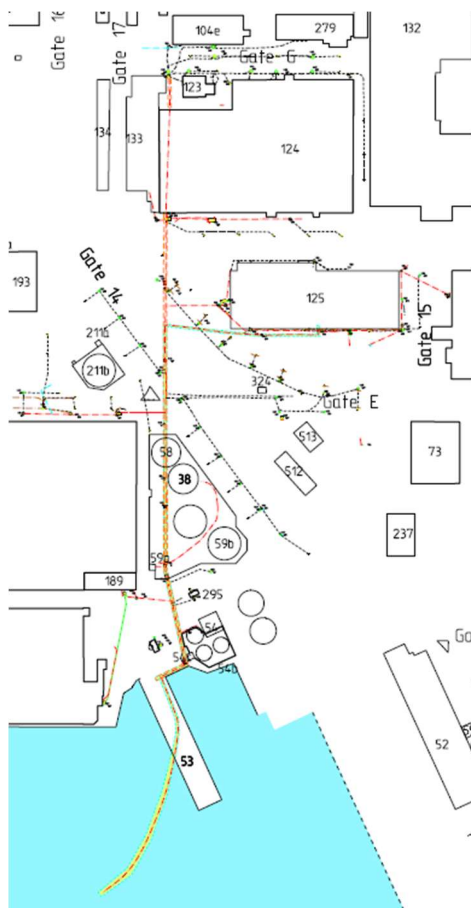


Beskrivelse av miljøovervåkingsplan

1. Lokasjon

Thor Medical er lokalisert i Bygg 125 ved Herøya Industripark. Herøya Industripark har felles avløp for ulike bedrifter og utslippspunktet for avløpet som Thor Medical er knyttet til, befinner seg i Frierfjorden. Hovedavløpet (F-05) er en støpt kulvert (sandfangsbasseng) som befinner seg under Piren-kaien. Vannet fra kulverten føres ut i Frierfjorden gjennom et 600 mm plastrør og ender på 30 m dyp, se Figur 1.



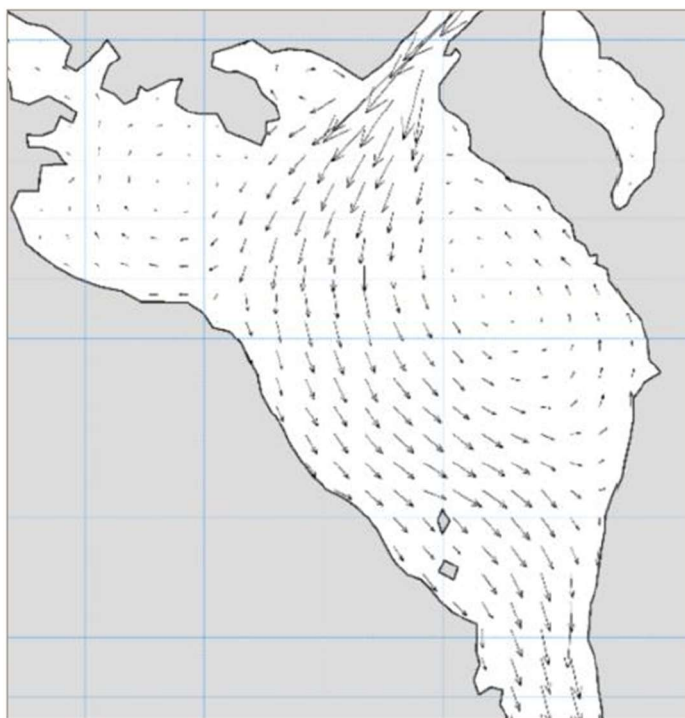
Figur 1: Hovedavløp til Bygg 125

Frierfjorden er betydelig påvirket av ferskvannstilførsel fra Skienselva (COWI, 2020). Ferskvannstilførselen medfører sterk lagdeling av vannmassene med et overflatelag over normalmarine vannmasser. Vannmassene er videre knyttet til Langesundsfjorden.

Årlig gjennomsnittlige vannfluks fra Skienselva til Frierfjorden er $9,8 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ og $0,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ fra Vollsfjorden. Årlig gjennomsnittlig vannfluks fra Frierfjorden ut til Langesundsfjorden er $10,2 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ og $0,9 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ fra Langesundsfjorden til

Eidangerfjorden. Eidangerfjorden er av type beskyttet kyst/fjord. Det er altså store vannmengder som beveger gjennom Frierfjorden til enhver tid.

Frierfjordens vannmasser er adskilt fra Langesundsfjorden med et 20 m terskeldyp og innenfor terskelen er de dypeste partiene nær 100 m. Frierfjorden får vanntilførsel fra Skienselva med et normalvolum på ca 273 m³/s. Dette fører til at vannmassene har et markant øvre 6-8 m tykt ferskvannspåvirket lag. Underliggende vannmasser påvirkes av sjøvann fra Skagerrak med uregelmessig utskiftning. Dypvann har en utskiftningsfrekvens på 2-4 år og bunnområdene er tidvis anoksiske og uten dyreliv. Modellering av vannutskiftning i Frierfjorden er vist i Figur 2.

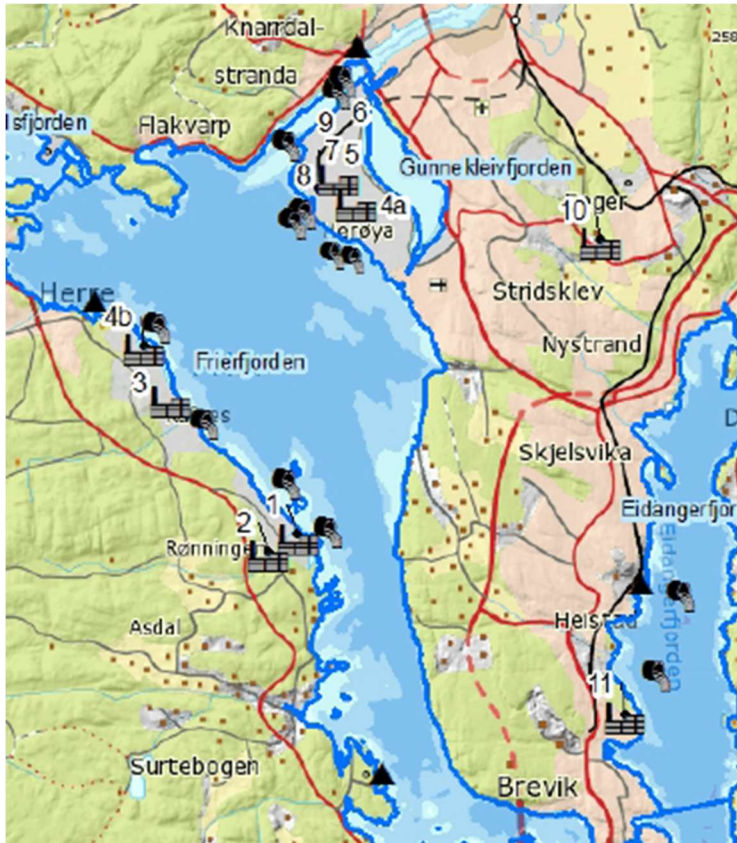


Figur 2: Vannutskiftning i Frierfjorden

2. Miljøtilstand

Flere bedrifter benytter Grenlandsfjordene som direkte resipient for utslipp som inneholder næringssalter og miljøgifter, her inkludert tungmetaller og blyforbindelser (Camilla With Fagerli, 2016). Utslippspunktene vises i Figur 3.

NIVA har utført omfattende undersøkelser av tilstanden til Grenlandsfjordene. Undersøkelsene omfattet resipientundersøkelse, økologiske og kjemiske kvalitetselementer. Undersøkelsene resulterte i at den kjemiske tilstanden i Grenlandsfjordene ble satt til «ikke god» og økologisk tilstand som «moderat» i Frierfjorden og «god» lengst sør i Frierfjorden og i Eidangerfjorden.



Figur 3: Utslippspunkter i Frierfjorden

Det er gjort funn av forurensede sedimenter i Eidangerfjorden som antas å skyldes aktiv transport fra Frierfjorden. Gunnkleivfjorden ligger relativt isolert fra Frierfjorden. I perioder med høy vannføring i Skienselva, strømmer det ferskvann fra Frierfjorden inn i Gunnkleivfjorden.

Nord for Grenlandsfjordene ligger blant annet Søve gruve og Fensfeltet som har rikt innhold av forekomster av thorium. Avrenning fra disse områdene ender i Norsjø. Norsjø på sin side forsyner Telemarksvassdraget og vannet passerer Frierfjorden før det til syvende og sist passerer Brevik og ender i Skagerrak. Som følge av denne avrenningen, er det viktig at Thor Medical utfører noe prøvetakning for å fastsette nivået av Th-232 og døtre som allerede finnes i vann, sand og sediment før vårt eget utslipp begynner.

3. Miljøovervåkning

Ved utslipp av radioaktive stoffer til vann fra produksjonen ved Thor Medical er det nødvendig at Thor Medical følger opp eventuelt utslipp med regelmessige miljøprøver på dertil egnete steder.

I forbindelse med utslipp av radioaktive stoffer til vann, vil følgende eksponeringsveier kunne være mulig (IAEA, 2010):

- **Atmosfæriske eksponeringsveier:**
 - Inhalasjon av aeroloser/luft som inneholder radioaktive stoffer som følge av overføring til atmosfære ved for eksempel

fordamping og sjøsprøyt. Dette er ikke en sannsynlig eksponeringsvei.

- **Atmosfæriske og terrestrisk eksponeringsveier:**
 - Ekstern stråling som følge av opphold på strender, opphold i båt og bading. Dette er en sannsynlig eksponeringsvei som følge av fiske, bading og båtføring ved Frierfjorden.
 - Inntak av radioaktive stoffer fra bær, sopp og/eller planter som følge av kontaminering av jordbunn. Dette er ikke en sannsynlig eksponeringsvei.
- **Marin eksponeringsvei:**
 - Inhalasjon/inntak som følge av inntak av radioaktive stoffer i vann. Dette er en sannsynlig eksponeringsvei som følge av at det ligger badeplasser langs Frierfjorden.
 - Inntak av radioaktive stoffer som er tatt opp i fisk og/eller skjell, samt annet marint liv, som så benyttes til menneske mat. Dette er en sannsynlig eksponeringsvei siden det er hobbyfiske i Frierfjorden, hovedsakelig etter sjøørret som ikke er stedbunden. Det advares derimot mot å spise fisk eller skalldyr fanget i Frierfjorden grunnet miljøgifter som kvikksølv og PCB (Mattilsynet, 2023). Inntak av stedbunden fisk og skalldyr fra Frierfjorden, antas derfor ikke å være en sannsynlig eksponeringsvei for mennesker.
 - Inntak av dyrket mat som følge av bruk av vannmassene til vanning. Dette er ikke en sannsynlig eksponeringsvei da Frierfjorden ikke benyttes som vanningskilde og/eller drikkevannskilde.

Dosebegrensningen for ekstern doser til befolkningen er gitt i strålevernforskriften og er satt til 1 mSv pr år. Utslipp fra én enkelt virksomhet, kan ikke eksponere allmennheten med mer enn 0,25 mSv/år. I tillegg skal utslippet ikke gjøre skade på planter og dyr i utslippets resipient

Av sannsynlige eksponeringsveier er det identifisert følgende:

- Ekstern stråling som følge av opphold ved/i kontaminerte vannmasser.
- Ekstern eksponering som følge av opphold ved sandstrender som har vært utsatt for kontaminert vannmasse.
- Intern eksponering som følge av inntak av kontaminert vann.
- For biota: ekstern og intern eksponering grunnet kontaminerte vannmasser og sedimenter.

4. Radioaktive stoffer som slippes ut til sjø

Følgende radioaktive nuklidene av betydning kan være til stede i det flytende avfall ved utslipp til sjø: Th-232, Ra-228, Ac-228, Th-228 og Ra-224.

Toksisiteten av thorium er i hovedsak radiologisk og i mindre grad kjemisk (Sam Keith, 2019). Thorium er et naturlig forekommende radioaktivt element

og finnes dermed naturlig i omgivelsene. Konsentrasjonen av thorium i matvarer og vannforekomster er naturlig svært lav da thorium i hovedsak vil eksistere i suspendert form som en del av partikulær masse. Thorium vil i hovedsak ha svært lav mobilitet i miljø som følge av høy absorpsjon i suspendert materiale og lav oppkonsentrering i planter. Utslipp av thorium i flytende avfall fra Thor Medical vil ikke kunne overføres til luft. Utslipptet vil heller ikke føre til overføring av thorium til jordsmonn, da vannmassene ikke benyttes til vanning. Thorium fra utslipp vil dermed ikke innta matkjeden som følge av opptak fra jord til planter og/eller dyr.

Utslippspunktet fra Thor Medical ender i et sandfangstbasseng, som øker sannsynligheten for at thorium vil forbli nær utslippspunktet og ikke ledes videre med vannet.

I vann vil thorium i hovedsak finnes i suspendert materiale og sediment og konsentrasjonen av vannløselig thorium vil være lav. Transport av thorium fra utslippspunktet vil i stor grad være avhengig av resuspensjon og miksing av fast materialet. I Frierfjorden vil resuspensjon forekomme i høy grad som følge av båttrafikk og ankring av skip, da det ligger store industriområder i forbindelse med Frierfjorden. Det er likevel ikke skipstrafikk eller ankring nær utslippspunktet og sanden i sandfangsbassenget vil være upåvirket av dette.

Thorium kan oppkonsentreres betydelig i de lavere trofiske biologiske nivå, mens oppkonsentrering avtar med økende trofiske nivå.

Det er vist at forekomst av EDTA kan øke mobiliteten av thorium i jordsmonn. Thor Medical benytter EDTA i sin produksjon. EDTA på sin side defineres som farlig avfall og EDTA vil fjernes fra det flytende avfallet før det går til utslipp. Slik skal ikke EDTA fra produksjon kunne ha påvirkning på mobiliteten til thorium i omgivelsene.

I forbindelse med en søknad fra Rare Earths Norway (Johanna Sjögren, 2024) er det utført analyser av vann- og sedimentprøver ved utslippspunktet ved Tuffestollen, i forbindelse med avrenning fra det thoriumrike Fensfeltet. Avrenning fra Fensfeltet ender i Norsjø som på sin side ender opp i Frierfjorden. Analyser av vannprøver viser funn av 0,42 – 27 mBq/L for Th-232. Analyser av sedimentprøver viser funn av 43 – 290 Bq/kg Th-232, hvor den høyeste verdien er fra substratprøver. Det kan antas at noe av denne aktiviteten vil føres nedover vassdraget. Det forventes at konsentrasjonsverdiene er mye lavere lenger ned i vassdraget, men det er viktig at Thor Medical fastsetter bakgrunnsverdier i Frierfjorden før et utslipp begynner.

5. Prøvepunkter

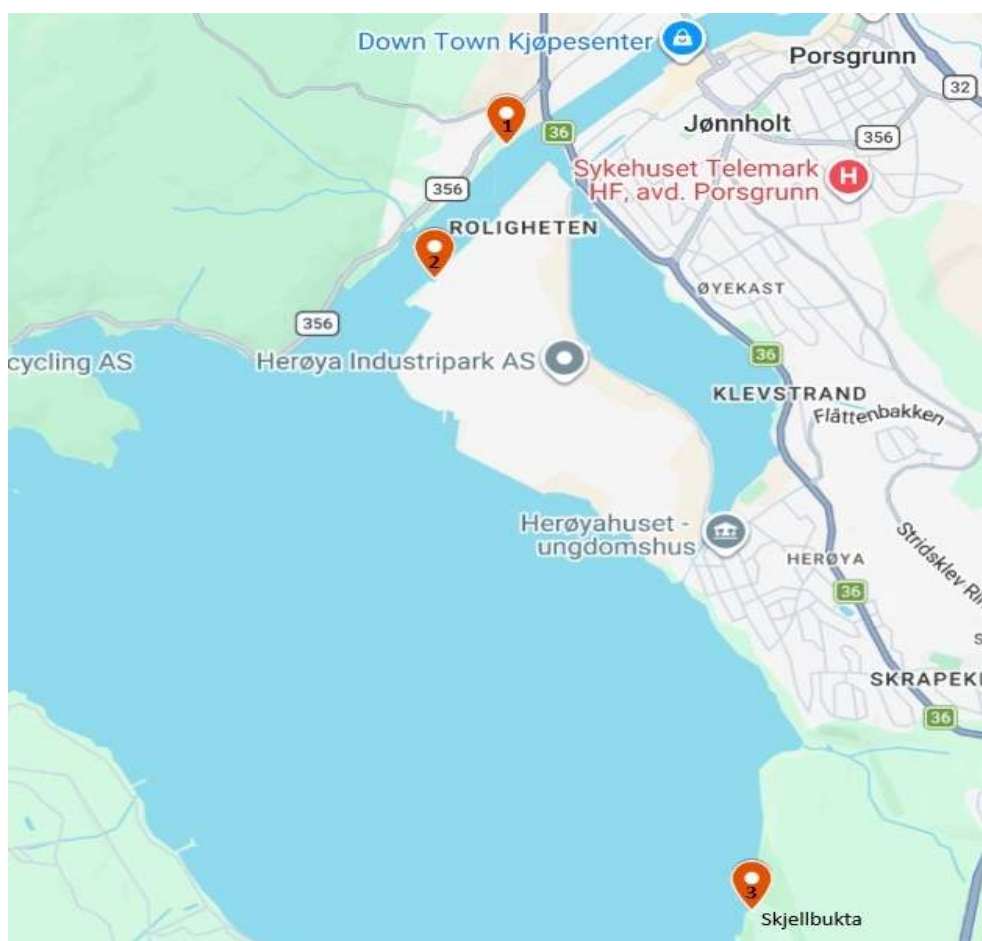
Prøvepunktene må gjenspeile de områdene som potensielt kan påvirkes av utslippet fra Thor Medical. Thor Medical velger her å benytte prøvepunkter, så langt det lar seg gjøre, som er mest mulig i samsvar med prøvepunkter allerede

benyttet i NIVA sin kartlegging av fjorden (Camilla With Fagerli, 2016). Prøvepunktene til Thor Medical for vann, sediment og sand er vist i Figur 4.

Vannprøver vil hentes fra to ulike steder: et sted ovenfor utslippspunktet til HIP, for å sikre informasjon om bakgrunnen i området, og en nedenfor utslippspunktet for å sikre at eventuell påvirkning fra vårt utslipp fanges opp. Prøvepunkter for vann ovenfor utslippspunktet legges derfor nordøst for HIP, ved utløpet av Skienselva til Frierfjorden (**punkt 2**). Prøvepunkt for vann nedenfor utslippspunktet legges til Skjellbukta (**punkt 3**). Som følge av vannstrømningene i Frierfjorden vist i Figur 2, anses dette som et punkt hvor man sannsynlig vil kunne se eventuell avsetning eller oppkonsentrering.

Sediment samles inn ved **punkt 1 og 3**: nordøst for HIP ved munningen til Skienselva og ved Skjellbukta. Trolig vil det være vanskelig å komme til ved punkt 2 for å samle sediment. Sand samles ved munning av Skienselva nord for HIP (**punkt 1**) og ved Skjellbukta (**punkt 3**).

Skjellbukta har tilrettelagt brygge og badeplass, som gjør dette område attraktivt for rekreasjon. Det er ca 3 km fra utslippspunktet F-05 til prøvetakningspunktet ved Skjellbukta.



Figur 4: Thor Medicals prøvepunkter

6. Prøvetakningsmetoder

Alle prøver vil hentes inn i rene og egnede beholdere. Prøvemateriale som ikke kan behandles og/eller analyseres samme dag, skal oppbevares kjøling for best mulig ivaretagelse av materialets integritet. Vått materiale vil først tørkes før det homogeniseres ved å sikte det gjennom finmasket sil. Større partikler eller organisk materiale med en viss størrelse, vil fjernes fra materialet. Etter homogenisering, vil materialet fordeles i 3 like beholdere for analysering. Etter analysering av de 3 parallellene, vil resultatet baseres på et gjennomsnitt av de 3 analysene.

Vannprøver vil hentes inn i et større volum. Thor Medical vil gjøre en vurdering om det skal hentes inn ett større volum vann (>100 L) for så å dampe dette inn ved fasilitetene eller prosessere et større volum ved prøvepunktet. Dette for å sørge for en oppkonsentrering av eventuelle radionuklider som er til stede i vannet og muliggjøre funn ved en analyse. Et alternativ til fordampning ved fasilitetene, kan være å ta bruk kunnskap om fangst av thorium ved bruk av ionebytteresin. Uavhengig av hvilke alternativ Thor Medical velger, vil dette være mulig å gjennomføre.

Sediment vil hentes inn ved hjelp av spesialutstyr beregnet på innhenting av sediment tilpasset prøvepunktet. Sediment vil samles inn fra to lag så langt det lar seg gjøre. Fortrinnsvis ved bruk av en sylinder slik at man kan dele materialet inn i «øvre lag» og «nedre lag». Det vil samles inn en mengde sediment som gjør at det kan gjøres 3 analyser av hvert lag med sediment per prøvepunkt (50-100 g pr analyse). Design av nødvendig utstyr vil være avhengig av adkomstmulighetene ved prøvepunktet. Thor Medical må befare områdene før utstyr anskaffes. Det finnes ulike løsninger for innhenting av sediment på markedet.

Sand vil samles inn fra det øvre sandlaget (2-5 cm). Det vil samles inn en mengde sand stor nok til å kunne gjennomføre 3 analyser fra ett prøvepunkt (ca 100 g pr analyse).

Det vurderes dithen, med det lave utslippsvolumet Thor Medical vil ha, at det er nok å gjennomføre analyser av miljøprøver 1 gang pr år. Fortrinnsvis i sommerhalvåret, da det er representativt for når allmenheten vil oppholde seg ved vann og strand.

7. Analysemetoder

Fast materiale (sediment og sand) tørkes og homogeniseres før det analyseres for radionuklider ved hjelp av γ -spektrometri. Vann kan analyseres for radioaktive nuklider ved γ -spektrometri ved bruk av Marinelli-beger. Vann kan i tillegg analyseres for thorium og radium ved hjelp av ICP-MS. For analysering av vann ved ICP-MS er det ikke behov for forberedelse av selve prøvemateriale.

Analyselaboratoriet hvor miljøprøver skal behandles, vil være egnet til denne oppgaven. Laboratoriet skal ha svært lav bakgrunnsstråling og arbeidet med

miljøprøvene skal foregå på avgrenset område definert for dette. Det vil gjøres ytterligere tiltak, slik som ekstraordinær kontaminasjonskontroll, vask og tildekking med plast/papir, for å redusere mulighet for kontaminering av miljøprøvene til et minimum.

For deteksjonsgrenser i forhold til miljøprøver, skal Thor Medical utføre nødvendig arbeid for å etablere disse. Typisk deteksjonsgrenser funnet i litteraturen ved kjemisk separasjon av Th-232, er 0,001 Bq/L i 1 L vann og 1 Bq/kg i 1 g jord. vi vil jobbe for å få så lave deteksjonsgrenser som praktisk mulig i våre fasiliteter. ICP-MS analyser og γ -spektrometri kan også kjøpes av et akkreditert laboratorium ved behov.

8. Kvalitetssikring

Kvalitetssikring av instrumenter benyttet til analyser av prøvene, ivaretas av Thor Medicals interne kvalitetssikringssystem og -rutiner.

Referanser

- Camilla With Fagerli, A. R. (2016). *Tiltaksrettet overvåkning av Grenlandsfjordene i henhold til vannforskriften. Overvåking for konorstium av 11 bedrifter i Grenland*. Oslo: NIVA.
- COWI. (2020). *Overvåkningsprogram for Frierfjorden, Eidangerfjorden og Gunnekleivfjorden 2021*. Trondheim: COWI.
- IAEA. (2010). *Programs and systems for source and environmental radiation monitoring*. Vienna: IAEA.
- Johanna Sjögren, L.-A. E. (2024). *Søknad om tillatelse til radioaktiv forurensning og håndtering av radioaktivt avfall Prøveuttak i Tufestollen*. Molde: SWECO Norge As.
- Mattilsynet. (2023). *Advarsel Unngå fisk og skalldyr fra forurensede havner, frorder og innsjøer*. Oslo: Mattilsynet. Retrieved from <https://www.mattilsynet.no/mat-og-drikke/forbrukere/unnga-fisk-og-skalldyr-fra-forurensede-havner-fjorder-og-innsjoer>
- Sam Keith, D. W. (2019). *Toxicological Profile for Thorium*. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services Agency for Toxic Substance and Disease Registry.