

Kvikksølv på Kongsberg

Kåre Kullerud¹ og Bjørn Ivar Berg²

Norsk Bergverksmuseum, Hyttegata 3, 3615 Kongsberg ¹(kk@bvm.no) ²(bib@bvm.no)

Kvikksølv og amalgam

Kvikksølv er det eneste metallet som er flytende ved vanlig romtemperatur. Metallet koker ved omtrent 357 °C og danner da en svært giftig kvikksølv damp. I naturen opptrer kvikksølv i sjeldne tilfeller som et rent metall. Oftest forekommer metallet sammen med svovel i mineralet sinober (HgS). Sinober har en sterk rødfarge (sinober-rød) og ble tidligere brukt som fargepigment i maling. Kvikksølv kan også opptre i amalgam, som er en legering (blanding) av kvikksølv og andre metaller. Alle som var hos tannlegen for å bore opp hull i tennene for mer enn 15–20 år siden, fikk hullene fylt med amalgam. Amalgamet som tannlegen brukte var en legering av kvikksølv, sølv, tinn, kobber og sink. På grunn av at kvikksølv er svært giftig, har man i de senere år forsøkt å redusere all bruk av metallet til et minimum. I 2008 ble det forbudt å bruke kvikksølv i tannfyllinger.

Kvikksølv til medisinsk bruk

I dag vet vi at kvikksølv er giftig, og all bruk begrenses så langt det er mulig. Men i tidligere tider, fram til begynnelsen av det tjuende århundre ble kvikksølv betraktet som en vidundermedisin. Kalomel, Hg_2Cl_2 , ble brukt for å kurere en rekke sykdommer og andre plager. Til innvortes bruk kunne medisinen hjelpe mot blant annet forstoppelse, kolera, dysenteri, malaria, syfilis, gikt og innvollsormer. Utvortes ble medisinen brukt blant annet mot koppper, kløe, syfilis og vorter. Under første verdenskrig fikk britiske soldater utdelt armeens «pille nummer 9» mot de fleste plager. En viktig ingrediens i denne pillen var kalomel, og det viste seg at den var et svært effektivt avføringsmiddel.

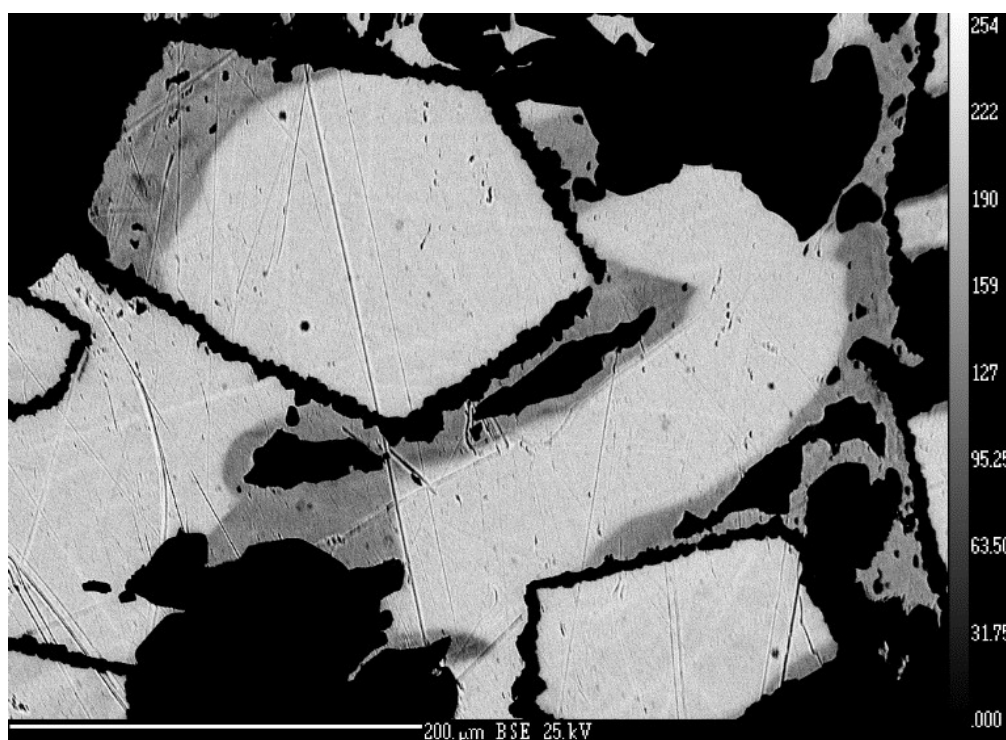


Figur 1. Glasset har inneholdt tabletter av kalomel, dvs. kvikksølvklorid (foto: Norsk Farmasihistorisk Museum, Anne-Lise Reinsfelt).

Troen på de helsebringende egenskapene til kvikksølv gjorde at man kanskje ikke var så nøye med hva som ble gjort med kvikksølv det ikke var bruk for, under de første 300 årene av Sølvverkets drift.

Kvikksølv i Gruveåsen

Det har lenge vært kjent at det finnes kvikksølv i sølvmalmen på Kongsberg, først og fremst som amalgam, en legering av sølv og kvikksølv. Mye av sølvet som ble utvunnet inneholdt faktisk betydelige mengder med kvikksølv. Nye analyser har vist at sølv fra gruvene Mildigheit Gottes, Gottes Hülfe in der Noth og Haus Oldenburg kan inneholde opptil 20 prosent kvikksølv. Det hadde vært interessant å vite hva arbeiderne i smeltehytta tenkte da 20 prosent av det de trodde var sølv forsvant sammen med røyken opp i skorsteinen under smeltingen av sølvmalmen. Sinober har også vært funnet, men kun i små mengder. Andre kvikksølvholdige mineraler som nylig har blitt funnet er eugenitt, som inneholder omtrent 30 prosent kvikksølv og 70 prosent sølv, og imiteritt, som inneholder omtrent 40 prosent kvikksølv i tillegg til sølv og svovel.



Figur 2. Bilde tatt med elektronmikroskop av kvikksølvholdig sølv (i grått og hvitt) fra Haus Oldenburg gruve. De lyseste partiene inneholder 20 prosent kvikksølv, mens de grå partiene inneholder 15 prosent kvikksølv.

Oppdagelsen av kvikksølv i sølvet fra Kongsberg

Vi vet ikke nøyaktig når Sølvverket ble klar over at sølvet inneholdt kvikksølv. Brünnich (1777) beskriver i sin bok *Forsøg til Mineralogie for Norge* både sølv og gull fra gruvene på Kongsberg. Men

når det gjelder kvikksølv skriver han: «Denne metall og dens malme er endnu ey opdaget iblant de nordiske».

I en artikkel av Kjerulf og Dahll (1861) kan vi imidlertid lese at daværende lektor i metallurgi Emil Bertrand Münster (1816-1888) hadde påvist 2,5 prosent kvikksølv i gruvesølvet.

Det kvikksølvholdige sølvet på Kongsberg fanget interessen til den franske mineralogen og kjemikeren Felix Pisani (1831–1920). Han fikk tak i sølv fra gruvene på Kongsberg og utførte flere analyser av kvikksølvinnholdet. Resultatene ble rapportert i en artikkel i 1872. En av sølvprøvene inneholdt omtrent 13 prosent kvikksølv. Tilsvarende kvikksølvinnhold ble i 1841 rapportert fra sølvdistriktet Arqueros i Chile av polakken Ignacio Domeyko (1802–1889). Domeyko ga det nyopptagede mineralet navnet *arqueritt*, oppkalt etter funnstedet. En annen av sølvprøvene som Pisani analyserte inneholdt ikke mer enn 5 prosent kvikksølv. Dette var en sammensetning som tidligere ikke hadde vært analysert. Pisani mente at dette kunne være et nytt mineral og ga det navnet *konsbergitt* etter funnstedet. Merk at Pisani glemte bort en «g» i Kongsberg. Gjør man et søk på internett i dag vil både *konsbergitt* og *kongsbergitt* dukke opp. Nyere undersøkelser har imidlertid ført til at verken *arqueritt* eller *kongsbergitt* blir betraktet som selvstendige mineraler, men snarere som kvikksølvholdige varianter av sølv.

MINÉRALOGIE. — Sur un nouvel amalgame d'argent de Kongsberg, en Norvège.
Note de M. F. PISANI, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

» Il y aurait donc à **Kongsberg** deux amalgames d'argent, l'un correspondant à l'arquerite du Chili, et l'autre contenant beaucoup moins de mercure. Si la composition de cette dernière variété n'est pas accidentelle, et qu'on la retrouve dans d'autres échantillons de Kongsberg ou d'une autre localité, cet amalgame pourrait bien constituer une espèce nouvelle. Dans ce cas, je proposerai de lui donner le nom de **Konsbergite** du nom de la mine où il a été trouvé. Cependant, comme la quantité de mercure est si

Figur 3. Utdrag av artikkelen til Pisani (1872) hvor han rapporterer om funnet av *kongsbergitt*. Merk at en «g» mangler både i Kongsberg og kongsbergitt.

Kvikksølv i smelteovnene

I smeltehytta ble grovt og gedigent sølv smeltet og raffinert i en flammeovn. Riiber (1947) gir en detaljert beskrivelse av hvordan forurensninger ble fjernet fra sølvet i flammeovnen. Hvis sølvet inneholdt svovel eller arsen forsvant dette opp gjennom skorsteinen under smeltingen. Når det gjelder kvikksølv skriver Riiber: «Holdt sølvet noe kvikksølv, hvilket ikke var så sjeldent i sølv fra Gottes Hülfe gruve, vil dette sublimere og følge med brenselgassene i pipen, men her avkjøles og kondenseres og renne ned av veggene og kunne da oppsamles». Som nevnt tidligere forekommer kvikksølv som gass ved temperaturer over 357 °C. Temperaturen i flammeovnen var betydelig høyere enn dette og man kan ikke se bort fra at noe kvikksølvdamp forsvant ut fra skorsteinen sammen med andre gasser, for å kondensere andre steder.

Kvikksølv i oppredningen

Kvikksølv kan opptre naturlig i sølv, men kvikksølv kan også benyttes for utvinning av sølv fra sølvmalm. Denne prosessen kalles amalgamasjon. Ved romtemperatur er kvikksølv flytende. Om man strør finknust sølvmalm i et kar med kvikksølv og rører rundt, vil alt av sølv bindes til kvikksølvet for å danne amalgam. Deretter kan man fjerne de verdiløse mineralkornene fra karet, slik at man sitter igjen med et kar med amalgam, det vil si en legering av sølv og kvikksølv. Det neste steget i prosessen er å fjerne kvikksølvet fra sølvet. Det gjøres ved å varme opp amalgamet slik at kvikksølvet fordampes. Etter en stund vil alt kvikksølv være borte, og man sitter igjen med rent sølv. Denne metoden brukes fortsatt i dag for å utvinne gull i små gullgruver i land som Burkina Faso, Filippinene og Indonesia, noe som er et stort miljøproblem.

De første amalgamasjonsforsøkene på Kongsberg skal ha foregått i 1650-årene, muligens inspirert av den storstilte amalgamasjonen av edelmetaller som på 1500-tallet var tatt i bruk i Amerika under navnet *Patio-prosessen*, med noen varianter, formidlet i europeiske skrifter.

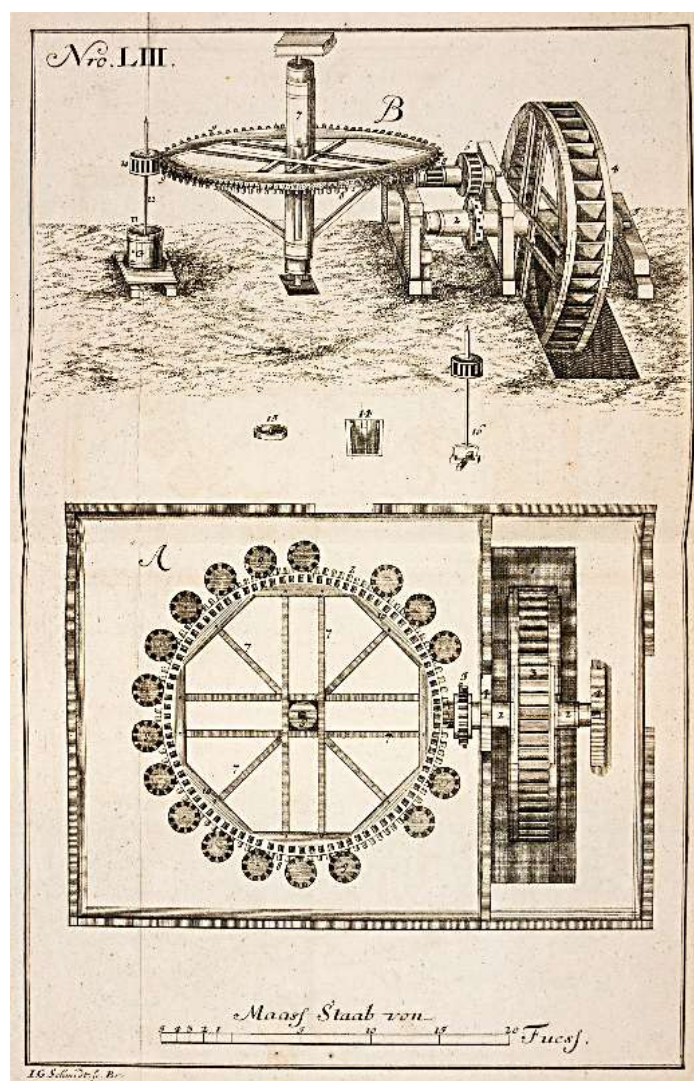
I 1665 tok en ny ledelse i bruk amalgamasjon – kalt *kvikkarbeid* – som en hovedmetode i sølvframstillingen. Omfanget vises ved at det i løpet av én måned typisk ble tilsatt omkring 100 kg kvikksølv for å utvinne vel 200 kg amalgam med litt under 100 kg sølv, med et prosessstap på ca. 9,5 prosent kvikksølv. Amalgamasjonen skjedde i *kvikkhus* ved smeltehytta, på *møller* med etterfølgende fordampning av kvikksølvet i retorter (destillasjonskar) og finbrenning av sølvet. Driften var sterkt omstridt, gikk trolig med betydelige tap av sølv og ble oppgitt etter omkring fire år.

Bevarte rapporter oppgir samlet prosessstap av kvikksølv på 956 skålpund, ca. 476 kg, i driftsårene 1665–1668. Nærmere et halvt tonn kvikksølv har altså forsvunnet, noe kanskje som gass ved fordampningen, men det meste antakelig med avgangen av finknust masse, som trolig ble tømt i Lågen. Prosessstapet – sammenholdt med kjente produksjonstall – antyder at det kan ha blitt utvunnet i størrelsesorden fem tonn sølv ved amalgamasjon i disse årene. Samtidig kritikk antyder at omtrent like mye sølv kan ha gått tapt i prosessen.

Andre fase i amalgamasjonen var det en gullsmed fra Skien som het Jens Borring (ca. 1679–1741) som sto for. Borring fikk i 1725 konsesjon av staten til å utvinne rester av sølv fra afterhauger. Afterhaugene består av finknust materiale som har gått gjennom prosessene i pukkverkene, som bidro med anslagsvis én tredel av den totale sølvproduksjonen. Borrings forretningsidé var å utvinne den lille resten av sølv i afterhaugene som ikke hadde blitt fanget opp i pukkverkene. Han bygde tre amalgamasjonsanlegg – også kalt kvikkmøller – ett ved smeltehytta, ett ved nedre Gabe Gottes pukkverk i Saggrenda og ett i Funkelia nedenfor Samuel gruve. De to sistnevnte er plottet på et kart fra 1746.

En av kvikkmøllene ble beskuet av kongen selv, Christian 6., og hans dronning Sophia Magdalena ved et storslått besøk på Kongsberg i 1733. Tegning av anlegget ble tatt inn i reiserapporten i dronningens bibliotek og er trykt i et tysk metallurgisk verk.

Dermed kjenner vi hovedtrekk i teknikken, selv om tegningene ikke viser alt. En detalj kom fram i en sølvtyverisak i 1745, der en kvikkmaskinarbeider kalt «Svarte-Lars» hadde villet betale for brennevin i ei sjenkestue med sølvamalgam fra kvikkmøllene, hvor han hadde arbeidet nattskift. Amalgamet oppbevarte han i en tobakksdåse av messing som han mistet og ble beslaglagt. Den største klumpen ble av retten beskrevet som på størrelse med et lite dueegg. Amalgamet ble ved fordampning funnet å inneholde 18 gram finsølv. «Svarte-Lars» ble dømt til pisking, forvisning fra bergstaden og formuesinndragning.



Figur 4. Tegning av Borrings kvikkmølle fra ei bok av Schlüter (1738). Kraften fra et vannhjul ble overført til rørpinner som rørte rundt i kar fylt opp av kvikksølv og det finknuste materialet fra afterhaugene. Diameteren på karene var omtrent 70 cm.

Fra oppstarten i 1725 og fram til 1755 ble det produsert 1565 kg sølv på denne måten, så Borrings prosjekt må kunne kalles teknisk vellykket, selv om økonomien i denne private driften er ukjent. Etter hans død ble driften fortsatt av enka og sønnen. Borrings plan om å utvide driften fra afterhauger til sliger, konsentrater fra pukkverkene, ertser og annet sølvholdig gods, var trolig mindre vellykket.

Kvikksølvet måtte importeres og kom trolig fra Idrija i Slovenia, den gang i Østerrike-Ungarn, siden det i denne perioden (1728) oppgis at det måtte kjøpes inn omkring ett tonn kvikksølv fra «Ungarn». I Europa var det bare ei annen kvikksølvgruve av betydning, i Almadén i Spania.

Det siste amalgamasjonsprosjektet var i Sølvverkets regi, under ledelse av Ole Henckel med bistand fra broren Gregorius Henckel. Ole Henckel (1749–1824), som ble assessor i Overbergamtet og lektor ved Bergseminaret på Kongsberg, hadde under sine studiereiser i Europa deltatt i utviklingen av en ny prosess for amalgamasjon som var bedre egnet for fattige europeiske edelmetallmalmer enn den amerikanske. Den europeiske amalgamasjonen inkluderte en foregående oppvarming og gløding av

ertser og konsentrater med salt – klorerende røsting – før kvikksølvtilsetningen. Flere amalgamasjonsverk ble bygd i Mellom-Europa. Lengst i drift, fra 1790 til 1857, var verket i Halsbrücke ved Freiberg i Sachsen.

Etter sin tilbakekomst til Kongsberg i 1788 fikk Henckel tillatelse fra myndighetene i København til å sette i gang forsøk med amalgamasjon. Håpet var å redusere kostnadene og forbruket av trekull og bly ved Sølvverket ved å erstatte i alle fall deler smelteprosessen med amalgamasjon. Omfattende forsøk og utviklingsarbeider ble foretatt i det gamle Stadspukkverket ved smeltehytta, omtrent der Kvarten ligger i dag. Forsøkene ble hindret av at Henckel ble langvarig syk og av motvilje blant enkelte funksjonærer. I september 1804 var planene klare for hvordan teknologien skulle innføres. Produksjonen kom imidlertid ikke i gang før Sølvverket ble nedlagt i 1805. Selv om Sølvverket ble gjenopptatt i 1816, med Ole Henckel som direktør, ble ikke amalgamasjon aktuell senere. Cyanidmetoden avløste på slutten av 1800-tallet edelmetallutvinning ved amalgamasjon i Amerika, og ble også innført på Kongsberg.

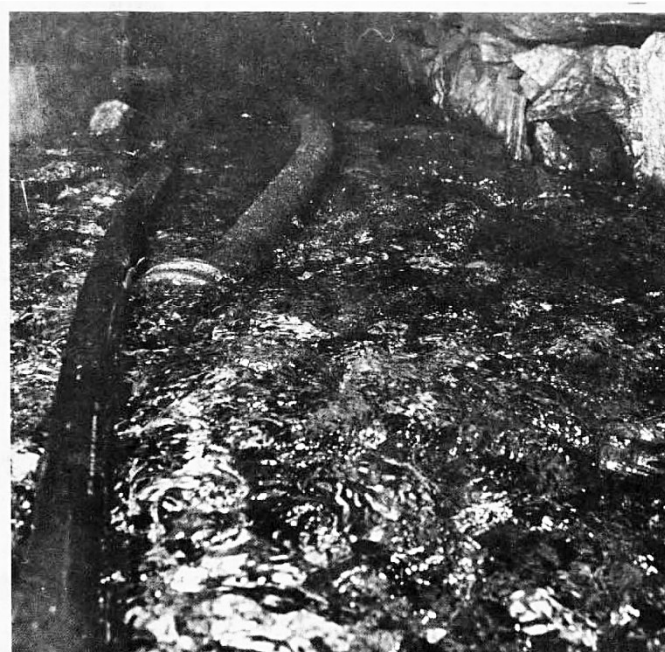
Mer kvikksølv i Saggrenda

Etter at Sølvverket ble lagt ned i 1958 ble kvikksølv på nytt aktuelt i Saggrenda. I perioden fra omtrent 1960 til 1964 hadde bedriften NOGUSRA (Norsk Gull- og Sølvraffinering) produksjon i Sølvverkets gamle smeltehytte i Saggrenda. Bedriften drev først og fremst med gjenvinning av gull og sølv, men det hendte til tider at de mottok flasker med kvikksølv som skulle destilleres. Bedriften behandlet også gamle kvikksølvholdige tannfyllinger.

Kvikksølv i Lågen

Den 23. februar 1973 stilte Laagendalsposten spørsmålet: «Hvor kommer kvikksølvet i Lågen fra?» Avisen skriver at det har blitt oppdaget at gjedder som er tatt i Lågen mellom Kongsberg og Hvittingfoss har opptil 2,06 milligram kvikksølv pr. kilo. Byingeniøren forteller at han ikke kjenner til at noen av fabrikkene i kommunen forurenser med dette stoffet. En snau måned senere, den 20. mars, kan vi lese i Laagendalsposten at over 20 kg kvikksølv har blitt samlet opp fra Lortebekken i Saggrenda. Det antydes at kvikksølvet stammer fra ekstraksjonshytta ved Sølvverket. Utover våren i 1973 hadde Laagendalsposten flere artikler om saken. Den 22. mars hevder en representant fra NOGUSRA at de ikke bruker kvikksølv ved bedriften. Videre kan vi lese at kvikksølv i fisk som er tatt ovenfor Labrofossen ikke kan stamme fra Saggrenda. Et spørsmål som derfor stilles er om det finnes kvikksølv ved den gamle smeltehytta i Kongsberg sentrum, der hvor Bergverksmuseet holder til i dag. Den 30. mars har Laagendalsposten en artikkel med overskriften: «Ikke kvikksølv ved smeltehytta». To dykkere fra Kongsberg Brannvesen som har undersøkt bunnen av Lågen utenfor smeltehytta kan fortelle at det ikke fantes spor av kvikksølv der. I artikkelen tas det imidlertid forbehold om at det kan finnes kvikksølv godt bevart under 100 års deponering av slagg og annet materiale. Den 13. april ga Laagendalspostens fotograf en malende beskrivelse av hvordan det så ut i Lortebekken i Saggrenda, der den var lagt i en underjordisk kanal under anlegget til Sølvverket: «Det GLINSER av kvikksølv i bekken». Laagendalsposten har flere artikler om saken utover året, blant annet om kvikksølv i fisk. Så, den 24. november kommer det endelig en gladsak med overskriften: «Kvikksølvet i Lortebekken er fjernet». Artikkelen forteller om to karer som hadde krabbet ned i sjakter og kanaler under smeltehytta i Saggrenda, utstyrt med hver sin teskje og bøtte, for å samle opp det de så av kvikksølv. Etter to timer under jorden kom de ut igjen med til sammen 8 kg kvikksølv. Det ble konkludert med at Lortebekken nå var ren for kvikksølv, selv om det kanskje lå igjen noen få

gram som var umulig å få opp. I samme artikkel slås det fast at kvikksølvet utvilsomt stammet fra NOGUSRA's virksomhet i smeltehytta.



Om trykken er god nok på dette bildet kan en se det glinser i kvikksølvet nede i elven. Bildet er tatt under meget vanskelige forhold i stummende mørke.

Det GLINSER av kvikksølv i bekken

Figur 5. Fra en artikkel i Laagendalsposten, 13. april 1973

Hvor kom kvikksølvet fra?

Det er i utgangspunktet flere mulige kilder for kvikksølvet i Lortebekken og i fisken i Lågen. NOGUSRA, som ble mistenkeliggjort i Laagendalsposten i november i 1973, hadde litt med kvikksølv å gjøre. Men informasjon som kom fram etter at artikkelen ble skrevet, at bedriften ikke kan ha stått for utslipp av kvikksølv i så store mengder som det var snakk om her. En annen kilde vi kan se bort fra er utslipp av kvikksølv gass fra smelteovnene eller under destillasjon av kvikksølv som ble brukt i kvikkmøllene. Som gass har kvikksølv en oppholdstid i atmosfæren på mellom et halvt og tre år, før gassen kondenserer og avsettes på bakken. Det vil si at eventuelle utslipp av kvikksølv gass fra Kongsberg ble tatt av vinden og avsatt langt, langt unna Kongsberg.

Amalgamasjonsprosjektene som foregikk på Kongsberg på 1600- og 1700-tallet kan ha vært en betydelig forurensningskilde. Det ble brukt store mengder av kvikksølv i prosessen, og vi kjenner til at det var et betydelig svinn. Noe av svinnet kan kanskje skyldes at man ikke klarte å fange opp all kvikksølvdamp under destillasjonsprosessen. Men det kan også tenkes at noe kvikksølv fulgte med de verdiløse mineralene når de ble fjernet fra kvikksølvbadet og deponert på et sted i nærheten. Etter hvert som tiden har gått kan dette kvikksølvet ha sunket dypere ned i grunnen, hvor det siden har blitt liggende.

Vi vet ikke hva som skjedde med kvikksølv som kondenserte i skorsteinen på smeltehyttene. Carl Riiber sier at det av og til ble samlet opp, men han sier ingenting om hva som videre ble gjort med det. Vi kan ikke se bort fra at kvikksølv ble kastet i nærmeste bekk.

I berghallene (tipphaugene) i Gruveåsen kan vi regne med at det fortsatt finnes mindre rester av sølv, og noe kvikksølv sammen med sølv. Så lenge kvikksølv er bundet opp i sølv, vil det ikke utgjøre noen fare for miljøet. Sølv har lav løselighet i vann, men kvikksølv har enda lavere. Kvikksølvholdig sølv som er eksponert for vær og vind vil sakte, men sikkert løses opp. I denne prosessen er det først og fremst sølv som løses opp og fraktes bort med vann, mens kvikksølv blir liggende igjen. Det hele skjer imidlertid svært sakte, og vi kan gå ut fra at det vil ta lang tid før det blir avsatt så store mengder av kvikksølv at det utgjør et miljøproblem.

Kilder

- Berg, B.I. (1986): Amalgamationsversuche in Kongsberg, i: "200. vyrocie zavedenia nepriamej amalgamácie a zalozenia I. medzinárodnej vedeckej spoločnosti na svete", Donovaly - Sklené Teplice - Banská Stianica 1986, 144–156 (tysk, slovakisk oppsummering).
- Berg, B.I. (2020): *Sølvtyverier i Kongsberg 1623–1861*. Museumsforlaget.
- Brünnich, M.T. (1777): *Forsøg til Mineralogie for Norge*. Prisskrift, Trondheim.
- Domeyko M.I. (1841): Sur les mines d'amalgame natif d'argent d'Arqueros, au Chili. – Description d'une nouvelle espèce minéralogique, et du traitement par la méthode américaine. *Annales des Mines III* **20**, 255-307.
- Folkestad, B. & Misund, A. (1988): Avfallsfyllinger og industritomter med deponert spesialavfall. Forsøkskartlegging i Buskerud fylke. Hovedrapport. *Norges Geologiske Undersøkelse, Rapport 88120*.
- Fusdahl, J. (2019): *Amalgamasjonsmetoden på Kongsberg Sølvverk 1789–1804. En ny raffineringss metode for et sølvverk med stadig mindre sølv*. Masteroppgave i historie, UiO.
- Kjerulf, T. & Dahll, T. (1861): Om Kongsbergs ertsdistrikt. *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne* **11**, 173-207.
- Kotková, J., Kullerud, K., Šrein, V., Drábek, M., & Škoda, R. (2018): The Kongsberg silver deposits, Norway: Ag-Hg-Sb mineralization and constraints for the formation of the deposits. *Mineralium Deposita* **53**, 531-545. <https://doi.org/10.1007/s00126-017-0757-1>
- Kullerud, K., Kotková, J. & Škoda, R. (2020): Imiterite (Ag₂HgS) and a silver amalgam from the Kongsberg silver mines. *Norsk Mineralsymposium* **2020**, 53-57.
- Laagendalsposten 23.2.1973: Hvor kommer kvikksølv i Lågen fra?
- Laagendalsposten 20.3.1973: 20 kilo kvikksølv i en bekk i Saggrenda.
- Laagendalsposten 21.3.1973: Omgående undersøkelse av fisken i Saggrenda.
- Laagendalsposten 22.3.1973: Finnes det kvikksølv ved den gamle smeltehytta?
- Laagendalsposten 30.3.1973: Ikke kvikksølv ved smeltehytta.
- Laagendalsposten 13.4.1973: Det glinser av kvikksølv i bekken.

Laagendalsposten 23.5.1973: Kvikksølvet i fisken er langt over faregrensen.

Laagendalsposten 13.9.1973: kvikksølvkilden i Kongsberg må finnes.

Laagendalsposten 17.11.1973: Kvikksølv brukt i industri i Kongsberg for 200 år siden (Per Sunmann).

Laagendalsposten 24.11.1973: Kvikksølvet i Lortebekken er fjernet.

Laagendalsposten 22.06.2017: Frisk fisk på Knuten.

Laagendalsposten 27.5.2021: Ikke spis for mye abbor fra Lågen.

Moen, K. (1967): *Kongsberg Sølvverk 1623–1957*. Universitetsforlaget.

Norske Reise Anno 1733. Faksimileutgave, Poul Kristensens Forlag, 1992.

Pisani, F. (1872) : Sur un nouvel amalgame d'argent de Kongsberg, en Norvège. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* **19**, 1274-1275.

Reid, F. (2017): *Medicine in the First World War Europe: Soldiers, Medics, Pacifists*. Bloomsbury Academics.

Riiber, C. (1947): Omleggingen av hyttedriften ved Kongsberg Sølvverk i årene 1904-08. *Tidsskrift for Kjemi, Bergvesen og Metallurgi* **1947**, 76-84.

Rigsarkivet, København, Ny Kgl. Saml. Quarto 1579 B.

Riksarkivet, Rentekammeret, Kongsberg Sølvverks regnskaper 1665–1670 (Rca 6–7).

Riksarkivet, Rentekammeret, Bergverkskontoret, kgl. res. 11.07.1725, 15.12.1728, 12.03.1731 (Mfd 135, 136, 138).

Schlüter, C.A. (1738): *Gründlicher Unterricht Von Hütte-Werken*. Braunschweig.