Greenland Minerals & Energy A/S

Projekt Kvanefjeld

Environmental Impact Assessment (vurdering af miljøpåvirkninger)

juni 2019

Indholdsfortegnelse

1. Indledning 1
1.1 Dokumentets formål og omfang 1
1.2 Projektoversigt 1
1.3 Proces for vurdering af miljøpåvirkninger 3
1.3.1 Undersøgelsesområde 3
1.4 Begrænsninger for denne rapport 3
2. Ikke-teknisk sammenfatning 5
2.1 Projektbeskrivelse 5
2.2 Proces for vurdering af miljøpåvirkninger 7
2.3 Høringer afsluttet til dags dato 8
2.4 Overvejede alternativer 9
2.5 Vurdering af påvirkninger 10
2.5.1 Sammendrag 10
2.5.2 Fysiske påvirkninger 12
2.5.3 Atmosfæriske påvirkninger 14
2.5.4 Radiologiske påvirkninger 16
2.5.5 Vandmiljø 18
2.5.6 Affaldshåndtering 21
2.5.7 Biodiversitet 22
2.5.8 Lokal brug og arv 24
2.6 Målsætning for nedlukning og afvikling 25
3. Projektbeskrivelse 34
3.1 Projektramme 34
3.1.1 Oversigt over efterforskningen af råstoffer 34
3.1.2 Hvad udvindes og hvorfor 35
3.1.3 Lokalsamfundet 35
3.2 Oversigt over driften 36
3.3 Projektets faser 38
3.4 Minen 38
3.5 Depot stenaffald 40
3.6 Koncentrator og raffinaderi 40
3.6.1 Anlæg til svovlsyre 42

3.6.2 Anlæg til saltsyre (chloralkali-anlæg) 42
3.7 Tailings-anlæg 43
3.7.1 Overblik over tailings-anlægget 43
3.7.2 Tailings fra flotation 47
3.7.3 Tailings fra raffinaderi 48
3.7.4 Kemiske og radiologiske egenskaber i tailings 48
3.8 Havnefaciliteter 49
3.9 Håndtering af radioaktivt materiale 50
3.9.1 Generel styring 50
3.9.2 Sikkerhed angående nukleare produkter 51
3.10 Vandforvaltning 51
3.10.1 Vandbalance 51
3.10.2 Forvaltning af overfladevand 52
3.10.3 Vandudledning 52
3.11 Supportinfrastruktur 53
3.11.1 Administration og indkvartering 53
3.11.2 Lufthavne 54
3.11.3 Transportfaciliteter 54
3.11.4 Elektricitets- og brændstofforsyning 54
3.11.5 Håndtering af husholdnings- og industriaffald 54
3.11.6 Håndtering af farligt materiale (kulbrinter, sprængstoffer) 55
3.11.7 Indhegning 55
3.11.8 Opbevaring og håndtering af farligt gods 55
3.11.9 Rørledninger 55
3.12 Brugen af reagenser 56
3.13 Arbejdskraft og ydelser 60
3.14 Projektets fodaftryk 60
3.15 Afvikling, lukning og genetablering 60
4. Lovmæssige rammer 62
4.1 Indledning 62
4.2 Grønlandsk lovgivning 62
4.3 Loven om de grønlandske råstofressourcer 62
4.4 Internationale forpligtelser 63
4.5 Forsendelsesbestemmelser 64

4.6 Internationale sikkerhedsforpligtelser 64
5. Projektalternativer 65
5.1 Undlade at udvikle projektet 65
5.2 Procesalternativer 65
5.2.1 Scenarie 1: Kun koncentrator 65
5.2.2 Scenarie 2: Mekanisk (koncentrator) og kemisk bearbejdning (raffinaderi) 66
5.2.3 Scenarie 3: Separationsanlæg i Grønland 66
5.3 Alternative placeringer af anlægget 66
5.4 Alternativ placering af havnen 68
5.5 Indkvarteringsmuligheder 68
5.6 Alternativer for håndtering af tailings 69
5.6.1 Konklusion 70
5.6.2 Evaluering af alternativer for deponering og opbevaring af tailings 72
5.7 Energialternativer 82
6. Metode for vurderingen af miljøpåvirkningerne 83
6.1 Indledning 83
6.2 Metode og struktur for vurderingen påvirkningerne 84
6.3 Potentiel påvirkning 84
6.4 Vurdering af påvirkningernes betydning 86
7. Fysisk miljø 88
7.1 Eksisterende miljø 88
7.1.1 Klima 88
7.1.2 Topografi 89
7.1.3 Geologi og jord 89
7.2 Potentiel påvirkning 91
7.3 Vurdering af påvirkninger 91
7.3.1 Landskabsæstetik 91
7.3.2 Erosion 92
7.3.3 Støj og vibration 93
7.3.4 Lysemissioner 96
7.4 Afhjælpende foranstaltninger 96
7.5 Forventede påvirkninger 97
8. Atmosfæriske omgivelser 98
8.1 Eksisterende miljø 98

8.2 Potentiel påvirkning 98
8.3 Vurdering af påvirkninger 98
8.3.1 Støv og luftkvalitet 98
8.3.2 Luftkvalitet 107
8.3.3 Drivhusgas 109
8.4 Afhjælpende foranstaltninger 110
8.5 Forventede påvirkninger 111
9. Radiologiske emissioner 112
9.1 Eksisterende miljø 112
9.2 Potentiel påvirkning 114
9.3 Vurdering af påvirkninger 114
9.3.1 Udslip til luft, jord og vand 114
9.3.2 Udslip til land eller vand 119
9.3.3 Udslip fra brud på TSF-anlægget 120
9.3.4 Udslip af aerosol fra TSF 121
9.4 Afhjælpende foranstaltninger 122
9.5 Forventede påvirkninger 123
10. Vandmiljø 124
10.1 Eksisterende miljø 124
10.1.1 Overfladeslid 124
10.1.2 Havmiljøet 127
10.1.3 Grundvand 129
10.2 Potentiel påvirkning 130
10.3 Vurdering af påvirkninger 131
10.3.1 Påvirkning på drikkevandet i Narsaq 131
10.3.2 Ændring af hydrologiske processer 134
10.3.3 Drift af TSF-anlægget 135
10.3.4 Aerosoler fra TSF 145
10.3.5 Forvaltning af overskydende vand 148
10.3.6 Kulbrinte og kemiske udslip 155
10.3.7 Risiko for spild af procesvand 157
10.4 Afhjælpende foranstaltninger 157
10.5 Forventede påvirkninger 158
11. Affaldshåndtering 160

11.1 Eksisterende miljø 160
11.2 Potentiel påvirkning 160
11.3 Vurdering af påvirkninger 160
11.3.1 Affaldshåndtering 160
11.4 Afhjælpende foranstaltninger 160
11.5 Forventede påvirkninger 161
12. Biodiversitet 162
12.1 Eksisterende miljø 162
12.1.1 Vegetation 162
12.1.2 Fauna 163
12.1.3 Truede arter og betydningsfulde samfund 172
12.2 Potentiel påvirkning 174
12.3 Vurdering af påvirkninger 174
12.3.1 Forstyrrelse af habitat for terrestrisk fauna og flora 174
12.3.2 Forstyrrelse af habitat for ferskvandsarter 176
12.3.3 Forstyrrelse af levesteder for marin fauna 176
12.3.4 Forurening af habitat for terrestrisk fauna 177
12.3.5 Forurening af ferskvandshabitat og marint habitat 179
12.3.6 Forøget påkørsel af terrestrisk fauna 179
12.3.7 Invasive ikke-indfødte marine arter 179
12.4 Afhjælpende foranstaltninger 179
12.5 Forventede påvirkninger 180
13. Lokal brug og kulturarv 182
13.1 Eksisterende miljø 182
13.1.1 Arkæologi og kulturarv 183
13.2 Potentiel påvirkning 184
13.2.1 Begrænsning af den lokale brug 184
13.2.2 Forstyrrelse af kulturarvssteder 185
13.3 Afhjælpende foranstaltninger 186
13.4 Forventede påvirkninger 186
14. Referencer 188

Oversigt over tabeller

Tabel 1 Projektsammendrag 6
Tabel 2 Oversigt over gennemførte høringer 9
Tabel 3 Oversigt over gennemførte vurderinger af miljøpåvirkninger 26
Tabel 4 Projektets faser 38
Tabel 5 Produktion af tailings 43
Tabel 6 Tailings-materialets kemiske og radiologiske egenskaber 49
Tabel 7 Oversigt over anvendte reagenser 57
Tabel 8 Projektets fodaftryk 60
Tabel 9 Egnethed med hensyn til tailings-tilstanden 73
Tabel 10 Vurdering af påvirkning 76
Tabel 11 Potentiel påvirkning 84
Tabel 12 Forventede resultater for det fysiske miljø 97
Tabel 13 Sammendrag af kriterier for vurdering af luftkvalitetsindvirkninger [19] 101
Tabel 14 Oversigt over kriterier for vurdering af indvirkningen på luftkvaliteten [19] 101
Tabel 15 Anslåede mængder støv, der produceres om året fra de primære kilder af minedrift 102
Tabel 16 Maksimale koncentrationer af metaller i udledt støv – vist efter materialekilde 106
Tabel 17 Sammenligning af maksimale aflejringer af metal i forhold til Grønlands grænseværdier [43] 107
Tabel 18 Sammenligning af forventede emissionskoncentrationer af svovlforbindelser i forhold til grænsekriterier for svovlforbindelser (kumulativ påvirkning) 108
Tabel 19 Sammenligning af forventede emissionskoncentrationer af kvælstofoxider i forhold til grænsekriterier for svovlforbindelser (kumulativ påvirkning) 108
Tabel 20 IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) emissionsfaktorer 109
Tabel 21 Forventede resultater for de atmosfæriske omgivelser 111
Tabel 22 Koncentrationer af radioaktive elementer på partikler (i luften) [5] 112
Tabel 23 Resultater fra målinger af baggrundsstråling fra radioaktivitet i jord og sedimenter fra undersøgelsesområdet [5] 113
Tabel 24 Resultater fra målinger af radioaktivitet i lav og græs fra Narsaq-dalen og referencestation [5] 114
Tabel 25 Modeller for koncentrationer af COPC i lav i undersøgelsesområdet 116
Tabel 26 Modellerede koncentrationer af COPC i pattedyr og fugle på forskellige steder i undersøgelsesområdet 116
Tabel 27 Anslået dosis (mGy/d) for lav, et udvalg af plantegrupper, pattedyr og marine fisk 117
Tabel 28 Grænseværdier for referencedosis anvendt ved vurderingen [5] 117

Tabel 29 Screening-indeksværdier for marine dyr og planter 118

Tabel 30 Screening-indeksværdier for landlevende pattedyr og planter 118

Tabel 31 Screening-indeksværdier for fugle 118

Tabel 32 Mængde uran (kg/år) deponeret i Narsaqs drikkevandsindvindingsområde, under antagelse af, at 1% og 10% af de frigivne aerosoler vil blive blæst fra tailings-dammene til det 6 km^2 store område. Maksimum buffer-belastning [71] 122

Tabel 33 Forventede resultater for radiologiske emissioner 123

Tabel 34 Karakteristiske udledninger (Q) på udvalgte steder i afvandingsområdet for Narsaq-floden (daglige gennemsnitlige udledningsværdier modelleret for 50-års perioden 1964-2013 [51]) 125

Tabel 35 Fluorkoncentrationer mg/L i overfladevand 126

Tabel 36 Tidslinje og milepæle for faciliteterne til håndtering af tailings 136

Tabel 37 Modelresultater fra for år 49, 59 og 93 nedstrøms sammenløbet for Taseq-floden i Narsaq-floden [53] 140

Tabel 38 Sammenligning af kriterier for forventede nuleffektkoncentrationer (PNEC) for reagenser og modelberegnede koncentrationer videre fra sammenløbspunktet [53] 141

Tabel 39 Potentiel mængde flourid (kg/år) aflejret i Narsaqs afvandingsområde for drikkevand under antagelse af, at 1 % og 10 % af de frigivne aerosoler vil blive blæst fra tailings-dammene til det 6 km2 store område 147

Tabel 40 Maksimale koncentrationer af elementer ved Narsaq-flodens kontrolpunkt nedstrøms for TSF (basislinjekoncentrationer Orbicon juni 2018) 147

Tabel 41 Maksimale koncentrationer af reagenser 3 punkter nedstrøms TSF 148

Tabel 42 Grønlandske (og canadiske*) retningslinjer og basiskoncentrationer for vand i Nordre Sermilik 150

Tabel 43 'Forventede nuleffektkoncentrationer' for udvælgelse af kemiske stoffer og den nødvendige fortynding der kræves for at opfylde grænseværdien for PNEC 151

Tabel 44 Sammensætning af afstrømning fra stenaffald 154

Tabel 45 Forventede resultater for vandmiljøet 159

Tabel 46 Forventede resultater for affaldshåndtering 161

Tabel 47 Plantesamfund 162

Tabel 48 Potentielt forekommende fuglearter 165

Tabel 49 Potentielt forekommende marine arter 168

Tabel 50 Registrerede truede arter på halvøen Erik Aappalaartup Nunaa 172

Tabel 51 Forventede resultater for biodiversiteten 180

Tabel 52 Forventede resultater for lokal brug og kulturarv 187

Oversigt over Figurer

Figur 1 Lokalitet for projektet 2
Figur 2 Undersøgelsesområde 4
Figur 3 Kort over Kualleq Kommune med byer og bygder (kilde: www.kujalleq.gl) 5
Figur 4 Kort over placeringen af projektets komponenter 37
Figur 5 Kort over placeringen af minens komponenter 39
Figur 6 3D-tegning af lokaliteten for forarbejdningsanlægget 40
Figur 7 Primære procestrin for anlægget 42
Figur 8 Deponeringsanlæg til tailings 44
Figur 9 Tværsnit af dæmningen ved anlægget til deponering af kemiske rester (CRSF) (øverst) og anlægget til deponering af tailings (FTSF) (nederst) i år 37 44
Figur 10 Skematisk oversigt over driftsfasen 45
Figur 11 Skematisk oversigt over lukningsfasen 46
Figur 12 Afslutning af lukningsfasen 46
Figur 13 Skematisk oversigt over perioden efter lukningsfasen 47
Figur 14 Strømningsdiagram over koncentrator-vandrensningsanlæg 48
Figur 15 Udformning af havnen 50
Figur 16 Vandbalance 52
Figur 17 Placering af landsby med permanente boliger og midlertidig lejr til anlægsarbejdere 53
Figur 18 Indhegning 55
Figur 19 Landskab efter lukning 61
Figur 20 Østlig placering 67
Figur 21 Vestlig placering 67
Figur 22 Mulige placeringer af havn 68
Figur 23 3D-visning af alternativer for tailings 72
Figur 24 Alternativer for anlæg til restmaterialer (RSF) 73
Figur 25 Design for deponering af tørre tailings 77
Figur 26 Design for deponering af våde tailings 79
Figur 27 Snittegning af tørtdække over TSF 80
Figur 28 Vindretninger og vindhastighed registreret fra Kvanefjeld vejrstation 88
Figur 29 Højder og konturer 89
Figur 30 Omrids af Ilimaussaq komplekset, som ligger under en stor del af projektets område. Nedbrydning af de usædvanlige sten til nærliggende dale og fjorde har stor indflydelse på de oprindelige miljømæssige forhold 90

Figur 31 Udspring af lujavrit (mørkegrå) vist neden for den stiplede linje på skråningen lige syd for Taseq-bassinet. Aktiv nedbrydning omdanner lujavrit-klippe til ur og sand, som ligger på skråningerne nedenfor 90

Figur 32 Udsigt over det udviklede projekt fra Narsaq by (Google Earth 2018) 91

Figur 33 Beregnet støjbelastning for mineområde og forarbejdningsanlæg under driften....94

Figur 34 Beregnet støjbelastning langs vejen fra havn til mine og i det nye havneområde 95

Figur 35 Beregnet støjbelastning i og omkring den nye havn i driftsfasen 95

Figur 36 Maksimale 24-timers koncentrationer af luftbårne partikler (TSP) i $\mu g/m^3$ (kumulativ)....103

Figur 37 Maksimale 24-timers koncentrationer af PM_{10} partikler i $\mu g/m^3$ 104

Figur 38 Maksimale 24-timers koncentrationer af $PM_{2,5}$ partikler i $\mu g/m^3$....105

Figur 39 Maksimal 1-times aflejring af støv - kumulativ (g/m^2/måned) 106

Figur 40 Afvandingsområdet for Taseq-floden....124

Figur 41 Placering af overvågningssteder for vandkvaliteten 125

Figur 42 Havmiljøet....128

Figur 43 Drikkevandskilder til Narsaq by 132

Figur 44 Føhn-vindretning 133

Figur 45 Placering af reservoir til råvand....134

Figur 46 Gennemløbsakvædukt (eksempel)....135

Figur 47 Koncentration af uran (U) i begge tailings-anlæg over projektets levetid, som forudset af Goldsim. 138

Figur 48 Koncentration af fluorid (F) i begge tailings-anlæg over projektets levetid, som beregnet med GoldSim....139

Figur 49 Placering af vurderingens kontrolpunkt i Narsaq-floden. 146

Figur 50 50 procent percentilen for fortyndingsfaktorer ved en indføringsdybde på -40 m i sommerhalvåret (udstrømningsområdet er lidt mindre i vinterhalvåret). Det grønne område angiver udstrækningen af arealet til fortyndingspunkt for forurening ved nuleffektkoncentration for alle forurenende stoffer....152

Figur 51 Lodret profil af 50 procent percentilen for fortyndelsesfaktorer ved en udledningsdybde på -50 m i sommerhalvåret. Det grønne område angiver udstrækningen af PNEC for alle forurenende stoffer. 153

Figur 52 Vigtige områder til overvintring for havfugle ud for Sydgrønland og i nærliggende fjorde 167

Figur 53 Fordelingen af den arktiske fjeldørred i floder, vandløb og søer på halvøen Erik Aapplaartup Nunaa....170

Figur 54 Sjælden flora i projektområdet 173

Figur 55 Beskyttede områder i det sydlige Grønland....174

Figur 56 Arkæologiske områder ved Narsaq/Kvanefjeld....183

Figur 57 Kujataa er på UNESCO verdensarvlisten (UNESCO, 2017)....184

Figur 58 Arkæologiske områder 186

Bilag

Bilag A - Environmental Management Plan (miljøstyringsplan) 194

Bilag B – Konceptuel plan for nedlukning og afvikling af projektet 202

Bilag C – Konceptuelt miljøovervågningsprogram for projektet 208

Oversigt over forkortelser og akronymer

Akronym/forkortelse	Beskrivelse
A/S	Aktieselskab
AIDS	Erhvervet immundefektsyndrom (Acquired Immune Deficiency Syndrome)
BAT	Best Available Technology (bedst tilgængelige teknik)
BCL	Steril chloridvæske
BFS	Bankable Feasibility Study (lønsomhedsundersøgelse)
Bq	Becquerel, måleenhed for radioaktivitet
BWM	International konvention for kontrol og håndtering af ballastvand og sedimenter på skibe (Ballast Water Management)
BWS	Blue Water Shipping, Danmark
C	Celsius grader
Capex	Kapitaludgifter
COD	Kemisk iltforbrug
COPC	Potentielt problematiske forurenende stoffer (Contaminants of potential concern)
CRSF	Chemical Residue Storage Facility (anlæg til deponering af kemikalierester)
dB	Decibel
DCE	Nationalt Center for Miljø og Energi
DEE	Departementet for Erhverv og Energi
DHI	DHI Water and Environment (teknologisk serviceinstitut)
DILT	Institut for industri, arbejde og handel
DKK	Danske kroner
DMP	Dust Management Plan (støvhåndteringsplan)
DR	Departementet for Råstoffer
DWT	Dead Weight Tonnage (ton dødvægt)
EAMRA	Miljøstyrelsen for Råstofområdet
EBRD	Den Europæiske Bank for Genopbygning og Udvikling
EF	Det Europæiske Fællesskab
EIA	Environmental Impact Assessment (vurdering af miljøpåvirkninger)
EL	Exploration License (efterforskningslicens)
EMP	Environmental Management Plan (miljøstyringsplan)

ERM	ERM Ltd
et al.	Et alii (og andre)
EU	Den Europæiske Union
e.v.t.	Efter vor tidsregning (eller Efter Kristi fødsel (e.Kr.))
FIFO	Fly-In Fly-Out (flyv ind, flyv ud)
FS	Feasibility Study (lønsomhedsundersøgelse)
FTSF	Flotation Tailings Storage Facility (anlæg til deponering af tailings fra flotation)
GA	Grønlands Arbejdsgiverforening
GE	Grønlands Erhverv
GHD	GHD Pty Ltd
GHG	Drivhusgas
GINR	Grønlands Naturinstitut
GME A/S	Greenland Minerals and Energy A/S
GML	Greenland Minerals Limited
GL	Naalakkersuisut (Grønlands Landsstyre)
ha	Hektar
HDPE	Høj-densitet polyethylen
HFO	Heavy Fuel Oil (svær brændselsolie)
IAEA	Det Internationale Atomenergiagentur
ICRP	Den Internationale Kommission for Strålingsbeskyttelse
IMO	Den Internationale Søfartsorganisation
IUCN	World Conservation Union (international organisation for naturbevarelse)
JORC	Joint Ore Reserves Committee (australsk organisation, som beskæftiger sig med rapportering om malmfund)
km	Kilometer
km^2	kvadratkilometer
Kraftværk	Kombineret kraft-varmeværk
LCD	LCD-skærm
LTIFR	Lost Time Injury Frequency Rate (frekvens af arbejdsskader med tabt arbejdstid)
m^2	Kvadratmeter
m^3	Kubikmeter

MARPOL	International konvention om forebyggelse af forurening fra skibe
mia.	Milliard
MLSA	Råstofstyrelsen i Grønland
mm	Millimeter
m.o.h.	Meter over havet
mSv	Millisievert, enhed for strålingsdosis
Mt	Millioner tons
Mtpa	Millioner tons pr. år
MW	Megawatt
NCA	Nuklear samarbejdsaftale
NEA	Nuclear Energy Agency (et atomenergiagentur inden for OECD)
NNV	Nettonutidsværdi
OCE	Operating Cost Estimate (anslåede driftsomkostninger)
OECD	Organisationen for Økonomisk Samarbejde og Udvikling
OPRC	International konvention om beredskab, bekæmpelse og samarbejde ved olieforurening
PBT	Persistent, bioakkumulativ og toksisk
PEL	Pacific Environment Limited
PM	Partikler (Particulate Matter)
ppm	andele pr. million
REE(s), RE(s)	Rare Earth Element(s) (sjældne jordarter)
REMC	Mineralkoncentrat fra sjældne jordarter
REO	Oxid af sjælden jordart
RoM	Rråmalm (Run of Mine)
SIK	Grønlands Arbejderforbund
Sv	Sievert (måleenhed for biologisk effekt af ioniserende stråling)
t	Ton
TDS	Opløste faste stoffer i alt (Total Dissolved Solids)
ToR	Kommissorium
tpd	Tons pr. dag
TSF	Anlæg til deponering af tailings
TSP	Total partikelkoncentration (svævestøv)

TWP	Treated Water Placement (placering af renset vand)
UK	Storbritannien
UM	Udenrigsministeriet
UNESCO	FN's organisation for uddannelse, videnskab, kultur og kommunikation
UNSCEAR	De forenede Nationers Videnskabelige Komité vedrørende Effekterne af Atomstråling
$ eller USD	Amerikanske dollars
USEPA	Miljøbeskyttelsesagenturet i USA
vPvB	Meget persistent, meget bioakkumulativ
WHO	Verdenssundhedsorganisationen
WNA	World Nuclear Association (international lobbyorganisation med henblik på fredelig udnyttelse af kernekraft)
WRS	Depot til stenaffald (Waste Rock Stockpile)
VSB	Vurdering af samfundsmæssig bæredygtighed
v/v	Vægt for vægt

1. Indledning

1.1 Dokumentets formål og omfang

Greenland Minerals Limited (GML) foreslår at udvikle projektet for sjældne jordarter (RE, REE) i Kvanefjeld, Grønland ("projektet"). Projektet omfatter integrerede mine-, forarbejdningsanlægs- og havnefaciliteter.

Dette dokument giver en vurdering af projektets mulige miljøpåvirkninger og beskriver den miljøstyringspraksis, der vil blive anvendt i forbindelse med projektet under driften og efter lukningen af minen.

1.2 Projektoversigt

GML er et australsk mineselskab med hjemsted i Perth, Australien. Virksomheden er noteret på den australske børs. Greenland Minerals and Energy A/S (GME) er GML's grønlandske datterselskab med hovedkvarter i Narsaq. GML opkøbte i 2007 aktiemajoriteten i GME, som har licens til at udvikle projektet. I 2011 opkøbte GML de udestående aktier i GME og overtog derved 100 % ejerskab over og kontrol med projektet.

Projektet er placeret i Sydgrønland i Kujalleq Kommune, ca. 7,5 km nord for byen Narsaq og 40 km sydvest for den internationale lufthavn og bygden Narsarsuaq (Figur 1).

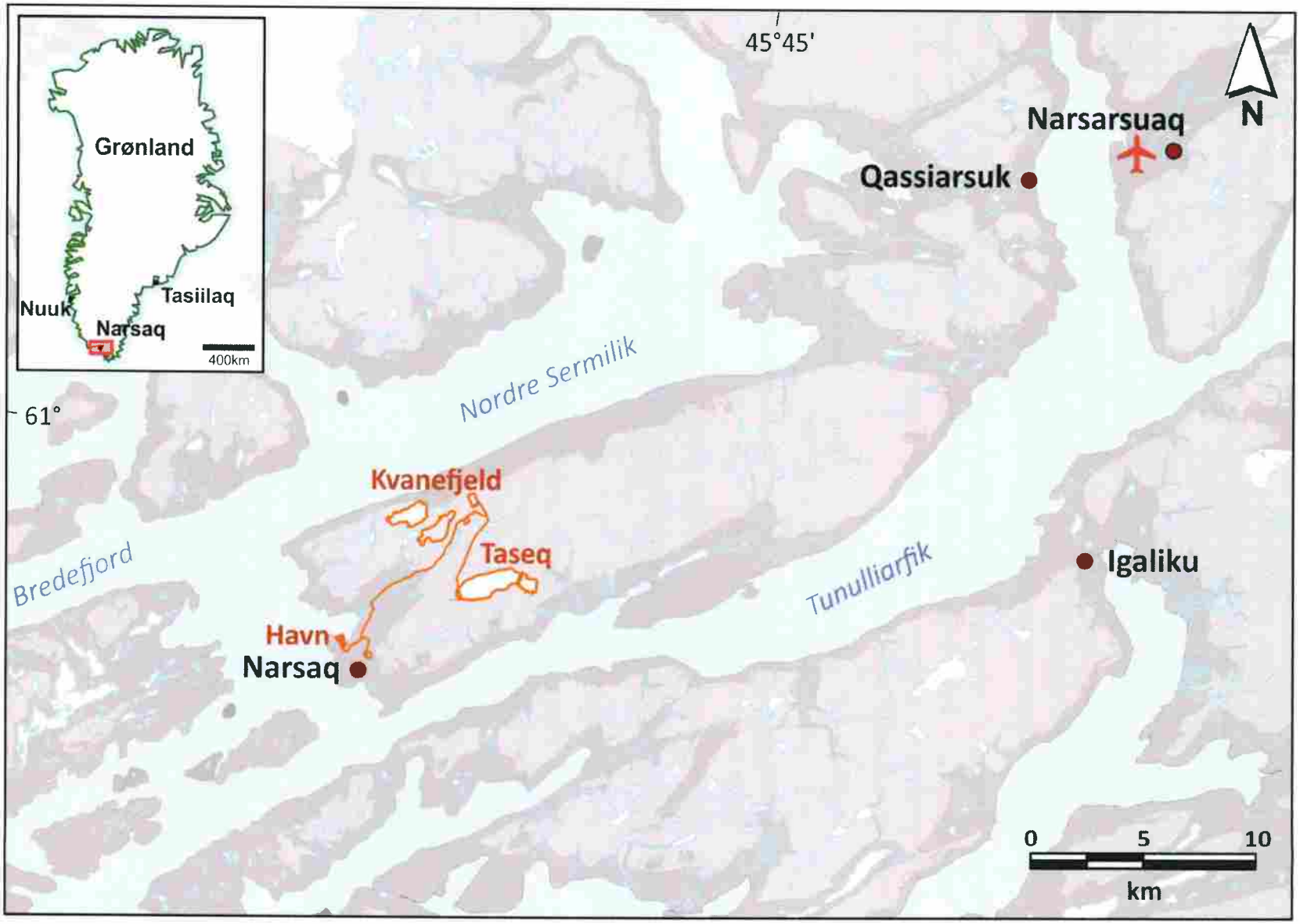
Projektet er placeret i den arktiske region, og de primære mineralforekomster ligger i en højde på cirka 600 m over havets overflade.

Placeringen i Kvanefjeld medfører unikke geologiske og miljømæssige egenskaber:

- Forekomsten består af stærkt alkalisk klippe med meget højt indhold af sjældne jordarter (REE), lithium, beryllium, uran og elementer med høj feltstyrke som niobium og tantal (se afsnit 7)
- Naturligt forekommende radionuklider, såsom uran og thorium, findes i alle jord- og klippetyper. Malmen i Kvanefjeld indeholder betydelige koncentrationer af uran og thorium, henholdsvis ca. 300 ppm og 800 ppm (andele pr. million). Med tiden har naturlige processer såsom nedisning og vind- og vanderosion spredt uran og thorium ud i det omgivende miljø, herunder til Narsaq-dalen (se afsnit 9)
- Forekomsten indeholder høje niveauer af det vandopløselige mineral villiaumit (NaF). Dette har givet anledning til naturligt forhøjede fluoridniveauer i de omgivende vandområder, herunder i floderne Narsaq og Taseq samt i Taseq-bassinet- (se afsnit 10)
- Området er kendetegnet ved lav mangfoldighed i fauna og flora (se afsnit 12).

Minedriften vil omfatte en konventionel åben mine med sprængninger efterfulgt af transport med lastbil/læsseudstyr. Brudt malm transporteres til en koncentrator til fremstilling af et mineralkoncentrat fra sjældne jordarter (REMC), et zinkkoncentrat og flusspat. REMC forarbejdes yderligere i raffinaderiet for at fremstille produkter fra sjældne jordarter (RE-produkter) samt uranoxid. Alle salgbare produkter transporteres til en havn opført til formålet og eksporteres.

Mens malmen i Kvanefjeld omfatter adskillige elementer af kommerciel værdi, er forekomsten af RE-produkter de primære værdiskabende produkter. Zink, flusspat og uran er biprodukter, der tilfører ekstra indtægter til styrkelse af projektøkonomien.



Figur 1 Lokalitet for projektet

1.3 Proces for vurdering af miljøpåvirkninger

I henhold til landstingslov nr. 7 af 7. december 2009, Loven om mineralske råstoffer og aktiviteter af betydninger herfor (råstofloven), skal mineselskaber udarbejde en vurdering af miljøvirkningerne i forbindelse med udviklingen af foreslåede råstofprojekter. Loven fastsætter også, at der først gives licens til udvinding i forbindelse med et foreslået projekt, når vurderingen af miljøpåvirkningerne for projektet er godkendt af Grønlands Landsstyre.

Formålet med vurderingen af miljøpåvirkningerne for projektet er at identificere, forudsige og kommunikere de mulige miljøpåvirkninger, der forårsages af den planlagte minedrift under alle faser - opførelse, drift, lukning og perioden efter lukning. Vurderingen skal også identificere afhjælpende foranstaltninger, der tager sigte på at eliminere eller minimere negative miljøpåvirkninger, så disse foranstaltninger så vidt muligt kan indarbejdes i udviklingen af projektet.

Denne vurdering af miljøpåvirkningerne (EIA, *environmental impact assessment*) er udarbejdet i overensstemmelse med *Retningslinjerne for udarbejdelse af en vurdering af miljøpåvirkningerne (EIA) for udnyttelse af mineraler i Grønland* [45], (Retningslinjerne). Retningslinjerne identificerer kravene til konsekvensanalyser vedrørende:

- Miljømæssige basislinje-studier, herunder baggrundskoncentrationer og variationer, vegetation og fauna samt lokal brug og viden
- Projektrelaterede miljøundersøgelser, herunder kvantificering af potentielle forureningskilder såsom malm, stenaffald og tailings
- Udledninger og emissioner til miljøet, herunder til luft og vand.

Retningslinjerne indeholder også krav til planerne for miljøstyring og overvågning.

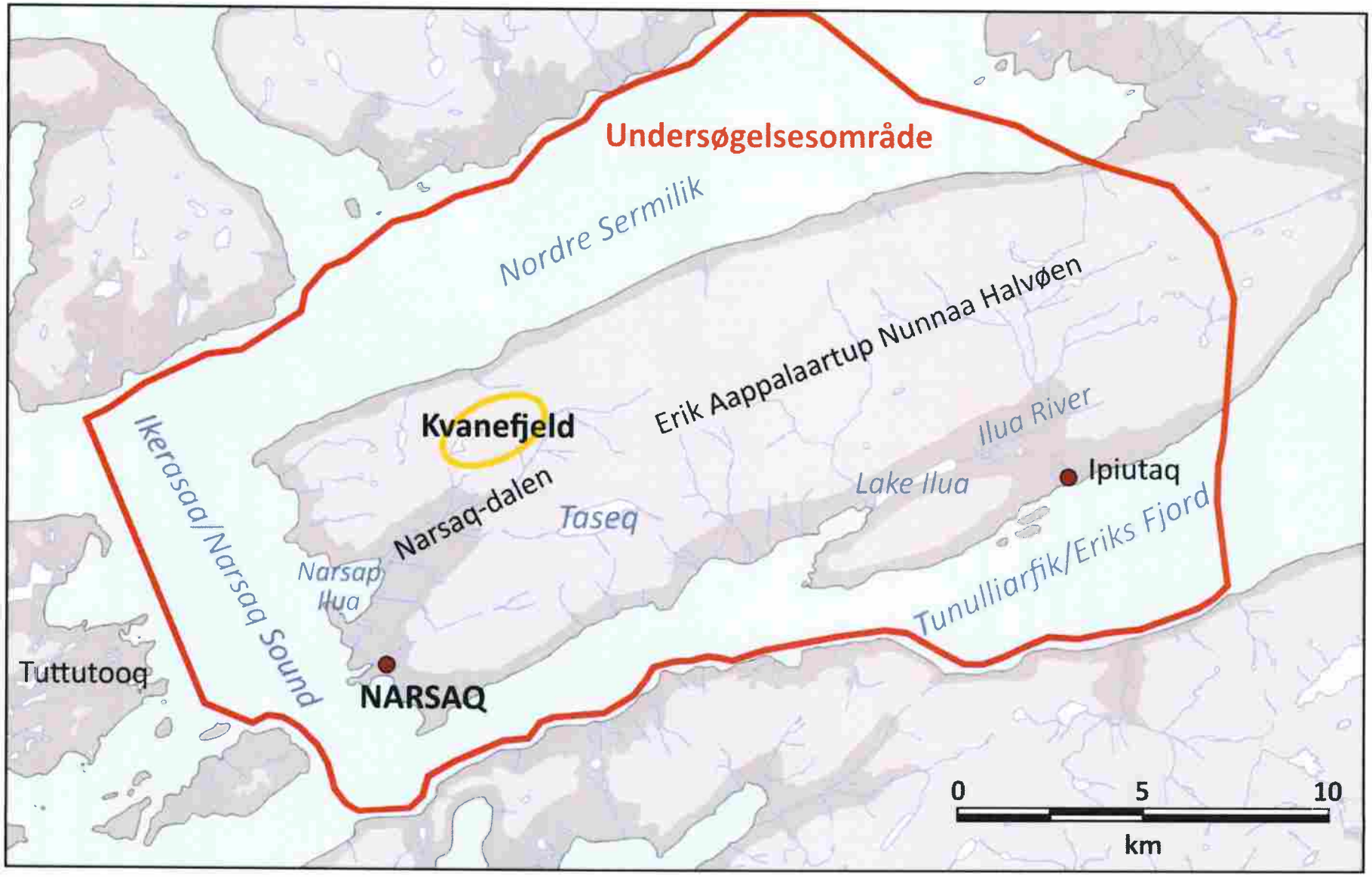
1.3.1 Undersøgelsesområde

I EIA (vurderingen af miljøpåvirkningerne) defineres "undersøgelsesområdet" for EIA som det område, der potentielt bliver påvirket af projektet (herunder området i nærheden af projektets komponenter og infrastruktur). Undersøgelsesområdet er vist på Figur 2.

Ligeledes defineres "projektområdet" i EIA som det område indenfor undersøgelsesområdet, hvor der forekommer direkte påvirkninger såsom jordforstyrrelser og tab af levesteder for flora og fauna.

1.4 Begrænsninger for denne rapport

GHD har udarbejdet denne rapport på grundlag af oplysninger fra GML, Orbicon og andre, der har leveret oplysninger til GHD (herunder statslige myndigheder). GHD har ikke selvstændigt verificeret eller kontrolleret disse oplysninger ud over det aftalte arbejdsomfang. GHD accepterer ikke ansvar i forbindelse med sådanne ubekræftede oplysninger.



Figur 2 Undersøgelsesområde

2. Ikke-teknisk sammenfatning

2.1 Projektbeskrivelse

GML er et australsk mineselskab med hjemsted i Perth, Australien. Virksomheden er noteret på den australske børs. Greenland Minerals and Energy A/S (GME) er GML's grønlandske datterselskab med hovedkvarter i Narsaq. GML opkøbte i 2007 aktiemajoriteten i GME, som har licens til at efterforske sjældne jordarter (RE-produkter) i projektet Kvanefjeld. I 2011 opkøbte GML de udestående aktier i GME og overtog derved 100 % ejerskab over projektet.

GML foreslår at udvikle en mine og tilhørende faciliteter til forarbejdning af råstoffer ved Kvanefjeld. Ud over produktionen af betydelige mængder RE-produkter vil projektet også producere små men kommercielt værdifulde mængder urankoncentrater, zinkkoncentrater og flusspat.

Projektet er placeret i Kujalleq Kommune i Sydgrønland (Figur 3). Mine- og forarbejdningsanlæggene vil blive placeret ca. 7,5 km fra byen Narsaq. Den havn, der skal udvikles til projektet, vil ligge ca. 1 km fra Narsaq.

Figur 3 Kort over Kualleq Kommune med byer og bygder (kilde: www.kujalleq.gl)

Minedriften vil omfatte en konventionel åben mine med sprængninger efterfulgt af transport med lastbil/læsseudstyr. Brudt malm transporteres til en koncentrator for fremstilling af mineralkoncentrat fra sjældne jordarter (REMC), zinkkoncentrat og flusspat. REMC forarbejdes yderligere i raffinaderiet for at fremstille RE-produkter og et uranprodukt. Alle salgbare produkter transporteres til havnen og eksporteres.

Selvom malmen i Kvanefjeld omfatter adskillige elementer af kommerciel værdi, er forekomsten af REE-produkterne de primære værdiskabende produkter. Zink og uran udvindes som biprodukter.

Et sammendrag af projektets hovedelementer findes i Tabel 1.

Tabel 1 Projektsammendrag

Projektelement	Beskrivelse	Detaljer
Lejeområde	EL 2010/02	80 km^2
Mineforekomst		108 mio. tons
Udvindingshastighed		3,0 mio. tons pr. år
Udvindingsmetode	Åben mine	Udvinding af malm og gråbjerg ved hjælp af boring, sprængning og hydrauliske gravemaskiner
Forarbejdningsmetode	Mekanisk forarbejdning (koncentrator) og kemisk forarbejdning (raffinaderi)	
Minens levetid		37 år
Anlægsfase		3 år
Driftsfase		37 år
Nedlukning og afvikling		6 år
Produkter	Sjældne jordarts-elementer (REE)	30.000 tons pr. år (tpa)
	Zinkkoncentrat	15.000 tpa
	Flusspat	16.000 tpa
	Uranprodukt	517 tpa
Infrastruktur til støtte for projektet	Kraftværk	59 MW
	Elledninger	2 x 11 km, forsyningsledninger på 11 kV
	Veje	10 km tosporet grusvej (8 m bred) fra havn til mine
Projektelementernes omfang	Arealmål i alt (efter 37 år)	5,946 km^2
	Minegruber	1,1371 km^2
	Depoter med stenaffald	1,255 km^2
	Tailings fra flotation	2,516 km^2
	Kemiske rester	0,4656 km^2
	Havn	0,1346 km^2
	Boliger	0,0421 km^2
Vandforbrug	Ferskvandsbehov	191 m^3/t fra Narsaq-floden
Overskydende vand	Udledning af renset overskydende vand til Nordre Sermilik	816 m^3/t
Affaldsmængde	Stenaffald	2,6 mio. tons pr. år
Tailings-volumen	Tailings fra flotation	122 m^3/t fast stof
	Tailings med kemikalierester	11,4 m^3/t fast stof
Transport af produkter	22 skibe pr. år	Handymax fartøjer 40.000 DWT
Transport af medarbejdere	Lufthavn	Narsarsuaq
Medarbejdere	Anlægsarbejde	200 grønlandske, 921 udenlandske
	Drift	323 grønlandske, 392 udenlandske
	Lukning	41 grønlandske, 7 udenlandske

2.2 Proces for vurdering af miljøpåvirkninger

In 2009 overtog Naalakkersuisut (Grønlands Landsstyre) ansvaret for administrationen af de grønlandske mineralressourcer fra Danmark. De overtagne ansvarsområder omfatter administration af miljøforhold i forbindelse med mineprojekter. Loven om de grønlandske råstofressourcer (råstofloven) trådte i kraft den 1. januar 2010 og er rygraden i lovgivningen indenfor området. De regulerer alle spørgsmål vedrørende mineralske ressourcer, herunder miljøforhold (som f.eks. forurening).

For at udføre minedrift i Grønland skal en licenshaver først ansøge om og opnå en licens til udvinding for det område, hvor minedriften ønskes gennemført. En licens til udvinding gives i henhold til loven om de grønlandske råstofressourcer (råstofloven) (som ændret 2014). For at ansøge om en licens til udvinding for projektet skal GML indsende følgende dokumenter til de relevante myndigheder:

Ansøgning med vigtige oplysninger om det foreslåede mineprojekt

- Lønsomhedsundersøgelse
- Vurdering af miljøpåvirkninger
- Vurdering af samfundsmæssig bæredygtighed

GML forelagde et udkast til EIA (vurdering af miljøpåvirkningerne) for Grønlands Landsstyre i november 2015. En omfattende høringsperiode med agenturer og rådgivere fra Landsstyret har efterfulgt denne indlevering. Tilbagemeldinger fra denne proces er indarbejdet i dette dokument, som omfatter selskabets EIA for projektet.

EIA er udarbejdet parallelt med vurderingen af projektets samfundsmæssige bæredygtighed (VSB) for at sikre, at samspillet mellem projektets miljømæssige og sociale påvirkninger er korrekt vurderet.

EIA er udarbejdet i overensstemmelse med retningslinjerne, hvori det hedder, at formålet med EIA er følgende [45]:

- At vurdere og beskrive den omgivende natur og miljøet samt de mulige miljøpåvirkninger for det foreslåede projekt
- At danne grundlag for overvejelserne vedrørende det foreslåede projekt for Naalakkersuisut (Grønlands Landsstyre)
- At danne grundlag for den offentlige deltagelse i beslutningsprocessen
- At give myndighederne alle de oplysninger, der er nødvendige for at kunne vurdere betingelserne for tilladelser og godkendelser af et foreslået projekt.

For bedst at kunne præsentere de miljøbaserede basislinje-data og vurderingen af mulige miljøpåvirkninger er denne rapport blevet struktureret således, at de miljømæssige påvirkninger forbundet med projektet omtales i tilknytning til de specifikke miljømæssige faktorer, der er beskrevet nedenfor:

- Kemiske og toksikologiske faktorer (forurening), der er opdelt i:
  - Fysiske elementer
  - Atmosfæriske omgivelser
  - Radiologiske emissioner
  - Vandmiljø
  - Affaldshåndtering

- Forstyrrende faktorer (påvirkning af flora og fauna)
- Lokal brug og lokal viden.

For hver af de ovennævnte faktorer omhandler vurderingen:

- Det eksisterende miljø
- Potentielle indvirkninger på miljøet
- Vurderingen af påvirkningerne
- Afbødning af påvirkningerne
- Forventede resultater.

Vurderingen af de forventede resultater betragter for hver af påvirkningerne det rumlige omfang af påvirkningen, varigheden af påvirkningen og påvirkningens betydning.

2.3 Høringer afsluttet til dags dato

I 2010 udarbejdede GML en indledende lønsomhedsundersøgelse for projektet.

På samme tid påbegyndtes arbejdet med afgrænsningsfasen for vurderingen af den miljømæssige påvirkning som en start på de aktiviteter, der skulle imødekomme kravene for opnåelsen af en udvindingslicens til projektet.

I løbet af afgrænsningsfasen afholdtes en række dialogmøder med deltagelse af interessenter. Disse møder havde til hensigt at præsentere projektet for interessenterne og få en tilbagemelding om de emner, der skulle behandles i vurderingen af miljøpåvirkninger. I juli 2011 udarbejdede GML efter omfattende høringer den første version af kommissoriet (ToR) til projektets vurdering af miljøpåvirkningerne.

Efterfølgende ændringer i Projektets design og en ændring af loven om råstoffer i 2014 medførte udarbejdelsen af et opdateret kommissorium. En offentlig høring vedrørende det opdaterede kommissorium fandt sted fra slutningen af august til begyndelsen af oktober 2014, og kommentarer fra høringen blev efterfølgende samlet i en hvidbog.

I første halvdel af 2015 udarbejdede GML en ny revision af kommissoriet på baggrund af kommentarerne i hvidbogen. 2015-versionen af kommissoriet blev godkendt af Grønlands Landsstyre i slutningen af 2015. Denne vurdering af miljøpåvirkningerne (EIA) er udarbejdet i henhold til dette kommissorium.

VVM'en er udarbejdet med deltagelse af interessenter i så stor udstrækning og så effektivt som muligt i alle faser af udarbejdelsen. Tabel 2 giver en oversigt over de vigtige interessenter, som virksomheden har samarbejdet med vedrørende udviklingen af projektet.

Tabel 2 Oversigt over gennemførte høringer

Tilsynsmyndigheder	Samfund	Andet
Departementet for natur og miljø	Indbyggerne i Narsaq	Air Greenland, Nuuk
Dansk folketingsudvalg	Info Group Narsaq	Arctic Business Network
Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE)	Indbyggerne i Qaqortoq	Virksomheder i Qaqortoq
Miljøstyrelsen for råstofområdet (EAMRA)	Indbyggerne i Aasiaat	Arbejdsgiverforeningen (GA)
Grønlands Arbejdsgiverforening (GA)	Indbyggerne i Ilulissat	Grønlands Erhverv
Grønlands Naturinstitut (GINR)	Indbyggerne i Kangaamiut	Hunting Fishing Narsaq Info group
GL	Indbyggerne i Maniitsoq	Råstofkomité
Kujalleq Kommune	Indbyggerne i Nuuk	Transparency Greenland
Borgmesteren i Qaqortoq	Indbyggerne i Qasigiannguit	WWF Danmark
Departementet for Erhverv, Arbejdsmarked, Handel og Energi (MILT)	Indbyggerne i Qeqertarsuaq	
Råstofstyrelsen (MLSA)	Indbyggerne i Sisimiut	
Ministeriet for Industri og Mineraler – Juridisk Afdeling	Sermersooq Kommune	
Ministeriet for Industri og Mineralske Ressourcer		
Kommunens råstofchef		
Nuuk Kommune		
Repræsentant fra et dansk ministerium		
Grønlands Arbejderforbund (SIK)		

2.4 Overvejede alternativer

I løbet af udformningsfasen for projektet har flere alternative løsninger for hele projektet eller dele deraf været til overvejelse.

Alternativ 1 Undlad at udvikle projektet

At undlade at udvikle projektet er et alternativ i et økonomisk miljø med ustabile råvarepriser og stigende driftsomkostninger. Projektet har dog potentiale til at skabe betydelige samfundsmæssige og økonomiske fordele for Grønland, specielt for Narsaq-regionen på kort og længere sigt.

Hvis projektet ikke blev udviklet, ville Grønland gå glip af en kapitalinvestering på USD , og de årlige driftsudgifter på USD ville ligeledes forsvinde. Projektet forventer at betale cirka USD om året i skat og afgifter og forventer at skabe omkring grønlandske arbejdspladser under driftsfasen.

Alternativ 2 Anvend andreforarbejdningsmetoder

Tre alternative scenarier for bearbejdning er blevet undersøgt:

i. Kun mekanisk koncentrator
ii. Mekanisk koncentrator og kemisk behandling; eller
iii. Mekanisk koncentrator sammen med kemisk behandling og udskillelse af REE.

Scenariet med mekanisk forarbejdning (koncentrator) og kemisk forarbejdning (raffinaderi) valgtes som forarbejdningsmetode til projektet. Metoden medfører nogen videre forarbejdning af REE i Grønland, og der produceres flere salgbare biprodukter.

Scenariet er i tråd med Grønlands Landsstyres prioritet om at sikre, at så stor en del af råstofforarbejdningen som muligt finder sted i Grønland.

Alternativ 3 Andre placeringer af projektets komponenter

To mulige placeringer af koncentratoren og raffinaderiet samt havnen og indkvarteringsfaciliteterne er blevet overvejet: Østlig og vestlig placering.

Efter offentlige høringer blev projektudviklingen fokuseret på det alternativ, hvori faciliteter og aktiviteter placeres i Ilua-dalen (vestlig placering).

Der blev også overvejet alternative placeringer af boliger til medarbejdere og havneanlæg i selve Ilua-dalen. De endelige placeringer blev valgt med henblik på at minimere samfunds- og miljømæssige påvirkninger i forbindelse med faciliteterne.

Alternativ 4 Anvendelse af alternative energikilder til projektet

Udviklingen af vandkraft til projektet blev vurderet, fordi en potentielt egnet vandkilde ligger 55 km nordpå ved Johan Dahl Land.

På baggrund af kravene til anlægsarbejdet blev muligheden ikke anset som værende gennemførlig under første fase af projektudviklingen.

Fremstilling af elektricitet ved brug af svær brændselsolie (HFO) blev valgt fra på grund af det forventede niveau af svovlemissioner.

Alternativ 5 Alternativ håndtering af projektets tailings

Der blev overvejet flere mulige placeringer af anlægget til deponering af tailings, herunder placeringer på Kvanefjeld-plateauet og i Taseq-bassinet.

Foruden faciliteternes placering blev der også overvejet alternative metoder til håndtering af tailings – våd og tør deponering af tailings under driftsfasen og våd og tør forsegling af tailings-anlægget efter nedlukningen.

Efter en evaluering af de miljømæssige risici blev våd deponering og våd forsegling i Taseq- bassinet valgt som løsning for håndteringen af tailings.

2.5 Vurdering af påvirkninger

Vurderingen er opdelt i syv miljøkategorier. Påvirkningerne for hver af disse kategorier beskrives i det følgende.

2.5.1 Sammendrag

Fysiske indvirkninger

Visse projektfaciliteter vil være synlige i Narsaq-dalen under driften, men de vil blive fjernet ved projektets afslutning. Forbedrede veje vil være tilgængelige for det lokale samfund og for turisme.

Projektets fulde fodaftryk er relativt lille, og der vil forekomme lokale ændringer i landskabet under projektets drift. Ved afslutningen af driften vil dæmningen til tailings og stenaffaldsdepoterne forblive,

og de vil sammen med andre afhjulpne områder i projektområdet gradvist blive genbevokset med tiden.

Der vil ikke forekomme væsentlige indvirkninger fra støj eller lys, der opstår fra projektet.

Atmosfæriske indvirkninger

Størstedelen af det støv og de partikelemissioner, der opstår fra projektet, vil falde ned på selve projektområdet og på bjergplateauet sydvest for minen.

Det forventede nedfald af støv på steder i nærheden af projektområdet [Narsaq, gården i Ilua dalen, sommerhuse og arkæologiske steder] er også blevet modelberegnet, og nedfaldsrater forudsiges at være betydeligt under relevante grænseværdier, typisk under 20 % af den relevante grænseværdi. Når foranstaltninger til støvkontrol er gennemført, forventes betydeligt bedre resultater i praksis.

Emissioner vil forekomme fra forbrænding af diesel, og modelberegninger forudsiger, at koncentrationer af forbrændingsprodukter ved jordoverfladen i nærheden af projektområdet ikke vil overstige relevante kriterier.

Den totale indvirkning fra støv og emissioner forbundet med projektet vil være meget lav.

Radiologiske indvirkninger

Projektet forventes kun at udlede meget små mængder yderlige radioaktivitet til miljøet. Denne radioaktivitet forventes ikke at have skadelig indvirkning eller negative konsekvenser for beboere og besøgende i Narsaq og Ipiutaq eller for planter og dyr i habitater i marine, ferskvands- og landområder i undersøgelsesområdet.

Projektets radiologiske indvirkninger er meget lave og betydeligt under benchmark-værdier.

Skulle et nedbrud forekomme i TSF-dæmningen, ville de radiologiske indvirkninger på miljøet være sekundære sammenlignet med de fysiske indvirkninger. Dog anses risikoen for nedbrud for at være lav. Fra et tektonisk perspektiv er Sydgrønland ekstremt stabil, og geologien i Taseq bassinet omfatter meget modstandsdygtige klippetyper. Dæmningen vil blive udformet og bygget efter "nedstrømsmetoden"; den vil blive fyldt med sten og foret; og den vil overholde kriterierne fra International Commission on Large Dams (ICOLD, den internationale kommission for store dæmninger).

Indvirkninger på vandmiljøet

Ændringer i hydrologien i floder og søer i projektområdet forventes at være uvæsentlige, og intet vand vil udledes fra TSF-anlægget under driften. Ved afslutningen af projektet vil TSF-vand blive behandlet for at sikre, at det overholder de relevante kriterier for vandkvalitet.

En analyse har fastslået, at den afstrømning, som når Bredefjord, vil kræve meget lidt fortynding for at nå sammensætningen af havvand.

I betragtning af Ilua-dalens topografi og beskaffenheden af de fremherskende vindretninger vil aerosoler fra TSF-anlægget have minimal indvirkning på vandforsyningen til Narsaq.

Yderligere udledning af vand kan forekomme i tilfælde af et dæmingsnedbrud. Dog anses risikoen for nedbrud for at være lav.

Indvirkninger på affaldshåndtering

Med passende procedurer for affaldshåndtering vurderes indvirkningen på miljøet at være meget lav.

Indvirkning på biodiversitet

Støj og visuelle forstyrrelser under drift vil kun forårsage lokal forstyrrelse for landlevende fugle og pattedyr. Projektrelaterede ændringer i lokal hydrologi vil være minimale, og om vinteren forventes ingen projektrelateret reduktion i strømning fra ferskvandskilder.

Med udgangspunkt i anvendelsen af internationale bedste-praksis standarder forventes indvirkningen fra projektet på marin og terrestrisk fauna at være begrænset.

Indvirkning på lokal brug og kulturarv

Indvirkningen vil være ubetydelig; en klippehule langs Taseq-floden plus et teltfundament og et skydehus på spidsen af Tunu-halvøen vil blive forstyrret, men lokal adgang med henblik på jagt, fiskeri og traditionel brug vil kun påvirkes af beskedne restriktioner omkring projektområder.

Områder på UNESCOs verdensarvsliste vil ikke udsættes for målbare indvirkninger på grund af afstanden fra projektområdet.

2.5.2 Fysiske påvirkninger

Konstruktion og drift af projektet kan potentielt medføre følgende indvirkninger på det fysiske miljø:

- Fysisk ændring af landskabet og reduceret visuel æstetik
- Forøget erosion
- Forøget støj
- Forøgede lysemissioner.

Visuel påvirkning

Visuel påvirkning af landskabet er en uundgåelig del af et projekt med minedrift og kan ikke helt elimineres ved hjælp af afhjælpende foranstaltninger.

Udviklingen af projektet og driften vil resultere i landskabsændringer, der vil forekomme inden for undersøgelsesområdet men dog være synlige i forskellig grad fra forskellige steder. Nogle af ændringerne vil være permanente, mens andre vil blive fjernet eller udbedret under projektets lukningsfase.

De væsentligste ændringer vil være udviklingen og opførelsen af:

- En åben minegrube og adgangsveje til udstyr (selve minen)
- Depoter med ubehandlet udgravet materiale, også kaldet stenaffaldsdepoter (WRS)
- Et forarbejdningsanlæg i nærheden af den åbne grube (anlægget)
- Et anlæg til opbevaring af forarbejdet affaldsmateriale i Taseq-bassinet (TSF)
- En ny havnefacilitet på kysten ved Narsap Ilua (havnen)
- En vej fra havnen til minen og anlægget (havn-til-mine-vejen)
- Permanente beboelsesejendomme til medarbejdere ved siden af byen Narsaq (landsbyen).

I løbet af projektets levetid vil en række af disse fysiske forandringer være helt eller delvist synlige fra Narsaq eller fra Narsaq-dalen.

- Strukturer i havnen vil være synlige fra Narsaq
- Vejen fra havnen til minen vil være synlig fra Narsaq

- Anlægget vil være synligt fra Narsaq-dalen, men ikke fra byen Narsaq
- Minen vil være synlig fra den højeste del af Narsaq-dalen men ikke fra de lavtliggende områder eller fra byen Narsaq
- Dæmninger til TSF-anlægget vil være synlige fra den højeste del af Narsaq-dalen, men ikke fra de lavtliggende områder eller fra byen Narsaq.

Under projektets lukningsfase vil de strukturer, der ikke længere er nødvendige, blive fjernet, og andre fysiske forandringer foretaget i forbindelse med projektet vil blive afhjulpet.

Erosion

Generelt forventes erosion ikke at udgøre et problem for projektet, da de fleste anlægsarbejder vil finde sted i områder med solid klippegrund. Der er meget begrænsede mængder ler eller jord inden for projektområdet som følge af de lokale geologiske forhold og nylig nedisning.

Støj

Projektet vil medføre yderligere støjemissioner i projektområdet. Støjniveauet vil variere alt efter projektets fase.

Anlægsfase

Under anlægsfasen:

- Begrænsede sprængninger finder sted i minen
- Udjævning vil finde sted på alle projektets vigtige områder for at forberede vandrette overflader til forskellige formål
- Konstruktionen af vejen fra havnen til minen vil blive foretaget trinvist, og vejen vil blive anlagt i etaper med gradvist fremskridt fra havnen til mine- og anlægsområderne
- Udgravning eller sprængning af grundfjeldet på havbunden vil være påkrævet for opførelse af en forankret spunsvæg ved havnen
- Skibstrafik i forbindelse med anlægsarbejderne vil forøge støjniveauet i byen Narsaq. På grund af fartøjernes lave hastighed og afstanden fra havnen til Narsaq vil den gennemsnitlige støj fra fartøjernes bevægelser dog ligge på under 35 dB(A), der følger de danske retningslinjer for natlig støj i boligområder.

Samlet set forventes støjbelastningen under konstruktionsfasen at ligge på eller under det støjniveau, der er blevet beregnet og anslået for projektets driftsfase (se nedenfor).

Driftsfase

Aktiviteter under projektets driftsfase vil resultere i en stigning i støjniveauet for omgivelserne nær flere af projektets faciliteter. Støjvurderingen for projektet anvendte 30 dB(A) som det støjniveau for omgivelserne, der karakteriserer basislinjen for det eksisterende akustiske miljø.

Støjniveauer fra projektaktiviteter, der overstiger den eksisterende basislinje for det akustiske miljø, defineres som projektets støjfodspor.

De mest betydningsfulde støjkilder under projektets driftsfase vil være:

- Minen, anlægget og kraftværket
- Vejen fra havnen til minen
- Havneområdet.

Den modelberegnede støjbelastningsfordeling viser, at støjbelastninger over 30 dB(A) på baggrundsniveau er begrænset til områderne ved minen/anlæggene og de øverste dele af Narsaq-dalen. Støjniveauer over 30 dB(A) ud over baggrundsniveau strækker sig, afhængigt af terrænet, mellem 800 og 1200 m på begge sider af vejen fra havnen til minen.

Trafikken på vejen fra havnen til minen vil ikke forøge støjniveauet i byen Narsaq.

De støjfølsomme steder, der ligger tæt på vejen fra havnen til minen, er sommerhuse beliggende i Narsaq-dalen lige nord for byen Narsaq. De projektrelaterede støjbelastninger fra trafik beregnet for husene tættest på vejen er på ca. 38 dB(A). Dette er over det naturlige baggrundsniveau på 30 dB(A). Sammenlignet med danske støjgrænser for sommerboliger ligger de beregnede støjbelastninger under grænsen for støj i dagtimerne (40 dB(A)) men over grænsen for aften- og nattetimerne (35 dB(A)).

Den beregnede støjbelastning for havnen vil overstige 70 dB(A) i et lille område, hvor der losses containere. Det område, hvor den gennemsnitlige støjbelastning overstiger 30 dB(A) på baggrundsniveau, strækker sig ca. 1800 m fra havnens midte.

Støjniveauet i boligområderne i Narsaq og ved landsbyen vil være på mindre end 40 dB(A) og vil derfor opfylde de danske vejledninger for støjniveauer i byer.

Afhjælpende foranstaltninger

Følgende afhjælpende foranstaltninger vil blive anvendt for at reducere projektets indvirkning på det fysiske miljø:

- Forberedelse ved afskrabning og dæmningskonstruktion til tailings vil blive planlagt således, at de så vidt muligt falder ind i det omgivende landskab
- Veje vil blive planlagt så påvirkningen af det omkringliggende landskab minimeres
- Dæmninger og afledningskanaler vil blive dækket med lokale materialer (sten og grus). Med tiden vil dæmningerne også blive dækket af naturlig vegetation, hvilket vil reducere den visuelle effekt
- Sprængninger skal foretages mellem klokken 06.00 og 18.00
- Der vil blive anvendt sten- og grusmaterialer til byggeriet, hvor dette er muligt.

2.5.3 Atmosfæriske påvirkninger

Projektet kan generere støv og emissioner under alle projektets faser. Emissioner af flygtigt støv, der stammer fra projektaktiviteterne, kommer fra sprængning og udgravning i minen, materialehåndtering og transport på ikke-belagte veje. Luftemissioner vil komme fra dieseldrevne maskiner og lastbiler, udstyr til elproduktion og opvarmning samt fartøjer i havnen.

Partikel- og gasemissioner vil kunne påvirke både miljøet og menneskers sundhed.

Emissionerne for hver fase af projektet blev vurderet for at vise den potentielle indvirkning på luftkvaliteten for de aktiviteter, der foregår i løbet af den enkelte fase. Baseret på typen af og kilderne til emissionerne viser den rumlige fordeling af kilderne og varigheden af hver fase i projektet, at det højeste niveau af atmosfæriske emissioner vil forekomme under projektets driftsfase. Anvendelse af lastbiler i minen vil være den vigtigste kilde til støv.

Emissioner under projektets driftsfase er blevet underkastet yderligere detaljeret analyse ved anvendelse af CALPUFF, et simuleringsprogram for luftkvalitet til udvikling af dispersionsmodeller. Analysen omfattede den potentielle påvirkning, der ville kunne tilskrives projektet i sig selv, samt påvirkningen fra projektet sammen med de eksisterende emissionskilder i undersøgelsesområdet.

De omgivende niveauer af luftforurenende stoffer (NO_X, SO_X) og støv (total partikelkoncentration - TSP), i løbet af projektets driftsfase, blev forudberegnet.

Dispersionsmodellerne viser, at høje koncentrationer af TSP, både mindre end 2,5 og mindre end 10 mikrometer i diameter ($PM_{2,5}$ & PM_{10}), kun registreres tæt på vejene med tung trafik i minen. Det forventes, at størstedelen af støvet vil blive aflejret i selve minen eller sydvest for minen og de tilhørende faciliteter.

Uden for dette område ligger niveauerne for aflejringer af støv vel under de internationale grænseværdier for luftkvalitet. På gården i Ilua-dalen, i Narsaq-dalen, i byen Narsaq og ved Ipiutaq og på gårdene længere mod nordøst ved Qassiarsuk vil støvkoncentrationerne altid være langt under de vejledende kriterier.

Alle partikelkoncentrationer er under 20 % (isolerede projektemissioner) og 43 % (kumulativ værdi, inklusive baggrundsemissioner) af vurderingskriterierne. Derfor vurderes påvirkningen fra partikelemissioner fra projektet at være meget lav.

Emissioner fra dieselforbrændingen omfatter faste partikler, NO_X (nitrogenoxider), SO_X (svovloxider), sodpartikler og aromatiske kulbrinter (PAH).

De kumulative modelresultater viser, at de forventede koncentrationer ved jordoverfladen for kvælstofaflejring, NO_2, H_2S, SO_2 og SO_4 ikke overskrider det relevante grænsekriterium ved receptorstederne. Påvirkningen fra projektets gasformige emissioner vurderes at være meget lav

Den potentielle påvirkning fra sodpartikler og aromatiske kulbrinter (PAH) for projektet vurderes ligeledes som værende meget lav.

Afhjælpende foranstaltninger

Følgende afhjælpende foranstaltninger vil blive anvendt for at reducere påvirkning af luftkvaliteten:

GML har udarbejdet en plan til håndtering af støv [28], der beskriver de støvbegrænsende aktiviteter, der gennemføres under driften.

De afbødende foranstaltninger i kontrolplanen for begrænsning af støv omfatter:

- Indeslutning af støv og fugtning af materialer og områder, der er udsat for støv
- Hastighedsgrænser for køretøjer samt regelmæssig udjævning og vedligeholdelse af veje.
- Vaskesystemer til køretøjer ved udgangen fra mineområdet (for at minimere spredning af støv langs vejene uden for mineområdet).

Yderligere afhjælpninger vil omfatte:

- Brug af køretøjer og udstyr med energibesparende teknologier for at minimere udledninger.
- Vedligeholdelse af kraftværk, køretøjer og andet brændstofdrevet udstyr i henhold til producentens specifikationer for at minimere emissioner.

Emissioner af nitrogenoxider og svovlforbindelser fra projektet vil ikke medføre nogen væsentlig påvirkning.

- Projektets aktiviteter vil primært producere drivhusgas i form af kuldioxid (CO_2) sammen med små mængder nitrogenoxid (N_2O) og methan (CH_4). Det anslås, at projektet vil udlede 0,24 millioner tons CO_2 pr. år og dermed forøge Grønlands samlede udledning af CO_2 med 2 %.

2.5.4 Radiologiske påvirkninger

Radionuklider forekommer naturligt i miljøet og findes overalt i jordbund og klipper. Kvanefjeldmalmen indeholder forhøjede koncentrationer af uran og thorium, og med tiden har naturlige processer som nedisning og vind og vanderosion spredt radionuklider ind i Narsaq-dalen og til Narsaq. Som følge heraf er koncentrationerne af radionuklider omkring projektet højere end det globale gennemsnitlige niveau i jord.

Projektaktiviteter, overvejende minedrift, vil frigive radioaktivitet til luft og vand. Denne radioaktivitet kan, hvis den absorberes i betydelige mængder, potentielt medføre skader på mennesker, flora og fauna. For indbyggerne i Narsaq vil de projektrelaterede strålingsemissioner dog repræsentere en meget lille stigning i baggrundsstrålingen, nemlig ca. 1 %.

De potentielle kilder til radioaktivt materiale fra projektet og deres potentielle receptorer er blevet identificeret som:

- Spredning af radionuklider i støv, der lægger sig på jorden, i vandet og på flora og fauna og overføres gennem fødekæden
- Udslip til atmosfæren af radon gas og radondøtre, som indåndes af fauna
- Udledning af vand fra projektet til Nordre Sermilik fjord, hvilket kan påvirke flora og fauna i havet.

Der er blevet gennemført en radiologisk vurdering af projektet. Potentielle radiologiske udslip fra minen og anlægget er blevet anslået, og de radiologiske stoffer, som vækker bekymring, er blevet identificeret. Anslåede værdier for udslip er blevet kombineret med data om dispersion til luft og vand for at vurdere koncentrationen af radionuklider, der skyldes projektaktiviteterne. Disse vurderinger er blevet beregnet for forskellige placeringer inden for undersøgelsesområdet. Disse koncentrationer er blevet anvendt sammen med "adfærdskarakteristika" (f.eks. hvad dyr og mennesker spiser og i hvilke mængder) og eksisterende stråling til at anslå radiologiske doser for udvalgte planter, dyr og mennesker.

Muligheden for indvirkninger på sundhed hos mennesker og fauna bestemmes ved at sammenligne den samlede beregnede radiologiske dosis for de forskellige receptorer (summen af den naturlige baggrundsdosis og dosis som følge af projektaktiviteterne) med dosisgrænseværdien fra Den Internationale Kommission for Radiologisk Beskyttelse (ICRP). Hvor dosis er under grænsen for beskyttelse, er arten ikke i fare.

For alle organismer i modellen vil den trinvise stigning i dosis som følge af projektaktiviteterne være ekstremt lav. De beregnede dosisværdier er blevet sammenlignet med kendte referenceværdier, hvor der ikke er observeret nogen skadelige virkninger fra kronisk stråling i naturlige populationer. For alle undersøgte organismer er de beregnede dosisværdier langt under referenceværdierne, hvilket peger på, at der ikke vil være skadelige virkninger for dyr eller planter.

For indbyggerne i Narsaq blev den naturlige basislinje-eksponering gennem indtagelse af fødevarer og indånding af radon / thoron beregnet til at ligge mellem 8 og 10 mSv/år. Eksponering for radon udgør ca. 70 % af denne dosis. For indbyggerne i Narsaq blev den anslåede stigningsdosis som følge af projektaktiviteterne beregnet til at være 0,09-0,14 mSv/år, hvilket repræsenterer en stigning på ca. 1 % over baggrundsstrålingsniveauer.

Transport og håndtering af uranprodukter vil ske i overensstemmelse med sikkerhedsstandarder angivet af det Internationale Atomenergiagentur (IAEA) og de relevante nationale og internationale

transportkoder gældende for produkter i klasse 7. Der er udført en specifik vurdering af urantransport for projektet. Vurderingen identificerede muligheden for:

- Udslip af urankoncentrat i floder eller i havnen
- Udslip af urankoncentrat på land.

For udslip i vand kan der være en kortvarig påvirkning af vandlevende organismer. På længere sigt skal frigivet materiale indesluttes og fjernes, og der skal foretages afhjælpninger i området. Den langsigtede kvalitet af sediment i spildområdet kan påvirkes negativt med det resultat, at flora og fauna kan blive udsat for vand og sedimenter, der er blevet forurenet.

På baggrund af faktiske erfaringer fra arktisk Canada er risikoen for udslip i vand beregnet til at være ekstremt lav.

I tilfælde af en ulykke, der involverer frigivelse af uranprodukter på land, kan både flora og fauna og offentligheden (og arbejdstagere) blive udsat for ekstern gammastråling samt indånding af luftbårne partikler af urankoncentrat.

En gennemgang af ulykkesstatistikken for vejtransport i Canada og USA viste, at sandsynligheden for en ulykke og frigivelse af urankoncentrat til miljøet er yderst lille.

En usandlynlig begivenhed, der kunne forårsage potentiel strålingsfrigivelse fra projektet, er et dæmningssvigt ved tailings-anlægget (TSF). Et dæmningsbrud ved TSF vil muligvis frigøre tailings-afvandingsvand og faste stoffer til land- og vandområder neden for TSF-anlægget.

Hvor kun tailings-afvandingsvand frigives videre ned i floderne Taseq og Narsaq, vurderes den potentielle strålingspåvirkning at være meget lav og uden forventet påvirkning af menneskers sundhed.

Der er mulige effekter på dyrelivet under frigivelsesperioden, men når frigivelsen er ophørt, forventes radionuklidniveauerne og doserne at falde tilbage til oprindelige niveauer.

Frigivelse af faste tailings vil kunne medføre en større påvirkning, men den samlede population af receptorer på jorden forventes ikke at blive påvirket på længere sigt af resterende radionuklider. Den maksimale anslåede radiologiske påvirkning vil berøre fuglelivet.

Med tiden vil udtørrede tailings kunne frigive støv og muliggøre langsom frigivelse af radongas.

Den mulige radiologiske påvirkning af det naturlige miljø i tilfælde af et svigt i TSF-dæmningen er blevet vurderet som middelstor. Men da der er en ekstremt lav risiko for et brud i TSF-dæmningen, vurderes den samlede påvirkning som værende lille.

Aerosoler, der stammer fra TSF-anlægget, er en potentiel urankilde for floderne Taseq og Narsaq. Men i betragtning af de fremherskende vindretninger (østlig og nordøstlig), den lokale topografi og den markerede bjergkam, der adskiller Taseq-dalen fra området, der anvendes til indhentning af råvand til Narsaq-vandforsyningen (højderyggen syd for dalen ligger mere end 200 m over Taseq-søen), anses deponeringsmængden af aerosoler fra TSF-anlægget for at være begrænset. Modeller viser, at mængden af uran, der potentielt kan blive deponeret i drikkevandsoplandet for Narsaq, ligger langt under WHO's retningslinjer.

Afhjælpende foranstaltninger

Følgende afhjælpende foranstaltninger vil blive anvendt for at reducere de radiologiske påvirkninger fra projektet:

- Håndtering af støv gennem støvkontrolplanen (DCP)
- Anlægget vil blive konstrueret til at minimere strålingsemissioner
- Transport og emballering af uran vil blive foretaget i overensstemmelse med sikkerhedsstandarderne fra IAEA
- Under og efter driftsfasen vil tailings med faststoffer blive opbevaret under vand for at forhindre støv- og radonemissioner.

2.5.5 Vandmiljø

Hydrologi

Projektområdets hydrologi er præget af et afvandingsområde på 30 km², hvoraf det meste er uden vegetation. Derfor er der tale om en hurtig afstrømningshastighed. De to store bifloder til Narsaq-floden påvirkes henholdsvis af søen i Taseq-bassinet og Kvane Sø

På grund af den betydelige mængde af det vandopløselige mineral villiaumit (NaF) i det geologiske miljø indeholder floderne Narsaq og Taseq og vandet i Taseq-bassinet naturligt forhøjede koncentrationer af fluorid. Fluoridniveauerne i Narsaq-floden overstiger de internationale retningslinjer for ferskvandsmiljøer, herunder retningslinjer for drikkevand udstedt af Verdenssundhedsorganisationen (WHO). Niveauet af uran er forhøjet til en vis grad, men er stadig under de internationale retningslinjer.

Projektet vil medføre ændringer i hydrologien i undersøgelsesområdet, primært ved at afbryde strømmen i Taseq- og Kvane-floderne i afvandingsområdet og ved at trække vand fra Narsaq-floden. I løbet af et år vil omkring en fjerdedel af det vand, der strømmer i den øvre del af Narsaq-floden, blive brugt af projektet. Disse ændringer vil kun have en begrænset virkning på områdets overordnede hydrologi.

Projektet vil ikke påvirke forsyningen af drikkevand til byen Narsaq. Narsaq får vand fra floderne Napassup Kuua, Kuukasik og Landnamselven i Napassup Kuua-afvandingsområdet. Det er usandsynligt, at projektet vil påvirke afvandingsområdet for drikkevand. Der blev foretaget en vurdering af vand-aerosolsprøjt fra TSF for at fastslå den potentielle indvirkning på vandforsyningen. På grund af den udprægede bjergkam, der adskiller Taseq og Narsaq vandforsyningsområdet, og de fremherskende vindretninger fra Ø-NØ under føhn, er det højst usandsynligt, at aerosoler fra TSF ved Taseq-søen vil blive tvunget i sydlig retning og komme over højderyggen og derefter deponeres i vandforsyningsområdet.

Tailings

En hensigtsmæssig styring af tailings under projektets driftsfase og efter lukningen er et centralt miljøkrav for projektet.

Taseq-bassinet vil blive drænet og anvendt som TSF for projektet. Den naturlige udstrømning fra Taseq-bassinet vil blive blokeret af en dæmning under projektets drifts- og lukningsfaser.

Projektet vil anvende genbrugsvand fra TSF-anlægget og ferskvand direkte fra Narsaq-floden. Intet spildevand fra projektet vil blive frigivet til vandløb eller floder i Narsaq-dalen under projektets driftsfase.

I løbet af den seksårige lukningsfase vil vandet i TSF-anlægget blive pumpet til vandbehandlingsanlægget og herefter blive udledt til Nordre Sermilik fjord. Vandet i TSF-anlægget vil efterhånden blive genopfyldt med nedbør og vand fra afvandingsområdet, hvilket resulterer i en stabil

forbedring af vandkvaliteten i TSF. Når vandet i TSF-anlægget opfylder de grønlandske og internationale kriterier for vandkvalitet, ophører vandbehandlingen. Vandniveauet i Taseq-bassinet får lov til at stige naturligt og til sidst flyde over til Taseq-floden via en kanal.

Modeller viser, at koncentrationen af visse elementer og reagenser i TSF-vandet under projektets driftsfase vil overstige kriterierne for vandmiljøkvaliteten i Grønland. Når først behandling af TSF-vandet er afsluttet efter lukningen, vil koncentrationen af alle elementer (med undtagelse af fluorid) imidlertid befinde sig inden for rammerne af de miljømæssige retningslinjer for vandkvalitet i Grønland. De naturlige niveauer af fluorid i Narsaq-floden vil ligge over de canadiske standarder (der er ingen relevant grønlandsk standard). Alle reagenskoncentrationer vil ligge under værdierne for de forventede nuleffektkoncentrationer (PNEC). Kvaliteten måles neden for sammenløbspunktet for Taseq- og Narsaq-floderne.

Under driftsfasen vil der blive udgravet bjergklippe sammen med malm. Dette klippemateriale vil blive anbragt i nærheden af minen på et område benævnt stenaffaldsdyngen (waste rock stockpile, WRS) Stenmaterialet i WSR er betydeligt mindre udsat for nedbrydning end lujavrit, som er værtsklippe for projektets malm. Det indeholder også betydeligt lavere koncentrationer af uran, thorium, fluor og sjældne jordarter.

Afstrømningsvand fra WRS opsamles og anvendes i projektets driftsfase for at reducere forbruget af vand fra Narsaq-floden. Under lukningsfasen vil vand fra WRS blive omledt til et naturligt vandløb, hvor det fortyndes med vand fra et lokalt afvandingsområde, før det løber ind i Nordre Sermilik.

Der vil blive bygget gennemløbsakvædukter efter behov, herunder en på tværs af Narsaq-floden. Disse kanaler vil blive udformet til at minimere gennemstrømningsbegrænsninger i floden. Under konstruktionen af gennemløbsakvædukter opretholdes vandstrømmen ved at pumpe vand uden om konstruktionsarbejdet. Dette vil have den ekstra fordel at sikre et tørt område til anlægsarbejde.

Manglende indeslutning og tildækning af tailings i tailingsdeponeringsanlægget (TSF)

Dæmninger til både anlæggene til deponering af tailings fra flotation (FTSF) og anlæggene til deponering af kemikalierester (CRSF) er udformet til at kunne modstå ekstreme tilstrømninger af vand, og store afledningskanaler vil blive konstrueret for at minimere indløb af vand. Både FTSF og CRSF er blevet udformet med et betydeligt fribord for at sikre, at vandniveauet uden vanskelighed kan tilbageholdes i disse faciliteter under ekstreme vejrforhold.

I det meget usandsynlige tilfælde, at der sker overløb af vand fra tailingsdæmningen, vil vandet løbe til Taseq-floden, hvor det vil blive fortyndet i meget høj grad af nedbør.

I betragtning af, at der er en lav risiko for overløbshændelser, og af, at det mulige resulterendeny overløbsvand ville være stærkt fortyndet, vurderes påvirkningen fra et overløb som lav.

Kvanefjelds tailings-dæmninger er udformet som permanente strukturer, der kan modstå ekstreme vejrforhold og jordskælv. Skønt et svigt i dæmningen er højst usandsynligt, blev tre scenarier for et potentielt delvist eller totalt svigt i TSF-dæmningen alligevel vurderet:

- Frigivelse af vanddækket i TSF
- Frigivelse af vanddækket og en del af de underliggende tailings i TSF
- Frigivelse af vanddækket og en betydelig del af de underliggende tailings i TSF

Den primære påvirkning ved frigivelse af vanddækket på TSF ville være en stor og udvidet vandstrøm, der ville overvælde den naturlige flodstrømning og flora og fauna og for eksempel skylle fisk væk med strømmen. Narsaq-flodens flodslette forventes at blive oversvømmet i en periode, og det er

sandsynligt, at terrestriske arter af flora og fauna ville blive overvældet i det berørte område. Denne indvirkning har ligheder med den naturligt øgede vandafstrømning fra smeltning, der hvert år forekommer i Narsaq-floden.

Frigivelse af vanddækket og nogle udskilninger af tailings ville medføre lignende virkninger, men med større påvirkninger som følge af tilstedeværelsen af faste stoffer i frigivelsen. Strømmen ville overvælde den naturlige flodstrøm, og flora og fauna ville blive skyllet væk. Det anslås, at ca. 65 % af tailings-materialet, især grovere partikler, ville blive aflejret i Narsaq-flodens nedre områder. Størstedelen af tailings-materialet ville blive aflejret i Narsap Ilua; kun en lille andel ville nå fjorden.

Hvis hele TSF-dæmningen fuldstændig styrter sammen, anslås det, at 21 Mm3 kombineret vand og tailings ville blive frigivet. Faste stoffer fra tailings og dæmningsmateriale ville blive deponeret over et bredt område neden for bruddet, med progressivt mere lavvandede strømgradienter og sideskråninger, hvilket ville medføre, at deponeringen af tailings ville dække store dele af dalens overflade.

Der vil være kort- og langsigtede virkninger for miljøet i forbindelse med eventuelle brud på TSF-dæmningen. Der vil være fysiske konsekvenser af udslip af vand og/eller tailings til vandløbene og det omgivende landskab, og der kan være lokal forurening af overfladevand og landskab.

Men da der er en ekstremt lav risiko for brud på TSF-dæmningen af væsentlig karakter, vurderes den samlede påvirkning som værende lille.

Aerosoler fra TSF

Aerosoler, der stammer fra TSF-anlægget, er en potentiel forureningskilde for floderne Taseq og Narsaq.

Men i betragtning af de fremherskende vindretninger (østlig og nordøstlig), den lokale topografi og den markerede bjergkam, der adskiller Taseq-dalen fra området, der anvendes til indhentning af råvand til Narsaq-vandforsyningen (højderyggen syd for dalen ligger mere end 200 m over Taseq-søen), anses deponeringsmængden af aerosoler fra TSF-anlægget for at være begrænset.

Den potentielle påvirkning fra deponeringen fra aerosoler vurderes som lav.

Marin vandkvalitet

Under projektets drifts- og lukningsfaser vil overskudsvandet fra projektet blive opbevaret i tailingsdeponeringsanlægget. Det vand, der ikke kræves til projektet, vil blive behandlet (for at opfylde vandkvalitetskriterierne) inden udledning til Nordre Sermilik fjord fra et enkelt udladningssted og fra en dybde på over 40 m.

Sammensætningen af det vand, der vil blive frigivet i fjorden, er blevet vurderet for at bestemme den fortyndingsgrad, der er nødvendig for at opnå forventede nuleffektkoncentrationer (PNEC).

En hydrodynamisk model for fjordsystemet er blevet udviklet, og en model for kvaliteten og mængden af alle betydelige forurenende stoffer i vandstrømmen er blevet udviklet med hensyn til temperatur, koncentration og strømning. Alle kemiske arter i det udledte vand opfylder de grønlandske kriterier for vand undtagen arsen, cadmium og kviksølv. Der vil kræves en fortyndingsfaktor på omkring 1600 for at opnå niveauer med "ingen effekt" med hensyn til de mest kritiske parametre, inklusive sikkerhedsmargener. Den påvirkede vandmængde strækker sig nedad fra 20 meter under overfladen i en længde på cirka 30 meter. Dette svarer til ~0,0005 % af vandmængden i Bredefjord.

Der er blevet udført toksikologiske undersøgelser for at afgøre, om det udledte vand ville være akut og kronisk toksisk for alger, vandlopper eller fisk. Undersøgelserne viste, at alger og fisk syntes at være

upåvirket af spildevandet, selv ved høje koncentrationer. Dog kan spildevandet påvirke vandlopper ved høje koncentrationer.

Udslip

Under projektets driftsfase vil kemikalier og kulbrinter blive afsendt til Grønland og derefter flyttet til et sted, hvor de vil blive opbevaret og anvendt. Under transport og brug er der mulighed for udslip.

Miljøpåvirkningerne af udslip og spild af kemiske stoffer eller brændstof på land er begrænset til undersøgelsesområdet eller til en smal korridor på nogle få km omkring projektaktiviteterne. Udslip, der påvirker Narsaq-floden (eller andre vandløb) i sommerperioder med store strømme, kan spredes neden for spildstedet og nå fjorden, hvis ingen afhjælpende foranstaltninger foretages.

Der er risiko for udledning af ubehandlet procesvand til fjorden. Med passende afhjælpende foranstaltninger vil enhver frigivelse være af mindre betydning.

Afhjælpende foranstaltninger

Følgende afhjælpende foranstaltninger vil blive anvendt for at minimere projektets indvirkning på vandmiljøet:

- Dæmningerne vil blive bygget i overensstemmelse med bedste internationale praksis
- Afledningskanaler vil blive godt vedligeholdt under driftsfasen
- Overskydende vand fra projektet vil blive behandlet for at opnå vandets oprindelige kvalitet, inden det ledes til fjorden
- Overskydende vand vil blive anbragt i fjorden 40 meter under overfladen via en specielt udformet spreder til hurtig fortynding
- Der vil ikke forekomme nogen udledning til Taseq-floden under drifts- eller lukningsfaserne
- Lave hastighedsgrænser vil blive anvendt for at undgå transportulykker
- For at reducere risikoen for udslip af brændstof og kemikalier i fjorde under driften anvendes disse foranstaltninger:
    - Hastighedsbegrænsninger for navigation
    - Obligatorisk anvendelse af lods og adskillelse af sejlruter
    - Procedurer for lastning og losning af skibe
    - Passende udstyr til bekæmpelse af udslip under driften vil forefindes i havnen
    - Alle brændstoftanke til lagring vil være udstyret med geotekstil-volde til inddæmning, der kan indeslutte 110% af det samlede tankvolumen i tilfælde af et komplet brud på tanken.

2.5.6 Affaldshåndtering

Projektets konstruktions- og driftsfaser vil generere affald inklusive husholdningsaffald, byggeaffald, jern og skrot, dæk fra køretøjer og forskellige former for farligt affald (olieaffald, kemikalieaffald, batterier).

Alt fast brændbart affald vil blive transporteret til Qaqortoq til forbrænding. Spildevand fra alle bygninger, undtagen fra landsbyen og havnen, vil blive behandlet ved hjælp af et rensningsanlæg til spildevand. Det behandlede spildevand bortskaffes inden for anlægget. Farligt affald registreres, håndteres og sendes til Danmark til behandling og bortskaffelse i overensstemmelse med krav i henhold til dansk og europæisk lovgivning. Hvor det er muligt, genbruges affaldsprodukterne.

Da affaldshåndteringen vil blive forvaltet i overensstemmelse med bedste miljøpraksis og med genanvendelse, hvor det er relevant, vurderes affaldsprodukternes påvirkning af miljøet at være af ringe betydning.

Afhjælpende foranstaltninger

Følgende afhjælpende foranstaltninger vil blive anvendt for at reducere de indvirkninger på det lokale miljø, der skyldes affald fra projektet:

- Udvikling af procedurer for affaldsbehandling og en plan for affaldshåndtering
- Installation af et præfabrikeret rensningsanlæg til kloakvand
- Afhjælpning af enhver forurening som følge af projektet.

2.5.7 Biodiversitet

Forstyrrelser skabt af projektaktiviteter under konstruktion og drift vil kunne påvirke flora og fauna på land og i floder, søer og fjorde i undersøgelsesområdet. Forstyrrelserne omfatter permanent tab af levesteder og midlertidigt tab af levesteder i perioder med forstyrrelse.

Flora

Vegetationen i undersøgelsesområdet domineres af terrestriske levesteder og plantearter, der er almindelige og meget udbredt i det sydlige Grønland. Den naturlige vegetation i det sydlige Grønland er i høj grad bestemt af temperatur og nedbør. Disse faktorer følger gradienterne for højder i hav og fastland..

Tre plantesamfund er blevet identificeret under vurderingen på stedet:

- Narsap Ilua-bugten og den nedre Narsaq-dal (0 til ca. 200 meters højde)
- De højereliggende dele af Narsaq-dalen og Kvanefjelds-plateauet (ca. 200 til 680 meters højde), og
- De øvre nordlige skråninger i Narsaq-dalen og området omkring Taseq-bassinet (ca. 350 til 650 meters højde).

Der er blevet udført en botanisk undersøgelse, der har identificeret flere sjældne arter og usædvanlige plantesamfund indenfor undersøgelsesområdet:

- En sjælden planteart, *Gentiana Amarella*, blev registreret på den nordlige side af Narsaq-flodens udmunding. *Gentiana Amarella* er sjælden i Grønland, og 50 enkelte planter blev registreret på dette sted
- Den rundbladede orkidé (*Amerorchis rotundifolia*), Grønlands mest sjældne orkidé, er tidligere blevet registreret mellem grusvejen og en placering lige syd for "testdepoterne" ved ca. 300 meters højde. Den sjældne orkidé er ikke blevet observeret i løbet af undersøgelsen i 2014
- Vejstrækningen i lavlandet har et lille engområde, der er domineret af forskellige typer star: Carex rariflora, Carex scirpoidea og Carex panacea. Sidstnævnte er en sjælden art i Grønland
- Den beskyttede grønlandske orkidé (*Platanthera hyperborea*) vokser langs vandløbene i lavlandet og omkring Taseq-søen.

Ingen projektaktiviteter vil finde sted i områder med sjældne eller truede planter eller levesteder. Projektets samlede fodaftryk er forholdsvis lille i forhold til fordelingen af lignende levesteder i Sydgrønland. Typisk forekommer der lav tæthed for flora og fauna i disse levesteder, og betydningen af tabte terrestriske levesteder som følge af projektet vurderes til at være meget lav.

Terrestrisk fauna

Støj og visuelle forstyrrelser fra projektaktiviteter kan potentielt have indflydelse på fugleliv og pattedyr. Omdannelse af terræn og landskabsarbejder, der er nødvendige for at muliggøre projektet, vil føre til et vist tab af naturlige levesteder og medføre forflytning af de fleste landlevende dyr fra de berørte områder.

Havørnen er den eneste fugl, som er følsom for forstyrrelser, og som vides at forekomme i området. Havørnen er særligt følsom overfor forstyrrelser tæt på reden i ynglesæsonen. Da der ikke er kendte redepladser i projektområdet eller i Kvanefjeld- eller Narsaq-dalen, vurderes virkningen fra forstyrrelserne til at være lav.

Den arktiske ræv og den arktiske hare er de eneste landlevende pattedyr i området. Begge arter tilpasser sig normalt godt til menneskelige aktiviteter, men de vil sandsynligvis undgå projektfaciliteterne. Påvirkningen fra forstyrrelsen for disse dyr vurderes ligeledes til at være lav.

Marin fauna

Fjordene omkring projektområdet er vigtige for en række havfugle og pattedyr, der potentielt kan forstyrres af projektaktiviteterne. Af særlig betydning er:

- Ringsæler
- Grønlandssæler i sommerhalvåret
- Havfuglekolonier ved Akullit Nunaat
- Flokke af overvintrende edderfugle
- Fjeldørred i sommerhalvåret.

Opførelsen af havnen vil:

- midlertidigt skabe undervandsstøj fra sprængning og pæleramming
- øge uklarheden af havvandet tæt på byggepladserne
- forårsage tab af levesteder i tidevandsområder.

Under projektets konstruktions- og driftsfaser vil skibe i havnen generere støj over og under vand og visuel forstyrrelse over vand.

Der vides ikke meget om den marine flora og fauna i Narsap Ilua, men ingen marine pattedyr eller havfugle er specifikt forbundet med denne del af fjorden. Tabet af fjeldørredens foderarealer som følge af havnekonstruktionen menes at være ubetydeligt, da der findes store områder af lignende levesteder langs kysterne i regionens fjorde.

Forstyrrelserne fra byggearbejdet vil være lokale og midlertidige og vil finde sted i et område med lav diversitet i den maritime fauna. Påvirkningen fra forstyrrelserne fra konstruktionsarbejdet er vurderet som værende lav.

Ferskvandsfauna

Konstruktionen af gennemløbsakvædukter på tværs af Narsaq-floden og opførelsen af en dæmning ved udløbet af Taseq-bassinet kan forårsage kortsigtede stigninger i uklarheden for vandet i Narsaq- og Taseq-floderne. Dette kan forstyrre ferskvandsorganismer, herunder fjeldørreden, i Narsaq-floden.

Vand fra Narsaq-floden vil blive anvendt i produktionsprocessen i perioder med høj vandgennemstrømning i floden. Den heraf følgende gennemstrømning vil potentielt kunne påvirke

fjeldørredbestanden i floden. Om vinteren, når hele fjeldørredbestanden opholder sig i den nederste del af floden, vil der ikke blive udvundet vand fra Narsaq floden.

Projektrelaterede ændringer i strømningsmønstrene i Narsaq-floden vil medføre en gennemsnitlig reduktion af vandgennemstrømningen i hovedgydningsområdet i Narsaq-floden på ca. 15 %. Dette er en mindre strømningsreduktion, som ikke vil have en væsentlig indflydelse på succesen for fjeldørredens ynglen i Narsaq-floden.

Projektrelaterede ændringer i Narsaq-flodens og dens bifloders hydrologi vurderes at have lav indflydelse på fjeldørredbestanden i Narsaq-floden.

Enhver stigning i uklarhed i vandet som følge af byggearbejder vil være midlertidig, og derfor betragtes forstyrrelsen af fjeldørredbestanden og ferskvandsøkosystemet som værende ubetydelig.

I Taseq-floden, Taseq-bassinet og dammen øst for Taseq findes der ikke fisk, men vandmiljøerne her bebos af hvirvelløs fauna, der er almindelig og udbredt i det sydlige Grønland. Der findes næsten ingen vegetation langs kysten eller i søerne.

Der forventes ingen væsentlig indflydelse på ferskvandsfaunaen og faunaen i de lokale floder under projektets driftsfase.

Afhjælpende foranstaltninger

Følgende afhjælpende foranstaltninger vil blive anvendt for at reducere projektets indvirkning på biodiversiteten i det lokale miljø:

- Minimering af det forstyrrende fodaftryk fra projektområdet
- Begrænset bevægelse af medarbejdere uden for projektområdet for at minimere den generelle forstyrrelse af dyrelivet
- Vedligeholdelse af et minimum af gennemstrømning i Narsaq-floden om vinteren
- Krav om lav hastighed for fartøjer i fjordene.

2.5.8 Lokal brug og arv

Bortset fra de undtagelser, der er anført nedenfor, vil adgangen til undersøgelsesområdet for beboerne i Narsaq og besøgende ikke blive afbrudt under projektets driftsfase.

- Adgang til projektområdet er ikke tilladt af sikkerhedsmæssige årsager
- Der vil blive oprettet en sikkerhedszone med forbud mod jagt 1-2 km fra projektområdet
- Der vil blive defineret en sikkerhedszone med forbud mod fiskeri omkring udledningspunktet for renset vand i Nordre Sermilik
- Offentligheden vil have begrænset adgang til vejen fra havnen til minen.

Projektet vil forstyrre to kulturarvssteder, en klippehule langs Taseqs kyst og et teltfundament og skydehus på spidsen af Tunu-halvøen tæt på havnen. Klippehulen ved Taseq vil blive oversvømmet, mens skydehuset tæt ved havnen vil blive revet ned.

Inden anlægsaktiviteterne påbegyndes, fotograferes og registreres områderne af Grønlands Nationalmuseum og Arkiv.

I 2017 blev fem subarktiske landbrugsområder i Grønland, samlet benævnt som Kujataa, optaget på UNESCO's verdensarvliste. Områderne er beliggende i fjordsystemet rundt om fjorden Tunulliarfik og fjorden Igaliku og omfatter:

Område 1 – Qassiarsuk

Område 2 – Igaliku

Område 3 – Sissarluttoq

Område 4 – Tasikuluulik

Område 5 – Qaqortukulooq.

Kujataas fem dele udgør sammen den demografiske og administrative kerne af to landbrugskulturer, en nordbo-grønlandsk kultur fra slutningen af det 10. århundrede til midten af det 15. århundrede e. Kr. og en inuitkultur fra 1780'erne op til nu. Område 5 ligger tættest på projektområdet i en afstand på ca. 18 km mellem dets grænse og projektområdet. Projektet medfører ingen indvirkninger på dette område.

Afhjælpende foranstaltninger

Følgende afhjælpende foranstaltninger vil blive anvendt for at reducere projektets indvirkninger på den lokale brug og arv for området.

- Grønlands Nationalmuseum og Arkiv fotograferer og registrerer de arkæologiske strukturer
- Under konstruktions- og driftsfaserne vil der blive oprettet et område med forbud mod jagtt på land og i Narsap Ilua
- Under konstruktions- og driftsfaserne vil der blive oprettet et område med forbud mod fiskeri omkring udledningsområdet i vandet ved Nordre Sermilik.

2.6 Målsætning for nedlukning og afvikling

Det generelle mål med lukningen er at genetablere projektområdet som et levedygtigt og hvor praktisk muligt et selvbærende økosystem, der er kompatibelt med et sundt miljø og med menneskers aktiviteter.

Følgende vigtige principper vil blive fulgt med henblik på at opnå målene:

Fysisk stabilitet

Alle tilbageværende projektkomponenter efter lukningen vil være fysisk stabile over for mennesker og dyreliv.

Kemisk stabilitet

Enhver projektkomponent (inklusive tilhørende affald), der måtte være tilbage efter lukningen, vil være kemisk stabil og vil ikke forurene eller kontaminere. Enhver deponering, der måtte være tilbage på overfladen af projektområdet eller i søer, vil ikke frigive stoffer i en koncentration, der vil skade miljøet væsentligt.

Minimeret radiologisk påvirkning

Langsigtet strålingseksponering af offentligheden på grund af radiologisk forurening af mineområdet vil blive holdt "så lavt som rimeligt muligt" (ALARA).

Ingen væsentlig ændring af de oprindelige landskabsformer

Den oprindelige landskabsform og arealanvendelsen inden minedriften vil vende tilbage til lignende landskabsæstetik og geografiske forhold.

Tabel 3 Oversigt over gennemførte vurderinger af miljøpåvirkninger

Påvirkning	Projektfase	Afhjælpende foranstaltning	Rumlig udstrækning	Varighed	Betydning	Vurdering
Fysisk miljø						
Landskabsæstetik	Anlægsarbejde Drift Lukning	Forberedende afskrabninger vil blive planlagt, så de falder ind i det eksisterende landskab så vidt som praktisk muligt. Dæmningskonstruktioner til tailings vil blive planlagt, så de falder ind i det eksisterende landskab så vidt som praktisk muligt. Veje vil blive planlagt, så indvirkningen på det eksisterende landskab minimeres. Afvandingspramme vil blive fjernet ved minens lukning. Dæmninger og afledningskanaler vil blive dækket med lokale materialer (sten og grus). Med tiden vil dæmningerne også gro til, hvilket ligeledes vil reducere den visuelle påvirkning. Efter lukningen af minen vil de forstyrrede områder gro til, hvilket vil reducere den visuelle påvirkning.	Projektets fodaftryk	Permanent	Mellemstor	Flere af faciliteterne vil være synlige i Narsaq-dalen, selv om projektets fodaftryk er relativt lille i forhold til det omkringliggende område. Der er ingen nuværende eller fremtidig forventet konkurrerende arealanvendelse.
Erosion	Anlægsarbejde Drift	Der vil blive anvendt sten- og grusmaterialer til byggeriet, hvor dette er muligt.	Projektets fodaftryk	Permanent	Lav	Konstruktionsmetoder og anbringelse af for infrastrukturprojekterne vil begrænse erosion.

Påvirkning	Projektfase	Afhjælpende foranstaltning	Rumlig udstrækning	Varighed	Betydning	Vurdering
Støj og vibration	Anlægsarbejde Drift	Sprængninger skal foretages mellem kl. 06.00 og 18.00	Projektets fodaftryk	Minens levetid	Lav	Støj fra projektet ligger langt under danske støjgrænseværdier i Narsaq. Trafikstøj vil overstige den danske grænse for aften og nat på 35 dB(A) med op til 3,7 dB(A) for sommerhuse i Narsaq-dalen. Ingen kendte følsomme dyrelivsområder vil blive påvirket af driftstøj fra minedriften.
Lysemissioner	Anlægsarbejde Drift	Ingen afhjælpende foranstaltninger kræves.	Projektets fodaftryk	Permanent	Meget lav	Kunstig belysning vil for det meste være nødvendig i vintermånederne. I denne tid forekommer der næsten ikke fugletræk. Derfor forventes der ikke nogen indvirkning på fugle.
Atmosfæriske omgivelser						
Støv og luftkvalitet	Konstruktion Drift	Oversprøjtning af stendepoter, koncentrater og affaldsmaterialer med vandsprinklersystemer (om sommeren). Oversprøjtning af adgangsveje med vandvogne (om sommeren). Saltning af adgangsveje for at smelte is og sne. Lave hastighedsgrænser. Regelmæssig udjævning og vedligeholdelse af grusveje. Procedurer til indeslutning af borestøv.	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Lav	Modellerne viser, at høje koncentrationer af støv i luften kun registreres tæt på transportvejen. Det meste støv forventes at aflejre sig i projektarealet og på det bjergrige plateau sydvest for Kvanefjeld. Uden for mineområdet ligger deponerings- og koncentrationsmængderne langt under retningslinjerne for Grønland.

Påvirkning	Projektfase	Afhjælpende foranstaltning	Rumlig udstrækning	Varighed	Betydning	Vurdering
		Oversprøjtning af sprængningsområdet og aktivering af en tågekanon, der sender en fin vandtåge mod sprængningsområdet (om sommeren). Vaskesystemer til køretøjer ved udgangen fra mineområdet for at minimere spredning af støv langs vejene uden for mineområdet.				
Drivhusgas	Anlægsarbejde Drift	Brug af køretøjer og udstyr med energibesparende teknologier for at minimere udledninger. Vedligeholdelse af kraftværk, køretøjer og andet brændstofdrevet udstyr i henhold til producentens specifikationer for at minimere udledninger.	Undersøgels esområde	Minens levetid	Lav	Grønland anslås at bidrage med ca. 1,3 % af den drivhusgas, der tilskrives Danmark. Projektet vil øge Grønlands samlede bidrag af drivhusgasser for Danmark til 2,1 %.

Radiologiske emissioner

Radioaktivitet	Drift	Implementering af støvkontrolforanstaltningerne i GMLs støvkontrolplan (DCP).	Undersøgels esområde	Minens levetid	Meget lav	Projektets radiologiske indvirkninger på planter og dyr i forbindelse med levesteder i marine områder, ferskvandsområder og terrestriske områder i undersøgelsesområdet samt for personer i Narsaq og Ipiutaq (og besøgende) er meget lave. Den anslåede dosis for alle disse receptorer ligger langt under referenceværdierne.

Påvirkning	Projektfase	Afhjælpende foranstaltning	Rumlig udstrækning	Varighed	Betydning	Vurdering
Udslip	Drift	Transport af uranprodukt i overensstemmelse med internationale krav for bedste praksis.	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Meget lav	På baggrund af erfaringer fra arktisk Canada er risikoen for udslip i vand udregnet til at være ekstremt lav (færre end $5x10^{-7}$ begivenhed hvert år).
Vandmiljø						
Ændring af hydrologiske processer	Anlægsarbejde	Under konstruktionen af gennemløbsakvædukterne opretholdes vandgennemstrømningen ved anvendelse af pumper, der pumper vand fra den ene side og tilbage til den anden side for at sikre et tørt konstruktionsområde.	Undersøgelsesområde	Langsigtet	Lav	Ændringer af hydrologien i floder og søer under konstruktionsarbejdet forventes at være ubetydelige. Mens der vil forekomme reduceret strømning i de øverste dele af Kvane- og Taseq-floderne, forventes strømningen i de nedre sektioner af disse vandløb at blive opretholdt.
Drift af tailingsdæmning	Anlægsarbejde Drift Lukning	Dæmningerne til projektet vil blive bygget i overensstemmelse med bedste internationale praksis. Der vil blive anvendt opfyldning med sten sammen med konservativ vægkonstruktion, og dæmningerne vil være forsynet med en dobbelt membran for at beskytte mod udsivning. Begge dæmninger vil blive konstrueret til at modstå ekstrem indstrømning af vand, for eksempel på grund af ekstraordinær snesmeltning under en føhn.	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Lav	Intet vand frigives fra tailingsdepotet under driftsfasen. Efter lukningen vil vandet blive behandlet i en periode på seks år for at sikre, at vandet opfylder relevante vandkvalitetskriterier før udledning.

Påvirkning	Projektfase	Afhjælpende foranstaltning	Rumlig udstrækning	Varighed	Betydning	Vurdering
Udledning af vand	Drift	Overskydende vand vil blive behandlet med henblik på reduktion af fluorid før udledning til fjorden. Hvis behandlingsanlægget fejler under driften eller lukningsfasen, standses produktionen straks. Optimering af udløbssprederen. Vandafløb fra stenaffald vil blive anvendt i koncentratoren som procesvand.	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Lav	Der vil kræves en fortyndingsfaktor på omkring 2500 for at opnå niveauer med "ingen effekt" for de mest kritiske parametre, inklusive sikkerhedsmargener. Den nødvendige fortynding kan opnås i havområdet på en lokal skala på 1-2 km^2 og i en lodret, begrænset vandsøjle, når udløbet konstrueres under havoverfladen.
Udslip	Konstruktion Drift	Indførelse af strenge hastighedsgrænser og indstilling af vejtransport, når vejrforholdene er vanskelige (glatte veje). Udførelse af en navigationssikkerhedsundersøgelse med hensyn til hastighedsbegrænsninger i fjorden. Obligatorisk anvendelse af lods. Adskilte sejlruter. Procedurer for lastning og losning af skibe. Passende størrelse og mængde af udstyr til bekæmpelse af udslip under driften, herunder inddæmningsudstyr til rådighed for fortøjede skibe, ekstra flydespærringer og skimmere. Beredskabsplaner og træning med henblik på ulykker afstemt efter sæsonen. Alle brændstoftanke til lagring vil være udstyret med geotekstilvolde til inddæmning, der kan indeslutte det samlede tankvolumen i tilfælde af udslip efter et komplet brud på tanken.	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Lav	Påvirkningen fra udslip forventes at være begrænset på baggrund af anvendelsen af internationale standarder for bedste praksis og typiske driftsprocedurer.

Påvirkning	Projektfase	Afhjælpende foranstaltning	Rumlig udstrækning	Varighed	Betydning	Vurdering
Affaldshåndtering						
Forurening på grund af affald	Anlægsarbejde Drift Lukning	Procedurer for affaldshåndtering Afhjælpning ved forurening	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Meget lav	Med korrekt affaldshåndtering vurderes den indvirkning på miljøet, der skyldes affaldsproduktionen, at være meget lav.
Biodiversitet						
Forstyrrelse af levesteder for terrestrisk fauna og flora	Anlægsarbejde Drift Lukning	Begrænset bevægelse af medarbejdere uden for mineområdet i løbet af foråret og sommeren for at minimere den generelle forstyrrelse af dyrelivet. Minimering af det forstyrrede område ved at planlægge infrastrukturer med så lille et fodaftryk som muligt.	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Lav	Støj og visuelle forstyrrelser under driften vil kun medføre lokal forstyrrelse af terrestriske fugle og pattedyr.
Forstyrrelse af levesteder for ferskvandsarter	Anlægsarbejde	Minimering af forstyrrelsen af vandet i Narsaq-floden og Taseq-floden under bygning af gennemløbsakvædukter og dæmninger ved at holde byggeperioden så kort som praktisk muligt.	Undersøgelsesområde	2 år	Meget lav	Vandgennemstrømningen i Narsaq- og Taseq-floderne vil kun blive påvirket, mens der konstrueres gennemløbsakvædukter. Efter konstruktionsarbejdet vil strømmen vende tilbage til de oprindelige forhold.
Forstyrrelse af levesteder for marin fauna	Anlægsarbejde Drift Lukning	Lav hastighed i fjordene. Afstandsbegrænsninger til flokke af overvintrende havfugle (når det er muligt).	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Lav	Påvirkningen af marin fauna og habitat forventes at være begrænset på baggrund af anvendelsen af internationale standarder for bedste praksis.

Påvirkning	Projektfase	Afhjælpende foranstaltning	Rumlig udstrækning	Varighed	Betydning	Vurdering
Forurening af habitat for terrestrisk fauna	Anlægsarbejde Drift Lukning	Beredskabsplaner for nødsituationer.	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Lav	Indvirkningen på terrestrisk fauna og levesteder forventes at være begrænset på baggrund af anvendelsen af internationale standarder for bedste praksis.
Forurening af ferskvandshabitat og marint habitat	Anlægsarbejde Drift Lukning	Håndhævelse af procedurer for affaldshåndtering. Beredskabsplaner for nødsituationer.	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Mellemstor	Indvirkningen på ferskvandsfauna og marin fauna og levesteder forventes at være begrænset på baggrund af anvendelsen af internationale standarder for bedste praksis.
Forøget påkørsel af terrestrisk fauna	Anlægsarbejde Drift	Hastighedsgrænser og restriktioner på stedet.	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Meget lav	Indvirkningen på terrestrisk fauna og levesteder forventes at være begrænset på baggrund af anvendelsen af internationale standarder for bedste praksis.
Invasive ikke-indfødte marine arter	Anlægsarbejde Drift	Håndteringsplan for ballastvand og sedimenter (Ballast Water and Sediments Management Plan).	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Meget lav	Påvirkningen af marin fauna og habitat forventes at være begrænset på baggrund af anvendelsen af internationale standarder for bedste praksis.
Lokal brug og kulturarv						
Forstyrrelse af kulturarvssteder	Anlægsarbejde	Registrering af de kendte arkæologiske strukturer og kulturarvssteder. Indhegning af et beskyttelsesområde på 50 m omkring kulturarvssteder efter behov.	Undersøgelsesområde	Langsigtet / permanent	Lav	En klippehule ved Taseq vil blive oversvømmet, og et teltfundament og skydehus på spidsen af Tunu-halvøen vil blive fjernet.

Påvirkning	Projektfase	Afhjælpende foranstaltning	Rumlig udstrækning	Varighed	Betydning	Vurdering
Forstyrrelse af steder på UNESCO's verdensarvliste.	Anlægsarbejde Drift	Ingen afhjælpende foranstaltninger kræves. Overvågning af emissioner.	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Meget lav	Som følge af afstanden fra projektet forventes ingen forstyrrelse eller påvirkning.
Lokal brug	Anlægsarbejde Drift	Sikkerhedsområder, hvor jagt er forbudt.	Undersøgelsesområde	Langsigtet	Meget lav	Lokal adgang til jagt, fiskeri og traditionel anvendelse vil kun være underlagt begrænsede restriktioner som f.eks. tæt på det nye havneområde og i området omkring udledningspunktet i Nordre Sermilik, hvor fiskeri er forbudt.

3. Projektbeskrivelse

3.1 Projektramme

Under en betydelig del af Kvanefjeld projekområdet ligger de usædvanlige basiske bjergarter i Ilimaussaq-komplekset. Disse bjergarter har et højt indhold af sjældne jordarter sammen med elementer såsom lithium, beryllium, thorium, niob, tantal og zirconium. På grund af den forrevne topografi er sten fra disse bjergarter blevet, og bliver fortsat, spredt af gletsjere, vand og vind, og de bidrager væsentligt til den talus og ur og de jordarter, der ligger på skråninger og opfylder dale. Denne spredning medfører naturligt forhøjede niveauer af sjældne jordarter, herunder uran og thorium, i det lokale miljø. Spredningen er især fremtrædende i Narsaq-dalen, i Taseq-bassinet og på skråningerne til de nærliggende fjorde.

Lujavrit er blandt de bjergarter, der findes i Ilimaussaq-komplekset. Den er værtsklippe til den malm med sjældne jordarter, som vil blive udgravet og bearbejdet. Lujavrit indeholder cirka [redacted] % sjældne jordarter, [redacted] % zink, [redacted] % uran og høje niveauer af andre sjældne jordarter. Der er store fremspring af Lujavrit på Kvanefjeld-plateauet og på nærliggende skråninger. Betydelige mængder talus og ur fra nedbrudt lujavrit ligger på skråningerne til Tunulliarfik-fjorden i den sydlige ende af projektområdet.

Forhøjede niveauer af fluorid findes naturligt i vandet i Narsaq-floden, Taseq-bassinet og Taseq-floden. Dette skyldes nedbrydningen af det vandopløselige mineral villiaumit i klipperne i Ilimaussaq-komplekset.

Projektområdet er også bemærkelsesværdigt for den lave biodiversitet. Almindelige dyrearter blev registreret, og kun tre plantesamfund blev identificeret. Visse sjældne planter blev fundet i området, men de vil ikke blive berørt af projektaktiviteterne.

3.1.1 Oversigt over efterforskningen af råstoffer

Kvanefjeld-forekomsten er geologisk placeret i den nordvestlige margen af Ilimaussaq-komplekset. Dette område er rigt på lujavrit, som er blevet afdækket gennem erosion. Kvanefjeld-forekomsten kendetegnes af tykke og overvejende subhorisontale plader af lujavrit. Andre bjergforekomster omfatter basalt, gabbro og sandsten i Eriksfjord-formationen samt augit, syenit og naujait [29].

Den danske atomenergikommission identificerede Kvanefjeld-forekomsten i 1955. Narsaq var gennem de næste 30 år regelmæssigt genstand for tekniske studier af forekomsten. Der opstod fornyet interesse i forekomsten efter Grønlands regerings overtagelse 1. januar 2010 af ansvaret for administrationen af råstofressourcerne, der tidligere henhørte under både Danmarks og Grønlands regering. GML har i tiden derefter udført vidtrækkende geologiske undersøgelser i området og har indsamlet omfattende miljødata med det formål at støtte udnyttelsen af forekomsten.

Boringer har vist, at de højeste metalkvaliteter ligger tæt på overfladen. Kvaliteten af sjældne jordartsmetaller (REE), uran og zink bliver lavere, jo dybere laget ligger. Steenstrupin er det fremherskende værtsmineral for REE og uran. Det er et sjældent forekommende alkalint mineral med fosfor og silikat, som indeholder både RE og uran. Andre vigtige værtsmineraler for REE omfatter fosfatmineralet vitusit og i mindre grad cerit og monazit. Bortset fra steenstrupin indeholdes uran også i usædvanlige natriumsilikatmineraler, der er rige på yttrium, tunge REE, zirkon og tin. Sphalerit er det dominerende værtsmineral for zink.

3.1.2 Hvad udvindes og hvorfor

Projektet omhandler udvinding og forarbejdning af malm fra Kvanefjeld-forekomsten med henblik på produktion af fire REE-produkter samt et antal biprodukter. Selvom malmen i Kvanefjeld omfatter adskillige elementer af kommerciel værdi, er forekomsten af REE-produkterne de primære værdiskabende produkter. Zink, flusspat og uran udvindes som biprodukter.

Udvindingshastigheden vil være ca. 3 mio. tons malm pr. år (Mtpa). Med den hastighed forventes projektet at producere følgende (omtrentlige tal):

- Produkter af oxider af sjældne jordarter (REO) (tpa)
- Zink metal (pa)
- Flusspat ( )
- Uraniumoxid).

Den samlede kendte og mulige mineralforekomst [39] for Kvanefjeld er ton (mt) @ ppm (andele pr. million) U_3O_8, % REO o zink. Minereserven repræsenterer ca. 10 % af det etablerede anslåede omfang af mineralske ressourcer (Mineral Resource Estimate) [39], og det kan derfor let udvides.

Sjældne jordarter (RE, REE) er en gruppe særlige metaller med enestående fysiske, kemiske og lys-emitterende egenskaber. Mange elektriske produkter er afhængige af disse enestående egenskaber, for eksempel vindmøller, hybridkøretøjer, genopladelige batterier, mobiltelefoner, plasma- og LCD-skærme, bærbare computere og katalysatorer. Som resultat af den udbredte anvendelse af REE stiger det internationale forbrug stærkt og overgår nu det globale udbud.

Størstedelen af den internationale produktion af REE finder sted i Kina. Da kun en relativt lille del af produktionen eksporteres, er der en international efterspørgsel efter en stabil kilde af REE uden for Kina for at opfylde behovet, især i forbindelse med produktion af nye teknologier. Kina er førende inden for RE-behandlingsteknologi, hvilket potentielt står til gavn for RE-miner uden for Kina.

Kvanefjeld-forekomsten udgør en af de største forekomster af REE i verden. Kvanefjeld har potentiale til at dække den hastigt stigende internationale efterspørgsel efter RE og kan på den måde blive en stor bidragsyder til Grønlands økonomi i årtier frem.

Projektet vil globalt være en mindre producent af uran med under 1 % af den samlede internationale produktion af uran.

3.1.3 Lokalsamfundet

Projektet ligger ca. 7,5 km fra byen Narsaq i Sydgrønland (Kujalleq Kommune) og ca. 40 km fra Narsarsuaq, hvor den nærmeste lufthavn ligger.

Byen Narsaq blev grundlagt i 1830'erne. Etableringen i 1880'erne af et landingssted i den bugt, der støder op til bygden, stimulerede den videnskabelige aktivitet i området, og ved slutningen af 1900-tallet havde geologisk kortlægning påvist tilstedeværelsen af radioaktive mineraler.

Der blev etableret landbrug i form af fåreavl i begyndelsen af 1900-tallet.

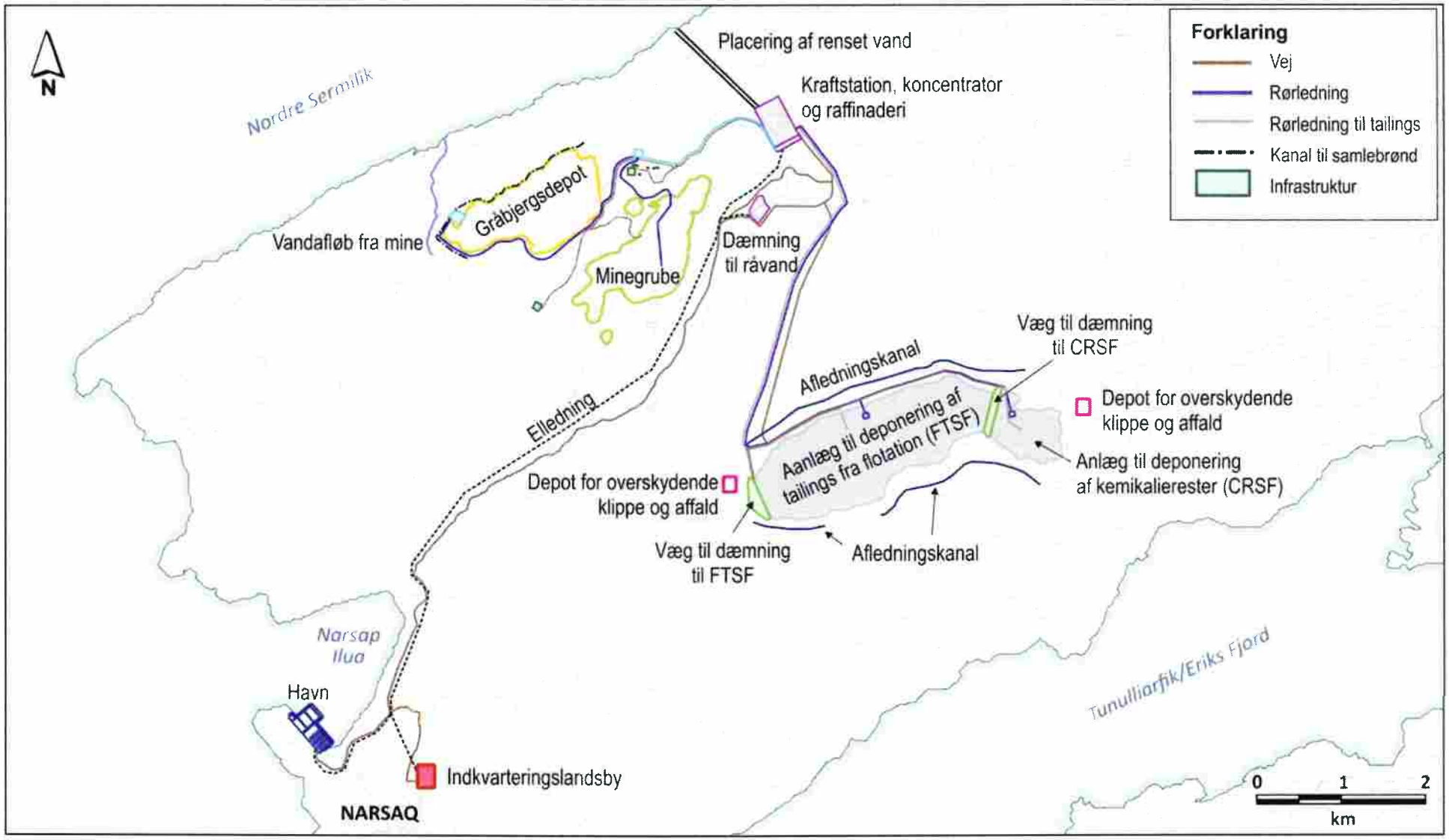
Den første større udvidelse af de økonomiske/erhvervsmæssige aktiviteter fandt sted kort efter afslutningen af 2. verdenskrig, da mennesker fra hele Grønland kom til byen for at arbejde på slagteriet og i fabrikken til forarbejdning af torsk. I dag er hovedbeskæftigelsen i Narsaq offentlig administration, fiskeri og engrosvirksomhed. Landbrugsaktiviteterne fortsætter i hele kommunen.

Narsaq fik bystatus i 1959. I 2017 udgjorde den skønnede befolkning i Narsaq-distriktet 1.600, hvoraf 1.400 bor i Narsaq by og resten i de omkringliggende bygder Narsarsuaq, Qassiarsuk og Igaliku eller på en af gårdene i området.

3.2 Oversigt over driften

Minedriften omfatter en konventionel åben mine med sprængning efterfulgt af transport med lastbil/læsseudstyr. Malm transporteres til en koncentrator til fremstilling af REMC (mineralkoncentrat fra sjældne jorarter), zinkkoncentrat og flusspat. Zinkkoncentratet og flusspatten sælges, og REMC bearbejdes yderligere på et raffinaderi til REE-produkter og uranoxid. Alle salgbare produkter transporteres til havnen og eksporteres. De øvre lag fra minen opbevares i et depot til stenaffald (WRS). Tailings fra koncentratoren og raffinaderiet opbevares i et tailingsdepotanlæg (TSF).

Den samlede udformning af driften vises i Figur 4 og beskrives nærmere nedenfor. Ud over udformningen af projektet beskrives detaljer vedrørende driften af projektet såsom brugen af vand og reagenser.



Figur 4 Kort over placeringen af projektets komponenter

3.3 Projektets faser

Faserne i projektets start er beskrevet i Tabel 4. Tidsplan for afvikling og lukning er beskrevet i afsnit 3.15.

Tabel 4 Projektets faser

Fase	Tidsplan	Beskrivelse
Anlægsarbejde	3 år	Anlægsarbejdet omfatter primært FIFO personale (flyv ind og flyv ud) plus lokale medarbejdere og lokale underleverandører. Før anlægningen af havnen bruges en midlertidig landingsplads til landsætning af pramme. Emballeret udstyr ankommer til stedet og installeres af anlægsarbejdere med ekspertise heri. Der opføres store bygninger, der skal yde beskyttelse mod vejrliget. Der vil være løbende leveringer af anlæg og udstyr fra havnen til minen og anlægget. Havnen vil også blive bygget i denne periode. Når først de midlertidige faciliteter og den grundlæggende infrastruktur er etableret, forøges byggeaktiviteten i takt med konstruktionen af selve anlægget.
Drift	37 år	Når driften iværksættes, forøger minen og bearbejdningsanlæggene gradvist kapaciteten, indtil en stabil driftstilstand er opnået.
Lukning	6 år	Anlæg og serviceenheder fjernes samtidig med, at der foretages behandling af vand i TSF. Minegruberne indhegnes for at forhindre adgang for mennesker, husdyr og dyr.

3.4 Minen

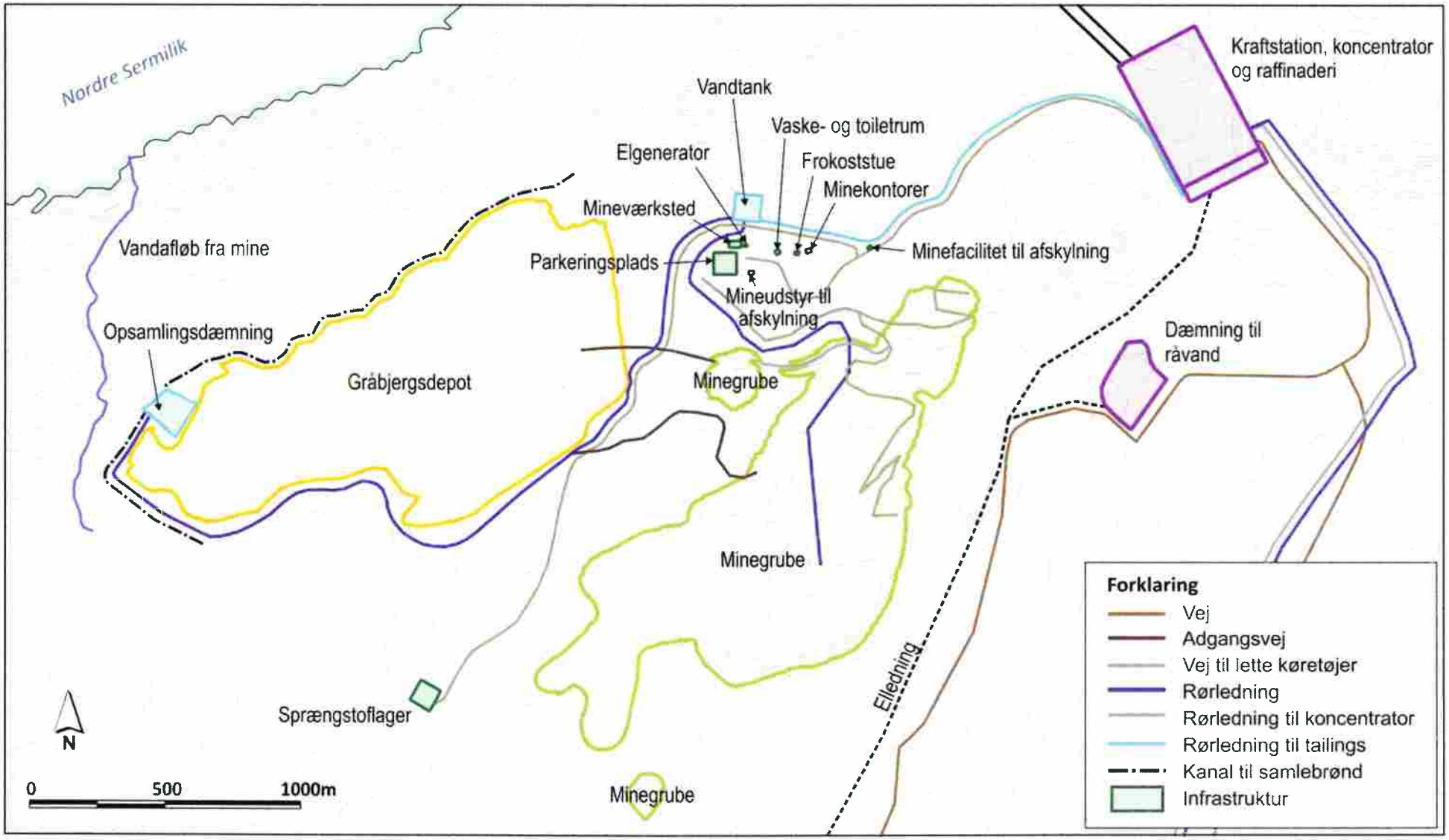
Minen er udformet under hensyn til miljøforholdene i området. Kvanefjeld-forekomsten ligger på et plateau i en højde af 600 m, og malmlegemet ligger blottet på overfladen. Materialet med den højeste kvalitet findes i de øverste lag.

Minen udformes som et åbent brud med 10 m brede terrasser. Minebrydningsmetoden vil være en standardproces med boring-sprængning-lastvogn-læsseudstyr. Metoden er identificeret som den minebrydningsmetode, der indebærer den laveste driftsrisiko med hensyn til omkostninger og produktivitet. Råmalmen køres først til råmalm-pladsen (ROM), der grænser op til minen. Her oplagres malmen i depoter. Malm udvalgt fra individuelle depoter blandes ved hjælp af en frontlæsser, og den blandede malm køres i minelastvogne til anlægget. Den gennemsnitlige køreafstand er 1,5 km. Lastvognene aflæsser malmen direkte i det primære knusningsanlæg.

Minens aktive flåde af udstyr vil i starten omfatte tre minelastvogne på 150 tons og en gravemaskine. Efterhånden som minen brydes og køreafstandene bliver længere, øges antallet af køretøjer til maksimalt seks lastbiler.

Minen vil være i drift døgnet rundt 365 dage om året.

Omledning af vand vil blive anvendt til at minimere vandindtrængen i den åbne mine.



Figur 5 Kort over placeringen af minens komponenter

3.5 Depot stenaffald

Minen vil have en lav tømningsgrad (mængden af affald flyttet pr. ton malm). Det forventede forhold er kun 1 ton affald per ton malm. Stenaffaldet består af naturlige klippesten uden værdifuldt indhold, der ligger hen over malmen i en mine. Der vil gennemsnitligt blive transporteret ca. 3 mio. tons stenaffald pr. år til WRS. WRS placeres nordvest for minen, fordi denne placering indebærer en relativ kort kørsel på en faldende strækning og giver god adgang til den maksimale højde på den østlige side af affaldspladsen.

Placeringen rummer ligeledes rimelig depotplads på stejl topografi nær ved minen.

WRS udvikles ved tipning og skub fra niveauet på 590 meter over havet. Der bruges lastvogn og standard planeringspraksis til konturering for at stabilisere depotet. Den endelige udformning opnår en højde på 590 meter over havet eller 120 m i alt.

Statiske og kinetiske forudberegningsundersøgelser af afløb fra klippe og udludning af metal har vist begrænset potentiale for udludning af metal fra affaldet. Praktiske undersøgelser på området under projektets faser vil yderligere beskrive affaldsvandet fra minen, inklusive koncentrationen af fluorid. Afløb fra WRS vil blive brugt til at supplere behovet for ferskvand til bearbejdningen. Der graves en kanal omkring affaldssdepotet med henblik på opsamling af afløb fra siderne. Kanalen munder ud i et opsamlingsområde nord for affaldsdepotet, og vandet herfra pumpes via en rørledning til koncentratoren.

Den samlede WRS kapacitet vil være 34,8 mio. m^3 eller 95,6 mt.

3.6 Koncentrator og raffinaderi

Projektet omfatter to bearbejdningsanlæg: En koncentrator (hvor der anvendes en fysisk proces) og et raffinaderi (hvor der anvendes en kemisk proces). Procesfaciliteterne vil være i drift 365 dage om året og 24 timer i døgnet.

Figur 6 3D-tegning af lokaliteten for forarbejdningsanlægget

Koncentratoren vil anvende skumflotation (flotation) til at koncentrere de værdifulde råstoffer fra minen. Flotation indebærer brugen af små mængder godartede reagenser, der adskiller mineralerne. Der er tale om en standard bearbejdningsteknik.

Før flotationen ledes malmen gennem en knusnings- og formalingsproces, hvor malmpartiklerne reduceres i størrelse til samme konsistens som fint sand [80 % på 75 mikron]. Størrelsen optimerer effektiviteten af frigørelsen af værdifulde råstofpartikler i malmen fra værtsmassen med relativt uvæsentligt mineralindhold.

Koncentratoren producerer to salgbare produkter, zinkkoncentrat og flusspat, samt REMC, der overføres til raffinaderiet til videre forarbejdning. Ca. 80 % af RE genindvindes til REMC. Koncentratoren vil ud af de 3,0 Mtpa, der leveres til knusningsanlægget, producere ca.:

- tpa REMC (indeholder REE og uran)
- pa zinkkoncentrat
- tpa flusspat
- 2,8 Mtpa tailings fra flotation.

REMC pumpes fra koncentratoren via en rørledning til det nærliggende raffinaderi. Raffinaderiet består af tre sektioner:

- syreudludning
- genindvinding af uran
- genindvinding af REE.

Syreudludningen opløser de råstoffer, der indeholder REE og uran, og gør det muligt at genindvinde REE og uran i efterfølgende bearbejdningstrin. Raffinaderiet producerer fire RE-produkter ved solventekstraktion (SX). Disse er:

- lanthanumoxid
- ceriumhydroxid
- en blandet lanthanum-ceriumoxid og
- en blandet REO (oxid af sjældne jordarter).

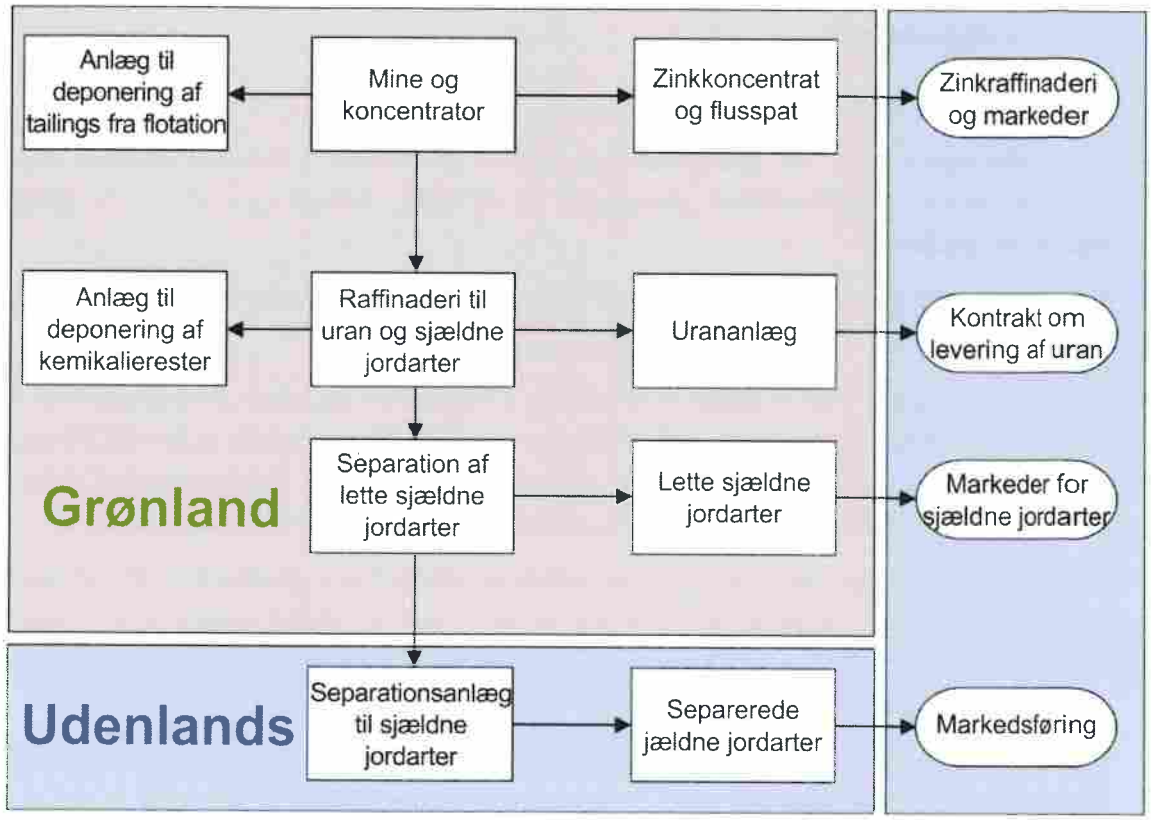
Alle REE-produkter eksporteres.

Der produceres et biprodukt af uran fra udludningsopløsningerne ved hjælp af SX. Det endelige produkt vil være uranperoxid UO_4, som kan sælges direkte til kraftværker.

Af de tpa, der behandles i raffinaderiet, produceres ca.:

- tpa REE-produkter
- tpa uranoxid
- pa tailings med kemikalierester.

Procesfaciliteterne vil også omfatte vandbehandlingsanlæg (beskrevet i afsnit 3.7.2) og to syreanlæg (med saltsyre og svovlsyre).



Figur 7 Primære procestrin for anlægget

3.6.1 Anlæg til svovlsyre

Svovlsyre vil blive produceret i svovlsyreanlægget, der vil blive placeret ved raffinaderiet. Syren vil blive produceret ved oxidation af elementært svovl. Anlæggets kapacitet vil være på 370 tpd (tons per dag) koncentreret svovlsyre. Processen vil generere varme, som kan omdannes til strøm ved hjælp af en elektrisk turbogenerator (2,3MW).

Svovlsyreanlægget vil være kompakt og monteret på meder. Emissionskontrolsystemer vil blive installeret på alle miljøkontaktpunkter for at opfylde EU's emissionsstandarder. Alle udslip fra svovlsyreanlægget er medtaget i luftkvalitetsmodellen [19].

3.6.2 Anlæg til saltsyre (chloralkali-anlæg)

Saltsyre produceres fra et syreanlæg under anvendelse af chloralkali-celleteknologi. Chloralkali-cellen vil også producere kaustisk soda (en koncentreret opløsning af natriumhydroxid) som et biprodukt, der vil blive anvendt som reagens i raffinaderiet.

Det vigtigste råmateriale til chloralkali-cellen er almindeligt salt (natriumchlorid). Chloralkali-celleprocessen virker ved elektrolyse af en saltopløsning, der spalter saltene i opløsning. En stor mængde energi er nødvendig for at tilvejebringe strømmen til elektrolyse.

Chloralkali-anlægget vil have kapacitet til at producere tpd af kaustisk soda og tpd af saltsyre. Derudover fremstilles de tpd natriumhypochlorit som et biprodukt.

Chloralkali-anlægget vil blive anbragt i en bygning, og der vil blive indarbejdet miljøkontrol for alle emissioner i overensstemmelse med europæiske standarder for luftkvalitet. Alle udslip fra chloralkali-anlægget er medtaget i luftkvalitetsmodellen [19].

3.7 Tailings-anlæg

3.7.1 Overblik over tailings-anlægget

Som beskrevet i afsnit 3.6 deponeres størstedelen af malmen fra minen til sidst som tailings. Koncentratoren og raffinaderiet producerer to særskilte tailings-strømme, som håndteres og deponeres separat.

Tailings vil bestå af meget findelte faste stoffer (slam), der er opslæmmet i vand og pumpes gennem en rørledning og udledes i tailings-anlægget (TSF).

TSF vil blive placeret i Taseq-bassinet for at give mulighed for at udlede tailings under vandet (våd deponering). Dæmningerne bygges, så de danner to adskilte depotområder til tailings i Taseq-bassinet - et depot til tailings fra flotation (FTSF), der modtager tailings fra koncentratoren, og et depot til kemikalierester (CRSF), der modtager tailings fra raffinaderiet (Figur 8).

Dæmningerne vil være foret med en geosyntetisk membran for at forhindre udslip til Taseq-floden. Dæmningerne bygges af lokalt ur-materiale og stenaffald fra afskrabningerne fra mineområdet i perioden inden minedriften. Denne type klippe er inert, hård og stabil og udgør derfor et ideelt materiale til byggeri [1].

Med tiden hæves dæmningerne i takt med forøgelsen af omfanget af de respektive depotfaciliteter. Dæmningernes højde øges fem gange i projektets levetid og når til sidst 45 og 46 m over det oprindelige grundniveau for FTSF og CRSF (Figur 9). Den maksimale tykkelse af laget af de deponerede tailings vil være 68 m i midten af FTSF og 40 m i CRSF.

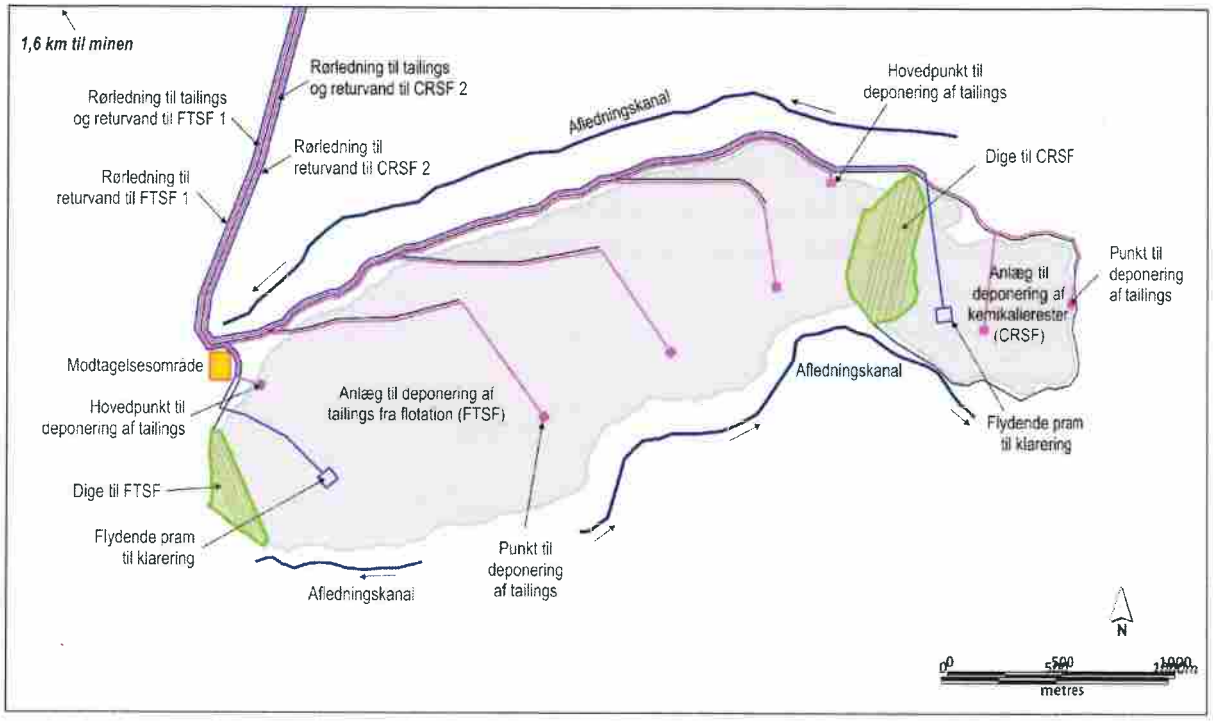
De maksimale stigninger vil opstå i de første driftsår for TSF. Stigningen aftager derefter gradvist, og dæmningernes højde vil vedblive at være et godt stykke (>6 m) over tailings-niveauet.

Ved lukningen vil TSF forblive dækket af et permanent vandlag. Dette vandlag vil beskytte mod frigivelse af radon og støv [1].

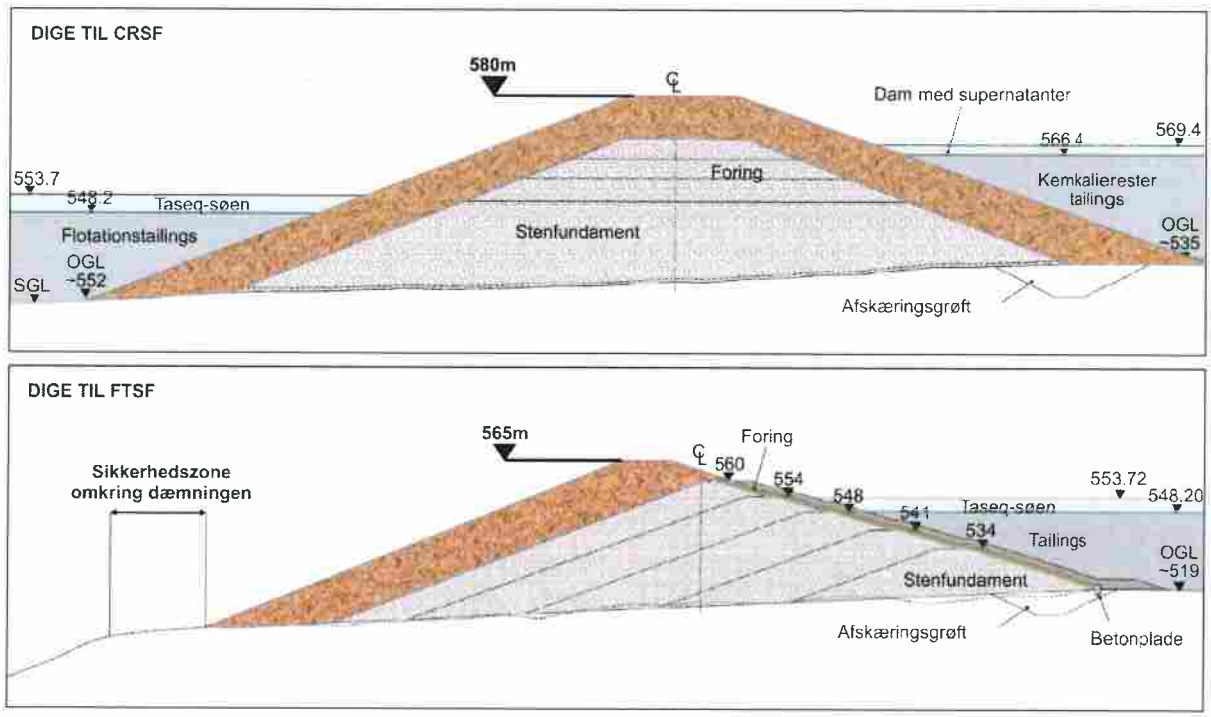
Koncentratoren producerer 2,8 mio. tons faste tailings pr. år og udgør den største kilde. Raffinaderiet producerer yderligere 0,3 mio. tons pr. år. Den samlede mængde tailings i minens levetid vil udgøre 111,7 mio. tons pr. år: 101 mio. tons pr. år fra koncentratoren og 10,7 mio. tons pr. år fra raffinaderiet (Tabel 5).

Tabel 5 Produktion af tailings

År	Tailings fra flotation (Mtpa)	Kemikalierester (Mtpa)
1-36	2,8	0,3
37	1,4	1,5
I alt	101,0	10,7



Figur 8 Deponeringsanlæg til tailings

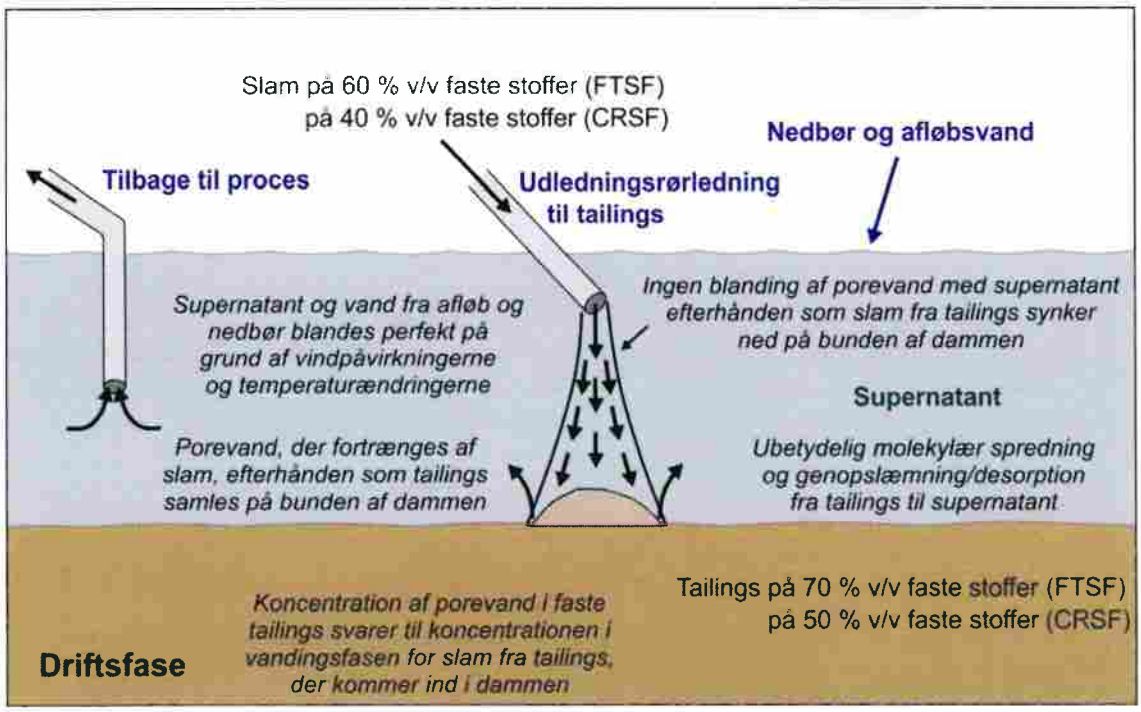


Figur 9 Tværsnit af dæmningen ved anlægget til deponering af kemiske rester (CRSF) (øverst) og anlægget til deponering af tailings (FTSF) (nederst) i år 37

Væggene i tailings-inddæmningen er beregnet til at være permanente dæmninger, der kan modstå alle mulige naturlige kræfter. Stabilitetsmodellering har vist, at de er stabile under jordskælvsscenarier, der måtte forekomme [1]. Derudover vil dæmningerne ikke blive oversvømmet, med en rigelig margen, selv hvis der forekommer en nedbørshændelse, der sker en gang pr. 10.000 år [23]. Væggene er udformet i "nedstrøms" design, som har udvist udmærket ydeevne [25]. Drift af tailings-anlægget

Tailings-materialet vil altid være dækket af 6 m vand. De vigtigste fordele ved deponering af tailings under vand omfatter forhindring af frigivelse af gassen radon og eliminering af støv [1]. Under projektets driftsfase udledes slam fra tailings under vandoverfladen i de respektive tailings-depoter.

Den vigtigste kilde til elementer og reagenser i det øverste vandlag vil være fortrængt porevand efter den komprimering af opslæmninger, der forekommer med tiden (fra 60 % v/v til 70 % v/v for FTSF og 40 % v/v og 50 % v/v for CRSF). Vandet (øverste vandlag) i tailings-dammene opsamles og recirkuleres til anlægget (Figur 10).



Figur 10 Skematisk oversigt over driftsfasen

Der oprettes dog en overløbskanal til nødsituationer, der giver mulighed for sikker og passiv udledning af overskydende vand i det sjældne tilfælde, at uforudsete omstændigheder producerer et højt vandniveau.

Sikkerhedsrammerne for TSF fribordet vil gøre det muligt at indeslutte en nedbørshændelse, der forekommer en gang pr. 10.000 år, og stadig sikre > 4 m fribord, før der forekommer overløb [23].

For at minimere tilførslen af vand fra regn og sne, der falder på Taseq-bassinets skråninger, bygges der afledningskanaler og dæmninger på begge sider af bassinet for at aflede noget af regnvandet og vandet fra snesmeltning. Det meste af vandet ledes til Taseq-floden, der i øjeblikket leder vand væk fra søen, for at sikre, at det ikke kommer i kontakt med TSF (Se Figur 8).

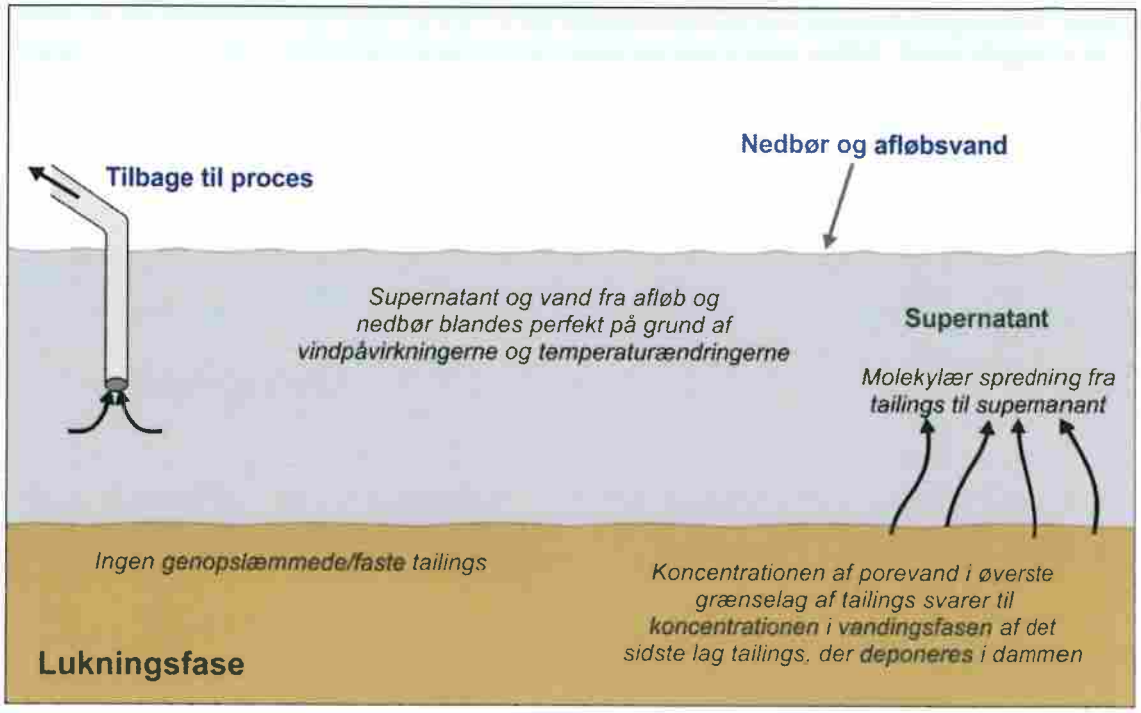
Narsaq by får drikkevand fra floderne Napasup Kuua, Kuukasik og Landnamselven. Det vil ikke påvirke drikkevandsforsyningen til Narsaq by, hvis vandet fra TSF blev ledet til Taseq-floden [58].

Nedluknings- og afviklingsfase

Når minen lukker, renses vandet i TSF på forarbejdningsanlægget i en periode på seks år (lukningsperioden). Dette fjerner fluorid og faste stoffer fra vandet og gør dermed vandet egnet til udledning i Nordre Sermilik fjorden.

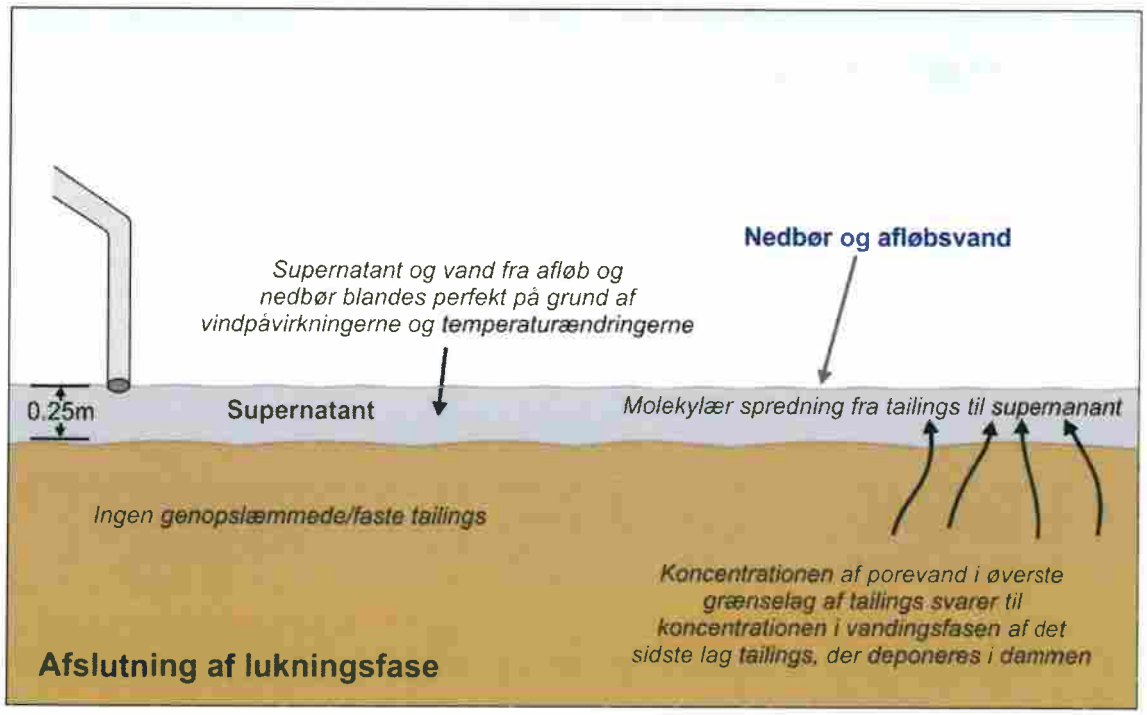
Vanddybden over tailings-depoterne vil typisk være 10 m i FTSF og 8 m i CRSF gennem hele lukningsperioden.

Vandet i tailings-dammene suppleres med nedbør og afløb fra afvandingsområdet. Dette vil sammen med vandrensning gradvist forbedre vandkvaliteten, indtil den er forenelig med det naturlige miljø.



Figur 11 Skematisk oversigt over lukningsfasen

Ved afslutningen af lukningsfasen vil dybden af de øverste vandlag blive reduceret til ca. 0,25 m oven over tailings-depotet, og vandkvaliteten vil nå niveauer, der ikke udgør en risiko for miljøet. På dette tidspunkt vil vandbehandlingen ophøre, og tailings-dammen vil gradvist blive fyldt op igen ved en naturlig tilstrømning af omgivende vand.

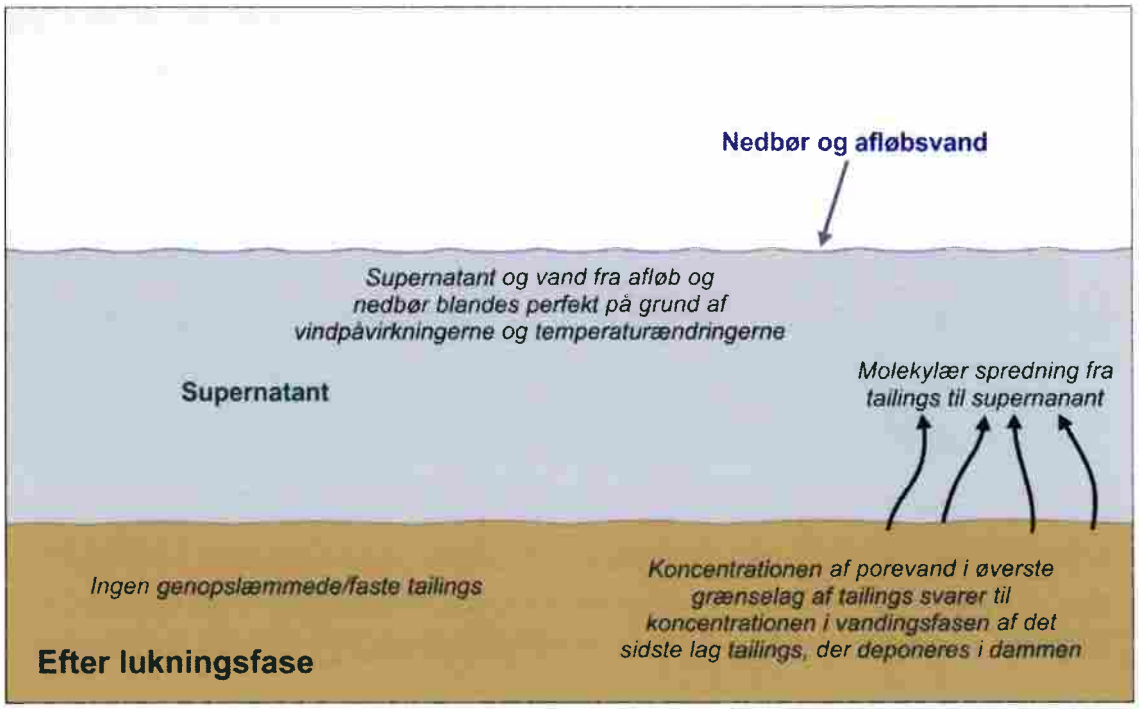


Figur 12 Afslutning af lukningsfasen

Efter lukningen

Vandniveauet øges gradvist i perioden efter lukningsfasen og når til sidst kanten af dæmningen, hvorefter vandet vil begynde at flyde over og ned i Taseq/Narsaq-flodsystemet via en dertil udviklet og designet kanal. Afledningskanalerne holder efterhånden op med at fungere som følge af naturlig erosion og opfyldning med jord og grus.

De hydrologiske forhold i Taseq-dalen vil overordnet set vende tilbage til de forhold, der eksisterede inden minedriftens start [58].



Figur 13 Skematisk oversigt over perioden efter lukningsfasen

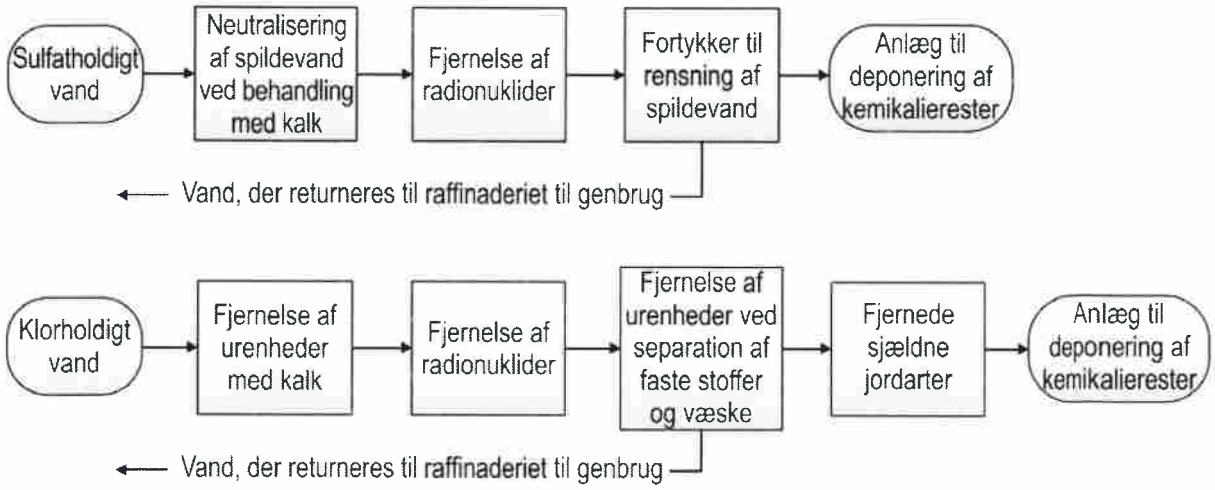
3.7.2 Tailings fra flotation

Tailings fra flotation, der udledes fra koncentratoren, bliver deponeret i FTSF i den vestlige ende af Taseq-bassinet. Anlægget vil blive placeret ca. 3 km syd for raffinaderiet. For at sikre adskillelse fra indholdet i FTSF forsegles dæmningen med en dobbelt geosyntetisk kompositmembran.

Tailings fra flotation vil udgøre ca. 90 % af de samlede tailings. Disse tailings består af fint malet klippesten efter den fysiske fjernelse af zink, uran og REE ved flotationsprocessen i koncentratoren. Der vil ikke ske kemiske forandringer i klippestenen under koncentratorprocessen. Tailings fra koncentratoren deponeres i FTSF uden rensning, da deres tilstand allerede er stabil.

Tailings fra flotation transporteres til FTSF som slam (en blanding af fintmalet materiale og vand) med 60 % faste stoffer. Det vand, der bruges til opslæmning, indeholder opløselige naturlige fluoridioner og vil blive isoleret fra miljøet og sendt tilbage til koncentratoren til genbrug.

Det vand, der bliver sendt tilbage til koncentratoren, vil passere gennem vandrensningsanlægget, der fjerner fluorid (et sammendrag af processen vises på Figur 14). Fluorid bundfældes i opløsningen ved tilsætning af kalciumchlorid. Den fjernede fluorid danner kalciumfluorid, der er et flusspatprodukt af kommerciel kvalitet. Det kan anvendes som et salgbart produkt. Metoden er den bedste internationalt tilgængelige teknologi til fjernelse af fluorid og frigivelse til marint miljø. Der vil blive installeret en fortykker, et filter og et bundfældningsbassin for at sikre, at de faste fluoridstoffer opfanges, og at det rensede vand er klart [29].



Figur 14 Strømningsdiagram over koncentrator-vandrensningsanlæg

3.7.3 Tailings fra raffinaderi

De tailings, der produceres af raffinaderiet, vil være en blanding af fint knust inert klippesten og neutraliserede kemiske bundfaldsstoffer. Tailings fra flotation vil udgøre ca. 10 % af de samlede tailings. Uran og REE vil være fjernet fra denne tailingsstrøm. Det anvendte vand indeholder chlorid og sulfater i opløsning og isoleres derfor fra miljøet. De deponeres i en tailings-dam med dobbelt foring. De faste stoffer i tailings-slammet fra raffinaderiet (en blanding af klippesten og vand) udgør 43 % eller mere i bunden af tailings-dammen.

I raffinaderiet bundfældes flere forurenende stoffer fra opløsningen som stabile faststofpartikler, før de afgives til tailings-strømmen fra raffinaderiet. Disse forurenende stoffer omfatter radionuklider med lav koncentration såsom fx polonium, bly, bismuth og radium.

Kredsløb til vandrensning vil også blive anvendt for at fjerne forurenende organiske stoffer fra det udledte vand. Faste stoffer fra vandrensningen blandes med størstedelen af tailings fra raffinaderiet, hvorved kravet om separate systemer til adskillelse af faste stoffer eller opslæmmede faste stoffer bortfalder.

Tailings fra raffinaderiet renses før udledning til CRSF med henblik på at sikre, at de deponeres i en neutraliseret tilstand, hvorved vandring af skadelige stoffer forhindres. Rensningen involverer neutralisering med hydratkalk for at opnå et neutralt pH-niveau. Ved dette neutrale pH-niveau bundfældes mange potentielt skadelige elementer, inklusive actinium, fra opløsningen [29].

Tailings-materialet fortykkes i fortykkelsessystemer med kommercielt afprøvet høj effektivitet. Systemerne vil køre konstant og producere en fortykket slam (opslæmning af faste stoffer i væske) og en klar opløsning. Den udvundne klare opløsning kan derefter genbruges i bearbejdningsanlægget og reducere det samlede vandforbrug.

3.7.4 Kemiske og radiologiske egenskaber i tailings

Hovedkomponenten i begge tailings-strømme er siliciumdioxid (SiO_2), der i hver udgør ca. 50 % (eller mere) efter masse.

Radioaktiviteten i tailings fra koncentratoren vil være lav og svarer til de omkringliggende klipper i Kvanefjeld-området (Tabel 6). Tailings fra raffinaderiet vil have et forhøjet niveau af thorium, hvilket producerer en højere specifik aktivitet, selvom langt den største del af uranen er fjernet [5].

Tabel 6 Tailings-materialets kemiske og radiologiske egenskaber

Tailings-kilde	Fe %	Al %	Na %	F %	Pb %	U %	Th %	Samlet aktvitet* Becquerel/gram
Hidtidigt niveau (basislinje) i øverste klippelag	4,78	10	10,55	0,30	0,059	0,005	0,01	14
Koncentrator	10	7,11	8,48	0,25	0,01	0,02	0,02	45
Raffinaderi	6,8	1,55	2,66	0,1	0,03	0,01	0,32	343

* Samlet radioaktivt henfald anvendt i beregningerne. Bemærk, at raffinaderi-tailings ikke er i sekulær ligevægt, da U er blevet fjernet.

3.8 Havnefaciliteter

Der anlægges nye havnefaciliteter specielt til formålet på Tunu-halvøen ved Narsap Ilua (bugten) i forbindelse med projektet. Under projektets driftsfase håndterer havnen import af brændstof, reagenser og forbrugsstoffer samt eksport af produkter. De nye faciliteter designes til at håndtere Handymax skibe på 40.000 tons dødvægt. Skibene er 200 m lange. Udnyttelsesgraden for havnen forventes at være på 20 % af året, og skibene forventes at ligge ved kajen i op til fem dage ad gangen [64].

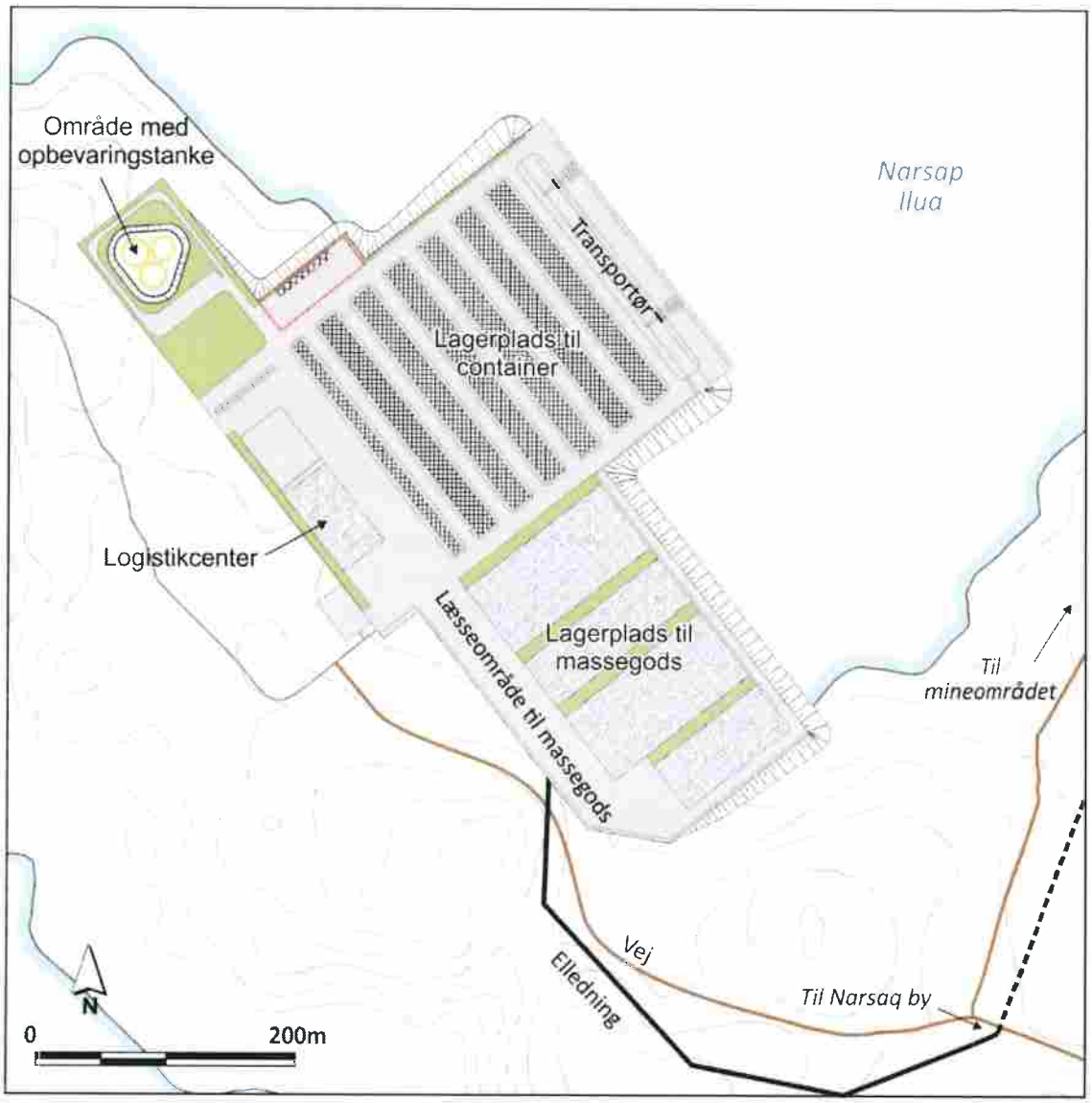
Havnen vil blive designet med en 200 m lang kaj med transportbånd til massegods og mobile stablere til containere (Figur 15). Ved siden af kajen etableres et område til stabling af containere. Der vil være overdækket lagerplads til massegods til både import og eksport.

Der forventes ca. 174 kørsler med tunge køretøjer pr. dag med materiale til havnen og yderligere ca. 150 ture med lette køretøjer.

Et skib specielt beregnet til formålet sejler mellem havnen og en større havn på det europæiske fastland. Alle laster losses i havnen på det europæiske fastland og sendes til andre destinationer med andre kommercielle transportmidler.

Der vil kræves uddybning og muligvis også sprængning af klipper under anlæggelsen af havnen. Landvinding vil være den primære metode under anlægsarbejderne til havnen.

Skibscontainere, der fyldes på bearbejdningsanlægget, vil blive læsset på lastvogne og transporteret til havnen, hvor de oplagres midlertidigt, indtil de læsses på skibe.



Figur 15 Udformning af havnen

3.9 Håndtering af radioaktivt materiale

3.9.1 Generel styring

Best practice-principper fra vellykket minedrift i industrilande vil blive bragt i anvendelse. De omfatter sådanne praksis vedrørende beskyttelse mod stråling, som anvendes i aktive REE- og uranminer i Australien og Canada. Der vil på alle trin i minedriften blive truffet forholdsregler til at minimere medarbejdernes eksponering for støv og andre farer. Medarbejdernes eksponering for stråling bliver konstant målt og overvåget. Yderligere oplysninger om sundhed, sikkerhed og beskyttelse mod stråling på arbejdspladsen vil blive inkluderet i den kommende plan for administration af sundhed og sikkerhed på arbejdspladsen.

Den samlede styring af eksponering for stråling omfatter:

1. Introduktion og omfattende uddannelse
2. Konsekvent overvågning af alle medarbejdere
3. Anvendelse af den bedst mulige teknologi til kontrol af støv
4. En udformning, der udelader områder med potentiel eksponering for stråling.

Til støvfjernelse fra køretøjer etableres der et vaskeanlæg, som skal bruges af alle køretøjer, der forlader mineområdet. Anlægget vil være automatisk, og chaufførerne skal ikke forlade førerhuset på deres køretøjer under afvaskningen. Der kontrolleres for stråling for at sikre, at forurenede køretøjer ikke forlader mineområdet [28].

3.9.2 Sikkerhed angående nukleare produkter

På raffinaderiet pakkes uranproduktet (urankoncentrat) i forseglede ståltromler på 200 l. Tromlerne læsses i standard skibscontainere, der også forsegles, før de transporteres til havnen på lastvogne. Containerne forbliver i forseglet stand til det endelige leveringssted.

Containerne losses fra lastbilen i havnen og flyttes til et nærmere udpeget lagerområde. Der vil være en adgangsport til lagerområdet samt sikkerhedsforanstaltninger, der overholder/overstiger kravene i den internationale lovgivning om sikkerhed på skibe og havnefaciliteter [3].

Uranproduktet vil blive pakket og transporteret i overensstemmelse med IAEAs sikkerhedsstandarder SSR-6: Forordninger om sikker transport af radioaktivt materiale (2018) [38] og relevante internationale og nationale regler og love vedrørende transport af radioaktivt materiale.

3.10 Vandforvaltning

3.10.1 Vandbalance

Vand til driften af anlægget vil blive leveret fra følgende kilder:

- Narsaq-floden
- Genbrugsvand fra TSF
- Genbrugsvand fra anlægget, når der er for lidt vand i Narsaq-floden
- Vand fra minen og afløb fra stenaffaldsdepotet.

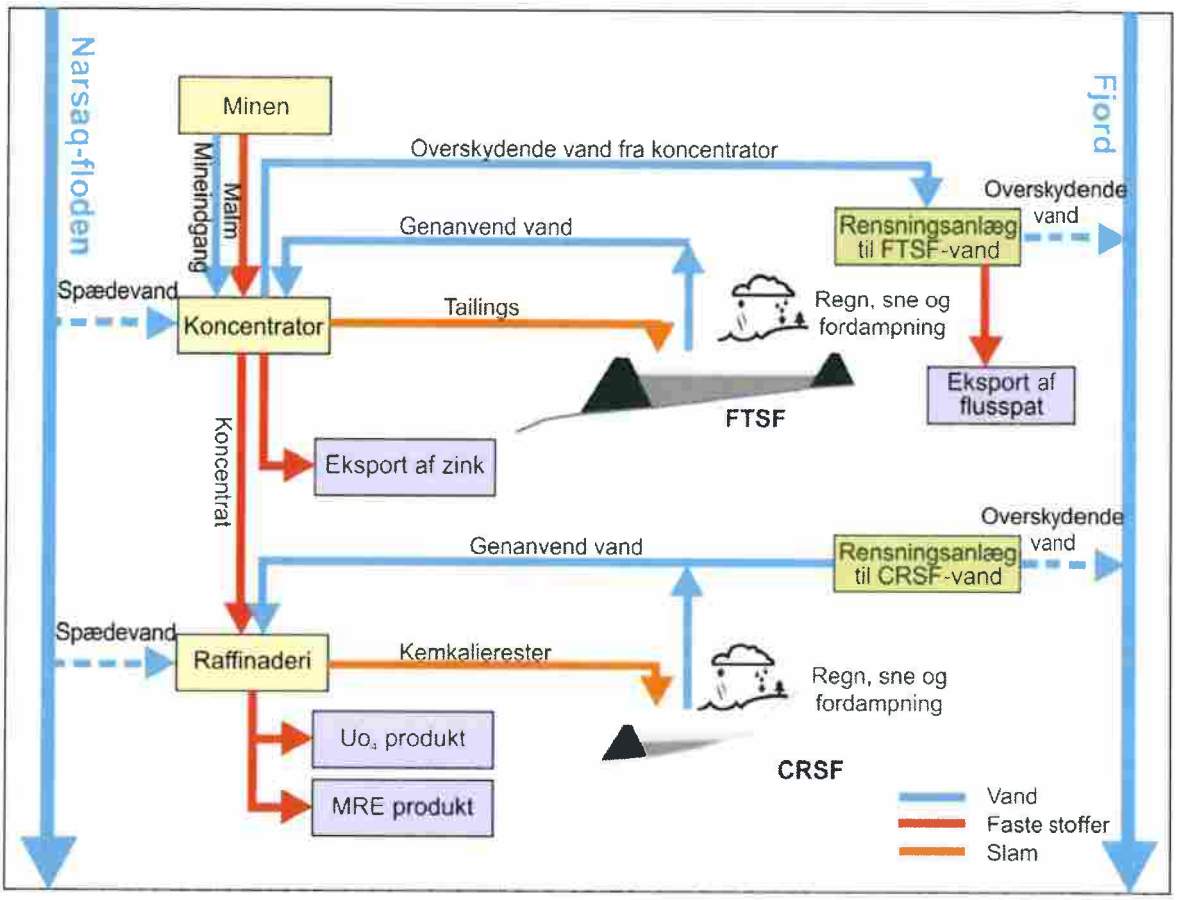
TSF vil have den dobbelte funktion at være reservoir for tailings og vand.

Der vil blive opretholdt et vandlag på mindst 6 m i TSF for at sikre, at det altid er muligt på effektiv måde at udlede tailings under vandet. Opretholdelse af vandniveauet vil blive styret ved kontrol af mængden af overskydende vand, der returneres til genanvendelse i anlægget.

Det klarerede vand pumpes fra tailings-anlægget til koncentratoren og raffinaderiet i rørledninger, der ligger ved siden af rørledningerne til transport af tailings-slam til TSF.

Genanvendt overskydende vand filtreres for at fjerne grus og andre urenheder.

Den konceptuelle vandbalance er vist på Figur 16.



Figur 16 Vandbalance

3.10.2 Forvaltning af overfladevand

Forvaltningen af overfladevandet er en vigtig funktion i hele udformningen af projektområdet. Strukturer til afledning af vand vil blive opført til at minimere vandtilstrømningen til driftsområderne og til at opretholde naturlige vandstrømme.

Regnvand og sne, der ender i minen, vil blive pumpet til koncentratoren via en rørledning. Afløbsvand fra WRS-depoterne vil også blive pumpet til koncentratoren. Kvane-floden (en biflod til Narsaq-floden), der normalt indeholder vand med et naturligt forhøjet niveau af fluorid og uran, vil føre væsentligt mindre vand som resultat af en planlagt afledning. For at forhindre vand i at sive ind i minen sænkes vandniveauet i Kvane-bassinet ved siden af minen, når minen er i drift.

Der etableres afledningskanaler for at forhindre overskydende vand i at komme ind i TSF. Det er planlagt, at disse store kanaler, der er ca. 4 m brede i bunden og mindst 2 m dybe, delvist skal aflede afløb fra smeltevand og nedbør. Det afledte vand vil bive ført til naturlige vandløb, inklusive Taseq-floden [58].

3.10.3 Vandudledning

Overskydende vand fra anlægget vil blive renset. For koncentratorens vedkommende fjerner rensningsprocessen opløst fluorid og faste stoffer fra vandet. Overskydende vand fra raffinaderiet, inklusive den værdiløse chloridvæske, neutraliseres og renses for at fjerne organiske materialer og radionuklider [58].

Efter rensning og overvågning vil vandet derefter blive anbragt i Nordre Sermilik.

Det overskydende vand frigives og udbredes på en dybde af ca. 40 m for at opnå den bedst mulige fortynding [17].

3.11 Supportinfrastruktur

3.11.1 Administration og indkvartering

Under anlægsfasen forventes en maksimumarbejdsstyrke på 1.171 medarbejdere. Heraf forventes omkring 200 at være grønlandske borgere, som vil rejse frem og tilbage til projektet efter en turnusordning. Den udenlandske arbejdsstyrke indkvarteres i en midlertidig anlægsarbejderlejr, som opføres i nærheden af koncentratoren. Der vil også blive sørget for midlertidig indkvartering af anlægsarbejderne lokalt i Narsaq og Narsarsuaq. Potentiel indkvartering, der udnytter et fartøj (som på et krydstogtskib), kan også anvendes i havnen i Narsaq ved spidsbelastninger

Under projektets driftsfaser med en gennemsnitlig arbejdsstyrke på 715, hvoraf 328 forventes at være grønlændere, indkvarteres tilrejsende medarbejdere i den landsby, der opføres i udkanten af Narsaq. Placeringen af den midlertidige lejr til anlægsarbejderne og den permanente landsby vises i Figur 17.

Der vil blive anlagt en vej, der giver adgang fra landsbyen til vejen mellem havnen og minen. Landsbyen vil blive forsynet med strøm (fra projektets kraftværk), og vand- og kloakbehandling vil blive forbundet med byens eksisterende faciliteter. Der planlægges et stort center med fritidslokaler, mødeværelser, kantine, vaskeri og internetadgang [29].

Figur 17 Placering af landsby med permanente boliger og midlertidig lejr til anlægsarbejdere

3.11.2 Lufthavne

Projektet kræver ikke anlæg af en lufthavn, og GML vil overvejende bruge lufthavnen i Narsarsuaq, der ligger ca. 42 km nordøst for Narsaq.

3.11.3 Transportfaciliteter

FIFO-arbejdsstyrken forventes at bruge lufthavnen i Narsarsuaq som indrejsepunkt til Grønland. Det vil sandsynligvis være tilfældet for den importerede arbejdsstyrke til anlægsfasen ud over FIFO-arbejdsstyrken i driftsfasen. Arbejderne transporteres med færge fra lufthavnen til Narsaq.

Der kræves en udbygning af de eksisterende passagerfaciliteter ved helikopterlandingspladsen i Narsaq. Lufthavnen i Narsarsuaq anses at være i stand til at håndtere yderligere passagerantal, der opstår fra anlægsarbejdet og driften af projektet. Det kan være nødvendigt at øge antallet af rute- og charterflyvninger mellem Narsarsuaq og Nuuk, Reykjavik, København og Storbritannien for at dække det øgede passagerantal.

Vejen mellem havnen og minen vil være 7 m bred og ca. 13 km lang. Den nye vej vil følge en eksisterende grusvej langs Narsaq-floden. Vejen mellem havnen og minen vil blive anvendt til al transport mellem havn, anlæg og mine. Specialbyggede lastvogne vil transportere dieselolie fra havnen til projektets kraftværk ved koncentratoren. Normalt kører personalet med bus fra landsbyen til arbejdsstederne ved minen og anlægget.

Udnyttelsesgraden for havnen vil være ca. 20 % af året. Over 30 skibe forventes at ankomme i løbet af et typisk driftsår [64]. Det forventes, at følgende vil lægge an i havnen hvert år:

- 22 Handymax fartøjer (40.000 DWT) årligt til godstransport af containere og bulkgods
- 10 olietankere om året med brændstofleverancer.

3.11.4 Elektricitets- og brændstofforsyning

Kraftværket placeres inden for anlægget. På den måde kan overskudsvarmen fra kraftværket genindvindes i anlægget.

Der vil blive bygget et 59 MW dieseldrevet kombineret kraftvarmeværk ved siden af koncentratoren. Kraftværket vil producere til anlægget, havnen og landsbyen. Kraftværket vil omfatte et system til genindvinding af overskudsvarme, der bruges til opvarmning af vand til procesopvarmning i koncentratoren og til opvarmning af anlæggets bygninger [29].

Brændstoffet til kraftværket oplagres i havnen og transporteres til værket i tankvogne efter behov. Tankvognene læsser brændstoffet af i dagtanke, der ligger tæt ved kraftvarmeværket.

En overjordisk elledning på 11 kV sørger for strøm til havnen og landsbyen.

3.11.5 Håndtering af husholdnings- og industriaffald

Alt brændbart fast affald presses i baller og transporteres til Qaqortoq til forbrænding. I tilfælde af, at der opføres et forbrændingsanlæg i Narsaq, vil dette anlæg bruges i stedet.

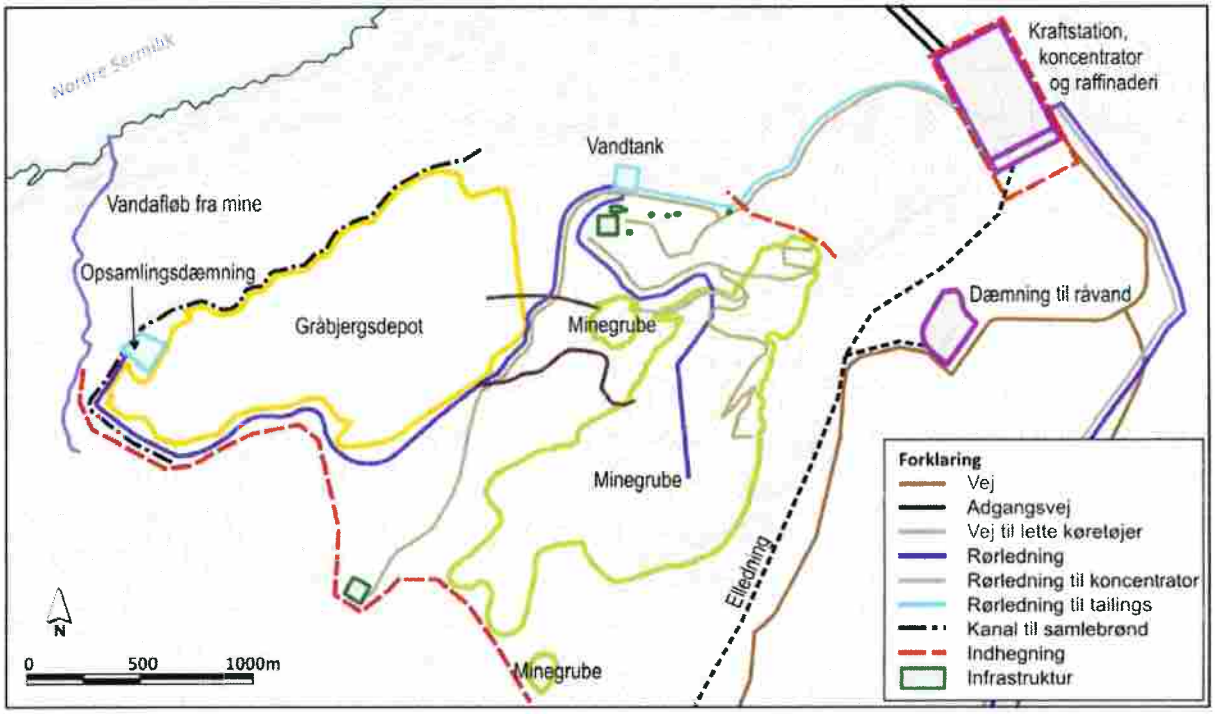
Akkumulatorer, batterier, elektroniske enheder, glas osv. oplagres i midlertidige containere og afleveres regelmæssigt til affaldsbehandlingsanlægget i Qaqortoq, hvor affaldet behandles yderligere med henblik på bortskaffelse i henhold til lovgivningen og efter gensidig overenskomst.

3.11.6 Håndtering af farligt materiale (kulbrinter, sprængstoffer)

Farligt affald behandles i overensstemmelse med reglerne i Kujalleq Kommune om farligt affald [26]. Normalt sendes farligt affald til Danmark og håndteres i overensstemmelse med den omfattende EU-lovgivningsramme. Farligt affald vil blive registreret og kan spores ved hjælp af standardkoder (EU's affaldsliste / Koder i det europæiske affaldskatalog (EAK).

3.11.7 Indhegning

Af sikkerhedsmæssige årsager opføres der en indhegning omkring driftsområdet. På grund af områdets stejle topografi kræves der ikke fuldstændig indhegning. Adgang for køretøjer og dyr begrænses af den foreslåede indhegningsplan. Figur 18 viser, at indhegningen begrænser adgangen til mineområdet, anlægget, sprængstoflageret og reservoiret med ferskvand.



Figur 18 Indhegning

3.11.8 Opbevaring og håndtering af farligt gods

Farligt gods opbevares på bearbejdningsanlægget i overensstemmelse med EU-krav. Farligt gods omfatter reagenser såsom syrer (beskrevet i afsnit 3.12).

Sprængstoflageret vil blive placeret med afstand til infrastrukturen i den sydlige ende af minen, og adgang finder sted via en grusvej. Adgangen vil blive begrænset med sikkerhedshegn og overvågning. Sprængstoffet og detonatorerne opbevares særskilt i en bygning godkendt til opbevaring af sprængstoffer [67].

3.11.9 Rørledninger

Tailings vil blive pumpet til TSF som slam gennem en rørledning, der er placeret i rørkanaler oven på jorden og monteret på stativer samt isoleret for at undgå frysning.

Genbrugsvand fra TSF vil via rørkanalen til tailings-materialet blive pumpet til anlægsområdet i en rørledning, der er monteret på stativer og isoleret og opvarmet for at forhindre, at returvandet fryser til is [29].

Renset overskudsvand fra anlægget vil blive pumpet fra koncentratoren til Nordre Sermilik (Bredefjord) i en rørkanal, der er placeret oven på jorden (hvor dette er muligt) og monteret på stativer og isoleret.

3.12 Brugen af reagenser

Der vil blive anvendt en række reagenser på anlægget. Tabel 7 viser de reagenser, der skal bruges på anlægget, samt det anslåede årlige forbrug.

Tabel 7 Oversigt over anvendte reagenser

Reagens Funktion	Anvendt til	Formål	Årligt forbrug i ton
Koncentrator flokkuleringsmiddel	Zink flotation	Fortykningsmiddel / flokkuleringsmiddel til zinksulfidkoncentrat - til at fremme sedimentering af partikler med henblik på at udvinde zinkprodukt fra processen.	1,2 - 3,0
Koncentrator flokkuleringsmiddel	Flotation af REMC (mineralkoncentrat fra sjældne jordarter)	Fortykningsmiddel / flokkuleringsmiddel til REMC - til at fremme sedimentering af partikler med henblik på at udvinde REMC fra processen.	150 - 400
Raffinaderi flokkuleringsmiddel (anionisk)	Fjernelse af urenheder - Raffinaderi	Fortykningsmiddel / flokkuleringsmiddel for anioniske urenheder - til at fremme sedimentering af partikler med henblik på at muliggøre fjernelse af urenheder i raffinaderikredsløbet.	75 - 180
Raffinaderi flokkuleringsmiddel (kationisk)	Fjernelse af urenheder og produktgenvinding - Raffinaderi	Fortykningsmiddel / flokkuleringsmiddel for kationiske produkter - til at fremme sedimentering af partikler med henblik på at muliggøre fjernelse af urenheder og produktgenvinding i raffinaderikredsløbet.	20 - 60
Raffinaderi koagulant.	Siliciumagglomerering	Fortykningsmiddel-agglomerat til silicium urenheder - for at fremme agglomerering af fine siliciumpartikler for at muliggøre deres fjernelse fra uranproduktvæske.	60 - 160
Flotationssamler	Zink flotation	Til flotation af zinksulfider, hvorved de adskilles fra malmen.	125 - 320
Flotationsaktivator	Zink flotation	Til aktivering af overfladen på zinksulfidpartiklerne,hvorved effektiviteten af deres flotation forbedres.	25 - 60
Flotationssamler	Flotation af REMC (mineralkoncentrat fra sjældne jordarter)	Til flotation af de RE-bærende mineraler, hvorved disse adskilles fra mineraltailings uden værdi.	1.000 - 2.700
Flotationsundertrykkelse	Zink og REMC flotation	Dæmpende middel - forhindrer flotation af de ikke-værdifulde mineraltailings.	2.300 - 5.800
Flotationsskumning	Zink og REMC flotation	Til reduktion af boblernes størrelse og forbedring af skumstabiliteten i flotationsprocessen.	110 - 280
	RE-produktudfældning	Til udfældning af RE-mellemprodukter fra procesvæsker i raffinaderikredsløbet.	12.000 - 30.000

Reagens Funktion	Anvendt til	Formål	Årligt forbrug i ton
Svovl	Svovlsyre (H_2SO_4) produktion	Til fremstilling af svovlsyre, der bruges til udludning af RE og uran fra REMC i raffinaderikredsløbet.	16.000 - 41.000
Natriumchlorid	Saltsyre (HCl) og kaustisk soda (NaOH) produktion	Til fremstilling af saltsyre og kaustisk soda, der anvendes til henholdsvis udludning af RE og forøgelse af pH-værdien for procesvæsker (til udfældning af produkter og fjernelse af urenheder) i raffinaderikredsløbet.	35.000 - 87.000
Kalksten	Fjernelse af urenheder	Til at hæve pH-værdien for procesvæsker i raffinaderikredsløbet.	30.000 - 77.000
Kaustisk spån (NaOH)	Udfældning af produkter og fjernelse af urenheder	Til at udfælde cerium-produkt og hæve pH-værdien for procesvæsker i raffinaderikredsløbet.	1.400 - 5.000
Calciumchlorid	Vandbehandling	Til udfældning af fluorid fra den behandlede vandstrøm, der løber ind i Nordre Sermilik.	6.900 - 17.500
[redacted]	RE udludning	Til oxidering af RE-arter under syreudludningsprocessen for at forbedre RE-genvindingen.	300 - 750
[redacted]	RE udludning	Til udfældning af fosfat-arter under syreudludningsprocessen for at forbedre RE-genvindingen.	0 - 15.000
[redacted]	Udfældning af produkter og fjernelse af urenheder	Til udfældning af uran-produkter og udfældning af urenheder fra procesvæsker i raffinaderikredsløbet.	125 - 300
Kalk	Fjernelse af urenheder	Til at hæve pH-værdien for procesvæsker i raffinaderikredsløbet.	3.800 - 9.500
Bariumchlorid	Fjernelse af urenheder	Til udfældning af urenheder fra procesvæsker i raffinaderikredsløbet.	1.800 - 4.500
Natriumhydrogensulfid	Fjernelse af urenheder	Til udfældning af urenheder fra procesvæsker i raffinaderikredsløbet.	60 - 200
[redacted] SX ekstraktionsmiddel	Uran SX	Til udvinding af uranarter fra procesvæsker i raffinaderikredsløbet og derved fjerne disse fra urenheder og muliggøre produktion af det rene uranprodukt.	2,5 - 10
[redacted] SX fasemodifikator	Uran SX	Til forbedring af opløseligheden af ekstraktionsmidlet i det organiske fortyndingsmiddel for derved at sikre effektiv fjernelse af uran fra væskefasen.	1,0 - 5,0
[redacted] SX ekstraktionsmiddel	RE SX	Til udvinding af RE-arter fra procesvæsker i raffinaderikredsløbet og derved fjerne urenheder og muliggøre produktion af rene RE-produkter.	70 - 175
[redacted] SX fortynder	RE SX	Til at frembringe den organiske fase, der er nødvendig for ekstraktionsmidlet, og derved sikre effektiv fjernelse af RE fra væskefasen.	160 - 500
[redacted]	Fjernelse af urenheder	Til fjernelse af urenheder i uran fra RE-processen i væskestrømmen i raffinaderikredsløbet.	0,1 - 1,0

Reagens Funktion	Anvendt til	Formål	Årligt forbrug i ton
kølevand	Behandling af kølevand	Til forhindring af vækst og ophobning af mikrobiologiske organismer i kølevandssystemet for derved at sikre optimal ydelse af kølesystemerne på procesanlægget.	140 - 500
Hæmmer til kølevand	Behandling af kølevand	Til forhindring af dannelse af rust i udstyr i forbindelse med kølevandssystemet for derved at sikre optimal ydelse af kølesystemerne på procesanlægget.	5 - 30

3.13 Arbejdskraft og ydelser

Projektet vil bestræbe sig på at maksimere beskæftigelsen af grønlændere. Kvalificerede arbejdere vil blive tilbudt ansættelse, og andre potentielle medarbejdere vil modtage tilbud om uddannelse med henblik på ansættelse i ledige stillinger.

Det forventes, at projektet vil beskæftige over 700 personer under projektets konstruktions- og driftsfaser.

Det forventes ikke, at den eksisterende grønlandske arbejdsstyrke i begyndelsen kan dække behovet for arbejdskraft i hver af disse faser. En del af medarbejderne skal derfor hentes uden for Grønland. GML bekræfter sin forpligtelse til, at der gives fortrinsret til en kvalificereret arbejder fra Grønland frem for en udenlandsk arbejder. Yderligere detaljer om arbejdskraft og service omtales i selskabets VSB (vurdering af samfundsmæssig bæredygtighed).

3.14 Projektets fodaftryk

Projektets samlede areal er beskrevet i Tabel 8.

Tabel 8 Projektets fodaftryk

Element	Område (ha)
Mine	115
Depot til stenaffald (Waste Rock Stockpile)	130
Anlæg til deponering af tailings	310
Anlæg	15
Havn	15
Andet (indkvartering, kontorer osv.)	30
Veje og infrastruktur	16
I alt	631

3.15 Afvikling, lukning og genetablering

Det generelle mål med lukning og regenerering er at genetablere mineområdet og de påvirkede områder som levedygtige og i praktisk muligt omfang selvbærende økosystemer, der er kompatible med et sundt miljø og med menneskers aktiviteter.

Følgende vigtige principper vil blive fulgt med henblik på opnåelse heraf:

Fysisk stabilitet

Alle tilbageværende projektkomponenter vil efter lukningen være fysisk stabile i forhold til mennesker og dyreliv.

Kemisk stabilitet

Enhver projektkomponent (inklusive tilhørende affald), der måtte være tilbage efter lukningen, vil være kemisk stabil og vil ikke forurene eller kontaminere. Enhver deponering, der måtte være tilbage på overfladen af projektområdet eller i søer, vil ikke frigive stoffer i en koncentration, der vil skade miljøet væsentligt.

Minimeret radiologisk påvirkning

Langsigtet strålingseksponering af offentligheden på grund af radiologisk forurening af mineområdet vil blive holdt "så lavt som rimeligt muligt" (ALARA).

Ingen væsentlig ændring af de oprindelige landskabsformer

Den oprindelige landskabsform og arealanvendelsen inden minedriften vil vende tilbage til samme visuelle æstetik og geografiske forhold. Landskabsformen efter lukningen er vist på Figur 19, og konceptuel planen for nedlukning og afvikling er vedlagt i Bilag B. En detaljeret plan for nedlukning og afvikling er påkrævet under næste fase af tilladelsesprocessen.

Figur 19 Landskab efter lukning

4. Lovmæssige rammer

4.1 Indledning

Grønland er en del af Kongeriget Danmark. Der blev indført selvstyre på Grønland i 1979 efterfulgt i 2009 af en ny lov om Grønlands Landsstyre, hvori det fastsættes, at Grønland kan overtage forvaltningen af de naturlige ressourcer. Naalakkersuisut (Grønlands Landsstyre) overtog i 2009 forvaltningen af de naturlige ressourcer fra Danmark, inklusive forvaltningen af de miljømæssige udfordringer i forbindelse med mineprojekter.

Miljøstyrelsen for råstofområdet (EAMRA) er den administrative myndighed, der varetager miljøspørgsmål vedrørende aktiviteter i forbindelse med mineralressourcerne, herunder beskyttelse af miljø og natur, miljøansvar og vurderinger af miljøpåvirkninger.

Råstofstyrelsen - MLSA - er den administrative myndighed, der er ansvarlig for forvaltningen af minelicenser. Den er samtidig den myndighed, der har ansvar for sikkerhedsspørgsmål, herunder tilsyn og inspektioner.

Ud over kravene til udarbejdelsen af vurderingen af miljøpåvirkningerne (EIA) vil projektet ligeledes overholde al øvrig relevant grønlandsk og dansk lovgivning inklusive konventioner, som Grønland har undertegnet.

4.2 Grønlandsk lovgivning

Efter Grønlands overtagelse af ansvaret for regulering og forvaltning af mineralsektoren trådte Loven om de grønlandske råstofressourcer (råstofloven) i kraft den 1. januar 2010 (landstingslov nr. 7. - 7. december 2009). Ændringer til loven blev vedtaget i 2012, 2014 og 2015. De trådte i kraft i henholdsvis 2013, 2014 og 2015.

Loven om de grønlandske råstofressourcer (*råstofloven*) er rygraden i lovgivningen indenfor mineralområdet. Den regulerer alle spørgsmål vedrørende mineralske ressourcer, herunder miljøforhold (som f.eks. forurening) og naturbeskyttelse.

Tre myndigheder har ansvaret for forvaltningen af områder med mineralressourcer:

- Departementet for råstoffer (DR)
- Departementet for erhverv og energi (DEE)
- EAMRA.

I henhold til denne struktur er DR og den underliggende Råstofstyrelse ansvarlig for forvaltningen af minelicenser samt for tekniske og geologiske anliggender.

4.3 Loven om de grønlandske råstofressourcer

Råstofloven fastsætter betingelserne for udførelse af mineaktiviteter i Grønland. Først skal en licenstager ansøge om og tildeles en udvindingslicens til området i henhold til paragraf 29 i *Råstofloven*. Følgende dokumenter skal inkluderes i ansøgningen:

- Ansøgning med centrale oplysninger om det foreslåede mineprojekt.
- Lønsomhedsundersøgelse
- Vurdering af miljøpåvirkninger og
- Vurdering af samfundsmæssig bæredygtighed

Vurdering af miljøpåvirkninger skal tage hensyn til:

- § 53 - Planlægning og udvælgelse af alle aktiviteter og anlægsarbejder skal foregå på en måde, der medfører mindst mulig forurening, forstyrrelse eller andre miljøpåvirkninger
- § 52 - De bedste tilgængelige metoder skal anvendes, herunder mindre forurenende anlæg, maskiner, udstyr, processer og teknologier
- § 56 - Forringelse af eller negative indvirkninger på klimaet skal undgås
- § 60 - Forringelse af naturen og levestederne for arter i udpegede nationale og internationale naturbeskyttelsesområder skal undgås.

Efter udstedelsen af en udvindingslicens skal licenstageren ansøge om og modtage en udvindingsplan fra Grønlands Landsstyre (paragraf 19 i råstofloven), der omfatter fremsendelse af en plan for lukning (paragraf 43). Såfremt godkendelserne i henhold til paragraf 19 og 43 udstedes, skal alle anlægsarbejder, processer, køretøjer, enheder osv. godkendes hver for sig i henhold til paragraf 86 i råstofloven. Myndighederne anmoder typisk om en fælles ansøgning for alle tilladelser under paragraf 86. Tilladelserne skal fornys hvert år.

4.4 Internationale forpligtelser

Grønland har ratificeret en række internationale konventioner om natur og biodiversitet, enten som direkte medlem eller gennem rigsfællesskabet med Danmark og Færøerne. Af særlig relevans for projektet fremhæves følgende:

- Konventionen om biologisk mangfoldighed (CBD) - om bevarelse af den biologiske mangfoldighed, bæredygtig anvendelse af dens bestanddele og retfærdig fordeling af fordele i forbindelse med genetiske ressourcer. CBD angiver retningslinjerne for nationale strategier og politikker og for implementering af temaer som bæredygtig brug og forsigtighedsprincipper. Dens anvendelse i forbindelse med projektet vil ske gennem implementering af nationale love og forskrifter, især Loven om de grønlandske råstofressourcer
- Ramsar-konventionen - om beskyttelse af vådområder af international betydning
- Den internationale union for bevarelse af naturen (IUCN) - en international organisation med fokus på bevarelse af naturressourcer. IUCN offentliggør en "rød liste" med oplysninger fra et netværk af bevaringsorganisationer for at vurdere, hvilke arter er mest truet
- UNESCO's verdensarvskonvention - et globalt instrument til beskyttelse af kultur- og naturarv. I 2004 blev Ilulissat Isfjord optaget på UNESCO's verdensarvliste.

Da uran er et af projektets produkter, er følgende internationale retningslinjer og standarder også relevante i forbindelse med EIA:

IAEAs sikkerhedsstandarder:

- Strålebeskyttelse ved beskæftigelse i minedrift og forarbejdning af råmaterialer, IAEA Sikkerhedsstandarder serie nr. RS-G-1.6, Wien 2004. 95 p. [35] (Erstatter IAEA Sikkerhedsserie nr. 26)
- Etablering af uranminedrift og uranforarbejdning i forbindelse med bæredygtig udvikling, IAEA Atomenergi serie nr. NF-T-1.1 [37]
- Bedste praksis for miljøstyring ved uranminedrift. IAEA, 2009. [36]

Kerneenergiagenturet under OECD (NEA):

- Håndtering af miljømæssige og sundhedsmæssige påvirkninger fra udvinding af uran. OECD NEA, 2014. [50]

4.5 Forsendelsesbestemmelser

Søfartsbestemmelserne i Grønland er omfattet af de tilsvarende danske regler, der er suppleret med særlige regler for navigation i arktiske regioner. Derudover er regler og koder, der administreres af IMO (Den internationale søfartsorganisation), sammen med internationale konventioner, der er vedtaget af Danmark, også gældende for Grønland.

En række internationale konventioner fokuserer på miljøspørgsmål. De omfatter:

- MARPOL-konventionen og bilagene (1973/78 International konvention om forebyggelse af forurening fra skibe) [42]
- BWM konventionen (2004 - International konvention for kontrol og styring af ballastvand og sedimenter på skibe) [43]
- OPRC-konventionen (1990 - International konvention om beredskab, bekæmpelse og samarbejde ved olieforurening). [44]

Som følge af de særlige navigationsbetingelser i de grønlandske farvande er der af Søfartsstyrelsen i Danmark udgivet en sikkerhedspakke, der specifikt vedrører grønlandske emner. Sikkerhedspakken indeholder følgende ordrer og anbefalinger, der er relevante for projektet:

- Søfartsstyrelsens Bek. nr. 417 af 28. maj 2009 [14]:
  "Bekendtgørelse for Grønland om skibes sikre sejlads m.v."
- IMO henstilling A.1024 (26) [41]
  "Retningslinjer for skibe, der opererer i polare farvande".

Der er indgået en særlig aftale mellem Råstofstyrelsen (MLSA) og den danske søfartsstyrelse om "Retningslinjerne for undersøgelse af problemer med navigationssikkerheden i forbindelse med projekter for mineraludnyttelse i Grønland som grundlag for navigation under driftsfasen". Retningslinjen angiver indholdet af den undersøgelse af navigationssikkerheden, der skal udføres, før aktiviteterne med udvinding påbegyndes.

Blue Water Shipping har gennemført en undersøgelse af navigationssikkerheden med hensyn til lastkravene for projektet. Denne undersøgelse er af Søfartsstyrelsen i oktober 2017 blevet gennemgået og godkendt til brug og er tilgængelig som en del af den offentlige høringsproces for projektet.

4.6 Internationale sikkerhedsforpligtelser

Uran produceret under projektet vil blive solgt til kommercielle kraftværker til brug som brændsel i atomkraftværker. Alt salg af uran vil blive underlagt lovgivning om eksportkontrol og nuklear beskyttelse vedtaget af Grønland og Danmark i 2016:

- "Tunisassianik marloqiusamik atorneqartartunik avammut annissuinermik nakkutiginninneq pillugu Kalaallit Nunaannut inatsit"
- "Atomip nukinganik atortussiat sorsunnerunngitsumut atornissaannik nakkutilliineq pillugu Kalaallit Nunaannut anatsit"
- "Lov for Grønland om kontrol med eksport af produkter med dobbelt anvendelse (Nr. 616 2016)"
- "Lov for Grønland om kontrol med den fredelige udnyttelse af nukleart materiale (Nr. 621 2016)".

5. Projektalternativer

I løbet af projektets udformningsfase er flere alternative projektkonfigurationer blevet vurderet. Dette kapitel beskriver de alternativer, der er blevet overvejet.

5.1 Undlade at udvikle projektet

At undlade at udføre projektet er et alternativ i et økonomisk miljø med faldende råvarepriser og stigende forarbejdningsomkostninger. At undlade at udføre projektet ville betyde, at der ikke ville forekomme miljømæssige og samfundsmæssige påvirkninger og fordele.

Projektet har potentiale til at skabe betydelige samfundsmæssige og økonomiske fordele for Grønland og specielt for Narsaq-regionen på kort og længere sigt, inklusive:

- Op til 1.171 direkte anlægsarbejdspladser
- 715 direkte driftsarbejdspladser
- Anlægsudgifter på ca. . USD til anlæg af mine, anlæg og infrastruktur
- Yderligere investeringer i tilhørende infrastruktur til havn og landsby
- Årlige driftsudgifter på ca. USD hen over projektets levetid på 37 år.
- Forretningsmuligheder for lokale og nationale leverandører med hensyn til levering af varer og tjenesteydelser under anlægs- og driftsfasen.
- Muligheder for uddannelse og oplæring
- Indtægter til Grønland i form af royalties fra produktionen og person- og selskabsskatter til et beløb af omkring USD årligt.

5.2 Procesalternativer

Tre alternative scenarier for bearbejdning blev undersøgt i detaljer:

1. Kun koncentrator
2. Mekanisk (koncentrator) og kemisk bearbejdning (raffinaderi)
3. Separationsanlæg i Grønland.

Et sammendrag af de vurderede alternativer findes nedenfor.

5.2.1 Scenarie 1: Kun koncentrator

Scenariet 'kun koncentrator' involverer separation af mineraler udelukkende ved hjælp af fysiske separationsmetoder. Dette scenarie ville producere tre produkter:

1. Et mineralkoncentrat med indhold af REE og uran
2. Et mineralkoncentrat med indhold af zink
3. Et kemisk udfældningsprodukt - flusspat

Dette scenarie ville producere den enkleste form for REE-produkt, der så ville kræve yderligere bearbejdning uden for Grønland. Dette scenarie undgår de høje omkostninger ved anlæg og drift af et komplekst anlæg til kemisk bearbejdning i Grønland.

5.2.2 Scenarie 2: Mekanisk (koncentrator) og kemisk bearbejdning (raffinaderi)

Dette scenarie muliggør forarbejdning af mineralkoncentrater med indhold af REE og uran for at udvikle merværdiprodukter i Grønland. Behandling af mineralkoncentratet vil producere følgende produkter:

- lanthanumoxid
- blanding af lanthanumoxid og ceriumoxid
- ceriumhydroxid
- blandet REE-oxid
- uranoxid.

Følgende yderligere produkter produceres ved dette udviklingsscenarie:

- Et mineralkoncentrat med indhold af zink
- Et kemisk udfældningsprodukt - flusspat

Scenariet er i tråd med Grønlands Landsstyres prioritet om at sikre, at så stor en del af råstofforarbejdningen som muligt finder sted i Grønland. GLM har derfor valgt dette som det foretrukne scenarie. Visse REE-produkter vil kræve yderligere bearbejdning uden for Grønland under dette udviklingsscenarie.

5.2.3 Scenarie 3: Separationsanlæg i Grønland

Dette scenarie kræver bygning af et anlæg til separation af RE i Grønland til produktion af 15 separerede REE-oxider. Den metallurgiske bearbejdning af REE er en af de mest komplicerede processer i mine- og kemiindustrien, og individuel separation af RE oxider er meget vanskelig.

Dette kræver:

1. Patentbeskyttet udvindingsteknologi. Teknologien kan ikke købes eller fås i licens, fordi den er en vigtig kommerciel fordel for de nuværende ejere af teknologien.
2. Betydelige anlægsinvesteringer i faciliteter til separation af REE. Det forøger kapitalbehovet til finansiering af projektet.
3. Ekspertise og erfaring med drift af separationsanlæg. Begrænsede ressourcer i Grønland.
4. Vedligeholdelsesydelser og materialeleverancer, der ikke findes i Grønland.

Andre problemstillinger omfatter den kendsgerning, at udvikling af en proces til separation af REE involverer betydelige tekniske risici, og den lange afstand fra kunder og markeder betyder, at transportudgifterne øges betydeligt.

Af disse årsager har GML besluttet ikke at udvikle egen teknologi til separation af REE eller forfølge oprettelsen af et separationsanlæg i Grønland yderligere.

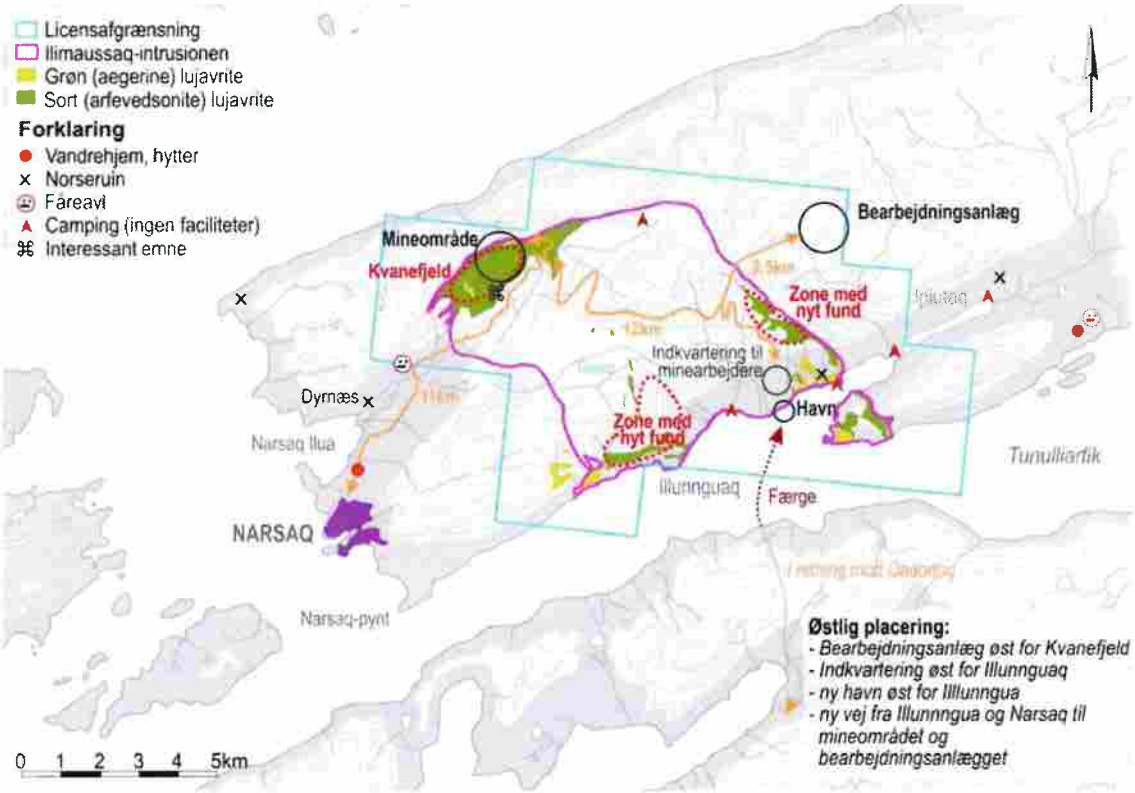
5.3 Alternative placeringer af anlægget

Der er overvejet to mulige placeringer af koncentratoren og raffinaderiet samt havnen og indkvarteringsfaciliteterne:

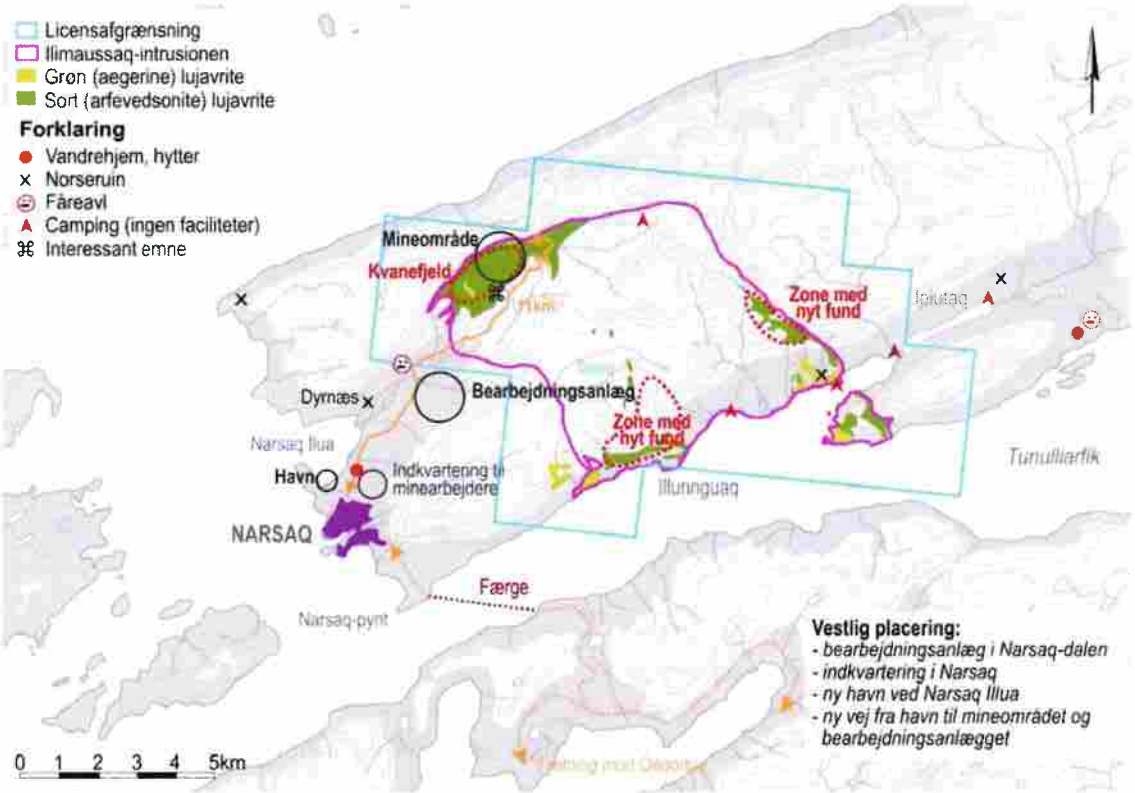
1. Østlig placering - Bearbejdningsanlægget og indkvarteringsfaciliteterne placeres ved Ipiutaq, og havnen placeres ved Illunnguaq over for Nunarsarnaq 15-20 km nordøst for Narsaq. Malmen transporteres med lastvogne gennem en tunnel fra minen ved Kvanefjeld. Scenariet kræver, at gråbjerg og tailings deponeres i nærheden af Ipiutaq-området (se Figur 20)

2. Vestlig placering - Alle mineanlæg placeres i Ilua-dalen og nærmeste omegn, og havnen placeres ved Narsag Ilua (Narsaq Bugt) (se Figur 21).

De foreslåede placeringer er identificeret i VSB (vurdering af samfundsmæssig bæredygtighed) inklusive detaljer vedrørende den offentlige høringsproces, der blev foretaget, og som resulterede i, at den østlige placering af projektet blev fravalgt.



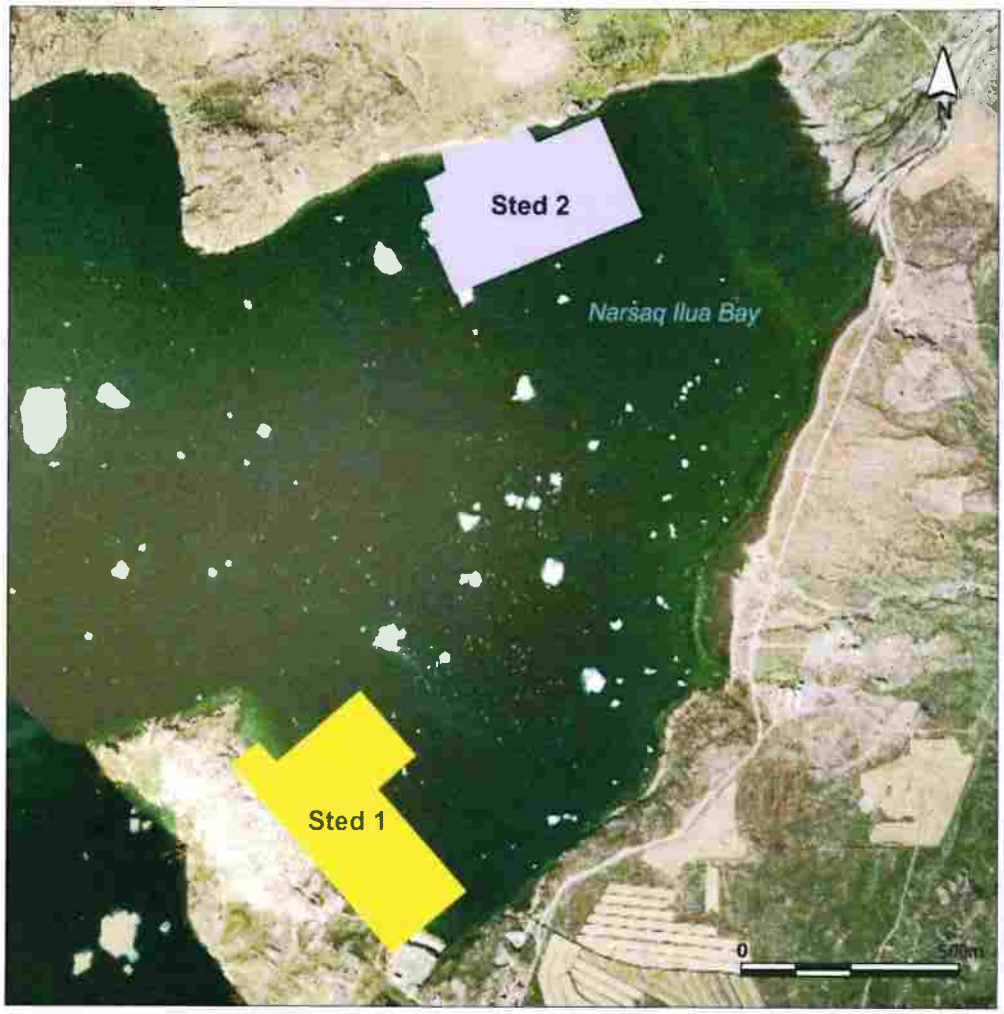
Figur 20 Østlig placering



Figur 21 Vestlig placering

5.4 Alternativ placering af havnen

Der overvejedes to mulige placeringer af havnen inden for Narsap Ilua Bugt. De to placeringer vises i Figur 22.



Figur 22 Mulige placeringer af havn

Placering 1 (på Tunu-halvøen) har gode adgangsforhold for skibe og kræver minimal udgravning. Placering 2 ville have været tættere på projektområdet. Placering 2 blev afvist på grund af dens nærhed til en ruin fra en nordbo-gård og behovet for store sprængninger for at skabe plads til containerstabling og oplagring af massegods.

5.5 Indkvarteringsmuligheder

Der blev overvejet flere alternative muligheder for indkvarteringen af medarbejdere under projektets driftsfase. Valget af primært en FIFO-arbejdsstyrke betyder, at der uanset valg af indkvarteringsmulighed kunne forventes betydelige og regelmæssige udskiftninger af beboere i takt med, at medarbejderne afslutter eller påbegynder en vagtplan.

De to primære indkvarteringsmuligheder, der blev overvejet, var følgende:

- Integration af nye boliger til grønlandske og udenlandske arbejdere i Narsaq by.
- Bygning af en medarbejder-landsby med sikkerhedskontrol i den nordvestlige udkant af Narsaq.

Strategien for indkvartering skal afbalancere fordelene for Narsaq ved genoplivning af byfaciliteter og huse med den potentielle risiko og samfundsmæssige forandring, der er knyttet til integration af et stort antal udenlandske arbejdere i en lille by. Af disse grunde blev bygningen af en medarbejder-landsby med sikkerhedskontrol ved den nordvestlige grænse af Narsaq anset som den løsning, der giver en bedre balance for Narsaq og arbejdsstyrken. Placeringen af landsbyen sker på et område, der ikke er udviklet. Anlæggelse af en forbindelsesvej fra vejen mellem havnen og minen og til landsbyen vil minimere indvirkningen på trafik i Narsaq by.

5.6 Alternativer for håndtering af tailings

Der blev foretaget en undersøgelse for at fastlægge lokaliseringen og metoden for TSF-deponeringen med den mindste risiko. Undersøgelsen konkluderede, at våd opbevaring af tailings i Taseq-bassinet under projektets driftsfase og i faserne efter lukningen udgør løsningen med den laveste risiko [1].

Mekanisk [knusning og slibning] og kemisk forarbejdning [udludning] anvendes i minedrift for at adskille de værdifulde produkter fra værtsmaterialet. Begge processer medfører biprodukter eller affaldsstrømme, som typisk omfatter nogle eller alle af følgende: Værtsmateriale, uanvendelige og uøkonomiske metaller, kemikalier, organiske stoffer og procesvand.

Disse affaldsstrømme betegnes som tailings.

Tailings udledes normalt fra et forarbejdningsanlæg i form af en opslæmning og transporteres fra procesanlægget til et endeligt opbevaringsområde, der almindeligvis betegnes som et deponeringsanlæg til tailings.

Udvælgelsen af et passende deponeringsanlæg til tailings afhænger både af de geografiske valgmuligheder i nærheden af et forarbejdningsanlæg og af den type tailings, der skal deponeres.

Faktorer, der påvirker udvælgelsen af deponeringsmetoden og placeringen omfatter:

- malmtyper og geokemi
- mængden af de producerede tailings
- den metallurgiske proces, fra hvilken tailings stammer
- kvaliteten af procesvandet
- reagenser, der anvendes i den metallurgiske proces, og
- det miljø, hvori deponeringsanlægget er placeret.

Der findes en række afprøvede fremgangsmåder til håndtering af tailings-deponering og de tilhørende deponeringsanlæg [2].

Der findes forskellige filosofier for design og drift af disse anlæg. Imidlertid deponeres tailings generelt på jordoverfladen i naturlige dale eller bassiner, inden for specialbyggede tætnede dæmninger til våd deponering af tailings samt inden for dæmninger, der er designet til at indeslutte tør deponering af tailings (filterkage).

Den valgte tilgang til håndtering og deponering af tailings skal svare på 3 vigtige og indbyrdes tæt forbundne spørgsmål:

- Hvor skal det langsigtede deponeringsanlæg placeres?

  Overvejelser af stedspecifikke faktorer, herunder nærhed til bosættelser og huse, hydrologi, topografi, klima, geokemi og arealanvendelse

- I hvilken form vil tailings blive deponeret i anlægget til deponering af tailings, og hvordan vil de være dækket under projektets driftsfase?

  En række muligheder fra slam til filterkage, med enten tørt eller vådt dække

- Hvordan håndteres deponeringsanlægget efter minedriftens ophør?

  Valg mellem et tørt eller vådt permanent dække på deponeringsanlægget

5.6.1 Konklusion

Efter vurdering og sammenligning af alternativer er den opslæmmede deponering under vand i Taseq-bassinet og vådt dække bibeholdt til lukningsfasen og perioderne efter lukningen blevet udvalgt til håndtering af projektets tailings under og efter minedriften:

Beslutningen er resultatet af en trinvis vurdering foretaget som beskrevet nedenfor.

Baseret på en topografisk analyse blev syv placeringer identificeret som potentielle placeringer for projektets tailings-deponeringsanlæg (TSF). Den relative vurdering af hver placering blev klassificeret under henvisning til potentielle miljømæssige, sociale og tekniske risici.

Disse faktorer blev betragtet i klassificeringen:

- Afvandingsområde / Vandforsyning
- Arealmål
- Vegetation
- Indvirkning på bosættelser / arealanvendelse
- Visuel påvirkning
- Lokal økologi og rekreation
- Geoteknik / geologi
- Praktisk tilgængelighed.

Efter en kvalitativ vurdering i betragtning af disse 8 kriterier blev Taseq-bassinet (benævnt som Taseq) vurderet som værende den foretrukne placering for TSF [1].

Egnetheden af Taseq som en potentiel placering for projektets TSF, som det er fremsat i tidligere udkast til EIA, er også blevet kommenteret af de eksterne agenturer.

> "Den valgte placering for deponeringsfaciliteterne er en naturlig sø. Taseq-søen er omgivet af højderygge, og en dæmning vil med tiden blive bygget for at indeslutte tailings-materialet og vanddækket. Placeringen ser ud til at frembyde en passende topografisk form til et deponeringsanlæg. Selvom vi erkender, at nogle reguleringsmyndigheder begrænser brugen af søer til deponeringsfaciliteter, mener vi, at brugen af en sø i dette tilfælde giver mulighed for at skabe en mere stabil landform ved lukningen af mine- og tailingsfaciliteterne."
>
> *Anbefalinger vedrørende tailings, affaldssten og vandforvaltning under Kvanefjeld multielement-projektet.*
>
> DCE – Dansk Center for Miljø og Energi og GINR – Grønlands Institut for Naturressourcer. 11 november 2016.
>
> "På baggrund af samarbejdet mellem DCE og GINR og geotekniske eksperter fra RGC konkluderer vi, at den valgte placering for deponeringsanlægget, Taseq, som en naturlig sø

giver mulighed for at skabe en stabil landform ved lukning af minen og deponeringsanlægget."

Evaluering af AMEC revideret rapport (Udgave nr. 4, juni 2017) for Kvanefjeld multielement-projektet.

DCE – Dansk Center for Miljø og Energi og GINR – Grønlands Institut for Naturressourcer. 23 august 2017.

Efter at have identificeret Taseq som den foretrukne placering for TSF-anlægget har der været overvejelser om tre typer tailings: Tør, pasta / fortykket opslæmning og konventionel opslæmning.

Deponering af filterkage	Tør
Fortykket tailingsmateriale / pasta	Våd
Konventionel deponering af tailings (slam)	Våd

Et naturligt vådt miljø (såsom Taseq-søen) begrænser udførligheden af at producere et tørt tailingsprodukt til deponering under projektets driftsfase, og projektets fysiske egenskaber begrænser projektets kapacitet til at fremstille fortykket tailings med høj densitet [72].

Opslæmning er blevet valgt som den foretrukne form for tailings til deponering.

Tailings i en opslæmmet form kan deponeres enten under vand eller ved jordoverfladen (subaerial). Som med deponeringen af tørt tailingsprodukt / filterkage begrænser et naturligt vådt miljø udførligheden af subaereal deponering af tailings i slamform. Der er derfor blevet valgt deponering under vand, og et vanddække vil blive opretholdt over tailings under projektets faser. Vanddækket formindsker strålingseksponering, udtørring og støv under projektets faser [2].

Ved lukningen vil der være behov for et langsigtet dække til deponeringsanlægget. Et af målene med det langsigtede dække er at minimere løbende krav angående håndtering og kontrol af anlægget. TSF-anlægget vil kunne dækkes med et tørt dække eller alternativt med vand, hvilket vil udgøre en direkte fortsættelse af den tilgang, der er blevet vedtaget for forvaltningen af TSF-anlægget under minedriften

De miljømæssige risici, der er forbundet med henholdsvis at opretholde et tørt eller et vådt dække på TSF-anlægget i perioden efter lukningen, er vurderet til at være ens [72].

De operationelle kompleksiteter, der er forbundet med at forberede og opretholde en langvarig tør tildækning efter lukningen, er blevet anset for at være tilstrækkelige til at vælge at skride frem med langtids-dækning med vand over TSF-anlægget. Disse kompleksiteter stammer fra:

- Den kendsgerning, at det naturligt våde miljø vil kræve dræning og afledning, som igen vil kræve permanent regelmæssig vedligeholdelse og forstærkning for at undgå, at Taseq igen omdannes til et vådt system (som det ville forekomme naturligt i mangel af vedligeholdt dræning)
- Mængden af differentierede byggematerialer, der kræves til det tørre dække, hvoraf en væsentlig del sandsynligvis skal hentes uden for projektområdet.

5.6.2 Evaluering af alternativer for deponering og opbevaring af tailings

Udvælgelse af foretrukken placering af TSF-anlæg

Mulige placeringer

Der blev foretaget en grundig skrivebordsbaseret vurdering for at identificere alle potentielt praktiske placeringer for deponering af tailings. Vurderingen har ikke været begrænset til placeringer inden for virksomhedens nuværende licensgrænser [1][2].

I vurderingen blev der især taget hensyn til:

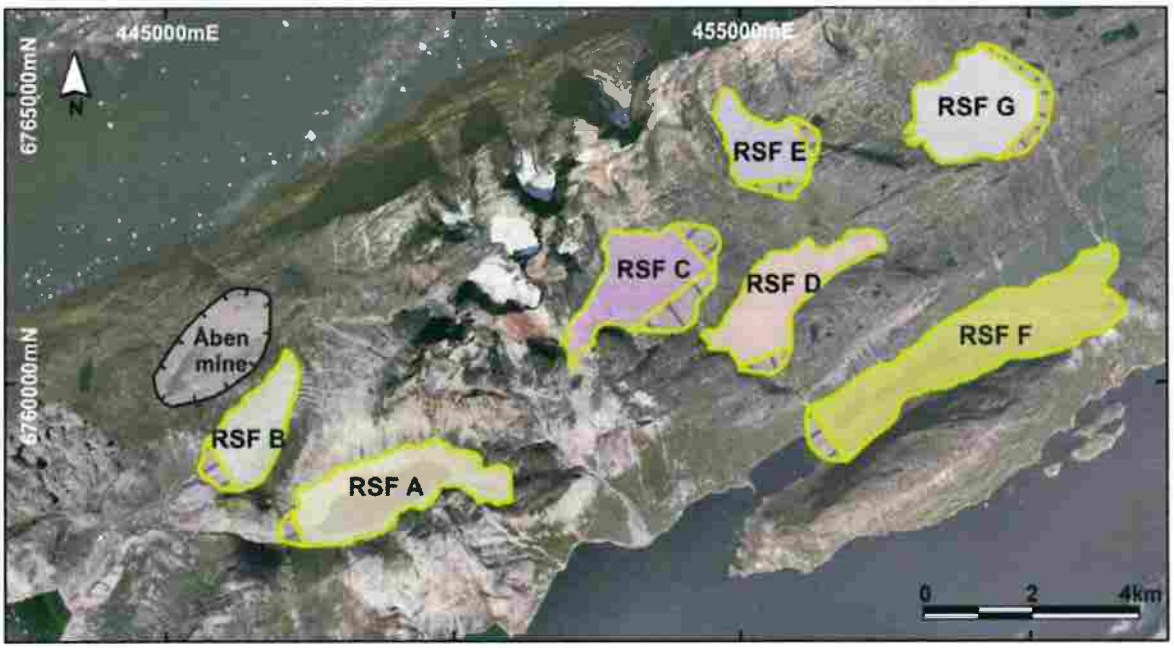
- Krav angående areal / volumen
- Topografi
- Afstand fra foreslået placering af anlægget
- Adgangsforhold
- Undgåelse af behov for sterilisering af malmlegemer i fremtiden.

Syv placeringer blev identificeret ved denne skrivebordsbaserede vurdering:

A. Området ved Taseq-bassinet
B. Syd for den åbne grube, nordøst for byen Narsaq
C. Central placering i dalen, øst for Nakalak bjergkæden
D. Naturligt bassin, øst for Nakalak bjergkæden
E. Placering i dalen, vest for Naajarsuit-bjerget
F. Sahannguit Fjord, nordvest for Ipiutaq
G. Placering i dalen, øst for Nakalak bjergkæden

Disse alternativer vises på de to billeder nedenfor.

Figur 23 3D-visning af alternativer for tailings



Figur 24 Alternativer for anlæg til restmaterialer (RSF)

To af de placeringer, der blev identificeret ved skrivebordsundersøgelsen, blev anset for at være ikke-foretrukne for deponering af tørt tailingsmateriale (område (A) i Taseq-bassinet og Sahannguit Fjord, nordvest for Ipiutaq (F)), da de begge er naturligt våde områder.

Alle de andre placeringer blev anset for at være egnede til enten våd eller tør tailingsdeponering som angivet i nedenstående tabel.

Tabel 9 Egnethed med hensyn til tailings-tilstanden

Egnethed med hensyn til tailings-tilstanden		
Placering	**Våd**	**Tør**
A	✓	
B	✓	✓
C	✓	✓
D	✓	✓
E	✓	✓
F	✓	
G	✓	✓

Klassificering af potentielle placeringer og valg af foretrukken placering

For at lette udviklingen af en metode til klassificering af de syv placeringer blev der udpeget en række kriterier (miljømæssige, sociale og tekniske). Hver placering har modtaget point for hvert kriterium.

Resultaterne afspejler sandsynligheden for en påvirkning fra udviklingen baseret på hver faktor. De ressourcer, der er nødvendige for at afhjælpe problemer, afspejles også i pointafgivelsen.

Der gives 1 point for mindre potentielle påvirkninger, mens 2 eller 3 point bruges til at fremhæve forskelle mellem en minimal effekt og mere negative virkninger.

3 point for hvert kriterie identificerer en potentielt uacceptabel påvirkning ved at anvende den pågældende placering til TSF-anlægget.

Følgende kategorier for klassificering blev defineret

1. Afvandingsområde
2. Arealmål
3. Biodiversitet
4. Indvirkning på bosættelser
5. Visuel påvirkning
6. Lokal økologi og rekreation
7. Geoteknik / geologi
8. Praktisk tilgængelighed.

1. Afvandingsområde

Potentielle konsekvenser for vandområderne blev vurderet ud fra stedets geologi, indvindingssteder for vandforsyning og overfladevandkilder.

1 point	Ingen indvirkning på vandforsyningen eller overfladevandkilder. Området befinder sig neden for vandkilden
2 point	Mulig indvirkning på vandforsyningen eller overfladevandkilder.
3 point	Indvirkning på vandforsyningen.

2. Arealmål

Omfanget af forstyrrelse af jorden er baseret på det umiddelbare fodaftryk, der kræves for hvert anlæg og dets tilhørende støtte-infrastruktur, herunder rørledninger og veje, der kræves for at forbinde TSF-anlægget med mineanlægget (klassificeret fra mindst til størst).

1 point	Relativt lille fodaftryk
2 point	Af mellem skala
3 point	Relativt stort fodaftryk

3. Biodiversitet

Påvirkningen af biodiversiteten blev vurderet ud fra tilstedeværelsen af vegetation og den naturlige værdi for habitat for vegetation og fauna.

1 point	Området er ufrugtbar klippe eller habitat har ingen særlig værdi
2 point	Vegetation er tydelig, men almindelig. Værdien for habitat er lav. Vil medføre en vis nedbrydning af det naturlige miljø
3 point	Vegetation er tydelig, potentielt sjælden eller har kommerciel værdi. Værdien for habitat er høj.

4. Påvirkning af bosættelser

Påvirkningen blev vurderet ud fra nærheden til lokalbefolkning eller -samfund

1 point	Relativt fjernt fra enhver menneskelig beboelse
2 point	Placeret inden for 4-8 km afstand til fra menneskelig beboelse
3 point	Placeret tættere end 4 km fra menneskelig beboelse.

5. *Visuel påvirkning*

Påvirkningen blev vurderet ud fra nærheden til lokalbefolkning eller -samfund

1 point	Usandsynligt at være synlig fra udsigtspunkter
2 point	Synlig fra mindst 1 udsigtspunkt
3 point	Synlig fra en række mulige udsigtspunkter.

6. *økosystemtjenester og rekreation*

Projektet kan muligvis skabe konsekvenser for de fordele, som folk har fra økosystemer (kaldet økosystemtjenester) gennem forstyrrelsen af det eksisterende økosystem som følge af projektets aktiviteter. Typer af potentiel påvirkning omfatter: Påvirkning af den rekreative brug af arealer, påvirkning af vandkilder og landformsstabilitet (f.eks. erosionsbeskyttelse) og påvirkning af kulturområder (f.eks kulturarvssteder).

1 point	Begrænset eller ingen påvirkning af økosystemtjenester
2 point	Moderat påvirkning
3 point	Væsentlig påvirkning fra jordrensning, støj, støv, adgangsbegrænsning mv.

7. *Geoteknik / geologi*

Graden af porøsitet i det geologiske substrat, som ligger til under overfladen ved de mulige placeringer

1 point	Underlag af ikke-porøs krystallinsk vulkansk klippe med lav permeabilitet
2 point	Underlag bestående af lag med forskellige niveauer af porøsitet
3 point	Underlag af mellem- til grovkornet sandsten.

8. *Praktisk tilgængelighed*

Den praktiske tilgængelighed til et potentielt sted tilgodeser den fysiske afstand mellem mine og procesanlæg, højdeforskellen mellem de to placeringer og den relative lette konstruktion af infrastrukturen for transportkorridoren mellem de to anlæg (der henvises hertil i de topografiske beskrivelser nedenfor). Jo lavere praktisk tilgængelighed der er, desto større er den forventede miljøpåvirkningen fra udvikling og drift af infrastrukturen for transportkorridoren.

1 point	Korte afstande, opbevaringsfaciliteter ved lignende eller lavere koter, ikke skadelig påvirkning af topografien
2 point	Mindst en af de tre faktorer, der er identificeret ovenfor, har en signifikant negativ påvirkning
3 point	Længere afstande, opbevaringsfaciliteter ved højere koter eller krav om passage af en transportkorridor ved højere koter, negativ påvirkning af topografien.

Vurdering af påvirkningen fra hvert af kriterierne er vist nedenfor i Tabel 10.

Tabel 10 Vurdering af påvirkning

Kriterie	Valgmulighed placering RSF (anlæg til deponering)						
	A	B	C	D	E	F	G
Afvandingsområde / Vandforsyning	2	2	3	2	2	3	2
Fodaftryk	2	1	2	2	2	3	3
Vegetation	1	3	2	2	1	3	1
Påvirkning af bosættelser / arealanvendelse / ejerskab	2	3	2	1	1	3	1
Visuel påvirkning	2	3	2	2	2	3	3
Lokal økologi og rekreation	2	3	2	2	2	2	3
Geoteknik / Geologi	1	2	2	2	2	2	3
Adgangsforhold	1	1	3	2	3	3	3
Samlet score	**13**	**18**	**18**	**15**	**15**	**22**	**19**

Efter overvejelse af alle faktorer er den foretrukne placering A - Taseq-bassinet.

Denne placering havde den laveste samlede score og ingen kriterier blev vurderet med en score på 3, hvorved risikoen for, at en uacceptabel påvirkning er forbundet med placeringen, undgås.

Valg af type og deponeringsmetode for tailings

Taseq-bassinet er et naturligt impermeabelt bassin, placeret på Ilimaussaq-intrusionen. Bassinet overlejrer ikke nogen potentielt værdifulde mineralske forekomster og er i øjeblikket fyldt op af en sø. Søen er et alkalisk miljø, indeholdende vand der ikke kan drikkes og uden fiskeliv.

Søen er ikke synlig fra fjordene eller fra byen Narsaq.

Der er blevet overvejet en række fysiske former for deponeringen af tailings i Taseq-bassinet [72]:

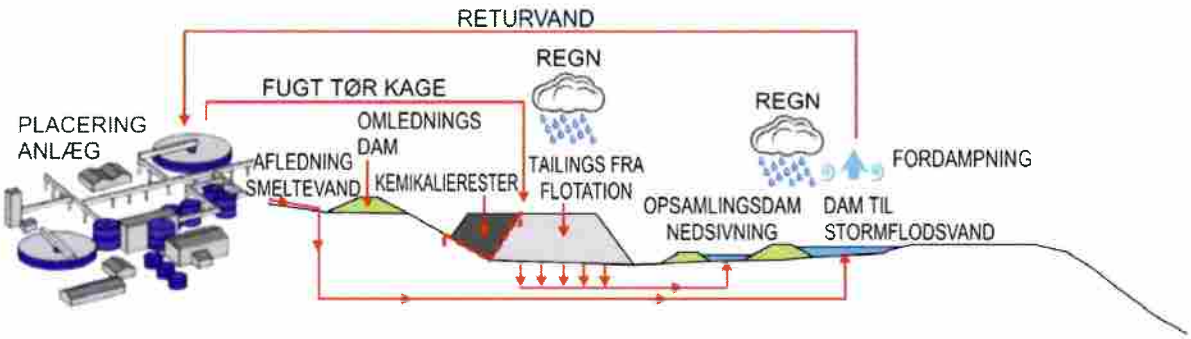
- Tør deponering af tailings — Filterkage
- Våd deponering af tailings — Fortykket slam / pasta
- Våd deponering af tailings — Traditionelt slam
  - Deponering under vand
  - Subaereal deponering.

Et yderligere alternativ, nemlig samdeponering af tailings og stenaffald, blev anset for uegnet til projektet. Ved samdeponering opbevares afvandede tailings med affaldssten efter fysisk sammenblanding af op til 10% tailings pr. enhed affaldssten og placering af det resterende produkt i et "hulrum", indenfor deponeringsanlægget. Hulrummet vil derefter blive sekventielt tildækket af sten. Som følge af de potentielle miljøpåvirkninger fra støv og uddunstninger fra radon / thoron fra udtørrede tailings sammen med kravet om yderligere materialehåndtering på produktionsanlægget og transport til WRS, blev samdeponering anset for uegnet til projektet.

Tør deponering af tailings - Filterkage

Et vist niveau af afvanding af Taseq-bassinet vil være påkrævet for alle de deponeringsmuligheder, der er blevet overvejet, dog vil omfanget af afvandingen være størst for tør deponering.

For tør deponering afvandes de opslæmmede tailings, så der hovedsageligt dannes en filterkage, der typisk indeholder 70 til 85 % faste stoffer efter vægt. Den fugtige filterkage bliver efterfølgende flyttet til et deponeringsanlæg, hvor den placeres i en bunke, der gør det muligt for tailings at falde ned af i bunkens frie ende for at danne en naturlig skråning af materialet. Vinklen på skråningen vil variere i overensstemmelse med udjævningen af materialet, dets sammenhæng og fugtindholdet ved deponeringen.



Figur 25 Design for deponering af tørre tailings

En dam til returvand er påkrævet nedstrøms for at opfange eventuel udsivning og stormvand. For projektet vil returvand blive genanvendt til Projektoperationerne med overskydende vand, der efter behandling udledes til Nordre Sermilik fjord .

Tør deponering af tailings vil også kræve:

- Afledningsmekanismer der forhindrer at tailings bliver udsat for overfladevand eller vand fra snesmeltning, samt
- en dæmning.

Tør deponering af tailings er bedst egnet til relativt flad topografi.

En stak eller bunke af filterkage kan ikke dækkes sekventielt med jordfyld uden sterilisering af en del af anlæggets kapacitet. Som følge heraf vil stakken eller bunken under projektets driftsfase være tilbøjelige til udtørring og emissioner af støv, medmindre der udvikles og installeres alternative teknologier for begrænsning af støvudledning. Hvis der genereres støv, vil det kunne være en ekstra kilde til radioaktive emissioner.

Våd deponering af tailings – Fortykket slam / pasta

Deponering med fortykket slam / pasta involverer afvanding af tailings-materialet til en specifik bulk-densitet, før der foretages deponering i et deponeringsanlæg. Den endelige massetæthed for tailings-materialet vil være en funktion af driftsfaktorer [rheologi, pumpekapacitet, afstand til oplagringsfaciliteter].

Ved deponeringsanlægget afgives fortykkede tailings fra en serie af åbne endepunkter forhøjet enten over eller under overfladen, og de fortykkede tailings opfører sig som en plastisk viskøs væske og strømmer enten som en serie af indbyrdes forbundne strømme eller som et vandtæppe. Når materialets indre friktion overstiger de kræfter, der får det til at strømme, vil strømmen ophøre med at bevæge sig, og både grove og fine partikler afsætter sig og frigør det interstitielle frie vand.

Den resulterende strandoverflade omfatter sædvanligvis over 95% af de udledte faste stoffer og er relativt erosionsbestandig under normale forhold.

Den fremkomne supernatant vil almindeligvis blive behandlet og recirkuleret.

Deponering af fortykket tailings-materiale anses for egnet til tailings, der udviser en graduering af partikelstørrelsen på mindst 15% under 20 µm. Da denne profil ikke er i overensstemmelse med profilen for projektets tailings, blev denne metode til deponering af talilings ikke anset for at være passende for projektet.

Våd deponering af tailings – Traditionelt slam

Deponering af slam bruges i vid udstrækning indenfor minedrift.

Opslæmmede tailings kan deponeres i et deponeringsanlæg enten under vand eller ved overfladen (subaerial).

a) Subaereal deponering (over vand)

Slam pumpes via rørledning fra kilden til deponeringsstederne [spigot-rør, cyklon-rør, åbne rør] placeret over deponeringsområdet på deponeringsanlægget.

Tidlig adskillelse af interstitielt vand fra massen opmuntres ved sekventielt at udlede tailings-materialet i mindre lag på tailings-stranden opstrøms. Let skrånende strande af afsat materiale dannes ved udløbene.

Udledningspunkterne flyttes jævnligt, og nylig udledte lag tørres. Efter en passende periode placeres et nyt lag af tailings over det tørrede område.

Der kræves en transportkorridor til udledning sammen med returledninger.

Et anlæg til deponering af tailings med subaerial udledning kan ikke dækkes sekventielt med jordfyld uden sterilisering af en del af anlæggets kapacitet. Som en konsekvens heraf kan der, under driftsfasen for et projekt, og idet materialet tørrer, forekomme udtørring og støvudslip og det kan være en ekstra kilde til radioaktive emissioner.

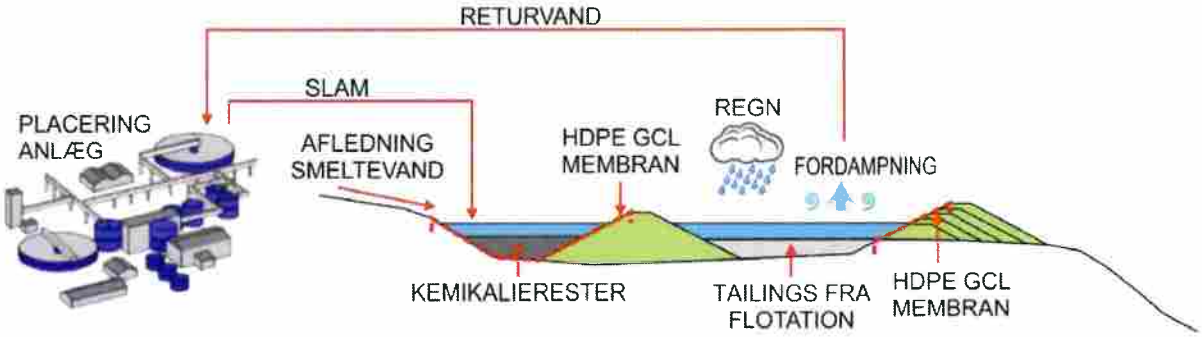
I lyset af potentialet for støv og den tilhørende risiko anses for radon er sub-aerial deponering af tailings ikke for egnet for projektet.

b) Udledning af tailings under vand (sub-aqueous)

Anlægget til deponering af tailings, der indeholder tailings med potentiale til at producere surt dræn, dækkes typisk med vand for at forhindre oxidation. Projektets malmforekomst er ikke karakteriseret ved sulfidmineralisering og vil ikke producere syre, hvis den oxideres. Dog er projektets tailings let radioaktive, og et vanddække danner en effektiv barriere ved dette niveau af radioaktivitet.

Opslæmningen pumpes via en rørledning fra kilden til deponering fra åben rørende på deponeringspunktet placeret under den vandoverflade, der dækker deponeringsanlægget. En flydende pram kan også udnyttes til at hjælpe med fordelingen af tailings-materialet.

Den sekventielle hydrauliske aflejring af tailings under vand, tilskynder til naturlig adskillelse hvor groft materiale bliver deponeret på en stejl strand under vandet og ved siden af deponeringspunktet, og det finere materiale transporteres videre ind i supernatant-dammen, hvor det, afhængigt af retentionstidspunktet, vil lægge sig og hærde.



Figur 26 Design for deponering af våde tailings

På grund af muligheden for høje kolloide niveauer i supernatant-vandet vil direkte udledning af overskydende supernatant til miljøet ikke være mulig, hvorfor returvandet genanvendes.

Der kræves en transportkorridor til udledning sammen med returledninger.

Miljørisikovurdering af forslag til deponering af tailings

I januar 2018 blev der udarbejdet en miljørisikovurdering af forslag til deponering af tailings i Taseq-bassinet (ERA). Vurderingen blev udarbejdet af Wood plc (Amec Foster Wheeler) [72].

ERA-rapporten forudsætter, at TSF-anlægget i Taseq-bassinet skal konstrueres, betjenes og vedligeholdes ved hjælp af den bedst tilgængelige teknologi og praksis under hensyntagen til retningslinjer og anbefalinger fra IAEA, programmet Mine Environment Neutral Drainage (MEND), Canadas mineforbund og bedste internationale praksis, herunder retningslinjerne fra Europa-Kommissionen.

De to muligheder for deponering af tailings der blev gennemgået, var: Tør stabling af filterkage og deponering under vand af konventionelle opslæmmede tailings.

For gennemgangen af den tørre deponering blev det antaget, at tailings-materialet vil blive filtreret på procesanlægget og lastet og deponeret i et afvandet Taseq-bassin. Dertil blev det antaget at der bliver anlagt en dam til returvand nedstrøms anlægget, med henblik på opsamling af udsivning og regnvand. Overskydende vand vil blive genanvendt.

ERA-rapporten konkluderede:

"De miljømæssige risici forbundet med henholdsvis våd og tør deponering under driften er meget ens. Der blev identificeret 12 risikopunkter med den våde deponering, hvoraf fire er moderate risici, og ti risikopunkter med tør deponering, hvoraf fire risici ligeledes er moderate og resten lave".

De 4 materielle risici for tør deponering, der blev klassificeret som moderate var:

- Større skred på tailings-depotets sider
- Behov for udledning af ubehandlet vand til Bredefjord (Nordre Sermilik)
- Transport af forurenede partikler ind i dalen fra TSF-anlægget [støv]
- Spild af returvand mellem TSF og vandrensningsanlægget under transporten.

Afhjælpende foranstaltninger for tør deponering af tailings blev anskuet i ERA-rapporten, men de vil ikke blive diskuteret yderligere her, da tør deponering ikke er blevet valgt for projektet.

De 4 materielle risici for våd deponering, der blev klassificeret som moderate var:

- Totalt nedbrud af dæmningen

- Delvist nedbrud af dæmningen
- Spild af returvand under transporten
- Behov for udledning af vand til fjorden.

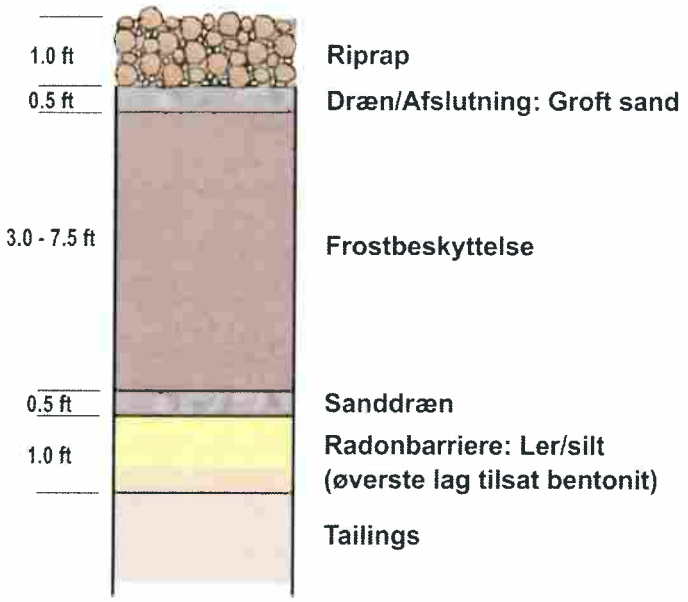
Disse risici vil blive håndteret under anvendelse af en række afhjælpende foranstaltninger, herunder:

- Udformning af dæmningen i overensstemmelse med international bedste praksis og ifølge designkriterier og retningslinjer fra den internationale kommission for store dæmninger (ICOLD).
- Udnyttelse af bedste praksis til anbringelse af tailings
- Overvågning af returvandsledningerne
- Damme langs rørledningen for tilbageholdelse af udslip i en nødsituation
- Isolerede pumpehuse for at undgå frysning
- En beredskabsplan, planlagt til nødsituationer med potentielt spild.

Udvælgelse af langsigtet tildækning til TSF-anlægget efter lukning af minen

Tør tildækning af TSF -anlægget ved lukning / efter lukning

Tør tildækning omfatter afdækning af TSF-anlægget når deponeringen er ophørt. Typisk afdækning omfatter en radonbarriere umiddelbart oven på tailings-materialet, over hvilken der efterfølgende etableres et drænende sandlag, et frostbeskyttelseslag, et afløbs- / afslutningslag af groft sand og et beskyttende riprap-lag som det endelige overfladelag.



Det Internationale Atomenergiagentur IAEA (2004). Den langsigtede stabilisering af uran-tailings, TECDOC 1403

Figur 27 Snittegning af tørtdække over TSF

Afledningskanaler omkring det tørre TSF-anlæg skal opretholdes på langt sigt for at reducere risikoen for erosion. Der vil være begrænset behandling (< 6 år) af stormvand og udsivning, men overvågningen af vandkvaliteten vil blive gennemført løbende.

Et væsentligt problem for den langsigtede tørre dækning af projektets TSF-anlæg er kravet om op til ca. 25 Mt [baseret på profilen i diagrammet ovenfor] af materiale til dækning af det forventede område for anlægget ved afslutningen af minens levetid.

Erhvervelsen af de forskellige kategorier af materiale til dækning forventes at være problematisk. Produkter der har været dækket af is over lang tid omfatter ikke det udvalg af materialer, der kræves: Sand, lerslam og brudt sten / småsten i forskellige størrelser. Dette er især tilfældet for de mængder, der ville være nødvendige for at dække projektets deponeringsanlæg. Et antal millioner tons ler og sand, der eventuelt er adskilt i groft og fint, vil være påkrævet og vil skulle transporteres til stedet, hvilket igen vil kunne påvirke biodiversiteten i området gennem indførelsen af nye organismer.

En potentiel kilde til noget af det materiale til dækning, frostbeskyttelse og riprap-lagene, kunne være projektets WRS-materiale. Imidlertid er WRS-materialet et udifferentieret produkt dannet ved sprængning og uden der er foretaget nogen form for yderligere knusning og eller screening, sandsynligvis ikke egnet til nogen dele af det tørre dække.

Våd tildækning af TSF -anlægget ved lukning / efter lukning

Våd tildækning indebærer, at der bibeholdes et lag (mindst 1,5 m) af vand på toppen af tailings-anlægget for at undgå at tailings-materialet udsættelse for atmosfæren. Hvis det er påkrævet, vil et tyndt lag af inert sand blive fordelt under vandet ovenpå tailings-materialet, for at forhindre genopslæmning.

Supernatant-vandet vil blive behandlet i mindst 6 år efter afslutningen af aktiviteterne med minedrift og forarbejdning, for at opfylde vandkvalitetskriterierne, hvorefter overfladevand vil få lov at vende tilbage til bassinet.

Når den ønskede vandkvalitet er opnået, vil vandniveauet i dæmningen gradvist få lov at stige, indtil det når niveauet på dæmningsvæggen. Overløbsvand bliver afledt via konstruerede overløbskanaler til det naturlige afløbssystem på overfladen.

Overløbskanalerne vil blive bibeholdt, men afledningskanaler vil ikke blive opretholdt efter minens lukning, men vil få lov at blive fyldt naturligt op med sedimenter.

Miljørisikovurdering af forslag til langsigtet tildækning af tailings-anlægget

ERA-rapporten fra januar 2018 omfattede også vurderingen af forslagene til langsigtet tildækning af det foreslåede Taseq TSF-anlæg. ERA-rapporten konkluderede:

"Miljørisikoen ved lukningen er ens for de våde og tørre muligheder for tildækning.

Der blev identificeret otte risikopunkter med den våde lukning af anlægget, hvoraf to er moderate risici, og fem risikopunkter med tør lukning, hvoraf to risici ligeledes er moderate og resten lave [72].

Imidlertid er Taseq-området et naturligt bassin, der gør det naturligt mere egnet til en våd lukning. For den tørre tildækning kræves der betydelig og vedvarende vedligeholdelse af kontrolstrukturer for omledning og afstrømning i meget lang tid, for at minimere risikoen for erosion, mens det for det våde alternativ for tildækning kun vil være nødvendigt med vedligeholdelse af overløbskanalerne ved dæmningen."

De to potentielle miljømæssige risici, der blev klassificeret som moderate for tør tildækning ved lukning, er:

- Langvarig erosion af det tørre dække og af selve affaldsbjerget
- Større skred på tailings-depotets sider.

Afhjælpende foranstaltninger for en tør tildækning er blevet overvejet i ERA-rapporten, men er ikke blevet beskrevet her, da tør langtidsdækning ikke er blevet udvalgt til projektet.

De to potentielle miljømæssige risici, der blev klassificeret som moderate for våd tildækning ved lukning, er:

- Totalt nedbrud af dæmningen
- Delvist nedbrud af dæmningen.

Disse risici vil blive håndteret under anvendelse af en række afhjælpende foranstaltninger, herunder [1]:

- Udformning af dæmningen i overensstemmelse med international bedste praksis og ifølge designkriterier og retningslinjer fra den internationale kommission for store dæmninger (ICOLD).
- Membranforing af skråninger opstrøms
- Udnyttelse af bedste praksis til anbringelse af tailings
- Anvendelse af en nedstrøms-konstruktionsmetode
- Installationen af højkapacitets opstrøms afledningskanaler
- Langsigtet vedligeholdelse og overvågning af dæmningen efter lukningen, finansieret efter aftale mellem GML og Grønlands Landsstyre.

5.7 Energialternativer

Heavy Fuel Oil (svær brændselsolie)

Installationen af en 59 MW HFO-fyret kombineret varme- og kraftstation er blevet undersøgt for projektet.

Idet HFO producerer betydeligt højere niveauer af svovludledninger end ved genereringen af tilsvarende elektricitetsniveauer produceret ved forbrænding af diesel, blev det opgivet at anvende HFO til elproduktion for projektet [19].

Energi fra vandkraft

Anvendelsen af vandkraft til elproduktion blev første gang undersøgt af Risø i 1980'erne. Johan Dahl Land, der ligger ca. 55 km fra projektet, er tidligere blevet identificeret som en mulig kilde egnet til udviklingen af vandkraft til projektet.

GML gav erfarne specialister i vandkraftanlæg til opgave at afgøre lønsomheden ved at udvikle vandkraft til projektet [51]. Undersøgelsen klarlagde, at levering af energi fra vandkraft til at dække projektets elforbrug (ca. 35 MW) til behandling af 3 Mtpa af malm, ville kræve inddæmning og afledning af tre højlandssøer i Johan Dahl-området. Projektet ville også kræve konstruktionen af en afledningstunnel, der tilfører søvand til turbiner for elproduktion. Elektriciteten skulle derefter overføres til projektstedet fra John Dahl Land via en kraftledning over jorden med en længde på 55 km [29].

Denne mulighed blev ikke betragtet som lønsom for første etape af udviklingen af projektet på grund af de nødvendige væsentlige infrastrukturanlæg. Fremtidige muligheder for udvidelse vil overveje brugen af vandkraft som en troværdig alternativ energikilde.

6. Metode for vurderingen af miljøpåvirkningerne

6.1 Indledning

Projektets EIA (vurdering af miljøpåvirkningerne) tager højde for en række faktorer som opsummeret i afsnit 6.2.

Denne vurdering af påvirkningerne blev gennemført i overensstemmelse med *Mineral Resources Act* 2010 (loven om råstoffer) og identificerer potentielle miljøpåvirkninger i forbindelse med opførelse og drift af anlægget samt foreslået afhjælpende foranstaltninger.

Undersøgelser udført af uafhængige konsulenter omfatter, men er ikke begrænset til, følgende:

Fysisk

- Støjvurdering (Orbicon) [52].

Atmosfærisk

- Luftkvalitetsvurdering (ERM) [19]
- Vurdering af drivhusgasser (ERM) [20].

Vandmiljø

- Hydrologi og klima (Orbicon) [51]
- Preliminær vurdering af påvirkningen af grundvandet fra tailings-anlægget (GHD, Orbicon) [24]
- Vandkvalitetsvurdering af tailings-vand og afstrømning fra stenaffald (Orbicon) [58]
- Marine udledninger og fjorddynamik - Modellering og fortolkning af økotoksikologiske undersøgelser (DHI) [17]
- Modellering af minens levetid (vand, fluor og uran) (GHD) [23]
- Vindspredning (Orbicon) [59]
- Vurdering af brud på dæmningen til tailings (ARCADIS Canada) [7].

Biodiversitet

- Det naturlige miljø i undersøgelsesområdet (Orbicon) [57].

Lokal brug og arv

- Studie lokal brug (Orbicon) [54]
- Arkæologiske undersøgelser (Grønlands Nationalmuseum og Arkiv) [48]
- Kvanefjeld Vurdering af samfundsmæssig bæredygtighed (Shared Resources) [69]

Radiologiske emissioner

- Radiologisk vurdering (ARCADIS Canada) [5]
- Vurdering af transporten af uranprodukt (ARCADIS Canada) [3]
- Skitseplan for strålingsovervågning (ARCADIS Canada) [4]
- Radon og Thoron frigivelser (ARCADIS Canada) [6].

Anlæg til deponering af tailings

- Lønsomhedsundersøgelse flotationstailings og anlæg til deponering af kemikalierester, Kvanefjeld-projektet for uran og sjældne jordarter, Grønland (Amec Foster Wheeler Earth & Environmental (UK) Ltd.) [1]
- TSF miljørisikovurdering af forslag til deponering af tailings og langsigtet tildækning [72].

Geokemisk karakterisering

- Geokemisk / miljømæssigt testarbejde (SGS Lakefield Oretest) [67].

6.2 Metode og struktur for vurderingen påvirkningerne

I overensstemmelse med *Retningslinjerne for udarbejdelse af en vurdering af miljøpåvirkningerne (EIA) for udnyttelse af mineraler i Grønland* [45], og for bedst at kunne præsentere de miljøbaserede basislinje-data og vurderingen af mulige miljøpåvirkninger er denne rapport blevet struktureret så de miljømæssige påvirkninger forbundet med projektet tilknyttes de specifikke miljømæssige faktorer, der er beskrevet nedenfor:

- Kemiske og toksikologiske faktorer (forurening), der er opdelt i:
  - Fysisk miljø (Afsnit 7)
  - Atmosfæriske omgivelser (Afsnit 8)
  - Radiologiske emissioner (Afsnit 9)
  - Vandmiljø (Afsnit 10)
  - Affaldshåndtering (Afsnit 11)
- Forstyrrende faktorer (påvirkning af flora og fauna) (Afsnit 12)
- Lokal brug og lokal viden (Afsnit 13).

For hver af de miljømæssige faktorer er vurderingen blevet struktureret til at overveje følgende forhold:

- Eksisterende miljø
- Mulige påvirkninger
- Vurdering af påvirkninger
- Afhjælpende foranstaltninger
- Forventede resultater.

6.3 Potentiel påvirkning

De mulige påvirkninger, der vurderes for hver miljømæssig faktor i denne rapport, er opsummeret i Tabel 11. De potentielle påvirkninger omfatter en kilde (fra mineprojektet), en vej og en receptor.

Tabel 11 Potentiel påvirkning

Faktor	Påvirkning	Sektion
Fysisk miljø	Konstruktionen og driften af projektet kan potentielt medføre fysiske ændringer af landskabet og reduceret visuel herlighedsværdi.	7.3.1
	Konstruktionen og driften af projektet kan potentielt medføre erosion.	7.3.2
	Konstruktionen og driften af projektet vil forøge støjemissionerne og kan potentielt medføre forringet generel herlighedsværdi.	7.3.3
	Konstruktionen og driften af projektet vil forøge lysmissionerne og kan potentielt medføre forringet generel herlighedsværdi.	7.3.4
Atmosfæriske omgivelser	Konstruktionen og driften af projektet vil danne støv, hvilket potentielt kan medføre forringet luftkvalitet og medføre sekundære påvirkninger i forbindelse med den fysiske eller kemiske sammensætning af støvet.	8.3.1
	I løbet af faserne med konstruktion, drifts og lukning, vil projektet generere gasformige luftemissioner (nitrogenoxider, svovloxider, sodpartikler og	8.3.2

Faktor	Påvirkning	Sektion
	polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH)), der potentielt kan reducere luftkvaliteten	
	Konstruktionen og driften af projektet vil medføre forøgede udledninger af drivhusgasser.	8.3.3
Radiologiske emissioner	Konstruktionen og driften af projektet vil frigive radioaktivitet, hvilket kan medføre forurening af miljøet og påvirkning af menneskers sundhed.	9.3.1
	Under konstruktionen og driften af projektet er der risiko for ulykker, der kan medføre udledning af radioaktivitet til atmosfæren, jorden og vandet.	9.3.2
	Brud på TSF-dæmningen kan potentielt medføre frigivelse af tailings-vand og faste stoffer til land- og vandområder nedstrøms for TSF-anlægget og tilknyttet radiologisk eksponering	9.3.3
	Frigivelse af aerosoler fra TSF-anlægget kan potentielt medføre forurening af jorden og frigivelse af radioaktivitet i retning med vinden og fra TSF-anlægget	9.3.4
Vandmiljø	Konstruktionen og driften af projektet vil ændre den hydrologiske proces, hvilket potentielt kan påvirke vandkvaliteten.	10.3.1
	Driften af TSF-anlægget kan potentielt medføre forurening uden for TSF-anlægget som følge af spild, skader på TSF-anlægget eller vind.	10.3.3
	Frigivelse af aerosoler fra TSF-anlægget kan potentielt medføre forurening af vandet i retning med vinden og fra TSF-anlægget	10.3.4
	Udledning af vand fra projektet kan potentielt påvirke vandkvaliteten i Norde Sermilik-fjorden.	10.3.5
	Under konstruktionen og driften af projektet er der risiko for ulykker, der kan medføre udledning af kemikalier (f.eks. olieudslip) til miljøet.	10.3.6
	Under konstruktionen og driften af projektet er der risiko for ulykker, der kan medføre udledning af procesvand til miljøet.	10.3.7
Affaldshåndtering	Affald, der genereres under opførelse og drift, kan potentielt medføre miljøpåvirkninger, hvis affaldet ikke håndteres hensigtsmæssigt.	11.3.1
Biodiversitet	Konstruktionen og driften af projektet vil medføre forstyrrelser af habitat for terrestrisk fauna.	12.3.1
	Konstruktionen og driften af projektet vil medføre forstyrrelser af habitat for ferskvandsarter.	12.3.2
	Konstruktionen og driften af projektet vil medføre forstyrrelser af habitat for marin fauna.	12.3.3
	Konstruktionen og driften af projektet kan potentielt medføre forstyrrelser af habitat for terrestrisk fauna.	12.3.4
	Konstruktionen og driften af projektet kan potentielt medføre forstyrrelser af habitat i ferskvand og marint.	12.3.5
	Konstruktionen og driften af projektet vil omfatte forøget trafik med køretøjer, der potentielt kan medføre dødelighed blandt dyr.	12.3.6
	Konstruktionen og driften af projektet vil omfatte forøget marin trafik, der potentielt kan medføre indføringen af invasive ikke-oprindelige arter fra ballastvand.	12.3.7
Lokal brug og kulturarv	Konstruktion og drift af projektet vil begrænse den lokale brug af undersøgelsesområdet.	13.2.1
	Konstruktionen og driften af projektet kan potentielt påvirke kulturarvssteder.	13.2.2

6.4 Vurdering af påvirkningernes betydning

Det forventede resultat af hver påvirkning er opsummeret for hver miljømæssig faktor. Det forventede resultat vurderes i forhold til påvirkningen fra afhjælpende foranstaltninger.

Vurderingen af de forventede resultater betragter for hver af påvirkningerne det rumlige omfang af påvirkningen, varigheden af påvirkningen og påvirkningens betydning.

Rumlig skala af påvirkningen

- Projektområde — Direkte forstyrrelse af projektet, dvs. begrænset til selve aktiviteterne, infrastrukturen og den absolutte nærhed omkring projektet
- Undersøgelsesområde — Op til 5 km fra aktiviteten
- Regionalt — Fra 5 til 75 km fra aktiviteten
- Nationalt — Mere end 75 km.

Varighed (reversibilitet):

Varighed betyder tidshorisonten for påvirkningen.

Varigheden omfatter også graden af reversibilitet af effekten, dvs. i hvilket omfang påvirkningen er reversibel, fra fuldstændig reversibel til irreversibel.

- Kortvarig — Påvirkningen vil vare i en kort periode uden nogen irreversible påvirkninger
- Mellem varighed — Påvirkningen vil vare i en periode på måneder eller år, men uden permanente eller irreversible påvirkninger
- Minens levetid — Påvirkningen vil vare i en periode svarende til projektets levetid
- Langsigtet — Påvirkningen vil muligvis gå ud over projektets levetid, og der kan være tale om potentielt irreversible påvirkninger
- Permanent — Påvirkningen vil være permanent.

Betydning af påvirkningen:

- Meget lav — Meget lille/kortvarig forøgelse af ikke-toksiske kontaminanter i lokale luft-/ terrestriske / ferskvands-/ marine miljøer (vedrørende emissioner) og nedgang/forskydning af få dyre- og plantearter (ikke centrale) fra områderne med de projektrelaterede aktiviteter og/eller tab af habitat i områderne for projektrelaterede aktiviteter (vedrørende forstyrrelser)
- Lav — Lille forøgelse af ikke-toksiske kontaminanter i lokale luft-/ terrestriske / ferskvands-/ marine miljøer og/eller meget små midlertidige forøgelser af toksiske kontaminanter (vedrørende emissioner) og nedgang/forskydning af centrale dyrearter og/eller plantearter og/eller plantearter og/eller tab af habitat i undersøgelsesområderne (vedrørende forstyrrelser)
- Mellemstor — Nogen forhøjelse (over basislinje, nationale eller internationale retningslinjer) af kontaminanter, herunder giftige stoffer, i lokale eller regionale luft-/ terrestriske / ferskvands-/ marine miljøer eller nedgang/forskydning af centrale dyrearter og/eller plantearter og/eller plantearter og/eller tab af habitat på lokalt niveau

- Høj — Betydelig forhøjelse af kontaminanter, herunder giftige stoffer, (over basislinje, nationale eller internationale retningslinjer) i lokale eller regionale luft-/ terrestriske / ferskvands-/ marine miljøer eller nedgang/forskydning af centrale dyrearter og/eller plantearter og/eller plantearter og/eller tab af habitat på regionalt niveau.

7. Fysisk miljø

7.1 Eksisterende miljø

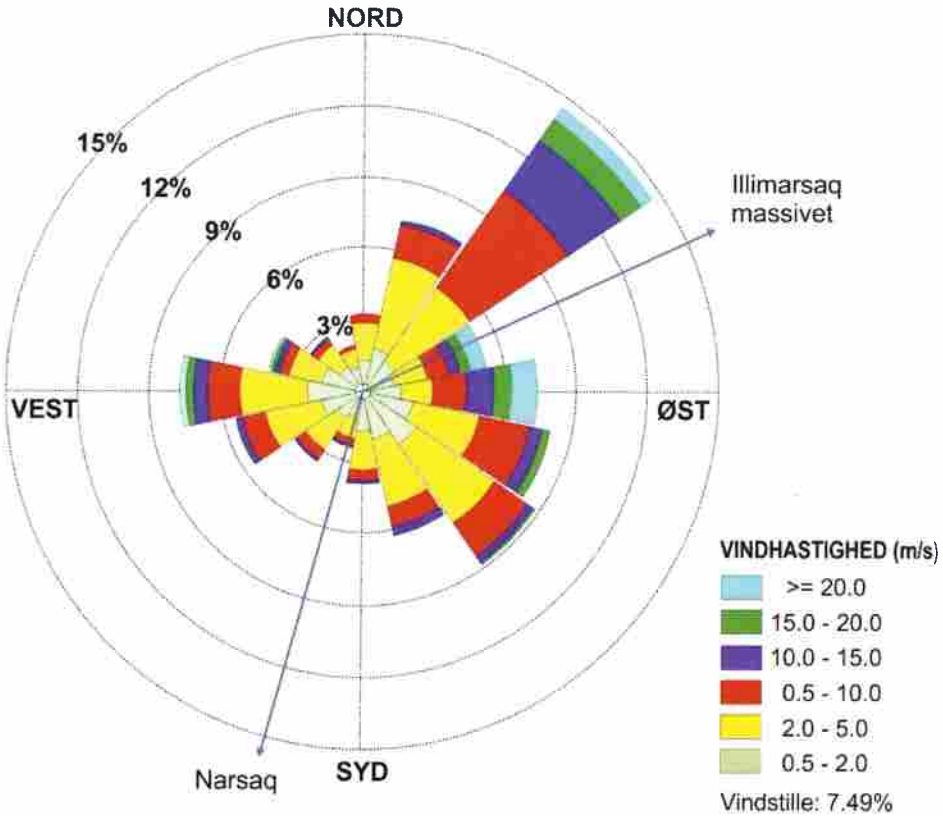
7.1.1 Klima

Klimaet i det sydlige Grønland påvirkes af det nordamerikanske kontinent og det nordlige Atlanterhav, sammen med indlandsisen på Grønland og de lave temperaturer på havoverfladen. Gennemsnitlige sommertemperaturer er på under 10 °C.

Beliggende kun 40 km fra det åbne hav, er vejret i det lokale område påvirket af havet, hvilket resulterer i kølige somre og relativt milde vintre. Der findes ingen vejrdata over længere tid for projektområdet, men data fra vejrstationer i nærliggende byer giver gennemsnitlige månedlige temperaturer over året. Qaqortoq, der ligger 30 km syd for projektet og tættere på havet, har en gennemsnitstemperatur på -5,5 °C i januar og 7,2 °C i august og juli. Narsarsuaq, der ligger 40 km øst for projektet og længere inde i landet, har en gennemsnitstemperatur på -6,8 °C i januar og 10,3 °C i juli. Narsaq ligger mellem disse to byer. Minen er placeret i en højere højde end Narsaq og vil derfor opleve lavere temperaturer.

Det årelig gennemsnitlige nedbør i Qaqortoq er på 858 mm og i Narsarsuaq 615 mm. Nedbørsmønsteret for projektområdet svarer mere til mønsteret for Qaqortoq, med en stigning på 3% pr. 100 m højde. Snedybden er typisk højest i februar, hvor der er blevet registreret et gennemsnit på 20 cm i Narsarsuaq og 41 cm i Qaqortoq [51].

Figur 28 viser vindhastigheden og retningen registreret af vejrstationen i Kvanefjeld mellem 2010 og 2014. De overvejende vindretninger er fra nordøst og sydøst. De fleste stærke vinde registreres i nordøstlig retning.



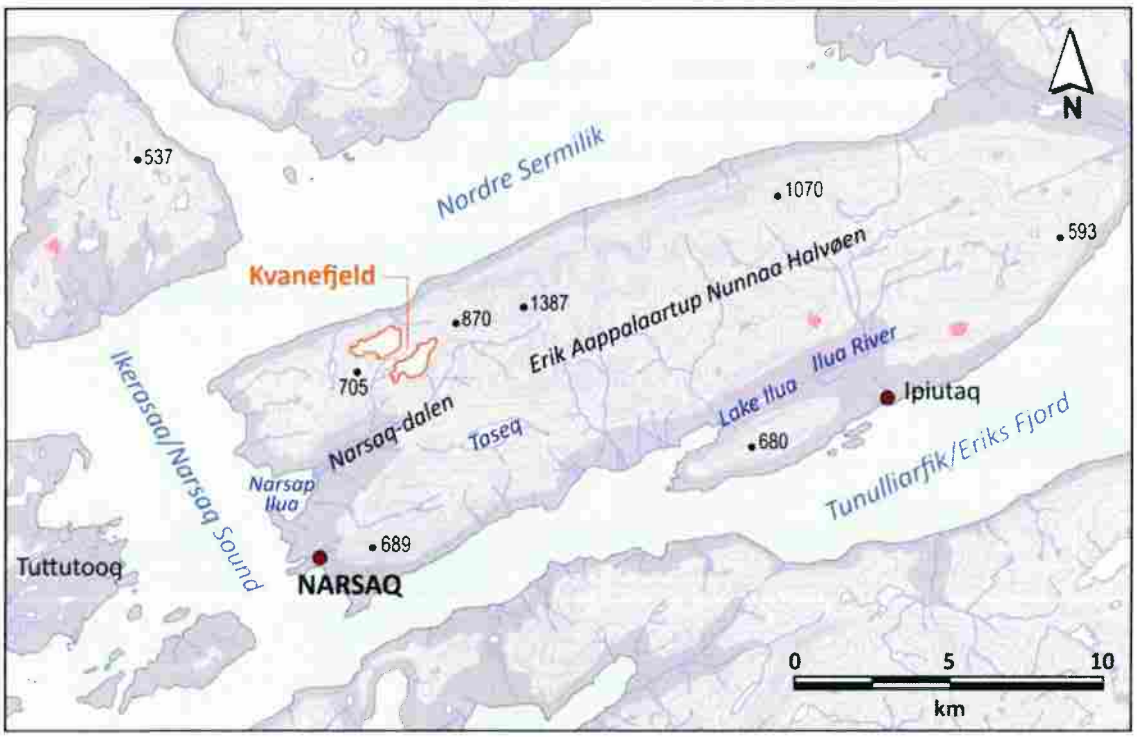
Figur 28 Vindretninger og vindhastighed registreret fra Kvanefjeld vejrstation

Føhnvinde er tilstande med pludselig tør og relativt varm luft og er almindelige i det sydlige Grønland og i projektområdet. Føhnvinde opstår som et resultat af adiabatisk kompression af luften, der fejer ned fra indlandsisen. Når føhnvinden blæser, falder den relative luftfugtighed til 30-40%, og temperaturen stiger med op til 15-20 °C inden for en time og kan forblive forhøjet i op til to dage. Virkningen fra føhnvinden er særlig markant om vinteren, hvor den kan medføre hurtig smeltning af sne.

7.1.2 Topografi

Landskabet i det sydlige Grønland er præget af relativt høje og stejle bjerge og ved lave øer og halvøer i kystområderne. Dette landskab er i vid udstrækning dannet af isen, der har skåret lange, smalle og dybe fjorde.

Kvanefjeld-forekomsten ligger på et plateau i en højde af 600 m, og malmforekomst findes i overfladen. Materialet med den højeste kvalitet findes i toplagene. Forekomsten findes på halvøen Erik Aappalaartup Nunaa tæt på Narsaq by (Figur 29). Syd for Kvanefjeld-forekomsten findes Narsaq-dalen og Narsaq-floden, der løber ned i dalen og derefter ud i fjorden ved Narsap Ilua-bugten.



Figur 29 Højder og konturer

7.1.3 Geologi og jord

Under en betydelig del af Kvanefjeld projekområdet ligger de usædvanlige basiske bjergarter i Ilimaussaq-komplekset. Disse bjergarter har et højt indhold af sjældne jordarter sammen med elementer såsom lithium, beryllium, thorium, niob, tantal og zirconium. På grund af den forrevne topografi er sten fra disse bjergarter blevet, og bliver fortsat, spredt af gletsjere, vand og vind, og de bidrager væsentligt til den talus og ur og de jordarter, der ligger på skråninger og opfylder dale. Denne spredning medfører naturligt forhøjede niveauer af sjældne jordarter, herunder uran og thorium, i det lokale miljø. Spredningen er især fremtrædende i Narsaq-dalen, i Taseq-bassinet og på skråningerne til de nærliggende fjorde.

Figur 30 Omrids af Ilimaussaq komplekset, som ligger under en stor del af projektets område. Nedbrydning af de usædvanlige sten til nærliggende dale og fjorde har stor indflydelse på de oprindelige miljømæssige forhold

Lujavrit er blandt de bjergarter, der findes i Ilimaussaq-komplekset. Den er værtsklippe til den malm med sjældne jordarter, som vil blive udgravet og bearbejdet. Lujavrit indeholder cirka % sjældne jordarter, % zink, % uran og høje niveauer af andre sjældne jordarter. Der er store fremspring af Lujavrit på Kvanefjeld-plateauet og på nærliggende skråninger. Betydelige mængder talus og ur fra nedbrudt lujavrit ligger på skråningerne til Tunulliarfik-fjorden i den sydlige ende af projektområdet.

Figur 31 Udspring af lujavrit (mørkegrå) vist neden for den stiplede linje på skråningen lige syd for Taseq-bassinet. Aktiv nedbrydning omdanner lujavrit-klippe til ur og sand, som ligger på skråningerne nedenfor

Forhøjede niveauer af fluorid findes naturligt i vandet i Narsaq-floden, Taseq-bassinet og Taseq-floden. Dette skyldes nedbrydningen af det vandopløselige mineral villiaumit i klipperne i Ilimaussaq-komplekset.

Projektområdet er også bemærkelsesværdigt for den lave biodiversitet. Almindelige dyrearter blev registreret, og kun tre plantesamfund blev identificeret. Visse sjældne planter blev fundet i området, men de vil ikke blive berørt af projektaktiviteterne.

7.2 Potentiel påvirkning

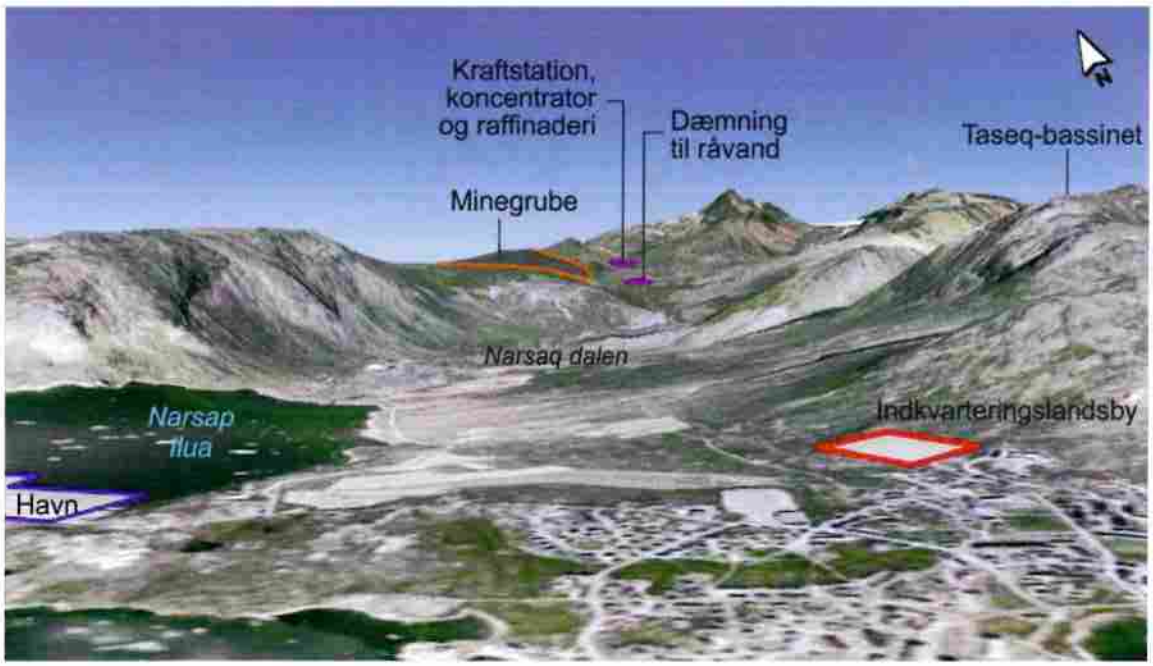
De mulige påvirkninger af det fysiske miljø, er:

- Konstruktionen og driften af projektet kan potentielt medføre fysiske ændringer af landskabet og reduceret visuel herlighedsværdi
- Konstruktionen og driften af projektet kan potentielt medføre erosion
- Konstruktionen og driften af projektet vil medføre forøgede støjemissioner
- Konstruktionen og driften af projektet vil medføre forøgede lysemissioner.

7.3 Vurdering af påvirkninger

7.3.1 Landskabsæstetik

Det øverste klippelag på Kvanefjeld vil blive fjernet i løbet af konstruktionsfasen (pre-stripping). Materialet vil blive deponeret som en stenbunke ved siden af gruben. Disse ændringer i topografien er permanente. Ændringer i topografien på grund af pre-stripping (og efterfølgende minedrift) på Kvanefjeld og oprettelsen af WRS-deponeringen vil have ringe eller ingen synlig indflydelse på byen Narsaq eller Narsaq-dalen (Figur 32). Med tiden vil minen blive dybere med en endelig dybde på 80 m. Højden af WRS vil være 120 m i år 37 af projektet (590 mRL) [67].



Figur 32 Udsigt over det udviklede projekt fra Narsaq by (Google Earth 2018)

En foret permanent dæmning vil blive opført hen over Taseq-bassinet og mellem Taseq-bassinet og dammen nordøst for den nuværende primære vandkrop i Taseq-bassinet. Områderne bag dæmningerne vil blive brugt til deponering af flotationstailings og tailings med kemikalierester. Som

beskrevet i afsnit 3.7, vil højden af dæmningen stige i løbet af minens levetid. Der etableres afledningskanaler langs begge dæmninger for at forhindre overskydende vand i at komme ind i TSF-anlægget.

Flydende pramme til klarering og et nedlægningsområde vil blive bygget på kanten af TSF-anlægget. Ændringerne i Taseq-bassinet og dammen opstrøms er permanente ændringer, mens prammene vil blive fjernet ved minens lukning [1]. En vurdering af påvirkningerne af vandområderne med overfladevand er indeholdt i afsnit 10.

Beliggende højt i en smal dal bag Talut-bjerget, er Taseq-bassinet ikke synligt fra Narsaq eller fra det meste af dalen. Efter opførelsen af dæmningerne vil tailings-faciliteterne medføre ingen eller ringe visuel påvirkning af byen eller dalen. Dæmningerne og omledningskanalerne vil være synlige i nærområdet, men da de vil blive dækket af lokale materialer (sten og grus), er den synlige påvirkning begrænset. Over tid vil dæmningerne også blive dækket af naturlig vegetation, hvilket vil reducere den visuelle påvirkning yderligere.

Opførelsen af andre projektfaciliteter og tilhørende infrastruktur vil kræve en vis omprofilering af landskabet. Den vigtigste omprofilering vil finde sted, hvor produktionsanlægget og havnen skal etableres. Vejen fra havnen til minen vil blive bygget og en servicevej vil forbinde TSF-anlægget med minens produktionsanlæg. To rørledninger vil også forbinde produktionsanlægget med TSF-produktionsanlægget.

Nogle af projektets komponenter, f.eks. produktionsanlægget, vil være tydeligt synlige fra Narsaq-dalen og fjorden, men vil ikke være synlige fra Narsaq by. Havnen og vejen fra havnen til minen vil være synlige fra dalen, men kun i meget begrænset grad fra Narsaq by. Efter nedlukning af bygninger og maskiner ved lukningen af minen, vil den naturlige vegetation genopstå, og over tid genoprette vegetationsdækket. Der er ingen nuværende konkurrerende jordanvendelser, og det forventes ikke at sådanne jordanvendelser udvikler sig i fremtiden.

7.3.2 Erosion

I denne sammenhæng defineres erosion som transport af jord, sand og grus ved hjælp af kræfter fra vand, is eller vind. En række byggeaktiviteter har potentiale til at føre til erosion. Disse er:

- Forberedelse af byggepladser
- Opførelsen af vejen fra havnen til minen
- Justeringer af rørledninger
- Afskrabninger af området ved minens grube
- Omdirigering af dræning
- Sprængning for tilvejebringelse af granulært materiale til konstruktion - f.eks. til dæmninger til tailings
- Konstruktion af havnen.

Generelt forventes erosion ikke at udgøre et problem for projektet, da de fleste anlægsarbejder vil finde sted i områder med solid klippegrund. Der er meget begrænsede mængder af ler eller jord indenfor projektområdet som følge af de lokale geologiske forhold. Begrænset lokal erosion vil potentielt kunne finde sted ved produktionsanlægget og langs vejen fra havnen til minen under anlægsarbejderne. Aktiviteter under projektets driftsfase forventes ikke at forårsage væsentlig erosion.

7.3.3 Støj og vibration

Støj defineres normalt som uønsket lyd. Det menneskelige øre svarer logaritmisk på lydstimuli. En logaritmisk skala, decibel skalaen (dB), anvendes til at måle støjniveauer.

Opfattelsen af støj fra en bestemt kilde afhænger dels af niveauet af baggrundslyde i et område. Vindhastighed er en vigtig parameter, der påvirker det naturlige baggrundslydniveau, og lydniveauet stiger hurtigt med øget vindhastighed. I Kvanefjeld-området er den mest almindelige 10-minutters gennemsnitlige vindhastighed på 2-5 m/sek, hvilket forekommer 35% af tiden. Dette vindhastighedsområde svarer til et minimumsniveau for naturlig baggrundsstøj på 30 dB(A).

Anlægsarbejde

I anlægsfasen genereres der betydelig støj fra:

- Mobilt udstyr, der anvendes i forbindelse med udgravning og opførelse af:
  - Havnen
  - Vejen fra havnen til minen
  - Andre veje
  - Rørledninger
  - Produktionsanlægget
  - Minen og tilknyttede aktiviteter
- Afskrabninger af grubeområdet
- Boringer og sprængninger i havnen og i mineområderne
- Transport af varer og maskiner fra havnen til produktionsanlægget og mineområdet
- Bevægelser af fartøjer.

Støjbelastningen fra kilder på land vil være midlertidig, der hvor der opstår byggeaktiviteter.

Skibstrafik i forbindelse med anlægsarbejderne vil forøge støjniveauet i Narsaq. På grund af fartøjernes lave hastighed og afstanden fra havnen til Narsaq vil den gennemsnitlige støj fra fartøjernes bevægelser ligge på under 35 dB(A), der følger retningslinjerne for natlig støj i boligområder.

Begrænsede springninger finder også sted i minen. Udjævning vil finde sted for at forberede overfladerne til udskillelsesområder, adgangsveje og under arbejdet med anlæg af transportveje. Konstruktionen af vejen fra havnen til minen vil blive foretaget sekventielt, og blive anlagt i etaper fra havnen til områderne med procesanlæggene.

Sten fra springninger fra Tunu-halvøen og fra mineområdet vil blive anvendt som materiale til inddæmning og beklædninger. Påvirkninger af dyrearter forårsaget af støj og vibrationer er beskrevet i afsnit 12.3.1.

Samlet set forventes støjbelastningen under projektets konstruktionsfase at ligge på eller under det støjniveau, der er blevet beregnet og modelleret for projektets driftsfase, som omtalt nedenfor [52].

Drift

Aktiviteter under projektets driftsfase vil resultere i en stigning i støjniveauet for omgivelserne nær flere af projektets faciliteter [52]. Støjvurderingen for projektet anvendte 30 dB(A) som det støjniveau for omgivelserne, der karakteriserer det eksisterende basislinje akustiske miljø. Projektaktiviteter der genererer støj, der overstiger denne værdi, er blevet klassificeret som "støjfodsporet" for projektet.

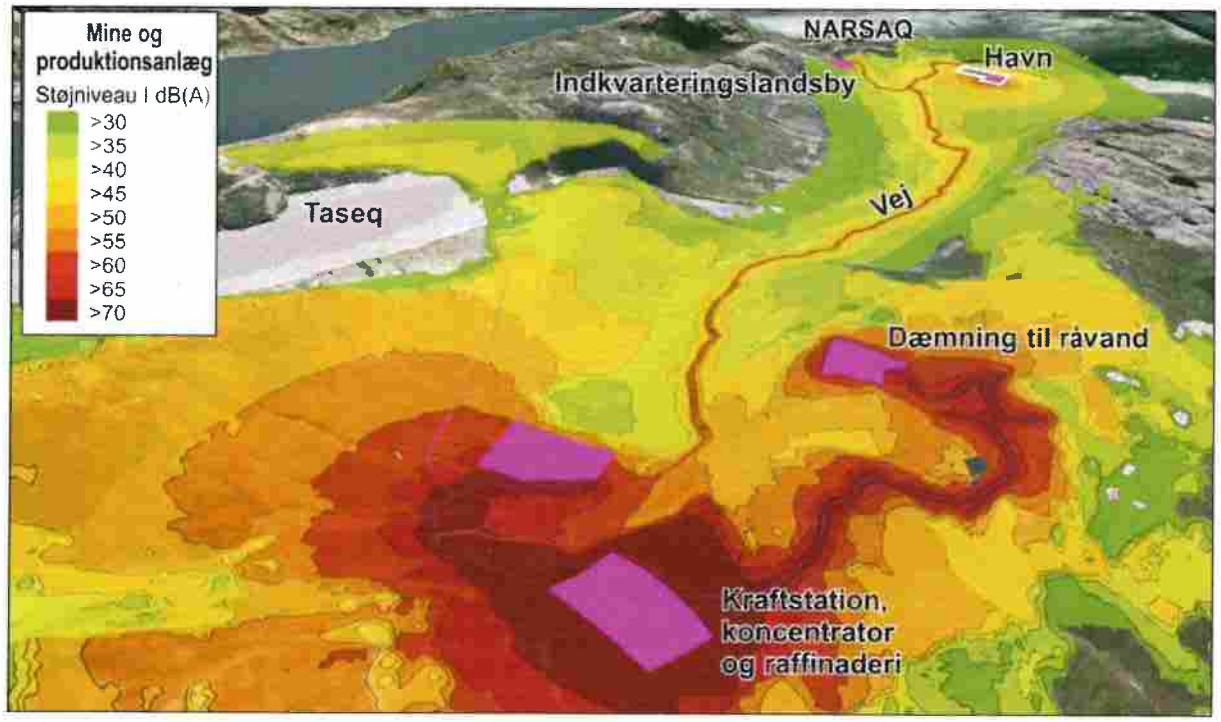
Støjvurderingen identificerede følgende aktivitetsområder som de potentielt mest signifikante støjkilder under driften:

- Mineområdet (grube, transportveje, produktionsanlæg og kraftværk)
- Vejen fra havnen til minen
- Havneområdet.

Støjbelastninger for hvert af disse områder blev beregnet ved hjælp af SoundPlan-software. De danske retningslinjer for støjbelastninger i industriområder på 70 dB(A) er blevet anvendt til at vurdere støjpåvirkningen under driften af projektet. Grænsen på 70 dB(A) gælder for en virksomheds ejendomsgrænse (hegnslinje). Da projektet ikke har noget klart afgrænset område (selvom der vil være indhegnede områder for sikkerhed), er det rumlige mønster for støjbelastninger blevet beregnet og beskrevet for hele arbejdsområdet for identificerede støjkilder og det område, der omgiver dem.

Den modellerede støjbelastningsfordeling, der genereres af projektets drift i det åbne grubeområde langs transportvejene og på de to anlægssteder, kan ses i Figur 33.

Støjbelastninger over de 30 dB(A) for baggrundsniveauet er begrænset til Kvanefjeld-områderne og de øverste dele af Narsaq-dalen.

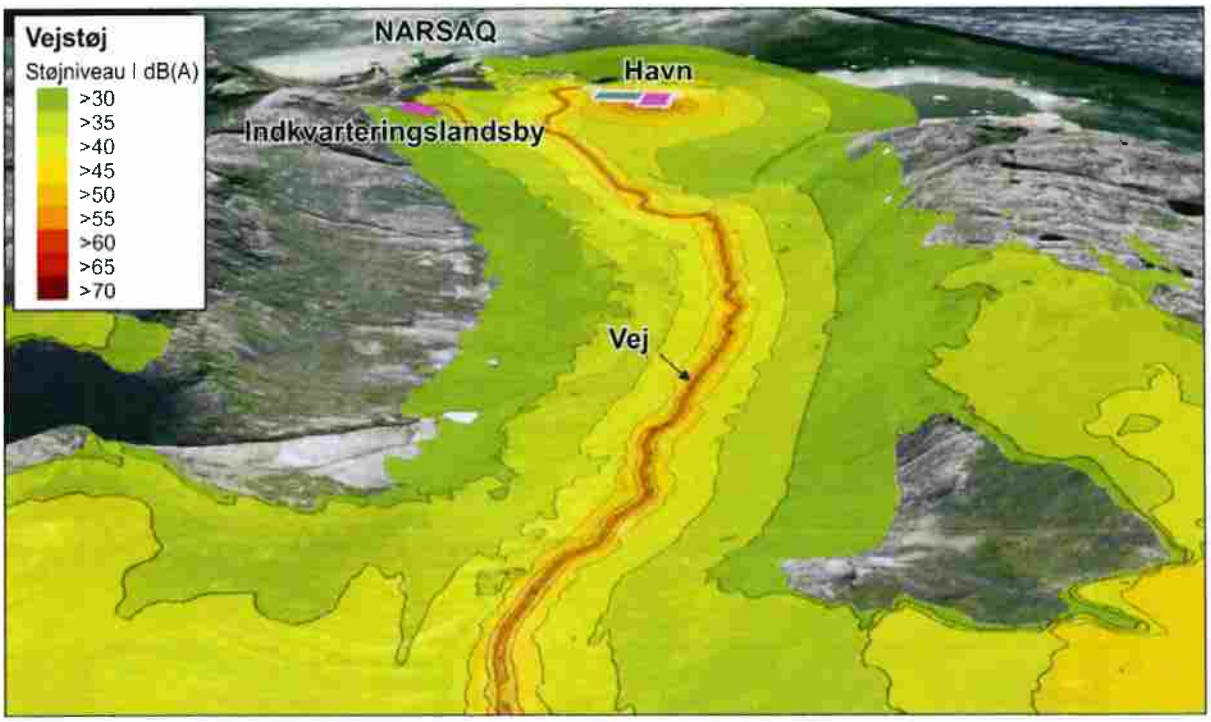


Figur 33 Beregnet støjbelastning for mineområde og forarbejdningsanlæg under driften

Støjfodsporet forårsaget af lastbiler, busser og andre køretøjer, der kører på vejen fra havnen til minen og i havnen, kan ses i Figur 34. Støjniveauer over 30 dB(A) ud over baggrundsniveau strækker sig, afhængigt af terrænet, mellem 800 og 1.200 m på begge sider af vejen. Trafikken på vejen fra havnen til minen vil ikke forøge støjniveauet i byen Narsaq.

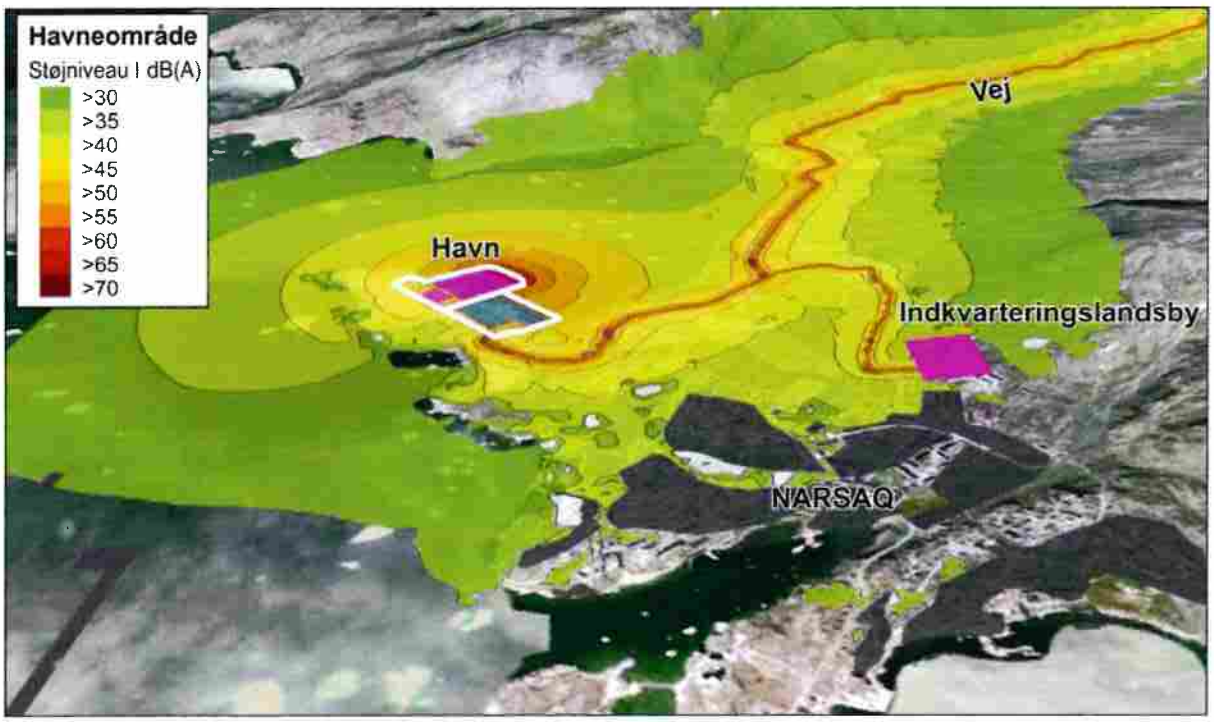
De støjfølsomme steder, der ligger tæt på vejen fra havnen til minen, er sommerhuse beliggende i Narsaq-dalen lige nord for Narsaq. Disse sommerhuse bebos fra tid til anden i en del af året. Det projektrelaterede støjniveau for trafik beregnet for husene tættest på vejen stiger til 38,0 dB(A) i løbet af dagen, 38,3 dB(A) om aftenen og 38,7 dB(A) om natten, kun lidt over de naturlige baggrundsniveauer [52]. Sammenlignet med danske støjgrænser for sommerboliger om dagen, aftenen og om natten,

ligger de beregnede støjbelastninger under grænsen for støj i dagtimerne (40 dB(A)), men over grænsen for aften- og nattetimerne på 35 dB(A).



Figur 34 Beregnet støjbelastning langs vejen fra havn til mine og i det nye havneområde

Støjfodsporet fra projektaktiviteter i havnen kan ses i Figur 35. Den beregnede støjbelastning vil overstige 70 dB(A) i et lille område, hvor der losses containere [52]. Det område, hvor den gennemsnitlige støjbelastning overstiger 30 dB(A) på baggrundsniveau, strækker sig ca. 1.800 m fra havnen.



Figur 35 Beregnet støjbelastning i og omkring den nye havn i driftsfasen

Støjniveauet i boligområderne i Narsaq, og ved den foreslåede placering af landsbyen, vil være på mindre end 40 dB(A) og opfylder de danske vejledninger for støjniveauer i byerne. Grønlands Landsstyre har ikke formelt vedtaget retningslinjer eller bestemmelser vedrørende støj fra industrier.

Springninger i den åbne grube forventes at blive udført hver anden dag, med potentiale for flere sprængninger bliver udført samtidigt.

Arten og størrelsen af støj fra operationer med sprængninger i grubeområdet vil afhænge af det valgte sprængningsregime, arten af den sten, der skal sprænges, ladningens størrelse og dybde, typen af sprængstof, lokal topografi og detonationssekvensen . Da de nærmeste modtagere er 8 km fra det nærmeste sprængningssted, vil hverken lufttryk eller jordisk vibration sandsynligvis have nogen indflydelse på mennesker eller bygninger i Narsaq.

Den modellerede støjbelastningsfordeling, der genereres af projektaktiviteter, viser, at arealet for det industrielle fodspor på 70 dB(A) er meget lille og begrænset til mineområdet, produktionsanlægget, en smal korridor langs vejen fra havnen til minen og til området ved havnen.

De forventede støjniveauer for boligområderne i Narsaq, der er forbundet med projektet, ligger langt under de danske grænseværdier. Trafikstøj vil overstige den danske grænse for aften og nat på 35 dB(A) for sommerhuse med op til 3,7 dB(A) ved to små huse i Narsaq-dalen. Ingen kendte følsomme dyrelivsområder vil blive påvirket af støj fra minedriften [52].

7.3.4 Lysemissioner

Byggeaktiviteterne vil foregår dag og nat, året rundt, ligesom aktiviteter under projektets driftsfase ved minen, produktionsanlægget og i havnen. I perioder med mørke vil byggepladserne blive belyst. Konsekvenserne af en sådan "økologisk lysforurening", hvor kunstigt lys ændrer naturlys-regimer i økosystemer, er generelt ikke kendt.

De alvorlige konsekvenser af lys i ellers mørke områder, såsom tiltrækningen af trækfugle og risikoen for kollisioner med høje strukturer med belysning er vel beskrevet [9]. Da der først og fremmest kræves kunstig belysning i vintermånederne, hvor der næsten ikke forekommer fugletræk, forventes der ikke at være betydelig påvirkninger af Kvanefjeld.

7.4 Afhjælpende foranstaltninger

Følgende afhjælpende foranstaltninger vil blive anvendt for at reducere projektets indvirkning på det fysiske miljø:

- Forberedelse ved afskrabning vil blive planlagt så de, så vidt som praktisk muligt, falder ind i det omkringliggende landskab
- Dæmningskonstruktion til tailings vil blive planlagt så de, så vidt som praktisk muligt, falder ind i det omkringliggende landskab
- Veje vil blive planlagt så påvirkningen af det omkringliggende landskab minimeres
- Pramme vil blive fjernet ved minens lukning
- Dæmninger og afledningskanaler vil blive dækket med lokale materialer (sten og grus). Over tid vil dæmningerne også blive dækket af naturlig vegetation, hvilket vil reducere den visuelle påvirkning
- Der vil blive anvendt sten- og grusmaterialer til byggeriet, hvor dette er muligt
- Sprængninger skal foretages mellem kl. 06.00 og 18.00.

Efter nedlukning af bygninger og maskiner ved lukningen af minen, vil den naturlige vegetation genopstå ved naturlig spredning, og over tid genoprette vegetationsdækket.

7.5 Forventede påvirkninger

De forventede resultater for det fysiske miljø er opsummeret i tabel Tabel 12.

Tabel 12 Forventede resultater for det fysiske miljø

Påvirkning	Projektfase	Fysisk udstrækning	Varighed	Betydning	Vurdering
Landskabsæstetik	Anlægsarbejde Drift Lukning	Projektets fodaftryk	Permanent	Mellemstor	Flere af faciliteterne vil være synlige i Narsaq-dalen, selv om projektets fodaftryk er relativt lille. Der er ingen nuværende eller fremtidig forventet konkurrerende arealanvendelse. Naturlig vegetation vil genopstå over tid.
Erosion	Anlægsarbejde Drift	Projektets fodaftryk	Permanent	Lav	Konstruktionsmetoderne og tilpasninger for infrastrukturprojekterne vil begrænse erosion, i en sådan grad at der ikke forventes nogen erosion af betydning.
Støj og vibration	Anlægsarbejde Drift	Projektets fodaftryk	Permanent	Lav	Støjstigninger i boligområderne i Narsaq vil ligge langt under de danske grænseværdier. Trafikstøj vil overstige den danske grænse for aften og nat på 35 dB(A) for sommerhuse med op til 3,7 dB(A) ved to små huse i Narsaq-dalen. Ingen kendte følsomme dyrelivsområder vil blive påvirket af støj under projektets driftsfase. Resultater fra støjmodellering identificerer ingen signifikante støjpåvirkninger for projektet.
Lysemissioner	Anlægsarbejde Drift	Projektets fodaftryk	Permanent	Meget lav	Kunstig belysning vil primært være nødvendig i vintermånederne, på dette tidspunkt forekommer der næsten ikke fugletræk. Derfor er det usandsynligt, at belysningen her vil udgøre et problem.

8. Atmosfæriske omgivelser

8.1 Eksisterende miljø

Grundniveauerne for emissioner af støv og gas er blevet overvåget i undersøgelsesområdet siden juli 2011 [62]. Overvågningsstationerne er placeret på gården i Iluadalen, i byen Narsaq og syd for Narsaq.

Grundniveauer

Nitrogendioxid (NO_2) niveauerne fra transport og forbrændingsteknologier var meget lave. Der var lidt højere gennemsnitlige NO_2-koncentrationer i Narsaq by, registreringsstation nummer 1 (NT1), sammenlignet med de to stationer placeret uden for byen (2,7 µg/m^3 i forhold til 1,5 og 1,4 µg/m^3). Det er sandsynligt, at dette er en konsekvens af trafikken i Narsaq.

Svovldioxid (SO_2) prøvetagning indikerede meget lave koncentrationer, under detektionsgrænsen på 0,1 µg/m^3 ved de passive prøvesamlere af SO_2. Den primære kilde til SO_2 er den internationale langdistance-skibstrafik langs Grønlands kyst og skibstrafikken i Narsaq havn.

Ozon (O_3) niveauerne var høje og primært skyldes dette også langdistance-skibstrafik.

Ammoniak (NH_3) er meget opløselig i vand og skylles effektivt ud af atmosfæren ved nedbør. Den gennemsnitlige NH_3-koncentration ved gården i Ilua-dalen er lidt højere end ved de to andre stationer (1,9µg/m^3 sammenlignet med 1,2 og 1,5 µg/m^3), hvilket afspejler tilstedeværelsen af husdyr.

PM_{10} (partikler på mindre end 10 µm) årlige gennemsnitlige koncentrationer mellem 2011 og 2013 var på ca. 1.0 µg/m^3 ved gården i Ilua-dalen. Til sammenligning er EU's årlige grænseværdi for PM_{10} 40 µg/m^3.

8.2 Potentiel påvirkning

Projektets mulige påvirkninger af det atmosfæriske miljø, er:

- Faserne med konstruktion, drift og lukning af projektet vil danne støv, hvilket potentielt kan medføre forringet luftkvalitet og medføre sekundære påvirkninger i forbindelse med den fysiske eller kemiske sammensætning af støvet og som følge af aflejring af støvet.
- I løbet af faserne med opførelse, drifts og lukning, vil projektet generere gasformige luftemissioner (nitrogenoxider, svovloxider, sodpartikler og polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH)), som har potentiale til at reducere luftkvaliteten.
- Faserne med konstruktion, drift og lukning af projektet vil producere emissioner med drivhusgas fra forbrænding af diesel i mobilt udstyr og ved kraftværket.

8.3 Vurdering af påvirkninger

8.3.1 Støv og luftkvalitet

Baggrund

Projektet kan generere støv og emissioner under alle projektets faser. Forbrænding af brændstof i stationært og mobilt udstyr, materialehåndtering og køretøjers bevægelser vil skabe støv- og gasformige emissioner. Partikel- og gasemissioner vil kunne påvirke både miljøet og menneskers sundhed.

Støvet i atmosfæren omtales som partikler (particulate matters) (PM). PM er kategoriseret efter størrelse:

- **$PM_{2.5}$** Partikler fra forbrænding er typisk mindre end 2,5 mikrometer i diameter
- **PM_{10}** Mekanisk genereret støv fra materialehåndtering og vejstøv er grovere med partikler, typisk mellem 2,5 mikrometer og 10 mikrometer i diameter
- **TSP** Kombinationen af alle partikler op til ca. 30 mikrometer i diameter.

Gasformige emissioner som følge af forbrænding omfatter:

- **NO_X** Primært nitrogendioxid (NO_2)
- **SO_X** Primært svovldioxid (SO_2) og hydrogensulfid (H_2S)
- **Sodpartikler** En bestanddel af sod udledes på grund af den ufuldstændige forbrænding af brændstof
- **PAH** Organiske forbindelser produceret under forbrænding.

Anlægsarbejde

Under anlægsfasen genereres der partikler i forbindelse med klargørelsen af pladsen til mine- og de tilknyttede aktiviteter, inkl. landrydning, fjernelse af muldlag, vejudjævning, læsning og transport af materiale, kørsel på ikke-asfalterede veje og vinderosion fra udsatte områder.

Dieseldrevet mobilt udstyr og stationær elproduktion frembringer gasformig emission.

Emissioner fra byggeaktiviteter vil være lokale og kortsigtede. Projektets konstruktionsfase forventes at vare 3 år.

Drift

I projektets driftsfase vil minedrift og forskellige procesrelaterede aktiviteter frembringe støv- og gasformige emissioner. De centrale emissionskilder under projektets driftsfase identificeres som:

- Minedrift
- Kraftstation (koncentrator og raffinaderi)
- kraftproduktion på stedet
- Aktiviteter i havnen (inklusive anløb af skibe).

Lukning

I projektets lukningsfase vil vandbehandling af supernatant vand fra TSF-anlægget fortsætte. Det vil kræve dieseldrevet generering af elektrisk energi og et begrænset antal bevægelser med køretøj. Disse aktiviteter vil skabe udstødningsgasser fra forbrænding af diesel.

Efter lukning

Der er ingen løbende aktiviteter i fasen efter lukningen, der har kapacitet til at kunne generere målbare emissioner.

Foreløbigt skøn af emissioner – Konstruktion, drift, lukning, efter lukning

Emissionerne blev vurderet til at vise påvirkningen af luftkvaliteten i projektets forskellige faser [19][62]. Alle identificerede emissioner blev medtaget, og de årlige emissioner blev beregnet for hver emission.

Baseret på typen af emissionerne og kilden til emissionerne, sammen med den rumlige fordeling af disse kilder og varigheden af hver fase af projektet, blev projektets driftsfase identificeret som den

periode, der skal modelleres detaljeret for at fastslå det maksimale omfang af påvirkningen af luftkvalitet der skyldes projektet.

Mens de årlige TSP-emissioner fra byggefasen (2.650 t/år) er ca. 50% højere end for driftsfasen (1.362 t/år), vil de emissionerne under driftsfasen forekomme i 37 år, hvilket giver en større potentiel påvirkning. Emissioner under og efter lukning er på mindre end 10% af de emissionerne under driftsfasen.

Detaljerede beregninger for emissioner blev foretaget for hver projektfase. Derudover blev projektets driftsfase underkastet udstrakt modelberegning ifølge metoder, der anvendes som standard i branchen [19][62].

Detaljerede emissioner fra projektets faser med konstruktion, lukning og efter lukning er blevet kvantificeret for forurenende stoffer, herunder TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_X, SO_2, sodpartikler og PAH, kan findes i rapporten for luftkvaliteten [19].

Luftkvalitetsmodellering og vurderingsmetode

Luftkvalitetsmodellering fokuseret på undersøgelsesområdet. Der er blevet identificeret kilder til betydelige luftemissioner, emissionshastighederne fra disse kilder er blevet anslået, og der er blevet udført dispersionsmodellering.

Modellerede koncentrationer ved jordoverfladen for de vigtigste forurenende stoffer (TSP, $PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_X, NO_X, sodpartikler og PAH) er blevet sammenlignet med vurderingskriterierne for luftkvaliteten, for at bestemme den potentielle påvirkning af det fysiske miljø og menneskers sundhed. Hertil er støvfaldshastigheder blevet modelleret for TSP og der er udført estimat af metalbelastninger.

Analysen omfattede både den potentielle påvirkning, der ville kunne tilskrives projektet isoleret set, samt påvirkningen fra projektet sammen med de eksisterende emissionskilder i undersøgelsesområdet.

Luftkvalitetsemissionerne blev modelleret ved hjælp af CALPUFF, en USEPA-reguleringsmodel.

Til modellering blev det antaget, at der ikke bliver udført støvkontrol på projektet. Det skønnes, at støvemissionerne ville være 63% lavere, hvis foranstaltningerne med støvkontrol blev medregnet i modelleringen.

Følsomme receptorsteder

Ud over koncentrationer ved jordoverfladen blev koncentrationer beregnet for 58 *følsomme receptorsteder*, der blev udvalgt fordi de anses for at være følsomme miljøområder og steder, hvor folk kan samles. Disse steder omfatter:

- Fire steder i Narsaq
- Gården i Ilua-dalen
- De fem sommerhuse i Narsaq-dalen
- Stedet for den foreslåede landsby
- 45 arkæologiske steder og
- Grostedet for den sårbare Rundbladede rhizomgøgeurt (*Amerorchis rotundifolia*).

Kriterier for luftkvalitetsvurdering

Grønland har udviklet kriterier for luftkvalitet, som skal anvendes i forbindelse med minedrift i Grønland. Retningslinjerne [45] anbefaler, for relevante standarder, at konsultere andre jurisdiktioner,

som f.eks. Canada eller Danmark (for overensstemmelse med EU's retningslinjer), i de tilfælde, hvor Grønland ikke har relevante kriterier.

Tabel 13 Sammendrag af kriterier for vurdering af luftkvalitetsindvirkninger [19]

Forureningsparameter	Kriterieværdi	Tidsperiode for vurdering
$PM_{2.5}$	30 µg/m³	24 timer
PM_{10}	50 µg/m³	24 timer
TSP (Total Suspended Particles, totale luftbårne partikler)	4 g/m³	Måned
SO_2	125 µg/m³	24 timer
NO_2	100 µg/m³	24 timer

Hvor canadiske eller danske kriterier ikke har været tilgængelige, er der blevet foretaget en bredere gennemgang af vurderingskriterierne for at identificere kriterier, der er egnede til at bestemme den potentielle påvirkning for alle de værdier, der anses for vigtige for projektet (dvs. det fysiske miljø, beboelsesmiljøet og arealanvendelse, -bevarelse og -arv).

En sammenfattende tabel over de vurderingskriterier, der er anvendt ved vurderingen, er vist i Tabel 14.

Tabel 14 Oversigt over kriterier for vurdering af indvirkningen på luftkvaliteten [19]

Parameter	Kilde grænsekriterie	Grænsekriterier	Enheder	Gennemsnitlig periode
TSP	Canada NAAQOs	60	µg/m³	Årligt gennemsnit
		120	µg/m³	24-timers maksimum
PM_{10}	EU Direktiv 2008/50/EU	40	µg/m³	Årligt gennemsnit
		50	µg/m³	24-timers maksimum
$PM_{2.5}$	Canada CWS	10	µg/m³	Årligt gennemsnit
	Canada NAAQOs	15	µg/m³	24-timers maksimum
TSP (Total partikelkoncentration)	Tyskland	0.35	g/m²/d	Årligt gennemsnit
	Norge	5	g/m²/m	Månedligt maksimum
NO_2	EU Direktiv 2008/50/EC1	30	µg/m³	Årligt gennemsnit
		125	µg/m³	24-timers maksimum
		350	µg/m³	Maksimalt 1 time
H_2S Total Reduceret svovl	Canada B.C. PCO	7	µg/m³	24-timers maksimum
		3	µg/m³	Maksimalt 1 time
SO_2	Canada NAAQOs	30	µg/m³	Årligt gennemsnit
		150	µg/m³	24-timers maksimum
		450	µg/m³	Maksimalt 1 time
	EU Direktiv 2008/50/EC2	20	µg/m³	Vinter gennemsnit
SO_4	Australien NSW DEC Svovlsyre (H_2SO_4)	18	µg/m³	Maksimalt 1 time
Kvælstofaflejring	WHO Retningslinjer for Europa	5	kg ha⁻¹ år⁻¹	Årligt

Støvpartikler (Particulate Matter)

Modelleringsresultaterne indikerer, at de forventede koncentrationer ved jordoverfladen for TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$ og støvaflejring ikke overskrider det relevante vurderingskriterium ved receptorstederne (isoleret og kummulativt). Alle modellerede projektemissioner er mindre end 20% af vurderingskriterierne.

De højeste samlede støvemissioner forventes i mineområdet tæt ved gruben. Materialhåndtering, transport og sprængning er de mineaktiviteter, der forventes at medføre den største påvirkning for støvemissioner.

Estimater for årlige emissioner fra de forskellige aktiviteter med minedrift er baseret på data udarbejdet af det Amerikanske miljøbeskyttelsesagentur (EPA). De anslåede mængder støv fra minedrift er vist i Tabel 15, og tabellen identificerer, at transport af malm og affaldssten er den primære kilde til generering af støv.

Tabel 15 Anslåede mængder støv, der produceres om året fra de primære kilder af minedrift

Mineaktivitet	PM_{10}	TSP	$PM_{2.5}$
	(kg/år)		
Materialehåndtering	29.056	86.844	8.543
Transport	257.074	1.046.235	75.580
Sprængning	2.090	4.018	614

Den højeste årlige gennemsnitskoncentration af $PM_{2.5}$-emissioner forventet ved centrale receptorer (isoleret fra baggrundskilder) er 4% af de respektive vurderingskriterier. Den årlige gennemsnitskoncentration af $PM_{2.5}$ var på 0,4 µg/m^3 sammenlignet med grænsekriterierne på 10 µg/m^3 [12].

Den højeste maksimale 24-timers koncentration af TSP, PM_{10}, $PM_{2.5}$ og TSP støvaflejring forventet ved centrale følsomme receptorer var på 8,5 µg/m3 for TSP (7 % af den relevante værdi for det Nationale canadiske luftkvalitetsmål (NAAQO) på 120 µg/m^3) og 7 µg/m^3 for PM_{10} (14 % af den relevante værdi for EU-direktiv 2008/50/EC på 50 µg/m^3).

For alle typer partikler blev det højeste årlige gennemsnit og de maksimale 24-timers koncentrationer og aflejringer anslået ved gården i Ilua-dalen. Gården ligger tæt på vejen fra havnen til minen og er den nærmeste receptor for minen og produktionsanlægget.

Alle estimeringer af partikelemissioner ved de centrale receptorsteder lå under de respektive vurderingskriterier [19].

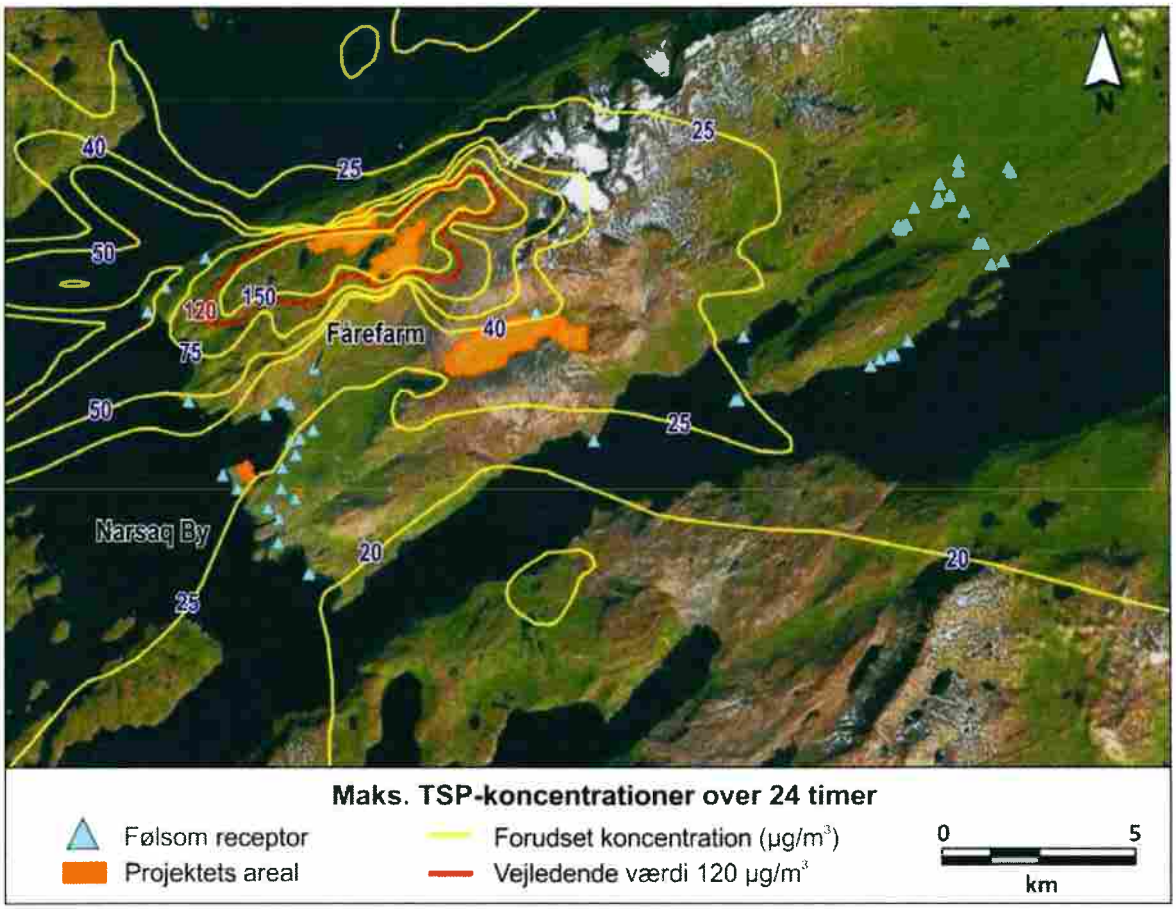
TSP

Forventede TSP jordniveau-koncentrationer (24-timers maksimum) kan ses i

Figur 36 Maksimale 24-timers koncentrationer af luftbårne partikler (TSP) i µg/m3 (kumulativ)

. Konturerne viser de største koncentrationsværdier tæt på mineområdet, med hurtigt faldende koncentrationer længere væk fra minen. Grønlands retningslinjer for luftkvalitet omfatter ikke et 24 timers maksimum for TSP. Canadas NAAQO har imidlertid en standard på 120 µg/m^3 for maksimalt acceptabelt niveau i løbet af en 3-timers periode. Modelleringsundersøgelsen viser, at denne standard ikke overskrides uden for mineområdet.

Den højeste 24-timers TSP-koncentration var ved Ilua-gården ved 26,5 µg/m³. Dette ligger langt under grænsekriteriet for vurdering på 120 µg/m³. Ved NT1, var den højeste 24-timers koncentration på 22,5 µg/m³.

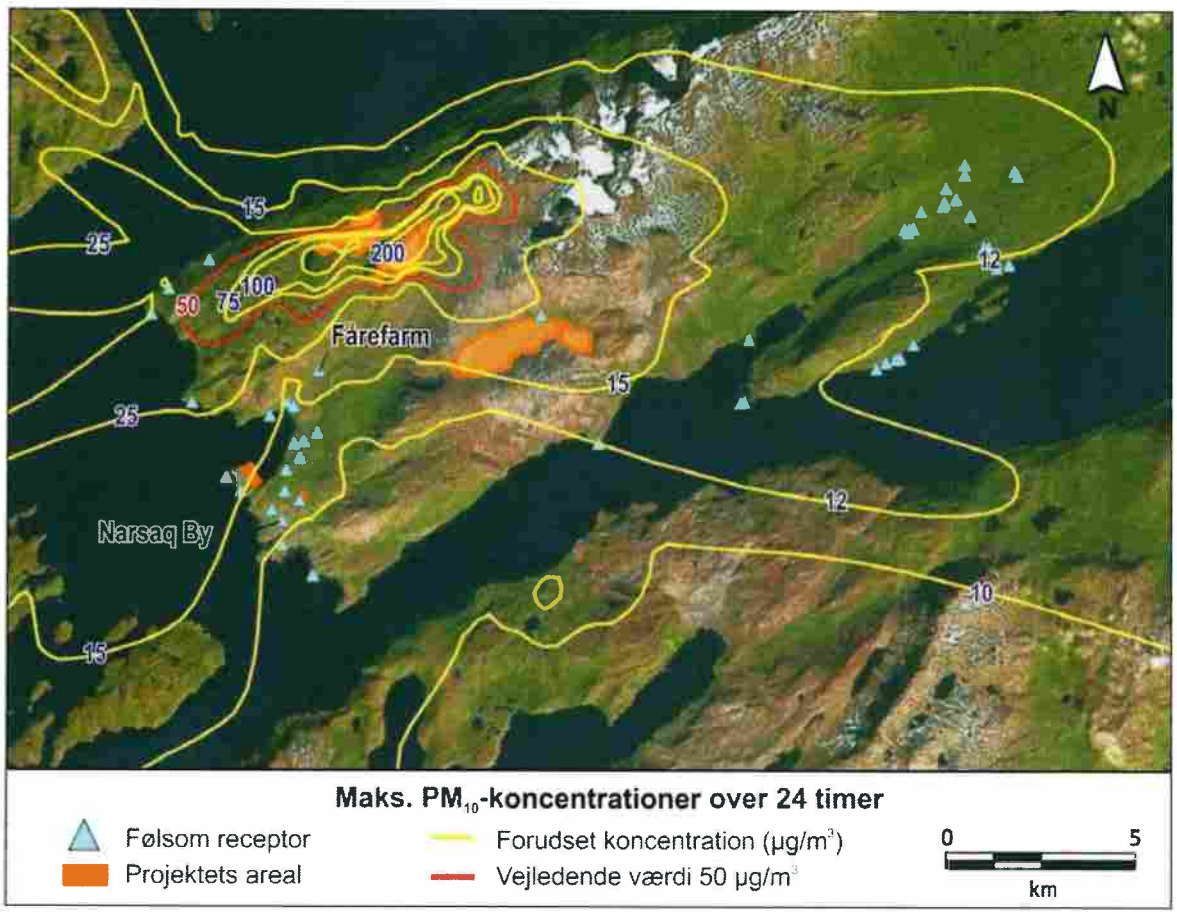


Figur 36 Maksimale 24-timers koncentrationer af luftbårne partikler (TSP) i µg/m³ (kumulativ)

PM_{10}

Den højeste maksimale 24-timers koncentration for PM_{10}, 16 µg/m³, er forventet ved gården i Ilua-dalen. Ved NT1 er koncentrationen på 12,8 µg/m³, hvoraf 9 µg/m³ er baggrundsstøv – det eksisterende støvniveau i byen, der primært er et resultat af støv fra trafik på grusveje. Den forventede maksimale 24-timers koncentration for alle receptorer overstiger ikke grænsekriteriet for vurderingen på 50 µg/m³.

Figur 37 viser den maksimale koncentration af PM_{10} i løbet af en 24-timers periode.



Figur 37 Maksimale 24-timers koncentrationer af PM_{10} partikler i µg/m³

$PM_{2.5}$

Fordelingen af $PM_{2.5}$ forventes at minde meget om fordelingen af PM_{10} (omend i lavere koncentrationer) med de højeste værdier, registreret tæt på minen.

Den højeste maksimale 24-timers koncentration, 6,4 µg/m³, er forventet ved gården i Ilua-dalen. Ved NT1 er koncentrationen på 5,1 µg/m³. Den forventede maksimale 24-timers koncentration overstiger ikke grænsekriteriet for vurderingen på 15 µg/m³.

Error! Reference source not found. viser den maksimale koncentration af $PM_{2.5}$ i løbet af en 24-timers periode.

Støvaflejring

Det forventes, at det meste af det støv, der frembringes af projektet, vil blive aflejret på selve projektet og på det bjergrige plateau sydvest for den åbne grube. Prognoser for støvaflejring er baseret på flere faktorer, herunder vindhastighed og retning. De beregnede støvfigurer bestemmes ud fra forventede maksimale 1-timers værdier og viser aflejringen i gram pr. kvadratmeter, hvis denne maksimale værdi varede i en hel måned.

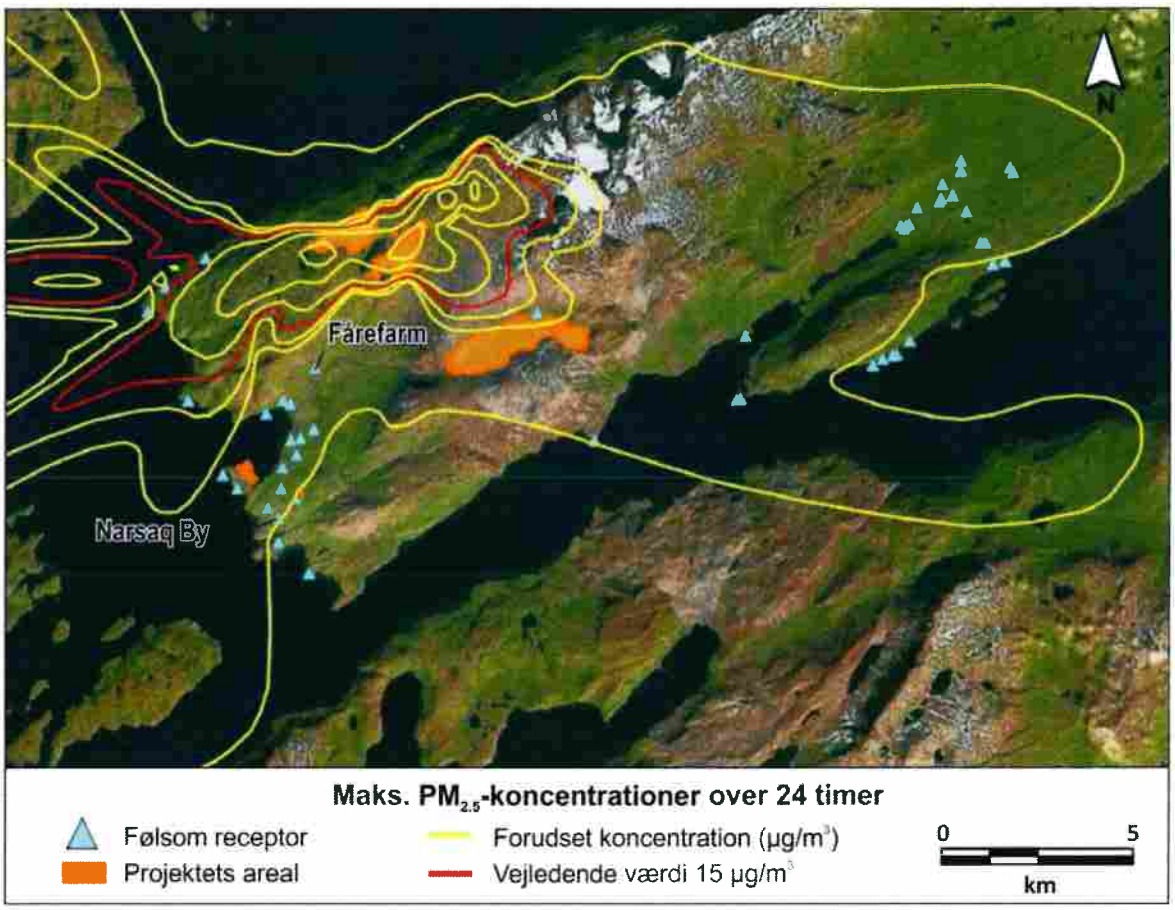
Figur 39 illustrerer den forventede aflejring af støv genereret af projektet. Den højeste TSP støvaflejringskoncentration, 0,11 g/m²/måned, findes ved gården i Ilua-dalen. Ved NT1 (og ved alle andre receptorer) er aflejringskoncentrationen 0,1 g/m²/måned. De forventede årlige gennemsnitlige og månedlige maksimale koncentrationer af TSP overstiger ikke det relevante grænsekriterie for vurderingen på 5 g/m²/måned. Dette niveau af støvaflejring er også signifikant lavere end den vejledende grønlandske værdi på 4 g/m²/måned [45].

Støvaflejring fra minedrift og grusveje kan påvirke vegetationen på tundraen via belægning af blade med støv [8][47]. Støv der aflejres på vegetation kan også have indflydelse på pattedyr og fugle, der spiser den berørte vegetation.

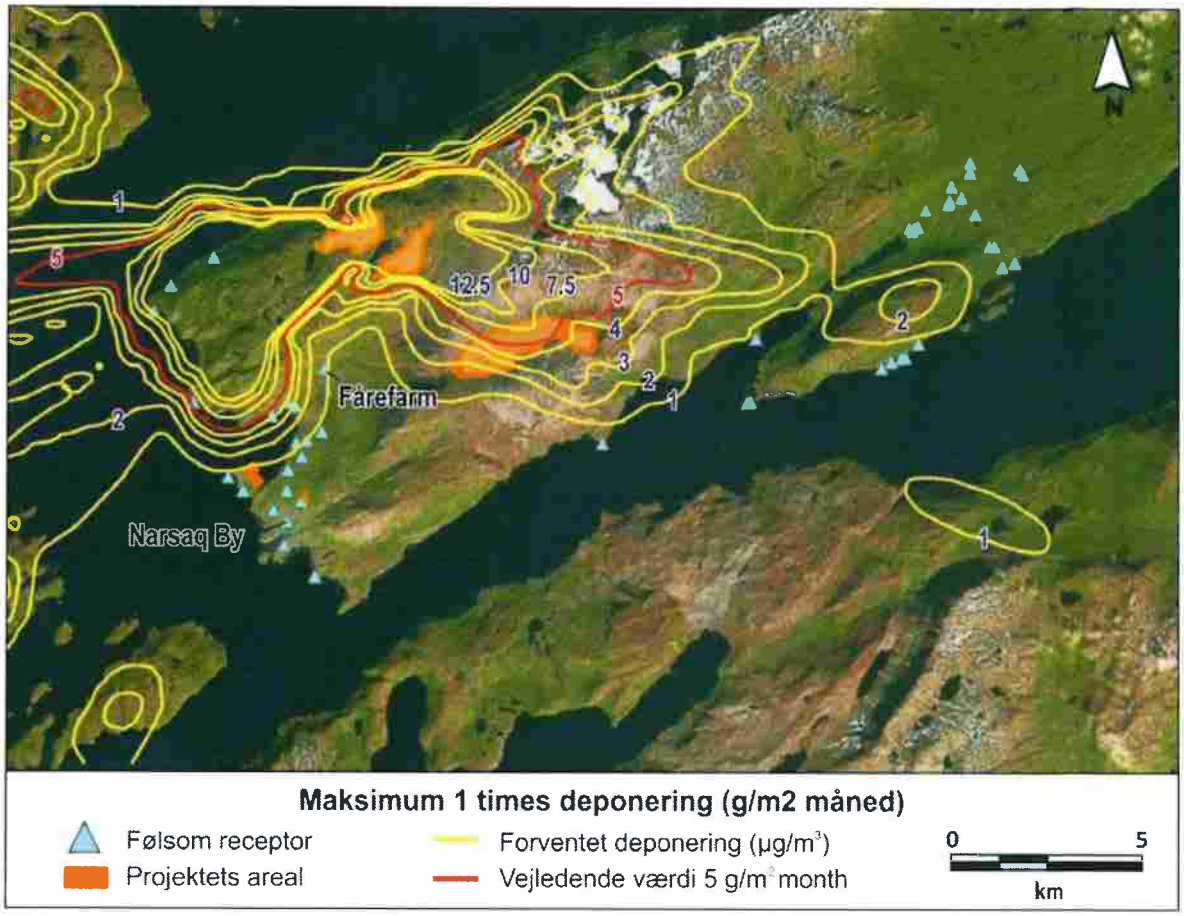
Forskere i det nordlige Canada har observeret en reduktion på 50 til 75 % i densiteten af canadiske rensdyr, hvor den beregnede støvaflejring oversteg ca. 20 kg/ha/år (5,5 mg/m^2/dag) [11]. Densiteten af canadiske rensdyr steg hurtigt til normalt niveau ved lavere støvniveauer. Der findes ikke rensdyr i undersøgelsesområdet, men observationer fra Canada antyder en tærskel for støvaflejring i størrelsesordenen 0,16 g/m^2/måned, hvilket også kan være relevant for arktisk hare, får og fugle, som f.eks. Fjeldrypen, der lever af vegetationen.

Modelleringen har vist, at arealet med støvaflejring over 0,16 g/m^2/måned strækker sig mindre end et par hundrede meter fra minens åbne grube og transportveje. For alle følsomme receptorsteder er støvaflejring under 0,11 g/m^2/måned Den potentielle påvirkning fra støvaflejringer på vegetation og pattedyr (herunder får) og fugle vurderes som værende lav.

Alle partikelkoncentrationer er under 20 % (isolerede projektemissioner) og 43 % (kumulativ værdi, inklusive baggrundsemissioner) af vurderingskriterierne. Derfor vurderes påvirkningen fra partikelemissioner fra projektet at være meget lav [19][62].



Figur 38 Maksimale 24-timers koncentrationer af $PM_{2,5}$ partikler i µg/m^3



Figur 39 Maksimal 1-times aflejring af støv - kumulativ (g/m²/måned)

Sammensætning af støv

Sammensætningen af aflejret støv afspejler sammensætningen af det materiale, hvorfra støvet genereres. Den største støvkilde er grusvejene til transport (ca. 92% af alt støv). Transportvejene vil blive bygget af lokalt fremskaffet grus og affaldssten fra minen. Sammensætningen af støvpartiklerne vil danne model for materialet til vejbygningen. Støv, der stammer fra malmen, forventes ikke at bidrage væsentligt til støvbelastningen fra transportvejen.

Støvpartikler fra andre aktiviteter med minedrift ved minen, vil blive genereret fra affaldssten og malm. Det antages, at affaldssten og malm vil bidrage ligeværdigt til støvemissionerne, med hver 50%.

For at estimere belastningen fra metalaflejringer i støv fra minen er følgende maksimale metalkoncentrationer (støv fra malm og støv fra affald) blevet anvendt (Tabel 16).

Tabel 16 Maksimale koncentrationer af metaller i udledt støv – vist efter materialekilde

Element	Maksimale koncentrationer af metaller i støv µg/g (ppm)	
	Malm	Stenaffald
Arsen (As)	19	5
Cadmium (Cd)	0,5	< 0,5
Cerium (Ce)	6.500	800
Fluor (F)	19.100	7.591
Lanthanum (La)	4.300	500
Bly (Pb)	474	39
Kviksølv (Hg)	1	1

Element	Maksimale koncentrationer af metaller i støv µg/g (ppm)	
	Malm	Stenaffald
Mangan (Mn)	5.758	2.617
Nikkel (Ni)	2	10
Thallium (Tl)	3	2
Yttrium (Y)	1.500	200
Zink (Zn)	3.615	662
Zirkonium (Zr)	2.178	1.854

For at forudsige den maksimale årlige belastning fra metalaflejringer ved gården i Ilua-dalen og ved NT1 (Tabel 17) blev den højeste af værdierne for hvert metal i Tabel 16 (f.eks. 19 ppm for As og 10 ppm for Ni) multipliceret med observerede TSP-deponeringsrater (Figur 36)

De beregnede værdier for maksimal belastning fra deponering for 6 centrale metaller ved gården i Ilua-dalen og ved NT1 ligger under de grønlandske grænsekriterier for deponering [45].

Tabel 17 Sammenligning af maksimale aflejringer af metal i forhold til Grønlands grænseværdier [45]

Element	Maksimal årlig belastning fra deponering µg/m²/måned		Grønland grænseværdi for deponeringsrater (MRA 2015) µg/m²/måned
	Gården i Ilua-dalen	NT1	
Arsen (As)	19	> 19	120
Cadmium (Cd)	0,5	> 0,5	60
Bly (Pb)	479	> 479	3000
Kviksølv (Hg)	1	>1	1,5
Nikkel (Ni)	10	>10	450
Thallium (Tl)	3	>3	60

8.3.2 Luftkvalitet

Emissioner, der har potentiale til at påvirke luftkvaliteten, vil blive genereret ved forbrænding af diesel og omfatter faste partikler, NO_X, SO_X, sodpartikler og PAH.

Emissioner af zinksulfid, calciumfluorid, HCL-tåge og klorgas fra produktionsanlægget vil være meget lave og langt under retningslinjerne. Derfor blev disse emissioner ikke evalueret yderligere.

Som beskrevet nedenfor, indikerer de kumulative modelleringsresultater, at de forventede koncentrationer ved jordoverfladen for kvælstofaflejring, NO_2, H_2S, SO_2 og SO_4 ikke overskrider det relevante grænsekriterium på receptorstederne. Påvirkningen fra gasformige emissioner for projektet vurderes at være meget lav [19][62].

SOx

For alle svovlforbindelser er den højest forventede koncentration 1-timers maksimum for SO_2 ved 206 µg/m² i indkvarteringsbyen, valgmulighed 2, placering (Tabel 18). Dette er 43% af de respektive grænsekriterier.

De modellerede svovlkoncentrationer er alle under grænsekriterierne for vurderingen. Den potentielle påvirkning fra udledningen af svovlforbindelser fra projektet er vurderet som værende meget lav.

Tabel 18 Sammenligning af forventede emissionskoncentrationer af svovlforbindelser i forhold til grænsekriterier for svovlforbindelser (kumulativ påvirkning)

Præparat	Kilde kriterie	Grænsekriterie	Enheder	Gennemsnitlig periode	Højeste Gn.snit eller Max	% af grænse kriterie	Receptor
H_2S	Canada B.C. PCO	7	µg/m3	24-timers maksimum	>0,001	>1%	Gård
		3	µg/m3	Maksimalt 1 time	>0,001	>1%	Sommerhus 4
SO_2	Canada NAAQOs	30	µg/m3	Årligt gennemsnit	1,3	4%	Gård
		150	µg/m3	24-timers maksimum	17,8	12%	Gård
		450	µg/m3	Maksimalt 1 time	206	46%	Landsby
SO_4	Australien NSW Svovlsyre (H_2SO_4)	18	µg/m3	Maksimalt 1 time	0,007	>1%	Sommerhus 4

NOx

For aflejring af NO_2 og kvælstof er den højest forventede koncentration 1-timers maksimum for NO_2 ved 143 µg/m^3 i indkvarteringsbyen, valgmulighed 2, placering (Tabel 19). Dette er 41% af det respektive grænsekriterie.

De modellerede koncentrationer af nitrogenoxid er alle under grænsekriterierne for vurderingen. Den potentielle påvirkning fra udledningen af svovlforbindelser fra projektet er vurderet som værende meget lav.

Tabel 19 Sammenligning af forventede emissionskoncentrationer af kvælstofoxider i forhold til grænsekriterier for svovlforbindelser (kumulativ påvirkning)

Præparat	Kilde kriterie	Grænsekriterie	Enheder	Gennemsnitlig periode	Højeste Gn.snit eller Max	% af grænsekriterie	Receptor
NO_2	EU Direktiv 2008/50/EU	30	µg/m3	Årligt gennemsnit	2,9	10%	Gård
		125	µg/m3	24-timers maksimum	30,7	25 %	Gård
		350	µg/m3	Maksimalt 1 time	143	41%	Landsby
Kvælstofaflejring	WHO	5	kg/ha/år	Årligt	1,011	20%	Gård

Sodpartikler og polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH)

Sodpartikler og PAH fremstilles under den ufuldstændige forbrænding af dieselbrændstof. De vigtigste kilder til sodpartikler og PAH er kraftværket og dieselmotorerne i stationært og mobilt udstyr.

Der er foretaget en kvalitativ vurdering af PAH baseret på dispersionsmodellering for sodpartikler. Som det er tilfældet med PAH, kommer emissionerne af sodpartikler primært fra forbrændingskilder. For sodpartikler forventes det højeste årlige gennemsnit og den maksimale 24-timers koncentration at være ved gården i Ilua-dalen (0,664 µg/m^3). Der findes ingen specifik retningslinjer for luftkvaliteten for sodpartikler og tallet kan ikke sammenlignes med vurderingskriterier.

Baseret på de årlige emissioner for sodpartikler og PAH er den kvalitative maksimale PAH-effekt anslået til 0,13 ng/m^3. Det er henholdsvis 52% og 13% af det britiske luftkvalitetsmål (0,52 ng/m^3) og EU's målværdi (1 ng/m^3). Selv om dette kun er en kvalitativ vurdering, er den forventede PAH-koncentration tilstrækkeligt under kriterierne for luftkvaliteten fastsat for vurderingen, til at risikoen for at overskride kriterierne må anses for at være ubetydelige.

Den potentielle påvirkning fra sodpartikler og PAH for projektet vurderes som værende meget lavt.

8.3.3 Drivhusgas

Drivhusgasser (DHG) spiller en vigtig rolle i reguleringen af jordens temperatur. Antropogene drivhusgasser, for eksempel dem, der produceres af forbrænding af fossile brændstoffer (f.eks. kul og olie), forårsager, at niveauerne af drivhusgasser i jordens atmosfære forøges.

De drivhusgasser, der vurderes for projektet, er kuldioxid (CO_2), nitrogenoxid (N_2O) og methan (CH_4) [20][62]. Emissionerne af drivhusgas er blevet estimeret ved hjælp af metoder, der er skitseret i det Mellemstatslige Panel for Klimaændringer fra 2006 (IPCC) der er retningslinjerne for nationale opgørelser af udledning af drivhusgasser. Estimater er baseret på konservative antagelser (f.eks maksimal plantebelastning, 100% reaktivitet ved omdannelse af kalksten til CO_2 under kalkstensneutralisering af syreprocessen). Som sådan repræsenterer de, de maksimalt forventede emissioner for de aktiviteter, der er identificeret i denne vurdering.

Under alle faser i projektet vil dieselmaskiner, elproduktion, varme, vej- og skibstransport generere emissioner med drivhusgas.

Under anlægsarbejdet vil emissionerne med drivhusgas hovedsageligt opstå ved forbrænding af diesel i mobilt udstyr som gravemaskiner, bulldozere og lastbiler.

Emissionskilder under driftsfasen vil være:

- Mobil forbrænding Primært fra forbrænding af diesel i mobile kilder
- Stationær forbrænding Hovedsagelig fra forbrænding af diesel til elproduktion
- Direkte emissioner Primært kuldioxid fra raffinaderiet

Mobil forbrænding

Diesel vil blive forbrændt i lastvogne, udstyr til minedrift (dvs. bulldozere, gravemaskiner, frontlæssere og boremaskiner), lette køretøjer og servicekøretøjer. Det samlede brændstofforbrug for køretøjer anslås til 6,4 MLpa og den forventede brændstoføkonomiske værdi til 2,4 km/l.

Emissioner af CO_2 er blevet beregnet ved at multiplicere det anslåede brændstofforbrug med en standard emissionsfaktor (se Tabel 20) og en energiindholdsfaktor på 4 GJ/L. Hvorimod emissionerne af CH_2 og N_2O er blevet beregnet ved hjælp af de tilbagelagte kilometer og brændstoføkonomisk teknologi.

Tabel 20 IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) emissionsfaktorer

Dieselforbrug - mobilt forbrug	Emissionsfaktor	Enheder
CO_2	74,1	Kg CO_2-udledninger/GJ
CH_4	5×10^{-05}	Kg CO_2-udledninger/km
N_2O	3×10^{-05}	Kg CO_2-udledninger/km

De samlede udledninger af drivhusgas fra brændstofforbrænding i mobile kilder under driften anslås til 18.346 tons om året, hvoraf 99% er udledninger af CO_2 [20]. Emissioner under faserne med konstruktion og lukning er 56.475 tons pr. år, hvoraf over 50.000 tons om året henføres til anlægsfasen.

Stationær forbrænding

Udledninger af drivhusgas fra kraftværket er blevet beregnet ved hjælp af 2006 IPCC retningslinjer. Til driften er der blevet anslået i alt 175.313 tons udledning af drivhusgasser om året [20]. Til lukningen er der blevet anslået i alt 16.572 tons udledning af drivhusgasser om året. Mere end 99% af de udledte drivhusgasser er CO_2.

Emissioner fra raffinaderiet

Raffinaderiet vil producere udledninger af CO_2 , CH_4 og N_2O. Forudsat at raffinaderiet opererer 24 timer i døgnet, 365 dage om året, vil de anslåede emissioner af drivhusgas være på 33.014 tons CO_2 pr. År.

Samlede emissioner af drivhusgas

I alt anslås der for projektet en samlet udledning på 0,24 millioner tons CO_2 pr. år. De kombinerede CH_4- og N_2O-emissioner udgør 14,5 tons drivhusgas pr. år.

De årlige udledninger af CO_2 i Grønland var på 0,56 millioner tons i2013 [34]. Projektet vil øge Grønlands udledning af CO_2 med 43%.

Grønlands befolkning er meget lille, og eventuelle nye energiintensive industrier vil betydeligt ændre udledningsniveauet pr. indbygger. I projektets driftsfase vil udledningen af CO_2 i Grønland stige fra det nuværende niveau, med ca. 9,7 t CO_2 pr. indbygger om året til 13,9 t CO_2 pr. indbygger om året.

Til sammenligning er den årlige danske udledning af CO_2 (2015) fra energiforbruget på ca. 49 millioner tons CO_2. Det nuværende udledningsniveau af CO_2 i Grønland er ca. 1% af det i Danmark. Under projektets driftsfase vil dette blive forøget til ca. 2% (forudsat at alle andre mængder forbliver konstante).

De 517 t uranoxid, der produceres af projektet årligt, vil blive brugt til at producere elektricitet ved atomkraftværker uden for Grønland. Dette vil føre til en global reduktion af udledningen af CO_2 på ca. 7.000.000 tpa sammenlignet med CO_2 produceret af et gennemsnitligt europæisk kraftværk [27].

8.4 Afhjælpende foranstaltninger

GML har udarbejdet en plan til håndtering af støv [28], der beskriver de støvbegrænsende aktiviteter, der gennemføres under driften.

De afbødende foranstaltninger i kontrolplanen for begrænsning af støv, omfatter:

- Oversprøjtning af stenlagre, koncentrater og affaldsmaterialer med vandsprinklersystemer (om sommeren) ved hjælp af overskydende vand opsamlet til genbrug
- Oversprøjtning af adgangsveje med vandvogne (om sommeren)
- Saltning af adgangsveje om vinteren for at fjerne is og sne fra vejene. Saltet kan også øge fugtigheden i overfladen ved at trække fugt ud af luften
- Hastighedsgrænser for køretøjer samt regelmæssig udjævning og vedligeholdelse
- Inddæmning af støv fra boringer (der opfanger støv dannet under boringerne)
- Afhjælpning af støv fra sprængninger (oversprøjtning af sprængningsområdet, anvendelse af en tågekanon, der sender en fin vandtåge mod sprængningsområdet (om sommeren))

- Vaskesystemer til køretøjer ved udgangen fra mineområdet (for at minimere spredning af støv langs vejene uden for mineområdet)

Det forventes, at de foreslåede afhjælpende foranstaltninger vil reducere støvproduktionen fra minedriften betydeligt. Niveauet af støvkoncentration og støvaflejring forventes at være signifikant lavere end de modellerede værdier.

De afhjælpende foranstaltninger vedrørende luftkvalitet og drivhusgasser omfatter:

- Brug af køretøjer og udstyr med energibesparende teknologier for at minimere udledninger
- Vedligeholdelse af kraftværk, køretøjer og andet brændstofdrevet udstyr i henhold til producentens specifikationer for at minimere udledninger.

8.5 Forventede påvirkninger

De forventede resultater for de atmosfærisk omgivelser er opsummeret i Tabel 21.

Tabel 21 Forventede resultater for de atmosfæriske omgivelser

Påvirkning	Projektfase	Fysisk udstrækning	Varighed	Betydning	Vurdering
Støv og luftkvalitet	Konstruktion Drift	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Lav	Modelleringen viser, at høje koncentrationer af støv i luften kun registreres tæt på transportvejen i mineområdet. Udenfor mineområdet er koncentrationerne langt under de vejledende værdier for Grønland. Det meste støv forventes at aflejre sig i projektetarealet og på det bjergrige plateau sydvest for Kvanefjeld. Uden for dette område er niveauerne for aflejringer langt under de grønlandske retningslinjer.
Drivhusgas	Konstruktion Drift	Undersøgelsesområde	Langsigtet	Lav	Projektet vil øge Grønlands udledning af CO_2 med 43%. Den eksisterende udledning af CO_2 fra Grønland er ca. 1% af udledningerne i Danmark. Under projektets driftsfase vil dette stige til 2%.

9. Radiologiske emissioner

9.1 Eksisterende miljø

Radionuklider forekommer naturligt i miljøet og findes overalt i jordbund og klipper. På verdensplan er det normale eksponeringsniveau for naturlig baggrundsstråling rapporteret til at ligge mellem 1 og 13 mSv/år med gennemsnitligt 2,4 mSv/år [70].

Uran og thorium er to af en række naturligt forekommende radioaktive elementer, der er bredt udbredt på jorden. Malmen i Kvanefjeld indeholder betydelige koncentrationer af uran og thorium, henholdsvis ca. 300 og 800 ppm. Med tiden har naturlige processer, såsom is, vind- og vanderosion, spredt radionuklider til Narsaq-dalen og Narsaq. Radionuklider omkring projektet er højere i forhold til det globale gennemsnitlige jordniveau [5] som følge af dette udslip fra Kvanefjeld malm.

Naturligt forekommende radionuklider findes i støv. Støv i Narsaq-dalen og andre områder omkring projektet vil sandsynligvis indeholde naturligt forhøjede niveauer af radioaktive partikler. Omgivende støvkoncentrationer fra fire steder i og omkring Narsaq er blevet overvåget og testet for en række radioaktive elementer [5]. Koncentrationerne af disse elementer i luften er angivet i Tabel 22. Koncentrationerne er blevet bestemt til at være lave.

Tabel 22 Koncentrationer af radioaktive elementer på partikler (i luften) [5]

Placering	Urankoncentration (ng/m³)	U-238 (µBq/m³)	Thoriumkoncentration (ng/m³)	Th-232 (µBq/m³)
Narsaq gård (2012)	0,021	0,26	0,142	0,58
Narsaq by (2012)	0,005	0,06	0,098	0,40
Narsaq-pynt (2012)	0,006	0,07	0,068	0,28
Narsaq by (2014)	0,033	0,41	0,11	0,45
Narsaq by (2015)	0,019	0,24	0,071	0,29
Gennemsnit	0,017	0,21	0,098	0,4

Bemærk: 1 g Uranium = 12.350 Bq af U-238 og 1 g Thorium = 4.100 Bq af Th-232

Tilstedeværelsen af naturligt forekommende radionuklider i jorden kan resultere i ekstern eksponering med gammastråling. For at kvantificere niveauet af gammastråling i projektområdet, i Narsaq-dalen og i Narsaq, blev der foretaget en undersøgelse i 2014 [5]. Det blev konstateret, at niveauerne i byen Narsaq var lave, mens niveauer har tendens til at være højere nær nogle dele af vejen til minen. Grus, der anvendes til vejfyldning, deponering og støbning af fundamenter i beton i Narsaq, omfatter materiale fra Narsaq-floden, der er transporteret fra Kvanefjelds Plateau. Det har et naturligt højere indhold af uran og thorium.

Kystområderne viser lidt højere niveauer af gammastråling end i Narsaq. Gammastrålingen har tendens til at stige i Narsaq-dalområdet primært som resultat af bevægelsen af mineraliseret materiale fra højere højder. De højeste niveauer af gammastråling i dalen findes tendentielt ved siden af Narsaq-floden.

niveauerne med gammastråling i undersøgelsesområdet er generelt højere end i det omkringliggende område, hvilket afspejler indholdet af radionuklider i forekomsten.

Jordbunden i Narsaq-dalen, havsedimenter fra Narsap Ilua og sedimenter fra Narsaq-floden viser, i forhold til typiske baggrundsniveauer, høje kombinerede niveauer af thorium og uran, typisk mellem 2 og 15 ppm. Forholdet mellem thorium og uran ligger mellem 2,5 og 2,7.

Dette indikerer en vis indflydelse fra Kvanefjeld ressourcen, der eventuelt skyldes erosion (Tabel 23).

Tabel 23 Resultater fra målinger af baggrundsstråling fra radioaktivitet i jord og sedimenter fra undersøgelsesområdet [5]

Parameter	Enhed	Jord	Havsediment	Ferskvandssediment Nedre Narsaq-floden	Ferskvandssediment Øvre Narsaq flod tæt ved Kvanefjeld
Thorium (Th)	ppm	78	30	61	190
Uran (U)	ppm	29,5	9,5	30	56
Uran-238a	Bq/g	0,36	0,12	0,37	0,69
Radium-226	Bq/g	0,44	-	0,23	-
Bly-210	Bq/g	-	-	0,24	-
Polonium-210	Bq/g	-	-	0,23	-
Thorium-232b	Bq/g	0,32	0,12	0,25	0,78
Radium-228	Bq/g	-	0,099	0,34	0,61

Radioaktivitetsmålinger i vand viste lave koncentrationer af uran i ferskvand og havvand på gennemsnitligt og henholdsvis 0,003 og 0,002 mg/l. Thorium var konsekvent under detektionsgrænserne. Den eneste detekterbare måling af thorium blev foretaget i Narsaq-floden ved 0,002 mg/l.

Radium-226 og bly-210 koncentrationer i floder og fjorde i undersøgelsesområdet var lavere end retningslinjerne for det canadiske drikkevand.

Prøver af lav, planter, tang, muslinger, fisk og sæler blev analyseret for at bestemme de naturlige baggrundskoncentrationer af radionuklider i repræsentative arter af lokal flora og fauna. Med undtagelse af laven blev der ikke fundet thorium i nogen af de organiske prøver. Lav fra Narsaq-dalen viser ophobning af radionuklider, sandsynligvis som resultatet af støvdispersion fra blotlagt klippe og jord i Narsaq-dalen. Dette er mere tydeligt i prøver fra den øvre Narsaq-dal tættere på malmforekomsten ved Kvanefjeld. Indsamlet lav tæt på fjorden viste en lavere værdi (Tabel 24).

Lav fra en referencestation 28 km syd sydvest for Kvanefjeld viste meget lave værdier.

Analyser af fjeldørred fra Narsaq-floden samt havfisk og ringsæler fra fjordene omkring Narsaq viste ingen signifikant koncentration af radionuklider.

Radionuklider, med en undtagelse, ligger også under detektionsniveauerne for ringsæler fra Bredefjord / Nordre Sermilik. Undtagelsen, polonium-210, blev fundet i sælkød (0,040 Bq/g) og lever fra sæl (0,16 Bq/g). Polonium er kendt for at biomagnificere gennem vandfødekæden og det er kendt, at dyr på højere led i fødekæden, der spiser fisk (såsom sæler), indeholder naturligt forhøjede niveauer af polonium. Dette gælder især for fastboende sælarter, der lever i et område med lettere forhøjede koncentrationer af radionuklider, som det gælder for ringsælerne i fjorden omkring Kvanefjeld. Til sammenligning blev der fundet polonium-210-niveauer i en (migrerende) ....sæl fra Bylot sund ved 0,008 Bq/g (vådvægt) i kød og 0,043 Bq/g (vådvægt) i leveren [49].

Tabel 24 Resultater fra målinger af radioaktivitet i lav og græs fra Narsaq-dalen og referencestation [5]

Parametre	Enhed	Lav		Lav referencestation	Græs Nedre Narsaq dal
		Nedre Narsaq dal	Øvre Narsaq dal		
Thorium	ppm	1,2	4,7	<0,1	<0,1
Uran	ppm	0,6	1,6	<0,1	0,53
Uran-238a	Bq/g	0,007	0,020	<0,0012	0,0065
Radium-226	Bq/g	0,029	0,088	<0,01	0,01
Bly-210	Bq/g	0,26	-	-	-
Polonium-210	Bq/g	0,21	0,45	0,26	<0,01
Thorium-232b	Bq/g	0,005	0,019	<0,0004	<0,0004
Radium-228	Bq/g	<0,05	-	-	-

Note: (a) 1 g U = 12.350 Bq af U-238; (b) 1 g Th = 4.100 Bq af Th-232; vådvægt

9.2 Potentiel påvirkning

De mulige påvirkninger forbundet med radiologiske udledninger, er:

- Radioaktivitet, der potentielt kan medføre forurening af miljøet og påvirke menneskers sundhed, kan blive frigivet under projektets faser med konstruktion, drift, lukning og efter lukningen
- Der er potentiel risiko for ulykker under projektoperationer, der kan resultere i de radiologiske emissioner
- Brud på TSF-dæmningen kan potentielt medføre frigivelse af tailings-vand og faste stoffer til land- og vandområder nedstrøms for TSF-anlægget og tilknyttet radiologisk eksponering
- Frigivelse af aerosoler fra TSF-anlægget kan potentielt medføre forurening af jorden og frigivelse af radioaktivitet i retning med vinden og fra TSF-anlægget.

9.3 Vurdering af påvirkninger

9.3.1 Udslip til luft, jord og vand

Nogle projektaktiviteter kan resultere i frigivelse af radioaktivitet til luft, jord og vand, der potentielt kan være skadelig for dyr, planter og mennesker.

Radioaktive udslip fra projektet vil primært være i form af radonemissioner og spredning af radioaktivt støv.

I radiologiske undersøgelser foretaget af Arcadis [5] blev den potentielle radiologiske kontaminering vurderet. Projektrelaterede koncentrationer af radionuklider i receptorer (jord, vand, planter og dyr) på forskellige steder inden for undersøgelsesområdet blev beregnet. Potentielle påvirkninger af centrale dyrearter såvel som af menneskers sundhed blev overvejet, herunder vurderingen af en række levesteder og potentielle forureninger gennem hele fødekæden.

Påvirkninger af dyrs helbred blev bestemt ved at sammenligne den totale dosis (naturlig baggrundsdosis og dosis som følge af projektaktiviteter) med en valgt beskyttende dosisgrænse. Hvis

den modtagne dosis er under grænsen for den beskyttende dosisgrænse, kan det konkluderes, at artens helbred ikke er i fare.

For at beregne de radiologiske koncentrationer og dosiseksponering for dyr, anvendte Arcadis modellen INTAKE pathways, en proprietær model, der anvendes til at simulere miljømæssig overførsel, optagelse og risiko som følge af udsættelse for radionuklider frigivet til miljøet (f.eks. til luft, vand og jord).

Potentielt problematiske forurenende stoffer (Contaminants of potential concern) (COPC) for projektet blev identificeret som følgende langsigtede radionuklider i henfaldskæderne for uran- og thorium:

- Uran-238
- Thorium-230
- Radium-226
- Bly-210
- Polonium-210
- Radon-222 (radon)
- Thorium-232
- Radium-228
- Thorium-228 og
- Radon-220 (thoron).

Menneskelige sundhedsaspekter omtales i Vurdering af Samfundsmæssig Bæredygtighed 2018 fra GML.

Radon

Under alle projektets faser foregår der aktiviteter, der har potentiale til at frigive radon.

Dispersionen af radon frigivet som følge af projektaktiviteter er blevet beregnet og kombineret med en anslået radonemissionsrate for minedrift på 1,5 $Bq/m^2/s$. Den samlede stigning i radonemissionerne udgjorde mindre end 2% i forhold til den udendørs radonkoncentration i byen Narsaq [6].

Støv

Modelleringen af støvdispersion identificerede støvkilderne under projektets driftfase og anslåede koncentrationerne på forskellige steder inden for undersøgelsesområdet. Ved anvendelse af støvaflejringsmodellering og data vedrørende indholdet af uran og thorium i støvets kilemateriale blev koncentrationer af COPC anslået på forskellige steder i undersøgelsesområdet.

De niveauer af COPC i støvet, der skønnes at være blevet genereret af projektaktiviteter, er derefter blevet anvendt til at forudse ændringen i koncentrationerne af radionuklider i receptorer, som følge af aflejringen af projektrelateret støv.

Som eksempel vises den anslåede koncentration af COPC i lav på forskellige steder i og omkring undersøgelsesområdet i Tabel 25. De anslåede koncentrationer i tabellen er summen af baggrundsniveauet og den støvrelaterede påvirkning fra projektet.

Baseret på de forventede koncentrationer af COPC i jord og planter (dvs. baggrund og projektrelateret) er de forudsagte koncentrationer i udvalgte dyr, der lever i de forskellige terrestriske habitats i undersøgelsesområdet, blevet bestemt.

Tabel 25 Modeller for koncentrationer af COPC i lav i undersøgelsesområdet

COPC	Enhed	Narsaq dal	Taseq	Narsaq	Tuttutooq
Uran	µg/g	2,06	1,21	1,18	1,18
Uran-238	Bq/g	0,026	0,015	0,015	0,015
Thorium-230	Bq/g	0,026	0,015	0,015	0,015
Radium-226	Bq/g	0,026	0,015	0,015	0,015
Bly-210	Bq/g	0,60	0,59	0,59	0,59
Polonium-210	Bq/g	0,15	0,14	0,14	0,14
Thorium	µg/g	6,9	4,6	4,5	4,5
Thorium-232	Bq/g	0,028	0,019	0,018	0,018
Radium-228	Bq/g	0,028	0,019	0,018	0,018
Thorium-228	Bq/g	0,028	0,019	0,018	0,018

Beregningen af koncentrationen af COPC i hver art er blevet bestemt ved at tage hensyn til artens kost, den tid der leves i undersøgelsesområdet og de anslåede koncentrationer af radionuklider i kosten.

Modellerede koncentrationer for udvalgte jordlevende fuglearter og pattedyr på flere steder inden for undersøgelsesområdet er vist i Tabel 26.

Tabel 26 Modellerede koncentrationer af COPC i pattedyr og fugle på forskellige steder i undersøgelsesområdet

COPC	Enhed	Narsaq dal		Ipiutaq		Narsaq by
		Fjeldrype	Polarræv	Havørn	Får	Gråmåge
Uran	µg/g	0,049	0,001	0,10	0,009	0,009
Uran-238	Bq/g	6,1x10-4	1,6x10-5	1,2x10-3	1,2x10-4	1,1x10-4
Thorium-230	Bq/g	6,9x10-6	1,2x10-5	3,7x10-5	5,7x10-5	6,1x10-7
Radium-226	Bq/g	2,3x10-5	1,0x10-4	7,4x10-5	0,003	6,9x10-6
Bly-210	Bq/g	0,003	2,3x10-5	0,003	6,3x10-4	3,2x10-4
Polonium-210	Bq/g	0,011	3,0x10-5	0,007	8,7x10-5	0,002
Thorium	µg/g	0,002	0,003	0,004	0,014	1,5x10-5
Thorium-232	Bq/g	6,8x10-6	1,2x10-5	1,5x10-5	5,6x10-5	6,2x10-8
Radium-228	Bq/g	2,3x10-5	1,0x10-4	9,3x10-5	0,003	4,7x10-6
Thorium-228	Bq/g	6,8x10-6	1,2x10-5	1,5x10-5	5,6x10-5	6,2x10-8

Baseret på koncentrationerne af COPC blev strålingsdosis for disse arter derefter anslået, idet dosen er mængden af absorberet strålingsenergi.

Dosis blev anslået ved anvendelse af den beregnede koncentration af COPC i planter og dyr og en dosis-koefficient, der tegner sig for strålingsfaktorer og faktorer for vævsvægt, metabolisk og bio-kinetisk information. Værdier for dosiskoefficienter er blevet indhentet fra internationale agenturer.

Eksempler på anslåede doser for planter og dyr i og omkring studieområdet er vist i Tabel 27.

Tabel 27 Anslået dosis (mGy/d) for lav, et udvalg af plantegrupper, pattedyr og marine fisk

Arter	Anslået dosis (mGy/d)				
	Narsaq	Narsaq dal	Ipiutaq	Tuttutooq	Nordre Sermilik
Lav	0,28	0,40	0,23	0,28	-
Græs og urter	0,014	0,020	0,016	0,013	-
Arktisk hare	-	0,017	0,012	-	-
Polarræv	-	0,010	0,005	-	-
Får	-	-	0,016	-	-
Rensdyr	-	-	-	0,009	-
Ringsæl	-	-	-	-	0,009
Marine fisk	-	-	-	-	0,019

Det forventes ikke, at projektet vil bidrage til nogen ekstern stråling i form af yderligere gammadosis til dyrelivet i området. Imidlertid kan radionuklider deponeret i legemsvæv potentielt føre til eksponering for intern stråling, og dosis fra dette kan fortsætte længe efter indtagelsen er ophørt.

For at bestemme, om beregnede doser er skadelige, sammenlignes de med en dosis, for hvilken det er kendt, at der ikke er negative virkninger. Referencedosisværdier eller benchmarkværdier, hvor der ikke er observeret skadelige virkninger i naturlige populationer, offentliggøres af internationale organisationer. Referencedosisværdierne der er anvendt til denne vurdering er vist i Tabel 28. Værdierne er forskellige for dyr og planter associerede til vandmiljøer og terrestriske miljøer.

Det endelige trin i denne radiologiske vurdering er beregningen af screeningsindeksværdien. Denne værdi udregnes ved at dividere den totale dosisrate (baggrund plus projekt) modtaget af en receptor (for eksempel en fugl) ved de relevante referencedosisgrænser fra Tabel 28.

Tabel 28 Grænseværdier for referencedosis anvendt ved vurderingen [5]

	Værdi	Enheder
Akvatisk biota (baggrund + projekt)	9,6	mGy/d
Terrestrisk biota (baggrund + projekt)	2,4 & 0,96	mGy/d

Hvis screeningsindeksværdien er under 1, dvs. den beregnede dosis er under referencedosisgrænsen, vil der ikke være skadelige virkninger for dyr eller planter.

Tabel 29 viser screeningsindeksværdier for marine dyr og planter ved to punkter i Nordre Sermilik. Screeningsindeksværdien for alle receptorer er langt under 1. I andre fjorde er værdierne endnu lavere.

Tabel 29 Screening-indeksværdier for marine dyr og planter

Arter	Afledning strøm	Anbringelse af behandlet vand	Nordre Sermilik
Havbunds fisk	0,002	0,002	0,002
Pelagiske fisk	0,002	0,002	0,002
Havbund/krebsdyr	0.003	0,005	0,004
Vaskulær plante	0.001	0.002	0,001
Ringsæl	-	-	0,001
Pukkelhval	-	-	0,001

Screeningsindeksværdien for terrestriske planter og dyr er angivet i Tabel 30. Igen er værdierne for alle receptorer langt under 1, hvilket betyder, at der ikke vil være skadelige virkninger for dyr eller planter. Værdierne uden for undersøgelsesområdet, for eksempel ved Qassiarsuk, er endnu lavere.

Tabel 30 Screening-indeksværdier for landlevende pattedyr og planter

Art	Screening-indeksværdi							
	Sammenlignet med 2,4 mGy/d				Sammenlignet med 0,96 mGy/d			
	Narsaq	Narsaq-dalen	Ipiutaq	Tuttutooq-øen	Narsaq	Narsaq-dalen	Ipiutaq	Tuttutooq-øen
Lav	0,12	0,17	0,10	0,12	0,29	0,42	0,24	0,29
Græsser og urter	0,006	0,009	0,007	0,006	0,015	0,022	0,017	0,014
Polarhare	-	0,007	0,005	-	-	0,018	0,013	-
Polarræv	-	0,004	0,002	-	-	0,010	0,005	-
Får	-	-	0,007	-	-	-	0,017	-
Rensdyr	-	-	-	0,004	-	-	-	0,009

Screeningsindeksværdier for en række fugle vises i Tabel 31. Værdierne for alle arter ligger et stykke under 1 og er endnu lavere uden for undersøgelsesområdet.

Tabel 31 Screening-indeksværdier for fugle

Art	Screening-indeksværdi							
	Sammenlignet med 2,4 mGy/d				Sammenlignet med 0,96 mGy/d			
	Narsaq	Narsaq-dalen	Ipiutaq	Nordre Sermilik	Narsaq	Narsaq-dalen	Ipiutaq	Nordre Sermilik
Brünnichs lomvie	-	-	-	0,004	-	-	-	0,011
Edderfugl	-	-	-	0,005	-	-	-	0,013
Sortgrå ryle	-	-	-	0,008	-	-	-	0,02
Fjeldrype	-	0,008	0,005	--	-	0,019	0,012	--
Snespurv	-	0,011	0,008	-	-	0,028	0,021	-
Havørn	-	-	0,004	-	-	-	0,011	-
Gråmåge	0,003	-	0,003	0,008	0,008	-	0,008	0,02
Vandrefalk	-	0,009	-	-	-	0,023	-	-

Projektet forventes kun at frigive små mængder ekstra radioaktivitet til miljøet og det forventes ikke at medføre skadelig påvirkning af eller væsentlig skade på dyrelivet eller personer, der bor eller besøger området. Projektets potentielle radiologiske påvirkninger af planter og dyr i marine, ferskvands og terrestriske habitats, vurderes som værende meget lave. Den anslåede dosis for alle disse receptorer ligger under benchmark-værdierne.

9.3.2 Udslip til land eller vand

På raffinaderiet pakkes uranproduktet (urankoncentrat) i forseglede ståltromler på 200 liter. Tromlerne læsses i standard containere, der også forsegles, før de transporteres til havnen på fladvogne som påkrævet ifølge sikkerhedsstandarderne fra IAEA. Containerne forbliver forseglet under transporten fra raffinaderiet og til det endelige bestemmelsessted. Containere der indeholder tromler med urankoncentrat vil blive læsset af lastbilerne ved havnen og flyttet til et bestemt opbevaringsområde. Der vil være en adgangsport til lagerområdet samt sikkerhedsforanstaltninger af en standard, der overholder/overstiger kravene i den internationale lovgivning om sikkerhed på skibe og havnefaciliteter (ISPS). Containerne vil blive flyttet rundt på havnen med en stabler og vil derefter blive lastet på et fartøj ved hjælp af en kran monteret på et skib.

Mængden af transporteret uranprodukt vil være på 517 tpa med ca. 12,5 t indeholdt i hver standardcontainer. Ca. 40 container med tromler fyldt med urankoncentrat vil blive transporteret fra raffinaderiet til havnen hvert år.

Der er udført en specifik vurdering af urantransport for projektet af Arcadis [3]. Vurderingen identificerede følgende potentielle scenarier for hændelser under transporten af uranprodukter:

- Udslip af urankoncentrat i floder eller i havnen
- Spild af urankoncentrat på land og tilhørende eksponering med gammastråling.

Mens rengøring på stedet vil finde sted inden for kort tid efter en ulykke, er det usandsynligt, at indsatsen med at genoprette uheldet vil medføre en genoprettelse på 100% af det frigivne materiale, især i tilfælde af udslip i vand.

Udslip i vand

I tilfælde af trafikulykker (vælteulykker eller sammenstød) kan der gå hul på containere og tromler, og urankoncentrat kan slippe ud i floderne. En ulykke i forbindelse med håndtering og lastning af containere på skibe kan føre til udslip i havmiljøet. Spildets omfang afhænger af mængden af kraft, der påføres containeren, og containerens og tromlernes evne til at modstå den påførte kraft.

To omfattende risikovurderinger af udslip til overfladevand (floder, søer og fjorde) og land under transport over arktisk Canada er blevet gennemført af ARCADIS-SENES Canada i 2014 [65][66]. Undersøgelserne betragtede lignende potentielle receptorer, som dem der vil forekomme i undersøgelsesområdet.

Den potentielle påvirkning af vandkvaliteten (ferskvand og havmiljø) som følge af frigivelsen af urankoncentrat blev vurderet ved hjælp af modellering af skæbne og transport af det frigivne urankoncentrat samt modellering af eksponeringsvej og risikokarakterisering for forskellige receptorer. Vurderingen antog, at en større oprydningsindsats vil fjerne hovedparten (> 90%) af de frigivne materialer. Begge vurderinger omfattede frigivelsen af urankoncentrat på steder, der ligner det sydlige Grønland med hensyn til meteorologi og vinterforhold.

Der blev identificeret to typer eksponeringer:

- hvor det er muligt, at populationer af udvalgte dyr og planter vil blive påvirket, og
- hvor kun et lille antal individer vil blive påvirket.

Baseret på resultaterne i den radiologiske vurdering fra den arktiske region i Canada, for tilsvarende radioaktive stoffer, kan det udledes, at et udslip af urankoncentrat i Narsaq-floden eller Narsap Ilua, når vandet ikke er frossent, vil kunne medføre konsekvenser på kort og langt sigt.

På kort sigt kan det berørte vand påvirke det akvatiske liv. I denne sammenhæng defineres kortsigtet for vandkvaliteten, som tiden mellem spild og det tidspunkt, hvor det berørte vand er fortyndet tilstrækkeligt til at opfylde retningslinjerne for vandkvaliteten for uran. Denne periode varierer afhængig af det enkelte vandområde, men er normalt i størrelsesordenen dage eller uger.

På længere sigt skal frigivet materiale indeholdes, fjernes og der skal foretages afhjælpninger i området. Afhængig af effektiviteten ved reaktionen på ulykken med udslip, kan den langsigtede kvalitet af sediment i udslipsområdet påvirkes negativt, med det resultat, at flora og fauna kan blive udsat for forurenet vand og sedimenter.

Baseret på data fra transportrisikovurderingen fra arktisk Canada, er risikoen for udslip i vand beregnet til at være ekstremt lav (mindre end 1 til 50 millioner hændelser om året) [3].

Udslip på land

En trafikulykke (vælteulykker eller sammenstød) kan medføre udslip på landjorden fra brud på containere og tromler. Udslippets omfang afhænger af mængden af kraft, der påføres containeren, og containerens og tromlernes evne til at modstå den påførte kraft. En del af det spildte produkt kan blive luftbårent på grund af kraftpåvirkningen under ulykken. Hvis ulykken efterfølges af ild, kan brandeffekten bidrage til luftbåren frigivelse af partikler af urankoncentrat.

I tilfælde af en ulykke, der involverer frigivelse af uranprodukter på land, kan både flora og fauna og offentligheden (og arbejdstagere) blive udsat for ekstern gammastråling samt indånding af luftbårne partikler af urankoncentrat.

Arcadis [3] modellerede en ulykke med køretøjer, hvor halvdelen af det transporterede urankoncentrat blev spildt på jorden. Hvis arbejdere blev udsat for gammastråling fra urankoncentratet i løbet af 10 timers oprydning, ville den maksimale dosis, der blev modtaget, være 0,026 mSv, hvilket er langt under den indledende benchmarkdosis på 1 mSv (over det naturlige baggrundsniveau).

En ulykke kan også medføre, at støv fra urankoncentrat bliver suspenderet i luften som aerosol eller gas. Hvis man antager at en ulykke, hvor halvdelen af det transporterede urankoncentrat er blevet spredt i en halvkugle med en radius på 10 m i 30 sekunder, vil koncentrationen, af umiddelbar og meget kort varighed, i luften nær ulykkesområdet være på 63 mg/m3. Hvis en person udsættes for denne støvkoncentration af urankoncentrat, vil den totale inhalationsdosis være på 0,164 mSv. Denne dosis ligger langt under den anbefalede strålingsdosisgrænse for offentligheden på 1 mSv pr. år (over det naturlige baggrundsniveau).

En gennemgang af ulykkesstatistikken for vejtransport i Canada og USA viste, at sandsynligheden for en ulykke og frigivelse af urankoncentrat til miljøet er yderst usandsynlig (1 for hvert 4.300.00 år, for sandsynligheden for frigivelse af urankoncentrat) [3].

9.3.3 Udslip fra brud på TSF-anlægget

Potentielle strålingspåvirkninger som følge af et højst usandsynligt brud på TSF-dæmningen er blevet vurderet [7].

De faste stoffer i tailings-materialet vil indeholde nogle uran- og thoriumbaserede radionuklider. Test udført på flotationstailings viser, at niveauerne af U-238 og Th-232 er på henholdsvis 1,8 Bq/g og 3,7 Bq/g.

Porevand fra tailings ved 60% faste stoffer, er blevet målt til at indeholde 2,15 mg/l uran og 0,037 mg/l thorium. Fem år efter afslutningen af driften under projektet forventes vandet, der dækker TSF-materialet, at indeholde 2 µg/L uran og praktisk talt ingen thorium. Hvis tailings ved 60% faste stoffer blandes fuldstændigt i forholdet 1: 1 med overfladevandet, vil koncentrationen af opløst uran og thorium falde til henholdsvis 0,62 mg/l og 0,01 mg/l. Opslæmningen skabt af 1 til 1 sammenblanding vil, i gennemsnit, bestå af ca. 37% fast stof.

For en hændelse med overløb, hvor kun afvandingsvand frigives nedstrøms i floderne Taseq og Narsaq, vurderes den potentielle strålingspåvirkning at være meget lav. Der er mulige påvirkninger af vandlevende biota på grund af niveauet af radionuklider under frigivelsesperioden. Men når frigivelsen er ophørt, forventes niveauerne at falde, og doserne vil også falde. Der forventes ingen effekt på menneskers sundhed.

Et delvis eller katastrofalt svigt af TSF-dæmningen ville resultere i frigivelse af vand og tailings-materiale nedstrøms til Taseq- og Narsaq-floderne og ind i Narsap Ilua.

Hvad angår en hændelse med overløb, kan udslip af vand medføre en begrænset påvirkning af vandmiljøet på grund af niveauet af radionuklider, som vil begynde at falde, og dosisniveauet falder. Frigivelsen af tailings-materiale vil potentielt medføre en større påvirkning. Hvor tailings deponeres i det terrestriske miljø, skønt der kan være nogle områder, der er påvirket som følge af de fysiske påvirkninger fra tailings-anlægget, forventes den samlede population af terrestriske receptorer ikke, på længere sigt, at blive påvirket af resterende radionuklider. Tailings vil potentielt deponeres langs floderne og i fjorden. Den maksimale anslåede radiologiske påvirkning vil være på fugle. Potentielle problemer blev også identificeret for andre trofiske niveauer.

Over tid vil udtørrede tailings kunne frigive støv og muliggøre langsom frigivelse af radongas. Under forudsætning af at terrestriske receptorer genoprettes i de områder, hvor der blev deponeret tailings, blev dosen for ikke-human biota anslået ved anvendelse af ERICA-modellen [7].

Imidlertid vil tailings-materialet påvirke den eksisterende biota, så arterne skal igen skal overtage området. Dette kan vise sig at være vanskeligt.

Den maksimale risikokvotient blev anslået til 1,9 for lav og mos, mens andre receptorgrupper befandt sig under 1. Selv om der kan være nogle områder med påvirkning, forventes det dog ikke at den samlede population af terrestriske receptorer vil blive påvirket af resterende radionuklider.

Den mulige radiologiske påvirkning af det naturlige miljø, hvis TSF-dæmningen svigter, er blevet vurderet som medium. Men da der er en ekstremt lav risiko for et brud i TSF-dæmningen, vurderes den samlede påvirkning som værende lille [7].

9.3.4 Udslip af aerosol fra TSF

En vurdering af den potentielle koncentration af uran og andre forurenende stoffer i Taseq og Narsaq-floderne (ved tre prøveudtagningspunkter A, B og C) efter deponering af aerosoler fra TSF [59]. Påvirkningen fra uran diskuteres i dette afsnit (nærmere oplysninger om vurderingsmetoden og drøftelse af potentielle påvirkninger fra andre forurenende stoffer er beskrevet i afsnit 10.3.4).

Vand til byen Narsaq hentes fra tre floder (kombineret årlig gennemstrømning 6 Mm3) cirka 5 km væk fra projektområdet. Ved denne gennemstrømningshastighed er den anslåede årlige basislinje transport af uranmasse på 1 kg. Ved anvendelse af denne gennemstrømningsværdi angiver retningslinjerne for drikkevand fra WHO [71] en kritisk belastning af uran på 180 kg/år. Dette medfører en angivelse af en margen på 179 kg/år som den maksimale "buffer"-belastning, dvs. sikkerhedsmargenen mellem baggrundsgrænsen og den kritiske grænse.

Den anslåede mængde af deponeret uran i drikkevandet i Narsaq angives i Tabel 32, hvilket indikerer, at den maksimale buffer-belastning ikke overskrides for nogen af de modellerede scenarier.

Tabel 32 Mængde uran (kg/år) deponeret i Narsaqs drikkevandsindvindingsområde, under antagelse af, at 1% og 10% af de frigivne aerosoler vil blive blæst fra tailings-dammene til det 6 km^2 store område. Maksimum buffer-belastning [71]

Hændelser med Føhnvind	Afsænkning	Deponering af Uran (kg/år)	
		1%	10%
1 hændelse / år	3,7 mm/år	0,02	0,24
3 hændelser / år	12 mm/år	0,08	0,8
6 hændelser / år	41 mm/år	0,29	2,9

Selv hvis der antages et urealistisk scenarie, hvor 100 % af aerosolen nedfældes inden for afvandingsområdet, og det antages, at alle vindretninger er i retning af afvandingsområdet for mindst 6 begivenheder med føhnvind, vil grænsen for buffer-belastningen ikke blive overskredet [59].

Der har i gennemsnit været 3 hændelser med føhnvind i Sydgrønland mellem 2010 og 2016. Disse hændelser havde en varighed på mellem 17 og 64 timer. 24 timer er median for varigheden.

Topografien og vindretningen under storme, vil i vid udstrækning bestemme, hvor aerosoler deponeres og dermed den potentielle indflydelse på vandforsyningsområdet for byens drikkevand.

I betragtning af de fremherskende vindretninger (østlig og nord-østlig), den lokale topografi og den markerede bjergkam, der adskiller Taseq-dalen fra området, der anvendes til indhentning af råvand til Narsaq-vandforsyningen (højderyggen syd for dalen ligger mere end 200 m over søen Taseq), anses deponering af uranbærende aerosoler fra TSF-anlægget at være usandsynlig.

De maksimale koncentrationer for uran er blevet beregnet for råvandsindtaget ved Narsaq-vandværket og sammenlignet med retningslinjerne for vandkvaliteten fra WHO [71]. Den højest anslåede koncentration af uran fra TSF-anlægget i år 37 blev anvendt. Den anslåede maksimale koncentration af uran ved 25% deponering for en 24-timers hændelse var på 3,89 µg/L, og for en 64-timers hændelse var koncentrationen på 10,31 µg/L. Begge koncentrationer er under grænseværdien på 30 µg/L udstedt af WHO.

Det anses for usandsynligt, at der vil forekomme forurening af drikkevandet i Narsaq med uran fra TSF-anlægget, sådan at retningslinjerne fra WHO overtrædes.

9.4 Afhjælpende foranstaltninger

De afhjælpende foranstaltninger omfatter:

- Håndtering af støv gennem DCP
- Transporten og emballagen af urankoncentratet vil være i overensstemmelse med sikkerhedsstandarder fra IAEA - urankoncentrat pakket i tromler og fastgjort inde i forseglede søcontainere
- Under og efter driftsfasen vil tailings med faststoffer blive opbevaret under vand for at forhindre støv- og radonemissioner
- Produktionsanlægget vil blive designet ved hjælp af tekniske overvejelser for at minimere strålingsemissioner.

9.5 Forventede påvirkninger

De forudsete resultater som følge af radiologiske emissioner er opsummeret i Tabel 33.

Tabel 33 Forventede resultater for radiologiske emissioner

Påvirkning	Projektfase	Fysisk udstrækning	Varighed	Betydning	Vurdering
Radioaktivitet fra støv	Drift	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Meget lav	De radiologiske påvirkninger af planter og dyr i forbindelse med marine, ferskvands- og terrestriske levesteder i undersøgelsesområdet samt for fastboende personer og gæster i Narsaq og Ipiutaq er meget lave. Den anslåede dosis for alle disse receptorer ligger under benchmark-værdierne.
Radioaktivitet fra udslip	Drift	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Meget lav	Transport og emballering af urankoncentrat vil blive foretaget i overensstemmelse med sikkerhedsstandarderne fra IAEA.
Radioaktivitet fra aerosolfrigivelse fra TSF	Drift Lukning	Undersøgelsesområde	Langsigtet	Meget lav	Deponeret masselast og beregnede maksimale koncentrationer af uran i vandspray i løbet af en 24-timers og 64-timers stormhændelse var under retningslinjerne for vandkvaliteten fra WHO.
Frigivelse af radioaktivitet fra brud på TSF-dæmning	Lukning	Undersøgelsesområde	Langsigtet	Lav	Risikoen for brud på TSF-dæmningen anses for at være meget lav og meget usandsynlig. Efter frigivelsesperioden vil niveauerne af radionuklider falde og dosisniveauet falder.

10. Vandmiljø

10.1 Eksisterende miljø

10.1.1 Overfladeslid

Projektområdets hydrologi er kendetegnet ved et afvandingsområde med et areal på 30 km^2, domineret af nedbør. Størstedelen af afvandingsområdet er uden vegetation og har som følge heraf en hurtig afstrømningshastighed.

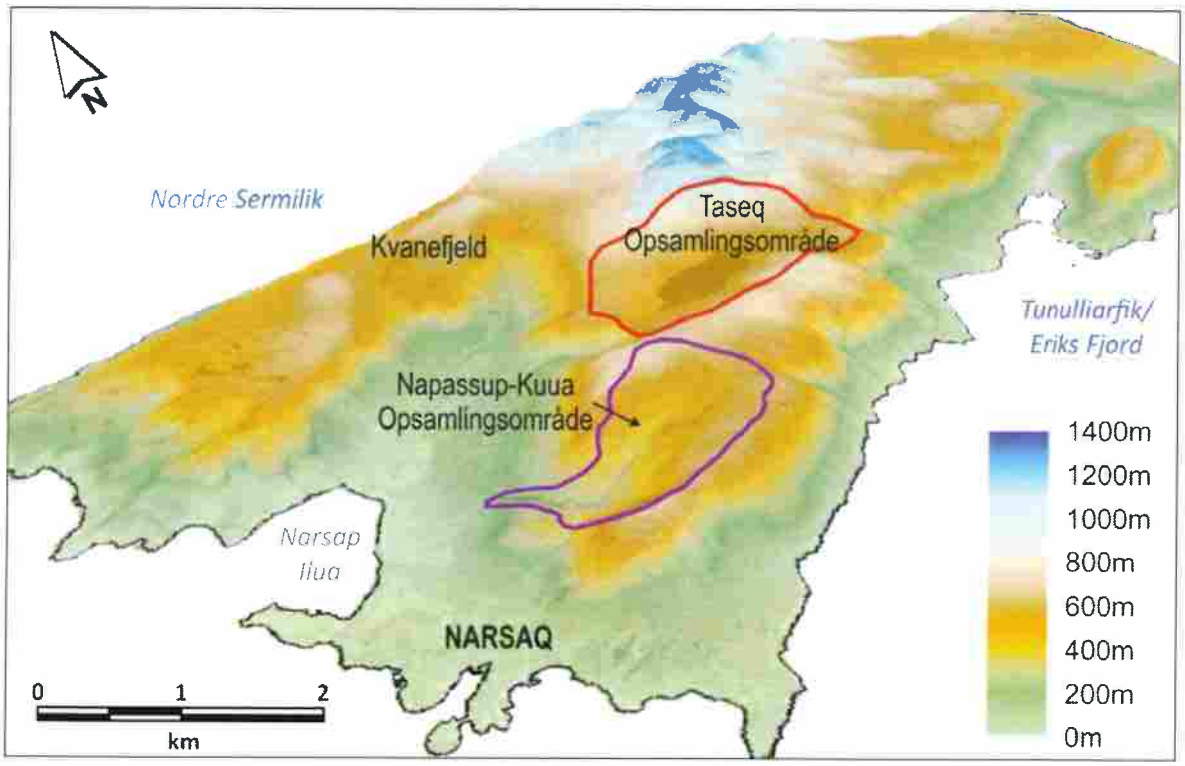
De to store bifloder til Narsaq-floden påvirkes henholdsvis af søen i Taseq-bassinet og Kvane-søen. Narsaq-floden stammer fra en lille gletscher øverst i Narsaq-dalen. Fra gletsjeren løber floden 10 km gennem Narsaq-dalen, hvorefter den løber ud i havet ved Narsap Ilua. Gennemstrømningen varierer i løbet af året med mest afstrømning mellem april/maj og oktober. Floden er typisk dækket af is og sne om vinteren, men fortsætter med at strømme under isdækket.

Taseq-bassinet forbinder til Narsaq-floden gennem Taseq-floden. Taseq-bassinet indeholder den største sø i afvandingsområdet omkring Narsaq-floden. Bassinet ligger 520 m over havets overflade og er 2,5 km lang, mellem 0,5 og 0,7 km bred og over 30 m dyb på det dybeste punkt. Om vinteren er søen dækket af is og udledningen standser. Grundvand fra de omkringliggende skråninger strømmer dog stadig ind i Taseq-floden og resulterer i overlandstrømme, selv midt om vinteren.

Ud over forekomsten af hvirvelløse dyr er der ikke noget biologisk liv i Taseq-bassinet på grund af det høje fluorindhold.

En række mindre søer på plateauet løber via Kvane-floden ind i Narsaq-floden.

Figur 40 viser Taseq-afvandingsområdet, og Tabel 34 angiver de karakteristiske udledningsværdier for Narsaq-floden og dens bifloder.



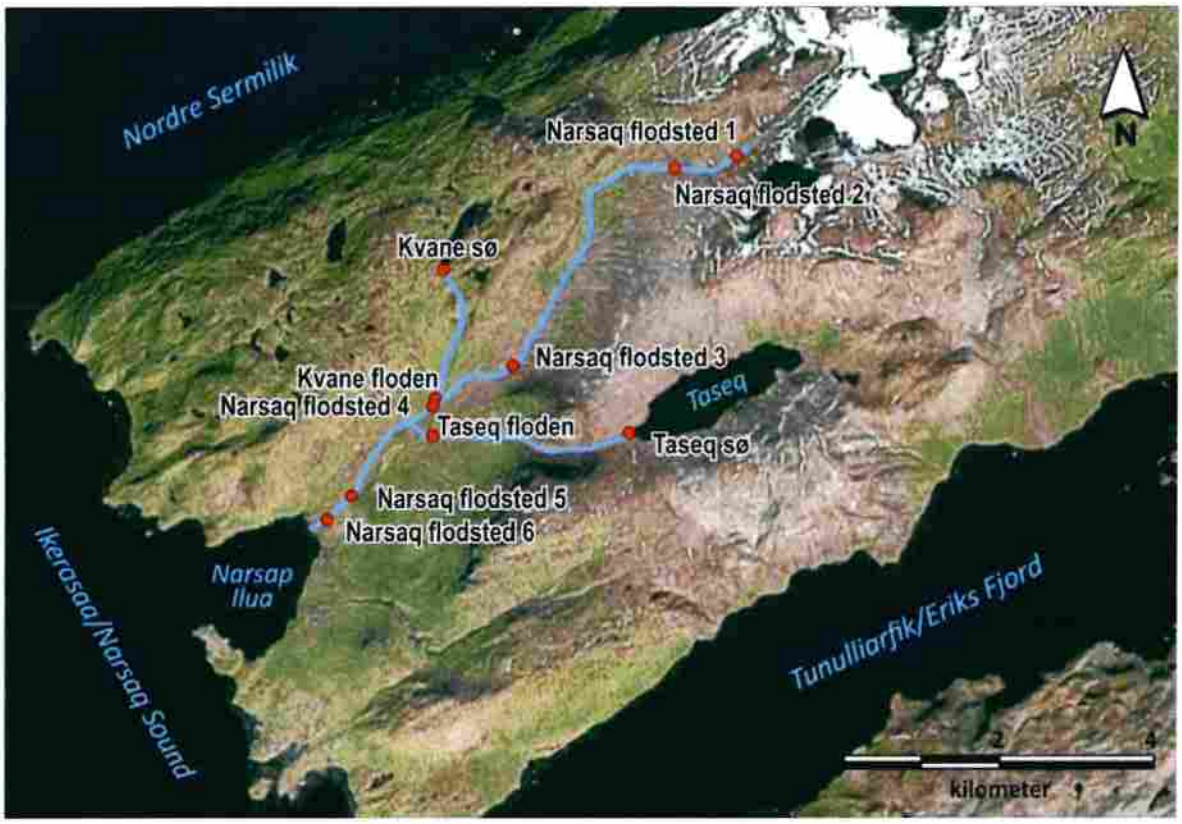
Figur 40 Afvandingsområdet for Taseq-floden

Tabel 34 Karakteristiske udledninger (Q) på udvalgte steder i afvandingsområdet for Narsaq-floden (daglige gennemsnitlige udledningsværdier modelleret for 50-års perioden 1964-2013 [51])

Kilde	Placering	Område km²	Højde m.o.h.	Q min m³/s	Qmm m³/s	Q25% m³/s	Qgns m³/s	Qmax m³/s
Vandafløb fra mine	Udløb Bredefjord	2,3	0	0	0	0,004	0,07	1,1
Narsaq-floden	Dæmning til råvand	8,4	490	0,05	0,01	0,04	0,33	3,2
Narsaq-floden	Hydro-station	14,9	110	0,01	0,03	0,1	0,52	5,2
Kvane udløb	Sø udløb	1,8	525	0	0,001	0.007	0,06	0,8
Kvane-floden	Hydro-station	3,1	105	0	0,002	0,01	0,09	1,2
Taseq udløb	Gammel hydro-station	8,3	510	0	0,02	0,06	0,25	3
Taseq-floden	Hydro-station	12,1	65	0,005	0,03	0,09	0,37	4,4
Narsaq-floden	Narsap Ilua udløb	36,6	0	0,035	0,105	0,3	1,15	12,4

Vandkvalitet

Vandkvaliteten af Narsaq-floden, Kvane-floden og søen og Taseq-floden og bassinet er blevet vurderet [32][53][58]. På grund af den betydelige mængde af det vandopløselige mineral villiaumit (NaF) i det geologiske miljø, indeholder floderne Narsaq og Taseq og vandet i Taseq-bassinet naturligt forhøjede koncentrationer af fluor. I Narsaq-floden øges fluorindholdet betydeligt fra flodens øvre ende til udmundingen af fjorden (Figur 41).



Figur 41 Placering af overvågningssteder for vandkvaliteten

Tabel 35 Fluorkoncentrationer mg/L i overfladevand

Sted	Fluor (F) mg/L
Narsaq-floden sted 1	0,58
Narsaq-floden sted 2	0,88
Narsaq-floden sted 3	2,7
Narsaq-floden sted 4	2,9
Narsaq-floden sted 5	2,9
Narsaq-floden sted 6	3,0
Taseq-bassinet	2,0
Taseq-floden	1,7
Kvane sø	0,83
Kvane-floden	9,9
Canadas kvalitetskriterier for ferskvand 2015	0,12
WHO standarder for drikkevand 1993	1,5

- Den årlige fluorkoncentration varierede på mellem 1 og 28 mg/L, med en medianværdi på 15 mg/L i Narsaq-floden opstrøms for floden Kvane
- Urankoncentrationen varierede på mellem ~0 og 2,8 µg/L med medianværdier på omkring 0,5 µg/L. Niveauet er placeret væsentligt under værdierne for de internationale retningslinjer (f.eks. de canadiske retningslinjer på 15 µg/L)
- Grundniveauet for uran og thorium i Narsaq-floden er højere end niveauerne i Kvane-søen og Taseq-bassinet
- Grundniveauet for arsen (As), undtagen for en i Narsaq-floden, ligger under værdierne i de Grønlandske kriterier for vandkvaliteten - GWQC (4 µg/L)
- Koncentrationen af cadmium (Cd), krom (Cr (III)), kobber (Cu) og bly (Pb) ligger under værdierne i GWQC på alle steder
- Koncentration af zink er typisk under GWQC-niveau i Narsaq-floden, men over GWQC-niveau i Kvane-søen
- På trods af, at den maksimale registrerede koncentration af fosfor (Tot-P) i Narsaq-floden oversteg GWQC-værdierne (20 µg/L), er medianværdien langt under GWQC-værdien ved 0,5 µg/L
- Der blev observeret meget signifikante sæsonvariationer i koncentrationerne. I sommertiden med høj gennemstrømning var koncentrationen af salte meget lav. I vinterperioder med lav gennemstrømning (hovedsageligt påvirket af grundvandet) blev der observeret meget højere koncentrationer af opløst fosfor, på omkring 100 µg/L. Dette indikerer, at oprindelsen af vandet i floden bestemmer indholdet af de opløste elementer
- Alle resultater fra alle prøvesteder overstiger de internationale retningslinjer for ferskvandsmiljøer, herunder retningslinjerne for drikkevand fra Verdenssundhedsorganisationens (WHO) .

Undersøgelsen af vandkvalitetet konkluderer, at basiskoncentrationsniveauet af fluor er 100 gange over de Canadiske retningslinjer for ferskvandskvaliteten i dele af Narsaq-floden og ti gange over standarderne for drikkevand angivet af WHO.

Alle prøvetagningssteder i Narsaq-floden, Kvane-søen og Taseq-bækkenet har medianværdier, der overstiger vandkvalitetskriterierne med mindst en faktor på fem. Basiskoncentrationer af arsen, zink og fosfor oversteg på nogle steder vandkvalitetskriterierne [58]. Variationerne er sandsynligvis et resultat af sæsonmæssige forskelle mellem afstrømningskilder sommer og vinter.

I Grønland leveres drikkevand primært fra søer og floder. Narsaq får vand fra floderne Napassup Kuua, Kuukasik og Landnamselven. I øjeblikket kommer vandforsyningen til Narsaq næsten udelukkende fra Landnamselven-floden. Det samlede årlige forbrug er på ca. 80.000 m^3. Vand opsamles i et byreservoir med en kapacitet på 280.000 m^3. Vandet filtreres og behandles med klor. Forsyningen af drikkevand til Narsaq ledes af Nukissiorfiit. I Figur 43 viser kortet, at afvandingsområdet for drikkevand (orange farve) er afsondret fra Taseq-floden.

10.1.2 Havmiljøet

Havene ud for Syd- og Vestgrønland, nord, 65-67° N, er isfrie hele året rundt. Dette åbne vandområde er primært et resultat af den forholdsvis varme nordligt eller nordvestligt strømmende Vestgrønlandsstrøm. Imidlertid kan der forekomme tre typer havis i det marine område omkring Erik Aappalaartup Nunaa-halvøen (Figur 42):

- Kortlevende hurtigtflydende is kan forekomme i fjordens indre om vinteren. Typen af isdække er ekstremt variabel både inden for den enkelte vinterperiode og mellem vintrene

  Fastis har i de senere år hovedsagelig været begrænset til bunden af fjordene, hvorimod de resterende dele af fjordene har været isfrie om vinteren

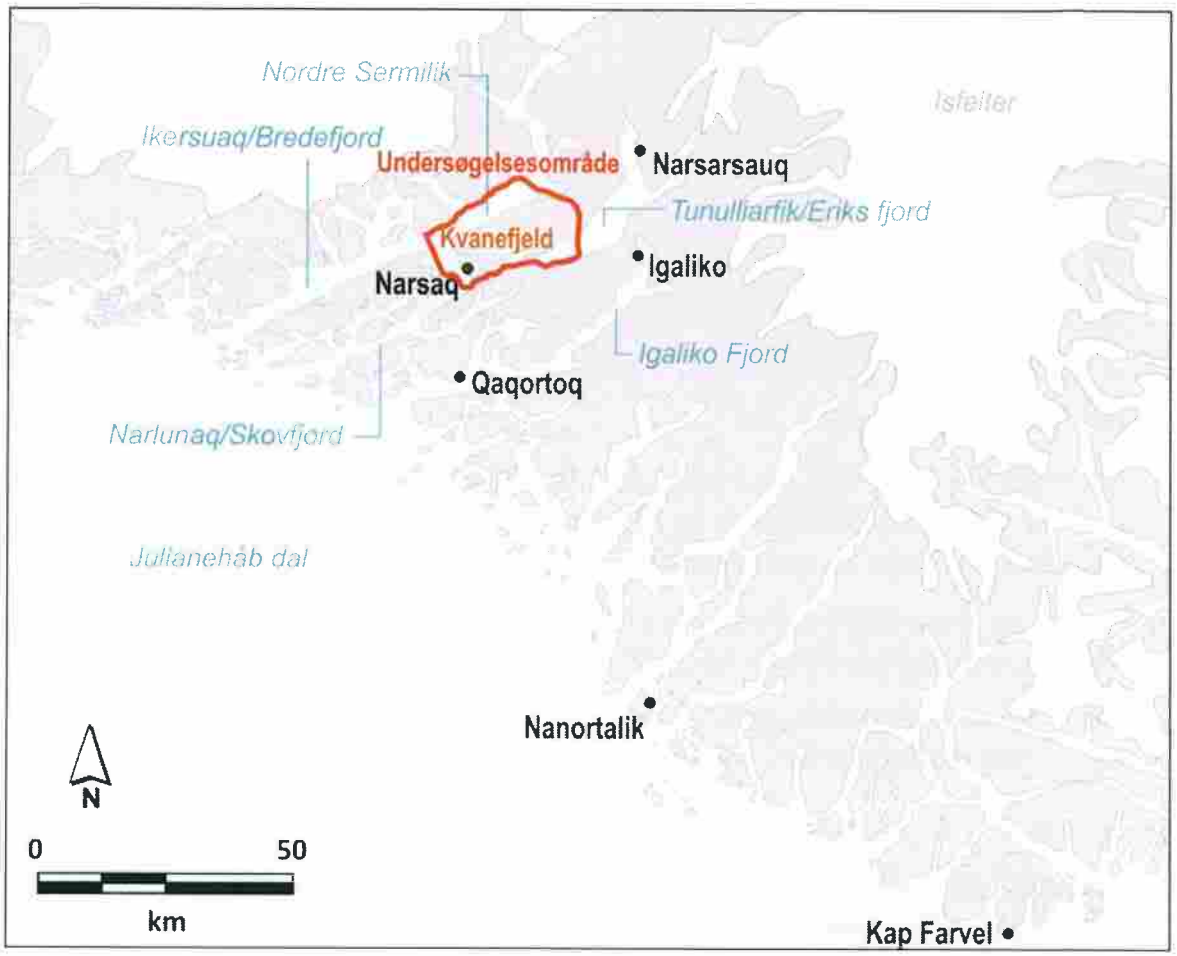
- Isbjerge og drivis fra gletschere i Ikersuaq/Bredefjord – Sermilik-systemet, men også i bunden af Tunulliarfik/Eriks Fjord, er almindelige hele året

  Om sommeren kan isbjerge og drivis dække store dele af Nordre Sermilik og undertiden Ikersuaq/Bredefjord

- Flerårig søis/drivis (Storis), der flyder med den Østgrønlandske strøm, bevæger sig sydover langs Grønlands østkyst, vender mod vest ved Kap Farvel og flyder derefter nordover langs Grønlands sydvestkyst.

  Nogle år forårsager vind og bølger at "Storis" fylder mundingen af de større fjorde i Sydgrønland, herunder Ikersuaq/Bredefjord og Narlunaq/Skovfjord om foråret.

Som de fleste fjorde i Syd- og Vestgrønland er de tre fjorde i området omkring projektet gamle glacialdale (Ikersuaq/Bredefjord, Nordre Sermilik og Narlunaq/Skovfjord, se Figur 42). Disse fjorde er generelt dybe, med maksimale vanddybder på op til 680 m.



Figur 42 Havmiljøet

Ikersuaq/Bredefjord og Narlunaq/Skovfjord er også "fjorde med morænevolde" hvor lave vanddybder ved fjordens mund forhindrer fri indgang af havvand. Ved udmundingen af Ikersuaq/Bredefjord er dybden på 140 m, mens dybden ved udmundingen af Narlunaq/Skovfjord kun er på 70 m. Da morænevolden stærkt begrænser udvekslingen af vand mellem de dybere dele af fjordene og det åbne hav, afhænger stor-skala-cirkulationen af vand i fjorderne stort set af tilførslen af ferskvand. Indløbet af ferskvand kommer hovedsagelig fra floder, såsom Narsaq-floden, men også fra isbjerge fra gletsjere.

I disse morænevolds-fjorde udgør tilstrømningen af ferskvand et overfladelag af brakvand, der forårsager et højere vandniveau i fjordene end udenfor [46]. Denne forskel i vandstanden tvinger brakvandet i overfladen ud af fjordene. Når vandet strømmer ud mod fjordens munding, bliver brakvandet i stigende grad salt på grund af at overfladevandet blandes med det underliggende vand. For at erstatte saltvandsvandet med overfladestrømmen strømmer en understrøm af mere salt vand ind i fjordene ved mellemdybder [46].

Om vinteren reduceres tilstrømningen af ferskvandet til fjordene, fordi søer og floder fryser til, og nedbør på land falder som sne snarere end som regn. Den reducerede tilstrømning af ferskvand forårsager, at indholdet af overfladesalt i fjorden øges til niveauerne i kystvandet uden for fjorden. Den reducerede forskel i saltindholdet mindsker cirkulationen i fjorden til et minimum.

Som et resultat af den reducerede udveksling af saltvand med havet er morænevolds-fjorde dynamisk marine økosystemer. Derudover er mængden og kvaliteten af ferskvandstilstrømning fra floder af særlig betydning for marin flora og fauna, da disse vandkilder er en af de primære kilder til vand-udveksling i disse fjorde [51].

10.1.3 Grundvand

TSF-anlægget vil blive konstrueret i Taseq-bassinet, som i øjeblikket drænes af Taseq-floden, en biflod til Narsaq-floden. Afstrømning til TSF-anlægget fra overfladen vil blive reduceret ved opførelse af afledningskanaler. Afledning og nedstrøms-afvanding vil vedligeholde Taseq-flodens strømning under driftsfasen.

Eksisterende grundvandshyrologiske data for Taseq-bassinet og omgivelserne er blevet vurderet for at bestemme den sandsynlige forekomst af vand i grundvandssystemerne og potentialet for udslip fra TSF-anlægget til grundvandsanlæggene [24][58].

Opbevaring af grundvand

Potentialet for opbevaring af grundvand i Taseq-bassinet er begrænset som følge af de stejle skråninger, den blottede klippe og de begrænsede lag af jord og sedimenter. Sten og sedimenter i bassinet anses ikke for at være egnede til opbevaring af grundvand.

På grund af trykgradienter fra det højere omgivende terræn vil grundvand fra den begrænsede oplagring have tendens til at skubbe grundvand ind i Taseq-søen.

Der vil dog være en lokal forøgelse af det hydrauliske tryk (30 til 50 m over det nuværende niveau), der kan skabe betingelser for at lette overførslen af opløste stoffer til det underliggende grundvand.

Geologi

Tektoniske aktiviteter kan resultere i åbne brud. For afvandingsområdet i Taseq er tektonisk aktivitet forbundet med magmatiske aktiviteter, der skaber relativt få åbne brud.

Grundfjeldet under basen for deponeringsanlægget til tailings er sammensat af Ilimaussaq naujait [24] og en mindre grad af basalter sydvest for udløbet fra Taseq-bassinet. Naujait er en krystallinsk magmabjergart, der er mere bredt klassificeret som en syenit. Selvom der ikke er blevet udført nogen målrettet hydrogeologisk boring eller hydraulisk afprøvning i dette område, antyder overfladisk geoteknisk boring (6 huller fra 17-33 m) ved bassinets afløb, at graden af forvitring betragtes som lav og følgelig betragtes de permeabiliteter, der er forbundet med værtsstenen, også som lav. En kontinuerlig borekerne fra et 500 m dybt hul (DDH-V001) boret fra ved siden af søen i Taseq-bassinet demonstrerer yderligere, at forekomsten af naujait fortsætter til 233 m under det nuværende vandniveau med minimal forvitring og brud. Fra 233 m og nedefter, findes der forekomster med lommer af lujavrit mellem naujaitforekomsterne.

Eftersom matrixpermeabiliteten betragtes som ubetydelig, ville transmissiviteten være af sekundær natur og underlagt brudforholdene. Hydraulisk testning fra det fremtidige mineområde i Kvanefjeld antyder lave transmissiviteter i størrelsesordenen flere m2/d, hvilket vil indikere meget lave volumenpermeabilitetsværdier i området fra 0,001 til 0,01 m/d for hele værtsstene (lujavrit) . Mineområdet har en væsentligt større antal bjergarter og er mere strukturelt komplekst end området underliggende Taseq-bassinet, der domineres af massiv naujait. Det er derfor rimeligt at anskue den hydrauliske testning fra det fremtidige mineområde som en konservativ sammenligning med Taseq.

Under forudsætning af, at lignende permeabilitetsværdier gælder i TSF-området, og de sandsynlige grundvandsgradienter i bassinet er relativt lave, vil grundvandets strømningshastigheder under bassinet være lave, estimeret med en hastighed på nogle meter om året. Tilstedeværelsen af brud kan øge grundvandets strømningshastighederlokalt (advektion) til adskillige ti-meter om året.

Disse anslåede advektionshastigheder indikerer potentielt lave forurenende transportudsigter gennem grundvandspassagen, forudsat at de hydrauliske egenskaber i Taseq-bassinet ligner egenskaberne for det lujavrit-holdige mineområde, og som sådan betragtes som værende af lav risiko.

Ud over dette indikerer den digitale højdemodel en potentiel tilstedeværelse af fejl/brudzonen, der krydser CRSF-området i VSV-ØNØ retning. Vurdering af borekerner fra undersøgende boringer tyder på, at der har været ubetydelig forskydning eller bevægelse langs fejl/brudzonen inden for Ilimaussaq-intrusionen. Det vides ikke, om denne potentielle brudzone er forbundet med områder uden for Taseq-bassinet.

Afvandingsområde vandbalance

Vandbalancen i afvandingsområdet ved Taseq er blevet beregnet ved hjælp af data fra Det danske Metrologiske Institut, ved hjælp af lokale meteorologiske data og lokale hydrologiske overvågningsdata.

Vandbalancen beskriver vandcirkulationen i afvandingsområdet og angiver om der er noget vand, der går tabt i grundvandssystemerne.

Input	= output og tab til systemet
nedbør	= overfladeafledning + fordampning + tab til grundvand

Data for Narsaq-floden for 50-årsperioden 1964 til 2014 viser følgende årlige gennemsnit:

- nedbør = 1.120 mm
- overfladeafledning = 990 mm
- Fordampning = 160 mm

Baseret på disse data overstiger vandproduktionen fra afvandingsområdet vandtilgangen til afvandingsområdet med et årligt gennemsnit på 30 mm. Denne forskel er inden for nøjagtighedsmarginen for dataregistrering og modellering og indikerer begrænset eller intet tab af vand fra Taseq til grundvandssystemer.

Vurderingen af eksisterende hydrogeologiske data konkluderer, at potentialet for opbevaring og bevægelse af grundvand er begrænset. Geologien der ligger under bassinet (og det foreslåede TSF-anlæg) er kendetegnet ved krystallinsk bjergart med minimal forvitring. Bjergarterne under Taseq-bassinet viser lignende egenskaber som for den omgivende geologi og vil sandsynligvis være uigennemtrængelig med begrænset interaktion med grundvandssystemer.

Risikoen for signifikant nedsivning fra det foreslåede TSF-anlæg anses for at være lav [24][60].

10.2 Potentiel påvirkning

De mulige påvirkninger af vandmiljøet, er:

- Konstruktionen og driften af projektet vil ændre de hydrologiske processer, hvilket potentielt kan påvirke vandkvaliteten
- Driften af TSF-anlægget kan potentielt medføre forurening uden for TSF-anlægget som følge af spild eller skader på TSF-anlægget
- Frigivelse af aerosoler fra TSF-anlægget kan potentielt medføre forurening af vandet, herunder drikkevandet i Narsaq, i retning med vinden og fra TSF-anlægget

- Udledning af overskydende behandlet vand fra projektet kan potentielt påvirke vandkvaliteten i Norde Sermilik-fjorden
- Under konstruktionen og driften af projektet er der risiko for ulykker, der kan medføre udledning af kemikalier (f.eks. olieudslip) til miljøet
- Risiko for ulykker, der resulterer i udledning af kulbrinter og kemikalier
- Risiko for ulykker, der resulterer i udledning af procesvand fra projektet.

10.3 Vurdering af påvirkninger

10.3.1 Påvirkning på drikkevandet i Narsaq

Det anses for højst usandsynligt, at projektet vil påvirke forsyningen af drikkevand til byen Narsaq. Narsaq får vand fra floderne Napassup Kuua, Kuukasik og Landnamselven i Napassup Kuua-afvandingsområdet. I øjeblikket kommer vandforsyningen til Narsaq næsten udelukkende fra Landnamselven-floden. Det er usandsynligt, at projektet vil påvirke afvandingsområdet til drikkevand.

Der blev foretaget en vurdering af vand-aerosolsprøjt fra TSF for at fastslå den potentielle indvirkning på vandforsyningen til byen. I betragtning af

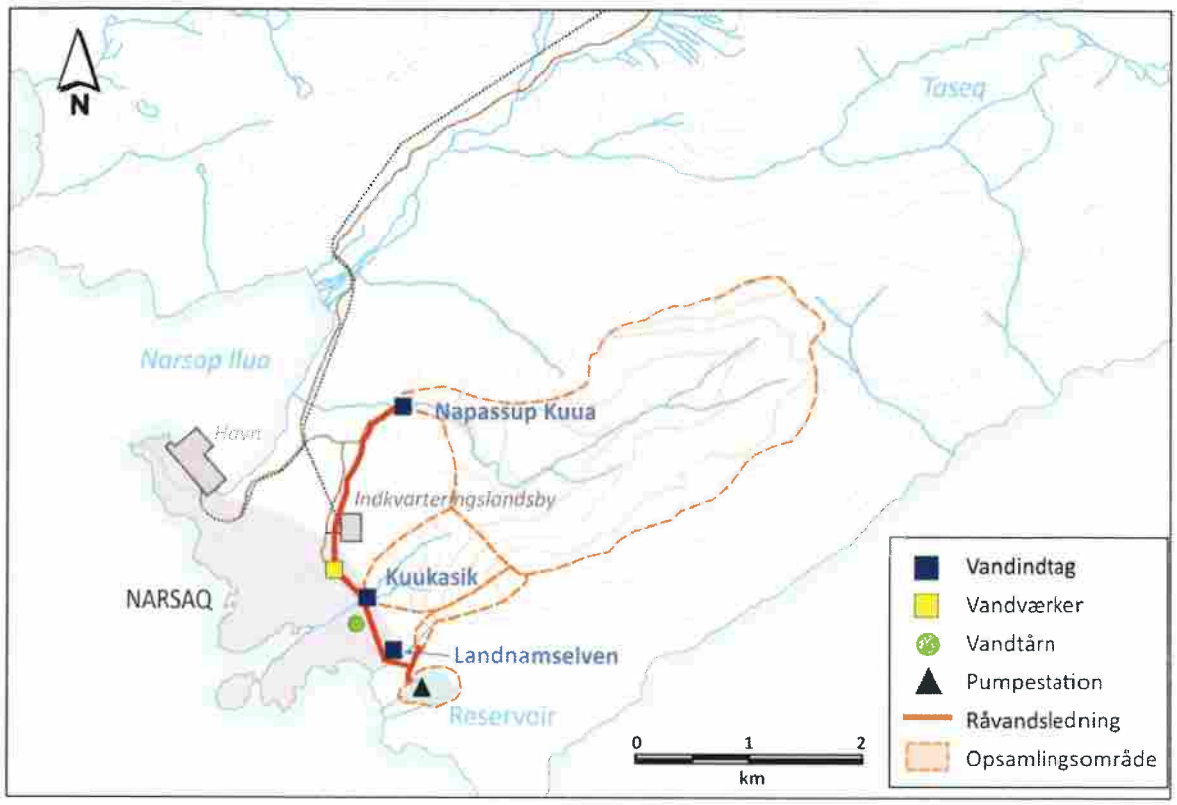
- den udprægede bjergkam, der adskiller Taseq og Narsaq vandforsyningsområdet, og
- de fremherskende vindretninger under føhn (fra Ø-NØ),

er det højst usandsynligt, at aerosoler fra TSF ved Taseq-søen vil blive blæst i sydlig retning over højderyggen og blive deponeret i vandforsyningsområdet i tilstrækkelige mængder til at kunne påvirke kvaliteten af Narsaq's byvand.

Som en del af vurderingen af aerosolspray fra TSF estimeres koncentrationerne af udvalgte elementer og reagenser for scenarier, hvor en del af TSF-aerosolen blev deponeret i Narsaq-vandforsyningsområdet. Koncentrationerne af alle elementer og reagenser reduceres væsentligt, efterhånden som afstanden fra TSF'en øges, og alle niveauer var under basisniveauet. Koncentrationerne af fluorid var under basisniveauer ved kontrolpunktet i Narsaq-floden. (Figur 43)

Vand til byen Narsaq hentes fra Napassup-Kuua-afvandingsområdet primært fra floden Landnamselven (Figur 43). En 2 km tyngdekraftrørledning forbinder de forskellige potentielle vandudvindingssteder med vandværkerne i Narsaq. Vand fra Kukasik hentes fra en kunstig dam ved siden af vandværkerne. Vandsystemet indeholder også et stort vandreservoir syd for Narsaq. Vand fra Landnamselven/Qorlortunnguaq-floden ledes direkte ind i reservoiret.

Den samlede kapacitet fra afvandingsområderne til Narsaq's vandforsyning ligger på mellem 3 og 6 millioner m^3/år afhængigt af mængden af regn i det pågældende år.



Figur 43 Drikkevandskilder til Narsaq by

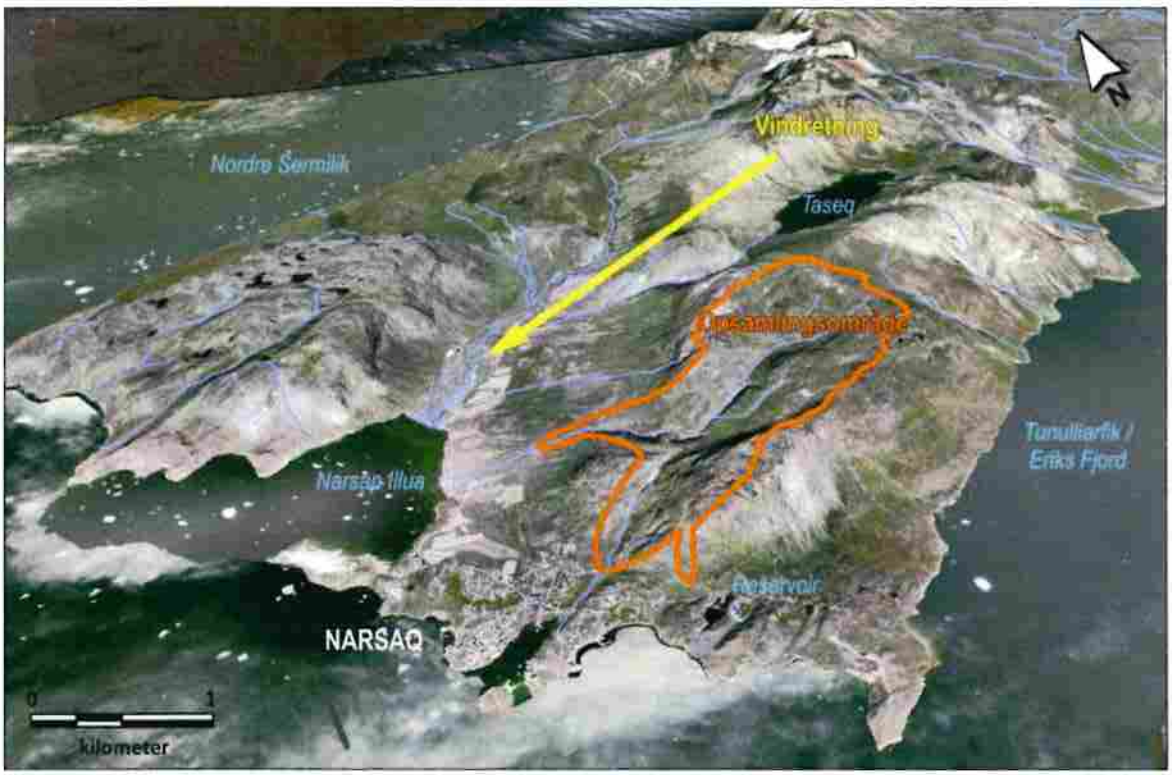
Ved vandværkerne føres råvand gennem et sandfilter. Det desinficeres ved brug af UV-belysning og tilsætning af klor, lime og natriumcarbonat for at kontrollere vandets pH. Vandet pumpes fra vandværkerne til et vandtårn. Overskydende vand pumpes til reservoiret til brug i tørre perioder og især om vinteren, når strømmen i floderne er lav. Om vinteren, når det meste vand hentes fra reservoiret, ledes råvandet desuden gennem et beluftningsanlæg i vandværket.

Vurdering af kritisk belastning

Selv om det anses for meget usandsynligt, at aerosoler fra TSF vil påvirke Narsaq-vandforsyningsområdet, blev der foretaget en vurdering af kritisk belastning for at afgøre, om der kunne være en påvirkning i tilfælde af meget stærke vindstrømme fra nordlig retning. Yderligere oplysninger om vurderingen er nærmere beskrevet i afsnit 10.3.4.

Lokal topografi og vindretning under stormhændelser vil stort set bestemme deponeringsområdet og den potentielle indflydelse på vandforsyningsområdet. Data for vindretningerne viser, at alle stærke føhnvinde blæser fra øst og nordøst. Følgelig er fokuspunktet for potentiel deponering af aerosoler nedstrøms i Taseq- og Narsaq-floderne.

Bjergkammen ca. 1 km syd for Taseq-søen stiger mere end 200 m over det nuværende vandniveau i søen. Bjergkammen varierer i højden fra 720 m ved det laveste punkt af kammen til 775 m over havet. Bjergkammen vil forhindre vind fra N-Ø i Taseq-dalen. Taseq-dalen, som ligger i Ø-V retning, vil sandsynligvis fungere som en transportkorridor, der bærer aerosoler fra søen mod Narsaq-dalen, hvor de fleste af aerosolerne deponeres på klippens sider inden for 1 km fra søen.



Figur 44 Føhn-vindretning

I betragtning af den fremherskende højderyg, der adskiller Taseq og Narsaq vandforsyningsområder og de gældende vindretninger fra Ø-NØ under føhn, forekommer det usandsynligt, at aerosoler vil blive deponeret i Narsaq-vandforsyningsområdet.

Vurderingen af eksisterende hydrogeologiske data konkluderer, at potentialet for opbevaring og bevægelse af grundvand er begrænset. Geologien der ligger under bassinet (og det foreslåede TSF-anlæg) er kendetegnet ved krystallinsk bjergart med minimal forvitring. Bjergarterne under Taseq-bassinet viser lignende egenskaber som for den omgivende geologi og vil sandsynligvis være uigennemtrængelig med begrænset interaktion med grundvandssystemer. Som sådan forventes det ikke, at potentiel udslip fra TSF'en vil interagere med Napassup Kuua-afvandingsområdet og påvirke vandforsyningen.

I det usandsynlige tilfælde at drikkevandskvaliteten påvirkes af projektet, kan afbødende foranstaltninger straks gennemføres. Narsaq's drikkevandskvalitet kontrolleres jævnligt på flere punkter for at sikre, at vandet opfylder Grønlands retningslinjer for vandkvalitet. Vandudvinding fra Napassup Kuua, Kuukasik og Landnamselven-floderne kan til enhver tid afbrydes, hvis vandkontrollen viser, at vandkvaliteten ikke opfylder de aftalte kriterier. Vandudvinding kan også midlertidigt afbrydes under fænomener, som kan skabe mulige aflejringer af aerosolspray fra TSF i Narsaq-afvandingsområdet.

Det samlede årlige vandforbrug i Narsaq er ca. 80.000 m^3. Byreservoiret har en kapacitet på 280.000 m^3. Der er rigelig kapacitet til at understøtte den midlertidige begrænsning af vandudvinding fra afvandingsområdet, hvis det viser sig nødvendigt.

10.3.2 Ændring af hydrologiske processer

De vigtigste hydrologiske ændringer, der vil finde sted i løbet af projektet, er:

- Udløb fra Taseq-bassinet vil blive blokeret af dæmninger konstrueret til TSF-anlægget

  Vand, der kommer ind i bassinet, pumpes gennem en rørledning til produktionsanlægget. Dette vand vil blive genbrugt og behandlet (for at fjerne fluor), før en del af det ledes ud i Nordre Sermilik fjord

  Der vil blive konstrueret afledningskanaler til at lede direkte regnvand, og vand fra smeltende sne, væk fra TSF-anlægget. En del af dette vand vil blive ledt mod Taseq-floden

- Gennemstrømningen i Kvane-floden vil gradvist blive reduceret og vil ikke længere lede ud til Narsaq-floden

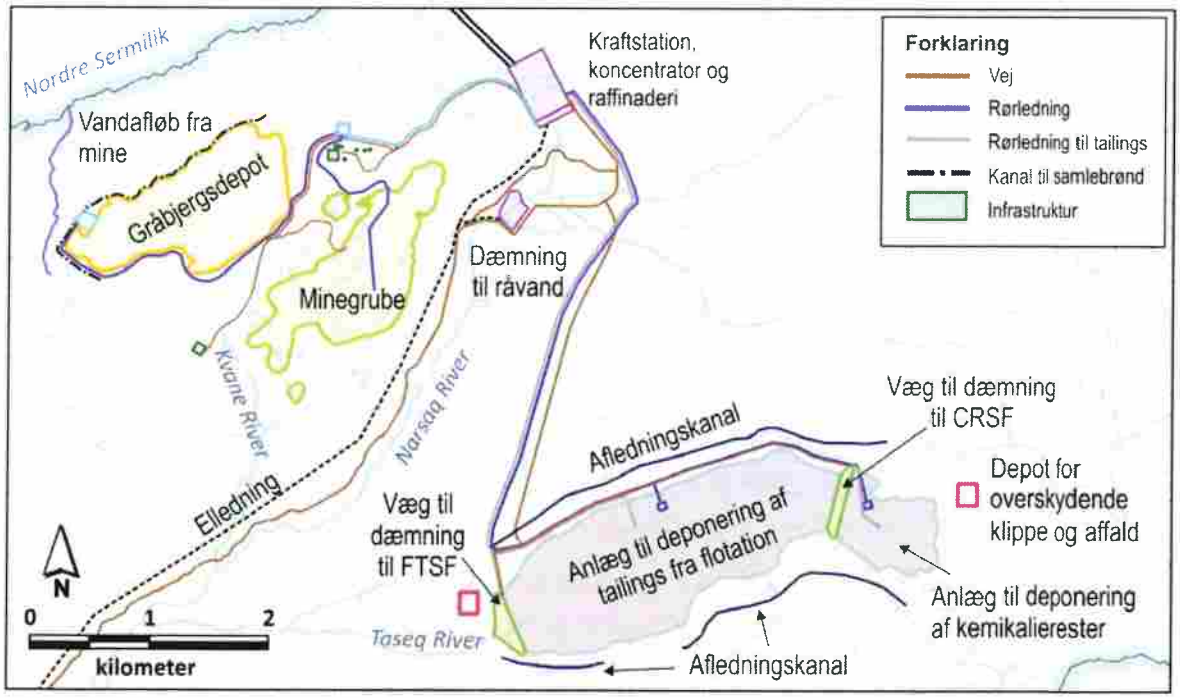
  Vand fra Kvane-floden vil passere gennem anlægget til udtørring af mineområdet og vil blive pumpet gennem en rørledning til produktionsanlægget

- Der vil blive bygget gennemløbskanaler på tværs af de nedre dele af Narsaq-floden
- En dæmningsvold med en sluse vil blive bygget på tværs af Narsaq-floden ved dæmningen til tilbageholdelse af råvand, for at oprette en råvandskilde til projektet.

Den reducerede gennemstrømning fra Kvane-floden til Narsaq-floden vil have begrænset indflydelse på gennemstrømningen i Narsaq-floden. Kvane-floden bidrager kun med 5% af den gennemsnitlige årlige gennemstrømning i Narsaq-floden [51]. Opførelsen af dæmningerne i Taseq-bassinet vil reducere tilstrømningen til Narsaq-floden med ca. 17%. Disse tal refererer til gennemsnitsgennemstrømningen i løbet af året.

Om vinteren vil de hydrologiske ændringer få meget ringe eller ingen indflydelse på gennemstrømningen i Narsaq-floden, fordi meget lidt eller intet vand løber ud af Kvane-søen og Taseq-bassinet om vinteren.

Opførelsen af dæmningen til tilbageholdelse af råvand vil have lille indflydelse på hydrologien i Narsaq-floden.



Figur 45 Placering af reservoir til råvand

Gennemløbsakvædukter vil blive bygget og opgraderet efter behov på tværs af Narsaq-floden. Disse gennemløbskanaler vil blive udformet, så det ikke forårsager nogen signifikant strømningsforstyrrelse for floden. Et eksempel på en gennemløbskanal kan ses i Figur 46. Under konstruktionen af gennemløbskanalerne vil vandstrømmen i Narsaq-floden blive opretholdt ved at pumpe vand omkring byggepladsen, hvilket også vil bidrage til at sikre, at byggepladsen holdes tør.

Figur 46 Gennemløbsakvædukt (eksempel)

Ca. 191 m^3/h ferskvand vil blive ledt fra Narsaq-floden til produktionsanlægget. Med en gennemsnits gennemstrømning på 1200 m^3/h på dette sted og 4100 m^3/h nedstrøms nær udløbet i Narsap Ilua, vil indflydelsen på gennemstrømningen være begrænset.

Ændringerne i hydrologien i floder og søer vil have begrænset indflydelse på områdets overordnede hydrologi, men vil have en betydelig indvirkning på Kvane- og Taseq-floderne, idet der vil forekomme reduceret gennemstrømning i de øvre sektioner af disse floder.

10.3.3 Drift af TSF-anlægget

Konstruktionen og driften af TSF-anlægget inklusive FTSF og CRSF, er beskrevet i afsnit 3.7. Problemer med vandkvaliteten i forbindelse med deponering af tailings under projektets levetid er modelleret og detaljeret beskrevet i tekniske rapporter, der dækker projektets aktiviteter under driften (år 1-37), lukning (år 38-44) og efter lukning (ud over år 44) [23][53][58].

Størstedelen af de tailings, der produceres under projektets driftsfase, kommer fra den fysiske udvinding af zink, uran og REE (~90% af de samlede tailings) fra malmen. Disse tailings vil blive deponeret som vådt slam i FTSF-anlægget. Balancen i tailings-materialet er den rest, der er tilbage efter udvinding af REE og uran. Begge tailings-strømme vil blive deponeret under vand som vådt slam.

FTSF- og CRSF-anlæggene udnytter den naturlige topografi i dalen i Taseq-bassinet. Der vil blive bygget to dæmninger i bassinet, en til FTSF-anlægget og en til CRSF-anlægget. Højden af hver dæmning vil blive forøget trinvist for at imødekomme de stigende krav til oplagringskapacitet under projektets driftsfase.

Indstrømning fra afvandingsområdet til TSF-anlægget vil blive reduceret ved konstruktionen af afledningskanaler inden driftsoperationerne igangsættes. Kanalerne vil delvis lede det afledede vand til Taseq-floden nedstrøms for FTSF-dæmningen.

Der vil ikke være nogen udledning fra FTSF- og CRSF-anlæggene til Taseq-floden under faserne med drift eller lukningen. Efter lukningen, når vandet, der dækker FTSF- og CRSF-anlæggene, opfylder de fastsatte kvalitetskriterier, vil vandet få lov til at løbe over dæmningerne og ind i Taseq-floden.

På grund af nedbør og naturlig afstrømning vil vandniveauet i FTSF- og CRSF-anlæggene blive forøget i starten af fasen efter projektets lukning. Niveauet i FTSF-anlægget vil fortsætte med at stige, indtil vandet begynder at strømme over dæmningen og via afledningskanalen til Taseq-floden.

Vandkvaliteten i Taseq-floden nedstrøms afvandingsanlæggene skal overholde anvisningerne i GWQC ved et kontrolpunkt nedstrøms for blandingszonen ved krydset mellem Taseq- og Narsaq-floderne. Fra et praktisk synspunkt vil kontrolpunktet i floden være let tilgængeligt for fremtidig overvågning.

Vandkvaliteten i FTSF- og CRSF-anlæggene er vurderet for at identificere:

- Koncentration og gennemstrømning i anlæggene og deres samspil med produktionsanlægget under driftsfasen
- Koncentrationen og strømmen af udledningen til ferskvandsområderne i Taseq- og Narsaq-floderne under fasen efter lukningen.

En dynamisk proces-simuleringsmodel er udviklet til dette formål ved hjælp af [redacted] software [53][58]. Ved hjælp af softwaren er der gennemført simulering af tre projektfaser gennem en levetid på næsten 100 år.

Sekvenserne og milepælene i faserne er opsummeret i Tabel 36. Kalenderåret 2021 er valgt som projektets startdato.

Modellen er to gange blevet bekræftet med kontrolberegninger udført i Excel af Orbicon [58], en uafhængig virksomhed, og af GHD [23] ved hjælp af modelleringspakken fra Goldsim®. Det viste sig, at der var meget god overensstemmelse mellem de tre modelleringsmetoder, hvorfor de alle tre kan anvendes til at illustrere påvirkningen.

Tabel 36 Tidslinje og milepæle for faciliteterne til håndtering af tailings

Fase	Minearbejde år	Kalender år	Bemærkninger
Drift (37 år)	1	2021	Start på driftsfasen.
	1 – 37	2012 – 2057	Kontinuerlig deponering af tailings i FTSF- og CRSF-anlæggene. Overskydende vand (supernatant) dekanteret og genanvendt i produktionsanlægget. Ingen udledning til Taseq-floden. Volumenkapacitet for tailings og højden af dæmninger stiger flere gange.
	37	2057	Afslutning på driftsfasen. Produktion af tailings ophører.
Lukning (6 år)	38	2058	Start på lukningsfasen.
	38 – 43	2058 – 2063	Vand i FTSF- og CRSF-anlæggene dekanteret til produktionsanlægget og behandlet for at fjerne fluor og udledt til Nordre Sermilik efter behandling. Ingen udledning til Taseq-floden.

			Vandniveauet i damme sænkes gradvist. Nedbør og afstrømning vil delvis kompensere for det dekanterede vandvolumen. Vandkvaliteten forbedres gradvist.
	43	2063	Afslutning af lukningsfasen.
Efter lukning (>44 år)	44	2064	Start på efter-lukningsfase.
	44 – 48	2064 – 2068	Nedbør og afstrømning til FTSF- og CRSF-anlæggene vil øge vandstanden. Vedligeholdelse af afledningskanaler er stoppet, og som følge heraf er afstrømningen til FTSF- og CRSF-anlæggene gradvist forøget. Effekten fra afledningskanaler i model er blevet afbrudt i 2073.
	48	2068	Vand fra CRSF-anlægget begynder at løbe over kanten af dæmningen til FTSF-anlægget. Ingen udledning til Taseq-floden.
	49	2069	De fastsatte kriterier for vandkvaliteten er opnået. Vand fra FTSF-anlægget begynder at løbe over kanten af dæmningen til Taseq-floden. Efter-lukningsfase afsluttet.
	59	2079	Vandkvaliteten forekommer bibeholdt 10 år efter påbegyndelsen af udledningen til Taseq-floden.
	93	2113	Tidshorisont for modelkørsler fra

Specifikke oplysninger fra geokemiske analyser af opslæmning af tailings, fra kemiske processer i produktionsanlægget og hydrologisk udvikling af TSF-processen er blevet anvendt til at udvikle en model for hydrologi i mineområdet [53].

Modellen forudsiger opførslen af over 400 forskellige kemiske stoffer og elementer gennem flotations- og raffinaderiprocesserne, herunder REE, uran, thorium, reagenser og urenheder. Der er lagt særlig vægt på de elementer, der er opført på listen over miljøkvalitetskriterierne for Grønland. Dette omfatter udover de elementer, der findes i undersøgelsesområdet, med forhøjede koncentrationer i forhold til det kontinentale gennemsnit for jordskorpen, elementer identificeret som "miljømæssigt bekymrende".

Hvad angår identifikation af reagenser/materiale til modellering, er følgende kriterier blevet anvendt:

- reagensernes skæbne i processen
- økotoksicitetsegenskaber
- bioakkumulerende egenskaber og mængder.

I alt er 46 elementer og 15 reagenser og materialer anvendt i processerne, blevet modelleret.

Basiskoncentrationer fra floder og søer er også blevet medtaget i modellen. Basiskoncentrationer fra Narsaq, Taseq og Kvane-floderne og fra Kvane sø og Taseq-bassinet målt siden 2007 indikerer vedvarende høje niveauer af fluor der overstiger de internationale vandkvalitetskriterier med en faktor på 100.

Naturlige baggrundskoncentrationer af arsen, zink og fosfor overskrider også regelmæssigt grænseværdierne i GWQC. De naturlige geologiske træk i Narsaq-dalen er den sandsynlige årsag til variationerne og de forhøjede koncentrationer af sjældne elementer i vand. Oprindelsen af afstrømningen (afstrømning nær jordoverfladen eller grundvand) og den geologiske variation inden for de enkelte under-afvandingsområder bestemmer basisniveauet for vandkvaliteten [51]. Den

eksisterende basis-vandkvalitet vil være en faktor der skal med i overvejelserne, når fremtidig vandkvalitet vurderes i forhold til retningslinjer for vandkvaliteten.

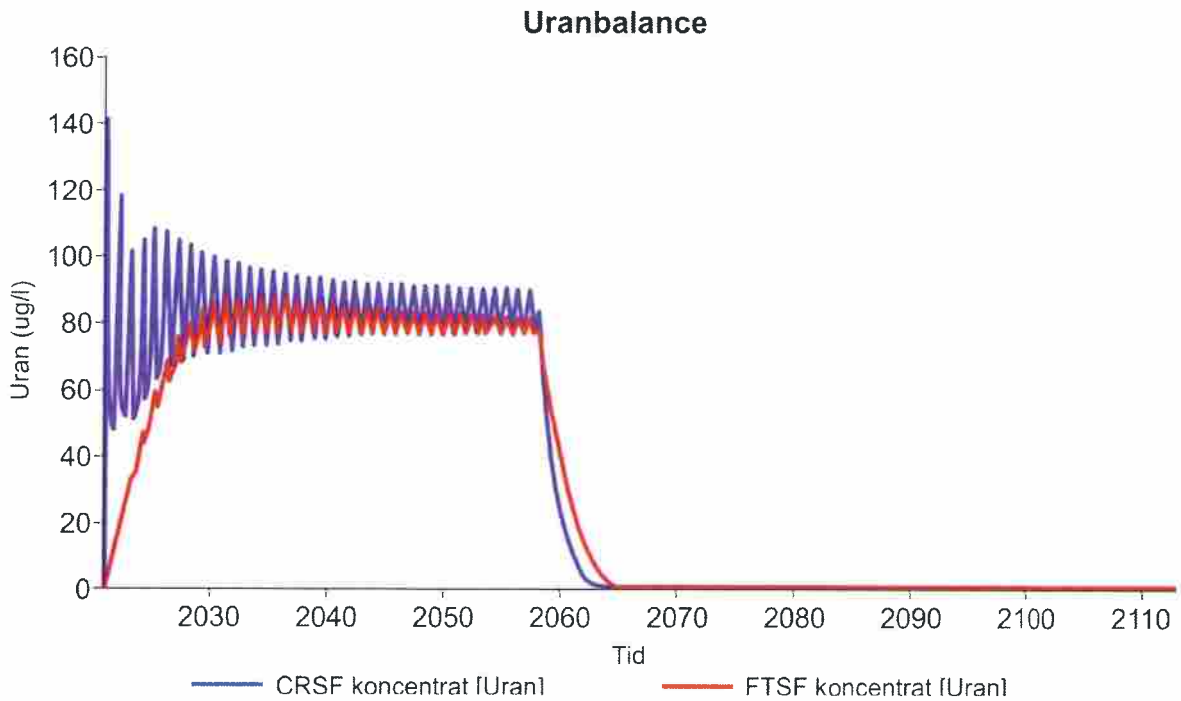
Koncentrationen af visse elementer og reagenser, der er til stede i FTSF- og CRSF-anlæggene under driftsfasen, vil overstige vandkvalitetskriterierne. Under driftsfasen vil der dog ikke blive udledt vand fra FTSF- og CRSF-anlæggene til det naturlige miljø. I stedet bliver vandet genanvendt som procesvand i produktionsanlægget, og eventuelt overskydende vand pumpes til vandbehandlingsanlægget ved forarbejdningsanlægget, før det ledes ud i Nordre Sermilik fjorden.

I løbet af projektets lukningsfase reduceres koncentrationerne af alle elementer og reagenser i supernatanterne i FTSF- og CRSF-anlæggene væsentligt ved vandbehandling og fortynding, som følge af nedbør og afledning til FTSF- og CRSF-anlæggene. Dette vil effektivt reducere koncentrationerne af næsten alle elementer og reagenser til under vandkvalitetskriterierne eller PNEC. Udstrømningen fra FTSF-anlægget til Taseq-floden starter i de tidlige stadier af fasen efter lukningen.

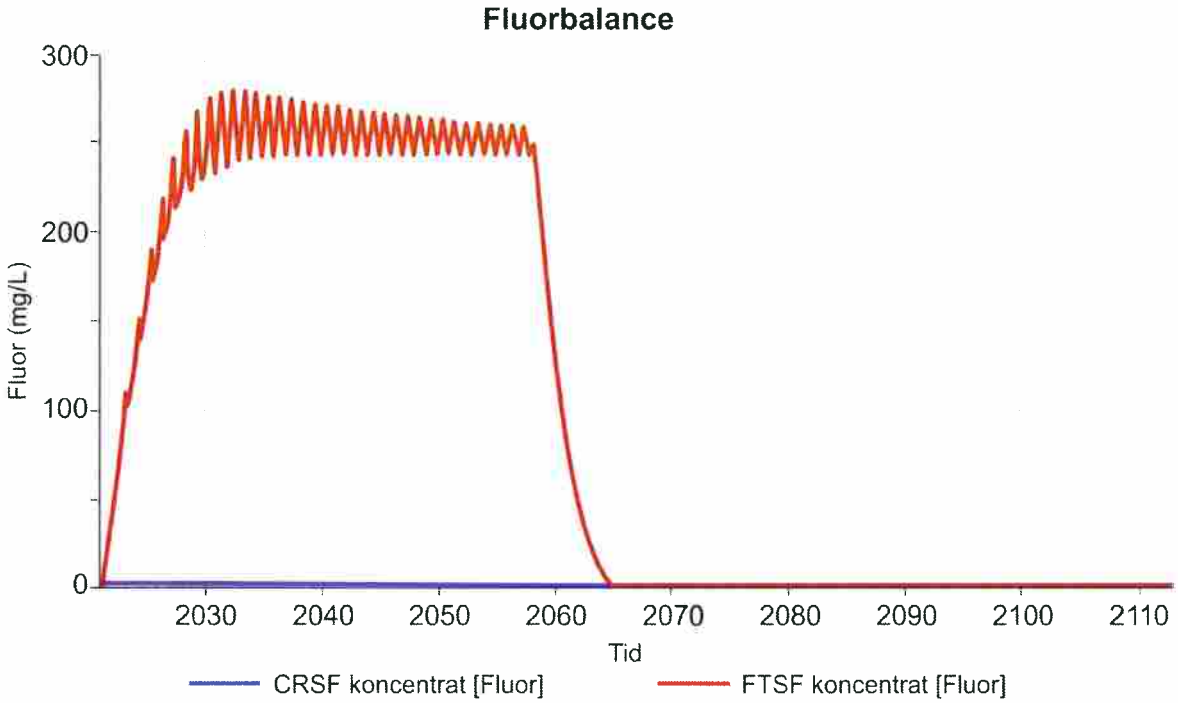
Nedstrøms konvergenspunktet for Taseq- og Narsaq-floderne vil alle elementer og reagenser være under vandkvalitetskriterierne og PNEC med undtagelse af fluor. De canadiske retningslinjer for fluor er på 0,12 mg/L, som overskrides med basiskoncentrationerne af fluor i Narsaq-floden (mellem 1 og 28 mg/L afhængigt af årstiden).

Eksempler på koncentrationen af uran og fluorid i tailings-vandet kan ses i Figur 47 og Figur 48. Figur 47 beskriver mønsteret for urankoncentrationen i CRSF-anlægget med udsving i de første fem år (på grund af den beskedne mængde af materiale i CRSF-anlægget) sammen med de kvartalsværdier, der er anvendt til hydrologi-relateret input i modellens første fem år [23].

Under projektets driftsfase vil der være en langsom stigning i koncentrationen af fluor i FTSF-anlægget, der skyldes konstant tilførelse af opslæmmede tailings. Denne stigning i koncentrationen jævner ud, før den igen vil falde dramatisk under lukningsfasen.



Figur 47 Koncentration af uran (U) i begge tailings-anlæg over projektets levetid, som forudset af Goldsim.



Figur 48 Koncentration af fluorid (F) i begge tailings-anlæg over projektets levetid, som beregnet med GoldSim

I CRSF-anlægget vil koncentrationerne af uran og fluor være lavere end i FTSF-anlægget. Imidlertid vil koncentrationen af sulfat og chloridsalte være høj. For at afværge kontamination med CRSF saltvand vil tailingsanlægget blive forsynet med en dobbelt foring af ler og plastik.

Under projektets lukningsfase er der et signifikant fald i koncentrationerne af opløste salte i CRSF-anlægget. Dette skyldes, at det vandopløselige metal fra tailings-opslæmningen ikke længere ledes ind i CRSF-anlægget og på grund af genanvendelsen af supernatant-vandet via vandbehandlingsanlægget ved produktionsanlægget. Vandet bliver også mere fortyndet fra afstrømning og nedbør.

I løbet af projektets driftsfase stiger koncentrationen af flotationsreagenser i FTSF-anlægget kraftigt i begyndelsen, hvorefter koncentrationen udjævnes gradvist over tid. I lukningsperioden vil der være et kraftigt fald i koncentrationen af disse reagenser og faldet i koncentration fortsætter i tiden efter lukningen [58].

Flotationsreagenser anvendt i flotationsprocessen er ikke til stede i CSRF-materialet.

Tabel 37 opsummerer resultaterne af beregningen fra [redacted] ngående koncentrationer af metaller og elementer nedstrøms for sammenløbet mellem Narsaq-floden og Taseq-floden. Modelresultaterne vises sammen med de relevante canadiske retningslinjer og de basisværdier, der anvendes i modellen. Tabel 38 opsummerer resultaterne af beregningerne fra [redacted] ngående reagenser [58].

Tabel 37 Modelresultater fra [redacted] for år 49, 59 og 93 nedstrøms sammenløbet for Taseq-floden i Narsaq-floden [53]

Elementer Narsaq-floden	Kriterie	Basislinje (anvendt i modellen)	År 49 udledning fra FTSF starter	År 59: 10 år efter starten af udledning fra FTSF	År 93
Arsen (µg/L)	4	0,52	0,47	0,47	0,48
Cadmium (µg/L)	0,1	0	0,001	0,002	0,001
Chromium (µg/L)	3	0	0	0	0
Kobber (µg/L)	2	0	0,002	0,003	0,002
Jern (µg/L)	300	22,18	17,39	17,39	17,4
Bly (µg/L)	1	0	0,000003	0,000006	0,00004
Kviksølv (µg/L)	0,05	0	0	0	0
Nikkel (µg/L)	5	0	0,003	0,006	0,004
Zink (µg/L)	10	3,1	3,0	3,0	3,1
Fosfor (µg/L)	20	2,3	5,5	5,8	4,3
Faste stoffer (ppm)		0,0	1,0	1,3	1,3
Fluor (mg/L)	0,12*	2,7	5,6	4,7	3,8
Kalium (mg/L)		0,3	0,3	0,3	0,3
Svovl (mg/L)		1,0	1,9	2,8	2,2
Chlorid (mg/L)	120*	4,3	7,0	9,8	8,2
Natrium (mg/L)		5,2	12,0	13,7	10,6
Sulphat (mg/L)		3,1	5,6	8,3	6,5
Calcium (mg/L)		1,5	1,5	1,7	1,6
Uran (µg/L)	15*	0,4	0,9	0,9	0,7
Thorium (µg/L)		0,0E+00	2,6E-05	5,2E-05	3,5E-05
Mangan (µg/L)		0	15,24	30,93	20,67
Molybdæn (µg/L)	73*	0	0,35	0,32	0,19
Lithium (µg/L)		0	9,85	7,39	4,17
Thalium (µg/L)	0,8*	0	0,00	0,01	0,00
Radium-226 (Bq/L)	0,5**	0	6,8E-05	1,3E-04	1,0E-04

For visse elementer i modellen var basiskoncentrationen meget lav, og den blev derfor beregnet som nul i stedet for en meget lav værdi som vist i Tabel 37.

Basisværdierne defineres for kontrolpunkt C, dvs. efter sammenløbspunktet for Narsaq-floden og Taseq-floden.

Målinger af kemisk iltforbrug (COD) blev foretaget af SGS Oretest på forsøgsprøver af tailings-vand. Opløsningen viste 73 mg/L COD, som er under Grønlands kriterier på <75 mg/L. Størsteparten af oxideringen af reagenser sker under forarbejdningen på grund af forhøjede temperaturer og dannelsen af luftbobler.

Tabel 38 Sammenligning af kriterier for forventede nuleffektkoncentrationer (PNEC) for reagenser og modelberegnede koncentrationer videre fra sammenløbspunktet [53]

Reagenter Narsaq-floden	Kriterie PNEC	År 49 udledning fra FTSF starter	År 59 – 10 år efter start ad udledning	År 93
Total flokkuleringsmiddel (µg/L)	10	0,00	0,00	0,00
	268	0,08	0,01	0,00
(µg/L)	0,1	0,00	0,01	0,01
(µg/L)	0,33	0,03	0,00	0,00
(µg/L)	2470	774	396	324
Skummer (µg/L)	0,24	0,06	0,01	0,00
Bariumchlorid (µg/L)	220	0,00	0,00	0,00
NaHS (µg/L)	10	0,01	0,01	0,01
(µg/L)	0,014	0,00004	0,00002	0,00001
(µg/L)	10	0,00	0,00	0,00
(µg/L)	4,2	0,01	0,00	0,00
(µg/L)	2	0,01	0,00	0,00
(µg/L)	0,2	0,00	0,00	0,00

Generelt kan de modellerede koncentrationsmønstre over tid for reagenser og elementer nedstrøms for sammenløbspunktet for Taseq-floden og Narsaq-floden opsummeres som følger:

- Koncentrationer for alle elementer der omfattet af GWQC (2015) ligger langt under grænseværdierne
- Uran er ikke omfattet af GWQG. Som et alternativt kriterium er koncentrationen på 15 µg/L fra den canadiske retningslinje [12], blevet anvendt. Koncentrationen er 1/16 af det canadiske retningslinjeskriterie.
- Koncentrationen af fluor overstiger de canadiske retningslinjer på 0,12 mg/L med en faktor på næsten 50.

  Basiskoncentrationen af fluor overskrider allerede denne retningslinjeværdi med en faktor på 22, hvorfor de canadiske retningslinjer ikke kan anvendes på undersøgelsesområdet.

  Sammenlignet med typiske variationer i basiskoncentrationen af fluor i Narsaq-floden, opstrøms for kontrolpunkt C, på mellem 1 og 28 mg/L, er det forventede topniveau for fluorniveauet ved kontrolpunkt C i løbet af år 49 på 5,6 mg/L, sikkert inden for de normale betingelser for dette sted.

  Projektet vil ikke påvirke det eksisterende miljø nævneværdigt, hvad angår fluorkoncentrationen.
- Reagenskoncentrationerne er langt under PNEC-værdier for alle reagenser.

Indholdet af fluor i TSF-vand vil nå 250 mg/L under projektets driftsfase. Ved disse koncentrationer kan ingen indvirkning på miljøet observeres under forskellige ekstreme scenarier [61]. Denne koncentration vil blive reduceret signifikant igennem ved vandbehandling kredsløb under lukningsfasen. Flusspat, der er et kommercielt produkt, vil blive udvundet fra dette kredsløb.

I løbet af projektets lukningsfase vil koncentrationerne af alle elementer og reagenser i udløbet til fjorden være mindre end under driftsfasen, da der ikke er tilføjet yderligere flotationstailings eller tailings fra forarbejdningsprocessen efter år 37.

Den potentielle påvirkning af havmiljøet under den 6-årige lukningsfase vil derfor være lavere end under driftsfasen.

Overløb supernatant tailings

Dæmninger til både FTSF- og CRSF-anlæggene vil blive konstrueret til at modstå ekstrem indstrømning af vand, for eksempel på grund af ekstraordinær smeltning af sne under en hændelse med føhnvind. Et fribord på 10 m er blevet valgt som konservativ løsning for designet af begge tailings-damme. Der vil blive konstrueret store afledningskanaler til at fange vandindløb til Taseq-bassinet og lede det væk fra TSF-anlægget. Disse kanaler vil reducere sandsynligheden for et overløb fra TSF-anlægget betydeligt.

Kapaciteten af TSF-anlægget er designet til at imødekomme en række ekstreme vejrscenarier, såsom en 1/10 000 års nedbørshændelse.

Et overløb over CRSF-dæmningen i FTSF-anlægget vil ikke have umiddelbare konsekvenser. Supernatant-vandet fra CRSF-anlægget vil blive indeholdt i FTSF-anlægget. FTSF-dæmningen vil have et fribord på 10 m, der er designet til at rumme en større tilstrømning af vand fra CRSF-anlægget eller fra det omgivende miljø.

I det højst usandsynlige tilfælde, at tailingsdæmningen bliver oversvømmet, vil vandet overløbe FTSF-dæmningen ved det udpegede udløbspunkt. Vandet vil først strømme ind i Taseq-floden og derefter ind i den nedre del af Narsaq-floderne, inden det når fjorden ved Narsap Ilua.

Påvirkningen fra et overløb på ferskvandsbiota og det marine liv vil afhænge af mængden og kvaliteten af vand, der flyder over FTSF-dæmningen. Hvis der skulle forekomme et stort overløb under projektets driftsfase, vil supernatant vand med høje koncentrationer af flere elementer komme ud i vandløb i Narsaq-dalen hvilket vil medføre en betydningsfuld påvirkning af vandlivet i de berørte områder.

Hvis det supernatante overløb skyldes ekstrem nedbør eller snesmeltning, vil supernatant-vandet blive fortyndet før overfyldning, og som følge heraf vil påvirkningen være signifikant mindre.

Påvirkningen af Taseq og Narsaq-floderne vil højst sandsynligt være kortsigtet, med en varighed på dage eller uger. Påvirkningen af det marine liv, fra en hændelse med overløb, vil sandsynligvis kun være lokalt (begrænset til Narsap Ilua).

For at minimere risikoen for en hændelse med overløb, er det vigtigt, at afledningskanalerne vedligeholdes godt under faserne med drift og lukning.

I betragtning af at der er en lav risiko for hændelser med overløb, og at overløbsvandet vil være stærkt fortyndet, vurderes påvirkningen fra et overløb som lavt.

Brud på TSF-dæmningen

TSF-dæmningerne er konservativt blevet udformet til at være permanente installationer, som kan modstå alle Sydgrønlands mulige naturforhold. Ethvert nedbrudsscenarie er yderst usandsynligt og omhandles i EIA for fuldstændighedens skyld.

Tre forskellige scenarier for et eventuelt brud (fuldstændigt eller delvist) på TSF-dæmningen er blevet vurderet for at bestemme påvirkningen fra brud i miljøet [7]. Vurderingen omfattede nedbrud i FTSF-anlægget i projektets faser med lukning og efter lukningen. Under disse faser vil mængden af tailings være på sit maksimum.

Overløb - Fejl i inddæmningen der skyldes sammenbrud af det øvre dæmningsområde.

Det 5 m dybe vanddække på TSF-anlægget frigives, men det tailings-materiale der befinder sig bag dæmningen forbliver indesluttet. Der vil blive udledt ca. 15 Mm^3 vand.

Det antages, at udledningen sker over en periode på 3 måneder med en gennemsnitsgrad på 6.900 m3 pr. time. Det antages også, at bruddet vil kunne forekomme på et hvilket som helst tidspunkt af året, og at alle tailings vil blive holdt inde i FTSF-anlægget.

Den primære påvirkning fra en hændelse med overløb, vil blive forårsaget af den store og udvidede vandstrøm. Umiddelbart efter bruddet vil dybden af vandstrømmen i det øvre område af Taseq-floden være relativt højt på grund af Taseq-flodens stejlt skrånende kanal og de smalle og stejle dalsider umiddelbart nedstrøms for dæmningen. Strømmen fra et udslip af vand vil sandsynligvis overvælde den naturlige flodstrøm, hvorfor der vil forekomme afvaskning og biota, som f.eks. fisk, vil kunne bive skyllet væk med strømmen.

Græsområderne ved flodsletten (hvor Narsaq-floden spredes ud i nærheden af Narsap Ilua) forventes at oversvømme i en periode, og det er sandsynligt, at terrestriske arter af flora og fauna vil blive overvældet i det berørte område.

Delvist brud – Manglende indeslutning som følge af et delvist brud på dæmningen.

Et eksempel på dette vil være en fejl på rørføringen, forringelse af de forseglede afledningsrør konstrueret forud for konstruktionen af FTSF-dæmningen. Dette kan resultere i tabet af 100% af TSF-vanddækket og en betydelig mængde af tailings udledt i Taseq- og Narseq-floderne.

Det antages, at alt overfladevand (15 Mm3) og 3% af flotationstailings, lagret over den oprindelige Taseq søbund (25 Mt), vil gå tabt over en periode på 15 måned. Udledningen antages at starte kun med udskilning af tailings med 60% faste stoffer, som hurtigt går over til en tilstand med en lavere % faststof, idet overfladevandet blandes i.

Et delvist brud på TSF-dæmningen vil give lignende resultater som dem, der stammer fra overløb, men med større påvirkning. Forskellen vil være synlig ved påvirkningen af det aflejrede faste stof i tailings-materialet. Strømmen fra et udslip af vand vil sandsynligvis overvælde den naturlige flodstrøm, og biota vil bive skyllet væk med strømmen.

Den lave dybde og den høje hastighed kombineret med den grove flodseng, give en meget turbulent strøm, der vil forhindre aflejring af faste stoffer fra tailings-materialet i disse områder. Bortset fra nogle små forsænkede lommer, hvor strømmen sænke hastigheden, vil der ikke forekomme væsentlig deponering. Med gradvist lavere strømgradienter og lavere sideskråninger vil omfanget af aflejring af tailings forøges, og det område, over hvilken aflejringen vil finde sted, vil udvide sig til at dække større dele af overfladerne i dalen.

Det anslås, at ca. 65% af tailings-materialet, især grovere partikler, vil blive aflejret i Narsaq-flodens nedre områder. Størstedelen af tailings-materialet vil blive aflejret i Narsap Ilua med kun en lille andel, der når fjorden.

Det er sandsynligt, at jordlevende arter af flora og fauna vil blive overvældet i det berørte område.

Katastrofalt brud – Manglende indeslutning som følge af et fuldt brud på dæmningen.

Det antages, at der forekommer et brud på 100 m i bredden i dæmningen (fuld dæmningshøjde er på 40 m), og at højden af tailings er 30 m over det naturlige niveau, hvorpå FTSF-anlægget er konstrueret.

Under disse omstændigheder vil der blive udledt ca. 15 Mm3 vand, ca. 3 Mm3 tailings og ca. 4 Mm3 porevand i faste tailings. Af de 21 udledte Mm3, vil 3% til 80% blive frigivet i løbet af de første 90 timer.

Forudsat at 90% af materialet udledes i løbet af de første 24 timer, vil der blive udledt 787.500 m^3 hver time (13,125 m^3/min, 218.75 m^3/sek.). Ved en hastighed på 3 m/s vil dette resultere i et tværsnitsareal på ca. 73 m^2. Hvis materialets hastighed er på 1 m/s, vil dette repræsentere et tværsnitsareal på ca. 219 m^2.

Den mest oplagte effekt af et brud på TSF-dæmningen er deponering af faste stoffer fra tailings-anlægget og dæmningsmaterialet ud over et bredt område nedstrøms for bruddet. På grund af Taseq-flodens stejlt skrånende kanal og de smalle og stejle dalsider umiddelbart nedstrøms for dæmningen, vil dybden af tailings og vandstrømmen være relativt stor her, lige efter et brud. De efterfølgende lavere strømgradienter og mindre hældninger på siderne af Taseq-floden vil resultere i, at aflejringen af tailings vil blive udvidet og dække større dele af overfladerne i dalen.

Ved frigivelseshastigheden forventes det, i tilfælde af brud, at hele bredden af flodsletten vil blive oversvømmet med de frigjorte tailings. Med en gennemsnitsbredde på 400 m vil strømningsdybden være af størrelsesordenen 0,74 m og 0,24 m for hastighederne, ved henholdsvis 1 m/s og 3 m/s.

Området umiddelbart nedstrøms for FTSF-anlægget vil, med den lave dybde og den høje hastighed kombineret med den grove flodseng, medføre at der opstår en meget turbulent strøm, der vil forhindre aflejring af faste stoffer fra tailings-materialet i disse områder.

Med den beregnede strømningshastighed og de antagne partikelstørrelser forårsager udstrømningen af tailings-materialet ved Narsaq-dræningsområdet for det meste erosion af Narsaq-flodlejet og transport af suspenderet fast materiale nedstrøms mod Narsap Ilua. Samlet set forventes det, at mellem 75 og 85 % af det faste tailings-materiale aflejres i Narsap Ilua og at resten føres ud i fjorden.

Det vurderes, at udslippet af vand fra tailings-anlægget sammen med fast tailings-materiale og tilhørende porevand, uanset nedbrudsscenarie, vil resultere i midlertidig overskridelse af retningslinjerne for vandkvaliteten for flere elementer i Taseq- og Narsaq-floden. Den mest signifikante virkning vil imidlertid være den fysiske påvirkning fra pludselige strømme fra udslippet, der bevæger sig med høj hastighed samt udledning af faste stoffer til modtagermiljøet.

Der vil være korte og langsigtede virkninger for miljøet i forbindelse med eventuelle fejl på TSF-dæmningen. Terrestrisk flora og fauna vil blive påvirket fysisk af mængden af vand og/eller tailings-materiale der ledes ud i vandløb og til det omgivende landskab. Der er potentiel mulighed for påvirkninger der skyldes kvaliteten af tailings-vandet og tailings-materialet, hvilket kan medføre lokal forurening af modtagende overfladevand og landskabet. Vedvarende naturlig erosion vil reducere disse påvirkninger over tid. Selektive afhjælpningsbestræbelser kan bidrage til at reducere niveauet af påvirkning. Det forventes at ingen tailings-materialer vil nå Narsaq by eller andre bosatte områder.

Risiko for nedbrud i TSF

Risikoen for brud på TSF-dæmningen anses for at være meget lav og meget usandsynlig. Designet af TSF-anlægget omfatter højt udviklede, forede og stenfyldte dæmninger, designet i overensstemmelse med den internationale kommission for store dæmninger (ICOLD), den bedst tilgængelige teknologi og i henhold til de relevante lovbestemte krav.

Dæmningerne vil blive udviklet ved hjælp af "nedstrøms" byggemetoden. Brugen af byggemetoden "nedstrøms" betyder at dæmningerne bygges væk fra indeslutningen. Dette sikrer, at konstruktionen der indeholder tailings-materialet kun bygges på eksisterende stabil jord snarere end på det allerede

deponerede tailings-materiale [25]. TSF-anlægget vil blive konstrueret på en solid stenbase, som giver yderligere sikkerhed for en langsigtet stabilitet af dæmningerne.

Der er blevet gennemført analyse af hældningsstabiliteten for at evaluere sikkerhedsfaktoren (FoS) for dæmningerne under flere belastningsbetingelser, statiske og pseudo-statiske (simulerende jordskælv). Muligheden for, at dæmningerne fysisk bevæger sig langs jorden, er også blevet analyseret. Dæmningerne designes så de vil være stabile både under statiske og pseudo-statiske (seismiske) forhold [1].

Den mulige påvirkning af det naturlige miljø, hvis TSFdæmningen skulle bryde sammen , er blevet vurderet som medium. Men da der er en ekstremt lav risiko for fejl af ethvert omfang ved TSF-dæmningen, vurderes den samlede påvirkning som værende lille.

Brud på rørledninger og anlægsfejl

Tailings blandet med vand vil blive transporteret som opslæmmet masse gennem en rørledning fra produktionsanlægget til TSF-anlægget. Et brud på rørledningen vil føre til et lokaliseret spil af slam indeholdende tailings-vand eller procesvand. Der vil blive monteret trykfølere og blokventiler på alle rørledninger for at detektere udslip. Nødprocedurer og programmerede blokeringsanordninger vil blive aktiveret for at minimere lækagen eller bruddet.

Vandbehandlingsanlægget til spildevandet vil fortsætte med at fungere i løbet af den 6 år lange luknings- og afviklingsfase. Vandet i FTSF- og CRF-anlæggene pumpes til produktionsanlægget som det er tilfældet under driftsfasen. Det behandlede vand anbringesi Nordre Sermilik ved brug af en specielt konstrueret rørledning og en spreder. Hvis behandlingsanlægget fejler under faserne med drift eller lukning, ophører produktionen straks, og vandudledningen til Nordre Sermilik fjord ophører. Der er betydelig vandlagringskapacitet i TSF-anlægget og ved produktionsanlægget. En stor mængde ubehandlet vand kan indeholdes i tilfælde af en fejl på et vandbehandlingsanlæg.

I fasen efter lukningen vil intet spildevand fra tailings-dammen eller renseanlægget blive udledt til fjorden.

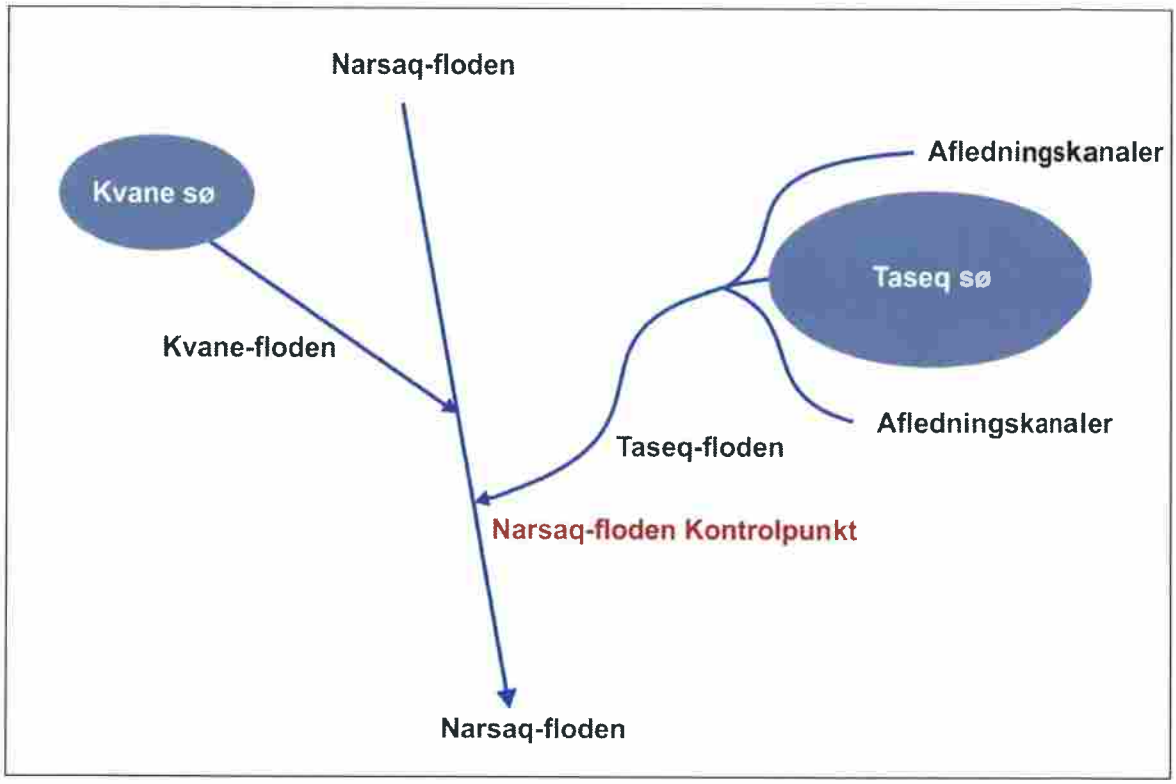
10.3.4 Aerosoler fra TSF

En vurdering af påvirkningen fra sprøjt fra TSF-anlægget er blevet udført for at bestemme den sandsynlige koncentration af forurenende stoffer i Taseq- og Narsaq-floderne efter deponering af aerosoler [59].

Vurderingen af påvirkningen fra deponering af uran er omtalt i afsnit 9.3.4.

Koncentrationer blev testet ved Narsaq-flodkontrolpunktet (Figur 49) nedstrøms for TSF'en. Dette vil være kontrolpunktet for fremtidig overvågning af vandkvaliteten i Narsaq-floden. Dette punkt blev udvalgt til overvågning af overholdelse, da det er placeret nedstrøms for krydset, hvor vand fra de forskellige under-afvandingsområder kombineres til et enkelt vandløb. Dette er vigtigt, når der tages højde for variationerne i baggrundsniveauet af fluor fra specifikke under-afvandingsområder. Naturlige niveauer af fluor er betydeligt højere i Narsaq-floden sammenlignet med Taseq-floden. De naturlige variationer skal derfor tages i betragtning i vurderingen af kontrolpunktet.

Kontrolpunktet for Narsaq-floden er også det første punkt nedstrøms for TSF'en, hvor dyreliv, fritidsaktiviteter eller landbrug kunne blive påvirket af en eventuel stigning i baseline koncentrationer som følge af udledning fra TSF i projektets efterløbsfase.



Figur 49 Placering af vurderingens kontrolpunkt i Narsaq-floden.

Fire elementer (fluorid, cadmium, fosfor og chlorid) og syv reagenser i TSF-vandet anslås at have koncentrationer, der overstiger kvalitetskriterierne for vand i naturen. Disse blev medtaget i screeningens niveauberegninger og sammenlignet med baseline koncentrationer og PNEC (Potential No Effect Concentrations) (kun for reagenserne).

Vurderingen omfattede følgende forhold:

- Mængder af væske der tabes fra TSF-anlægget under stærke vindforhold
- Koncentrationer af udvalgte elementer og reagenser i aerosolerne, der tabes fra TSF-anlægget
- Skæbnen for elementer og reagenser, hvis aerosolerne deponeres
- Områder, der sandsynligvis vil blive påvirket, herunder en vurdering af Narsaq vandforsyning.

Lokal topografi og vindretning under storme vil stort set bestemme deponeringsområdet og den potentielle indflydelse på vandforsyningsområdet.

Data for vindretningerne viser, at alle stærke føhnvinde blæser fra øst og nordøst. Følgelig er fokuspunktet for potentiel deponering af aerosoler nedstrøms i Taseq- og Narsaq-floderne.

Baseret på meteorologiske data for Sydgrønland har der i løbet af en 7-årig periode (2010-2016) været i gennemsnit 3 føhn-hændelser hvert år i de isfri måneder (maj til november). Disse hændelser havde en varighed på mellem 17 og 64 timer.

Med henblik på analysen, der er blevet vurderet to potentielle scenarier for at bestemme reduktionen i TSF-anlæggets overfladevand (nettotab af aerosoler), når vindhastigheder overstiger 32 m/s i 10 minutter:

- En 24 timers stormhændelse - 4 mm vandtab
- En 64 timers stormhændelse - 13 mm vandtab.

Vand til byen Narsaq hentes fra tre floder med en kombineret årlig gennemstrømning på 6 Mm^3. Ved denne gennemstrømningshastighed er den anslåede årlige basistransport af fluor (dvs. den mængde, der årligt transporteres i de 3 floder) 4.500 kg/år. WHO's retningslinjer for drikkevand [71] anvender en kritisk mængde af fluor på 1,5 g/m3, hvilket svarer til 9.000 kg/år. Der er en margen på 4,500 kg/år som den maksimale "buffer"-belastning, dvs. sikkerhedsmargenen mellem baggrundsgrænsen og den kritiske grænse.

Tabel 39 angiver den anslåede deponering af fluorid, hvis 1 % eller 10 % af aerosolen landede i Narsaq drikkevand. Dataene viser, at den maksimale bufferbelastning ikke overskrides, selv ved 6 stormhændelser om året, og hvis alle vindretninger var mod afvandingsområdet.

Tabel 39 Potentiel mængde flourid (kg/år) aflejret i Narsaqs afvandingsområde for drikkevand under antagelse af, at 1 % og 10 % af de frigivne aerosoler vil blive blæst fra tailings-dammene til det 6 km2 store område

Hændelser med Føhnvind	Afsænkning	Deponering af fluor (kg/år)	
		1%	10%
1 hændelse / år	3,7 mm/år	31	309
3 hændelser / år	12 mm/år	100	1000
6 hændelser / år	41 mm/år	346	3460

Resultaterne for 24- og 64-timers stormhændelserne viser, at maksimale ekstra koncentrationer af fluorid ligger inden for basislinjeniveauet ved Narsaq-flodens kontrolpunkt (Tabel 40). Klorid ligger lidt over basislinjekoncentrationen (men inden for de grønlandske vandkvalitetskriterier 120 mg/L).

Tabel 40 Maksimale koncentrationer af elementer ved Narsaq-flodens kontrolpunkt nedstrøms for TSF (basislinjekoncentrationer Orbicon juni 2018)

Element	Basislinjekoncentration ved Narsaq og Taseq-flodens sammenflydning (rækkevidde)	Varighed stormhændelse	Narsaq-floden Kontrolpunkt
Fluor (mg/L)	2 - 40	24 timer	7,5
		64 timer	24
Cadmium (mg/L)	<0.001	24 timer	0,0014
		64 timer	0,004
Fosfor (ug/L)	1 - 13	24 timer	8
		64 timer	26
Chlorid (mg/L)	0,9 - 6,4	24 timer	2,2
		64 timer	7,1

De maksimale koncentrationer af alle reagenser falder, når vandet bevæger sig nedstrøms fra TSF som følge af fortynding. For en 24-timers hændelse anslås kun to reagenser til lidt eller moderat at overstige PNEC-værdierne ved Narsaq-floden kontrolpunkt (Tabel 41).

Tabel 41 Maksimale koncentrationer af reagenser 3 punkter nedstrøms TSF

Reagens (ug/L)	PNEC (ug/L)	Varighed stormhændelse	Narsaq-floden Kontrolpunkt
	0,1	24 timer	0,0093
		64 timer	0,030
	0,014	24 timer	0,0103
		64 timer	0,033
	4,2	24 timer	1,4
		64 timer	4,5
	2	24 timer	1,5
		64 timer	4,9
	0,33	24 timer	1,9
		64 timer	6,1
	2470	24 timer	2023
		64 timer	644
Skummere	**0,24**	24 timer	4,4
		64 timer	14,1

Vurderingen af aerosol der udledes fra TSF-anlægget anslår koncentrationer af udvalgte elementer og reagenser, hvis aerosolen lander i afvandingsområdet for Narsaq-vandforsyningen. Koncentrationerne af alle elementer og reagenser reduceres ved øget afstand fra TSF-anlægget.

I betragtning af de fremherskende vindretninger (østlig og nord-østlig) og af den lokale topografi og den markerede bjergkam, der adskiller Taseq-dalen fra området, der anvendes til indhentning af råvand til Narsaq-vandforsyningen (højderyggen syd for dalen ligger mere end 200 m over Taseq sø), anses aflejring af aerosoler fra TSF-anlægget for at være usandsynlig.

I betragtning af de konservative indstillinger for modelleringen med hensyn til hastigheden af aerosolaflejringen (1-10 %) og deponeringsstedet (i afvandingsområdet) vurderes den potentielle påvirkning fra aerosoler som værende lav.

10.3.5 Forvaltning af overskydende vand

To strømme af overskydende vand fra produktionsanlægget anbringes i Nordre Sermilik:

- Behandlet genbrugsvand fra FTSF- og CRSF-anlæggene og en behandlet sulfateret rig opløsning fra raffinaderiet – anbringelse af behandlet vand (Treated Water Placement, TWP), og
- Steril chloridvæske (Barren Chloride Liquor, BCL).

Det behandlede genbrugsvand og den sterile chloridvæske føres i separate rør fra anlægget til et fælles udløbspunkt i Nordre Sermilik. Den potentielle påvirkning fra udledningen er:

- Risiko for det marine pelagiske miljø
- Indvirkning på sedimentboende organismer (marine benthiske samfund)
- Akkumulering i fødenettet.

For at vurdere disse potentielle påvirkninger udviklede Danmarks Hydrauliske Institut [15][17] en hydrodynamisk model for det lokale fjordsystem og modellerede kvaliteten og mængden af alle større forurenende stoffer i vandløbene med hensyn til temperatur, koncentration og strømning.

Indledningsvis blev forureningerne fra udledningerne gennemgået og ranglistet i henhold til den ønskede fortynding for at opnå koncentrationer i havmiljøet under beregnet nuleffektkoncentration (PNEC). Dette er den højeste koncentration i havmiljøet, hvor der ikke forventes nogen påvirkning af det pelagiske miljø. PNEC-værdierne er blevet afledt af DHI baseret på økotoksicitet for de enkelte kontaminanter.

Alle kemiske stoffer i udledningerne er blevet vurderet for at bestemme, om de er persistente bioakkumulerende toksiske (PBT) eller meget persistente meget bioakkumulerende (vPvB). For at fuldende forståelsen af udledningerne, er der blevet udført økotoksikologisk test ved brug af akut og kronisk test af alger, vandlopper og fisk [16][17].

De anslåede koncentrationer af forurenende stoffer er derefter blevet sammenlignet med Grønlands retningslinjer for havvand og ferskvand. Tabel 42 viser de Grønlandske retningslinjer for havvand og ferskvand og oplysninger om basiskoncentrationer i fjordvandet. Når der ikke findes grønlandske retningslinjer, er de canadiske retningslinjer inkluderet (disse er markeret med en *).

De overskydende vandstrømme frigives kun til miljøet, når det ikke er muligt at genanvende vandet yderligere til brug i produktionsanlægget. Følgende strømme bidrager til dette flow:

- Overskydende procesvand fra koncentratoren, efter at vandbehandling har fjernet fluorindholdet.

  Denne strøm er salt vand, der indeholder natriumchlorid. Vandet er mindre salt end havvand og har en gennemsnitlig strømningshastighed på 466 m^3/timen.

- Overskydende raffineringsvand - efter vandbehandling hvor der fjernes organiske materialer og radionuklider.

  Der er tale om sterilt natrium- og calciumsulfat-bærende vand, der er blevet neutraliseret. Den gennemsnitlige strømningshastighed for denne strøm er på 304 m^3/timen.

- Steril chloridopløsning efter at RE er blevet udvundet i raffinaderiet.

  Der er tale om en salt opløsning indeholdende andre forurenende stoffer. Dette vand neutraliseres og behandles for at fjerne forurenende stoffer, især organiske kontaminanter [32]. Den gennemsnitlige strømningshastighed for denne strøm er på 103,05 m^3/timen.

Sammensætningen af disse strømme er vist i Tabel 42 nedenfor, med den samlede vægtede gennemsnitlige sammensætning af alle tre strømme blandet sammen. Disse kombinerede strømme repræsenterer den eneste miljømæssige eksponering for plantevandstrømme.

Vandet er blevet behandlet for at sikre, at vandet opfylder kravene i GWQC og er derfor kompatibelt med anbringelse i fjorden.

Tabel 42 Grønlandske (og canadiske*) retningslinjer og basiskoncentrationer for vand i Nordre Sermilik

Elementer	Ferskvandskriterier	Marine kriterier	Nordre Sermilik vand	Overskudsvand Koncentrator (a)	Overskudsvand sulfat raffinaderi (b)	Chloridopløsning uden genvindingsværdi (c)	Vægtet gennemsnit a, b, c
				µg/L			
Arsen	4	5	2,6	1	1	1	1
Cadmium	0,1	0,2	0,11	0,1	0,1	0,1	0,1
Chrom	3	3	0,2	< 1	< 1	< 1	0,5
Kobber	2	2	1	1	1	1	1
Jern	300	30	3,4	< 5	< 5	< 5	2,5
Bly	1	2	5	< 1	< 1	< 1	0,5
Kviksølv	0,05	0,05	0,3	<0,5	0,05	<0,5	0,170
Nikkel	5	5	0,5	5	< 1	< 1	3
Zink	10	10	14	< 5	< 5	< 5	3
Fosfor	20		88	<50	<50	1600	175
				Mg/L			
Fluor	0,12*		1,3	24	12	0.2	17
Kalium			392	11	180	139	84
Svovl			884	30	13000	17	4662
Klorid	120*		18,980	1840	397	40400	4995
Natrium			10,561	1290	16900	19400	8590

Forventede værdier for nuleffektkoncentrationer

PNEC-værdier for kemiske stoffer med lav koncentration i det udledte procesvand er blevet hentet fra relevante officielle publikationer. Der er tale om en metode, der accepteres og anvendes inden for EU [18]. PNEC-værdierne og den påkrævede fortynding er vist i Tabel 43 for de kemiske stoffer i procesvandet, der kræver den højeste fortynding.

De elementer, der kræver høje fortyndingsfaktorer, er reagenser, der er afgørende for at producere egnede kvalitetsprodukter. Reagensen caprylsyre kræver den højeste fortynding (876) for at nå kravene i PNEC [17]. Caprylsyre er udledt af kokosnøddeolie og er fuldt ud bionedbrydeligt [58].

En samlet effluent-fortyndingsfaktor for anbringelsen af behandlet vand blev beregnet af DHI ud fra toksikologiprøver [15]. Den fortyndingsfaktor, der opnår en PNEC (M), er 1612 [17].

Tabel 43 'Forventede nuleffektkoncentrationer' for udvælgelse af kemiske stoffer og den nødvendige fortynding der kræves for at opfylde grænseværdien for PNEC

Kemiske stoffer	PNEC (µg/L)	Påkrævet fortyndingsfaktor
Caprylsyre	1,4	876
	0,0143	796
Alkylhydroxamsyre	0,26	674
Mangan	0,4	607
Uran	1	365
	1	97
	2	386
Beryllium	0,03	71
Fluor	19600	<1
Decansyre	36	34
Barium	11,5	39
Rubidium	52	28
Kobber	5,2	27

Økotoksikologi

DHI har foreetaget økotoksikologiske prøverved anvendelse af akut og kronisk test på flere organismer.

Konklusionen er, at alger og fisk synes at være upåvirket af udledningerne, selv ved høje koncentrationer. Under visse høje koncentrationer kan udledningerne påvirke vandlopper [16].

Ingen af de kemiske stoffer i det udledte procesvand er blevet vurderet til at være vedvarende bioakkumulativ toksisk (PBT) eller meget persistent meget bioakkumulativ (vPvB).

Modellering af udledningsfane og vurdering af optimal udledningsdybde

Modelberegning foretaget i 2015 viste, at reagensen kræver den højeste fortyndingsfaktor for at opnå PNEC. Den kræver en fortyndingsfaktor på 2.282 [16]. Efterfølgende teknisk kontrol på anlægget er blevet indarbejdet for at reducere koncentrationerne af og i opløsningerne med en faktor på 10 [17][29].

Som vist i Tabel 43 kræver det en fortyndingsfaktor på 876 for at opnå PNEC for caprylsyre ved 1,4 µg/L. Mens caprylsyre er biologisk nedbrydelig, er modelleringen konservativ og medregner derfor ikke nogen bionedbrydning af reagenser.

Resultaterne fra modelberegningen (vist i Figur 50 og Figur 51) er udformet for at vise, hvor en fortyndingsfaktor på 2.500 opnås (baseret på den oprindelige fortyndingsfaktor, der kræves for .

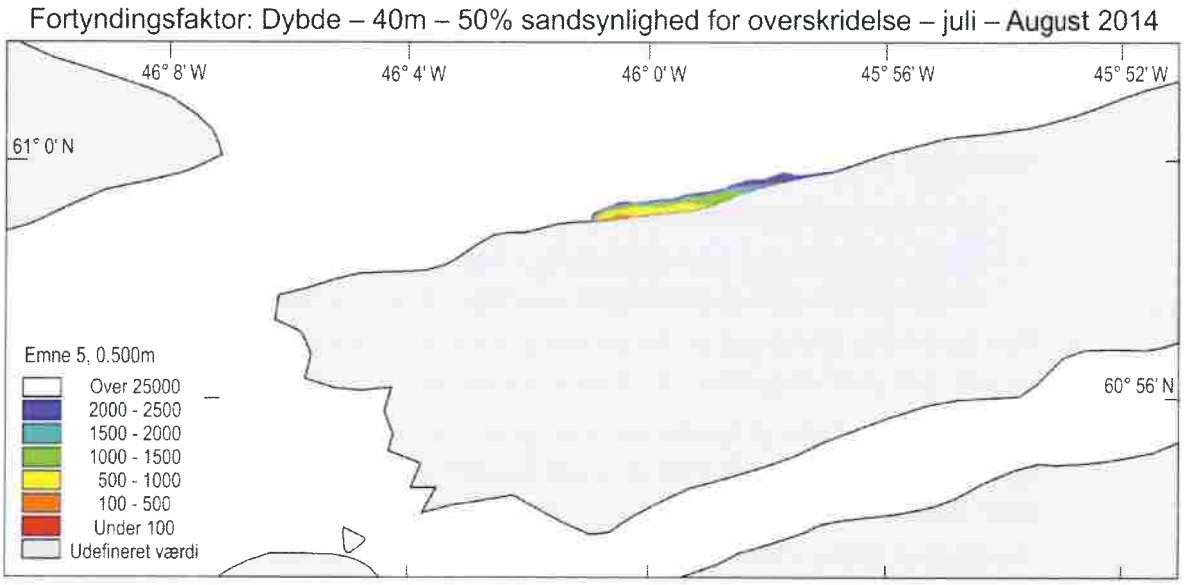
Da koncentrationen af i udledningen fra projektet er blevet reduceret, og idet caprylsyre, der kræver en fortyndingsfaktor på 876, er biologisk nedbrydelig, er det opnåede omfang af fanen inden for PNEC sandsynligvis væsentligt mindre end det plottede. For eksempel kræver en fortyndingsfaktor på 796, hvilket vil være inden for den gule kontur for udledning.

Skæbnen og omfanget af spredningen af kemiske stoffer indeholdt i det behandlede vand udledt i fjorden blev modelleret for sommer- og vinter-månederne. Modelleringen undersøgte den optimale position for den nedsænkede udledning, og efter at have evalueret en række indføringsdybder (overflade, -10 m, -20 m, -30 m og -40 m) blev det identificeret, at man ved udledning af behandlet vand på en dybde på under 40 m, ville opnå den størst mulige blanding og dermed den hurtigste fortynding.

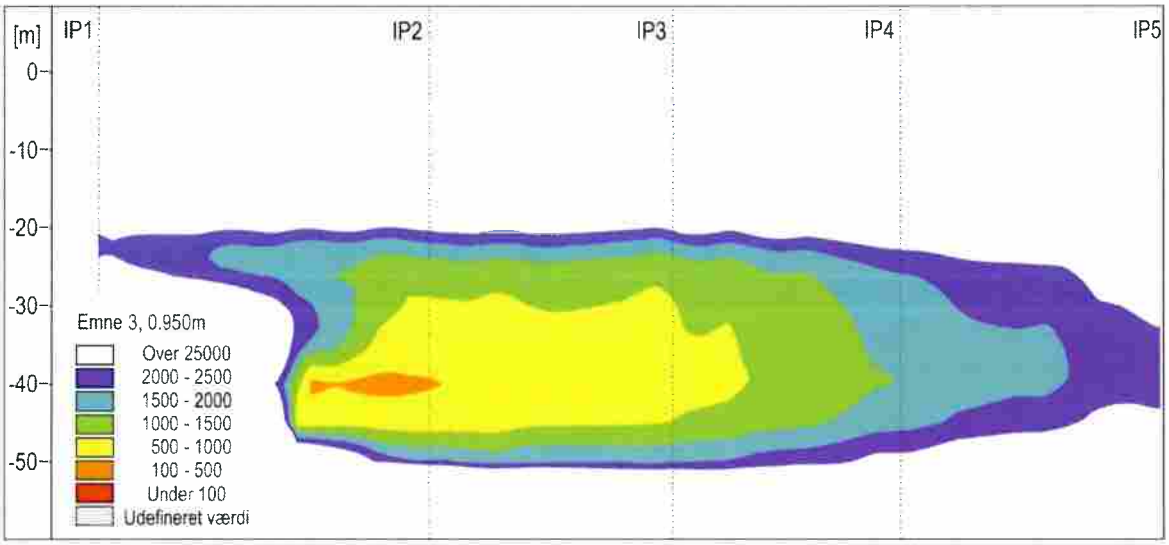
I Figur 50 spredes udledningen i et smalt bånd vestover langs kysten. Modelleringen viser, at en fortynding på 2500 gange opnås hurtigt. Fanen er ca. 3 km2, der strækker sig op til 700 m fra kysten ved dybder på mellem –20 og –50 m. Herudover er vandkvaliteten under PNEC for alle kontaminanter.

Den vertikale fordeling er fremsat i Figur 51, og den viser, at spredningen forbliver på mellem -20 og -40 meters dybde om sommeren. Om vinteren er båndet smallere og varierer mellem -35 og - 45 m i dybden.

Det område, der er ramt af den termiske fane (12°C), er ubetydelig, og der forventes kun lille eller ingen påvirkning af det marine liv i fjorden. De modellerede temperaturforskelle var på omkring 0,5°C inden for en radius på ca. 250 m fra udledningspunktet.



Figur 50 50 procent percentilen for fortyndingsfaktorer ved en indføringsdybde på -40 m i sommerhalvåret (udstrømningsområdet er lidt mindre i vinterhalvåret). Det grønne område angiver udstrækningen af arealet til fortyndingspunkt for forurening ved nuleffektkoncentration for alle forurenende stoffer.



Figur 51 Lodret profil af 50 procent percentilen for fortyndelsesfaktorer ved en udledningsdybde på -50 m i sommerhalvåret. Det grønne område angiver udstrækningen af PNEC for alle forurenende stoffer.

Vurdering af marin påvirkning

Baseret på modellering fra DHI [15] er de potentielle påvirkninger af det marine miljø som følge af udledningerne, blevet vurderet og der konkluderes følgende:

- Hvad angår bioakkumulering og biomagnificering vurderes det, at:
  - Lanthanum og Yttrium kan undergå biomagnificering i små mængder i fødenettene
  - Mangan vil undergå biomagnificering i fødenettet, og der forventes en overskydende mangankoncentration i fødenettet som følge af udledningen
- Den potentielle påvirkning af den primære produktion af fytoplankton i fjorde i Sydgrønland og potentiel påvirkning af fisk, forventes at være meget begrænset
- Vandlopper/krebsdyr er sandsynligvis de arter, der er mest følsomme over for frigivelsen af disse kemiske stoffer, men med de modellerede fortynding, bør der ikke forventes akutte og ingen kroniske virkninger.

  Vandloppen Calanus finmarchicus, som er en vigtig del af det marine økosystem, vurderes kun at have meget begrænset kontakt med kemikalierne i udledningerne, da den vandrer lodret i den bredere vandkolonne (50-600 m)
- De pelagiske kommercielt relevante arter af dybhavsrejer (*Pandalus borealis*) vurderes også at have begrænset kontakt med kemikalierne i udledningerne.

  Lokalt kan larver fra den kvindelige røde dybhavsreje komme i kontakt med kemikalierne i udledningerne.

Det vil kræve en fortyndingsfaktor på ~1612 for at opnå niveauer med "ingen effekt" for alle bestanddele af udledninger efter at sikkerhedsmargener er blevet medregnet. Den nødvendige fortynding kan opnås i havområdet på en lokal skala på 1-3 km^2 og i en lodret, begrænset vandsøjle, når udløbet konstrueres under havoverfladen.

På denne baggrund vil udledningen af vandet til Nordre Sermilik fjord næppe væsentligt påvirke vandkvaliteten eller det marine økosystem.

Afstrømning fra stenaffald

Sammensætningen af afstrømning fra WRS er blevet beregnet på baggrund af 50 prøver ved anvendelse af DCE's vurderingsmetode. Resultater viser, at sammensætning af afstrømningsvand fra mineområdet kun kræver lille fortynding for at nå sammensætningen af havvand.

Sammensætningen af afstrømningen fra stenaffald er blevet bestemt for hvert år med drift, baseret på de forventede proportioner af affaldssten i forhold til den minerede malm. Tabel 44 viser sammenætningen af afstrømning fra stenaffald ved år 10 i driftsfasen.

Tabel 44 Sammensætning af afstrømning fra stenaffald

Element	Enheder	Koncentration
F	mg/L	26,4
U	µg/L	270
Th	µg/L	15
S	mg/L	1,13
As	µg/L	182
Cd	µg/L	3
Cr	µg/L	189
Cu	µg/L	34
Fe	µg/L	270
Pb	µg/L	17

Niveauet af opløste salte i afstrømningsvandet fra WRS er lavt, og dette vand vil blive anvendt som procesvand i koncentratoren. Dette vil reducere vandkravene fra Narsaq-floden med 30% til 310 m^3/timen fra 440 m^3/timen [32].

Efter lukningen forventes det, at afstrømningsvandet ikke vil blive anvendt, og at det vil blive frigivet til det omgivende miljø via en konstrueret kanal. Denne konstruerede kanal vil dirigere afstrømningsvandet til en stille sø, hvor det vil blive fortyndet med naturligt afløb fra afvandingsområdet, inden det løber ind i fjorden gennem et naturligt vandløb. Indvirkningen på miljøet fra denne udledning er blevet vurderet og fundet uden risiko for miljøet [17][31].

Minevand ved lukning

Minedrift i den åbne minegrube vil ophøre efter 37 år på basis af den nuværende reserve i minen. Yderligere undersøgelsesboringer vil blive foretaget under driften, hvilket sandsynligvis vil forlænge minens liv betydeligt [29]. Ved lukning vil minen få lov til at fyldes med vand. Dette vand vil komme i kontakt med mineraliseret klippe og silt i den åbne minegrube, hvilket vil føre til nogen frigørelse af salte til vandet.

Der blev foretaget analyse for at afgøre koncentrationen af salte frigjort til vandet ved lukning [30]. Analysen anvendte resultaterne fra geokemiske prøver foretaget over lang tid på affaldssten og malm. Resultaterne viser, at efter flere års eksponering vil vandet ved lukning ikke indeholde høje koncentrationer af salte og vil være kemisk kompatibelt med den grundlæggende hydrologi. Strømmen vil blive håndteret ved at blande den med lokal hydrologi og afstrømningen fra stenaffald [32].

10.3.6 Kulbrinte og kemiske udslip

Under projektets driftsfase vil kemikalier og kulbrinter blive anvendt til forarbejdning. Disse produkter vil blive afsendt til Grønland og derefter flyttet til projektstedet, hvor de vil blive opbevaret og anvendt.

De salgbare mineprodukter vil blive transporteret med lastbil til havnen, hvor de vil blive opbevaret inden afsendelsen.

Under driften kan følgende aktiviteter/hændelser medføre udslip af kemikalier og kulbrinter.

- Søtrafik i fjordene
- Aflæsning fra skibe til opbevaring på land
- Brud på eller lækage af opbevaringstanke til brændstof
- Udslip af kemikalier og olieprodukter under transport på land
- Udslip fra rørledninger
- Udslip fra tankning af mobilt udstyr ved tankstationer.

Udslip på havnen

Opbevaringstanke til diesel vil blive placeret ved den vestlige grænse i havnen, i en passende afstand fra havnefaciliteterne og de administrative bygninger.

Ca 56.000 m^3 af organisk brændsel vil ankomme til havnen hvert år i tankskibe. Derudover vil der ankomme ca. 270.000 tons kemikalier til havnen årligt og 71.000 tons mineprodukter vil blive eksporteret [64].

Tankning af mobilt udstyr vil finde sted ved tankstationen i havnen.

En større skibsulykke som f.eks. en kollision mellem to skibe eller grundstødning vil kunne medføre store udslip af olie, kemikalier eller mineprodukter. Hvis et tankskib bliver involveret i en ulykke, vil det kunne resultere i et betydeligt udslip. På grund af strømme i fjordene vil olie, der lækkes til havmiljøet, hurtigt blive transporteret over store afstande, og de smalle fjorde vil gøre forurening af kystlinjen sandsynlig. Potentielle påvirkninger fra disse udslip omfatter forurening af hav og kystlinje.

Konsekvenserne af et olieudslip for havets liv, herunder fuglelivet, kan være betydelige. Fugle er yderst sårbare over for olieudslip. De fleste dødsfald skyldes typisk, at en fugls fjerdragt bliver dækket med olie, men mange fugle dør også af forgiftning. Marine pattedyr er generelt mindre følsomme over for den direkte kontakt med olien.

Kun nogle mindre små fuglekolonier er placeret tæt på skibsruterne til havnen, mens et stort antal havænder (edderfugle) overvintrer i fjordene og de er dermed også sårbare for olieudslip. De fleste fjorde tæt på Narsaq er omgivet af klippekyst og de tidevandsorganismer, der findes her, er ofte udsat for den afvaskende virkning som havis medfører. Idet bølgeaktivitet kan rense spildrester væk, er kyster med bølgeaktivitet mindre følsomme over for olieudslip. Imidlertid vil beskyttede klippekyster være i kontakt med spild over længere tid, og virkningerne på hvirvelløse dyr kan potentielt påvirke den økologiske balance på kysten.

Store udslip af kemikalier kan også medføre negative påvirkninger, afhængigt af toksiciteten og bioakkumuleringen af de spildte kemikalier. Imidlertid vil de potentielt udledte mængder sandsynligvis være ret små, og det store volumen i fjordene vil betyde, at fortynding og spredning sandsynligvis vil mindske påvirkningerne fra udslippet.

Skibsfart igennem fjordene, til og fra havnen, skaber potentielle farer. Disse farer er dog ikke forskellige fra andre ruter i arktiske kystområder, herunder ruter til andre grønlandske byer og bosættelser. Hvis alle søfartsbestemmelserne følges, og sejlruterne er godt placeret, vurderes sandsynligheden for, at en væsentlig hændelse af denne art vil forekomme under projektets operative faser, at være meget lav [46].

Brændstof, der ankommer til havnen, pumpes fra tankskibene gennem underjordiske brændstofledninger til tanken på havnen. Brændstofopbevaringen i havneområdet består af to primære tanke til dieselolie (samlet kapacitet 10.417 m3) og en mindre tank (3 m3). Mindre tanke til brændstofopbevaring er også placeret ved koncentratoren/kraftværket ved siden af raffinaderiet og i mineområdet [29].

Kemikalier vil også ankomme til søs. Reagenser transporteret i beholdere eller ISO-tanke bliver losset ved hjælp af spreaders og flyttet til containerpladsen til stabling. Kemikalier der transporteret som bulkgods (natriumklorid, kalksten, svovl og natriumcarbonat) vil blive losset ved hjælp af bulkgrab og overført til en af fire bygninger til opbevaring af bulkgods.

De fleste udslip fra tankskibe skyldes rutinemæssige operationer i forbindelse med lastning, losning og bunkring. Denne type af operativt spild, er typisk lille og lokaliseret. Påvirkningen af marint liv vil være lokal og kan fjernes ved hjælp af det udstyr, der er tilgængeligt i havnen, til anvendelse i tilfælde af olieudslip.

Alle brændstoftanke til lagring vil være udstyret med volde til inddæmning med geotekstil, der kan indeholde det samlede tankvolumen i tilfælde af udslip efter komplet brud på tanken. De mobile volde til indeslutning, eliminerer den potentielle spredning ved et olieudslip [55][64].

Trafikulykke der resulterer i udslip

Trafikulykker der involverer tankbiler med brændstof og fladvogne, der transporterer containere indeholdende kemikalier og mineprodukter, er blevet identificeret som en potentiel fare. Det forholdsvis små antal individuelle tankvogne og containere vil begrænse det potentielle udslip og dermed konsekvenserne fra ulykker under lastvognstransport.

De fleste kemikalier og mineprodukter transporteres i tør form, hvilket reducerer konsekvenserne ved udslip. Udslip af brændstofprodukter og flydende kemikalier vil typisk ikke påvirke store områder, medmindre der forekommer udslip til nærliggende vandveje, eller ved stejle skråninger, der får udslippet til at spredes ned ad bakke.

Påvirkningerne af den arktiske vegetation på grund af f olieudslip, vil sandsynligvis være lokal, men da arktisk flora har meget lave vækstrater, kan virkningerne være langvarige og strækker sig over flere årtier. Et udslip på jorden vil sandsynligvis kun påvirke relativt små arealer, og det vil være lettere at forhindre jordbaserede pattedyr i at blive udsat for udslippet. Det er også usandsynligt, at terrestriske fuglepopulationer vil blive påvirket væsentligt. Udslip i ferskvandsøkosystemer kan medføre påvirkning af mangfoldigheden og antallet af hvirvelløse dyr, planter og fisk.

Sandsynligheden for et utilsigtet udslip under landtransport er lavt. I tilfælde af spild er det højst sandsynligt, at det kan begrænses til kun at påvirke terrestriske levesteder [55].

Udslip i mine og ved procesanlæg

Områderne med den højeste sandsynlighed for udslip er de tilstødende til produktionsanlægget, hvor der kan træffes øjeblikkelige afhjælpende foranstaltninger for at begrænse påvirkningerne fra et udslip. Sandsynligheden for et stort utilsigtet udslip, der forekommer på land i minen (begrænset

brændstof eller kemisk oplagring) eller i lokale ferskvandsressourcer (på grund af afstanden fra anlægget) er lav.

Ved udslip på land vil uheldet sandsynligvis blive afhjulpet ved mekanisk fjernelse, eventuelt i kombination med enten naturlig eller accelereret nedbrydning på stedet (af olie). Kemikalier og mineprodukter skal fjernes mekanisk i det omfang det er muligt og bortskaffes hensigtsmæssigt.

Mobilt udstyr ved mineområdet (lastbiler, gravemaskiner mv.) vil tanke brændstof i grubeområdet. Et udslip i forbindelse med tankning og håndtering af brændstof i mineområdet vil generelt være lille, og miljøpåvirkningen vil være begrænset.

Miljøpåvirkningerne af udslip og spild af kemiske stoffer eller brændstof på land er begrænset til undersøgelsesområdet eller til en smal korridor på nogle få km omkring projektaktiviteterne. Udslip, der påvirker Narsaq-floden (eller andre vandløb) i sommerperioder med store strømme, kan spredes neden for spildstedet og nå fjorden, hvis ingen afhjælpende foranstaltninger foretages [55].

10.3.7 Risiko for spild af procesvand

Under projektets driftsfase behandles overskydende vand, der ikke kan genanvendes, før det udledes i Nordre Sermilik. Under lukningsfasen pumpes vand fra TSF-anlægget til rensningsanlægget før udledning til Nordre Sermilik. En funktionsfejl eller overløb fra rensningsanlægget kan potentielt føre til en mindre udledning af ubehandlet vand i fjorden. Frigivelsen af ubehandlet vand kan potentielt medføre en påvirkning af det marine liv nær udledningspunktet i Nordre Sermilik.

I tilfælde af funktionsfejl på rensningsanlægget i lukkefasen stoppes udledningen af vand straks, hvilket forhindrer ubehandlet vand fra TSF-anlægget i at blive frigivet til fjorden. Det er usandsynligt, at betydelige mængder ubehandlet procesvand eller vand fra TSF-anlægget vil blive udledt til fjorden. Da udledning af vand til Nordre Sermilik straks stoppes i tilfælde af funktionsfejl på behandlingsanlægget, er det usandsynligt at fjorden eksponeres for ubehandlet vand [55][58].

10.4 Afhjælpende foranstaltninger

Følgende afhjælpende foranstaltninger vil blive anvendt for at minimere risici og påvirkninger af vandmiljøet:

- Under konstruktionen af gennemløbsakvædukterne i Narsaq-floden opretholdes vandgennemstrømningen ved anvendelse af pumper, der pumper vand fra den ene side og tilbage til den anden side for at sikre en tør byggeplads
- Dæmningerne vil blive bygget i overensstemmelse med bedste internationale praksis
- Der vil blive anvendt opfyldning med sten sammen med konservativ vægkonstruktion og dæmningerne vil være forsynet med en dobbelte membraner for at beskytte mod udsivning.

  Begge dæmninger vil blive konstrueret til at modstå ekstrem indstrømning af vand, for eksempel på grund af ekstraordinær smeltning af sne under en hændelse med føhnvind. En cut-off-grøft og lækage-/brud-detektion er også en del af den bedste tilgængelige teknologi for at undgå udsivning
- I det yderst usandsynlige tilfælde at en dæmning skulle bryde sammen, vil reparationsarbejde blive indledt med det samme.

  Mobilt udstyr, der normalt anvendes til at grave og flytte malm, vil blive anvendt til reparationsarbejdet. En hurtig reparation af dæmningen vil blive lettet af de store mængder sten og grus, der opbevares nær hver dæmning.

  For at holde overfladen af tailings-materialet vådt (for at undgå spredning af faste stoffer) anvendes vandkanoner, der ved høj hastighed skyder en strøm af vand over lange afstande.

Vanddækket vil blive genetableret så hurtigt som muligt

- For at minimere risikoen for uventet overløb ved TSF-anlægget, vil kanalerne til afledning blive godt vedligeholdt under faserne med drift og lukning
- Hvis vandbehandlingsanlægget fejler under driften eller lukningsfasen, stoppes raffinaderiproduktionen straks.

  Dette forhindrer ubehandlet vand i at blive udledt til fjorden
- Der vil ikke forekomme nogen udledning til Taseq-floden under faserne med drift eller lukning
- Rørsystemer og kontrolsystemer vil blive vedligeholdt grundigt
- Lave hastighedsgrænser vil blive anvendt for at undgå transportulykker
- For at reducere risikoen for udslip af brændstof og kemikalier i fjorde under operationer vil følgende afhjælpende foranstaltninger blive anvendt:
  - Gennemføring af en undersøgelse vedrørende navigationssikkerheden
  - Pålægge hastighedsbegrænsninger for navigation
  - Obligatorisk anvendelse af lods
  - Adskillelse af sejlruter.
  - Procedurer for lastning og losning af skibe
  - ved havnen
    - Passende udstyr til bekæmpelse af operativt spild, herunder inddæmningsudstyr til rådighed for fortøjede skibe, ekstra flydespærringer og skummere
    - Udstyr til anvendelse i tilfælde af olieudslip vil altid være tilgængeligt og komplet
    - Beredskabsplaner og procedurer til detektion og bekæmpelse af operativt spild, herunder procedurer for operativt spild i havis
    - Beredskabsplaner for ulykker og i forhold til sæsonen, med træning
    - Forberedelse af beredskabsplaner med myndighederne til styring af store udslip
    - Alle brændstoftanke til lagring vil være udstyret med volde til inddæmning med geotekstil, der kan indeholde 110% af det samlede tankvolumen i tilfælde af komplet brud på tanken
    - De mobile volde til indeslutning, eliminerer den potentielle spredning ved et olieudslip
    - Volde til inddæmning med geotekstil skal inspiceres regelmæssigt for at sikre, at de er intakte.

10.5 Forventede påvirkninger

Projektets forventede indvirkninger på vandmiljøet er beskrevet i Tabel 45 nedenfor.

Tabel 45 Forventede resultater for vandmiljøet

Påvirkning	Projektfase	Fysisk udstrækning	Varighed	Betydning	Vurdering
Ændring af hydrologiske processer	Konstruktion	Undersøgelsesområde	Permanent	Lav	Ændringer af hydrologien i floder og søer under konstruktionsarbejdet forventes at være ubetydelige. Mens der vil forekomme reduceret strømning i de øverste dele af Kvane- og Taseq-floderne, forventes strømningen i de nedre sektioner af disse vandløb at blive opretholdt.
Drift af dæmning til tailings	Drift	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Lav	Intet vand frigives fra TSF-anlægget under driftsfasen. Efter lukningen vil vandet blive behandlet i en periode på seks år for at sikre, at udledningsvandet opfylder passende vandkvalitetskriterier.
Afstrømning fra stenaffald	Drift Lukning	Undersøgelsesområde	Langsigtet	Lav	Studier viser at sammensætning af afstrømningsvand fra stenaffaldet kun kræver lille fortynding for at nå sammensætningen af havvand.
Udledning af overskydende vand til Nordre Sermilik	Drift	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Lav	Det vil kræve en fortyndingsfaktor på ~2500 for at opnå niveauer med "ingen effekt" for de mest kritiske parametre, inklusive sikkerhedsmargener. Den nødvendige fortynding kan opnås i havområdet på en lokal skala på 1-3 km^2 og i en lodret, begrænset vandsøjle, når udløbet konstrueres -40m under havoverfladen.
Udslip	Konstruktion Drift	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Lav	Påvirkningen fra udslip forventes at være begrænset, på baggrund af anvendelsen af internationale standarder for bedste praksis.
Aerosoler fra TSF	Drift Lukning	Undersøgelsesområde	Langsigtet	Lav	Påvirkningen af afvandingsområdet er lav på grund af de gældende vindretninger, topografien og lav deponeringsgrad.
Frigivelse af vand fra tailings og faststoffer fra dæmningsfejl i TSF-anlægget	Lukning	Undersøgelsesområde	Langsigtet	Lav	Risikoen for brud på TSF-dæmningen anses for at være meget lav og meget usandsynlig.

11. Affaldshåndtering

11.1 Eksisterende miljø

I Narsaq indsamles og transporteres affald, der kan forbrændes, til Qaqortoq til forbrænding. Qaqortoq er det regionale affaldsindsamlingscenter. Alt farligt affald og metalskrot sendes til Danmark fra Qaqortoq.

Forrådneligt affald, herunder madaffald og dyrekroppe, deponeres i et deponeringsanlæg i Narsaq. Der findes intet drænopsamlingssystem til spildevand fra affaldsdepotet. Det menes, at udløb fra affaldsdepotet løber ud til havet i Narsap Ilua. Under visse vindforhold når lugten fra affaldsdepotet Narsaq by hvilket medfører et meget ubehageligt miljø.

Der findes et eksisterende affaldsanlæg for byen Narsaq, på det sted hvor det foreslås at bygge havnen. Designet af havnen vil blive udviklet til at minimere påvirkningen af det eksisterende affaldsanlæg. Udviklingen af havnen vil skabe mulighed for rehabilitering og forbedring af affaldshåndteringssystemet i Narsaq.

11.2 Potentiel påvirkning

De mulige påvirkninger forbundet med affaldshåndtering, er:

- Affald, der genereres under opførelse og drift, kan potentielt medføre miljøpåvirkninger, hvis affaldet ikke håndteres hensigtsmæssigt.

11.3 Vurdering af påvirkninger

11.3.1 Affaldshåndtering

Affald, der produceres under projektets konstruktions- og driftsfaser, omfatter husholdningsaffald, byggeaffald, jern og skrot, dæk fra mobiludstyr og forskellige former for farligt affald, f.eks. olieaffald, kemikalieaffald og batterier. Affald, og især affald klassificeret som farligt, kan potentielt føre til væsentlig forurening af miljøet.

Alt brændbart fast affald presses i baller og transporteres til Qaqortoq til forbrænding. Årligt affald vil blive håndteret i henhold til regler om håndtering af farligt affald, Kommuneqarfik Kujalleqs [26]. Normalt sendes områdets farlige affald til Danmark og håndteres i overensstemmelse med den omfattende EU-lovgivningsramme.

Akkumulatorer, batterier, elektroniske enheder, glas osv. oplagres midlertidigt i containere og afleveres regelmæssigt til affaldsbehandlingsanlægget i Qaqortoq, hvor affaldet behandles yderligere med henblik på bortskaffelse i henhold til lovgivningen og efter aftale med de relevante myndigheder.

Spildevand fra alle bygninger i havnen, landsbyen og skibe, vil blive behandlet i et rensningsanlæg til spildevand, der vil anvende mekaniske, biologiske og kemiske behandlingsprocesser. Behandlet spildevand udledes til fjorden ved den nordlige ende af Tunu-halvøen. Tankvogne vil blive brugt til at transportere spildevand og kloakvand fra tanke i mineområdet og produktionsanlægget til behandling og bortskaffelse.

Affaldets påvirkning af miljøet vurderes at være meget lav.

11.4 Afhjælpende foranstaltninger

- Udvikling af procedurer for affaldsbehandling og en plan for affaldshåndtering

- Installation af et samlet rensningsanlæg
- Afhjælpning af enhver forurening som følge af projektet.

11.5 Forventede påvirkninger

De forventede påvirkninger fra affald som følge af projektets gennemførelse, er beskrevet nedenfor.

Tabel 46 Forventede resultater for affaldshåndtering

Påvirkning	Projektfase	Fysisk udstrækning	Varighed	Betydning	Vurdering
Forurening på grund af affald	Anlægsarbejde Drift Lukning	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Meget lav	Med korrekt affaldshåndtering vurderes den indvirkning på miljøet, der skyldes affaldsproduktionen, at være meget lav.

12. Biodiversitet

12.1 Eksisterende miljø

12.1.1 Vegetation

Den naturlige vegetation i det sydlige Grønland er i høj grad bestemt af temperatur og nedbør, faktorer der begge følger gradienterne for hav-indland/kontinental og højdegradienter. Sådanne gradienter er indlysende, når man bevæger sig ind i landet gennem lange smalle fjorde mod Narsaq. I det ydre fjordområde er væksten af vegetationen hæmmet af kolde havstrømme, drivis, salttåge og vind. Tæt birk og pilekrat er almindelig under 200 meters højde og på sydvendte arealer i bunden af fjordene og inde i landet.

I Narsaq-dalen - i området ved Kvanefjeld begrænser længden af snedækket, vandforsyning, temperatur, jordtype og vindeksponering desuden fordelingen af plantesamfund.

Feltundersøgelser foretaget af Ernberg Simonsen [21] i august 2013 og september 2014 identificerede tre plantesamfund (Tabel 47).

Tabel 47 Plantesamfund

Samfund	Beskrivelse
Narsap Ilua-bugten og den nedre Narsaq-dal (0 - ca. 200 meters højde)	Den dominerende vegetationstype i dette lavland er hede med dværgbuske, hovedsagelig bestående af mosebøllebær, revling, kirtel-birk og arktisk pil og med pletter af mosser, græs og star. På nogle sydlige skråninger er der plantesamfund rigere på arter, med arter såsom almindelig blåklokke og rapgræs. Grønlandsk gøgelilje vokser almindeligt langs de fleste af vandløbene i lavlandet. Et usædvanligt plantesamfund blev fundet tæt på Narsaq-flodmundingen, som inkluderede sjældent registrerede arter såsom smalbægret ensian, gylden ensian, alpin ensian og almindelig vibefedt. Smalbægret ensian er sjælden i Grønland, og kendes kun fra tre steder.
Højereliggende dele af Narsaq-dalen og Kvanefjelds-plateauet (ca. 200 – 680 meters højde)	I de stigende højder dominerer forskellige typer af dværgbusk og stargræs, lav og hedelyng, men der er også udbredte åbne stenlandskaber, snebund og mindre hegn. Skråninger med urter og stor variation i plantearterne vokser langs nogle af vandløbene. Dværgbuskene på heden ved mellem højde domineres af revling, kirtel-birk, mosebøllebær og arktisk pil med rank star, hvene, og ulvefod i det nedre vegetationslag. Mosser og laver dækker også store arealer. Et enkelt eksemplar af rosmarinlyng blev fundet på Kvanefjeld-plateauet. Denne art er meget sjælden i Grønland med kun to tidligere optegnelser fra det sydlige Grønland. På nogle nordvendte skråninger findes plantesamfund i fordybningerne med sne. Her dominerer dværg-pil, rævehale-star, hønsetarm, stjerne-stenbræk og dværgranunkel. Vandplanten hestehale er blevet fundet i nogle damme og mindre søer på Kvanefjeld-plateauet. Den rundbladede orkidé (*Amerorchis rotundifolia*), Grønlands mest sjældne orkidé, er tidligere blevet registreret mellem den eksisterende grusvej og Narsaq-floden ved ca. 300 meters højde. Den blev dog ikke registreret ved undersøgelsen i 2014.

Samfund	Beskrivelse
Øvre nordlige skråninger i Narsaq-dalen og Taseq-søen (ca. 350 – 650 meters højde)	I høje højder på den nordvendte skråning i Narsaq-dalen er meget af jorden dækket af løse sten og klippe. Dette område har meget begrænset plantedække med de mest almindelige arter, der er trebladet siv, tue-limurt, kryblyng, purpur-stenbræk og rank star. Lokalt vokser grønlandsk gøgelilje og satyrblomst tæt ved vandløb.
	Skråningerne omkring Taseq er for det meste uden vegetation og har meget få arter af karplanter. På nogle få steder med mere jævnt terræn blev der fundet større plantediversitet. Nordøst for Taseq vokser terrænet gradvist i højden og skaber en glat sydvendt skråning uden ur. Dette område er dækket af græs og star-arter samt mange arter af urter, såsom bjergløvefod, fjeld-frøstjerne, mælkebøtter og trefingerurt.

12.1.2 Fauna

Terrestrisk fauna

En undersøgelse foretaget af Orbicon [57] identificerede den arktiske ræv (*Alopex lagopus*) og den arktiske hare (*Lepus Arcticus*) som de eneste vilde terrestriske pattedyr i undersøgelsesområdet.

Den arktiske ræv er det eneste jordbaserede kødædende dyr i det Sydgrønland og er tidligere registreret i området ved Kvanefjeld. Den arktiske ræv finder sin føde spontant, spiser fugle om sommeren og fisk den finder langs fjorden om vinteren.

Den arktiske hare er et relativt usædvanligt pattedyr i Sydgrønland, og populationen viser store udsving i antal. Haren er blevet registreret i mindre antal i høje højder i bjergene omkring Narsaq-dalen. Der synes at være meget lidt kendt om harens generelle livscyklus i Grønland. Det menes dog at siv, græs, pil og andre planterer de primære fødekilder.

Fuglefauna på land og ved ferskvandskilder er forholdsvis ringe i arter i Sydgrønland, hvor kun fem arter af spurvefugle er både almindelige og udbredte.

Havene og kystområderne har en rigere fuglefauna, både med hensyn til antallet af arter og antallet af individer. Denne fuglefauna omfatter både fugle der yngler i Grønland og også et stort antal fugle fra andre avlssteder i det nordlige Atlanterhav, der overvintrer ud for Vest- og Sydgrønlands kyst. De fleste havfugle, der yngler i Grønland, yngler i koloni, men der er ingen store kolonier kendt fra Grønlands sydkyst mellem Ivituut og Nanortalik, hvilket omfatter undersøgelsesområdet og de nærliggende farvande.

Havet ud for Sydgrønland er et "hot spot" for overvintrende af havfugle [9]. De fleste af de overvintrende havfugle forbliver ude ved kysten, men nogle flytter ind i fjordene og er blevet registreret i fjordene på Erik Aappalaartup Nunaa-halvøen (Figur 52).

Fuglene, der kommer ind i fjordene i størst omfang, er den almindelige edderfugl og Brünnichs lomvie. Nogle mindre fuglekolonier findes i gletsjerfjordene ved Akullit Nunaat, nord for den centrale del af Brede Fjord. Havfuglene der yngler ved disse kolonier er sorte lomvier og forskellige mågearter [9]. Nogle af disse fugle kan lejlighedsvis søge føde i de fjorde, der omgiver Erik Aappalaartup Nunaa halvøen.

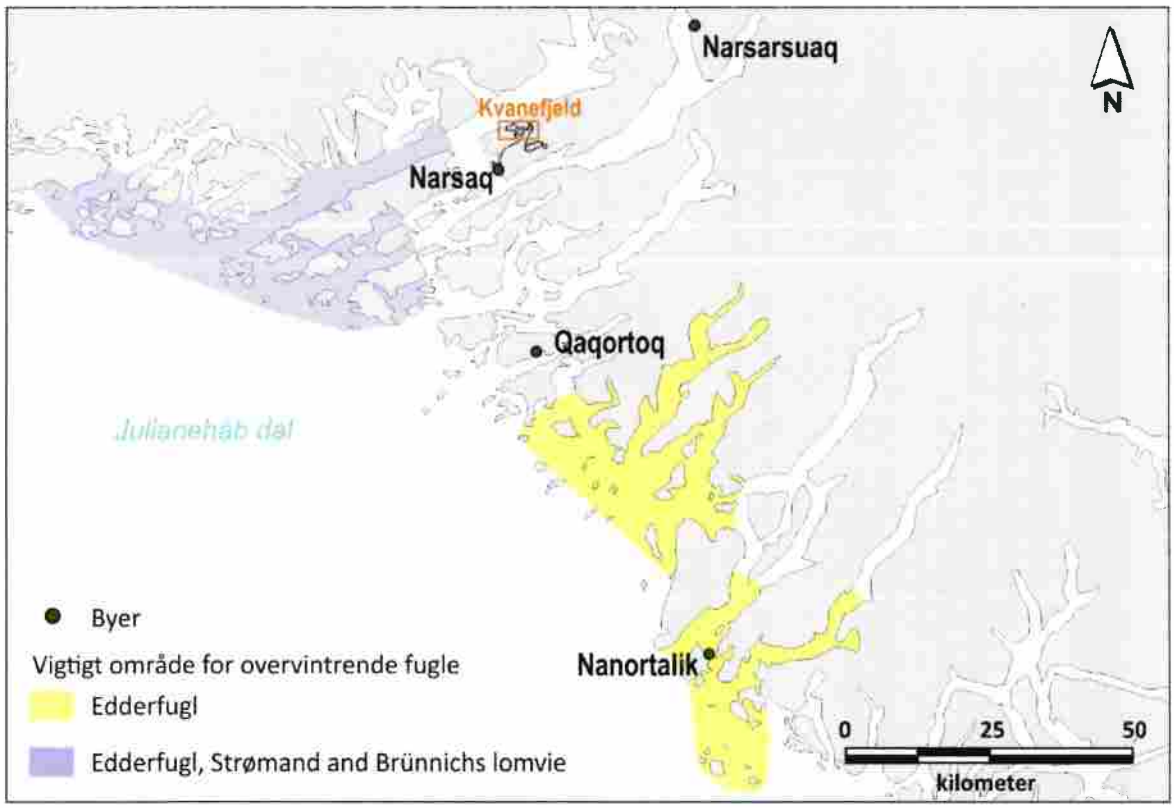
Tabel 48 opsummerer de fuglearter, der kan findes regelmæssigt på og omkring Erik Aappalaartup Nunaa halvøen (for at yngle og/eller overvintre). Bortset fra hvor der specifikt er angivet andet, er alle arter opført som "Mindste Bekymring" på den grønlandske Røde Liste over truede arter (Rødlisten).

Derudover er snespurv, stenpikker, hvidsiske og laplandsværling almindelige ynglende fugle i Narsaq-dalen og på Kvanefjeld. Disse fugle er almindelige og udbredt i hele Syd- og Vestgrønland. Ravnen yngler sandsynligvis også i små mængder i området, men der findes ingen konkrete oplysninger.

Tabel 48 Potentielt forekommende fuglearter

Arter	Distribution
Gråand	Den eneste svømmeand, der regelmæssigt yngler i Sydgrønland. Det er en udbredt og relativt almindelig ynglende fugl ved søer og lave kyster. I Sydgrønland er gråanden hovedsagelig fastboende, men flytter til den ydre kyst om vinteren. Gråænder er observeret regelmæssigt på hele Erik Aappalaartup Nunaa halvøen, hovedsagelig langs kysten. Det er sandsynligt, at nogle få gråænder yngler ved vådområder i området.
Edderfugl	En udbredt og almindelig ynglende fugl i Grønland. Yngler typisk på små øer og skær langs kysten. Der kendes ingen ynglekolonier med edderfugle langs kysten af Erik Aappalaartup Nunaa halvøen, men meget store antal overvintrer ud for Sydgrønland. Derudover tilbringer flere hundrede edderfugle regelmæssigt vinteren på fjordene ved Erik Aappalaartup Nunaa halvøen. Normalt ses de fleste i Tunulliarfik / Skovfjord syd for halvøen, hvor de ernærer sig af muslinger. Vestgrønlands population af edderfugle er opført som "Sårbar" på den røde liste. Antallet af edderfugle er faldet dramatisk i de sidste 50-100 år på grund af intensiv, ikke-bæredygtig jagt. I de senere år har der været tegn på en genopretning af populationen i nogle områder.
Toppet lappedykker	En temmelig almindelig art langs den grønlandske syd- og vestkyst og langs en del af østkysten. Yngler ved søer og lavvandede fjorde og bugter og ernærer sig primært af fisk. Små flokke er ret almindelige i fjordene omkring Erik Aappalaartup Nunaa halvøen og på Ilua-søen. Det er sandsynligt, at nogle fugle yngler langs halvøens kyster - især i Ilua-området, men der er ikke noget konkret bevis herfor.
Fjeldrype	Udbredt og almindelig i hele Grønland, men underlagt markante årlige udsving i antal. På Erik Aappalaartup Nunaa halvøen ses den hovedsageligt i oplandsområder, hvor den ernærer sig af plantemateriale.
Havørn	Begrænset til Grønlands syd- og vestkyst nord for Upernavik. I de senere år er populationen steget og antallet er nu på 150-200 par. Da ynglebestanden stadig er relativt lille, er den opført som sårbar på den røde liste. havørnen ses hovedsagelig i kystområder, hvor den ernærer sig af fisk. Reden er typisk placeret på fremspring på stejle klipper. De voksne fugle forbliver normalt inden for yngleområderne hele året, mens de unge fugle flytter til de ydre kystområder om vinteren. Ynglende havørne opholder sig i reden fra omkring marts til begyndelsen af september. Æglægning finder typisk sted i begyndelsen af april. I yngleperioden er ørnen kendt for at være meget følsom overfor forstyrrelser. Der ses havørne på Erik Aappalaartup Nunaa-halvøen, oftest langs kysten. Ingen ynglesteder er kendt fra dette område, men flere par yngler utvivlsomt i regionen.
Vandrefalk	ret almindelig i Sydgrønland, hvor den typisk bygger rede på stejle klippefremspring i indlandet. Et par yngler regelmæssigt på et fremspring på en stejl bjergside nær udmundingen af Narsaq-floden, og falken er et almindeligt syn på hele Erik Aapplaartup Nunaa-halvøen. Falken ernærer sig primært af mellemstore fugle. Falken er en trækfugl, der ankommer i maj og tager afsted igen i august-november.

Arter	Distribution
Jagtfalk	Ses i hele Grønland, men er ikke almindeligt udbredt. Bygger rede på fremspring på stejle klippesider og ernærer sig primært af store fugle såsom måger. Størrelsen af den grønlandske ynglebestand er anslået til ca. 500 par, og på grund af den lille population er den opført som næsten truet på den røde liste. Der kendes ikke til ynglesteder i undersøgelsesområdet for denne falk, men enkelte fugle er blevet observeret et par gange ved Killavaat Alannguat, under feltarbejde udført mellem 2007 og 2014.
Stor præstekrave	Yngler næsten overalt i Grønland, men er mest almindelig i de nordligste arktiske områder. Yngler typisk på sandstrande og grusområder langs kyster. Ankommer til Grønland i maj, og de sidste fugle flyver væk i begyndelsen af oktober. Én, måske to par af arten stor præstekrave yngler regelmæssigt i Narsaq-floddeltaet.
Sortgrå ryle	En forholdsvis almindelig og udbredt vadefugl i det sydlige arktiske grønland. Yngler i dværgbuske på heder langs fjorde eller nær kysten. Uden for yngletiden findes den for det meste langs kysten, hvor den ernærer sig i **tidevandsområdet**. Det er muligt, at et mindre antal af denne vadefugl yngler på Erik Aappalaartup Nunaa-halvøen, selvom der ikke findes konkrete beviser.
Hvidvinget måge, Gråmåge, Svartbag, Sildemåge, Sølvmåge og Ride	Forekommer i fjorden omkring Erik Aappalaartup Nunaa-halvøen og har deres nærmeste ynglepladser i gletsjerfjorden ved Akullit Nunaat, nord for de centrale dele af Brede Fjord. Den hvidvingede måge og gråmågen er langt de mest almindelige måger i undersøgelsesområdet. Sildemågen og riden er trækfugle og forlader de grønlandske fjorde om vinteren. Riden er oplistet som sårbar på den røde liste På grund af stor nedgang i bestanden, der sandsynligvis er resultatet af en kombination af ikke-bæredygtige jagt og klimaforhold.
Tejst	Den mest udbredte alkefugl i Grønland og yngler langs de fleste af kysterne i Sydgrønland. Det er normalt strengt fastboende, idet de kun forlader yngleområderne, når de tvinges væk af is. Ernæres hovedsagelig af små fisk. Denne alkefugl yngler ikke ved kysten på Erik Aappalaartup Nunaa-halvøen, men der findes flere små kolonier i nabofjordene.
Brünnichs lomvie	En almindelig og udbredt alkefugl i Grønland. Der findes ingen ynglekolonier i fjordene nær Narsaq, men enkelte fugle eller små flokke observeres nogle gange om vinteren, i fjordene omkring Erik Aappalaartup Nunaa. Opført som sårbar på den røde liste på grund af det store fald i den grønlandske ynglebestand. Nedgangen i bestanden, er sandsynligvis resultatet af ikke-bæredygtige jagt.



Figur 52 Vigtige områder til overvintring for havfugle ud for Sydgrønland og i nærliggende fjorde

Marin fauna

Orbicon [57] identificerede 17 arter af havpattedyr, primært hvaler og sæler, der findes i det sydøstlige af Davidsstrædet ud for Sydgrønlands kyst. De fleste hvaler, og mindst en sælart, forbliver sædvanligvis i åbent hav og går kun lejlighedsvis ind i fjordene. Tilsvarende for isbjørne, der lejlighedsvise ankommer til Sydgrønland mellem februar og maj med drivisen (Storisen). Isbjørnen kommer sjældent helt til fjordområdet, før de aflives, hvorfor de ikke omtales yderligere.

De arter, der sandsynligvis vil forekomme i farvandet omkring projektområdet, er opsummeret i Tabel 49.

Tabel 49 Potentielt forekommende marine arter

Arter	Distribution
Ringsæl	Generelt almindelig i grønlandske farvande, og i mindre grad langs den sydvestlige kystlinje. Det antages at den hovedsageligt er fastboende i Sydgrønland, hvor den foretrækker fjorde med is. Ringesælen trækker op og fælder på fastis og drivis, og de opretholder adskillige åndehuller i isen om vinteren. Ringsælen yngler typisk i bunden af fjordene, hvor der om vinteren dannes fastis. Ungerne fødes i snehuller på havisen i marts/april. Sælen ernærer sig af en bred vifte af bytte, herunder fisk og krebsdyr. Ringsælen er almindelig i fjorden omkring Erik Aappalaartup Nunaa, især i Nordre Sermilik nord for halvøen, hvor de sandsynligvis også yngler. Ringsælen er udsat for stor ikke reguleret jagt og sælges regelmæssigt på det lokale marked "Brættet" i Narsaq. Opført som "mindste bekymring" på den røde liste.
Klapmyds	Stor sæl. I sommermånederne registreres der regelmæssigt et mindre antal klapmyds i fjorden på Erik Aappalaartup Nunaa, hvor de primært ernærer sig af større fisk, såsom atlantisk torsk, hellefisk og især rødfisk fanget i store dybder (ned til 800 m eller endda dybere). Jagt på klapmydsen er ikke reguleret i Grønland. Opført som "Mindste bekymring" på den røde liste.
Grønlandssæl	En almindelig ikke-ynglende gæst i de grønlandske fjorde i sommermånederne. I slutningen af efteråret - tidlig vinter forlader grønlandssælen de grønlandske farvande igen og vender tilbage til deres ynglepladser. Grønlandssælen er den mest talrige sælart i fjordene i Sydgrønland om sommeren, hvor den trænger dybt ind i fjordene. På denne tid af året danner grønlandssælen typisk foureringsgrupper på 5-20 dyr, der hovedsagelig ernærer sig af lodde. Også almindelig i fjordene på Erik Aappalaartup Nunaa fra maj til efterår. Sælges regelmæssigt på det lokale marked "Brættet" i Narsaq. Jagt på grønlandssælen er ikke reguleret i Grønland. Opført som "Mindste bekymring" på den røde liste.
Remmesæl	En stor sæl, der forekommer i små antal i alle de grønlandske farvande. Sædvanligvis forbundet med havis, men især små sæler forbliver ofte i fjordene i Sydgrønland om sommeren. Jagt på remmesælen er ikke reguleret i Grønland. Der er ikke meget kendt materiale om denne sæls status i Grønland, og den er opført som "mangelfulde data" på den røde liste (Boertmann 2007) [10], men globalt betragtes den som "ikke truet".
Vågehval	Almindelig langs Grønlands syd- og vestkyst. Ankommer til Sydgrønland i foråret og tidlig sommer, fra vinterområder i Atlanterhavet og forlader grønlandske farvande igen i november. En regelmæssig besøgende i fjordene i Sydgrønland og i undersøgelsesområdet. Vågehvaler forekommer undertiden i Qaqortup Ikera/Julianehåbsfjorden og i Qaqortup Imaa, hvor de jages. Jagt på vågehvaler i grønlandske farvande reguleres af et kvotesystem. Opført som "Mindste bekymring" på den røde liste.
Finhval	besøgende i Sydgrønland, sommer og efterår, typisk mellem juni og oktober. De forbliver normalt i åbent hav, langs kanter af banker, hvor de ernærer sig af krebs og fiskestimer. Også en regelmæssig besøgende i fjordene i Sydgrønland og i undersøgelsesområdet. Finhvaler forekommer undertiden i Qaqortup Ikera/Julianehåbsfjorden og endda i Qaqortup Imaa, hvor de jages. Jagt på finhvaler i grønlandske farvande reguleres af et kvotesystem. Opført som "Mindste bekymring" på den røde liste.

Arter	Distribution
Pukkelhval	I de seneste år er populationen af pukkelhvaler i grønlandske farvande steget markant. Den er nu ret almindeligt i nogle fjorde i Vestgrønland om sommeren, hvor den er nærer sig af krebs og små fisk, som f.eks. lodde og tobis. I det Sydgrønland er den mindre talrig, men nogle år ankommer der et mindre antal til fjorden. I 2008 blev der observeret mindst tre forskellige individer ved Narsaq. Jagt til selvforsyning, der følger et årligt kvotesystem, er for nylig blevet tilladt igen i Grønland. Opført som "Mindste bekymring" på den røde liste.
Marsvin	En lille tandhval, der ses i løbet af året i de Sydgrønlandske farvande. Generelt ret almindelig i grønlandske farvande, men de fleste marsvin forbliver på åbent hav, og kun få går ind i fjordene. Marsvinet ernærer sig af fisk fra de øvre vandlag. Jagt på arterne er ikke reguleret i Grønland. Status på den foreløbige røde liste er ikke vurderet, på grund af manglende data. Der er meget lidt eksakt viden tilgængelig om marsvinets status i fjordene omkring Erik Aappalaartup Nunaa, men den er nok en relativt almindelig besøgende i et mindre antal.

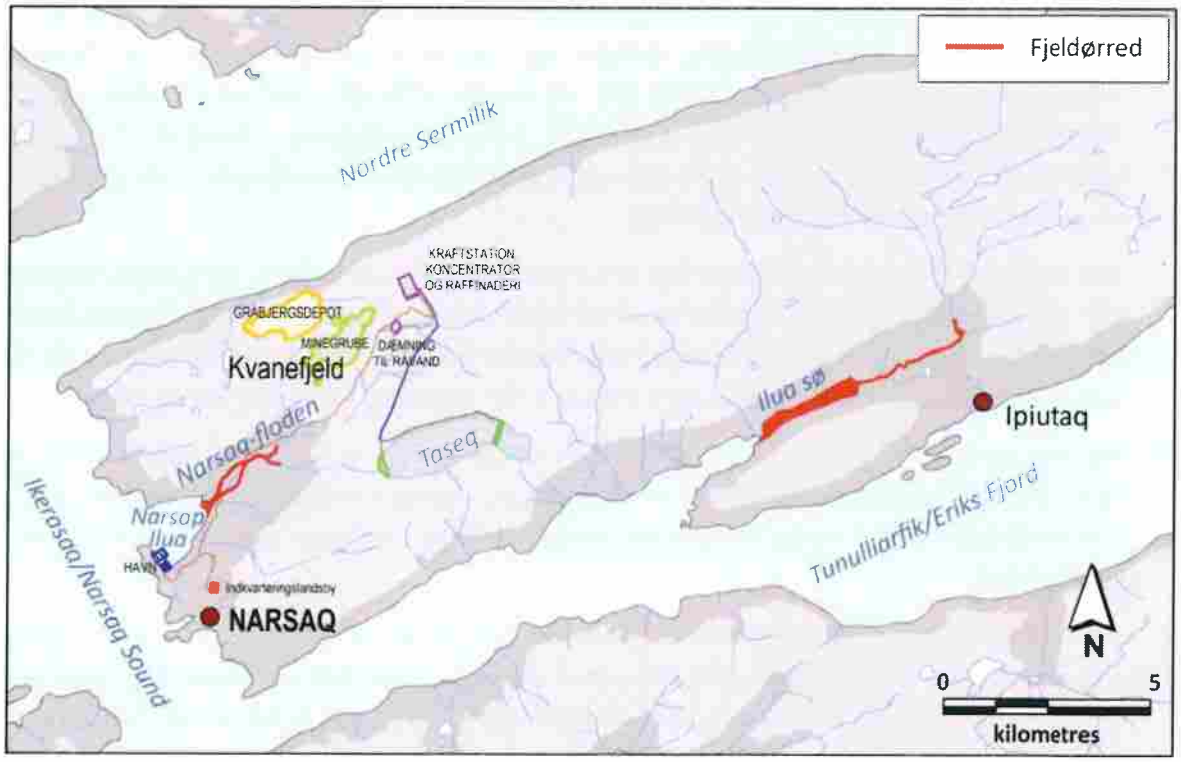
Fiskearter

Den arktiske fjeldørred er almindelig udbredt og findes i vandløb, til søs og i alle levesteder i oligotrofiske søer over hele Grønland. Den arktiske fjeldørreds livscyklus er meget varieret, både indenfor og mellem forskellige lokaliteter. Populationen af den arktiske fjeldørred i de grønlandske floder består typisk af residente fisk (ikke-anadrome) og anadrome fisk, der migrerer til havet om sommeren, når de har nået en vis alder.

Fordelingen og den generelle biologi for bestanden af den arktiske fjeldørred i Narsaq-floden er blevet undersøgt i 1981 [33]. Orbicon [57] udførte en revurdering af fordelingen i Narsaq-floden ved hjælp af elektrofiskeri og fastslog den nuværende fordeling af fjeldørreden i Narsaq og Ilua-floderne. Den arktiske fjeldørred er meget almindelig i den nedre del af Narsaq-floden, men findes ikke i søerne forbundet med floden, herunder Taseq. En anden bestand af fjeldørreder befinder sig i floden Ilua (Figur 53). Undersøgelser fra Orbicon [57] tyder på, at fjeldørreden ikke findes i de andre vandløb og søer på Erik Aappalaartup Nunaa halvøen.

Populationerne af den arktiske fjeldørred i floderne Narsaq og Ilua antages at være primært anadrome. Disse havgående bestande eksisterer sammen med de residente bestande af den arktiske fjeldørred.

Den havgående arktiske fjeldørred i Narsaq-floden begynder at vandre ind i fjorden når den er omkring 4 år gammel og ca. 15 cm lang. Havvandsmigrationen starter sandsynligvis ved isbrydningen i floden og fisken vender sandsynligvis tilbage fra fjordene i slutningen af juli.



Figur 53 Fordelingen af den arktiske fjeldørred i floder, vandløb og søer på halvøen Erik Aapplaartup Nunaa

Den arktiske fjeldørred i Narsaq-floden bliver typisk kønsmoden, når den er omkring 5 år gammel, dvs. efter deres første havgang. Gydning i Narsaq-floden finder sted fra slutningen af august til begyndelsen af oktober. De fleste fjeldørreder gyder i hovedstrømmen på steder med en dybde på 30 til 35 cm, med grusbund og udsat for beskedne strømme. Hunnen danner en hulning i flodlejet, hvor

æggene bliver lagt. Når æggene er blevet befrugtede, bruger fjeldørreden sin hale til at dække æggene med grus. Æggene klækker det følgende forår.

Om vinteren er de fleste af de grønlandske floder dækket af tyk is og vandstrømmen er væsentligt begrænset. Fjeldørreden tilbringer vintrene i pools i de større floder. I Narsaq-floden findes fjeldørreden sandsynligvis i de dybeste dele af floden. I foråret spreder fiskebestanden sig ud for at udnytte alle de vanddækkede områder under strømfaldene, der ligger ca. 5 km opstrøms.

Undersøgelser af vandlevende liv i Narsaq-floden har vist, at de mindre fisk hovedsagelig lever af larven chironomidae, mens de større fisk hovedsagelig lever af puppen fra og den voksen larve chironomidae. Det er også sandsynligt, at der finder kannibalisme sted.

I floder, hvor den primære fødekilde er insektlarver, er væksten af fjeldørreden generelt meget langsom. Ikke-anadrome fisk vil typisk vokse mindre end 2 cm om året og nå en maksimal længde på ca. 25 cm.

Den anadrome fjeldørred ernærer sig af phytoplankton, vandlopper og fisk i løbet af sommeren. Deres fødeindtag forøges sammenlignes med indtaget i flodmiljøet, og som følge heraf er vækstraterne meget højere end for den ikke-anadrome fjeldørred. I undersøgelsen fra 1981 blev det konstateret, at gennemsnitslængden af den søgående fjeldørred var på 23 cm, 28 cm og 33 cm for henholdsvis 4, 5 og 6 år gamle fisk.

I oktober 1981 blev der på et tidspunkt, hvor det blev antaget, at alle søgående fisk var vendt tilbage til floden, forsøgt at vurdere antallet af fjeldørreder i Narsaq-floden. På dette tidspunkt var nogle af de lavvande dele i Narsaq-floden tørlagte, og bestanden af fjeldørreder var begrænset til hovedstrømmen i et område på 20.800 m2. Bestanden af fjeldørreder blev anslået til at være på 31.000, hvoraf 8.300 var 3 år eller ældre, dvs. potentielt søgående. Antallet af den anadrome fjeldørred blev i august anslået til at være på 1.200. Antallet af fjeldørreder i Narsaq floden i dag, antages at være af samme størrelsesorden.

Den arktiske fjeldørred er den eneste fisk, der er kendt i ferskvand i Narsaq - Kvanefjeld området. Dette står i modsætning til fjorden, hvor der findes mange fiskearter. Hvor en art ikke udnyttes kommercielt eller bliver fisket til lokalt selvforsynende fiskeri, kendes der generelt ikke meget til denne art. Følgende optegninger fokuserer derfor på centrale fiskarter, der anvendes i fjordene ved Narsaq.

Atlantisk torsk er for nuværende ret almindelig i fjordene omkring Erik Aappalaartup Nunaa-halvøen, men i løbet af det 20. århundrede har der været store udsving i antallet og udbredelsen, som følge af klimaændringer. Det er muligt, at torskebestanden omkring Erik Aappalaartup Nunaa tilhører en lokal fjordbestand.

Stenbideren tilbringer det meste af året på store dybder på åbent hav, men i den sene vinter vandrer den til lavt vand for at gyde. I løbet af denne periode er stenbideren almindelig langs kysterne i fjordene i Narsaq-området. Fiskene, der er almindelige langs kysten, er hovedsagelig hunner og fiskes på grund af deres rogn.

Grønlandsk torsk eller uvak forekommer langs kysterne og fjordene nord for Upernavik og er almindelige i fjorden omkring Erik Aappalaartup Nunaa halvøen. I kommercielt fiskeri anses den grønlandske torsk for at være mindre værdifuld end den atlantiske torsk, men den grønlandske torsk har betydning for selvforsynende fiskeri.

den plettede havkat findes sandsynligvis i alle dybe dele af fjorden omkring Erik Aappalaartup Nunaa halvøen. Antallet af denne art er faldet de seneste år, men fisken har stadig stor betydning for selvforsynende fiskeri.

Atlantisk laks ses langs Grønlands kyst fra august til omkring november hvor den migrerer fra de amerikanske og europæiske kontinenter for fourering. Nogle år er den atlantiske laks temmelig almindelig i Narlunaq Skovfjord, og i Qaqortup Ikera/Julianehåbfjord og et mindre antal kommer sandsynligvis også ind i fjordene omkring Erik Aappalaartup Nunaa halvøen.

Lodden er en økologisk kritisk art på grund af sin rolle som en vigtig fødevareressource for større fisk, havfugle og havpattedyr. Det udnyttes også både kommercielt og til selvforsynende fiskeri. Der er tegn på, at enkelte fjordsystemer indeholder adskilte loddebestande. Lodden menes at være almindelig langs kysten af Erik Aappalaartup Nunaa halvøen, selv om der ikke findes nogen præcise data.

Rødfisk er ganske almindelige i de dybe dele af fjordene, der omgiver Erik Aappa-Laartup Nunaa-halvøen, selv om der ikke findes nogen præcise data.

12.1.3 Truede arter og betydningsfulde samfund

Af de dyr og planter fra Erik Aappalaartup Nunaa-halvøen, der er registreret, er fem fuglearter og en orkidéart opført som "sårbar" eller "næsten truet" på den røde liste [10].

Disse arter var genstand for undersøgelsen [57], og der blev foretaget en vurdering af betydningen af undersøgelsesområdet for de truede arter alt efter kendt fordeling og foretrukne habitater (Tabel 50).

Tabel 50 Registrerede truede arter på halvøen Erik Aappalaartup Nunaa

Arter	Status i undersøgelsesområdet	Primær habitat	Status Grønlands røde liste	Vigtigheden af Erik Aappalaartup Nunaa halvøen til befolkningen
Edderfugl	Besøgende (vinter)	Åbent hav (vinter), ydre kyst, fjorde	Sårbar (population Vestgrønland)	Lav
Jagtfalk	Gæst	Indland, kyst	Næsten truet	Lav
Havørn	Potentielt del af territorie	Indland, kyst,	Sårbar	Mellemstor
Ride	Gæst	Åbent hav, kyst, fjorde	Sårbar	Lav
Brünnichs lomvie	Gæst	Åbent hav, kyst, fjorde	Sårbar	Lav
Den rundbladede orkidé (Amerorchis rotundifolia)	Registreret en gang (dato ukendt)	Dværgbuske på hede tæt ved vandløb	Sårbar	Ukendt

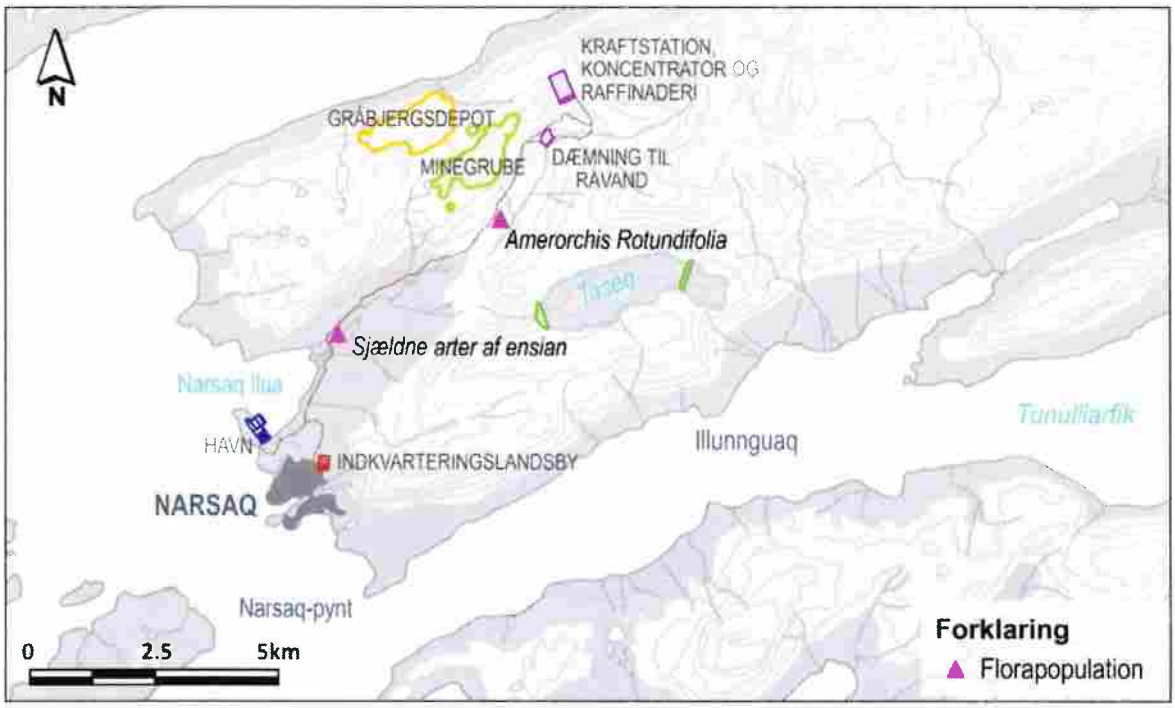
Den rundebladede orkidé (*Amerorchis rotundifolia*), Grønlands mest sjældne orkidé, er tidligere blevet registreret mellem grusvejen og en placering lige syd for "testsdepoterne" ved ca. 300 meters højde. Dette sted blev besøgt i september 2014, men der blev ikke fundet spor efter den sjældne orkidé. Denne art kan stadig være til stede i området.

Undersøgelsen registrerede den beskyttede grønlandsk gøgelilje (*Platanthera hyperborean*) voksende langs vandløbene i lavlandet og omkring Taseq-søen.

Et usædvanligt vegetationssamfund på grus blev også identificeret, bestående af fugtkrævende arter, almindelig vibefedt (*Pinguicula vulgaris*) og kogleaks (*Scirpus caespitosus*) og arter der tolererer tørke arktisk eyebright (*Euphrasia frigida*), tidlig timian (*Thymus praecox*), mosdværgulvefod (*Selaginella selaginoides*) og star-arten (*Kobresia myosuroides*).

Denne population omfattede også smalbægret ensian (*Gentiana amarella* ssp. *Acuta*), gylden ensian (*G. aurea*), Alpine ensian (*G. nivalis*) og grønlandsk gøgelilje. Der er tale om en artssammensætning, der sjældent ses i denne del af Grønland. Smalbægret ensian er aldrig blevet observeret på Nasaq-halvøen før, og er kun registreret ved to steder i Sydgrønland [22].

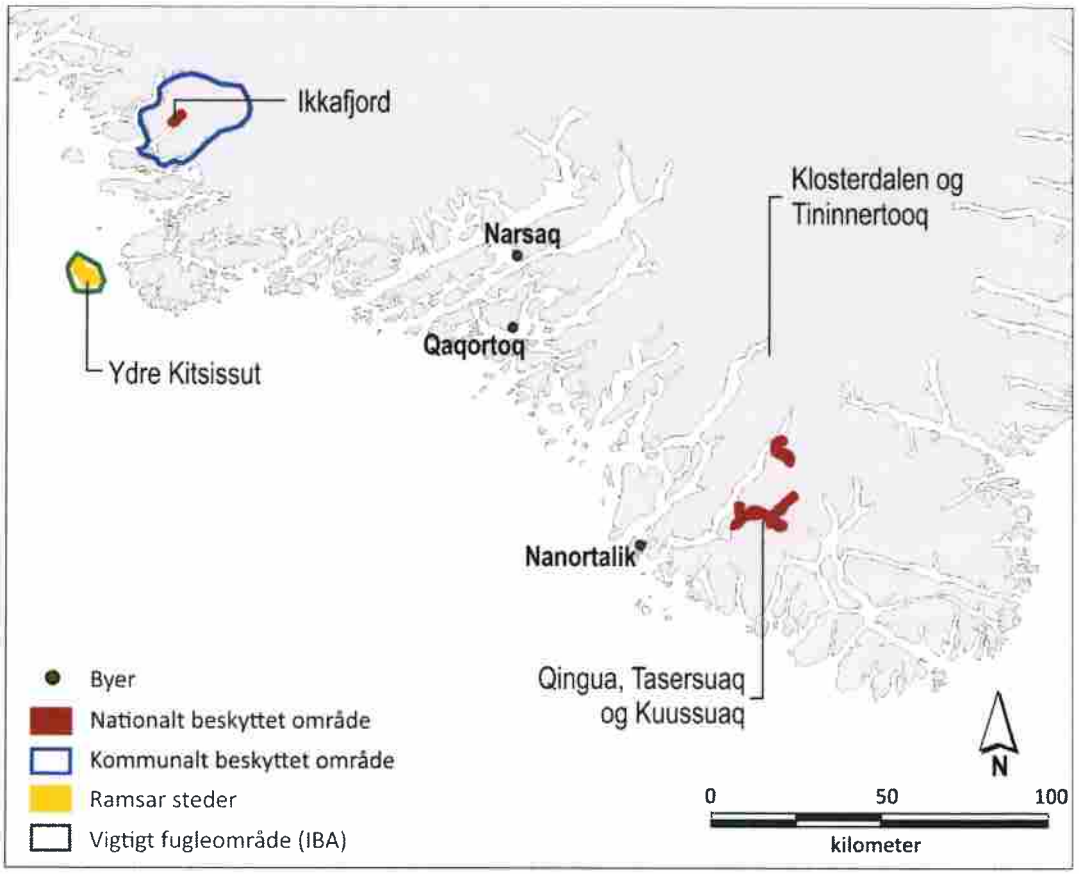
Vejstrækningen i lavlandet har et lille marsklandsområde på bjergsiden af vejen, domineret af forskellige typer star (*Carex rariflora*), (*C. scirpoidea*) og hirsestar (*Carex panacea*). Sidstnævnte er en sjælden art i Grønland.



Figur 54 Sjælden flora i projektområdet

beskyttede områder

Ingen områder, der er udpeget som beskyttede, ligger tæt på Erik Aappalaartup Nunaa-halvøen. De nærmeste beskyttede områder er vist i Figur 55.



Figur 55 Beskyttede områder i det sydlige Grønland

12.2 Potentiel påvirkning

Byggeriet og driften af projektet:

- Vil medføre forstyrrelse af:
  - habitat for terrestrisk fauna og flora
  - habitat for ferskvandsfauna
  - habitat for marin fauna
- Vil potentielt kunne
  - forurene habitat for terrestrisk fauna
  - forurene ferskvands- og marint habitat
- Vil medføre forøgelse af transport med motordrevne køretøjer, der potentielt kan medføre dødelighed for fauna
- Vil forøge den havgående trafik, der kan føre til indførelse af invasive ikke-oprindelige arter fra ballastvand og kollision med fauna.

12.3 Vurdering af påvirkninger

12.3.1 Forstyrrelse af habitat for terrestrisk fauna og flora

Flere byggeaktiviteter kan potentielt forstyrre dyr, især pattedyr og fugle:

- Støj og vibrationer, især den intermitterende sprængningsstøj fra minen vil potentielt kunne forskrække pattedyr og fugle

- Visuelle forstyrrelser fra personale, køretøjer, bygninger og andre projektstrukturer, der kan forårsage at pattedyr og fugle vil undgå levesteder i mineområdet.

De forskellige arter af fugle og pattedyr reagerer meget forskelligt på støj og visuelle forstyrrelser. Havørnen er kendt for at blive påvirket af forstyrrelser tæt på reden i ynglesæsonen. Selv om havørnen almindeligvis observeres i undersøgelsesområdet, er der ingen kendte redepladser i området.

Blandt de fugle, der yngler i undersøgelsesområdet, er det kun raven der er kendt for at være følsom overfor støj eller visuelle forstyrrelser. Ravnen vil derfor sandsynligvis ikke yngle inden for 1 til 2 km's afstand fra minen og anlægget. Ravnen er generelt en fugl med lav yngle-densitet i Grønland, og projektet forventes ikke at føre til en betydelig reduktion af populationen af ynglende par i regionen.

Der findes to terrestriske pattedyr i området ved Kvanefjeld, den arktiske ræv og den arktiske hare. Disse dyr tilpasser sig normalt godt til menneskelige aktiviteter på steder, hvor de ikke jages. Da truslen fra jagt i Sydgrønland generelt er høj, vil ræve og harer sandsynligvis undgå faciliteter og aktiviteter knyttet til projektet.

Flytningen af klippemateriale, der kræves til konstruktionen af havneanlægget, produktionsanlægget, veje og tilhørende infrastrukturer og til forberedelse af minen til driftsfasen, vil føre til tab af naturlig vegetation og vil betyde flugten af de fleste jordlevende dyr fra mineområdet.

Vegetationen i undersøgelsesområdet domineres af terrestriske levesteder og plantearter, der er almindelige og almindeligt udbredt i det sydlige Grønland.

En botanisk undersøgelse blev udført, som identificerede:

- En sjælden planteart, der også er sjælden i Grønland, *Gentiana Amarella*, blev registreret ved den nordlige side af Narsaq-flodens udmunding. Der er blevet optalt 50 enkelte planter på dette sted. Et usædvanligt plantesamfund er også blevet registreret på dette sted.
- Den rundebladede orkidé (*Amerorchis rotundifolia*), Grønlands mest sjældne orkidé, er tidligere blevet registreret mellem grusvejen og en placering lige syd for "testdepoterne" ved ca. 300 meters højde. Dette sted blev besøgt i september 2014, men der blev ikke fundet spor efter den sjældne orkidé. Så fra denne art kan stadig være til stede i området.
- Vejstrækningen i lavlandet har et lille marsklandsområde på bjergsiden af vejen, domineret af forskellige typer star (*Carex rariflora*), (*Carex scirpoidea*) og (*Carex panacea*). Sidstnævnte er en sjælden art i Grønland.
- Den beskyttede grønlandsk gøgelilje (*Platanthera hyperborean*) vokser langs vandløbene i lavlandet og omkring Taseq-søen.

Der vil ikke blive foretaget nogen byggearbejder inden for områder med sjældne plantearter eller plantesamfund. Det samlede fodaftryk af infrastrukturen for minen er forholdsvis lille i forhold til fordelingen af lignende habitats i Sydgrønland. Typisk forekommer der lave antal af dyr på disse levesteder, hvoraf ingen er kendt for at være sjældne eller truede i Grønland. Samlet set vurderes betydningen af tabt terrestrisk habitat på grund af projektet til at være meget lavt.

Forstyrrelser der skyldes støj fra maskiner og sprængninger vil være de samme under konstruktionsfasen som under driftsfasen.

Støj og visuelle forstyrrelser under driften vil kun medføre lokal forstyrrelse af terrestriske fugle og pattedyr. Da der ikke findes kendte ynglepladser for havørnen inden for eller tæt på undersøgelsesområderne, vurderes påvirkningen ved forstyrrelse af terrestriske pattedyr og fugle som værende lav.

12.3.2 Forstyrrelse af habitat for ferskvandsarter

En betydelig population af den arktiske fjeldørred lever i Narsaq-floden, hvor ørreden gyder i efteråret i hovedstrømmen i dele af floden på steder med grusbund i flodsengen. Om sommeren forlader mange fjeldørreder floden for at finde føde i fjordene, men om vinteren er hele populationen til stede i den nedre del af floden.

I år med lange perioder med temperaturer under nul bliver vandstrømmen i Narsaq-floden reduceret betydeligt, og en yderligere reduktion i gennemstrømningen, på grund af projektrelaterede ændringer i hydrologien, kan påvirke overlevelsen af den overvintrende fjeldørred.

Byggearbejder i forbindelse med gennemløbskanaler på tværs af Narsaq-floden og bygning af dæmninger ved Taseq kan forårsage kortsigtede stigninger i uklarheden af vandet i Narsaq og Taseq-floderne. Dette kan forstyrre ferskvandsorganismer, herunder fjeldørreden, i Narsaq-floden. De fleste anlægsarbejder vil finde sted i sommermånederne, når en betydelig del af bestanden af den arktiske fjeldørred forlader Narsaq-floden til fordel for fjordene. Enhver stigning i uklarheden af vandet på grund af disse byggearbejder vil være midlertidig (og kortsigtet) og pågå i løbet af sommeren. Som sådan betragtes forstyrrelsen af den arktiske fjeldørred og ferskvandsøkosystemet, på grund af uklart vand, som af meget ringe betydning.

På bestemte tidspunkter af året vil projektaktiviteter reducere gennemstrømningen i Narsaq-floden. Vand, der skal bruges i anlægget, vil blive taget fra Narsaq-floden i perioder med høj gennemstrømning. Gennemstrømningen i Taseq og Kvane-floderne vil enten blive standset helt eller betydeligt reduceret.

Projektrelaterede ændringer i strømningsmønstrene i Kvane og Narsaq-floderne vil medføre en gennemsnitlig reduktion af vandgennemstrømningen i det primære gyde-område i Narsaq-floden med ca. 15%. Dette er en mindre strømningsreduktion, som ikke vil have en væsentlig indflydelse på avlssuccesen for fjeldørred-populationen i Narsaq-floden.

Om vinteren trækkes der ikke vand fra Narsaq-floden eller dens bifloder. Det skyldes, at der på dette tidspunkt af året ikke er nogen betydelig udstrømning fra søerne Kvane eller Taseq (fordi områderne normalt fryser til).

Projektrelaterede ændringer i Narsaq-flodens hydrologi og dens bifloder vil sandsynligvis ikke have betydelig indflydelse på populationen af den arktiske fjeldørred i Narsaq-floden.

12.3.3 Forstyrrelse af levesteder for marin fauna

Byggearbejder ved havnen ved Narsap Ilua vil medføre midlertidig undervandsstøj fra sprængning og ramning af spunsvægge og øget uklarhed af havvandet tæt på havnen. Skibe, der bringer maskiner, materialer mv. til havneområdet, der er under opførelse, vil skabe støj både over og under vand og visuel forstyrrelse over vand. Dette kan potentielt medføre forstyrrelser og fordrivelse af havpattedyr, havfugle og fisk.

Af betydning nævnes:

- Ringsæler hele året og grønlandssæler om sommeren
- Havfuglekolonier ved Akullit Nunaat
- Flokke af overvintrende edderfugle
- Fjeldørred i sommerhalvåret.

Eksisterende data tyder på, at få havpattedyr, hvis nogen, regelmæssigt går ind i Narsap Ilua. Dataene tyder også på, at sæler og til tider hvaler findes i Narsap Ikerasaa og tilstødende fjorde. Flokke af havfugle, først og fremmest edderfuglen, overvintrer i fjordene omkring Narsaq, herunder i Narlunaq/Skovfjord og Narsaq Ikerasaa/Narsaq Sund. Hvis skibe sejler igennem Bredefjorden som et alternativ til den mere regelmæssigt anvendte Skovfjord, vil de potentielt kunne forstyrre kolonier af havfugle. Den arktiske fjeldørred der migrerer gennem Narsap Ilua til de omkringliggende fjorde om sommeren for at finde føde, kan også blive forstyrret.

Sæler er almindelige i fjordene ved Narsaq. Dog anses alvorlige forstyrrelser fra sprængning og ramning af spunsvægge for usandsynlig, da sæler generelt udviser stor tolerance for undervandsstøj. Fartøjer, der sejler til og fra havnen via Bredefjord, i stedet for via Skovfjord, passerer adskillige små kolonier med havfugle ved Akullit Nunaat i en afstand af et par kilometer. Det er usandsynligt at denne trafik vil forstyrre havfuglene yngel, da erfaringer fra andre dele af Grønland har vist, at ynglende fugle kun forstyrres, hvis et fartøj ligger inden for et par hundrede meter fra kolonien [13].

Flokke af overvintrende edderfugle, der hviler og søger føde i fjordene, kan midlertidigt blive forstyrret af fartøjer, der lægger til eller fra havnen. Denne forstyrrelse anses imidlertid for ubetydelig på grund af det lave antal af forventede ankomster og afgange af fartøjer (1 eller 2 om ugen).

Fjeldørreder der migrerer fra Narsaq-floden til fjordene om foråret og vender tilbage i sensommeren eller efteråret passerer nær havnen. Støj og øget uklarhed af vandet i Narsap Ilua under konstruktionen af havnen vil potentielt kunne forstyrre migrerende fjeldørreder. Da byggearbejderne er midlertidige med sjældne sprængninger og ramning af spunsvægge og idet den øgede uklarhed af vandet er begrænset til et lille område, betragtes forstyrrelsen af de migrerende fjeldørreder i byggeperioden som værende ubetydelig.

Bygningsarbejderne ved havnen vil være lokale og midlertidige, og finder sted i et område med et lavt antal havdyr. Påvirkningerne fra byggeriet vurderes derfor som værende lave.

På grund af det lave antal fartøjer, der betjener projektet under konstruktionsfasen (og driftsfasen) betragtes forstyrrelserne fra skibsfarten i fjordene som lave.

Konstruktionen af havnen vil kræve ændringer af en del af kysten. Disse ændringer vil være permanente. Dette vil medføre tab af nogle levesteder i tidevandsområdet, hvilket potentielt vil kunne påvirke populationer af marine dyr og planter. De potentielt berørte arter omfatter arktisk fjeldørred fra bestanden i Narsaq-floden, der vandrer ud i fjorden i sommermånederne. Der findes kun lille specifik viden om den marine flora og fauna ved Narsap Ilua. Observationer foretaget under den økologiske basisprøveudtagning [57] tyder på, at ingen havpattedyr eller havfugle er specifikt tilknyttet til denne del af fjorden. Tabet af forageringsareal for den arktiske fjeldørred på grund af konstruktionen af havnen forventes at være ubetydelig, da meget store områder af lignende habitat er almindelige langs fjordene i regionen.

Antallet af fartøjer, der lægger til og fra havnen i driftsfasen, vil være lille, og forstyrrelserne betragtes som minimale.

12.3.4 Forurening af habitat for terrestrisk fauna

Projektaktiviteter kan potentielt medføre direkte forurening af jordbaserede levesteder:

- Ulykker i forbindelse med transport, opbevaring og håndtering af farlige materialer som brændstof og kemikalier
- Brud på TSF-dæmningen der resulterer i udslip af vand og tailings-materiale til land.

Udslip af kemikalier og kulbrinter

Den mest alvorlige forurening af de jordbaserede levesteder vil skyldes et kulbrinteudslip. Forurening af overfladejord og vegetation med olie eller andre farlige materialer udgør potentielt en risiko for dyr, planter og deres levesteder. Kulbrinter kan have toksiske virkninger.

På grund af deres organiske natur nedbrydes små udslip af kulbrinter generelt af bakterier i jorden. Denne proces er dog meget langsommere i det arktiske klima, og selv små olieudslip kan dræbe vegetationen, som det efterfølgende kræver årtier at genskabe.

Sandsynligheden for et stort udslip på land er lav. Under driften er det mere sandsynligt, at der kan forekomme mindre udslip, men virkningerne vil være lokaliserede og forholdsvis lette at afhjælpe.

Miljøpåvirkningerne fra udslip af brændstof og kemikalier på land vurderes til at være begrænset til projektområdet (dvs. lokalt omfang). Et potentielt tab eller udtømning af terrestrisk habitat, som følge af forurening, anses for at være lav [55].

Brud på tailings-dæmningen

Et brud på tailings-dæmningen (overløb, delvist eller katastrofal) vil påvirke de terrestriske og akvatiske økosystemer i Narsaq-dalen og det marine liv i Narsap Ilua [7]. De forskellige fejlscenarier for TSF-anlægget er beskrevet i Afsnit 10.

Overløb af vandet i TSF-anlægget vil medføre minimale langtidspåvirkninger af det terrestriske miljø. Den største umiddelbare påvirkning vil være fra den store og overvældende vandstrøm, der sandsynligvis vil oversvømme græsmarkerne på flodsletten. Umiddelbart efter bruddet vil dybden af vandstrømmen være relativt højt på grund af Taseq-flodens stejlt skrånende kanal og de smalle og stejle dalsider umiddelbart nedstrøms for dæmningen. Strømmen fra et udslip af vand vil sandsynligvis overvælde den naturlige gennemstrømning i floden. Der vil forekomme betydelig afvaskning og biota, som f.eks. fisk, vil kunne bive skyllet væk med strømmen.

Et delvist brud på TSF-dæmningen vil resultere i en lignende, men større påvirkning, idet den primære forskel vil være, at et betydeligt volumen af tailings vil blive blandet med vandet. Ved dette scenario forventes det, at ca. 60 til 70 % af tailings-materialerne, især de grovere partikler, vil blive aflejret i de nedre dele af Narsaq-floden. Ca. 30-40 % vil blive aflejret i Narsap Ilua, og kun en lille del af de faste stoffer vil bevæge sig ud over Narsaq Ilua og komme ind i fjorden. Hvor tailings-materialerne deponeres i Narsap Ilua, forventes det ikke, at der vil være ændringer på populations-niveau i den eksisterende biota. Tailings-materialerne vil dog sandsynligvis kvæle den eksisterende biota i en vis grad, og arterne vil skulle genkolonisere.

Et katastrofalt brud på TSF-dæmningen vil resultere i, at alt vand (porevand og vand, der dækker tailings-anlægget), sammen med en anslået mængde på 4 Mm3 tailings-materiale, vil blive udledt over et bredt område nedstrøms for bruddet. Ca. 80 til 90 % af dette materiale vil blive frigivet inden for 24 timer efter bruddet. Af tailings-materialet, der når Narsap Ilua, anslås det, at ca. 80 % vil blive aflejret i bugten, og resten blive transporteret ind i fjorden. Strømmen fra tailings-materialet vil overvælde den naturlige flodstrøm, og der vil forekomme betydelig afvaskning. Biota som f.eks. fisk, vil kunne bive skyllet væk med strømmen. Som ved et delvist brud vil udslippet sandsynligvis kvæle den eksisterende biota.

Den største anslåede strålingsrisiko er for fuglelivet. Potentielle problemer er også blevet identificeret for andre trofiske niveauer (bløddyr, zooplankton). For marine arter er der mulighed for påvirkninger af akvatisk biota under frigivelserne, som følge af niveauerne af de indeholdte radionuklider. Når

frigivelsen er ophørt, forventes niveauerne af radionuklider at falde, og doserne vil også falde. Terrestriske receptorer forventes ikke at blive påvirket af resterende radionuklider.

Set i lyset af udslippets topografi og natur vil løbende naturlig erosion reducere disse påvirkninger med tiden. Selektive bestræbelser på afhjælpning vil bidrage til at reducere niveauet af påvirkning. Den vurderede påvirkning af terrestrisk og akvatisk biota i tilfælde af et brud på TSF-dæmningen, betragtes som værende mellem. Når denne vurdering kombineres med den ekstremt lave risiko for et brud på dæmningen, anses den samlede potentielle påvirkning af biota som værende lav [7].

12.3.5 Forurening af ferskvandshabitat og marint habitat

Ulykker i forbindelse med transport, opbevaring og håndtering af byggematerialer såsom brændstof, smørefedt, maling og kemikalier kan potentielt forårsage forurening af nærliggende ferskvandsområder. Forurening af søer og floder med olie eller andre farlige materialer fra projektets aktiviteter udgør potentielt en risiko for dyr, planter og deres levesteder. Kulbrinter, såsom jetbrændstof og arktisk diesel, kan have toksiske virkninger.

12.3.6 Forøget påkørsel af terrestrisk fauna

Projektet kan potentielt føre til øget direkte dødelighed blandt dyr og fugle på grund af påkørsler i trafikken.

Bevægelsen med lastbiler og andre køretøjer langs transport- og serviceveje udgør en risiko for dyr. Men i betragtning af opbygningen af vejsystemet inden for undersøgelsesområdet, er det usandsynligt, at der vil være stor fare for dyrelivet. Da der desuden vil blive indført en hastighedsgrænse på 40 km/timen, og chauffører instrueres i at være opmærksomme på dyr, der bevæger sig tæt på vejene, betragtes denne risiko som værende lav.

12.3.7 Invasive ikke-indfødte marine arter

Fartøjer der løber ind i havnen vil udlede ballastvand inden lastning af gods. Ballastvandet kan indeholde ikke-indfødte arter, der potentielt vil kunne etablere sig i de sydlige grønlandske fjorde. Når disse nye arter indføres i nye områder, vil de kunne trives og blive en trussel mod indfødte arter og det lokale økosystem.

BWM-konventionen har til formål at forhindre potentielt ødelæggende virkninger fra spredningen af skadelige vandlevende organismer, der findes i skibenes ballastvand. BWM kræver, at alle skibe gennemfører en forvaltningsplan for ballastvand og sedimenter. Det kræves af alle skibe, at der udføres procedurer af en given standard for forvaltning af ballastvand. For at minimere en potentiel introduktion af ikke-oprindelige arter, vil reglerne i BWM-konventionen blive fulgt for projektet.

Hvis fartøjer, der lægger til ved projektets havn, følger BWM-forskrifterne, er risikoen for at indføre invasive ikke-oprindelige arter med ballastvand usandsynlig.

12.4 Afhjælpende foranstaltninger

- Begræns bevægelsen af medarbejdere uden for projektområdet i løbet af foråret og sommeren, for at minimere den generelle forstyrrelse af dyrelivet
- Minimere forstyrrelsen af vandet i Narsaq-floden og Taseq-floden, når der bygges gennemløbskanaler og dæmninger ved at byggeriet varer så kort som det er praktisk muligt
- Vedligeholde et minimum af gennemstrømning i Narsaq-floden om vinteren

Dette vil kræve yderligere vandgenanvendelse af anlæggets vand om vinteren for at reducere ferskvandsforbruget

- Krav om lav hastighed for fartøjer i fjordene
- Afstandsbegrænsninger for skibe til flokke af overvintrende havfugle (når det er muligt)
- Minimering af det område, der forstyrres, ved hjælp af infrastrukturer med så lille et fodaftryk som muligt
- Forberedelse af beredskabsplaner for udslip, i samarbejde med de relevante myndigheder. Udstyr til udslip, der er let tilgængeligt og egnet til risikoen for udslip
- Udvikling af procedurer for affaldsbehandling og plan for affaldshåndtering
- Fastsættelse og håndhævelse af hastighedsgrænser på tværs af projektet
- Rapportering af påkørsel af fauna
- Udvikling af håndteringsplan for ballastvand og sedimenter.

12.5 Forventede påvirkninger

De forventede påvirkninger af biodiversiteten, som følge af projektet, er beskrevet nedenfor.

Tabel 51 Forventede resultater for biodiversiteten

Påvirkning	Projektfase	Fysisk udstrækning	Varighed	Betydning	Vurdering
Forstyrrelse af levesteder for terrestrisk fauna og flora	Anlægsarbejde Drift Lukning	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Lav	Støj og visuelle forstyrrelser under driften vil kun medføre lokal forstyrrelse af terrestriske fugle og pattedyr. Da der ikke findes kendte ynglepladser for havørnen, der er følsom overfor forstyrrelser, inden for eller tæt på undersøgelsesområderne, vurderes påvirkningen ved forstyrrelse af terrestriske pattedyr og fugle som værende lav.
Forstyrrelse af levesteder for ferskvandsarter	Anlægsarbejde Drift Lukning	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Meget lav	Ændringerne i hydrologien på grund af projektet vil være minimal. Om vinteren forventes der ingen projektrelateret strømningsreduktion for ferskvandskilder.
Forstyrrelse af levesteder for marin fauna	Anlægsarbejde Drift Lukning	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Lav	Påvirkningen af marin fauna og habitat forventes at være begrænset, på baggrund af anvendelsen af internationale standarder for bedste praksis.

Påvirkning	Projektfase	Fysisk udstrækning	Varighed	Betydning	Vurdering
Forurening af habitat for terrestrisk fauna	Anlægsarbejde Drift Lukning	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Lav	Påvirkningen af marin fauna og habitat forventes at være begrænset, på baggrund af anvendelsen af internationale standarder for bedste praksis.
Forurening af ferskvandshabitat og marint habitat	Anlægsarbejde Drift Lukning	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Mellemstor	Påvirkningen af marin fauna og habitat forventes at være begrænset, på baggrund af anvendelsen af internationale standarder for bedste praksis.
Forøget påkørsel af terrestrisk fauna	Anlægsarbejde Drift Lukning	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Meget lav	Påvirkningen af terrestrisk fauna og habitat forventes at være begrænset, på baggrund af anvendelsen af internationale standarder for bedste praksis.
Invasive ikke-indfødte marine arter	Anlægsarbejde Drift Lukning	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Meget lav	Påvirkningen af marin fauna og habitat forventes at være begrænset, på baggrund af anvendelsen af internationale standarder for bedste praksis.

13. Lokal brug og kulturarv

13.1 Eksisterende miljø

Med mere end 2.150.000 km2 kystlinje er Grønland verdens største ø. På grund af kombinationen af et koldt klima, stort isdække og fjern beliggenhed er Grønland imidlertid kun tyndt befolket. Den nuværende befolkning i Grønland anslås at være på 57.000 [69].

Der findes ingen privat ejendomsret i Grønland. Jorden betragtes som fælles og skal deles på ansvarlig vis af alle grønlændere. I tilfælde, hvor adgangen til jord er nødvendig for en specifik gruppe, fx fåreavlere, kræver landsstyret, at gruppen i fællesskab er ansvarlig for at aftale vilkårene for retten til at bruge jorden. I tilfælde, hvor personer bygger et hus, kan de eje bygningen, men de lejer grunden, hvorpå huset er bygget.

Størstedelen af Grønland er dækket af is og kun 0,6% af Grønlands landmasse anvendes til landbrug, dette mest i Kujalleq kommune. I 2014 var 35 af 41 aktive fårebrug i Grønland placeret i områderne omkring Narsaq, Narsarsuaq og Qaqortoq i Kujalleq kommune.

Kvanefjeld-forekomsten ligger ca. 7,5 km nord øst for Narsaq. Narsaq by med 1.600 indbyggere, er placeret på sydspidsen af Erik Aappalaartup Nunaa halvøen og er den by der ligger nærmest til projektet. Qaqortoq (med ca. 3.000 indbyggere), ligger 28 km syd sydøst for projektet, og er den by efter Narsaq, der ligger tættest på projektet.

Andre bosættelser i nærheden af projektet omfatter en gård med kvægbrug og sommerhuse i den nedre del af Narsaq-dalen.

Lokale brugsstudier er blevet gennemført i 2011 og 2015 af Orbicon [54]. Orbicon identificerede jagt og fiskeri som vigtige levebrødsaktiviteter i Narsaq-området, der udgør en vigtig indtægtskilde for mange familier. De fleste lokale fiskerfartøjer er mindre virksomheder, der arbejder i fjorden omkring Narsaq. Omkring 30 personer i Narsaq har fiskeri som deres primære indtægtskilde. Derudover har 10-15 personer en kommerciel licens og supplerer deres indkomst med fiskeri. De fleste år er torsk, rødfisk, arktisk fjeldørred og havkat de mest betydningsfulde kommercielle fiskearter. I slutningen af vinteren og foråret er fiskeri efter rogn meget vigtig.

Selv om den er mindre betydningsfuld som kommerciel aktivitet, er sæljagt en vigtig indtægtskilde, hovedsagelig via privat salg og distribution af sælkød. Det er også vigtigt for selvforsyningen i mange familier i Narsaq. Sæler jages i fjordene omkring Narsaq, især i Bredefjord og Nordre Sermilik. Den vigtigste art er den ringsælen, men i sommermånederne jages der også mange grønlandssæler.

Om vinteren er jagt på fjeldryper og harer populær blandt mange borgere i Narsaq. Der er primært tale om fritidsjagt, der finder sted højt i bjergene nordøst for Narsaq.

Søgning efter ædelstene til kommercielle smykker eller personlige souvenirer finder sted i hele undersøgelsesområdet. Den halvædle sten "Tuttupit" er langt den mest populære og findes overvejende på Kuannersuit. Et mindre antal personer i Narsaq udfører indsamling af ædelstene i mindre skala i undersøgelsesområdet. Yderligere 4 til 5 personer sælger sten fundet andre steder i området, der enten poleres til smykker eller sælges som rå sten til samlere eller juvelerer.

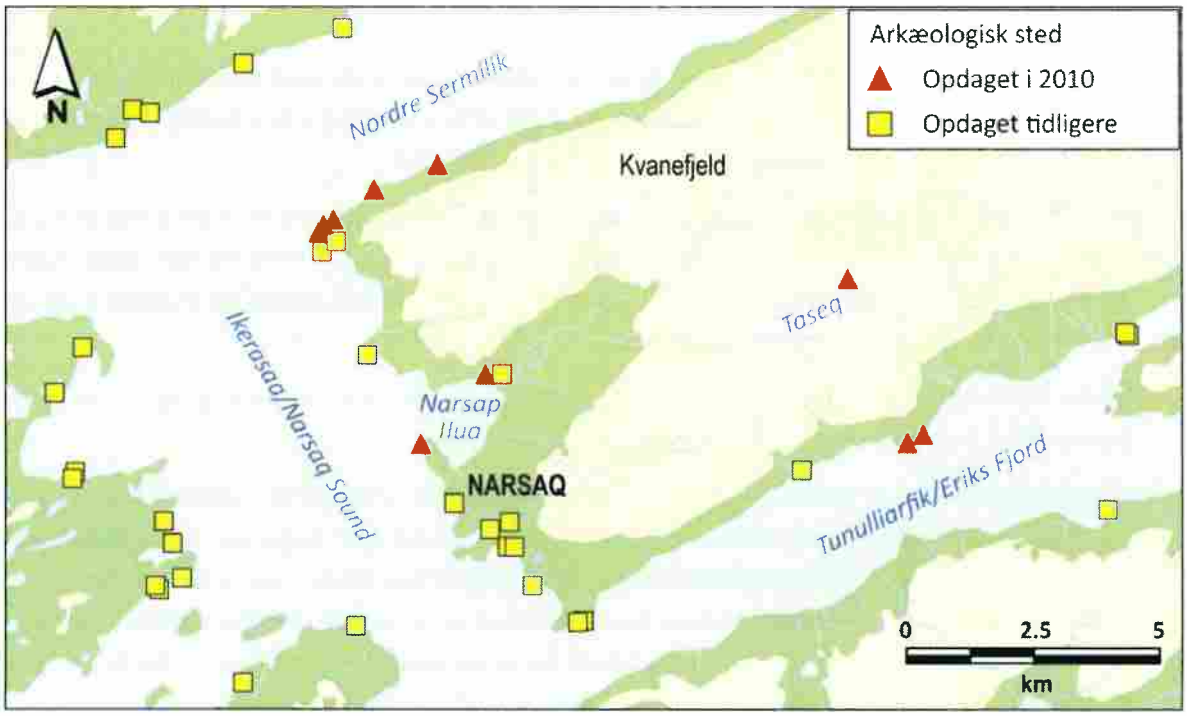
Turisme i og omkring Narsaq er ret begrænset. De fleste turister ankommer normalt til Narsaq som en del af en rundrejse i Sydgrønland, og besøgets fokus er aktiviteterne i byen. Nogle turister kommer dog alene og bor på det lille hotel i byen mens de besøger Narsaq-dalen.

Bærplukning i efteråret og vandreture i bjergene omkring Narsaq er meget populært blandt Narsaqs borgere. Nogen aktivitet med fiskeri af den arktiske ørred forekommer i Narsaq floden.

13.1.1 Arkæologi og kulturarv

Grønlands Nationalmuseum og Arkiv har undersøgt de arkæologiske interesser i området omkring Kvanefjeld [40][48].

Der er fundet et betydeligt antal arkæologiske steder langes kysten på halvøen Aappa-laartup Nunaa (Figur 56). Størstedelen af disse områder er efterladenskaber efter inuitter fra Thule-kulturen (1300 A.D.- Historical times), og historiske inuit-bosættelser. Områderne omfatter spor af permanente vinter-bosætninger i form af huse i græstørv og teltfundamenter.



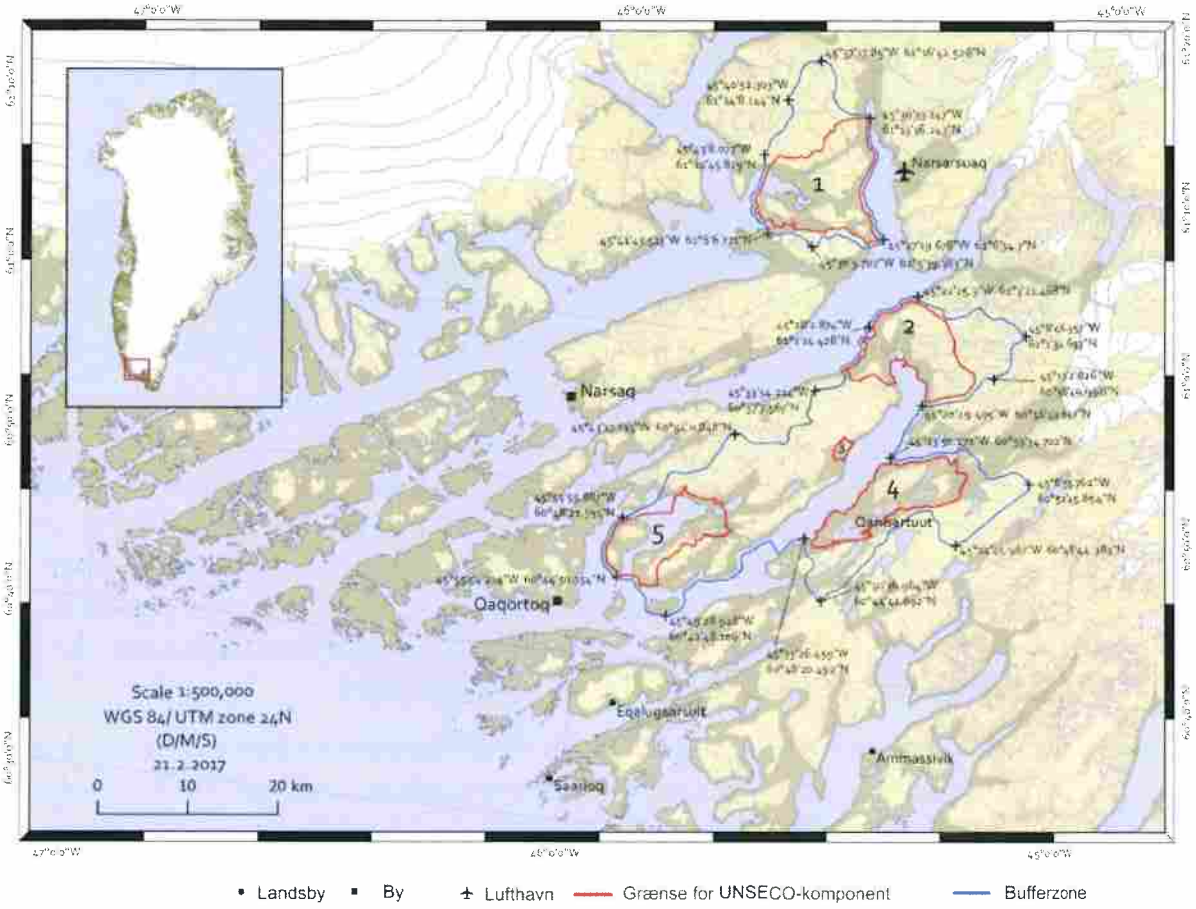
Figur 56 Arkæologiske områder ved Narsaq/Kvanefjeld

En norsebosættelse, bygget omkring år 500 til 1500 e.Kr., omfatter en stor gård og en kirke ved Narsap Ilua/Dyrnæs lige nord for udmundingen af Narsaq-floden. I dag består anlægget af 18 individuelle konstruktioner (herunder rester af flere stenbygninger med omgivende tørvevægge).

I 2017 blev fem områder, der udgør et subarktisk landbrugsområde i Grønland, samlet benævnt som Kujaata, optaget på UNESCO's Verdensarvliste. Områderne ligger i fjordsystemet omkring Tunulliarfik- og Igaliku-fjorden (Figur 57) og omfatter:

- Område 1 – Qassiarsuk
- Område 2 – Igaliku
- Område 3 – Sissarluttoq
- Område 4 – Tasikuluulik (Vatnahverfi)
- Område 5 – Qaqortukulooq (Hvalsey).

Kujataas fem dele udgør sammen den demografiske og administrative kerne af to landbrugskulturer, en nordbo-grønlandsk kultur fra slutningen af det 10. århundrede til midten af det 15. århundrede e. Kr. og en inuitkultur fra 1780'erne op til nu. Område 5 ligger tættest på projektområdet i en afstand på ca. 18 km mellem områdets grænse og projektområdet.



Figur 57 Kujataa er på UNESCO verdensarvlisten (UNESCO, 2017)

13.2 Potentiel påvirkning

De mulige påvirkninger af lokal brug og kulturarv, er:

- Konstruktionen af og driften relateret til projektet vil begrænse den lokale brug af undersøgelsesområdet
- Konstruktionen og driften af projektet kan potentielt påvirke kulturarvssteder.

Bredere sociale konsekvenser vurderes i virksomhedens VSB (urdering af samfundsmæssig bæredygtighed).

13.2.1 Begrænsning af den lokale brug

[redacted]

Nogen jagt på harer og fjeldryper finder sted i studieområdet, men den meste jagt på disse dyr foregår i bjergene længere væk fra Narsaq. Under bygge- og dirftsfaserne vil der blive afgrænset et område med forbud mod jagt på land, for at undgå ulykker med vådeskud. Det nøjagtige område, der skal indgå i denne zone, vil blive aftalt med de relevante lokale myndigheder.

Kvinder fra Narsaq plukker sortebær og mosebøllebær i sensommeren og om efteråret. De foretrukne steder for bræplukning er sydøst for Narsaq og på bakkerne mod nord. Nogle plukker også bær i de nedre dele af Narsaq-dalen. Bortset fra inden for arbejdsområdet for vejen fra havnen til minen, kan bærplukningen fortsætte som tidligere. I øjeblikket er et lille antal indbyggere i Narsaq beskæftiget

med at finde og samle halvædelsten (Tuttupit) på Kvanefjeld. Det antages, at 3 andre beboere i Narsaq regelmæssigt søger efter ædelstene i området. Af sikkerhedsgrunde er adgang til området omkring minen og anlægget ikke tilladt under projektets konstruktions- og driftsfaser.

Der er andre steder i området, hvor disse halvædelstene også kan findes.

Sæljagt finder sted i Nordre Sermilik og i nogle dele af de andre fjorde omkring Narsaq. Der forventes ingen væsentlige restriktioner af sæljagten med undtagelse af sikkerhedszonerne med forbud mod jagt i Narsap Ilua og i umiddelbar nærhed af udledningspunktet for behandlet anlægsvand i Nordre Sermilik. Omfanget af disse zoner vil blive aftalt med de relevante lokale myndigheder. Påvirkningen af sæljagten vil være lav, da områderne sjældent anvendes til sæljagt.

Nogen aktiviteter med professionelt fiskeri og fritidsfiskeri finder sted i fjorden omkring Narsaq, herunder i Nordre Sermilik [54]. Fiskeri af fjeldørred i de nedre dele af Narsaq floden er populær blandt Narsaq beboere. Fiskeri vil generelt være upåvirket af byggeaktiviteter. Kun meget lokalt, tæt på havnen, vil fiskeri ikke være muligt. Der vil også være et område med forbud mod fiskeri omkring udledningspunktet for behandlet anlægsvand i Nordre Sermilik. Dette har sandsynligvis ingen indflydelse, da fiskeri i dette område er vanskeligt på grund af den store tæthed af isbjerge. Fjeldørredfiskeri i Narsaq-floden vil fortsætte under byggeperioden.

Vandring, løb, hiking og i mindre grad kørsel er i øjeblikket populære rekreative anvendelser af Narsaq-dalen blandt beboerne i Narsaq og turister. Af sikkerhedsgrunde er det ikke tilladt at køre og vandre på vejen fra minen til havnen. Området ved minen og produktionsanlægget og et område omkring de forskellige projektfaciliteter, herunder TSF-anlægget, vil også blive lukket for offentligheden.

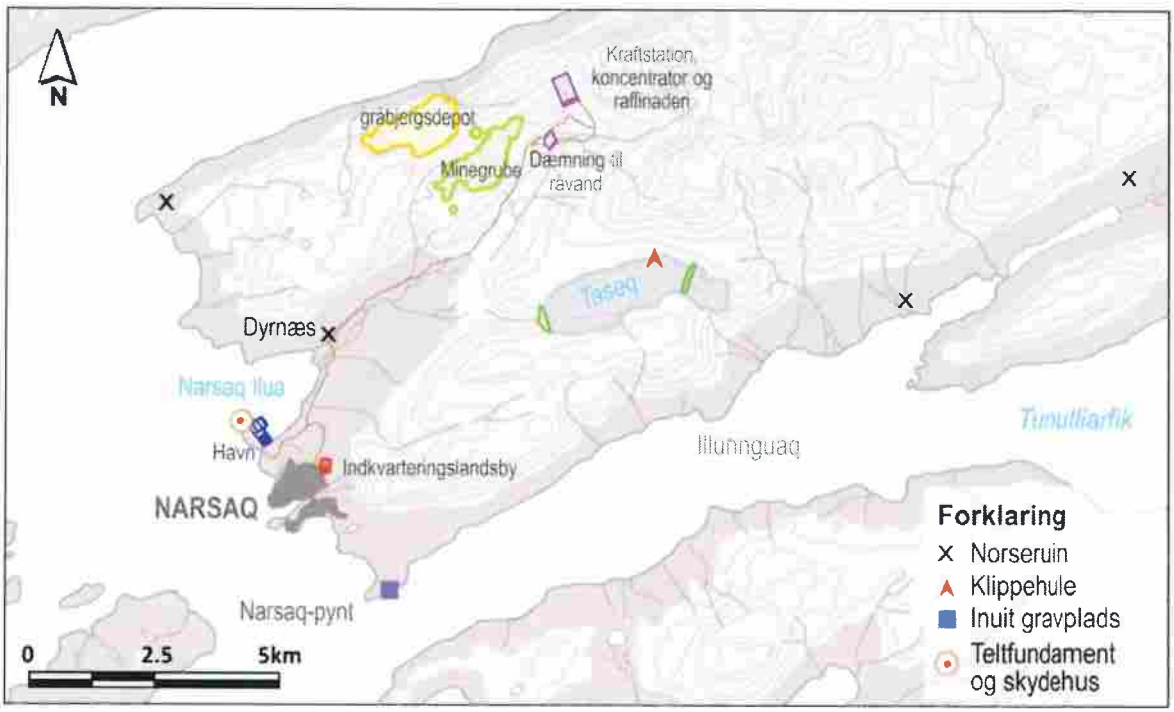
Det meste af dalen forbliver upåvirket af projektet og åbent for fritidsbrug.

13.2.2 Forstyrrelse af kulturarvssteder

Grønlands Nationalmuseum og Arkiv har identificeret flere steder med kulturarv indenfor undersøgelsesområdet, inklusive Norse farm, Dyrnæs, på kysten ved Narsap Ilua og flere Inuit bosættelser [40][48]. Placeringen af havnen blev til dels valgt for at undgå at påvirke den norsegården.

To af lokaliteterne vil blive påvirket af bygge- og anlægsarbejder: En klippehule langs kysten af Taseq-floden (Taseq 60V2-0IV-071) og et teltfundament og skydehus beliggende på spidsen af Tunu-halvøen (Nuugaarmiut 60V1-00I-169) tæt på havnens placering [48] (Figur 58).

Klippehulen vil sandsynligvis blive oversvømmet, og skydehuset vil blive revet ned.



Figur 58 Arkæologiske områder

Inden byggeaktiviteterne påbegyndes, fotograferes og registreres områderne af Grønlands Nationalmuseum og Arkiv.

Den nærmeste UNESCO verdenskulturarv (Qaqortukulooq) ligger 18 km fra projektet. Projektet medfører ingen påvirkninger af dette eller andre UNESCO-områder.

13.3 Afhjælpende foranstaltninger

- Grønlands Nationalmuseum og Arkiv fotograferer og registrerer de arkæologiske strukturer
- Under faserne med konstruktion og drift vil der blive indarbejdet et område med forbud mod jagt på land
- Under faserne med konstruktion og drift vil der blive indarbejdet et område med forbud mod jagt i Narsap Ilua
- Under konstruktions- og driftsfaserne vil der blive oprettet et område med forbud mod fiskeri omkring udledningsområdet i vandet ved Nordre Sermilik.

13.4 Forventede påvirkninger

De forventede påvirkninger af jordbrugen og kulturarven, som følge af projektet, er beskrevet nedenfor.

Tabel 52 Forventede resultater for lokal brug og kulturarv

Påvirkning	Projektfase	Fysisk udstrækning	Varighed	Betydning	Vurdering
Forstyrrelse af kulturarvssteder	Konstruktion	Undersøgelsesområde	Permanent	Lav	Forstyrrelse af en klippehule ved Taseq og et teltfundament og skydehus på spidsen af Tunu-halvøen.
Forstyrrelse af steder på UNESCO's Verdensarvliste	Anlægsarbejde Drift	Undersøgelsesområde	Minens levetid	Meget lav	Som følge af afstanden fra projektet forventes ingen forstyrrelse eller påvirkning.
Lokal brug	Anlægsarbejde Drift	Undersøgelsesområde	Langsigtet	Meget lav	Lokal adgang til jagt, fiskeri og traditionel anvendelse vil kun være underlagt begrænsede restriktioner, som f.eks. tæt på havneområdet og i området med fiskeri forbudt, omkring udledningspunktet i Nordre Sermilik. Dette vil dog sandsynligvis ikke have nogen praktisk betydning, da fiskeri her normalt ikke er muligt, på grund af det store antal små isbjerge.

14. Referencer

[1] Amec Foster Wheeler Earth & Environmental UK Ltd. 2017. *Lønsomhedsundersøgelse flotationstailings og anlæg til deponering af kemikalierester, Kvanefjeld-projektet for uran og sjældne jordarter* – Flotation Tailings and Chemical Residue Storage Facilities Feasibility Study, Kvanefjeld Rare Earth and Uranium Project, Greenland. 256 pp.

[2] AMEC Minproc. 2011. Kvanefjeld Multi Element Project Tailings Management Options, Presentation, 26 slides, 14 March 2011. (Valgmuligheder for håndtering af multi-element tailings fra Kvanefjeld, Præsentation, 26 sider, 14. marts 2011.)

[3] ARCADIS. 2015b. Uranium Product Transportation Assessment, Kvanefjeld Multi-Element Project, Narsaq Area, Greenland (Vurdering af transporten af uranprodukt for Kvanefjeld multi-elementprojektet).

[4] ARCADIS. 2015c. *Skitseplan for strålingsovervågning for Kvanefjeld multi-elementprojektet* – Radiation Monitoring Plan Outline, Kvanefjeld Multi-Element Project, Narsaq Area, Greenland 7 pp.

[5] ARCADIS. 2019a. *Radiologisk vurdering for Kvanefjeld multi-elementprojektet* – Radiological Assessment for the Kvanefjeld Multi-Element Project in Narsaq Area, Greenland 453 pp.

[6] ARCADIS. 2018a,. *Radon og Thoron frigivelser i Kvanefjeld-forekomsten af sjældne jordarter* – Mining the Kvanefjeld Rare Element Resource, Narsaq Area, Greenland. 40 pp.

[7] ARCADIS. 2018b. Consequence Assessment of Tailings Dam Failure for the Kvanefjeld Project. 47 pp. (Vurdering af konsekvenser af nedbrud i tailingsdæmningen i Kvanefjeld-projektet.)

[8] Auerbach, N. A., M. D. Walker & D. A. Walker, 1997. *Påvirkninger af vejsideforstyrrelser af jord- og vegetation i arktisk tundra. Økologiske foranstaltninger* – Effects of roadside disturbance on soil and vegetation properties in Arctic tundra. Ecological Applications, 7: 218-235.

[9] Boertmann, D., Lungs, P., Merkel, F.R. and Mosbech, A. 2004. Betydningen af Sydvestgrønland som vinterkvartal for havfugle – The significance of Southwest Greenland as winter quarters for seabirds. Bird Conservation International, 14, pp 87-112.

[10] Boertmann, D. 2007. Grønlands Rødliste, 2007. Direktoratet for Miljø og Natur, Grønlands Hjemmestyre. 152pp.

[11] Boulanger, J., K.G. Poole, A. Gunn and J. Wierzchowski, 2012. *Estimering af indflydelsesområdet på dyreliv for industrielle udviklinger: Casestudy af migrerende karibou Rangifer tarandus groenlandicus og diamantmine* – Estimating the zone of in-fluence of industrial developments on wildlife: a migratory caribou Rangifer tarandus groenlandicus and diamond mine case study. Wildlife Biology 18(2):164-179.

[12] Canada, 2015. Liste over elementer downloaded fra Det canadiske ministerråd for miljø, september 2015 – Canadian Council of Ministers of the Environment, 2015. Link: http://ceqg-rcqe.ccme.ca/. List of elements as downloaded per September 2015.

[13] Christensen, T., Falk, K., Boye, T., Ugarte, F., Boertmann, D. & Mosbech, A. 2012. Identifikation af sårbare marine områder i den grønlandske/danske del af Arktis. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. 72 pp.

[14] Søfartsstyrelsen Bek. nr. 417 af 28. maj 2009: "Bekendtgørelse for Grønland om skibes sikre sejlads m.v."

[15] DHI. 2015a. Kvanefjeld Marine Discharges and Fjord Dynamics – Ecotoxicity test of the mixture of TWP and Barren Chloride (Marine udledninger og fjorddynamik, økotoksikologiske undersøgelser af blandingen af TWP og steril chlorid).

[16] DHI. 2015b Kvanefjeld Marine Discharges and Fjord Dynamics - Modelling and Interpretation of Ecotoxicology Studies (Marine udledninger og fjorddynamik - Modellering og fortolkning af økotoksikologiske undersøgelser). 101 pp.

[17] DHI. 2019. Kvanefjeld Marine Discharges and Fjord Dynamics - Modelling and Interpretation. 93 pp. (Udledninger til havet og fjorddynamik ved Kvanefjeld – modellering og fortolkning.)

[18] ECHA 2008. *Vejledning om informationskrav og kemikaliesikkerhedsvurdering, kapitel 10: Karakterisering af dosis respons for miljøet* – Guidance on information requirements and chemical safety assessment. Chapter R.10: Characterisation of dose [concentration]-response for environment.

[19] ERM. 2019a. *Luftkvalitetsvurdering af projektet* – Air Quality Assessment – Project. 219 pp

[20] ERM. 2019b. *Vurdering af drivhusgas for mineprojektet Kvanefjeld* – Greenhouse Gas Assessment – Kvanefjeld Uranium Mine Project. 42 pp.

[21] Enrberg Simonsen, C. 2014. Botanical investigations concerning the GME mining Project at Kvanefjeld in south Greenland 2013-14. 42 pp (Botaniske undersøgelser vedrørende GME-minedriftsprojektet i Kvanefjeld i Sydgrønland).

[22] Feilberg, J. 1984. A phytogeographical study of South Greenland: Vascular plants. Meddelelser om Grønland, Bioscience 15. 72 pp

[23] GHD. 2018a. Kvanefjeld-forekomsten af sjældne jordarter: GOLDSIM-modellering af minens levetid (vand, fluor og uran). 50 pp.

[24] GHD. 2018b. *Kvanefjeld multi-element projekt. Preliminær vurdering af påvirkningen af grundvandet fra tailings. Udkast til teknisk rapport for GMEL* – Kvanefjeld multi-element project. Preliminary groundwater impact assessment from tailings. Udkast til teknisk rapport for GMEL, august 2018.

[25] GHD. 2019. Downstream Tailings Dam Wall Safety. Technical Report, June 2019. (Sikkerhed af vægge i nedstrøms tailings-dæmninger. Teknisk rapport.)

[26] GL 2009. Regulations for disposal of hazardous waste (Regulativ for bortskaffelse af miljøfarligt affald).

[27] Greenland Minerals and Energy Limited (GML). 2015a. CO_2 reduction from Uranium production (CO_2 reduktion fra uranproduktion). 5 pp.

[28] Greenland Minerals and Energy Limited (GML). 2015b. Project – Dust Control Plan. 50 pp. (GoG 2015) Guidelines for preparing an Environmental Impact Assessment (EIA) report for mineral exploitation in Greenland (Retningslinjer for udarbejdelse af en vurdering af miljøpåvirkningerne (EIA) for udnyttelse af mineraler i Grønland).

[29] Greenland Minerals and Energy Limited (GML). 2016. Feasibility Study Update (Opdatering, lønsomhedsundersøgelse). 501 pp.

[30] Greenland Minerals and Energy Limited (GML). 2019c. Narsaq Water Requirements and Mine Water (Narsaq vandkrav og minevand). 11 pp.

[31] Greenland Minerals and Energy Limited (GML). 2019a. DCE Waste Rock Run-off Calculation using Humidity Cell Test Results. 27 pp. (Beregning fra DCE ved hjælp af fugtighedscelleresultater angående afstrømning fra stenaffald.)

[32] Greenland Minerals and Energy Limited (GML). 2019b. Narsaq Water Requirements and Mine Water. 13 pp. (Behov for vand i Narsaq og minevand.)

[33] Grønlands Fiskeriundersøgelser. 1982. Fjeldørredundersøgelser i Narssaq Elv, 1981. 36 pp.

[34] Statistics Greenland. 2015. Greenland in Figures 2015. 40 pp. (Grønlands Statistik. Grønland i tal 2015.)

[35] International Atomic Energy Agency Safety Standards series No. RS-G-1.6, Vienna 2004. 95 pp (Sikkerhedsstandarder fra Det Internationale Atomenergiagentur).

[36] International Atomic Energy Agency. 2009. Best practice in environmental management of uranium mining (Bedste praksis for miljøledelse ved uran minedrift). 47 pp.

[37] International Atomic Energy Agency. 2009. NF-T-1.1: Establishment of Uranium Mining and Processing Operations in the Context of Sustainable Development. 68 pp. (Oprettelse af uranminedrift og forarbejdningsprocesser inden for rammerne af bæredygtig udvikling.)

[38] International Atomic Energy Agency. 2018. SSR-6: Regulation for the Safe Transport of Radioactive Material. 165 pp. (Regulativ for sikker transport af radioaktivt materiale.)

[39] Joint Ore Reserves Committee (JORC) 2012 Australasian Code for reporting of exploration results, mineral resources and ore reserves (Australsk-asiatisk kodeks for rapportering af efterforskningsresultater, mineralressourcer og malmreserver).

[40] Kapel, H. 2009. Arkæologiske interesser i området omkring Kvanefjeld, Narsaq. Foreløbig evaluering af sårbarheden af gamle, beskyttede monumenter. Nunatta Katersugaasivia Allagaateqarfialu. Grønlands Nationalmuseum og arkiv. 9 pp.

[41] IMO. 2009. Henstilling A.1024 (26). Retningslinjer for skibe, der opererer i polar farvand.

[42] Den Internationale Søfartsorganisation 1973. International konvention om forebyggelse af forurening fra skibe (MARPOL) Vedtagelse: 1973 (konvention), 1978 (1978-protokol), 1997 (protokol - bilag VI) Ikrafttræden: 2. oktober 1983 (bilag I og II). http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx tilgået June 2018.

[43] Den Internationale Søfartsorganisation 2004. International konvention for kontrol og styring af ballastvand og sedimenter på skibe (Ballast Water Management), Vedtagelse: 13. februar 2004, Ikrafttræden: 8. september 2017 http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Control-and-Management-of-Ships'-Ballast-Water-and-Sediments-(BWM).aspx tilgået juni 2018.

[44] International Maritime Organisation 1990. International konvention om beredskab, bekæmpelse og samarbejde ved olieforurening (OPRC), Vedtagelse: 30. November 1990, Ikrafttræden: 13. maj 1995, http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-on-Oil-Pollution-Preparedness,-Response-and-Co-operation-(OPRC).aspx tilgået juni 2018.

[45] Mineral Resources Authority. 2015. Retningslinjer for udarbejdelse af en vurdering af miljøpåvirkningerne (EIA) for udnyttelse af mineraler i Grønland 24 pp.

[46] Mosbech, A., Boertmann, D., Olsen, B.Ø., Olsvig, S., von Platen, F., Buch, E., Hansen, K.Q., Rash, M., Nielsen, N., Møller, H.S., Potter, S., Andreasen, C., Berglund, J. & Myrup, M. 2004. Kort over miljømæssig følsomhed overfor olieudslip, Sydgrønlands kystområde. National Environmental Research Institute, Denmark. s. 341 - NERI Technical Report No. 493

[47] Myers-Smith, I.H., B,K. Arnesen, R.M. Thompson and F.S. Chapin III, 2006. Kumulative indvirkninger på Alaska-arktisk tundra fra 25 års vejstøv. Ecoscience 13(4): 503-510.

[48] Myrup, M. 2010. Archaeological survey Narsaq 2010. Nunatta Katersugaasivia Allagaateqarfialu. Greenland National Museum and Archives. 18 pp.

[49] Nielsen, S.P. 2005. Radionuclides in seal flesh and liver. In Proceedings of the Summary Seminar within the NKS-B Programme 2002-2005. 24-25 October 2005, Tartu, Estonia. side 89-93.

[50] OECD Nuclear Energy Agency (NEA). 2014. Håndtering af miljømæssige og sundhedsmæssige påvirkninger fra udvinding af uran.

[51] Orbicon. 2014a. Kvanefjeld Hydrology (Kvanefjeld hydrologi). 41 pp.

[52] Orbicon. 2015a. Kvanefjeld Multi-Element Project, Noise Assessment (Støjvurdering Kvanefjeld multi-element-projektet). 41 pp.

[53] Orbicon. 2015b. Vandkvalitetsvurdering af tailings - Vand og afstrømning fra stenaffald. 97 pp.

[54] Orbicon. 2015c. Local Use Study Kvanefjeld (Studier af lokal brug, Kvanefjeld). 35 pp

[55] Orbicon. 2015d. Oil and Chemicals and Assessment of Potential Impacts of Spills, Technical Report. 53 pp. (Olie og kemikalier og vurdering af mulige indvirkninger fra udslip. Teknisk rapport.)

[56] Orbicon. 2017. Note Concerning Review of the Hydrology and Water Mass Balance in the Project. 28 pp. (Bemærkning om gennemgang af hydrologi og vandmassebalancen i projektet.)

[57] Orbicon. 2018a. Det naturlige miljø i undersøgelsesområdet (Orbicon). 106 pp.

[58] Orbicon. 2018b. Vandkvalitetsvurdering af tailings - Vand og afstrømning fra stenaffald. 97 pp.

[59] Orbicon. 2018c. Note on Wind Dispersion of Polluted Water from Taseq. (Bemærkninger om vindspredning af forurenet vand fra Taseq.)

[60] Orbicon 2018d. Taseq Basin – Groundwater Hydrology. (Taseq Bassinet – Grundvandshydrologi.)

[61] Orbicon 2019. Safe Fluoride Levels in Taseq Tailings Dam. Technical Report. June 2019. (Sikre niveauer af fluorid i Taseq tailings-inddæmningen. Teknisk rapport.)

[62] Pacific Environment Limited 2015a. *Luftkvalitetsvurdering af projektet* – Air Quality Assessment – Project. 172 pp.

[63] Pacific Environment Limited 2015b. Vurdering af drivhusgasser – Projekt. 18 pp.

[64] Rambøll Danmark 2014 Kvanefjeld Port Feasibility Study, Prepared for Greenland Minerals and Energy December 2014 (Kvanefjeld havn lønsomhedsundersøgelse).

[65] SENES Consultants (an ARCADIS Company). 2014a. Risikovurdering for transport i forbindelse med Kiggavik Projekt, udarbejdet for: AREVA Resources Canada Inc.

[66] SENES Consultants (an ARCADIS Company). 2014b. Risikovurdering for transport af urankoncentrat (UOC) i Canada, udarbejdet for: AREVA Re-sources Canada Inc.

[67] SGS Lakefield Oretest Pty Ltd. 2013. Geochemical/Environmental Testwork on Kvanefjeld Materials (Geokemisk/miljørelateret testarbejde på materialer fra Kvanefjeld).

[68] SRK Consulting. 2017. Project Mining Study. 74 pp.

[69] Shared Resources Pty Ltd (2018) Greenland Minerals Kvanefjeld Project Social Impact Asssessment. 304 pp. (Kvanefjeld Vurdering af samfundsmæssig bæredygtighed)

[70] UNSCEAR. 2008. Sources and Effects of Ionizing Radiation. 179 pp. (Kilder til og indvirkninger fra ioniserende stråling.)

[71] WHO. 2017. Guidelines for Drinking-water Quality. 4th Ed. 631 pp. (Retningslinjer for drikkevandskvalitet. 4. udgave.)

[72] Wood Group 2018 TSF Environmental Risk Assessment Tailings Disposal and Closure Cover Options Document No. L157-18-R2429 (Miljørisikovurdering af forslag til deponering af tailings og langsigtet tildækning).

Bilag

Bilag A - Environmental Management Plan (miljøstyringsplan)

Indledning

En Miljøledelsesplan for et projekt beskriver, hvordan projektet har til hensigt at håndtere de miljøproblemer, der er identificeret i vurderingerne af miljøpåvirkningerne. EMP-planen identificerer ligeledes hvem der er den ansvarlige for den enkelte forpligtelse.

Miljøledelsesplan for Kvanefjeld

Projektets miljøledelsesplan (EMP) omfatter forpligtelser og ledelsesmæssige foranstaltninger, som GML vil gennemføre for at sikre, at de miljømæssige risici, der er forbundet med projektet, håndteres på et acceptabelt niveau.

Miljøledelsesplan skitserer for hver projektfase og hvor det er relevant:

- Ledelsesmålene under hver kategori af påvirkninger, der er identificeret i EIA-rapporten
- De potentielle påvirkninger af miljøet
- De afhjælpende foranstaltninger for hver påvirkning
- Den ansvarlige person for hver forpligtelse

De forpligtelserne der beskrives i miljøledelsesplanen, skal danne grundlag for, hvilke præstationer og overensstemmelser i forbindelse med miljøet, der kan måles under projektets varighed.

Miljøledelsesplanen og arbejdsprocedurerne vil regelmæssigt blive gennemgået og opdateret i løbet af projektets levetid. Forpligtelserne for miljøledelsen, der beskrives detaljeret i miljøledelsesplanen, vil indgå i relevante kontraktdokumenter og tekniske specifikationer udarbejdet til projektet. Alle medarbejdere i GML, entreprenører og andet personale ansat under projektet, vil blive gjort opmærksom på miljøledelsesplanen via informationsprocesserne indarbejdet i projektet. Under alle faser af projektet, vil overensstemmelsen med de ledelsesmæssige miljøforanstaltninger regelmæssigt blive overvåget, eventuel manglende overensstemmelse vil blive anført og der vil blive gennemført forbedrende indgreb.

Nedenstående miljøledelsesplan er en referenceramme og omfatter:

- Et ledelsesprogram, der udspecificerer de aktiviteter, der skal udføres for at minimere forstyrrelserne af det naturlige miljø og forebygge eller minimere alle former for forurening.
- En definition af roller, ansvar og beføjelser, der skal til for at kunne gennemføre miljøledelsesprogrammet.

Rammen for miljøledelsesplanen er blevet tabuleret nedenfor. Tabellen indeholder oplysninger relateret til:

- Projektaktivitet

  Den aktivitet, der er knyttet til projektet og som er blevet identificeret til potentielt at kunne påvirke eller udgøre en risiko for miljøet.

- Miljømæssig påvirkning

  En beskrivelse af påvirkningen fra aktiviteten (såsom forurening eller forstyrrelse af det naturlige miljø)

- Handling

  De afhjælpende foranstaltninger eller handlinger, der er identificeret for at forhindre eller minimere de negative miljøpåvirkninger, og

- Ansvar

  Den eller de parter, der er ansvarlige for at sikre aktivering af de afhjælpende foranstaltninger.

Ansvaret for at sørge for overensstemmelse med nogle af forpligtelserne vedrørende miljøledelse, der er angivet i tabellerne, vil blive overført til GML's entreprenører. Gennem udviklingen af et kodeks for en ansvarlig miljøpraksis, der vil blive medtaget i alle udbudsdokumenter og kontrakter, forpligter GML sine entreprenører til at opfylde det relevante miljøledelsesansvar.

GML forstår, at dette ikke fratager GLM miljøledelsesansvaret, ved at sikre de relevante forpligtelser overholdes af entreprenørerne. Det ultimative ansvar for overensstemmelsen med alle forpligtelser ligger hos den relevante medarbejder i GML, der typisk vil være den fastboende minechef og/eller virksomhedens miljøchef.

Specifikke planer for håndtering af stråling og en plan for håndtering af radioaktivt affald vil blive udarbejdet i løbet af Grønlands godkendelsesproces.

Miljøledelsessystemet hos GML

Inden arbejdet påbegyndes, er GML forpligtet til at udvikle og implementere et miljøledelsessystem (EMS) i overensstemmelse med ISO 14001 Retningslinjer for miljøledelsessystemer.

Formålet med et miljøledelsessystem er at formalisere procedurer for miljøledelse og reducere miljøbelastningen fra et projekt. Miljøledelsessystemet vil hjælpe GML med at overholde de grønlandske miljøbestemmelser, formindske miljøbelastningen, reducere risici, udvikle indikatorer for påvirkning og forbedre miljøpræstationen.

ISO 14001 (2004) er baseret på metoden - Plan-Do-Check-Act - (planlægning-handling-kontrol-forbedring):

- **Plan**

  Etablering af de mål og processer, der er nødvendige for at levere resultater i overensstemmelse med organisationens miljøpolitik.

- **Do**

  Implementer processerne.

- **Check**

  Overvåg og måle processer i forhold til miljøpolitik, mål, mål, juridiske og andre krav og rapporter resultaterne.

- **Act**

  Træf foranstaltninger der løbende forbedre ydeevnen for miljøledelsessystemet.

Miljøledelsessystemet hos GML vil sikre, at miljøforpligtelserne i forbindelse med projektet forvaltes på en måde, der er planlagt, kontrolleret, overvåget, registreret og revideret. Miljømæssige hændelser vil blive rapporteret, undersøgt, analyseret og dokumenteret. Oplysninger indhentet fra hændelsesundersøgelserne analyseres for at overvåge tendenser og udvikle forebyggelsesprogrammer, som omfatter korrigerende og forebyggende tiltag for at eliminere årsagerne til hændelserne. Alle medarbejdere, entreprenører og underentreprenører skal overholde miljøledelsesplanen og sørge for at systemet for de afhjælpe foranstaltninger ved afvigende hændelser/adfærd på Kvanefjeld er i funktion.

Miljøledelsesplan - Anlægsfase

Ref. nr.	Projektaktivitet	Miljømæssig påvirkning	Handling	Ansvar
8.1.1	Afskrabninger af området ved minens grube	Mineaktiviteterne kan medføre æstetisk påvirkning	Forberedelse af afskrabning så det, så vidt som praktisk muligt, falder ind i det omgivende landskab	Projektleder
8.1.2	Anvendelsen af Taseq og tilstødende dam til deponering af tailings	Mineaktiviteterne kan medføre æstetisk påvirkning	Forbered konstruktionen til tailings-dæmningerne så de, så vidt som praktisk muligt, falder ind i det omgivende landskab	Projektleder
8.1.3	Ændring af landskab til andre minefaciliteter og konstruktion af minefaciliteter	Ændring af terræn til infrastrukturer kan medføre æstetisk påvirkning	Forbered veje så de, så vidt som praktisk muligt, falder ind i det omgivende landskab	Projektleder
8.1.4	Byggeaktiviteter kan medføre erosion	Tab af jord, sand og grus der skyldes kræfter fra vand, is eller vind	Medregn erosionen når byggemetoder og ruter for forbindelserne planlægges	Projektleder
8.1.5	Mobilt udstyr, boring og sprængning, landtransport og skibsfart afgiver støj	Forøget støjbelastning kan forstyrre dyreliv og mennesker	Planlæg støjende aktiviteter, så som sprængninger, så de finder sted når støjpåvirkningen er mindst	Projektleder
8.1.6	I perioder med mørke vil byggepladserne blive belyst	"Miljømæssig lysforurening" kan distrahere dyreliv, især trækfugle	Ingen handlinger nødvendige, da problemet er ubetydeligt	Projektleder
8.2.1	Sprængninger, udgravning og skibsfart i fjordene medfører støv- og luftemissioner	Potentiel forurening af vand og jord	Planlæg byggeriet så støvdannelse og luftforurening minimeres	Projektleder
8.2.2	Mobilt udstyr så som gravemaskiner, bulldozere og lastbiler frembringer drivhusgasser	Klimaforandringer	Begræns brændstofforbrændingen så meget som muligt	Projektleder
8.3.1	Byggearbejderne vil medføre ændringer i det naturlige mønster for gennemstrømningen og kapaciteten af ferskvandsressourcerne	Påvirkning af ferskvandsmiljøet inklusive fiskepopulationer	Begræns påvirkningen så meget som praktisk muligt	Projektleder

Ref. nr.	Projektaktivitet	Miljømæssig påvirkning	Handling	Ansvar
8.4.1	Støj og visuelle forstyrrelser fra personale	Forstyrrelse af jordlevende pattedyr og fugle	Begræns bevægelsen af medarbejdere uden for byggepladserne	Mineleder
8.4.2	Byggearbejder ved havnen og skibsfart i fjordene	Forstyrrelse af marine pattedyr og fugle	Lav sejlhastighed i fjordene og god afstand til flokke af overvintrende havfugle (når det er muligt)	Projektleder
8.4.3	Opførelse af broer og dæmninger	Forstyrrelse af ferskvandsorganismer, herunder fisk	Minimer forstyrrelsen af vandområder når der bygges nye broer og dæmninger ved at holde byggeperioden så kort som det er praktisk muligt	Projektleder
8.4.4	Ændringer til bygninger	Tab af terrestrisk habitat	Minimering af det område, der forstyrres, ved at planlægge infrastrukturer med så lille et fodaftryk som muligt	Projektleder
8.4.5	Deponering af tailings i Taseq	Tab af ferskvandshabitat	Ingen afhjælpende foranstaltninger er mulige	Mineleder
8.4.6	Ændringer af kysten for konstruktion af havnen	Tab af marint habitat	Minimer det områder der forstyrres	Projektleder
8.4.7	Ulykker kan føre til udslip af olie og kemikalier på land	Påvirkning af terrestrisk habitat og biota	Forbered beredskabsplaner for olie- og kemikalieudslip, herunder effektiv træning af praktisk beredskab	Mineleder
8.4.8	Ulykker kan føre til udslip af olie og kemikalier	Forurening af marine habitat og ferskvandshabitat og biota	Forbered beredskabsplaner for olie- og kemikalieudslip, herunder effektiv træning af praktisk beredskab	Mineleder
8,5	Forurening af miljøet fra husholdningsaffald og industriaffald	Affald - og især farligt affald - kan føre til betydelig forurening af miljøet	Håndter affald i overensstemmelse med procedurerne i affaldshåndbogen og i overensstemmelse med god miljøpraksis med høj grad af genbrug og genanvendelse	Mineleder
8.5.1	Trafik langs transport- og serviceveje	Dyr dræbes på vejene	Sørg for, at hastighedsgrænserne overholdes, og at alle medarbejdere er opmærksomme på faren for at skade dyr	Mineleder

Ref. nr.	Projektaktivitet	Miljømæssig påvirkning	Handling	Ansvar
8.5.2	Søtrafik i fjordene	Indførelse af invasive fremmede arter med ballastvand	Følge reglerne i den internationale konvention for kontrol og management af ballastvand og sedimenter på skibe (Ballast Water Management)	Projektleder
8.6.1	Sikkerhedsbestemmelser i mineområdet	Traditionel arealanvendelse forhindres	Hold det område der er lukket for offentligheden og området med forbud mod jagt, så lille som muligt	Mineleder
8.6.2	Den nye vej mellem havnen og mineområdet vil være lukket for offentligheden	Begrænser rekreativ brug og turisme	Ingen afhjælpende foranstaltninger er mulige Veje vil være til rådighed i nødsituationer og planlagte specielle lejligheder.	Mineleder
8.6.3	Byggearbejde i havnen og ved Taseq	Forstyrrelse af kulturarvssteder	Kontakt medarbejdere ved Grønlands Nationalmuseum og Arkiv	Projektleder

Miljøledelsesplan for den operationelle fase

Ref. nr.	Projektaktivitet	Miljømæssig påvirkning	Handling	Ansvar
9.1.1	Landskabsændringer ved gruben og dæmningerne	Æstetisk påvirkning	Planlæg aktiviteterne så de vidt muligt falder ind i det omgivende landskab	Projektleder
9.1.3	Støj fra projektoperationer, sprængning ved gruben	Dyreliv og mennesker forstyrres	Undgå sprængninger om aftenen og om natten	Mineleder
9.2.1	Mineaktiviteter forårsager luftemissioner	Forøgede luftemissioner (koncentration og aflejring af støv, NOx, SOx og sodpartikler)	Minimer støvgenerering ved at implementere støvkontrolplanen fra GML Anvendelse af køretøjer og udstyr med energibesparende teknologier for at optimere udledningsraterne Vedligeholdelse af kraftværk, køretøjer og andet brændstofdrevet udstyr i henhold til producentens specifikationer for at minimere udledninger	Mineleder

Ref. nr.	Projektaktivitet	Miljømæssig påvirkning	Handling	Ansvar
9.2.2	Mobil og stationær brændstofforbrænding skaber emissioner af drivhusgasser	Klimaforandringer	Anvendelse af køretøjer og udstyr med energibesparende teknologier for at optimere udledningsraterne Vedligeholdelse af kraftværk, køretøjer og andet brændstofdrevet udstyr i henhold til producentens specifikationer for at minimere udledninger	Mineleder
9,3	Nogle mineaktiviteter forårsager frigivelse af radioaktiv stråling	Radiologiske emissioner	Minimer støvgenerering (der kan være radioaktivt) ved at implementere støvkontrolplanen fra GML	Projektleder
9.5.1	Mennesker og maskiner der arbejder i grubeområdet	Visuel og støjmæssig forstyrrelse af jordlevende dyr	Begræns bevægelsen af medarbejdere uden for projektområdet i løbet af foråret og sommeren, for at minimere den generelle forstyrrelse af dyrelivet	Projektleder
9.5.2	Udledning af vand fra minedriften til fjorden	Forurening af havmiljøet	Optimering af diffusionsudtag (mulig teknisk udfordring, da den skal udføres 80 m under havets overflade)	Projektleder
9.5.3	Mineaktiviteter ændrer hydrologien	Påvirkning af populationen af fisk i Narsaq-floden	Ingen afhjælpende foranstaltninger kræves	Projektleder
9.5.4	Ulykker kan føre til udslip af olie og kemikalier	Forurening af ferskvandshabitat og marint habitat	Forbered beredskabsplaner for olie- og kemikalieudslip, herunder effektiv træning af praktisk beredskab	Projektleder
9.5.5	Trafik langs transport- og serviceveje	Øget dødelighed blandt jordlevende dyr	Sørg for, at hastighedsgrænserne overholdes, og at alle medarbejdere er opmærksomme på faren for at skade dyr	Projektleder
9.5.6	Søtrafik i fjordene	Indførelse af invasive fremmede arter med ballastvand	Følge reglerne i den internationale konvention for kontrol og management af ballastvand og sedimenter på skibe (Ballast Water Management)	Projektleder
9,6	Mange projektaktiviteter genererer affald	Forurening af miljøet	Håndhævelse af procedurer for affaldshåndtering og kontinuerlig opdatering af håndbogen for affaldshåndtering.	Projektleder

Ref. nr.	Projektaktivitet	Miljømæssig påvirkning	Handling	Ansvar
9,7	Adgang til mineområde er ikke mulig, og der indføres sikkerhedsområde med forbud mod jagt	Begræns den traditionelle brug af området for den lokale befolkning (og besøgende)	Minimer de afspærrede områder og områderne med forbud mod jagt, så meget som muligt	Projektleder

Miljøledelsesplan for lukningsfasen og fasen efter lukning

Ref. nr.	Projektaktivitet	Miljømæssig påvirkning	Handling	Ansvar
10.1.	Udledning af vand fra minedriften til fjorden	Forurening af havmiljøet	Ingen, ud over kontinuerlig overvågning af udledningerne	Projektleder

Bilag B – Konceptuel plan for nedlukning og afvikling af projektet

Indledning

Faserne med lukning og efter lukning er integrerede dele af et projekt med minedrift og af miljøledelsen af et projekt med minedrift. Denne del af EIA-rapporten opsummerer de retslige rammer for lukning af projektet og beskriver overordnet, hvordan hver enkelt komponent i projektet vil blive nedlagt. Da denne konceptuelle plan er udarbejdet, før mineaktiviteterne påbegyndes, vil planen blive udvidet og detaljeret under projektets driftsfase.

Forpligtelser ved lukning

Loven om de grønlandske råstofressourcer af 2009 (ændret i 2012 og 2014) specificerer, at der skal udarbejdes og godkendes en plan for lukningen, inden udnyttelsen påbegynder (del 10, afsnit 43).

I loven fastsættes det, at: "*Licenshaveren skal forelægge en plan for de foranstaltninger der skal træffes med hensyn til ophør af aktiviteterne med henblik på faciliteter, mv. etableret af licenshaveren, og hvordan de berørte områder vil blive efterladt (plan for lukning). Hvis licenshaveren har planer om at forlade faciliteter mv. i området, der af miljømæssige, sundhedsmæssige eller sikkerhedsmæssige årsager kræver vedligeholdelse eller andre foranstaltninger efter lukningen, skal planen indeholde planer for vedligeholdelse eller foranstaltninger og overvågning heraf*".

Plan for afslutning og genopretning og Kvanefjeld-projektet

Planen er baseret på de nuværende konfigurationer med åben minegrube og produktionshastighed og går ud fra, at minedriften ophører efter 37 år, på hvilket tidspunkt aktiviteterne med lukning af minen vil blive påbegyndt. Dog kan midlertidig afbrydelse og mulig for tidlig lukning være påkrævet, hvis operationerne bliver umulige på grund af ændringer i projektets økonomi eller ved andre vanskeligheder.

Da planen udarbejdes, før minen er bygget, indeholder den overordnede identificerede opgaver for aktiviteter med lukning, som vil blive detaljeret og udvidet inden datoen for lukningen af minedrift og forarbejdning.

Planen dækker lukningsfasen, som anslås at vare cirka seks år. I denne fase vil nedlæggelsen af udstyr, bygninger og andre strukturer finde sted. I hele lukningsfasen vil TWP-anlægget fortsætte med at køre for behandling af vand fra TSF-anlægget inden udledning i fjorden.

Efter fasen med nedlukning følger fasen efter lukning og rehabilitering, dette er en overvågningsfase. Under fasen efter lukningen kræves der ingen aktiv håndtering undtagen mindre vedligeholdelse af grusveje og TSF-afløb. Adgangen til minen og TSF-anlægget vil blive opretholdt for at sikre adgang for inspektion og overvågningsaktiviteter.

Perioden efter lukning styres ved hjælp af en overvågningsplan og i samarbejde med myndighederne. Mod slutningen af projektets levetid vil målene for fasen efter lukningen blive detaljeret, for at imødekomme de aktuelle forhold på stedet.

Formål og anvendelsesområde for planen for lukning og genopretning

Det generelle mål med lukning og regenerering er at genetablere mineområdet og de påvirkede områder som levedygtige og i praktisk muligt omfang selvbærende økosystemer, der er kompatible med et sundt miljø og med menneskers aktiviteter.

Følgende vigtige principper vil blive fulgt med henblik på opnåelse heraf:

Fysisk stabilitet

Alle tilbageværende projektkomponenter efter lukningen vil være fysisk stabile i forhold til mennesker og dyreliv.

Kemisk stabilitet

Alle tilbageværende projektkomponenter (inklusive tilhørende affald) efter lukningen, vil være kemisk stabile og ikke-forurenende, hvilket betyder, at depoter på overfladen eller i søer ikke frigiver stoffer i en koncentration, der i betydelig grad vil kunne skade miljøet.

Minimeret radiologisk påvirkning

Det vil blive sikret at en langsigtet strålingseksponering af offentligheden, på grund af radiologisk forurening af mineområdet, vil blive holdt "så lavt som rimeligt muligt" (ALARA), og

Ingen væsentlig ændring af de oprindelige landskabsformer

Den oprindelige landskabsform og arealanvendelsen inden minedriften vil vende tilbage til lignende landskabsæstetik og geografiske forhold.

Implementering af lukning

Arbejdet med lukningen, f.eks. hvordan hver enkelt projektkomponent vil blive nedlagt, beskrives overordnet nedenfor. Som nævnt ovenfor er planen på dette tidlige stadium konceptuel, og vil blive udvidet og detaljeret under projektets driftsfase.

Minearbejder i åben grube

Den åbne grube vil blive indhegnet for at begrænse adgangen for mennesker, husdyr og dyreliv (af sikkerhedsmæssige årsager). Gruben vil blive fyldt op naturligt fra nedbør. Når gruben er fuld, vil vandet strømme over og gennem vandløb til en sø syd for Gruben. Her vil vandet blive fortyndet i det naturlige afvandingsområde, før det naturligt strømmer ud i Nordre Sermilik.

Depot stenaffald

Under driftsfasen bliver WSR-anlægget konstrueret og styret på en sådan måde, at den forbliver fysisk og geoteknisk stabil på lang sigt. Enhver risiko for erosion, udflydning, fejl på hældninger af skråningerne eller sammenbrud efter minens lukning forventes at være ubetydelig.

Det geokemiske testarbejde, der allerede er blevet gennemført, viser, at der efter den seksårige lukningsfase ikke sker nogen signifikant syredræning eller metaludvaskning fra WRS-anlægget eller overfladeafstrømningen. Vandkvaliteten af udsivning fra stenbunken svarer til basisbetingelserne for flodstrømmene i mineområdet. Afløbsvand fra WRS-anlægget vil blive omledt til naturlige vandløb, der strømmer ind i søen syd for minen. Her vil afløbsvand fra WRS-anlægget blive fortyndet betydeligt med nedbør i afvandingsområdet, før det naturligt strømmer ud i Nordre Sermilik.

Vandforvanltningssystemer

Omfatter dæmninger og afledningskanaler på TSF-anlægget, dæmninger og afledningskanalen på Kvanefjeld, TWP-rørledningerne og råvandsdammen ved raffinaderiet.

TSF-dæmningerne og afledningskanalerne bevares. Efter seks år ophører vandbehandlingen af det vand, der dækker TSF-anlægget, rørene der transporterer returvandet fjernes, og TSF-anlægget vil blive efterladt til naturlig opfyldning med vand fra grundvandsindstrømning og nedbør. Vandet vil i starten flyde over fra CRSF-anlægget til FTSF-anlægget, og når FTSF-anlægget bliver fyldt, vil det efterhånden flyde over og ud i Taseq-floden. Vandudledning til Nordre Sermilik fra vandrensningsanlægget vil ophøre på dette tidspunkt.

Dæmningen til råvandsdammen efterlades som en bro over Narsaq-floden for at muliggøre fremtidige inspektioner og overvågningsaktiviteter i Taseq. Flodens naturlige strøm genoprettes.

Lukning af tailings-anlægget

TSF-anlægget vil blive lukket som våde søer indeholdt i Taseq-bassinet ved hjælp af dæmningsvæggene og naturstenen. Dette vil være en permanent struktur designet med de højeste standarder ved hjælp af BAT.

Der vil blive bibeholdt et lag af vand oven på tailings-materialet, for at undgå støvdannelse og eliminere strålingseksponering. Vandlaget vil være dybt nok til at forhindre udslip af faste stoffer under alle omstændigheder.

De faste tailings-materialer vil forblive som et komprimeret lag af fine faste stoffer i bunden af tailings-søen. Dette lag vil virke som en membran, der isolerer mod udslipsproblemer.

Bygninger og udstyr

Inklusiv anlæg til stenknusning, koncentrator, raffinaderi, syreanlæg, kraftværk, brændstoftanke, vedligeholdelsesforretninger, kontorer, lagerbygninger, indkvarteringsby, opbevaringsfaciliteter til reagenser og eksplosive stoffer, mobilt udstyr og rørføringer til afløb og returvand.

Bortset fra landsbyen ved Narsaq, vil alle bygninger og større strukturer blive demonteret og fjernet. Hvor det er muligt, vil fundamentet blive fjernet og i modsat fald vil det blive dækket af naturlige materialer så det falder ind i de naturlige omgivelser.

Under forudsætning af, at de lokale myndigheder kræver det, vil landsbyen blive efterladt som den er bygget.

Af æstetiske årsager, og fordi et dække af vegetation vil beskytte mod erosion og spredning af støv, samt fordi vegetation giver føde til husdyr og dyreliv, vil det blive overvejet at iværksætte et aktivt program med genplantning, når bygningerne og minefaciliteterne er fjernet. Et sådant program vil imidlertid ikke fokusere på hurtig etablering af et grønt lag over de forstyrrede områder, f.eks. ved hjælp af græs. Disse foranstaltninger opfylder undertiden de kortsigtede forventninger til æstetisk forbedring og undertiden også forventningerne til kontrol af erosion og udledninger af støv, men de varetager ikke de langsigtede krav til genoprettelse af levesteder. I stedet vil de arter, der udvælges til genplantning, afspejle områdets økologiske varianter såvel som de vil passe til typen af de forstyrrelser minedriften har medført, og vil følge princippet: "De bedste arter til plantning på en minegrund er de planter der allerede vokser i nærheden" (Withers 1999).

Minens infrastruktur

Inklusiv veje indenfor området, elforsyningssystem (herunder kraftledninger til havnen), broer, kanaler og havneanlægget.

Transportvejene vil blive nedlagt, så snart mineaktiviteterne ikke længere kræver dem. Vejene bliver skrabet ned for at opmuntre til genplantning (se ovenfor).

Strømledningen, der forbinder anlægget på stedet med havneområdet, vil blive fjernet, og eventuelle kanaler, der potentielt kan fungere som vandledninger efter lukningen, vil blive fjernet.

Vejen fra havnen til minen (herunder broerne over Narsaq-floden) samt sporet mellem minen og Taseq vil blive efterladt for at lette fremtidige aktiviteter med inspektion og overvågning.

Havnen vil blive efterladt som den er bygget (hvis dette aftales med de grønlandske myndigheder) og vil blive tilbudt til brug for lokalsamfundet og industrien.

Mulige forurenede materialer/områder i mineområdet

I betragtning af den omfattende overvågning, der vil finde sted under hele projektets driftsfase, er det usandsynligt, at en betydelig forurening af jord, sten eller grundvand i og omkring mineområdet, vil forblive uopdaget indtil afhjælpningsfasen i løbet af lukningen af minen.

Endvidere vil der, på grund af uranproduktionen, blive indført procedurer til styring af enhver forurening af udstyr, bygninger og omgivelser. Desuden vil alle anlæg og udstyr være indeholdt indenfor et afgrænset bygningsområde, der minimerer risikoen for forurening af jorden uden for anlæggene. Det er derfor meget usandsynligt, at der vil være behov for at fjerne eller isolere forurenet jord, sten, udstyr eller byggematerialer ved afslutningen af driftsfasen. Hvis et sådant behov alligevel skulle opstå, vil det forurenede materiale til enhver tid blive isoleret i tailings-anlægget.

Identifikation og ledelse af luknings-problemer

For at sikre, at projektets lukningsfaser og faserne efter lukning opfylder de principper, der er anført i afsnit 2.6, er hvert projektområde blevet analyseret omhyggeligt for at identificere, hvorvidt der skulle være problemer, der kræver særlig opmærksomhed. Denne vurdering identificerede følgende:

Potentiel syredræning og metaludvaskning fra affaldssten

Syredræning og metaludvaskning fra forvitringen af uforstyrrede ophobninger af affaldssten er et potentielt problem i forbindelse med minens lukning. Selvom de lave temperaturer i Grønland vil bremse de kemiske processer, der forårsages af vejrliget, hen over en stor del af året, vil der muligvis forekomme et sæsonbestemt spild af akkumulerede forurening under smelteperioden i foråret.

Statiske og kinetiske forudberegningstests af afløb fra klippe og udludning af metal har vist begrænset udludning af metal og ingen frigivelse af syre. Imidlertid forventes der i løbet af de første år af lukningsfasen nogen udvaskning af fluor. Praktiske tests på området vil beskrive affaldsvandet fra minen yderligere, inklusive koncentrationen af fluor. For at forhindre, at Narsaq-floden udsættes for forurenet affaldsvand (hovedsageligt fluor) fra affaldsstenene, vil der blive konstrueret grøfter og volde til at lede affaldsvandet væk fra Narsaq-floden.

Mulig radiologisk forurening af minearealet

Det er et mål med planen for lukningen, at sikre, at der ikke forekommer nogen uacceptabel radiologisk sundhedsrisiko for mennesker, husdyr og dyreliv efter projektets lukning. Dette opnås ved at styre strålingsudledningen i overensstemmelse med princippet "så lav som rimeligt opnåeligt" eller ALARA-princippet, og "princippet for bedst praktisk mulige teknologi".

De minekomponenter, der potentielt er forbundet med forhøjet stråling efter minens lukning, identificeres som værende mineområdet og TSF-anlægget.

Fra mineområdet kan der stadig være udslip af radon og støv (fra stenbunker, der ikke er dækket til). Disse udgivelser forventes at være meget små og vil ikke resultere i nogen målbare ændringer i modtagermiljøet.

De deponerede tailings-materialer i TSF-anlægget vil indeholde uran og thorium og deres henfaldsprodukter. Tailings-materialerne vil afgive stråling. For at sikre, at ingen af denne stråling vil have nogen sundhedsrisiko for mennesker, husdyr eller dyreliv, vil tailings-materialerne forblive deponeret under et permanent vanddække. Dette vil sikre, at der ikke vil forekomme nogen strålingsfrigivelse.

I fasen efter lukningen af projektet, vil der forekomme mindre frigivelse af radioaktivitet til ferskvandsmiljøet, men koncentrationerne vil være lave, og eksponeringen vil være lav, tæt på baggrundsniveauerne. Samlet set forventes det ikke, at der vil være nogen strålingsproblemer forbundet med tailings.

Iteration af hydrologien og strømningen i overfladevandet (Narsaq flod)

Alle ændringer af hydrologien for Narsaq-floden og dens bifloder, der kræves under minedriften, vil blive tilbageført ved afslutningen af fasen for lukning af minen. Dette vil omfatte de kontrolindgreb, der anvendes i Narsaq-flodens øvre dele, for at levere vand til råvandsdammen og sænkningen i udstrømningen fra Taseq-bassinet under projektets faser med drift og lukning.

Vandet, der flyder over i gruben 50 år efter minens lukning, vil blive ledt til Nordre Sermilik.

Referencer

Withers, S.P. 1999. Natural Vegetation Succession and Sustainable Reclamation at Yukon Mine and Mineral Exploration Sites (Naturlig vegetationsrehabilitering og bæredygtig genopretning ved området for minedrift og mineralsk udvinding i Yukon). Mining Environment Research Group (MERG). 67 pp.

Bilag C – Konceptuelt miljøovervågningsprogram for projektet

Indledning

GML vil udvikle og gennemføre et miljøovervågningsprogram (EMP) i overensstemmelse med de grønlandske retningslinjer, for at overvåge de forventede resterende effekter på miljøet som følge af projektet, og effektiviteten af de implementerede afhjælpende foranstaltninger. Miljøovervågningsprogrammet vil omfatte alle faser af projektet (opførelse, drift, lukning og efter lukning) og vil identificere de eventuelle afvigelser fra forventningerne, der måtte opstå, og hvorvidt sådanne afvigelser kræver handling, herunder eventuelle yderligere afhjælpende foranstaltninger.

Indholdet af GML's miljøovervågningsprogram

Projektets miljøovervågningsprogram vil være af typen, bedste praksis, der omfatter flere prøvetagninger, inklusive prøveudtagninger af vand, luft, jord, lav, planter, muslinger, fisk og sæler fra mange steder i og omkring minen. Prøver der testes for at bekræfte, at de anvendte systemer til miljøbeskyttelse er effektive. Resultaterne fra overvågningen vil blive forelagt for myndighederne for gennemgang.

Miljøovervågningsprogrammet for Kvanefjeld-projektet omfatter:

1. Luftkvaliteten (herunder drivhusgasser) og støv
2. Hav og ferskvand
3. Jord og terrestrisk biota
4. Tailings-anlægget
5. Meteorologiske forhold, og
6. Drikkevandet i Narsaq

Hvert af programelementerne vil omfatte:

- Beskrivelse af design og målsætninger
- Specifikke overvågningsstationer
- Tidsplaner for overvågningsaktiviteter
- Prøveudtagningsprocedurer, krav til opbevaring af prøver og analysemetoder, alt efter hvad der er relevant
- Procedurer for sammenligning af overvågningsresultater mod basisdata, miljøstandarder og miljøkvalitetsmål
- Foranstaltninger, der skal gennemføres, når kravene i lovgivningen eller tilladelser ikke er blevet opfyldt
- Procedurer for rapportering af resultater til de grønlandske myndigheder
- Roller og ansvar for nøglepersonale vedrørende intern og ekstern rapportering af overvågningsaktiviteter og resultater samt forvaltning af miljøovervågningsprogrammet
- Kvalitetskontrol og kvalitetssikring, og
- Procedurer for revision og opdatering af overvågningsprogrammet.

Da uran er et biprodukt fra projektet, vil miljøovervågningsprogrammet omfatte såvel radiologiske som ikke-radiologiske parametre[1]. For denne konceptuelle MSP, har Arcadis forberedt en specifik

[1] Overvågningen skal omfatte Actinium (227Ac)

Skitseplan for strålingsovervågning (Arcadis 2015), som foreslår, at miljømedierne måles eller samples. Arcadis disposition følger principperne defineret af Canadian Standards Association (CSA)/2010/, der angiver at medierne der skal overvåges vil:

- Give oplysninger til vurdering af dosis
- Være tæt på receptoren
- medtage forventet skæbne i miljøet, og
- Anerkende mediernes variabilitet.

Miljøovervågningsprogrammet vil blive udviklet og opdateret gennem minens levetid.

Konceptuelt overvågningsprogram

Forud for projektets driftsfase, vil der blive udviklet et mere detaljeret undersøgelsesdesign for hvert af elementerne i miljøovervågningsprogrammet. Dette vil blive gennemført i samarbejde med de grønlandske myndigheder. Nedenfor angives beskrivelserne af den foreslåede tilgang til hvert enkelt element i miljøovervågningsprogrammet. Ud over de undersøgelser, der er skitseret nedenfor, kan supplerende undersøgelser udføres for specifikke, veldefinerede mål, der ikke forventes at fortsætte gennem hele programmet (for eksempel indendørs overvågning af radon).

1. Overvågning af luftkvaliteten og støv

Overvågning af luftkvaliteten og støv vil fortsætte fra etablerede stationer i byen Narsaq og i Narsaq-dalen, ved hjælp af prøveudtagningsmoduler med stort volumen og beholdere til støvopsamling og/eller prøveudtagning fra deponerede lag. der vil blive anvendt scrubber-udstyr til malet støv, for at fjerne partikler og forureninger fra luftstrømmen før udledning. Resultaterne vil blive sammenlignet med basisværdierne samt de gældende retningslinjer, for at afgøre, om der er sket en ændring som følge af mineaktiviteterne. De parametre, der skal overvåges, vil blive aftalt med de grønlandske myndigheder, men forventes at omfatte:

- Støvaflejring

  Den månedlige indsamling af prøver ved basisstationerne og langs en gradient relativt tæt på kilden. Afhængigt af aflejringsresultaterne kan der anvendes udvalgte støvfaldsbeholdere til analyse af radiologiske parametre.
- Koncentrationsniveauer for Partikler (PM_{10} og $PM_{2.5}$)
- Radionuklidindhold i støv

  Indsamling af prøver fra et område tæt på driftsområderne samt andre steder som i Narsaq by og ved en referenceplacering. Kvartalsvise sammensatte prøver vil blive sendt til analyse for radionuklider. Hvis der ikke foreligger tilstrækkelig masse til opnåelse af lave detektionsgrænser, vil der blive udført kemisk analyse, og der vil blive antaget sekulær ligevægt.
- Radon, thoron og relevant nedbrydningsprodukt

  Overvågning (integreret halvårlig prøveudtagning) på steder nær grubeområdet og på andre specifikke steder som i Narsaq by, inden for Narsaq-dalen, Ipiutaq og ved en referenceplacering.
- Der vil blive implementeret gammadetektorer på samme steder som for overvågningen af niveauerne for radon og thoron.
- Nitrogenoxider (NO_x) fra et udvalg af stationer.
- Drivhusgasser

Beregning af emissioner fra en række aktiviteter som forbrænding af fossile brændstoffer og energiproduktion.

Prøveudtagningsperioder, sporstoffer, dominerende ioner og radioisotoper skal analyseres og rapporteringskrav skal aftales med de grønlandske myndigheder.

2. *Overvågning af hav og ferskvand*

Vandkvalitet

Basis-vandkvaliteten karakteriseres ved et stort antal stationer i fjordene ved Narsaq og i vandløb, søer og damme på Kvanefjelds-plateauet, i Narsaq-dalen, ved Taseq-søen og ved et referenceområde. Der er også blevet indsamlet sedimentprøver og foretaget analyseret fra floder og søer i og omkring Narsaq-dalen.

Overvågning af vandkvalitet og sedimenter vil fortsætte på de samme steder under alle faser af mineprojektet. Prøveudtagningsfrekvensen, rapporteringskrav og hvilke parametre, der skal overvåges, vil blive defineret både for aktiviteter med feltovervågning og for laboratorieaktiviteter i samarbejde med de grønlandske myndigheder.

Det forventes, at prøvetagningen af vand og sedimenter vil omfatte såvel radiologiske som ikke-radiologiske parametre. Der vil også blive udført overvågning af radionuklidindholdet i supernatant-vandet i tailings-dammen, for at bekræfte de modellerede forventninger.

Når projektoperationerne påbegyndes, vil overvågningen af udledninger (kemi) udføres ved udledningspunktet i Nordre Sermilik. Der vil blive udført overvågning af det afløbsvand fra minens WRS-anlæg og gruben, der udledes til Nordre Sermilik.

Resultaterne fra overvågningen vil blive sammenlignet med basisværdierne samt de gældende retningslinjer, for at afgøre, om der er sket en ændring i vandkvaliteten som følge af projektet. Der vil blive udarbejdet detaljerede procedurer for kvalitetssikring, der vil omfatte kalibrering og validering af feltmåleudstyr samt prøveudtagningsforanstaltninger. Data vil blive gennemgået for at opdatere indlæsningsantagelser for områdets vandbalance og for verifikation af modellerne for vandkvaliteten.

Biota i havvand og ferskvand

Biota i havvand og ferskvand, komponent i EMP vil give detaljerede oplysninger om metal- og radioisotopkoncentrationer i udvalgte centrale plante- og dyrearter.

Siden 2007 er der indsamlet prøver af indikator-planter og -dyrearter fra et stort antal stationer, for at bestemme baggrundsniveauet for metaller. Stationerne var placeret i nærheden af fjordene, der omgiver Narsaq, Narsaq-floden og i referenceområder. Målarterne har været ringsælen, ulken, arktisk fjeldørred, blåmuslinger og blæretang.

Det foreslås at overvågningen af fisk og sæler ved prøvetagning fortsættes på årsbasis, og at der foretages analyser for radionuklider. Desuden vil udvalgte eller sammensatte prøver fra blåmuslinger og tang med jævne mellemrum blive stillet rådighed for analyse.

Overvågningen af disse arter vil fortsætte på de samme steder under alle faser af projektet og belastningerne med metaller vil blive sammenlignet med basisværdier for at afgøre, om der er sket en ændring som følge af projektets aktiviteter.

Hydrologi

Overvågning af overfladevandstrømninger vil blive opretholdt på etablerede stationer i undersøgelsesområdet (floderne Narsaq, Taseq og Kvane) for at:

- Overvåge årstidsbetingede og årlige strømningsmønstre
- Støtte foranstaltninger til forvaltning af vandressourcer
- Definere vandbalancen, og
- Give information til modellering af vandkvaliteten.

Vandniveauet vil blive målt kontinuerligt med en tryktransducer på automatiserede stationer, med kalibreret måling af afstrømningen, udført ved en række strømme under planlagte besøg på stedet.

3. Overvågning af jord og terrestrisk biota

For at bestemme baggrundskoncentrationerne af metaller og radioisotoper i terrestrisk habitat, er der indsamlet prøver af jord, lav, græs og blade fra buske siden 2007 fra stationer i Kvanefjeld, Narsaq-dalen og fra et referenceområde.

Overvågningen vil fortsætte på de steder, der er identificeret i basislinjestudiet, og omfatter jord, lav, græs og blade fra dværgbuske, herunder pil (f.eks. en gang hvert tredje år). Denne frekvens er i overensstemmelse med den tilgang, der er blevet anvendt ved uran-minedrift i Canada for disse typer af medier, hvor eventuelle ændringer forventes at være gradvise.

Resultaterne vil blive sammenlignet med basisværdierne, for at afgøre, om der er sket en ændring som følge af projektaktiviteterne.

4. Overvågning af tailings-anlægget

Målet med overvågningen af tailings-anlægget er, at tilvejebringe løbende karakterisering af vandkvaliteten i TSF-anlægget under projektets faser med drift, lukning og efter lukningen, for at bekræfte de forudsagte koncentrationer af metaller i TSF-anlægget.

Overvågning af TSF-anlægget vil omfatte radiologiske såvel som ikke-radiologiske parametre.

Overvågningen dækker også dæmningen, herunder udsivning.

5. Meteorologisk overvågning

Indsamling af meteorologiske data fortsætter på en etableret vejrstation på Kvanefjelds plateau. Vedvarende meteorologisk dataindsamling er nødvendig for at verificere designantagelser for vandforvaltningssystemer og for modellering af støvdispersion.

Rapportering af den meteorologiske overvågning vil indeholde et resumé af de målte parametre, herunder temperatur, nedbør og vind.

De indsamlede data vil blive sammenlignet med forventningerne for ekstreme begivenheder eller for forventet præstation. Resultaterne vil blive anvendt til, efter behov, at revidere operationelle procedurer. Resultaterne vil også blive anvendt i overvågningen af luftkvaliteten.

6. Drikkevandet i Narsaq

Kvaliteten af drikkevandet i Narsaq overvåges allerede af de grønlandske myndigheder. Det anbefales at udvide undersøgelserne udvides til at omfatte relevante radiologiske parametre, samlet indhold af organisk kulstof, fosfor og en række bakterier.

Referencer

Arcadis. 2015. *Skitseplan for strålingsovervågning for Kvanefjeld multi-elementprojektet* – Radiation Monitoring Plan Outline, Kvanefjeld Multi-Element Project, Narsaq Area, Greenland 7 pp

Canadian Standards Association (CSA). 2010. *Environmental monitoring programs at Class I nuclear facilities and uranium mines and mills (Miljøovervågningsprogrammer for nukleare anlæg og uranminer og forarbejdningsanlæg i klasse I).* N288.4-10.

Nedenstående tabeller viser en ramme for de foreslåede overvågningsparametre og prøvetagningssteder. en foreslåede prøveudtagningsfrekvens for hver parameter vil sikre validiteten af angivelsen af de faktiske miljøforhold i projektområdet og dets omgivelser. Definerede overvågningstider identificerer, under hvilke faser i af projektet med minedrift, der vil generere den potentielle påvirkning, der kræver prøveudtagning og overvågning. Hvor det er relevant indeholder programmet kontrolsteder, hvor der ikke forventes nogen påvirkninger fra projektet.

Overvågningsaspekter	Områder/aktiviteter der skal overvåges	Parameter der skal overvåges	Frekvens	Varighed	Vurderingskriterie[2]	Rapportering
Støvaflejring	Støvindsamlingsstationer med stort volumen og langs en gradient relativt tæt på kilden	Støvfald	Kontinuerlig	Konstruktion, drift og lukning	Fastlægges i samarbejde med GL	Årlig overvågningsrapport
Koncentrationsniveauer for Partikler	Placering af støvindsamlingsstationer med stort volumen	Koncentration af TSP	Kontinuerlig	Konstruktion, drift og lukning	Fastlægges i samarbejde med GL	Årlig overvågningsrapport
Radionuklidindhold i støv	Placering af støvindsamlingsstationer med stort volumen	Udvælgelse af relevante radionuklider	Kontinuerlig	Konstruktion, drift og lukning	Fastlægges i samarbejde med GL	Årlig overvågningsrapport
Radon, thoron og relevante nedbrydningsprodukter	Placering nær grænsen til mineområdet og i Narsaq by, inden for Narsaq-dalen, Ipiutaq og en referenceplacering	Radon, thorium og nedbrydningsgasser	Halvårlig	Konstruktion, drift og lukning	Fastlægges i samarbejde med GL	Årlig overvågningsrapport

Overvågningsaspekter	Områder/aktiviteter der skal overvåges	Parameter der skal overvåges	Frekvens	Varighed	Vurderingskriterie[3]	Rapportering
Gammastråling	Placering nær grænsen til mineområdet og i Narsaq by, inden for Narsaq-dalen, Ipiutaq og en referenceplacering	Gamma	Halvårlig	Konstruktion, drift og lukning	Fastlægges i samarbejde med GL	Årlig overvågningsrapport

[2] Bedømmelseskriterierne vil blive baseret på for vand- og luftkvalitetskriterierne for Grønland (og for Canada, hvis der ikke findes grønlandske værdier)

[3] Bedømmelseskriterierne vil blive baseret på for vand- og luftkvalitetskriterierne for Grønland (og for Canada, hvis der ikke findes grønlandske værdier)

Overvågningsaspekter	Områder/aktiviteter der skal overvåges	Parameter der skal overvåges	Frekvens	Varighed	Vurderingskriterie[3]	Rapportering
Nitrogenoxider	Støvindsamlingsstationer med stort volumen	NOx-koncentration	Halvårlig	Konstruktion, drift og lukning	Fastlægges i samarbejde med GL	Årlig overvågningsrapport
Metaller inkl. radionuklidkoncentrationer i floder	Floderne Narsaq, Taseq og Kvane (ved basisstationerne)	Metaller inkl. radionuklider i vand	Månedlig Halvårlig efter lukning	Faser med konstruktion, drift, lukning og efter lukning	Fastlægges i samarbejde med GL	Årlig overvågningsrapport
Metaller inkl. radionuklidkoncentrationer i floder	Floderne Narsaq, Taseq og Kvane (ved basisstationerne)	Metaller inkl. radionuklider i sedimenter	Årlig (August)	Faser med konstruktion, drift, lukning og efter lukning	Fastlægges i samarbejde med GL	Årlig overvågningsrapport

Overvågningsaspekter	Områder/aktiviteter der skal overvåges	Parameter der skal overvåges	Frekvens	Varighed	Vurderingskriterie[4]	Rapportering
Supernatant-vand i tailings-damme	Vand fra FTSF- og CRSF-anlæg	Relevante elementer, reagenser og radionuklidkoncentrationer	Kontinuerlig under faserne med drift og lukning Halvårlig i faserne efter lukning	Faser med drift, lukning og efter lukning	Fastlægges i samarbejde med GL	Ugentlig under faserne med drift og lukning Årlig overvågningsrapport i fasen efter lukning
Placering af behandlet vand	TWP	Relevante elementer og radionuklidkoncentrationer	Kontinuerlig	Faserne med drift og lukning	Fastlægges i samarbejde med GL	Ugentlig og årlig overvågningsrapport
Vandstrøm til Nordre Sermilik fra deponeringsanlæg af sten og grube	Udløbet til fjorden	Relevante elementer, herunder radionuklider i vand og sedimenter	Kontinuerlig (prøver og analyser) under faserne med drift og lukning Årlig i fasen efter lukning	Faserne med drift, lukning og efter lukning	Fastlægges i samarbejde med GL	Årlig overvågningsrapport

[4] Bedømmelseskriterierne vil blive baseret på for vand- og luftkvalitetskriterierne for Grønland (og for Canada, hvis der ikke findes grønlandske værdier)

Overvågningsaspekter	Områder/aktiviteter der skal overvåges	Parameter der skal overvåges	Frekvens	Varighed	Vurderingskriterie[5]	Rapportering
Metaller inkl. radionuklidkoncentrationer i marine fisk og pattedyr	Basisstationer i fjordene og referencestationer	Metaller inkl. radionuklider i ringsæl, ulk og arktisk fjeldørred	Årlig (August)	Faser med konstruktion, drift, lukning og efter lukning	Fastlægges i samarbejde med GL	Årlig overvågningsrapport
Metaller inkl. radionuklidkoncentrationer i muslinger	Basisstationer i fjordene og referencestationer	Metaller inkl. radionuklider i blåmuslinger	Årlig (August)	Faser med konstruktion, drift, lukning og efter lukning	Fastlægges i samarbejde med GL	Årlig overvågningsrapport
Metaller inkl. radionuklidkoncentrationer i tang	Basisstationer i fjordene og referencestationer	Metaller inkl. radionuklider i blæretang	Årlig (August)	Faser med konstruktion, drift, lukning og efter lukning	Fastlægges i samarbejde med GL	Årlig overvågningsrapport
Strømning i overfladevand	Floderne Narsaq, Taseq og Kvane	Årstidsbetingede og årlige strømningsmønstre	Kontinuerligt ved automatiserede stationer Årlige kalibreret måling af afstrømningen	Konstruktion, drift og lukning	Fastlægges i samarbejde med GL	Årlig overvågningsrapport

[5] Bedømmelseskriterierne vil blive baseret på for vand- og luftkvalitetskriterierne for Grønland (og for Canada, hvis der ikke findes grønlandske værdier)

Overvågningsaspekter	Områder/aktiviteter der skal overvåges	Parameter der skal overvåges	Frekvens	Varighed	Vurderingskriterie[6]	Rapportering
Metaller inkl. radionuklidkoncentrationer i højere planter	Basisstationer og referencestationer	Metaller inkl. radionuklidkoncentrationer i lav, græs og blade fra pil	Årlig (august) eller en gang hvert tredje år	Konstruktion, drift og lukning	Fastlægges i samarbejde med GL	Årlig overvågningsrapport
Metaller inkl. radionuklidkoncentrationer i jorden	Basisstationer i og omkring mineområdet og referencestationer	Metaller i jorden	Årlig (august) eller en gang hvert tredje år	Konstruktion, drift og lukning	Fastlægges i samarbejde med GL	Årlig overvågningsrapport
Lokalt klima	Vejrstation i Kvanefjeld	Temperatur, nedbør og vindhastigheder og -retning	Kontinuerlig	Minens levetid	-	Årlig overvågningsrapport
Højere fauna	Mineområdet og de nærmeste omgivelser	Ad-hoc-observationer af fugle og pattedyr i forbindelse med andre overvågningsaktiviteter	Årlig (August)	Minens levetid	Fastlægges i samarbejde med GL	Årlig overvågningsrapport

[6] Bedømmelseskriterierne vil blive baseret på for vand- og luftkvalitetskriterierne for Grønland (og for Canada, hvis der ikke findes grønlandske værdier)

GHD

999 Hay Street
Perth, Western Australia
Tlf: +61 8 6222 8222 Fax: +61 8 6222 8555 E: permail@ghd.com.au

© GHD 2018

Dette dokument er og skal forblive GHD's ejendom. Dokumentet må kun anvendes til det formål, som det blev bestilt til og i henhold til vilkårene i aftalen vedrørende dette arbejde. Uautoriseret brug af dette dokument i enhver form er forbudt.

Dokument status

Revision	Forfatter	Revision		Godkendt til udgivelse		
		Navn	Underskrift	Navn	Underskrift	Dato
0	R Lupton M Brook	Greenland Minerals		M Brook		29/08/2018

www.ghd.com