016). I den luftbårne undersøgelse fra marts 2012, påviste observationer af rensdyr i hele området fra indlandsisen til kystområdet (Cuyler, Nymand, Jensen, & Mølgaard, 2016).

I 2000 udgav Energistyrelsen under Miljø- og Energiministeriet en sensitivitetsundersøgelse som led i forberedelserne til offshore borer ud for Grønland. (Mosbech, et al., 2000). Undersøgelsen udpeger områder, der er sensitive over for olieudslip. Dette er i denne sammenhæng relevant i forhold til den skibstrafik, der indgår i GAM's planlagte projekt. Trafikken kan potentielt forårsage lokale olieudslip, hvis der skulle ske et havari. Undersøgelsen har udpeget den indre del af Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat som meget sensitiv, Figur 71. Dette skyldes det arktiske ørredfiskeri, der foregår langs det meste af kyststrækningen i den indre del af fjorden. Den centrale del af Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat og kystlinjen langs øgruppen uden for Aniqqoq-Sarfat Aariaat er blevet kategoriseret som moderat sensitiv, Figur 71 og Figur 72. Her foregår jagt, og i et vist omfang også fiskeri efter fjeldørred. Desuden findes der flere fuglekolonier. Kystområdet og indsejlingen til Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat er blevet kategoriseret som ekstremt sensitivt over for olieudslip. Det skyldes primært fiskeri efter stenbider, der foregår rundt om øerne. Risikohåndtering for skibstrafik vurderes i de følgende afsnit.



Environmental Oil Spill Sensitivity Atlas for the West Greenland Coastal Zone

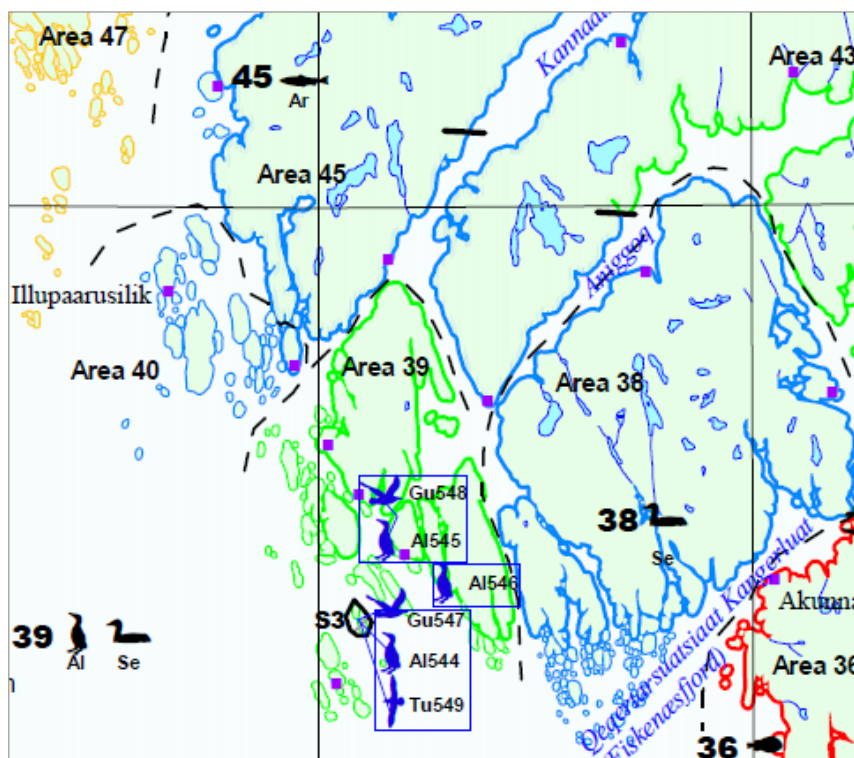
Topographic base: G250 Vector. Copyright Kort & Matrikstyrelsen.

Figur 71: Sensitivitet af kystlinjen omkring projektområdet. Blå: lav sensitivitet, grøn; moderat sensitivitet, gul: høj sensitivitet og rød: ekstrem sensitivitet (Mosbech, et al., 2000).

5.10.1. Skibstrafik- instruktioner for navigationssikkerhed

Den nuværende trafik i projektområdet består primært af mindre fritidsbåde, der bruges til fiskeri, jagt og rekreative formål, men større fartøjer på 10-24 meter fisker også i fjordene og kystområderne ud for Qeqertarsuaatsiaat (Snyder, Jacobsen, & Delaney, 2017). Hver anden uge modtager Qeqertarsuaatsiaat forsyninger fra Royal Arctic Lines container-skibe (650 DWT) (RAL, 2022), og da bygden sørger for offentlig brændstofdistribution, kommer både fra andre byer og bygder forbi at tanke deres både, når de pendler nord/syd langs kysten (Rambøll, 2022). Relevante besejlingsregler forventes at blive fulgt af alle skibe, der sejler ind i fjordsystemet. Hovedtrafikken ind i fjorden omfatter dog primært

lokale i enten små både eller større fiskefartøjer. Da bygden kun har omkring 176 indbyggere, er det samlede antal lokale både og den daglige trafik lav. Størstedelen af trafikken foregår om sommeren, hvor aktiviteten omkring bygden er størst. Inden for projektområdet findes ingen infrastruktur. Den nuværende trafik er begrænset, og området er kun tilgængeligt til fods og med små både i sommer- og jagtsæsonen og til fods og med snescooter om vinteren. Vinteraktivitet er dog bogstaveligt talt ikke eksisterende.



Figur 72: Sensitivitet af kystlinjen uden for Qeqertarsuaq t. Blå: lav sensitivitet, grøn; moderat sensitivitet, gul: høj sensitivitet og rød: ekstrem sensitivitet. Blå ikoner henviser til stedspecifikke kystlinjearter. Sorte ikoner henviser til arter fundet langs kystlinjen (Mosbech, et al., 2000).

5.10.2. Maritim lovgivning og gældende retningslinjer

Al maritim logistik, der kræves i forbindelse med Majoqqap Qaava-projektet, udføres i overensstemmelse med de relevante og gældende regler og retningslinjer for grønlandske farvande, herunder bekendtgørelser udstedt i henhold til førnævnte love. Følgende dokumenter skal overholdes:

- Den Internationale Søfartsorganisation [IMO] Polar Code,
- Søfartsstyrelsens bekendtgørelse nr. 1697 af 19. december 2015,
- Bekendtgørelse for Grønland om sikker sejlads af skibe mv.,
- Søfartsstyrelsens bekendtgørelse nr. 169 af 4. marts 2009,
- Bekendtgørelse af teknisk forskrift om anvendelse af isprojektører ved sejlads i grønlandsk farvand,
- Miljø- og Fødevareministeriet, bekendtgørelse nr. 1534 af 19. december 2017,
- Lov om beskyttelse af havmiljøet i den eksklusive økonomiske zone ved Grønland,
- Inatsisartutlov nr. 15 af 8. juni 2017 om beskyttelse af havmiljøet,

- Erhvervs- og Finansministeriet, bekendtgørelse nr. 170 af 17. marts 2003,
- Bekendtgørelse om skibsrapporteringssystemer i farvandene ud for Grønland (Rapporteringspligt i Grønland).

Et samlet kompleks af danske bekendtgørelser om sikker sejlads i grønlandsk farvand, IMO-regulativer, cirkulærer og retningslinjer og anden relevant information om sejlads i Grønland og den arktiske region kan findes på Søfartsstyrelsens hjemmeside: <https://www.dma.dk/safety-at-sea/the-arctic-region>.

5.10.3. Ruteopmåling og undersøgelser

Selskabets NSI har fokus på forholdene inden for den grønlandske EEZ. Skibsruten fra EEZ til Qeqertarsuatsiaat er allerede opmålt og der er tilstrækkelige søkort til rådighed til at planlægge og udføre sikker sejlads. Elektroniske søkort for indsejling til Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat findes og er tilgængelige. En bathymetrisk undersøgelse af international standard af de indre dele af fjorden, samt kortlægning af ruten fra de eksisterende søkort til havneområdet ved Majoqqap Qaava er udført af GAM. Den bathymetriske blev udført af selskabet i 2020 og er opdateret. Undersøgelsen blev udført i henhold til BAT og i overensstemmelse med IHO Standards for Hydrographic Surveys 5. udgave, februar 2008 Special Publication No. 44, IHO Standards for Hydrographic Surveys (S-44) 6. udgave, marts 2020 og vejledning fra Søfartsstyrelsen af 10. januar 2011 vedrørende sejladsikkerhedsspørgsmål relateret til mineraludvinding i Grønland og sejlads i driftsfasen.

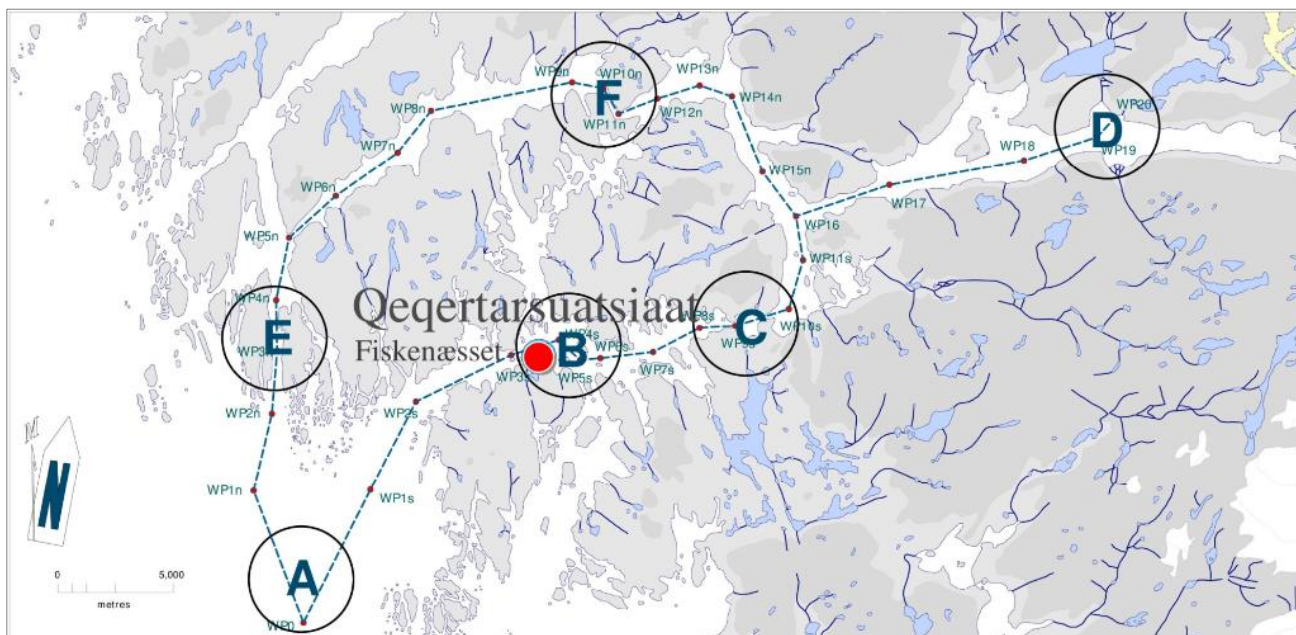
Selskabet er i øjeblikket i dialog med Geodatastyrelsen om den endelige udarbejdelse og offentliggørelse af de relevante søkort til navigation på MAQ-projektet. På grund af manglende kapacitet og en langsigtet strategi med samtidig udgivelse af papirkort og elektroniske navigationskort (ENC) for de vigtigste sejlruiter langs Grønlands vestkyst til gavn for erhvervsskibsfarten, er råstofprojekter som udgangspunkt nedprioriteret. Hvis dette princip fastholdes, betyder det, at GST først vil have kapacitet til at producere de nødvendige søkort til anorthosit projektet i begyndelsen af 2027. Herefter er tidsrammen for produktionen cirka 4-6 måneder.

For at optimere kommerciel sejlads til projektet i den fremtidige driftsfase og reducere miljøpåvirkningen, har GAM igangsat yderligere hydrologisk modellering af isdannelse, bølge- og strømforhold i fjordsystemet. Modelleringen vil redegøre for samspillet mellem lokale klimatiske forhold, saltholdighed, tidevand, strøm og fjordsystemets 3-dimensionelle form. Resultaterne vil være tilgængelige inden navigationen i projektområdet begynder.

5.10.4. Skibsruter

Den samlede beskrivelse af projektets skibsruter inkluderer en fuld returrejls fra positionering uden for den grønlandske EEZ, med ankomst fra enten Europa eller Nordamerika (Mexico, Canada eller USA) og videre til minen. Herfra foretager fartøjet en returrejls til enten Europa eller Canada/USA.

Det detaljerede valg af rute kan variere for hver sejlads, afhængigt af givne is- og vejrforhold, og begrænsningerne for et givet fartøj defineret af dets "*Polar Water Operational Manual*" og "*Polar Code Certificate*". Det endelige valg af sejlroute kommer ned til en beslutning truffet af skibets kaptajn og rederiet. Udsibning gennem fjordsystemet kan dog først begynde, når de relevante officielle søkort er tilgængelige.



Figur 73: Kort, der viser sejlruiterne til minen med markering af områder af interesse for sejlads.

Der er to mulige indsejlingsruter til minen, begge er mulige for sikker navigation i henhold til de pågældende fartøjstyper.

- **Sydlig rute:** Startende fra indgang (A) og følgende den sydlige vej til minen (D) er ruten 26 sømil. Efter at have passeret Qeqertarsuaat kræves navigation (B) for at passere et snævert lavvandet område sikkert. I forhold til den definerede rute er dybden i denne passage mere end 15 meter ved højvande (maks. tidevandsamplitude er 3,5 meter). Dog vil den sydlige rute have en del strøm i den snævre passage, hvor større hvirvler kan være en udfordring i dårligt vejr, hvorfor denne rute kun anbefales under roligt vand og ved højvande. Den smalleste passage er ca. 100 meter bred (C), Figur 73.
- **Nordlig rute:** Startende fra indgang (A) og følgende den nordlige vej til minen (D) er ruten 33 sømil. På den nordlige rute vil skibe skulle passere udenom et smalt sund med nærliggende lave vanddybder på 2-4 meter og mange umarkerede rev (E), hvilket er en vigtig parameter for en sikker passage gennem den opmålte sejl-rute på 130 meters bredde. Den nordlige rute er udfordret af et skarpt 90° sving (F), som kræver roligt vand og vejr for at passere sikkert. Som på den sydlige rute kan fartøjer møde strømforhold, hvor større hvirvler kan være en udfordring, hvorfor den nordlige rute kun anbefales under roligt vand og ved højvande, Figur 73.

5.10.5. Skibstrafik i vinterperioden

Sejlads i arktiske farvande udgør en højere risiko end sejlads i tempererede områder. De arktiske farvande er i vid udstrækning begrænset opmålt, og sejlads indebærer derfor generelt risikofaktorer, der nødvendiggør, at fartøjer har en højere grad af tilstrækkeligt udstyr og besætningens årvågenhed.

For skibe, der passerer Majoqqap Qaava-minen, bør udstyret som standard omfatte:

- Isprojektører giver tilstrækkelig observationsafstand til rettidig manøvrering,
- Sikkerhedsudstyr (redningsvest med PLB), mand-over-bord [MOB]-båd, redningsflåder og MOB-bøjer, ildslukker og brandslukningsudstyr godkendt til temperaturer på -20°C,
- Beklædning til besætning egnet til arbejde i kolde omgivelser,

- Vinduer med elektrisk varme langs skibets bro eller en varmekilde med lignende effekt.

Fartøjer, der sejler til og fra minen, bør være forberedt på overisning af såvel skibet samt dets udstyr, og muligt kraftigt snefald på fartøjets dæk og ved fortøjningsområder. Udstyr der kan løse disse forhold skal være tilgængelige.

5.10.6. Nødprocedurer

Efterhånden som projektet udvikler sig, vil GAM definere sikkerhedsplanen og miljøhåndteringsplanen. Disse vil afspejle projektets afsides beliggenhed, og risikoanalyser vil sikre, at passende afbødende foranstaltninger er til rådighed.

En specifik beredskabsplan for skibsoperationen vil blive udfærdiget, og vil omfatte en separat procedure for "tab af last". I det usandsynlige tilfælde af havari, der resulterer i udledning af brændstof eller produktmateriale, træder beredskabsplanen i kraft. Dette vil omfatte rapportering til de relevante myndigheder, og udstedelse af det lokale projekt forureningsinddæmningsudstyr.

5.11. Udledninger

Greenland Anorthosite Mining forventer, at projektet vil kræve afbrænding ca. 2,96 millioner liter diesel pr. år i maksimumscenariet B. Af disse 2,96 millioner liter forventes kraftværket, der omfatter 3 dieseldrevne generatorer at forbrænde 1,28 millioner liter. Ved forbrænding af 1 liter arktisk diesel, udledes ca. 2.600 gram CO₂, hvilket kan omregnes til en årlig projekt CO₂-udledning på 7.692 ton, inklusive den estimerede udledning fra udskibning af produkt, Tabel 34. Da Grønland i 2020 i alt udledte ca. 515.000 tons CO₂e, vil Majoqqap Qaava frigive CO₂ svarende til 1,49 % af den samlede udledning i Grønland i maksimumscenariet B (Ritchie, Roser, & Rosado, 2020).

Mht. NO_x-udledning, er der beregnet et estimat ud fra det planlagte maskineri, der anvendes til at drive minen. Beregninger er baseret på en estimeret kW effekt pr. maskine, gns. maskinbelastningsfaktor og forventede driftstimer. NO_x-udledningen tager udgangspunkt i at motorer i maskiner og andet udstyr udleder NO_x 3,4 g/kWh (ifølge trin IIIA 130<=kW<=560, (National Environmental Research Institute, Denmark, 2006)). Data er præsenteret i Tabel 33 Tabel 34 og viser en estimeret NO_x-udledning på 334,4 tons pr. år inkl. kraftværkets (med forbehold for det valgte maskineri og belastningen af dette). Tabel 33 indeholder også et CO₂-estimat, der viser, at den forventede mængde CO₂ frigivet fra projektets maskiner udgør 56 % (4.363 ton) af den samlede udledning fra mineprojektets aktivitet på land.

Reference model	Udstyr	Antal	Brændstof forbrug (L/time)	Udnyttelsesfaktor	Operations tid (timer/år)	Brændstof forbrug total (L/år)	CO ₂ (ton)	NO _x (ton)	SO _x (kg)
Hitachi ZX890LC-7	Gravemaskine	1	87.2	0.7	4,641	404,768	1,052	13.4	8.1
Hitachi ZW6	Frontlæsser	1	33.1	0.7	4,641	141,792	368.7	4.7	2.8
Mercedes Arocs	Lastbil med tip	10	20.0	0.7	2,735	546,957	1,422	18.0	10.9
"Benchmark"	Primær bore-rig	1	33.6	0.2	1,085	33,159	86.2	1.1	0.7
"Benchmark"	Sekundær bore-rig	1	30.6	0.0	11.0	330	0.9	0.0	0.0
CAT D8T Dozer	Primær bulldozer	1	18.4	0.8	5,378	198,248	515.4	6.5	4.0
"Benchmark"	Vejhøvl	3	17.5	0.7	4,626	243,143	632.2	8.0	4.9

Mercedes Arocs	Lastbil til vand	1	14.4	0.2	1,080	15,530	40.4	0.5	0.3
Mercedes Arocs	Lastbil til brændstof	3	9.5	0.3	1,727	49,015	127.4	1.6	1.0
Mercedes Arocs	Container last-bil	1	18.6	0.0	284	5,259	13.7	0.2	0.1
“Bench-mark”	Lysmaster	4	1.3	0.5	3,240	16,200	42.1	0.5	0.3
Pumps	Pumper	1	1.2	1.0	6,480	7,582	19.7	0.3	0.2
Hilux pickup e.l.	Let køretøj	3	5.0	0.2	1.1	16,200	42.1	0.5	0.3
MASKINERI					Total:	1,678,183	4,363	55	34
KRAFTVÆRK		3 STK. 600 kVA generator set-up			Total:	1,280,211	3,329	279	26
					SUM:	2,958,394 L/år	7,692 ton/år	334.4 ton/Y	59.2 kg/år

Tabel 33: Beregnet NO_x og CO₂ fra estimeret maskineri til projektscenarie B.

Udledning fra forsendelse af produkter er også blevet evalueret. Ved at bruge produktionstonnage beregnet af GAM for de to scenarier, A og B, er der beregnet et estimat på det nødvendige antal Handymax-størrelser bulkskibe.

Ved at bruge de sejlrouteafstande, der er defineret i projektet NSI, se afsnit 5.10.4, og ved at anvende et anerkendt estimat for CO₂-udledning for Handymax-fartøjer, er udledningen for to scenarier blevet beregnet (Kanberoglu & Kökkülünk, 2021). Beregningen forudsætter at skibe veksler mellem at bruge hhv. den sydlige og nordlige skibrute.

Rute		Retur distance	CO ₂ /nautisk mil	CO ₂ /return	Retur sejlads	CO ₂ /år	Sum CO ₂ /år
		(Nm)	(ton)	(ton)	(antal)	(ton)	(ton)
Scenarie A	Nordlig rute	66	0.45	29.7	5	148.5	265.5
	Sydlig rute	52	0.45	23.4	5	117	
Scenarie B	Nordlig rute	66	0.45	29.7	10	297	531
	Sydlig rute	52	0.45	23.4	10	234	

Tabel 34: CO₂-udledning fra skibsfart. Beregningen forudsætter skibe, der anvender både nord- og sydruten.

På større skala forårsager projektet en indirekte udledningseffekt, via anvendelsen af anorthosit fra Majoqqap Qaava i de relevante industrier frem for eksisterende råstoffer, fx som erstatning for kaolin (ler mineral) ved fremstilling af glasfiber. Dette vil resultere i en samlet reduktion af CO₂ og NO_x på grund af reduceret energibehov ved anvendelse af anorthosit sammenlignet med kaolin. Anorthosit giver slutbrugeren mulighed for at reducere sit energiforbrug (f.eks. fra afbrænding af naturgas), med op til 10-14 % i forbindelse med smeltning og opvarmning af deres produkter.

Kvantitativt giver brugen af anorthosit betydelige reduktioner af drivhusgas [GHG] både direkte og indirekte. Ved fuld substitution for kaolin svarende til 170 tons/dag pr. smelteovn er de estimerede reduktioner som vist i Tabel 35.

Udledning	Reduktion / råstof	Antal ton reduktion
CO ₂	Kalksten erstatning	2,400
	Energi reduktion	2,590
SO _x	Salt opløsning erstatning	570
H ₂ O	Kaolin erstatning	2,700
	Energi reduktion	110

Tabel 35: Oversigt der viser udledningsreduktioner ved brug af anorthosit i en E-glassammensætningsbatch (ved 100 % batch substitutionsniveau) (Hains, London, & Merivale, 2008).

5.11.1.1. Konsekvensvurdering af anlægs- og driftsfasen

Dette betydelige fald i energiforbrug vil potentielt mere end opveje den tilførte CO₂-udledning fra projektet i Grønland. Samlet set vil projektet således potentielt resultere i en netto reduktion i CO₂-udledning, når man betragter Majoqqap Qaava anorthosit i en cirkulær skala.

Den samlede udledning fra projektet anses for at være begrænset sammenlignet med Grønlands totale CO₂-udledning (projektinduceret stigning på 1,49 %), og den globale CO₂-udledning vil potentielt blive reduceret ved anvendelse af Majoqqap Qaava Anorthosit som erstatning for eksisterende materialer ved fremstilling af f.eks., glasfiber, hvilket har en samlet positiv indvirkning på de globale klimændringer.

Potentiel påvirkning	Udledning af drivhusgas
Påvirkningsfaser	Konstruktion og drift
VEC	Globalt bidrag til udledning

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Mindre betydning
International	Lav	Langvarig > 5 år	Høj > 75 %	

Kvælstof er letopløseligt, hvis det udsættes for vand, og som sådan er en af de mere væsentlige risici tilførsel af nitrater i vandsystemet. Nitrater kan tilføres vandsystemet gennem våde sprængningshuller og via grundvand eller overfladevand der bevæger sig væk fra sprængningsstedet. Typiske ANFO-sprængstoffer indeholder ammoniumnitrat, som, hvis det bruges uhensigtsmæssigt eller detoneres for sent, har tendens til at migrere ind i sprækker eller efterlade rester af sprængstof som ikke detoneres. Dette er en velkendt nitrat kilde til de omgivende ferskvandssystemer fra minedrift. Der er flere afbødende foranstaltninger, således at man bruger ANFO mere effektivt, hvor det letteste er at lave en blanding der gør produktet mere drøjt, og derved minimerer lækager til sprækker. Opblandet ANFO (tungt ANFO) optimerer mængden af eksploderet ANFO, og minimerer restmaterialer. En sådan blanding er også vandafvisende, hvilket er en fordel under arbejde i regnvejr og om vinteren (Boshevski & Dambov, 2013).

Potentiel påvirkning	Udledning af nitrogen fra ANFO – overgødning af ferskvand
Påvirkningsfaser	Drift
VEC	Vandkvalitet

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Langvarig > 5 år	Medium 25-75 %	

Med virksomhedens naturlige fokus på minedriftseffektivitet, og virksomhedens politik om den miljømæssige tilgang til projektet, forventes sprængning af malm at have ringe effekt på det omgivende miljø med hensyn til overgødning.

Selvom den bakterielle reduktion af nitrat anses for lav i kolde miljøer, forventes fokus på at minimere ammoniak og nitrogenfrigivelse ved kilden (f.eks. ved at bruge effektive sprængstoffer) at holde gødningsniveauet lav (Karkman, Mattila, Tamminen, & Virta, 2011). Påvirkningen fra brugen af ANFO i forhold til overgødning vurderes at være ubetydelig.

5.12. Påvirkning fra affald og spildevand

Som nævnt i afsnit 4.10.2 vil organisk affald blive forbrændt i et godkendt forbrændingsanlæg eller komposteret alt efter hvad der tillades. Farlige affaldsmaterialer, såsom brugte oliebeholdere, brugt olie, brugte brændstoffiltre, batterier etc. vil blive indsamlet og fjernet fra området til et godkendt bortskaffelsesanlæg. Hvis sådanne faciliteter ikke er tilgængelige, vil farligt affald blive opbevaret sikkert i containere til forsendelse til et godkendt bortskaffelsesanlæg i Europa.

Farligt flydende affald (brugt olie osv.) vil blive bortskaffet i en godkendt højtemperaturforbrændingsovn eller overført til tromler, med efterfølgende forsendelse til Europa til bortskaffelse på et godkendt anlæg. Spildevand fra lejrens rensningsanlæg vil blive udledt til Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat. Da systemet er relativt lille (ca. 10 PE (befolknings-ækvivalenter) under anlæg, og ca. 30-80 PE i drift, vil det årlige bidrag fra N og P til fjorden være ca. 1.752 kg organisk materiale (BI5), 80 kg. P/år og 352 kg N/år for 80 personer (Miljøstyrelsen, 2006).

5.12.1.1. konsekvensvurdering for anlægs- og driftsfasen

Ovenstående kilder til nitrogen og fosfor forventes at medføre ubetydelige miljøeffekter, da fast og farligt affald bortskaffes under sikre forhold. Bidraget af spildevand til Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat er af så begrænset mængde, at det ikke forventes at forårsage målbare ændringer i fjorden, ikke mindst på grund af strømforholdene i fjorden og den markante ændring af tidevandshøjden.

Potentiel påvirkning	Overgødning af det marine miljø		
Påvirkningsfaser	Konstruktion, drift og nedlukning		
VEC	Marin økologi		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Langvarig > 5 år	Lav (<25 %)	

5.13. Risikovurdering af olie- og kemikaliespild

5.13.1. Aktiviteter på land

Mineprojektet involverer en relativ simpel sprængnings- og knusningsoperation, og vil derfor ikke opbevare andre kemikalier, end hvad der kræves for at drive et værksted og minebyen. Smøremidler, olie mm vil blive opbevaret på værkstedet, der har fast gulv og med nødvendige olieudskillere til vaskevand. Den største risiko for en brændstofforurening er identificeret til at være i forbindelse med brændstofpåfyldning og transport af brændstof. Brændstofpåfyldning er defineret som såvel genforsyning af projektets overordnede brændstoflager, og den kontinuerlige brændstofpåfyldning af projektkøretøjer og -maskineri.

Overordnet set vil brændstofanlægget og brændstoftanke blive bygget i overensstemmelse med bedste tilgængelige praksis. Større brændstoftanke vil være dobbeltskrogede og med overløbsalarm og placeret på uigennemtrængelige overflader. Hovedlageret vil blive installeret i et aflukket område med en vold, der vil beskytte mod lækager og spild.

Tankområdet og tilstødende brændstoftoverflade vil blive grusbelagt og udstyret med en underliggende uigennemtrængelig membran.

I tilfælde af et spild fra hovedbrændstoftageret vil det aflukkede område tilbageholde brændstoffet, hvilket muliggør en næsten fuld genvinding af spildet. Skulle der trænge brændstof ud i omgivelserne, anvendes absorbenter, hvorefter spildmaterialet vil derefter blive gravet op og sendt til den kommunale affaldsstation. Påfyldning af køretøjer vil finde sted på udpegede steder med uigennemtrængelige membraner, der muliggør opslugning af spild og grus.

I det usandsynlige tilfælde af en større brændstoftæklage, vil beredskabsplanen blive iværksat, og lækagen vil blive lokaliseret og stoppet. Hvis muligt, vil brændstoffet blive omdirigeret for at undgå drænering til ferskvandssystemet, hvorefter oprensningen påbegyndes. Der er få måder at rydde op i et dieselspild, og generelt er det bedst at rense mindre spild ved at grave det forurenede jordlag op, og efterlade det på et udpeget sted for derefter at lade brændstoffet fordampe eller sende det til den kommunale affaldsstation.

Efter mange års produktion kan visse områder over tid blive forurenede i en sådan grad, at der er behov for en oprensning. Flere forsøg er blevet testet vedrørende oprensning af forurenede jord i Arktis – bl.a. termisk oprensning i landbrug, hvor naturligt forekommende mikroorganismer udløses til at nedbryde kulbrinter i jorden (Arkil, NIRAS, 2019; Johnsen, Boe, Henriksen, Malmquist, & Christensen, 2021). Dette har vist sig at være en effektiv, passiv og langsigtet metode til at rydde op i større områder med forurenede jord.

Potentiel påvirkning	Risiko for brændstoftæklage og forurening af jord		
Påvirkningsfaser	Konstruktion, drift og nedlukning		
VEC	Terrestrisk miljø og ferskvand		

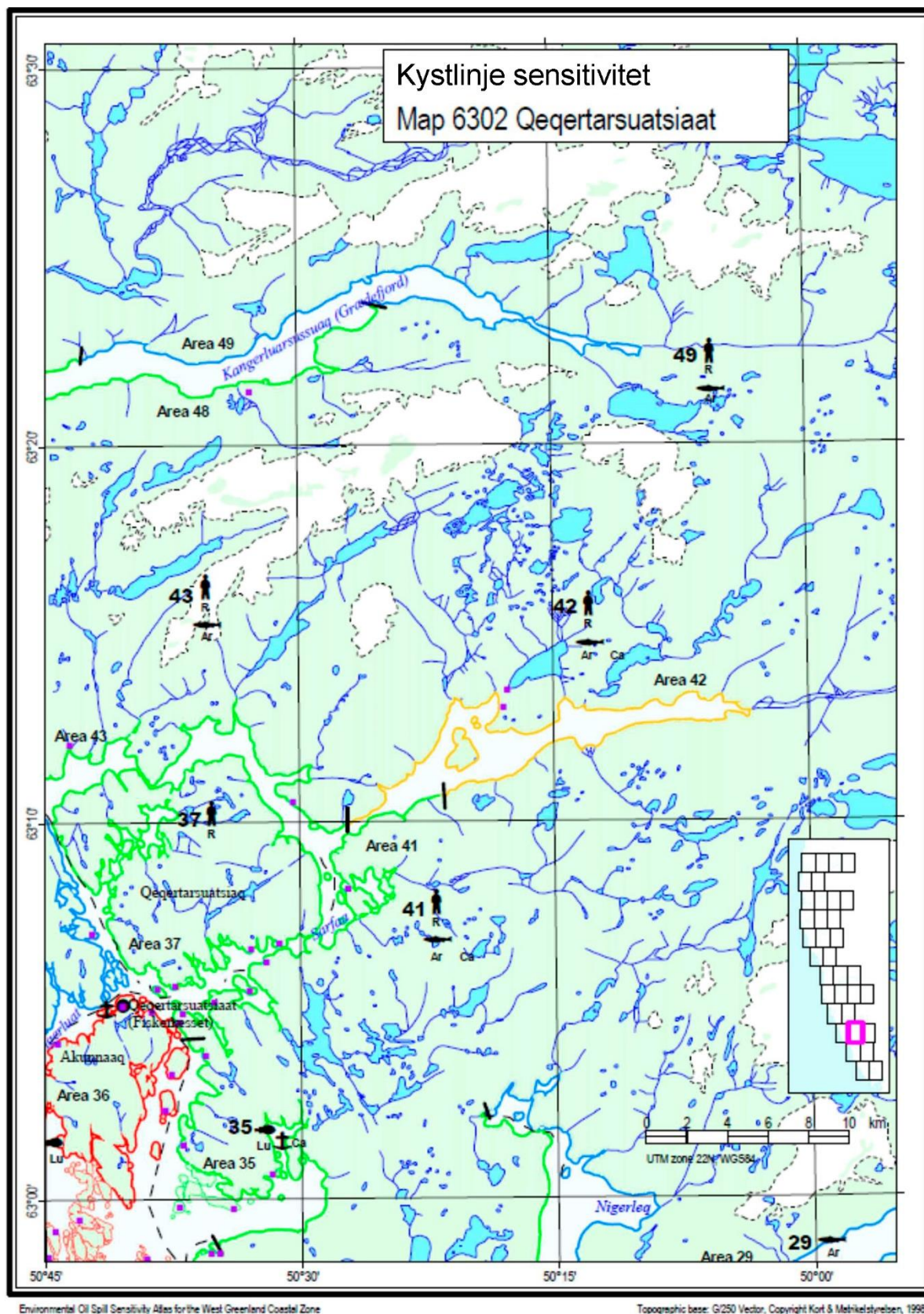
Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Mindre betydning
Lokal	Medium	Midlertidig 1-5 år	Lav <25 %	

5.13.2. Marine aktiviteter

Greenland Anorthosite Mining planlægger at bruge arktisk diesel som den primære energikilde. Arktisk diesel er et relativt let brændstof, sammensat af kulbrintefraktionerne C_{14} - C_{20} , hvor råolie og tung brændselsolie til sammenligning består af fraktionerne C_{20} - C_{70} . Dette gør arktisk diesel mere flygtig med hurtigere fordampningshastigheder og også sværere at opsamle, hvis den spildes. Den hurtigere fordampning gør dog de langsigtede konsekvenser mindre alvorlige end et udslip af tung brændselsolie.

Den væsentligste risiko for utilsigtet oliespild er i forbindelse med losning fra brændstoftskibe til brændstoftagere på land, og ved distribution fra disse til projekttankskibene. I tilfælde af udslip i havneområdet vil Qeqertarsuaat Kangerdluat fjord blive påvirket.

Brændstof forventes leveret med kysttankskib ved brug af slange eller med skib/pram i 200 L tromler eller 1.000 L containere. Det nuværende koncept involverer forsyninger på op til 900 m³ (ca. 900.000 L skal losses) fra tankskib ca. 3 gange om året i Scenarie B. Dette modsvarer det forventede årlige forbrug på ca. 2.970 m³ diesel, der skal ankomme med tankskib og losses i havneområdet. Brændstof vil blive pumpet fra skibet via en rørledning til spildbeskyttede dobbeltvæggede lagertanke. Tankene vil blive installeret i en sekundær indeslutningsstruktur, der er i stand til at rumme volumen af den største tank.



Figur 74: Kort der viser sensitivitet langs kystlinjen, Qeqertarsuatsiaat.

Vigtigt fiskeri efter fjeldørred ved et flodudløb og langs kyster, sildefiskeri og lejlighedsvis jagt hele året, undtagen når isen dækker fjorden. Dette blev identificeret i et olieudslipfølsomhedsstudie i 2000 i den indre del af Qeqertarsuaat Kangerdluat fjord (Mosbech, et al., 2000).

Fugle er ekstremt sårbare over for olieudslip i havmiljøet. De fleste tab af fugleliv efter olieudslip, skyldes direkte påføring af olie på fjerdragten, men nogle gange dør fugle også af forgiftning, sult og drukning. Arktiske diesel er mindre skadelig for vandmiljøet end tungt brændstof, da den lette diesel hurtigere vil fordampe, selv når den spildes i vand eller påføres fjerdragten. Et tidligere stort udslip på Grønlands østkyst har dog demonstreret konsekvenserne når dieselolie tilføres miljøet, og omfanget af tidsrammen og vanskelighederne ved at rydde op i forbindelse med et større udslip (Sermitsiaq, 2022).

Havpattedyr som sæler og hvaler er generelt mindre følsomme over for olieudslip sammenlignet med mange andre marine organismer (f.eks. fiskelarver), og kan som udgangspunkt overleve korte perioder med påføring og kontakt med olie. Direkte kontakt med et olieprodukt kan dog irritere huden, og kan i visse tilfælde påvirke synet eller forårsage direkte forgiftning ved indtagelse (Boertmann, Blockley, & Mosbech, 2020). Da havpattedyr desuden trækker vejret ved overfladen, er der risiko for indånding af brændstofdamp, som er blevet mistænkt for at have dødelige virkninger (Boertmann, Blockley, & Mosbech, 2020). Endelig kan fødeindtage blive reduceret i tilfælde af olieudslip.

Risikoen for et stort udslip af tungt brændstof anses for relativt lav. Da der ikke bliver foretaget oplagring eller losning af tungt brændstof i fjorden. Det eneste scenarie for et stort olieudslip vil således være hvis et tankskib eller et bulkskib skulle ramme et rev eller kystlinjen. GAM vil tage alle forholdsregler i deres bestræbelser på at muliggøre sikker forsendelse til og fra projektstedet. Sejlruterne og de tilstødende farvande er officielt opmålt i henhold til internationale standarder, og en modsvarende reaktionsplan vil blive indsendt til de ansvarlige myndigheder, se afsnit 5.10.4. For at minimere risikoen for ulykker har virksomheden til hensigt, at håndhæve en systematisk brændstofhåndteringsplan med dedikerede medarbejdere, der er ansvarlige for disse opgaver – se afsnit 8.

5.13.2.1. Konsekvensvurdering for anlægs- og driftsfasen

Oliespildsundersøgelsen vurderer, at de indre dele af Qeqertarsuaat, herunder Kangerdluat fjorden, er meget følsomme over for olieudslip. Denne konklusion skyldes bl.a. den relative høje forekomst af lodde og fjeldørred (Mosbech, et al., 2000). Som beskrevet ovenfor kan ulykker i forbindelse med skibstrafikken have en indvirkning på havmiljøet. Heldigvis er skibskatastrofer ekstremt sjældne, men hvis der sker en ulykke, vil virkningen på det marine liv i de fleste tilfælde være stor. Selskabets NSI beskriver proceduren for sejlads i fjorden forbi Qeqertarsuaat. NSI'en reducerer således risikoen for en ulykke i skibsfarten til og fra Majoqqap Qaava til et minimum. Den største risiko for havmiljøet fra ulykker i forbindelse med skibstrafikken er et olieudslip og/eller spild af produkt. Produktudslip vil ikke udgøre nogen miljørisiko, da der ikke er fundet forhøjede niveauer af farlige elementer i det produkt, der udskibes, se afsnit 5.4. Olieudslip vil derimod have en indvirkning på havmiljøet, da Handymax bulkskibe anslås at transportere mellem 110.000 – 150.000 L. brændstof (arktisk) i dets brændstoftanke. Skibene forventes at tanke uden for Grønland, da dette betragtes som en følsom manøvre der involverer åbne tankventiler og transport/pumpning af brændstof. Tankning uden for Grønland eliminerer risikoen for dette forhold. En afledt effekt heraf er, at skibe, der ankommer og forlader Majoqqap Qaava-havnen, kun vil sejle med delvist fyldte tanke. Dette reducerer mængden af brændselolie, som kan spredes i miljøet i det usandsynlige tilfælde af et skibsforlis.

Ifølge GAM's NSI vil større skibe, der passerer gennem fjordsystemet, desuden være ledsaget af slæbebådskapacitet. Formålet med disse fartøjer er til dels at assistere bulkskibene gennem vanskelige passager og dels være en del af selskabets miljøstyringsberedskab, som er en hovedkomponent i selskabets overordnede oliespildshandlingsplan. Tilstedeværelsen af slæbebåde, der assisterer bulkskibene, muliggør også en hurtig indsats for at sikre et skib, hvis ulykken skulle ramme. Dette reducerer risikoen for, at et skib rent faktisk går på grund til et minimum, hvilket betydeligt øger effektiviteten af en potentiel forureningsbekæmpelse.

Virksomhedens Oliespildshandlingsplan er en del af virksomhedens Miljøledelsesplan (se afsnit 8), som løbende vil blive evalueret og tilpasset projektets udviklingsfaser fra anlæg, drift og nedlukning, samt ændringer i eksterne forhold som f.eks. lovpligtigt krav om at anvende brændstof med lavt svovlindhold [LSFO] ved sejlads i grønlandsk farvand. Tilpasningen af nye typer brændselsolier kan ændre metoderne til at bekæmpe et potentielt spild, og GAM har til hensigt at indarbejde reviderede olieresponsprocedurer, da effektiviteten af nævnte procedurer er blevet dokumenteret.

Derfor vurderes den samlede påvirkning fra olieudslip fra skibe, der anløber projektet, at være **mindre**.

Potentiel påvirkning	Risiko for skibssulykke og olie- eller produktudslip		
Påvirkningsfaser	Konstruktion og drift		
VEC	Havvandskvalitet og marin fauna – især fugle		

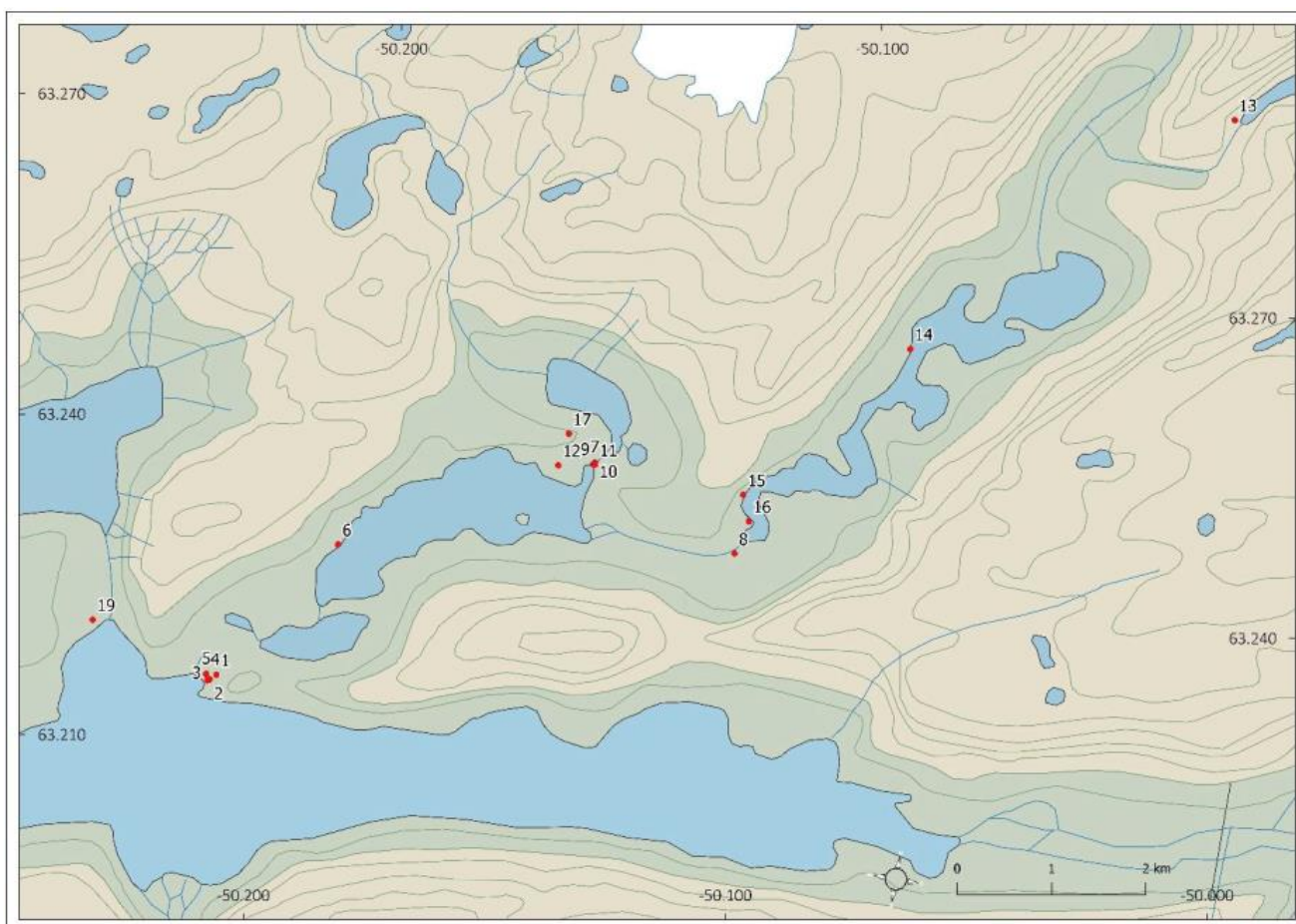
Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Mindre betydning
Lokal	Stort	Langvarig >5 år	Lav <25 %	

6. Landskab, kulturarv og menneskelige aktiviteter

6.1. Kulturarv og menneskelige aktiviteter

Projektområdet for minen, Majoqqap Qaava, ligger 40 km nordøst for Qeqertarsuatsiaat. Den foreslåede mineby og havnefaciliteter ligger knap 30 km fra Qeqertarsuatsiaat, ca. 1 times transport med båd. Pt. er der ingen infrastruktur, der forbinder projektområdet med resten af Grønland, og opførelse af nødvendig infrastruktur er en del af det planlagte projekt.

Grønlands Nationalmuseum og Arkiv registrerer alle steder med fredet kulturarv, og der etableres en 2-meters beskyttelseszone omkring disse steder (Naalakkersuisut, 2019). Steder med kulturarv omfatter varder, ruiner, stenringe og andre lokaliteter, der vidner om menneskelig aktivitet fra før år 1900. Som en del af forberedelserne til Majoqqap Qaava-projektet undersøgte arkæologer fra Nationalmuseet området efter steder med kulturarv. De fandt i alt 18 mindre lokaliteter, der repræsenterer historisk rensdyrjagt og ophold i landskabet, samt en enkelt grav fra Thule-kulturen (uden for området påvirket af byggeaktiviteter). Baseret på undersøgelsen blev det konkluderet, at de foreslåede mineaktiviteter ikke er i konflikt med de fundne kulturarvssteder (Larsen, 2020). Greenland Anorthosite Mining vil overholde gældende lovgivning, og projektrelaterede aktiviteter vil ikke finde sted inden for 20 meter af de identificerede lokaliteter.



Figur 75: Oversigt over arkæologiske steder registreret ved undersøgelse i 2020 (Larsen, 2020).

Området og regionen som helhed bruges i vid udstrækning af lokalbefolkningen som både jagt- og fiskeplads, samt til rekreativt ophold. Rensdyr, harer, ræve og ryer jages i området i deres respektive jagtsæsoner, og f.eks. torsk, lodde, rød fisk og havkatfiskeri foregår i fjordene inklusive fiskeri efter fjeldørreder i såvel hav- som ferskvandssystemerne i området. Torskfiskeriet repræsenterer det vigtigste kommercielle fiskeri i Qeqertarsuatsiaat, og i 2015 var 29 af bygdens indbyggere beskæftiget i denne industri (Snyder, Jacobsen, & Delaney, 2017). I dag arbejder cirka 17 beboere ud af de i alt 176 indbyggere på fuld tid inden for jagt og fiskeri, og de lokale siger, at fiskeriet er det, der holder bygden i live (Rambøll, 2023a). Andre erhverv omfatter elektrikere, tømrere og job inden for offentlig service.

Turisme i Qeqertarsuatsiaat er meget begrænset. Men på det seneste har der været en stigende interesse for området fra lokale og turister på grund af tilstedeværelsen af sjældne mineraler fundet i området, og pga. åbningen af rubinminen (Greenland Ruby) syd for Qeqertarsuatsiaat (Kommuneqarfik Sermersooq, 2016). Også fangere fra fx Nuuk og Paamiut, henholdsvis 150 km nord og 130 km syd for Qeqertarsuatsiaat, kommer for at jage rendyr i området.

Potentiel påvirkning	Reduceret jagt- og fiskepotentiale, begrænset offentlig adgang		
Påvirkningsfaser	Konstruktion, drift og nedlukning		
VEC	Lokale i Qeqertarsuatsiaat		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Mindre betydning
Lokal	lav	Langvarig >5 år	Høj (>75 %)	

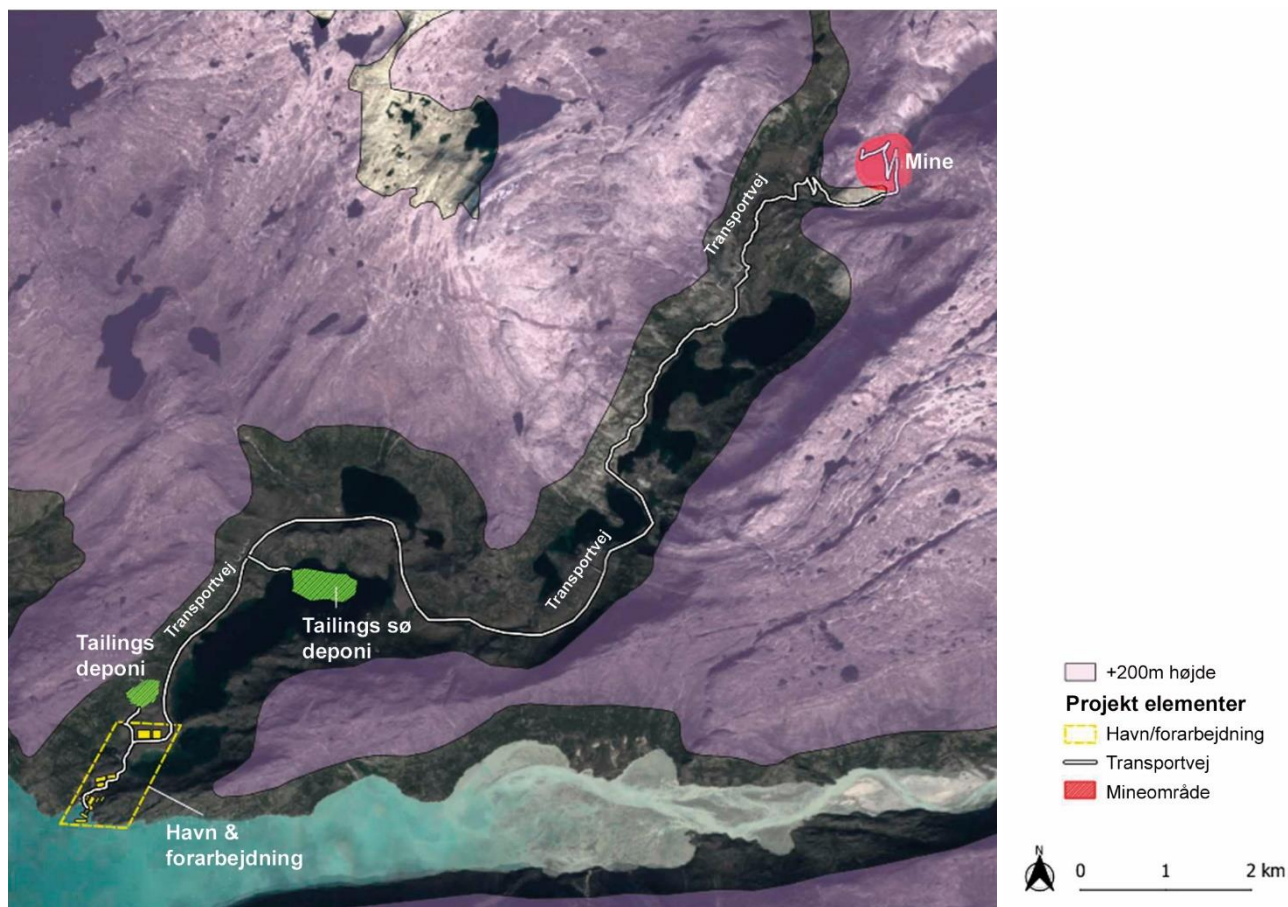
Mineområdet, minebyen og infrastruktur derimellem vil have en lokal påvirkning af miljøet både på grund af de fysiske konstruktioner (se f.eks. afsnit 4.7 og 4.10), og på grund af den øgede menneskelige aktivitet i arbejdsperioden. Dette kan have en indirekte indvirkning på lokale fangere, idet dyrelivet bevæger sig længere væk (se afsnit 5.6.4). Lokaliteter i projektområdet, der bruges til rekreative formål såsom bærplukning, vil sandsynligvis blive påvirket enten direkte via inddragelse af areal, eller indirekte pga. støj eller støv fra nærliggende infrastruktur. På den anden side bidrager infrastrukturen også til at fjerntliggende områder bliver mere tilgængelige. Endelig kan der komme en indvirkning såfremt lokalbefolkningen ansættes i minen, hvilket gør dem utilgængelige for andre lokale job. Det vurderes dog, at projektet samlet set vil have mindre betydning for kulturarven og menneskelige aktiviteter i området. Historiske steder vil blive vedligeholdt, og lokal brug af området i form af jagt, fiskeri, bærplukning og camping vil fortsætte.

6.2. Påvirkning af landskabet

Tilstedeværelsen og brug af tunge maskiner samt igangsættelse af jordarbejde til etablering af projekinfrastruktur i den hidtil uforstyrrede projektdal vil påvirke landskabet.

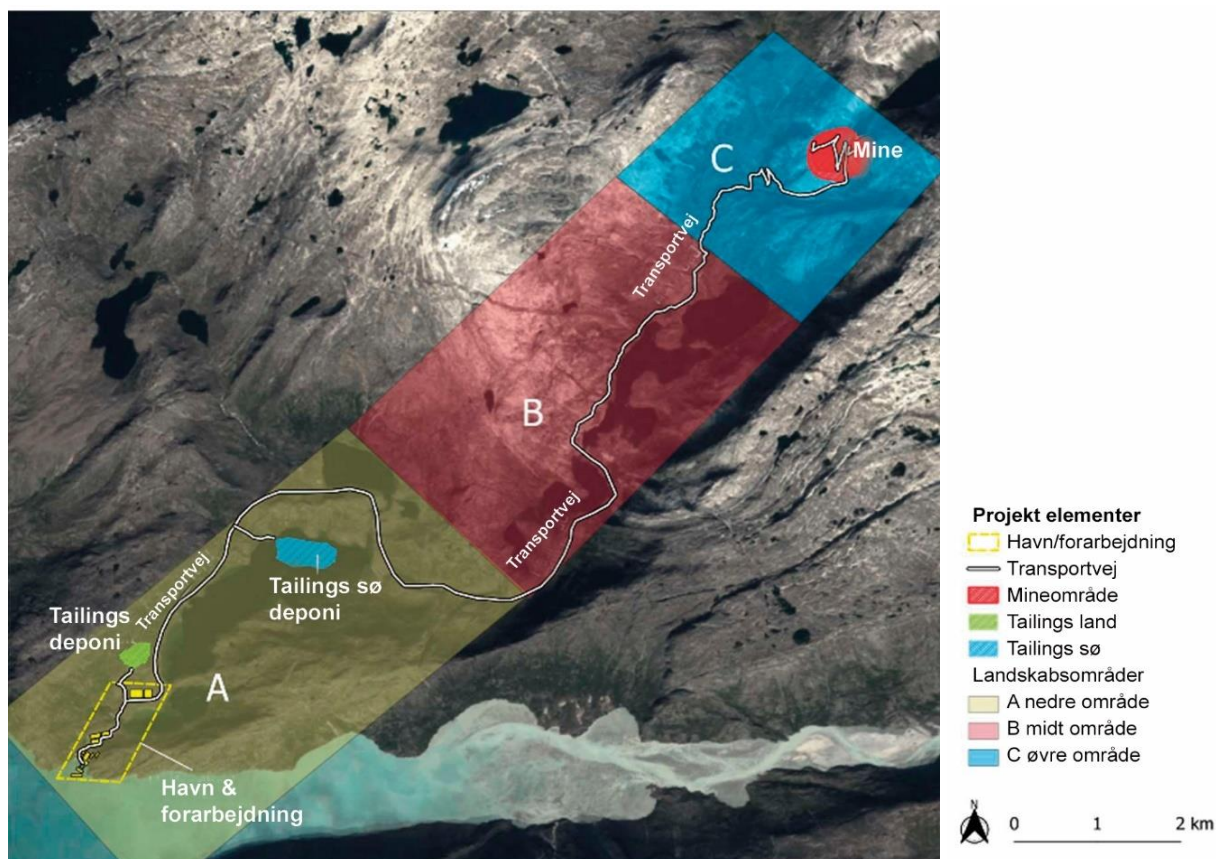
Det overordnede projektlandskab er domineret af en gletsjerdal defineret af >250 m høje fjeldrygge på begge sider, hvor nogle områder består af golde stejle vægge, og andre er mindre stejle med en del vegetation, Figur 76. Et af projektets landskabsmæssige hovedkarakteristika er ferskvandssystemet af søer og elve, som udgør et betydeligt ferskvandsområde, der løber gennem hele dalens længde. Søer og elve er omgivet af vådområder og moser, der giver et frodigt levested for dyrelivet om sommeren og fungerer som dræningsvej for snesmeltning i løbet af foråret. Dalens øverste del udgøres af stejle og vindblæste fjeldtoppe, hvoraf en top vil udgøre det fremtidige mineområde. Den nederste del af dalen er overordnet dækket af hede vegetation, Figur 78. Projektdalen kan defineres som en typisk uforstyrret grønlandsk gletscherdal, som er almindelige langs hele Grønlands sydvestkyst. Effekten på landskabet fra projektudviklingen er en konsekvens af, at dalen i dag er uberørt og uforstyrret, hvilket er det væsentligste

landskabsmæssige kvalitetstræk. Dette er dog ikke et unikt træk, da de fleste gletsjerdale i det sydvestlige Grønland følger denne definition.

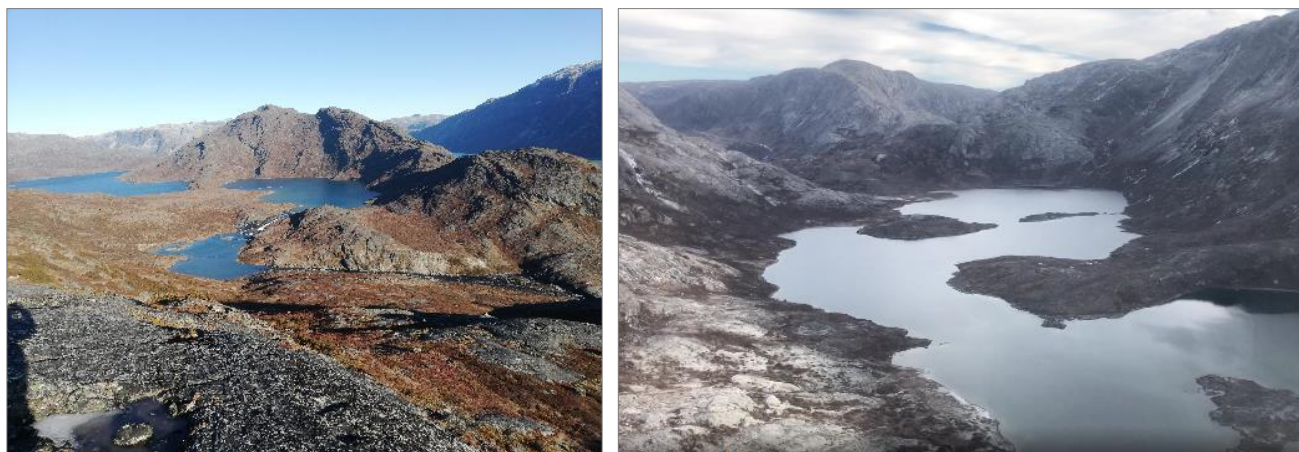


Figur 76: Projektområde med +200 m højdearealer visualiseret.

Projektområdet er opdelt i zoner baseret på landskabets naturlige udtryk, Figur 77. Dele af det nederste område (A) er synligt fra fjorden, og strækningen er overordnet set bevokset med hede og buske. Grænsen mellem det nederste område (A) og det midterste område (B) er defineret af en højderyg på tværs af dalen, som blokerer synsfeltet fra A til B. Området ved minen (C) er defineret som goldt og klippefyldt med lidt eller ingen vegetation i større højde.



Figur 77: Områdefordeling i projektdalen



Figur 78: Venstre: Nederste del af projektet Dal (område A) Højre: Hovedet af dalen (område C).

6.2.1. Anlægsfasen

Projektudviklingen starter ved havneområdet med afsætning af nødvendigt udstyr, maskiner og camp faciliteter. Arbejdspladsen etableres i den fremtidige mineby ved at rydde overfladejord og bortsprænge sten for at skabe jævne overflader til fremtidige projektstrukturer, såsom bygninger, deponier, lagertanke og andre faciliteter. Målet er at benytte de arealer som man i forvejen skal anvendes til bygninger mm., til opbevaring under anlægsfasen, således at man derved reducerer unødvendig ændring af landskabet i denne fase (f.eks. fjernes der ikke større arealer med jord under anlægsfasen som efterfølgende står ubrugt hen). Fra havneområdet vil arbejdet med projektets transportvej og øvrige byggeflader blive prioriteret, og der påbegyndes udspærgning og opfyldning til den c. 17 km lange vej til op

til minen. Denne metodik indebærer, at materialer der fremskaffes ved sprængning eller udgravning på visse dele af vejen bliver udjævnet, og påfyldt de dele af vejen som har behov for yderligere materialer for at skabe en jævn vej. Såfremt mængden af påkrævede fyldmaterialer overstiger mængden, der hentes fra jordarbejde, er der identificeret flere grusgrave langs den foreslåede vejstrækning. Brug af materiale fra større udpegede grusgrave vil sikre et ordentligt fundament, der er egnet til at stabilisere vejen, og minimerer jordarbejdet i landskabet langs vejen. Det er hensigten så vidt muligt at anvende nogle få områder til opgravning af egnet materiale frem for en masse mindre og mere diffuse lokaliteter langs hele vejen.



Figur 79: Eksempel på grusvej gennem terræn (2022 - en adgangsvej relateret til Buksefjord vandkraftanlæg).

En vej gennem landskabet vil blive opfattet som en klart defineret lineær struktur gennem terrænet, der forstyrrer det naturlige barske og kuperede udseende, Figur 79. Vejen vil i nogen grad følge vandløb og søbredder i dalen og derved integrere sig mere i landskabet, og begrænse niveauet af forstyrrelse. Med faste intervaller og hvor landskabet tillader det, vil vejen blive udvidet for at tillade passage af modsat kørende køretøjer og maskiner.

Potentiel påvirkning	Ændringer i landskabet
Påvirkningsfaser	Konstruktion
VEC	Uforstyrret gletcherdal.

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Mindre betydning
Lokal	Medium	Midlertidig <1 år	Medium 25-75 %	

Der er ingen aktuelle planer om ændring af ferskvandssystemet. Projektet involverer ingen dæmninger eller etablering af nye større afvandingskanaler. Vejens elvkrydsninger vil blive konstrueret ved hjælp af armco rør og små broer, der er dimensioneret til at håndtere massivt nedbør og årlig forårsafsmeltning.

Anlægsarbejdet vil langsomt blive optrappet, efterhånden som byggepladserne klargøres og vil intensiveres, når man nærmer sig igangsættelse af mineaktiviteten. Anlægsfasen vurderes at være af et lokalt omfang af middel størrelse og midlertidig (1-5 år). Dette vil medføre en **mindre** påvirkning af det lokale landskab.

6.2.2. Driftsfasen og nedlukning

Efter at have etableret projektets infrastruktur, vil selve minefasen begynde. Dette vil resultere i sprængning og udtagning af store mængder af klippe, transport af malmen langs vejen til forarbejdningsanlægget og etablering af store områder til Run of Mine-aflæsningspladser og materialehåndtering. I forarbejdnings- og havneområdet vil der være etableret flere store bygninger, og der vil være bil- og maskinaktivitet døgnet rundt. Afhængigt af den foretrukne løsning vil tailings enten blive deponeret på land eller via en rampe læsset ud i en sø. Et landbaseret tailings deponi vil i dets maksimale omfang have stor indflydelse på den bevoksede nedre del af dalen. Deponering af tailings på den foreslåede 88.000 m² TSF tør ville resultere i et op til 28 meter højt jævnt, fordelt deponi TSF'en vil dog af praktiske årsager bestå af flere lag og terrasser for at skabe stabilitet og tilgængelighed. De præcise detaljer vedrørende højder og aflejringsareal vil afhænge af de faktiske fysiske rammer (landskab, tailingsegenskaber osv.).

Figur 80 viser et stort deponi fra et andet infrastrukturprojekt i Grønland. Det viste deponi er på ca. 30.000 m² - derfor vil Majoqqap Qaava TSF være op til 3 gange så stort, og vil medføre en stor påvirkning af den nedre del af projekt dalen.



Figur 80: Eksempel på et stort deponi af sprængsten efter et vandkraftprojekt. Det potentielle projekt TSF bliver flere gange større.

Ved mineområdet i den øvre del af dalen, vil sprængning og bortkørsel af det eksisterende fjeldmassiv også medføre stor påvirkning af området. Denne del af dalen er dog gold med lidt eller ingen vegetation, hvilket reducerer påvirkningen. Den vedvarende kørsel med malm gennem dalen forventes at medføre en del støvspreddning langs vejen, som med tiden vil resultere i et tydeligt tegn på menneskelig aktivitet i dalen. Såfremt tailings aflejes i den udpegede sø, der er egnet til dette formål (sø nr. 2), forventes søen at ændre udseende pga. den markante forøgelse af mængden af suspendede materialer, hvilket vil resultere i øgede strømforhold, så længe tailings fortsættes med at blive deponeret i søen. Effekten er blevet modelleret ved hjælp af eksisterende data, og konklusionen er, at strømmen vil være

mest markant omkring aflæsningslokaliteten, og at størstedelen af materialet vil aflejres, før det når sø #1 længere nedstrøms, Figur 45.

Samlet set forventes indsejling til projektdalen fra fjorden at gengive et klart indtryk af industriel aktivitet i den nederste del af projektdalen (A) på grund af havnefaciliteterne og lagerbygningerne. Andre større bygninger og forarbejdningsanlæg vil blive placeret længere inde i landet, men vil formentlig stadig være delvist synlige fra fjorden. Når man bevæger sig op gennem dalen, vil transportvejen være det vedvarende tegn på den igangværende aktivitet med mindre grusgrave langs strækningen. I et scenarie med et fuldskala landbaseret TSF-deponi vil tailings være det dominerende visuelle objekt i den nedre del af dalen.

Den midterste del af dalen (B) vil udelukkende blive visuelt påvirket af transportvejen og den gennemkørende trafik.

Ved minen (C) vil der ske store ændringer, men landskabet her er fjerntliggende og ikke tilgængeligt for den brede offentlighed og domineret af golde stejle fjelde. Derfor er mineaktiviteterne ikke vurderet til at medføre en større påvirkning af det eksisterende landskabs egenskaber. Efter minens lukning forventes den forladte mine ikke at være særlig synlig på grund af de allerede golde og eroderede fjeldomgivelser, og hovedelementet for opmærksomhed vil være transportvejen.

Det kan konkluderes, at de akkumulerede projektelementer med høj sandsynlighed vil have en stor påvirkning på den lokal geografi af permanent varighed, som vurderes til at have en moderat projektkonsekvens. Dette er uanset valget af TSF, da projektet uanset vil være af lokalt omfang. Det skal bemærkes, at det landbaserede TSF tør-scenarie vil have en større indvirkning på landskabet efter nedlukning, da et sødeponi ikke vil have nogen synlig effekt på landskabet efter lukning af minedriften.

Potentiel påvirkning	Ændring af landskabet		
Påvirkningsfaser	Drift og nedlukningsfase		
VEC	Uforstyrret gletcherdal		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Moderat
Lokal	Stort	Permanent	Høj (>75 %)	

6.3. Interesseområder / konflikter

Projektområdet er beliggende i nærheden af bygden Qeqertarsuatsiaat. De lokale indbyggere fra Qeqertarsuatsiaat bruger dele af området til at fiske og jage, som er hovederhvervet i bygden. Selve projektområdet og områder i umiddelbar nærhed er kendte jagtområder for rendyr og arktisk hare. Flere ferskvandssystemer i og omkring projektområdet er kendt for at have bestande af fjeldørred, selvom feltundersøgelser viste, at hovedelven i projektdalen ikke er et vandringssystem og gydeplads for vandrende fjeldørred (gyder i ferskvand og indtager føde i fjord).

De vigtigste marine ressourcer, der udnyttes af lokalbefolkningen i det omkringliggende fjordsystem, er fiskeri efter torsk og lodde, hvor sidstnævnte er sæsonafhængigt, samt kystfiskeri efter fjeldørred og laks.

I GAM's VVM vil konsekvenserne af det foreslåede projekt for lokal anvendelse af projektområdet og naboer i høj grad være afhængig af interviews og konklusioner fra projektets vurdering af samfundsmæssig bæredygtighed [VSB].

7. Kumulative effekter

Den kumulative projekteffekt er et udtryk, der bruges til at vise, om potentielle projekteffekter forøger konsekvensen eller fordele i kombination med allerede eksisterende eller planlagte projekter og deres effekter.

Selvom Sydvestgrønland er den tættest befolkede del af Grønland, er afstandene mellem de fleste bygder og landbaserede aktiviteter meget store. Majoqqap Qaava-projektet er placeret omkring 40 kilometer øst for bygden Qeqertarsuatsiaat og 32 kilometer NØ for den eksisterende rubinmine drevet af Greenland Ruby (licens MIL 2014-21). Samlet set forventes der ingen direkte kumulative effekter fra de landbaserede projektaktiviteter. Der har ikke været rapporter om påvirkninger i Qeqertarsuatsiaat fra andre aktiviteter i regionen, selvom disse er placeret tættere på bebyggelsen end Majoqqap Qaava-projektet. Selv den potentielle spredning af støvpartikler fra mineaktiviteten forventes ikke at nå eller påvirke Qeqertarsuatsiaat eller overhovedet være målbar i regionen mellem Majoqqap Qaava og Rubinminen.

Minen vil medføre øget skibstrafik i fjorden, hvilket vil øge den eksisterende trafikale belastning. Minen bliver det eneste projekt i fjorden, og den øgede aktivitet her kan derfor ikke kategoriseres som en kumulativ effekt. Fartøjer, der sejler uden for den grønlandske EEZ i forbindelse med indsejlingen til fjorden, vil øge den kumulative belastning af skibstrafik i disse farvande. I de senere år er øget skibstrafik i Arktis blevet et vigtigt økologisk emne. I forbindelse med større minedrift i det arktiske Canada er antallet af fartøjer, der passerer Davis-strædet, steget dramatisk, og undersøgelser tyder på, at forstyrrelsen, både fysisk og på grund af undervandsstøj, potentielt kan påvirke især havpattedyr negativt (især i det nordlige Grønland). Skibe, der passerer de arktiske farvande, skal følge IMO Polar Code (IMO, 2017). Polarkoden dækker såvel design, konstruktion, udstyr, operationelle, trænings-, eftersøgnings- og rednings- og miljøbeskyttelsesforhold, der er relevante for skibe, der opererer i de ugæstfrie farvande i Arktis og muliggør registrering af skibsaktivitet.



Figur 81: Diagram, der viser tendensen til øget marin aktivitet visualiseret som afstand for bulkskibe i tusinder af sømil (PAME, 2022).

PAME (Protection of the Arctic Marine Environment) som er udstedt af Arktisk Råd, er omdrejningspunktet for Arktisk Råds aktiviteter relateret til beskyttelse og bæredygtig brug af det arktiske havmiljø (PAME, 2023). PAME faciliterer et ASTD-skibsopmålingsprogram, der giver løbende information om arktisk skibsaktivitet og positioner via AIS-data og skibsregistreringer. AIS-dataene logges løbende ind i en database. Dette arbejde viser en tydelig stigning i aktiviteten i de arktiske farvande omkring Grønland, Figur 81.

Især det store jernmineprojekt i Nunavut (Baffinland) (Figur 82) har forårsaget en kraftig stigning i skibstrafikken gennem Davis-strædet, hvilket har skabt bekymring for den canadiske og grønlandske havøkologi.



Figur 82: Kort, der sammenligner marin bulkskibstrafik gennem Davis-strædet fra 2013 til 2019, med fokus på Mary River-minen (PAME, 2022).

Den globale opvarmning har åbnet tidligere utilgængelige arktiske områder, både på land og til vands. Dette forventes at øge den samlede aktivitet i den arktiske region. Majoqqap Qaava-projektet vil kræve 7-25 bulkskibsbesøg om året (et besøg = 1 skib, der ankommer og afgår), afhængigt af mineaktiviteter og det valgte produktionsscenarie. På grund af minens placering vil skibsfart ikke finde sted i de nordligste områder af Grønland, hvor narhvaler (*Monodon monoceros*), hvidhvaler (*Delphinapterus leucas*) og hvalrosser (*Odobenus rosmarus*) er særligt følsomme over for skibstrafikforstyrrelser. Handymax bulkskibene forventes at følge de definerede sejlruiter, når de ankommer fra Europa eller Nordamerika og vil generelt ikke bevæge sig i uforstyrret farvand. Til sammenligning har Royal Arctic Line omkring 54 containerskibsrotationer på vej mellem Grønland og Danmark om året, og Grønland blev besøgt af omkring 400 krydstogtskibe i 2022. Størstedelen af de skibe, der har aktiviteter i de arktiske farvande, er dog fiskefartøjer, som typisk har en mere vedvarende tilstedeværelse i bestemte områder. Udledningen af drivhusgasser, afsnit 5.11, vurderes derfor at have en **mindre** kumulativ påvirkning sammenlignet med Grønlands generelle CO₂ udledning.

På baggrund af Majoqqap Qaava-projektets placering, det relativt beskedne antal årlige bulkskibsbesøg og størrelsesgrænsen for disse skibe, vurderes projektet at have **mindre** kumulative effekter i forhold til den eksisterende skibstrafik i regionen.

Potentiel påvirkning	Kumulative effekter fra skibstrafik		
Påvirkningsfaser	Konstruktion og drift		
VEC	Økologisk tilstand for arktiske havpattedyr		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Mindre betydning
National	Lav	Langvarig > 5 år	Høj (25-75 %)	

8. Miljøhåndteringsplan

Miljøhåndtering er en væsentlig komponent i den overordnede projektledelse i forbindelse med udvikling og drift af minen.

Principperne, strategierne og funktionerne i Greenland Anorthosite Mining's miljøhåndteringsplan [EMP] for Majoqqap Qaava skal udarbejdes for at skitsere foranstaltninger til at håndtere miljøpåvirkninger under anlægs-, drifts-, nedluknings- og efterlukningsfaserne for at minimere negative påvirkninger og risici fra Majoqqap Qaava anorthosit-projektet.

EMP'en vil være dynamisk og levende dokument, som løbende vil blive gennemgået og opdateret i hele minens levetid. På det nuværende stadie, i VVM-sammenhæng, er EMP-versionen et udkast til at præsentere den generelle ramme og giver således en forbindelse mellem de potentielle påvirkninger, der er identificeret i den nuværende VVM-rapport, de foreslåede afværgeforanstaltninger og overvågningsmetoder.

En opdateret version af Majoqqap Qaava EMP vil blive udarbejdet forud for mineanlægsfasen. På baggrund af de forhold, der afdækkes i anlægsfasen, kan der efterfølgende udarbejdes en opdateret version for driftsfasen.

8.1. Anvendelse af miljøhåndtering

EMP'en vil fungere som en vejledning for ledelsen, entreprenører og arbejdsstyrken om deres roller og ansvar inden for miljøhåndtering. Alle medarbejdere, entreprenører og underentreprenører skal derfor informeres om, og forpligte sig til at overholde EMP'en, herunder dens procedurer og andre forskrifter og regler, der følger af disse.

Virksomheden vil udvikle et ledelsessystem for at sikre, at alle entreprenører og underleverandører er informeret og opmærksomme på EMP'en, og en kontraktmekanisme, der vil tilskynde entreprenører og deres underleverandører til at overholde regelsættet.

8.1.1. Miljøhåndteringsplan

EMP'en vil blive anvendt på følgende områder og aktiviteter i Majoqqap Qaava-mineprojektet:

- Det åbne brud og minedriften,
- Malmtransport og infrastruktur (inkl. havneanlæg),
- Malmforarbejdning,
- Vandforsyning,
- Generator og strømforsyning,
- Forsyning og opbevaring af brændstof og sprængstoffer,
- Kontorer og tilhørende supportfaciliteter,
- Bulk forsendelse,
- Vedligeholdelsesaktiviteter relateret til ovennævnte områder.

EMP'en består af individuelle håndteringsplaner, der hver omhandler specifikke potentielle nøgleaktiviteter og deres påvirkninger fra de planlagte operationer. Planerne identificerer tiltag, der skal udføres for at minimere forstyrrelse af det naturlige miljø og forhindre eller minimere enhver form for forurening. Planer definerer og tildeler også roller, ansvar og myndigheder til at implementere håndteringen.

I den indledende fase specificerer EMP'en afværgeforanstaltning for risici identificeret i VVM'en. Eksplicit behandlet er spørgsmål relateret til det fysiske miljø, luftmiljø, vandmiljø, økologisk miljø og affald, med et udvidet fokus på:

- Luftudledning, f.eks. støv ved vanding,
- Håndtering af tailings,
- Screening af tailings og andet materiale beregnet til vejmateriale for sulfider/ARD,
- Spildevand, spildevandsudledning,
- Fast og farligt affald,
- Forebyggelse af spild,
- Overfladevandsbeskyttelse,
- Vildtbeskyttelse mod støj fra helikopterflyvning og sprængninger.

Den detaljerede EMP præsenteres som et separat dokument efter denne VVM og vil omfatte følgende tilgang og afsnit:

- Aktivitet – den aktivitet, der er forbundet med mineprojektet, som er blevet identificeret at have en potentiel påvirkning eller risiko for miljøet.
- Miljøpåvirkning – beskrivelse af aktivitetens negative påvirkning (såsom forurening eller forstyrrelse af det naturlige miljø).
- Håndtering – den eller de afbødende foranstaltninger, der er identificeret for at forhindre eller minimere den negative miljøpåvirkning.
- Fase - projektstadiet i minens levetid, hvor foranstaltningerne, håndteringen eller principperne har effekter, f.eks. anlæg (A), drift (D) og nedlukning og lukning (N).
- Frekvens og/eller timing – frekvensen eller tidspunktet for, hvornår håndteringen skal finde sted.
- Ansvar – klar kommandovej og beskrivelse af part/partner, der er ansvarlige for at sikre, at håndteringen, foranstaltningen eller princippet udføres.

EMP'en vil desuden omfatte følgende dokumenter, som er udarbejdet/opdateret før anlægsfasen:

- Miljøovervågningsplan, (afsnit 9),
- Sundheds- og sikkerhedsplan
- Spildebekæmpelsesplan
- Affaldshåndteringsplan
- Plan for nedlukning, lukning og rehabilitering (afsnit 10).

EMP'en vil løbende udvikle sig over mines levetid via feedback fra overvågningsplanen og operationelle erfaringer. Tilsvarende forventer projektet løbende at identificere tiltag, der kan være med til at sikre, at projektets påvirkninger af miljøet minimeres.

9. Miljøovervågningsplan

Projektets miljøovervågning består af to dele: virksomhedens egen overvågning og den, der udføres af myndighederne.

Virksomhedens egenkontrolprogram har til formål at spore emissioner og udledninger fra minedriftsrelaterede kilder og vurdere miljøforhold i nærheden af driftsområdet, såsom tailings deponi, ferskvandssystemer og støvemissioner omkring mine- og forarbejdningsområderne

Myndighedernes rolle er at revidere og verificere virksomhedens overvågningspraksis og udføre uafhængig miljøovervågning af områder uden for tilladelseszonen. Deres program er designet til at spore eventuel forurening og miljøskader forårsaget af mineaktiviteterne. Programmet er fleksibelt og kan justeres, hvis projektaktiviteterne ændrer sig, eller hvis nye data fra enten virksomheden eller myndighederne kræver yderligere handling.

Programmet skitseret i denne VVM repræsenterer et indledende udkast til et overordnet egenkontrolprogram for virksomheden. GAM er bekendt med, at det skitserede program er omfattende, da det også indeholder komponenter, der juridisk hører under myndighedernes ansvar. For at undgå dobbeltarbejde vil eventuelle overlappende overvågningsaktiviteter således blive ændret, når størrelsen og omfanget af relevante grænse- og bufferzoner for elve, søer og havområder er blevet fastlagt.

Virksomhedens endelige, detaljerede egenkontrolaktiviteter vil blive skitseret i en separat miljøovervågningsplan. De følgende afsnit giver et opsummeret overblik over det aktuelle programdesign

9.1. Det marine miljø

Den marine overvågning skal omfatte indsamling af sedimentmateriale fra 2 stationer, samt marine indikatorarter fra 4 stationer fra baseline programmet med varierende afstand fra projektstedet og fra referencestationen, Figur 83. På alle stationer vil der blive indsamlet et komplet prøvetagningssæt bestående af:

- Lever fra fem (5) hun-ulke (*Myoxocephalus scorpius*) med oplysninger om levervægt og længde samt vægt af hver fisk,
- Kød fra tyve (20) almindelige muslinger (*Mytilus edulis*) i tre størrelsesgrupper (2-3 cm, 4-5 cm og 6-7 cm) sammen med oplysninger om længden af hver musling (mm) og den samlede vægt kød fra hver størrelsesgruppe,
- En håndfuld nye vækster (spidser) af blæretang (*F. vesiculosus*) 2 identiske prøver,
- En marin sedimentprøve.

Alle prøver nummereres og registreres efter anvisning fra DCE og opbevares nedfrosset indtil analyse, herunder minimum screening for: As, Cu, Ni, Zn, Hg, Cd og Pb.

Da alle indikatorarter er kendt for at være langsomt voksende i det marine miljø og tidevandsmiljøet, udføres prøvetagning i slutningen af vækstsæsonen; august-september.

9.2. Ferskvandsovervågning

Ferskvandsovervågning skal bestå af ferskvandsprøver fra 6 elvstationer (FORCE #1 til FORCE #8) og 2 søstationer i Kuussuatsiaat-dalen, samt fra den fjerntliggende referencestation (FORCE #9). På hver af stationerne Lake #1 og #2_1

skal der foretages profilmåling af temperatur og ledningsevne for at bestemme dybden og den årlige variation af termoklinen. Prøveindsamling vil hver gang omfatte en prøve over og en under termoklinen

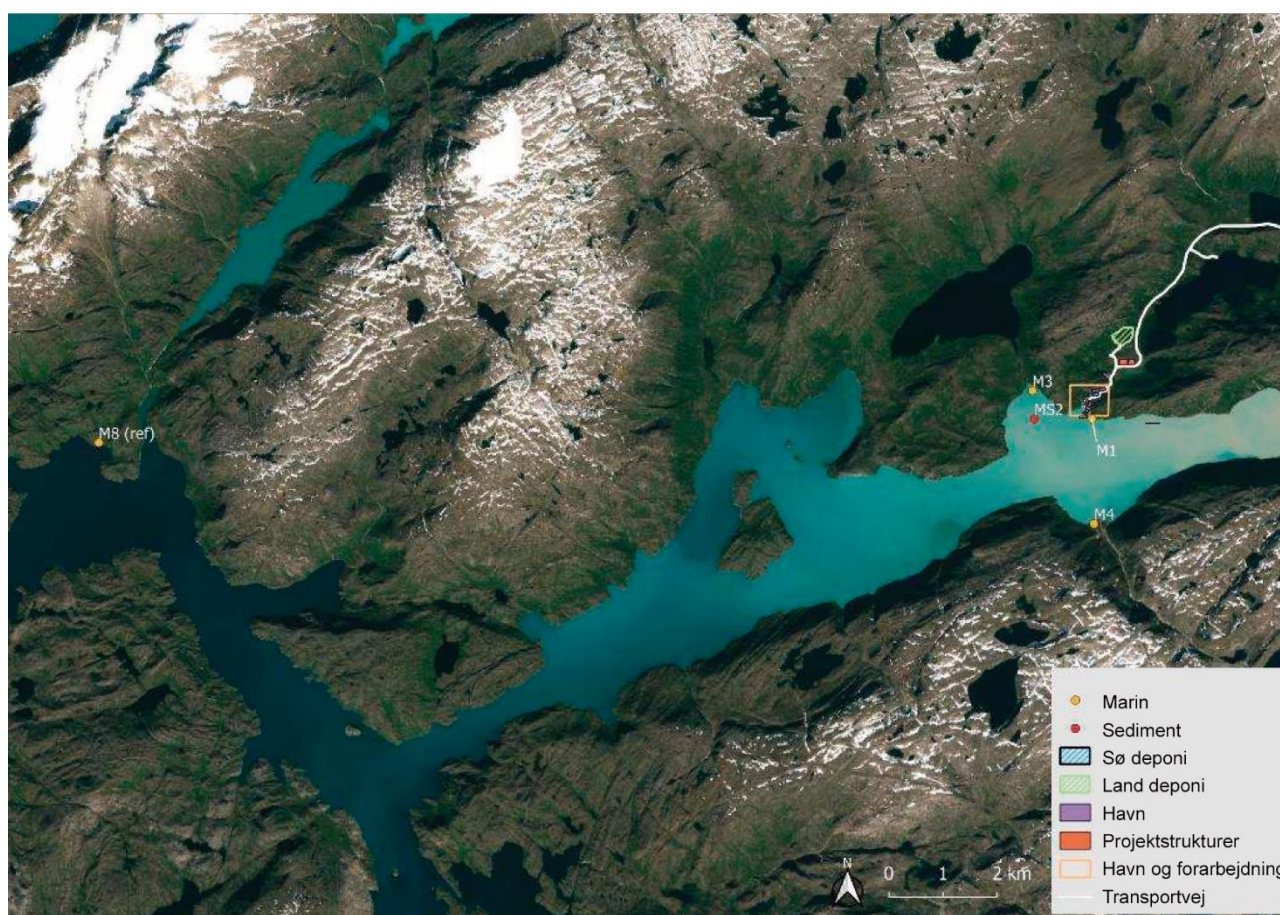
På hver station vil følgende blive indsamlet og registreret:

- In situ forhold med pH, temperatur, strøm/TSS, ledningsevne, opløst O₂.
- Indsamling af en filtreret og en ufiltreret vandprøve til senere analyse for As, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Hg, Ni, Zn og total-N, total-P i henhold til standardretningslinjer (MRA, 2015).

Derudover vil ferskvandsovervågning også omfatte:

- Overvågning af sø #1 inklusive CTD-aflæsninger, TSS-aflejring og elementer i sediment,
- Overvågning af sø #2 inklusive CTD-aflæsninger, vandprøver fra to dybder, der skal analyseres for sporelementer og TSS- og sedimentprøver,
- En samlet undersøgelse af sæsonbestemt vandføring på relevante flaskehalssteder.

Ferskvandsprøvetagning skal udføres månedligt i hele den isfri sæson af året, begyndende med afstrømningen efter vinteren. Vurderingskriterierne skal defineres i samarbejde med EAMRA.



Figur 83: Foreslåede marine prøvelokaliteter.

9.3. Overvågning på land

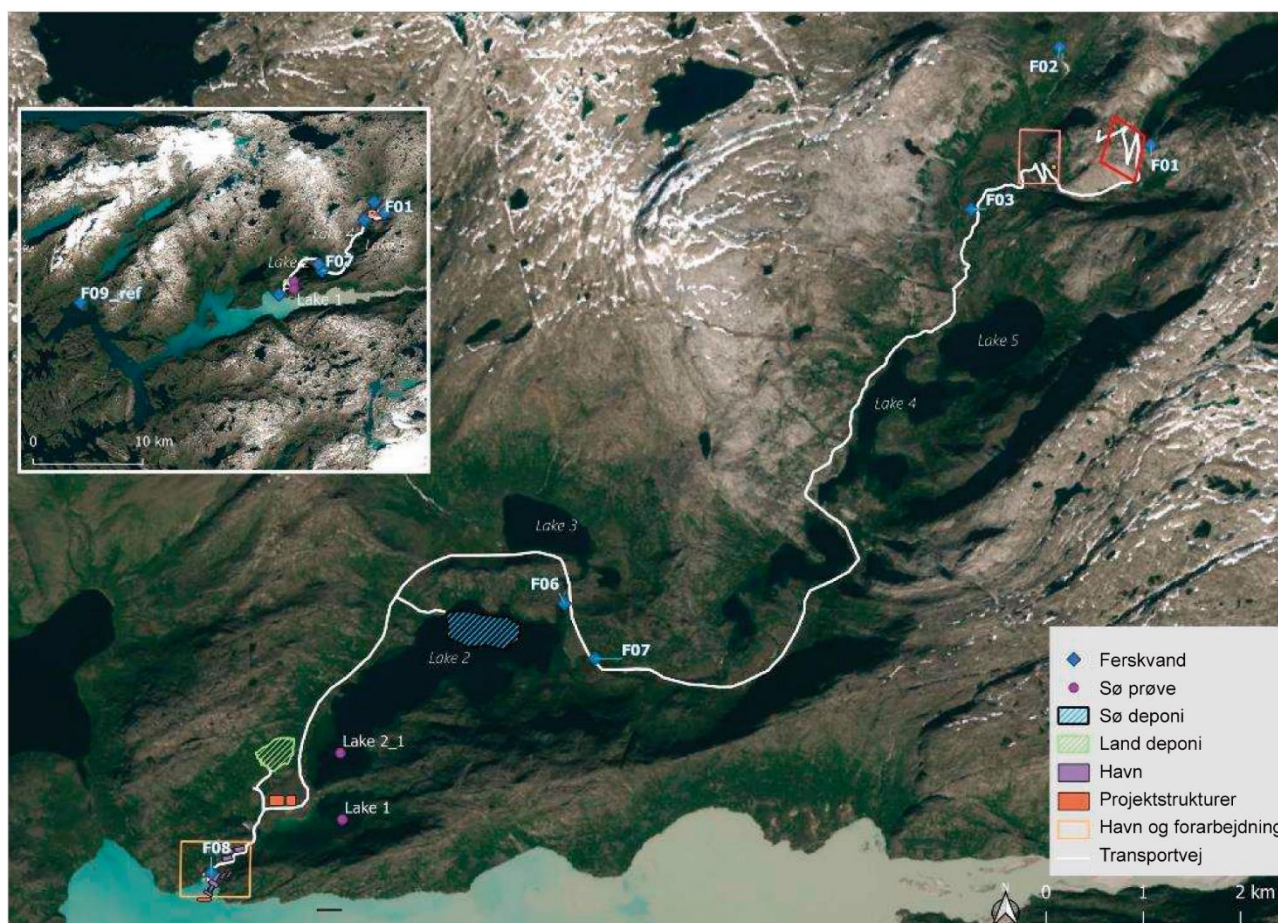
Overvågning på land skal bestå af årlig indsamling af lav (*Flavocetraria nivalis*), og fortsat overvågning af støvspreddning. Støvspreddningsmålerne vil blive placeret på tilsvarende steder, som blev brugt under baseline undersøgelserne og kan suppleres med en station tæt på produkt håndteringen i minebyen.

Lav vil blive indsamlet fra udvalgte stationer, som også blev anvendt under baseline undersøgelsen. De udvalgte stationer er fordelt ud over projektdalen med særligt fokus på de vigtigste projektarbejdspladser; havn, forarbejdningsanlæg, tailings deponi og mineområdet. Der vil også blive udtaget prøver af lav langs den foreslåede transportvej og fra baseline referencelokaliteten (Figur 85).

9.4. Udledning af spildevand

Prøveudtagning skal udføres kvartalsvis fra udledning af spildevand fra minebyen til elven og søerne i Kuussuatsiaatdalen og til Qeqertarsuatsiaat Kangerdluat. Mængden fra de forskellige installationer vil blive målt, og den månedlige udledningsmængde vil blive registreret.

Vurderingskriterierne skal defineres i samarbejde med EAMRA.



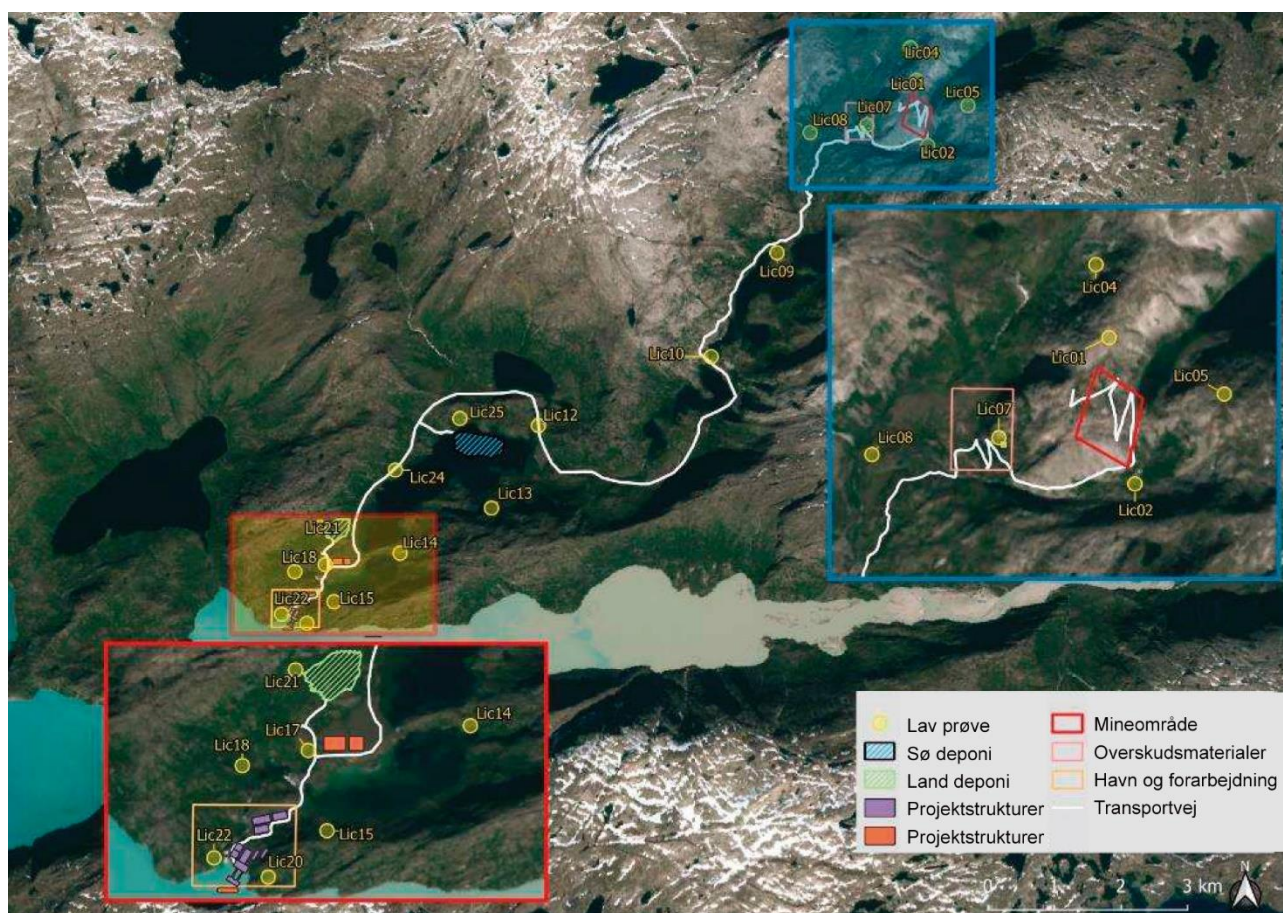
Figur 84: Foreslåede ferskvandsprøvetagningssteder.

9.5. Syredannelse fra tailings

Potentiel syredannelse [PAG] kan udvikle sig, når bjergarter oxideres af overfladeforvitrings og danner syre, som derefter kan mobilisere og udvaske metal-ioner, der kan være skadelige for fisk og andre vandlevende livsformer. En væsentlig faktor i syredannelsen er indholdet af sulfid i bjergarten, og et foreløbigt kriterium foreslår en specifik svovlgrænsenværdi på 0,25 vægt %. for NoAG-bjergarter. Forekomsten af anorthosit ved Majoqqap Qaava har vist sig at have ubetydelige PAG-niveauer. Der vil dog blive foretaget screening for syredannelse regelmæssigt og hvis der udvindes malm fra nye områder.

Specielt i anlægsfasen har GAM øget fokus på at sikre, at materialer der udvælges som tilslag til vejdesign og konstruktion testes for PAG-niveau.

Vurderingskriterierne skal defineres i samarbejde med EAMRA.



Figur 85: Foreslåede lokaliteter for indsamling af lav.

9.6. Rapportering

Der fremlægges årligt en rapport som sammenfatter analyserne, og eventuelle justeringer af programmet drøftes med myndighederne.

9.6.1. Revurdering af overvågningsprogram

Det nuværende overvågningsprogram er designet på baggrund af de omfattende baseline undersøgelser indsamlet under VVM-undersøgelsen. Overvågningsprogrammet har karakter af en screening og er meget omfattende. Det

forventes derfor, at en række af de observerede parametre efterfølgende vil vise sig at være irrelevante, fx hvis de målte koncentrationer konsekvent ligger under de definerede detektionsværdier. Når programmet har været implementeret i en periode på 3 år, har virksomheden til hensigt at revurdere programmet for at fjerne parametre og prøver, der muligvis ikke viser nogen ændringer i resultatet i en periode, og som viser sig at være irrelevante for programmet.

10. Nedlukningsaktiviteter

Selvom minedriften og forarbejdning af malm forventes at strække sig over årtier, anerkender Greenland Anorthosite Mining, at de er midlertidige, og at andre aktiviteter og arealanvendelse en dag vil følge. For at afbøde virkningerne af et skift til en ny (fremtidig) anvendelse, er det ultimativt virksomhedens hensigt at genoprette de arealer, der påvirkes af aktiviteterne ved at balancere miljømæssige og sociale hensyn med omkostninger, og at se efter hvilke muligheder mhp. rehabilitering og genanvendelse i nedlukningsfasen der er relevante, samt implementere en langsigtet overvågning og vedligeholdelse.

Under alle omstændigheder er det overordnede mål for nedlukningsplanen at minimere det langsigtede fysiske fodaftryk, og at forhindre eller minimere negative langsigtede miljøpåvirkninger. Tilstanden af det tilbageførte område skal være acceptabel for de regulerende myndigheder (den grønlandske regering) samt det omkringliggende samfund.

Genopretningen skal være både sikker og stabil, således at det forladte område; inklusiv de potentielle luft-, land- og vandsystemer, der ændres af minedriften, er sikre for enhver bruger; mennesker og dyreliv. Området skal desuden være kemisk stabilt, således at eventuelle deponier på overfladen ikke frigiver stoffer i en koncentration, der vil skade miljøet væsentligt.

For at sikre, at nedlukningsplanen afspejler de relevante interessenters forventninger, etableres der grundlæggende antagelser og en konceptuel ramme for pleje og vedligeholdelse efter lukning af minen, som det skønnes nødvendigt. De generelle principper for en sådan nedluknings- og lukningsplan [DCP] vil derefter regelmæssigt blive evalueret og opdateret for at sikre, at den afspejler forskellige driftserfaringer og -udviklinger. Da lukningen af minen er en integreret del af minens levetid, er DCP et levende dokument, der starter samtidig med, at projektet udvikles og idriftsættes og udvikler sig, indtil minedriften ophører.

Nedlukningsaktiviteterne er detaljeret beskrevet i en særskilt nedlukningsplan.

10.1. Ramme for foranstaltninger til nedlukning

10.1.1. Overfladefaciliteter og infrastruktur:

- Nedtage bygninger og fjerne disse med skib/pram,
- Nedtag resterende bygninger med nedrivningsudstyr og fjern materialet med skib/pram,
- Nedtag øvrigt udstyr og fjern det med skib/pram,
- Fjern dræneringsrør, ledningsnet og formelle afløbssystemer og retabler den oprindelige drænering,
- Nedbrydning af blotlagte betonfundamenter,
- Nedgravede betonfundamenter dækkes af stenfyld og jord,
- Løsne overflader samt interne veje ved havn og forarbejdningsanlæg for at tilskynde til reetablering af bevoksning,
- Genopret naturlig hældning og drænering i det omfang det er muligt.

10.1.2. Havne faciliteter

- Nedtag flydende pontoner/pramme og ramper og fjern disse med skib,

- Lad alle landbaserede havnefaciliteter stå som de er konstruerede (præfabrikerede pullerter) undtagen lysmaster, elkabler mm.

10.1.3. Transportvej og serviceveje

- Fjern dræneringsrør og retabler oprindelige drænering,
- Vejen efterlades, men overfladen løsnes for at tilskynde til reetablering af bevoksning.

10.1.4. Rørledninger

- Fjern rørledninger inkl. bærekonstruktioner til rør, eltavler og pumpestationer, fjern alle rør og udstyr.

10.1.5. Tailings håndtering og overvågning

Testresultater indikerer, at tailings fra Majoqqap Qaava-projektet er stort set kemisk inaktivt. TSF tør #1-området vil blive nivelleret af sikkerhedsmæssige årsager og for at tilpasse det til omgivelsernes topografi.

Konceptet for "våd" bortskaffelse af tailings gennem hele driftsfasen er at udlede dem til TSF våd #1 sø #2, hvor de vil synke til bunds og blive permanent oversvømmet. Området omkring tailings anlægget vil blive genoprettet til dets nuværende udseende.

- Løbende overdækning under etablering af TSF tør #1 for at reducere erosion af tailings og kontrollere støv,
- Fjern byggefaciliteter ved TSF våd #1 sø #2 og send disse ud med skib eller pram,
- Fjern rør i sø #2,
- Lad sø #2 være som den er.

10.1.6. Mineområdet

- Fjern udstyr og send det ud med skib eller pram,
- Tillad de nederste niveauer af det åbne brud at blive naturligt fyldt med vand,
- På grund af minens afsides beliggenhed, isolerede placering og områdets generelle stejle terræn, er der ingen sikkerhedsvægge, og der vil udelukkende blive opsat skiltning rundt om det åbne brud.

Derudover vil faciliteter og strukturer på stedet blive nedlagt, hvor det er muligt, og materialerne bortskaffes til opfyldning, forbrænding eller afsendes fra stedet afhængigt af deres egenskaber. Forarbejdningsanlægget og kraftværk nedlægges. Mobilt udstyr, hvis det har værdi, vil blive solgt videre, ellers vil det blive taget ud af drift samtidigt med minens lukning.

10.2. Rehabilitering og permanente ændringer af mineområdet

Det endelige fodaftryk af mineaktiviteterne i Majoqqap Qaava vil efter nedlukningen omfatte 1) transport- og adgangsvveje, tomme bygningsplatforme og opbevaringsarealer - alle overflader løsnes for at tilskynde til genbevoksning 2) det åbne brud, inklusive dele af dræneringsgrøfte og evt. sikkerhedsbarriere omkring minen, 3) det landbaseret tailingsdeponi overdækkes for at minimere erosion og støvdannelse, 4) sø deponi, 5) og mindre grusgrave der anvendes til vejtilslag under anlægsfasen.

På grund af de klimatiske forhold foreslås ingen aktiv genplantning. Det betyder, at vegetationen på de nedlagte veje og i minen samt andre golde områder kun langsomt vil komme tilbage gennem naturlig succession.

Det samlede forstyrrede område i Majoqqap Qaava-projektet dækker i alt ca. 0,65 km² inklusiv tailings på land og infrastrukturelementer.

10.3. Nedlukning af minen

Som følge af nærheden til offentlig infrastruktur (i Nuuk) og det begrænsede areal, der vil blive påvirket af infrastrukturelementer (mine-, vej- og anlægsområder) herunder et begrænset antal bygninger og udstyr, forventes nedlukningsperiode at vare seks til ni måneder.

10.4. Konsekvensvurdering af nedlukning og perioden efter nedlukning

10.4.1. Terrestriske miljø

Nedlukningsfasen forventes at ligne anlægsfasen. Maskiner vil blive brugt til at genetablere det oprindelige miljø og udjævne de fleste ar i landskabet og nedbryde al den etablerede infrastruktur i mineområdet. Dette vil øge støvniveauet og ændre det støjregime, der kendes fra driftsfasen, og dermed i højere grad minde om forstyrrelsen som forventet i anlægsfasen. Varigheden af nedlukningen forventes at være kort, 6-9 måneder, og kun påvirke miljøet lokalt omkring infrastruktur relateret til minen. Derfor vurderes påvirkningen af nedlukningen på det terrestriske miljø, herunder særligt rensdyr og flora, at være **ubetydelig** ligesom i anlægsfasen.

Perioden efter lukning af minen omfatter den langsigtede miljøpåvirkning fra minedriften. Alle opgaver, der vurderes at være mindre eller ubetydelige for det terrestriske miljø i anlægs- og driftsfasen, forventes ikke at være noget problem, efter at minen lukkes og det naturlige miljø genoprettet. Støv og ar i landskabet er vurderet til at være moderat under driften af minen. Ar i landskabet fra infrastruktur undtaget selve det åbne brud vil blive udjævnet i nedlukningsfasen. Der kan således forventes en ubetydelig indvirkning på migrationen af rensdyr og andet dyreliv. Støv forventes at vende tilbage til baggrundsniveauet kort efter minens lukning. Dette skyldes, at der ikke dannes nyt støv fra menneskelige aktiviteter. Derudover vil støv i omgivelserne fra de tidligere mineaktiviteter blive immobiliseret af nedbør. På længere sigt vil floraen spredes og yderligere reducere sandsynligheden for remobilisering af støvet. Påvirkningen af det terrestriske miljø fra støv under efter lukningen vurderes at være **ubetydelig**.

Potential påvirkning	Forstyrrelse af rensdyrs migration og ændringer i de terrestriske miljø		
Påvirkningsfaser	Nedlukning og efter nedlukning		
VEC	Dyr og flora		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Langvarig >5 år	Medium 25-75 %	

10.4.2. Ferskvandsmiljø

Lukning af det undersøiske TSF-deponi vil ikke medføre særlige nedlukningsopgaver. Nedlukningsfasen vil minde meget om anlægsfasen. Udstyr der er brugt til at lede tailings ned i søen, vil blive taget ud af drift og danne støv, men det forventes ikke at re-mobilisere noget af det allerede deponerede tailings på søbunden. Nedlukning af minen vil mindske påvirkningen af ferskvandsmiljøet, da udvaskning af elementer fra såvel tørt som vådt tailings deponi vil blive reduceret betydeligt, såvel som niveauet af TSS, fordi der ikke tilføjes ny tailings til deponierne. Påvirkningen fra minen på ferskvandsmiljøet (udvaskning) under minelukningen forventes at være **ubetydelig**.

Perioden efter nedlukning af minen, omfatter den langsigtede miljøpåvirkning fra minedriften. Efter lukning forventes udvaskningen af elementer fra såvel tørt som vådt tailings deponi at blive reduceret betydeligt såvel som niveauerne af TSS. Påvirkningen i driftsfasen blev vurderet til at være mindre, fordi et nyt lag af tailings vil blive tilføjet deponierne (tørt og vådt) hver dag, og alle udvaskningsforsøgene viser den højeste udvaskning af elementer inden for de første 2-3 uger. Når minen er lukket, vil der ikke blive tilføjet nyt materiale til hverken sø#2, og kun marginal udvaskning forventes at forekomme. Inden for overskuelig tid forventes vandet i søen at blive klart og sedimentfrit, og ferskvands

flora og fauna forventes at blive som før mineaktiviteterne. Påvirkningen af ferskvandsmiljøet forventes på denne baggrund at være **ubetydelig** i perioden efter nedlukning.

Potential påvirkning	Reduktion af ferskvandsfisk og ændringer i vandkvalitet		
Påvirkningsfaser	Nedlukning og efter nedlukning		
VEC	Vandkvalitet, plante- og zooplankton, ferskvandsfisk og fugle		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Langvarig >5 år	Medium 25-75 %	

10.4.3. Det marine miljø

Nedlukning af minen vil omfatte nedtagning af havnefaciliteterne. Nedlukningsarbejdet forventes at have samme miljøpåvirkning som under anlægsfasen. Vurderingen af påvirkning fra byggeri medførte ingen større påvirkning af havmiljøet. Påvirkningen fra nedlukningsfasen vurderes således også at være **ubetydelig**.

I perioden efter lukning er det kun de elementer der er tilbage på stedet, som kan have en indvirkning på havmiljøet, og der forventes ingen øget menneskelig aktivitet bortset fra fangere. I forbindelse med GAM's anorthosit projekt vil det primært være tailings deponier (tørt og/eller vådt) som efterlades i området. Påvirkningen disse deponier kan være udvaskning af miljøforurenende stoffer til søer og elve som til sidst ender i havmiljøet. Resultaterne af udvaskningsforsøgene viser, at inden for få uger efter at der ikke tilføjes mere materiale til tailings, vil udvaskningen af elementer blive reduceret væsentligt, og påvirkningen på havvandskvaliteten vurderes at være mindre end i driftsfasen, der var vurderet at være **ubetydelig**.

Potential påvirkning	Undersøisk støj og ændringer i vandkvalitet		
Påvirkningsfaser	Nedlukning og efter nedlukning		
VEC	Vandkvalitet og marine pattedyr		

Kriterier for vurdering af påvirkninger				Betydning
Geografisk udbredelse	Omfang	Varighed	Sandsynlighed	Ubetydelig
Lokal	Lav	Langvarig >5 år	Medium 25-75 %	

11. Sammenfatning – Vurderinger af Virkninger på Miljøet

Potentiel påvirkning	Projektfase	Overordnet betydning
Terrestrisk påvirkning		
Udvaskning fra tailings deponier	Drift	Ubetydelig
Støv – vegetation og ferskvand	Konstruktion	Ubetydelig
Støvspredning til omgivelserne	Drift	Moderat betydning
Støj på land	Konstruktion og drift	Mindre betydning
Reduktion af plantediversitet og habitat	Konstruktion	Ubetydelig
Reduktion af plantediversitet og habitat	Drift og nedlukning	Ubetydelig
Forstyrrelse af rugende- og ferskvandsfugle	Konstruktion	Ubetydelig
Forstyrrelse af rugende fugle	Konstruktion, drift og nedlukning	Mindre betydning
Forstyrrelse af pattedyr	Konstruktion	Ubetydelig
Forstyrrelse af Polarhare og Polarræv	Drift og nedlukning	Ubetydelig
Fysisk forstyrrelse af rendyr	Drift og nedlukning	Mindre betydning
Påvirkning af ferskvandsmiljø		
Ændring af strøm og transport af ferskvand	Konstruktion	Ubetydelig
Ændring af strøm og transport af ferskvand	Drift og nedlukning	Mindre betydning
Udvaskning fra TSF tør deponi	Drift og nedlukning	Mindre betydning
Udvaskning fra TSF tør deponi	Efter nedlukning	Ubetydelig
Udvaskning fra TSF vådt deponi (undersøisk)	Drift og nedlukning	Mindre betydning
Påvirkning af udvaskning fra TSF på planteplankton	Drift	Ubetydelig
Påvirkning af bundlevende hvirvelløse dyr Sø #3 zooplankton	Konstruktion, drift og nedlukning	Ubetydelig
Påvirkning af ferskvandsfiskebestande	Konstruktion og efter nedlukning	Ubetydelig
Påvirkning af ferskvandsfiskebestande	Drift og nedlukning	Mindre betydning
Beslaglæggelse af sø tilknyttede fuglearters levested	Konstruktion og efter nedlukning	Ubetydelig
Beslaglæggelse af sø tilknyttede fuglearters levested	Drift og nedlukning	Mindre betydning
Påvirkning af havmiljø		
Ændringer i havvandskvalitet	Konstruktion og efter nedlukning	Ubetydelig
Ændringer i havvandskvalitet	Drift og nedlukning	Mindre betydning
Effekt af undersøisk støj på marine pattedyr	Konstruktion, nedlukning og efter nedlukning	Ubetydelig
Påvirkning af havpattedyr fra skibsførstyrrelser og undervandsstøj	Drift	Mindre betydning
Påvirkning af fiskebestande	Konstruktion, drift, nedlukning og efter nedlukning	Ubetydelig

Potentiel påvirkning	Projektfase	Overordnet betydning
Ændring af forhold for marine hvirvelløse dyr	Konstruktion, drift, nedlukning og efter nedlukning	Ubetydelig
Påvirkning af makroalger	Konstruktion, drift, nedlukning og efter nedlukning	Ubetydelig
Havfugle – særligt kolonier	Konstruktion, drift, nedlukning og efter nedlukning	Ubetydelig
Introduktion af Invasive/ikke-hjemmehørende arter	Drift (konstruktion og nedlukning)	Mindre betydning
Generelle påvirkninger		
Udledning af drivhusgasser	Konstruktion og drift	Mindre betydning
Udledning af nitrogen fra ANFO	Drift	Ubetydelig
Udledning af næringsstoffer fra spildevand til havmiljø	Konstruktion, drift, nedlukning	Ubetydelig
Risiko for brændstofspild og jordforurening på land	Konstruktion, drift, nedlukning	Mindre betydning
Overordnet risici vurdering af et større oliespild på havet	Konstruktion og drift	Mindre betydning
Begrænset offentlig adgang og påvirkning af fangst	Konstruktion, drift, nedlukning	Mindre betydning
Ar i landskabet	Konstruktion	Mindre betydning
Ar i landskabet	Drift	Moderat betydning
Ar i landskabet	Nedlukning og efter nedlukning	Ubetydelig
Kumulative effekter, primært fra skibstrafik	Konstruktion og drift	Mindre betydning

Tabel 36: Sammenfatning af vurderede risici og usikkerheder i forhold til miljøbelastning, påvirkninger og effekter i alle minens faser (anlæg, drift, nedlukning og efter nedlukning).

12. Konklusioner

De miljømæssige konsekvenser af det foreslåede Majoqqap Qaava-mineprojekt er blevet vurderet. Vurderingerne er baseret på talrige feltkampagner, borekampagner og en detaljeret geokemisk laboratorieproces.

Den samlede vurdering er, at projektet kan gennemføres uden større lokale eller regionale miljøpåvirkninger.

To emner med høj sandsynlighed for at forårsage en moderat lokal påvirkning er blevet identificeret:

- Fordeling af støv fra minedrift og forarbejdning,
- Skader på landskabet i projektområdet fra infrastruktur og mineanlæg.

Med hensyn til støv er flere kendte afværgeforanstaltninger tilgængelige med gode chancer for at minimere disse mulige påvirkninger. Der findes en række eksisterende tiltag fra lignende minedrift rundt om i verden, der angiver en bred vifte af afhjælpende foranstaltninger, såfremt støvspredning bliver et problem.

Med hensyn til skader på landskabet, er dette et uundgåeligt problem, når man skal etablere et stort projekt i ubørørte omgivelser. Da mineområdet er placeret i et allerede goldt landskab, vil de vigtigste strukturer, der påvirker det eksisterende landskab, være tailings deponiet [TSF] og transportvejen. GAM har præsenteret to TSF-alternativer, hvor et sø-deponi TSF vil minimere de varige påvirkninger på landskabet betydeligt, mens transportvejen er fastlagt dermed, vil efterlade et varigt aftryk i hele landskabet.

Selskabet har fremlagt en miljøovervågningsplan og tiltag til en omfattende miljøledelsesplan for at sikre, at eventuelle miljøspørgsmål kan håndteres rettidigt og effektivt.

Samlet set giver graden af projektdetaljer præsenteret i denne VVM et solidt miljømæssigt grundlag for det kommende projekt.

13. Bibliografi, citater og referencer

- Andersen, J. M., Wiersma, Y., Stenson, G., Hammil, M. O., & Rosing-Asvid, A. (2009). Movement Patterns of Hooded Seals (*Cystophora cristata*) in the Northwest Atlantic Ocean during the Post-Moult and Pre-Breed Seasons. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*. doi:DOI:10.2960/J.v42.m649
- APN. (2022). *Ministry for Fisheries and Hunting, Greenland*.
- Arkil, NIRAS. (2019). ex Situ Thermal Desorption (ESTD) Arctic. Hentet fra <https://arkil.dk/cases/6-miljoeteknik/thermal-remediation-of-oil-contaminated-soil-at-former-naval-base-groennedal>
- Berry, W., Rubinstein, N., Melzian, B., & Hill, B. (2003). *The Biological Effects of Suspended and Bedded Sediment (SABS) in Aquatic Systems: A Review*. Duluth: United States Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, National Health and Environmental Effects Laboratory.
- Blanchard, J., & Grosell, M. (2006). Copper toxicity across salinities from freshwater to seawater in the euryhaline fish *Fundulus heteroclitus*: Is copper an ionoregulatory toxicant in high salinities? *Aquatic Toxicology*, s. 131-139.
- BMP. (November 2000). Rules for field work and reporting regarding mineral resources. Government of Greenland.
- Boertmann, D. (2003). Distribution and Conservation of Harlequin Ducks, *Histrionicus histrionicus*, in Greenland. *Canadian Field-Naturalist*(117), 249-256.
- Boertmann, D., & Bay, C. (2018a). *Grønlands Rødliste*. Aarhus Universitet, Nationalt Center for Energi og Miljø (DCE) og Grønlands Naturinstitut. Hentet fra <https://natur.gl/raadgivning/roedliste/>
- Boertmann, D., & Bay, C. (2018b). Grønlands Rødliste 2018 – Fortegnelse over grønlandske dyr og planter trusselstatus. *Grønlands Rødliste 2018*. Hentet fra <https://natur.gl/raadgivning/roedliste/>
- Boertmann, D., Blockley, D., & Mosbech, A. (2020). *Greenland Sea - an updated strategic environmental impact assessment of petroleum activities. 2nd revised edition. Scientific Report from DCE. No. 375*. Danish Centre for Environment and Energy. Hentet fra <http://dce.au.dk/pub/sr375.pdf>
- Boertmann, D. (2007). *Grønlands Rødliste 2007*. Direktoratet for Miljø og Natur, Grønlands Hjemmestyre. 152s.: Nuuk.
- Born, E. W., Teilmann, J., Acquarone, M., & Rigét, F. F. (2004). Habitat use of ringed seals (*Phoca hispida*) in the North Water area (Northern Baffin Bay). *Arctic*, 129-142.
- Boshevski, T., & Dambov, R. (1. september 2013). Usage of emulsion explosives on surface mine "Zelenikovec" - Skopje. UGD Academic Repository.
- Boye, T. B., Simon, M., & Madsen, P. T. (2010). Habitat use of humpback whales in Godthaabsfjord, West Greenland, with implications for commercial exploitation. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. doi:doi:10.1017/S0025315410000755
- Bradshaw, C. J., Boutin, S., & Herbert, D. (1997). Effects of petroleum exploration on woodland caribou in northeastern Alberta. *Journal of Wildlife Management*, 61, 1127-1133.
- Böcher, J. (2001). *Insekter og andre smådyr i Fjeld og Ferskvand*. Vojens: DANCEA - Forlaget ATUAGKAT.
- Cameron, R., Reed, D., Dau, J., & Smith, W. (1992). Redistribution of calving caribou in response to oil field development on the arctic slope of Alaska. *Arctic* 45: 338-342.
- Chapman, C. (1973). Field studies of hearing teleost fish. *Helgolander wiss. Meeresunters*, 24, s. 371-390.
- Chen, W., Leblanc, S., White, H., Prevost, C., Milakovic, B., Rock, C., . . . Boulan, J. (2017). Does Dust from Arctic Mines Affect Caribou Forage. *Journal of Environmental Protection*, 8, 258-276.
- Christensen, T., Aastrup, P., Boye, T. B., Hedeholm, R., Johansen, K., Merkel, F., . . . Hammeken, N. (2016). *Biologiske interesseområder i Vest- og Sydøstgrønland. Kortlægning af vigtige biologiske områder*. Aarhus Universitet, DCE. Nationalt Center for Miljø og Energi. Hentet fra <https://dce2.au.dk/pub/TR89.pdf>
- Colman, J., Jacobsen, B., & Reimers, E. (2001). Summer response distances of Svalbard reindeer *Rangifer tarandus platyrhynchus* to provocation by humans on foot. *Wildlife Biology*, 7(4), 275-283. doi:doi.org/10.2981/wlb.2001.032
- Cuyler, C., Nymand, J., Jensen, A., & Mølgaard, H. (2016). *Status of two West Greenland caribou populations 1) Ameralik, 2) Qerqertarsuatsiaat*. Greenland Institute of Natural Resources. Technical report no. 98.

- DCE - Danish Centre for Environment and Energy. (2022). Technical Report Nr. 239. *Guideline for collection of environmental samples to the Greenland Mineral Resources environmental sample bank*. Aarhus University.
- DMI. (01. 12 2022). *Tidevandstabeller*. Hentet fra <https://www.dmi.dk/hav-og-is/temaforside-tidevand/tidevandstabeller/>
- Dyndo, M., Wisniewska, D. M., Rojano-Donate, L., & Madsen, P. T. (2015). Harbour porpoises react to low levels of high frequency vessel noise. *Scientific reports*. doi:DOI: 10.1038/srep11083
- Eisler, R. (1997). *Copper hazards to fish, wildlife, and invertebrates: a synoptic review*. U.S. Geological Survey, Biological Resources Division, Biological Science Report. USGS/BRD/BSR--1997-0002. 98 pp.
- Eisler, R. (2000). *Handbook of chemical risk assessment: health hazards to humans, plants, and animals*. Washington D.C.: ISBN 1-56670-506-1, Lewis Publishers.
- Energistyrelsen. (20. Januar 2023). J nr. 2022-25827 PLNN/RBL. Standardfaktorer for brændværdier og CO₂-emissionsfaktorer til brug for rapporteringsåret 2022. Center for Energiadministration. Hentet fra www.ens.dk
- Essink, K. (1999). Ecological effects of dumping of dredged sediments: options for management. *Journal of Coastal Conservation*, s. 5, 69–80.
- EU parliament & Council. (13. 12 2011). Annex III of Directive 2011/92/EU of the European Parliament and of the Council of 13 December 2011 on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment (codification) Text with EEA relevance.
- Farkas, J., Svendheim, L., Jager, T., Ciesielski, T., Nordtug, T., Kvæstad, B., . . . Olsvik, P. (2021). Exposure to low environmental copper concentrations does not affect survival and development in Atlantic cod (*Gadus morhua*) early life stages. *Toxicology Reports* 8, s. 1909–1916.
- Fera Science. (2023a). *GCL0156-UPT initial flush composite: Daphnia magna Acute Immobilisation Test*. York, England: Fera Science Ltd.
- Fera Science. (2023b). *GCL0156-UPT initial flush composite: Pseudokirchneriella subcapitata Growth Inhibition Test*. York, United Kingdom: Fera Science Lt.
- Flydal, K., Hermansen, A., Enger, P., & Reimers, E. (2001). Hearing in reindeer (*Rangifer tarandus*). *Journal of comparative physiology*, 265-269. doi:10.1007/s003590100198
- Frederiksen, M., Boertmann, D., Labansen, A., Laursen, K., Loya, W., Merkel, F., . . . Aastrup, P. (2017). *Review af det videnskabelige grundlag for færdselsregler i følsomme områder for dyrelivet i Grønland*. Roskilde: Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 242.
- Friis-Rødel, E., & Kannevorf, P. (2002). A review of capelin (*Mallotus villosus*) in Greenland waters. *ICES Journal of Marine Science*, 59, 890-896. doi:doi:10.1006/jmsc.2002.1242
- GAM. (January 2023). Monitoring background dust concentration levels in ambient air at selected locations of MAQ.
- Gibbs, M., & Hewitt, J. (2004). *Effects of sedimentation on macrofaunal communities: A synthesis of research studies for Arc. Prepared by NIWA for Auckland Regional Council. 2004/264*. Auckland Regional Council Technical Report.
- Grønlands Nationalmuseum og Arkiv. (2022). *Mini workshop with Qeqertarsuatsuaat hunters and fishermen's association*. Grønlands Nationalmuseum og Arkiv.
- Hains, D., London, I., & Merivale, C. (21. oktober 2008). Batch Solutions to Reduce Energy Demand and Carbon Footprint in Glassmaking.
- Hansen, B., & Aanes, R. (2015). Habituation to humans in a predator-free wild ungulate. *Polar Biol*(38), 145-151. doi:10.1007/s00300-014-1572-0
- Hansen, R. G., Boye, T. K., Larsen, R. S., Nielsen, N., Tervo, O. M., Nielsen, R. D., . . . Heide-Jørgensen, M. P. (2018). Abundance of whales in West and East Greenland in summer 2015. *NAMMCO Scientific Publication*, 11.
- Heide-Jørgensen, M. P., & Laidre, K. L. (2006). *Greenland's winter whales - the beluga, the narwhal and the bowhead whale*. Ilinniisiorfik.
- Hermanssen, L., Beedholm, K., Tougaard, J., & Madsen, P. T. (2014). High Frequency components of ship noise in shallow water with a discussion of implications for harbor porpoises (*Phocoena phocoena*). *J. Acoust. Soc. Am.*

- IMO. (2017). Milestone for polar protection as comprehensive new ship regulations come into force. Hentet fra <https://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/02-Polar-Code.aspx>
- Johnsen, A. R., Boe, U. S., Henriksen, P., Malmquist, L. M., & Christensen, J. (2021). Full-scale bioremediation of diesel-polluted soil in an Arctic landfarm. *Environmental Pollution*, 280. doi:doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116946
- Kanberoglu, B., & Kökkülünk, G. (10. February 2021). Assessment of CO₂ emissions for a bulk carrier fleet. 283. Journal of Cleaner Production.
- Karkman, A., Mattila, K., Tamminen, M., & Virta, M. (18. July 2011). *Cold temperature decreases bacterial species richness in Nitrogen-Removing bioreactors treating inorganic mine waters*. Biotechnology and Bioengineering.
- Kastelein, R. A., Wensveen, P., Hoek, L., & Terhune, J. M. (2009). Underwater hearing sensitivity of harbor seals (*Phoca vitulina*) for narrow noise bands between 0.2 and 80 kHz. 126, 476-483. doi:DOI: 10.1121/1.3132522
- Kommuneqarfik Sermersooq . (2016). *Lokalsamfundsprofil Qeqertarsuatsiaat. 2. udgave*.
- Kovacs, K. M., & Lydersen, C. (2008). Climate change impacts on seals and whales in the North Atlantic Arctic and adjacent shelf seas. *Science Progress*, 117-150. doi:doi: 10.3184/003685008X324010
- Laidre, K. L., Heide-Jørgensen, M. P., Heagerty, P., Cossio, A., Bergström, B., & Simon, M. (2010). Spatial associations between large baleen whales and their prey in West Greenland. *Marine Ecology Progress Series*, 402, 269-284.
- Laidre, K. L., Stirling, I., Lowry, L. F., Wiig, Ø., Heide-Jørgensen, M. P., & Ferguson, S. H. (2008). Quantifying the sensitivity of arctic marine mammals to climate-induced habitat change. *Ecological Applications*. doi: <https://doi.org/10.1890/06-0546.1>
- Larsen, F. F. (2020). *Fiskenæsset - Greenland Anorthosite Mining. Arkæologisk forundersøgelse 2020*. Nunatta Katersugaasivia Allagaateqarfialu. Grønlands Nationalmuseum & Arkiv.
- Lawson, J. W., Anderson, J. T., Dalley, E., & Stenson, B. (1998). *Selective foraging by harp seals Phoca groenlandica in nearshore and offshore waters of Newfoundland, 1993 and 1994*. Marine Ecology Progress Series.
- Leaper, R. (2019). The Role of Slower Vessel Speeds in Reducing Greenhouse Gas Emissions, Underwater Noise and Collision Risk to Whales. *Frontiers in Marine Science*. doi:<https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00505>
- Low, J., Igoe, F., Davenport, J., & Harrison, S. (2011). Littoral spawning habitats of three southern Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) populations. *Ecology of Freshwater Fish*, 20: 537-547.
- Lowry, L. (2016). *Phoca vitulina*. Hentet fra The IUCN Red List of Threatened Species: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T17013A45229114.en>
- McKenna, M. F., Ross, D., Wiggins, S. M., & Hildebrand, A. (2012). Underwater radiated noise from modern commercial ships. *J. Acoust. Soc. Am*, 131, 92-103.
- Mckenna, M. F., Wiggins, S. M., & Hildebrand, J. A. (2013). Relationship between container ship underwater noise levels and ship design, operational and oceanographic conditions. *Scientific Reports*. doi:DOI: 10.1038/srep01760
- Miljøstyrelsen. (2003). Miljøprojekt nr. 879. *Baggrundsdokument for fastsættelse af grænseværdi for nedfald af støv og regulering af støvemissioner fra diffuse kilder*.
- Miljøstyrelsen. (2006). *Statusdegørelse for en forbedret spildevandsrensning i det*. Miljøstyrelsen.
- Mineral Resources Authority. (2015). Guidelines for preparing an Environmental Impact Assessment (EIA) report for mineral exploitation in Greenland. Naalakkersuisut, Government of Greenland.
- Mosbech, A. L., Anthonsen, K., Blyth, A., Boertmann, D., Buch, E., Cake, D., . . . Rasch, M. (2000). *Environmental Oil Spill Sensitivity Atlas for the West Greenland Coastal Zone*. The Danish Energy Agency, Ministry of Environment and Energy. 341 pp. + appendix 155 pp.
- Myers, S. J. (1981). The Fiskenaesset anorthosite complex—A stratigraphic key to the tectonic evolution of the western Greenland gneiss complex 3000–2800 m.y. ago. *Geological Society of Australia Special Publication 7*, 351–361.
- NAMMCO. (2019a). *NAMMCO official web page*. Hentet 05. 03 2022 fra <https://nammco.no/topics/harp-seal/#1475844082849-433d5060-e5a9>
- NAMMCO. (2019b). *Report of the NAMMCO Scientific Committee Working Group on Harbour Porpoise, 19-22 March, Copenhagen, Denmark*.
- NAMMCO. (2021a). *NAMMCO official web page*. Hentet 11. 03 2022 fra <https://nammco.no/topics/long-finned-pilot-whale/#1475843212917-9abc9066-9674>

- NAMMCO. (2021b). *Report of the Scientific Committee Working Group on Coastal Seals, January 2021. Tromsø, Norway*. Hentet fra https://nammco.no/topics/cswg_reports/
- National Environmental Research Institute, Denmark. (2006). Environmental Project No. 1092 2006. *Fuel use and emissions from non-road machinery in Denmark from 1985–2004 and projections from 2005–2030*.
- Nielsen, N. H., Teilmann, J., Sveegaard, S., Hansen, R. G., Sinding, M. H., Dietz, R., & Heide-Jørgensen, M. P. (2018). Oceanic movements, site fidelity and deep diving in harbour porpoises from Greenland show limited similarities to animals from the North Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 259–272. doi:<https://doi.org/10.3354/meps12588>
- Nielsen, S., Mosbech, A., & Hinkel, J. (2000). *Fiskeriressourcer pa det lave vand i Vestgrønland. - En interviewundersøgelse om forekomsten af lodde, stenbider og ørred - Danmarks Miljøundersøgelser*. Roskilde: Arbejdsrapport fra DMU nr. 118.
- NIRAS. (2021a). Forundersøgelser Buksefjordsværket. *Unpublished data*.
- NIRAS. (2021b). KAIR Støjovervågning Nuuk.
- NIRAS. (2022). *Calculations of expected noise related to the planned work at Majoqqap Qaava. Baggrundsnotat*.
- NIRAS. (2023a). *Dust deposition MAQ - Majoqqap Qaava, Greenland Anorthosite Mining*.
- NIRAS. (2023b). *Land Tailings Deposits - Structural stability risk analysis*.
- NIRAS. (January 2024). *Hydraulic modelling, Majoqqap Qaava - Greenland Anorthosite Mining*.
- NIRAS Greenland. (November 2022). Baseline Sampling, Majoqqap Qaava for Greenland Anorthosite Mining.
- NIRAS Greenland. (2023). *Annex 5 Leaching tests – The development of element concentrations in eluates from the kinetic tests, HCT, Up-flow percolation and Down-flow percolation, over time*.
- NMFS. (2018). *2018 Revisions to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0): Underwater Thresholds for Onset of Permanent and Temporary Threshold Shifts*. National Marine Fisheries Service. U.S. Dept. of Commer., NOAA. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-59.
- Naalakkersuisut. (2000). Rules for field work and reporting regarding mineral resources (excluding hydrocarbons) in Greenland. Hentet fra https://govmin.gl/wp-content/uploads/2019/09/Rules_for_Fieldwork_and_Reporting_regarding_Mineral_Resources.pdf
- Naalakkersuisut. (2016). Selvstyrets bekendtgørelse nr. 12 af 1. juni 2016 om beskyttelse af Grønlands internationalt udpegede vådområder og beskyttelse af visse vandfuglearter (Ramsarbekendtgørelsen). Hentet fra <http://lovgivning.gl/lov?rid={15CBC689-E3AD-470D-B32A-947A250D7062}>
- Naalakkersuisut. (10 2019a). <https://Naalakkersuisut.gl>. Hentet fra [Naalakkersuisut.gl: /~/media/Nanoq/Files/Kundgoerelser/DK/2019/Bekendtgoerelser/Bkg%2017%2028_10_19_DK.pdf](https://Naalakkersuisut.gl/~media/Nanoq/Files/Kundgoerelser/DK/2019/Bekendtgoerelser/Bkg%2017%2028_10_19_DK.pdf)
- Naalakkersuisut. (2019b). Selvstyrets bekendtgørelse nr. 17 af 28. oktober 2019 om beskyttelse og fangst af fugle. Hentet fra <http://lovgivning.gl/lov?rid={5456AAE4-1602-4DD3-A45D-241041DFF511}>
- Naalakkersuisut. (2021). *Piniarneq 2021. Jagtinformation og fangstregistrering*. Hentet fra [file:///C:/Users/tehe/Downloads/Piniarneq%202021%20DA%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/tehe/Downloads/Piniarneq%202021%20DA%20(3).pdf)
- PAME. (March 2022). PAME – Arctic Shipping Status Report #1. *PAME – Arctic Shipping Status Report #1*. Hentet fra <https://pame.is/document-library/pame-reports-new/pame-ministerial-deliverables/2021-12th-arctic-council-ministerial-meeting-reykjavik-iceland/793-assr-1-the-increase-in-arctic-shipping-2013-2019/file>
- PAME. (2023). Protection of the Arctic Marine Environment. Hentet fra <https://www.pame.is/>
- Pedersen, P. M. (2011). *Grønlands havalger*. Forelaget Epsilon.
- Plante, S., Dussault, C., Richard, J., & Côte, S. (2018). Human disturbance effects and cumulative habitat loss in endangered migratory caribou. *Biological Conservation*(224), 129–143. doi:<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.05.022>
- Popper, A., Hawkins, A., Fay, R., Mann, D., Bartol, S., Carlson, T., . . . Tavalga, W. (2014). *Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles: A Technical Report prepared by ANSI-Accredited Standards Committee S3/SC1 and registered with ANSI*. SpringerBriefs in Oceanography.
- RAL. (2022). *Royal Arctic Line*. Hentet 07. 03 2022 fra schedules.

- Rambøll. (August 2023a). Majoqqap Qaava Social Impact Assessment.
- Rambøll. (August 2023b). Appendix: Mini workshop with Qeqertarsuatsuaat hunters and fishermens association. MAQ SIA.
- Ramsar. (2019). *Ramsar Sites Information Service*. Hentet 1. March 2022 fra <https://rsis Ramsar.org/ris/387>
- Ritchie, H., Roser, M., & Rosado, P. (2020). *Greenland: CO2 Country Profile*. Hentet fra Ourworldindata.org: <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>
- Robertson, M., Scruton, D., Gregory, R., & Clark, K. (2006). Effect of suspended sediment on freshwater fish and fish habitat. *Can. Tech. Rep. Fish Aquat. Sci.*, s. 2644:37pp.
- Rosing-Asvid, R., Teilmann, J., Dietz, R., & Olsen, M. T. (2010). First Confirmed Record of Grey Seals in Greenland. *Arctic*, 471-473.
- Ruddock, M., & Whitfield, D. P. (2007). *A Review of Disturbance Distances in Selected Bird Species*. A report from Natural Research (Projects) Ltd to Scottish Natural Heritage.
- Sergeant, D. E. (1991). Harp seals, man and ice. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic*, 1-153.
- Sermitsiaq. (28. december 2022). *Kulusuk olieudslip: Ingen konsekvens for medarbejdere*. <https://sermitsiaq.ag/node/241692>.
- Skogland, T., & Grønvan, B. (1988). The effects of human disturbance on the activity of wild rein-deer in different physical conditions. *Rangifer* 8: 11-19.
- Snyder, H. T., Jacobsen, R. B., & Delaney, A. (2017). Pernicious Harmony: Greenland and the Small-Scale Fisheries Guidelines. I S. Jentoft, R. Chuenpagdee, M. J. Barragán-Paladines, & N. Franz (Red.), *The small-scale fisheries guidelines. Global Implementation* (Årg. 14). MARE publication series. doi:DOI 10.1007/978-3-319-55074-9_6
- Stenson, G. B., Buren, A. D., & Koen-Alonso, M. (2016). *The impact of changing climate and abundance on reproduction in an ice-dependent species, the Northwest Atlantic harp seal, Pagophilus groenlandicus*. *Ices Journal of Marine Science*. doi:doi:10.1093/icesjms/fsv202
- Stenson, G. B., Haug, T., & Hammill, M. O. (2020). Harp seals: Monitor of change in differing ecosystem. *Frontier in Marine Science*. doi:doi: 10.3389/fmars.2020.569258
- Søndergaard, J., Hansen, V., Bach, L., Jørgensen, C., Jia, Y., & Asmund, G. (2018). *Geochemical test work in Environmental Impact Assessments for mining projects in Greenland - Recommendations by DCE and GINR*. Roskilde: Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment.
- Tartakovsky, D., Stern, E., & Broday, D. (2016). Dispersion of TSP and PM10 emissions from quarries in complex terrain. *Science of the Total Environment*, 946–954.
- Teilmann, J., & Dietz, R. (1998). Status of the harbour porpoise in Greenland. *Polar Biology*, 211-220.
- Teilmann, J., & Kapel, F. (1998). Exploitation of ringed seals (*Poca hispida*) in Greenland. *NAMMCO Scientific Publications* 1, 130-151.
- Thomas, F., Lüdemann, K., & Kafemann, R. (2006). *Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish*. Hamburg: biola, Hamburg, Germany on behalf of COWRIE Ltd.
- Ugarte, F., Rosing-Asvid, R., Heide-Jørgensen, M. P., & Laidre, K. L. (2020). Marine Mammals of the Greenland Seas. Hentet fra <https://natur.gl/wp-content/uploads/2020/06/Ugarte-et-al-2020-Marine-Mammals-Greenland.pdf>
- US.EPA. (June 1974). EPA-450/3-74-037. *Development of Emission Factors for Fugitive Dust Sources*.
- US.EPA. (1998). Revision of AP-42 Section on Western Surface Coal Mining. U.S. Environmental Protection Agency Office of Air Quality Planning and Standards Emission Factor and Inventory Group.
- US.EPA. (Februrary 2019). Version 1.0 APDG6490v1. *Rock Crushing Facility Emission Rate Calculation Worksheet*.
- Wardell Armstrong. (2023). GREENLAND ANORTHOSITE MINING GEOCHEMICAL STUDY. Wardell Armstrong.
- Wheeler, J., Leung, K., Morritt, D., Sorokin, N., Rogers, H., Toy, R., . . . Crane, M. (2002). Freshwater to saltwater toxicity extrapolation using species sensitivity distribution. *Environmental Toxicology and Chemistry*, s. Vol. 21 No. 11.,2459-2467.
- Woody, C. A., & O'Neal, S. L. (2012). *Effects of Copper on Fish and Aquatic Resources*. Anchorage, Alaska: The Narure conservancy.

World Weather Online. (05. 04 2023). www.worldweatheronline.com. Hentet fra
<https://www.worldweatheronline.com/nanortalik-weather-averages/vestgronland/gl.aspx>