



NMKF-UTFLUKT LØRDAG 27. AUGUST 2011 TIL KONGSBERG (SØLV - VÅPEN - RADAR)



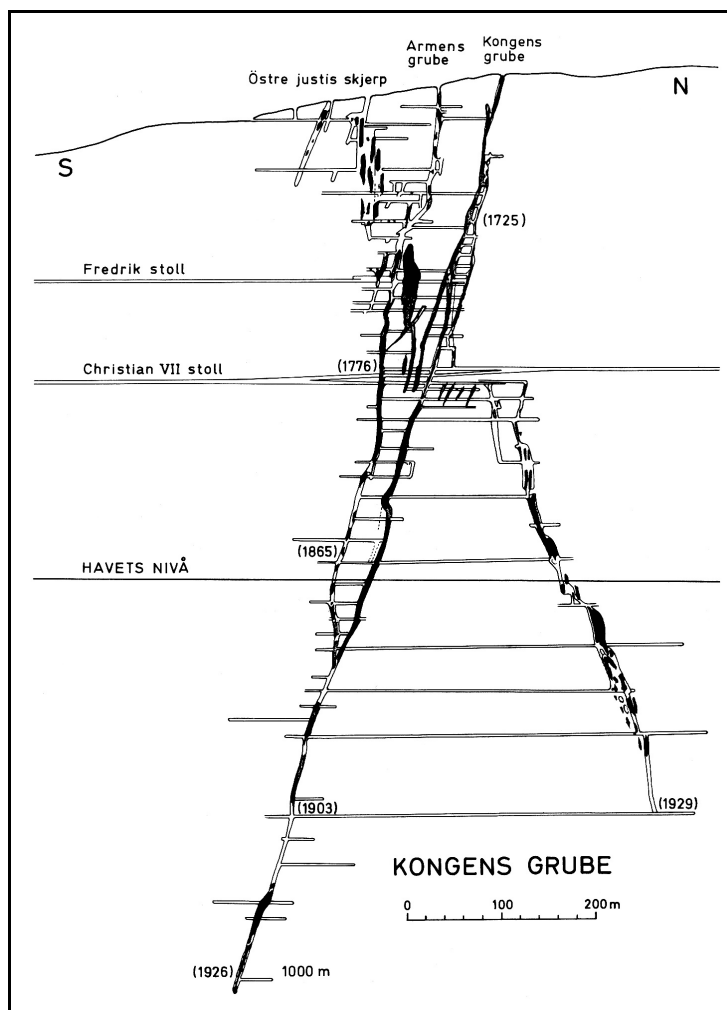
Kongsberg Sølvverks historie strekker seg 335 år fra 1623 til 1958. Og som så meget annet, knytter det seg sagn til denne enormt rike sølvgruven.



I henhold til legenden skal Kongsberg sølvforekomster, som ligger ca. 80 km vest for Oslo, ha blitt funnet av en ung pike og en ung gutt som gjette kyr i fjellet. Sølvet skal ha blitt funnet da stor-oksen skrapte vekk mosen fra berget. Nå mente Kongen at alle edle metaller som gull og

sølv tilhørte "de edle", nemlig Kongen selv. Kong Christian IV av Danmark og Norge beordret byggingen av Kongsberg Sølvverk i 1623. Det følgende år besøkte Kongen funnstedet for sølv, som fikk navnet "Kongens Grube", og Kongen grunnla byen Kongsberg (som jo betyr Kongens berg) under sitt besøk. "Kongens Grube" viste seg å være den rikeste av de mange hundre gruber og skjerp i det ca. 5 x 20 km store sølvgruveområdet. Denne gruen nådde til slutt et dyp på 1076 m, 450 moh (se figuren til høyre, fra Bugge, 1931).

Kongsberg Sølvverk var i drift fra 1623 til 1958. Den totale sølvproduksjonen har blitt estimert til ca. 2000 tonn, hvis man tar hensyn til metallurgiske svinn ved utvinningen, og tyverier. Mye av sølv, ble fraktet til København, og bidro til å finansiere Kongens mer eller mindre vellykkede kriger. Det norske samfunn fikk nytte av Sølvverket gjennom opprettelsen av et pengesystem, et trykkesystem, en yrkesskole, og i 1757 den første akademiske utdanning: Bergseminaret på Kongsberg.



Bergseminaret på Kongsberg utgjorde grunnlaget for det nåværende Universitetet i Oslo, som ble grunnlagt i 1811 (200 års jubileum i år). De omfattende mineralsamlingene ble flyttet fra Bergseminaret på Kongsberg til Oslo, og er nå en del av samlingene ved Naturhistorisk Museum på Tøyen i Oslo. Sølvprøver utstilt i Museet har blitt avbildet i den internasjonale vitenskapelige litteratur. Da innbruddstyver stjal sølvprøver fra Museet i 1975, ble de sannsynligvis umulige å selge, og kom til slutt tilbake til Museet i 1991.

Enestående sølv

Gedigent (rent) sølv fra Kongsberg er enestående på grunn av sin nydelige opptreden som trådsølv, ofte dannet i åpne hulrom. Trådsølv består av lange rekker av små sølvkrystaller, som vokste fra sølvsulfid-mineralet argentitt (sølvglans). Denne opptreden av sølv kan ses på som en form for dendrittisk krystallvekst. Massivt gedigent sølv er muligens den hyppigst opptredende form sølvet opptrer i på



Kongsberg, hvor sølvet kan opptre fra tynne sprekkefyllinger til gigantiske klumper. Den største sølvklumpen ble funnet i Kongens Grube i 1867, og veide ca. 500 kg. Gode sølvkrystaller, til og med fortvillinget, er sjeldne i naturen, men har blitt funnet i opp til 3 cm lengde på Kongsberg. Sølv har blitt utfelt både fra argentitt og direkte fra de mineraliserende løsningene.

Kongsberg-sølv er vanligvis ganske rent, med 1-2% kvikksølv og i gjennomsnitt bare ca. 0,005% gull. Lokalt, som en sjeldenhet, har det blitt funnet en 50:50 sølv/gull-legering (elektrum), og lokalt har det vært rapportert et kvikksølvinnhold opp til 23% i sølvet.

Geologi



I Kongsberg-feltet er bergartene prekambriske gneiser, hvorav de fleste av dem har gjennomgått intens deformasjon, med aldre fra ca. 1600 til 1000 millioner år. Bergartene har fått et båndet utseende gjennom tett (isoklinal) foldning. Karakteristisk for feltet er opptreden av sulfid-førende soner kalt "fahlbånd" med opptil 8 volum-% pyrrhotitt (magnetkis) +/- pyritt (svovelkis). Feltet ble for ca. 500 millioner år siden dekket av svarte alun-skifre og andre sedimentære bergarter, og senere sannsynligvis også permiske lavaer.

Sølvgrubene ved Kongsberg befinner seg vest for og nær den vestre grense til den permiske kontinentale Oslo-riften. Sprekker ble fylt med diabas-magma, og andre sprekker ble fylt med varme vandige "hydrotermale" løsninger. Begge disse typer ganger skar seg gjennom Kongsberg-bergartene i permisk tid for ca. 265 millioner år siden. Det første hydrotermale systemet krystalliserte hovedsakelig kvarts pluss sulfid-mineralene galenitt (blyglans), sfaleritt (sinkblende), kalkopyritt (kobberkis), og pyritt (svovelkis). Det andre separate hydrotermale systemet krystalliserte hovedsakelig barytt (tungspat). Et tredje hydrotermalt gangsystem avsatte kalsitt (kalkspat) som det dominerende gang-mineralet, og førte (i krystallisasjons-rekkefølge) bl.a. pyritt (svovelkis), fluoritt (flusspat), galenitt (blyglans), sfaleritt (sinkblende), kalkopyritt (kobberkis), sølv-sulfosalt-mineraler, argentitt (sølvglans), gedigent sølv, og pyrrhotitt (magnetkis), i tillegg til små mengder kobolt- og nikkel-arsenid-mineraler. Tilknyttet de sølvførende kalkspatgangene finner vi en omfattende omvandling av sidestenen til kloritt. I gangene fins det et kull-lignende stoff kalt "kullblende". Grubefolkene fant det såpass ofte sammen med sølv, at de sa: "Ingen kullblende -- intet sølv".

Grubefolkene fant også at sølvet oftest ble funnet der kalkspatgangene krysser fahlbånd. Ekstra rike sølvfunn gjorde man i de såkalte "hovedganger", der kalkspatgangene krysset de eldre gangene med kvarts og sulfid-mineraler.

Sølv-dannelsen

Mange teorier har blitt lansert gjennom årene om hvordan Kongsberg-sølv skal ha blitt dannet. Forskere tilknyttet Mineralogisk-Geologisk Museum i Oslo har utført forskjellige typer forskning på dannelsen av Kongsberg-sølv gjennom mer enn de siste 50 år. Henrich Neumann hevdet i 1944, at selv om det ikke fantes beviser for at sølvførende oppløsninger hadde blitt dannet fra de avkjølede magmatiske vandige løsninger fra den permiske Drammen-granitten ca. 30 km borte, pekte alle indisier på dette, "og å tvile på dette ville være å introdusere unødvendige komplikasjoner".

Utfordringen for forskning i malmgeologi er å finne ut hvor hver av alle de forskjellige bestanddeler av en malmforekomst kom fra. Det er ikke nødvendigvis slik at alle bestanddelene kom fra én og samme kilde. I dag har vi mange nye metoder for å løse problemer om malmdannelse, som Neumann ikke hadde for mer enn femti år siden. Norman & Segalstad viste i 1978 at isotopene av strontium (Sr) og innholdet av de sjeldne jordarts-grunnstoffene (REE) i flusspater fra Kongsbergs sølvførende ganger var identiske til de tilsvarende stoffer i sidestenenene. Det var derfor ingen geokjemiske likheter med de permiske granittenes Sr eller REE.

Ved å estimere tykkelsen av de bergarter som må ha ligget over Kongsbergs sølvforekomster, har det blitt beregnet at mineralene i gangene krystalliserte på dyp mellom 3 og 4 km. Hvis man antar at de sølvmineraliserende løsninger nådde helt opp til den daværende overflaten (som varme kilder), ville det hydrostatiske trykket fra væskesøylen utøve et trykk på ca. 350 atmosfærer. Gjennom studier av væskeinneslutninger innfanget i mineraler under krystallveksten, kunne Johansen og Segalstad vise i 1985 at væsketemperaturen hadde variert mellom 200 og 300 grader C, og at saltholdigheten i løsningene hadde variert mellom 0 and 35 vekt-% NaCl-ekvivalenter. Dataene fra de sølvførende gangene viste også at det måtte ha vært minst 3 oppvarmings- og avkjølings-episer.

De tilknyttede tynne diabas-gangene kunne ikke ha hatt nok varme til å kunne varme opp hele det store hydrotermale systemet på Kongsberg. Norman & Segalstad viste imidlertid at samtidige flusspat-forekomster måtte ha blitt dannet fra meget varme og salte løsninger geokjemisk tett assosiert med lokale permiske biotitt-granitt-kropper (tilsvarende Drammen-granitten) meget nær Kongsbergs sølvforekomster. Slike granitt-magmaer kunne være mulige varmekilder under de sirkulerende hydrotermale løsninger i Kongsbergfeltet.

Nye data

Det gedigne sølvet har blitt avsatt under perioder med oppvarming fra 250 to 300 grader C, samtidig med en avtagende saltholdighet av løsningene fra ca. 25 til mindre enn 20 vekt % NaCl-ekvivalenter. Kalkspat-årer med kullblende i fahlbånd, som ikke nådde tilstrekkelig temperatur eller saltholdighet, har man ikke funnet inneholder sølv. Resultatene fra væskeinnslutnings-studiene har altså gitt oss flere kriterier for opptreden av sølv på Kongsberg enn regelen om kalkspatgangens fahlbåndkryssing og de gamle grubefolks regel om tilstedeværelse av kullblende. De nye data viser at tilstedeværelse av svovel i sidestenen og kullblende i kalkspatgangene ikke alene var tilstrekkelig for å avsette sølv fra løsningene.

Analyser av de stabile isotoper av svovel, karbon, oksygen og hydrogen har blitt rapportert av Segalstad. Han viste at sulfidmineralene i gangene måtte ha ekstrahert svovel fra fahlbåndene gjennom vann/bergarts-reaksjon. Karbon-isotopene viste at karbonet i kalkspat og kullblende kom fra Oslofeltets svarte alun-skifer. Oksygen- og hydrogen-isotopene viste at løsningene var "skorpevann", væsker som hadde gjennomgått en omfattende sirkulasjon gjennom sidestene, og ekvibrert seg med dem gjennom vann/bergarts-reaksjoner. Svovel-isotopene i barytt-ganger har samme verdier som for sulfat i permisk havvann, noe som kan antyde at metallkompleksdanneren klor kunne ha kommet fra oppløsning av permiske evaporitter (saltavleiringer).

Oksygen-isotopene viste videre at tidlig dannet kvarts i gangene ble avsatt i et åpent system, men at den senere dannete kalkspaten ved hvert sølv-dannende stadium krystalliserte i et lukket system. Dette er informasjon av vesentlig betydning for forståelsen av hvordan sølvet på Kongsberg ble avsatt.

Termodynamikk

Hver kjemiske forbindelse er karakterisert av forskjellige matematiske uttrykk for forbindelsenes indre energi. Disse energi-funksjonene for kjemiske forbindelser har blitt funnet ved eksperimenter, og vil i sin tur være avhengige av temperatur, trykk, og sammensetningen og tilstanden til det aktuelle kjemiske system. Ved å sette inn verdier for de fundamentale energiforholdene for kjemiske forbindelser i datamaskin-programmer, er det mulig å beregne de såkalte termodynamiske (eller mer presist termokjemiske) egenskaper for det aktuelle system. På denne måten kan vi beregne hvilke mineraler som vil være stabile, hvilke mineraler som vil gå i oppløsning, hvor mye av de forskjellige kjemiske stoffene og forbindelsene som vil være i oppløsning, surhetsgraden (pH) for løsningen, sammensetningen for de stabile isotoper for alle deler av systemet, etc., alt som en funksjon av saltholdighet, temperatur og trykk.

Slik kvantitativ termodynamisk modellering av det sølvdannende system på Kongsberg har blitt utført av Segalstad, som fant at løsningene måtte være svovel-fattige og karbon-rike. Løsningene reagerte med sidestenen i et lukket system, som gjorde at løsningenes pH økte. Mest sannsynlig hadde løsningene oppløst sølv fra de metallrike svarte alun-skiferne. Beregningene viser at mesteparten av sølvet ble transportert i løsningene som et sølvdiklorid-kompleks. De tidlige utfelte sulfid-mineralene trakk ut svovel fra løsningene. Dette gjorde det mulig for gedigent sølv å felles ut, både fra omdanning av allerede utfelt argentitt (sølvglans) og direkte fra løsningene. Sølvutfellings-prosessen fortsatte inntil pyrrhotitt (magnetkis) krystalliserte fra løsningene, når likevekt var blitt nådd med de omgivende fahlbånd pyrrhotitt, og sølvutfellingen stoppet.

Løseligheten av sølv i vann øker når det er et kompleksmiddel til stede. Særlig klor og svovel vil kunne øke løseligheten. Men stabiliteten av de forskjellige sølvkompleksene vil variere med pH, saltholdighet, svovelmengde, temperatur, oksydasjons/reduksjons-forhold, og andre stoffer til stede.

I et datamaskinprogram, med termodynamiske data for 350 relevante kjemiske reaksjonsligninger, ble observerte data for sølvdannelsen på Kongsberg lagt inn. Ved oppvarming av løsningene fra 200 til 250 grader C, ville løsningene være i stand til å øke sitt sølvinnhold med 1000 ganger, fra 0,005 til 5 gram pr. tonn (ppm) vann. Ved videre oppvarming synker løseligheten av sølv, og opptil 90% av det oppløste sølvet vil nå kunne felles ut. Ved etterfølgende avkjøling til 200 grader C vil ytterligere opptil 9,9% av oppløst sølv kunne felles.

Hele denne prosessen konsentrerer tilgjengelig sølv i området, og har en potensiell total effektivitet på 99,9%. Total mengde sølv i de overliggende alunskifer i sølvverksområdet er ca. 10 ganger høyere enn den mengde sølv

som vi formoder ble tatt ut gjennom Sølvverkets 335 års drift. De naturlige sølv-konsentrerings-prosessene tok ut og konsentrerte bare ca. 10% (kjent utdrevet) av det tilgjengelige sølvet i området.

Sølvverket nedlegges

Da Sølvverket ble endelig nedlagt i 1958 (siste sølv-smelting 15. februar 1958), hadde avviklingsstyret (med høyesterettsadvokat Alf Nordhus som formann, og daværende konsulent i Industridepartementet Harry Lindstrøm som sekretær) fastslått at det fortsatt sto drivverdig malm igjen i bunnen av Kongens Grube og andre steder. Imidlertid var sølvprisene på et bunn-nivå. Alle de kilometerlange gruvegangene var drevet for at "hjemmelaget" utstyr skulle fraktes i gruvene. Utstyret var nedslitt, og måtte byttes. Skulle det kjøpes inn nytt utstyr, måtte gruvegangene utvides for å tilpasses det kommersielt tilgjengelige utstyret, som var større enn på Kongsberg. Følgelig sto man foran en enorm utfordring, som eieren Staten ikke turde å gi noen økonomisk garanti for. Nedlegging ble eneste utvei. Som en skjebnens ironi steg sølvprisene enormt etter Sølvverkets nedleggelse. Og de geologiske vurderingene utelukker ikke at det fortsatt befinner seg sølv-rikdommer på Kongsberg.



Det sentrale området for grubedriften på Kongsberg rundt år 1700 vises her i et håndkolorert kobberstikk. De enkelte gruvene er indikert med tall, og vi ser dammer, vannledninger, og tekniske installasjoner. Langs elven, mellom de to broene, ser vi sølvsmelteverket. Her er i dag Norsk Bergverksmuseum. Fra Museum Regium, Hafniae 1710.

KONGSBERG VÅPENFABRIKKS MUSEUM

Mineralforekomster utfelt fra varmt vann, såkalte hydrotermale mineralforekomster, er kjennetegnet ved ujevn malmføring. Man finner at malmen snører ut, og man må kanskje grave mye for å finne neste funn av utsvellende malm, såkalt "pinch and swell"-malmføring.

Sølvverkets historie er derfor karakterisert av når de rike malmfunn ble gjort, og når det ble drevet videre i gråberget for å finne det neste store malmfundet. Når sølvtilgangen sviktet, skyldte man på dårlig ledelse. Og korrupsjon. En slik periode var f.eks. 1724-1732. Bergkassererne ble avsatt en etter en pga. kassemanko. Myntmester Meyer påpekte mangel på metall ved utmyntingen i 1727. Men ble tiltalt for falskmynteri og funnet skyldig. Straffen var døden, men Meyer slapp med pisking, brennemerking og fengsel på livstid. Sin uskyld hevdet han til sin død.

I periodene med lite eller ingen sølv malm, kunne Sølvverkets dyktige teknikere og ingeniører gjøre annet arbeid. I gruvene hadde de konstruert sofistikerte tekniske anlegg. Og på fritiden gikk de på jakt. Ofte med våpen de selv

hadde laget. I 1805 kommer nok en pause for Sølvverket pga. mangel på sølvsmelt (som varer til 1816). Arbeidsstokken ved Sølvverket synker fra 4000 i 1771 til bare 50 i 1805. Det blir da i 1814 opprettet en statseid våpenfabrikk på Kongsberg, "*Kongsberg Jernverk og Våpenfabrikk*", som i stor grad benyttet de arbeidsledige gruveteknikerne og -ingeniørene. Jernverket lå allerede vegg i vegg med Sølvverket. Politikerne så betydningen av å ha en egen våpenindustri i Norge, nettopp frigjort fra nesten 400 år under Danmark. I 1824 ble Kongsberg Våpenfabrikk (KV) utskilt fra jernverket, som i sin tur ble solgt på auksjon og senere nedlagt i 1879.

Først produserte KV blankvåpen og håndskyttevåpen for de norske militære styrker. I 1825 kunne KV presentere sin første egenutviklede våpenmodell, "Kongsberg-geværet M/1825", et munningsladet flintlås-gevær, som ble godt mottatt. Commisariats-Collegiet hadde nemlig instruert KV om hva slags våpen som Hæren trengte. Det kom også forespørsler om KV kunne produsere kanoner, bomber, granater, kuler og musikkinstrumenter til Forsvaret, men foreløpig var KV for liten. De var på den tiden bare i stand til å produsere 9 geværer med tilhørende bajonetter hver arbeidsdag med 8-10 mann. 1915-1916 hadde fabrikken 30 mann ansatt + lærlinger.

Arbeidsstokken økte, og fabrikken ble utvidet. I 1844 leverte KV et stort antall kammerladningsgeværer med perkusjonstenning til Numedalske musketerkorps. Kaliberet var ca. 16,8 mm. Året etter hadde fabrikken 150 mann i arbeide, hvorav 110 var filere.

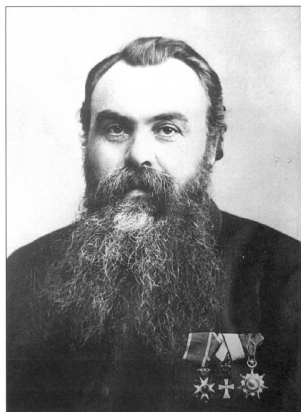
Teknologisk skjedde det nå en utvikling på våpensiden i verden. Inntil nå var våpnene glattborede, noe som gjorde at treffsikkerheten ikke var særlig god. Franskmannen Claude-Etienne Minie oppfant riflede løp, som styrer blyprosjektilet og gir det en stabiliserende rotasjon ut av løpet. Forsyth fant opp knallperlen, som antente kruttladningen ved anslag, i stedet for antenning av en lunte. Og prøysseren Johann Nicolaus von Dreyse oppfant det spesielle vri- og skyv-sluttstykket, som vi senere kjenner fra Mauser- og Krag-Jørgensen-våpenene. I tillegg kom oppfinnelsen til Britisk Small Arms av den utkragede metallhylsen. Denne tetter mot gasslekkasjer bakover, slik at all kruttgass benyttes til å skyve prosjektilet ut av løpet, og til å slå sluttstykket tilbake for fremføring av en ny patron fra magasinet. Det halvautomatiske repetér-våpenet var født.

I 1867 ble Remington-geværet innført i den norske Hæren, og geværet skulle produseres på lisens av KV. Dette var et "moderne" våpen med enhetspatroner med randtenning, men enkeltladet i kaliber ca. 12,17 mm. I 1876 ble Krag-Petersson repetér-geværet i kaliber 12 mm valgt av Marinen som nytt magasin-gevær. Nesten tusen geværer ble produsert i Sverige og i Norge, men bare 17 geværer av denne type ble laget av KV for utprøving.

Fra 1868 til 1872 ble maskiner innkjøpt til KV for første gang. Inntil da hadde alt på våpenene blitt laget for hånd. **Ole Herman Johannes Krag** (1837-1916) ble direktør for KV i 1880. Krag var født og oppvokst i Vågå, hvor faren var sogneprest. I 1854 begynte Krag på Krigsskolen i Christiania [Oslo], hvor man fikk den beste tekniske utdannelse i landet. Han ble utdannet i 1857, og utnevnt til sekondløytnant i 1. Akershusiske Brigade. Krag var opptatt av å forbedre verktøyene, og konstruerte bl.a. et niveller-instrument og et fengrør for tennhetter. Han var den første som brukte nitroglyserin til fjellsprenkning i Norge. Bildet viser Krag som kaptein, ca. 1893.



Krag ble forfremmet til premirløytnant, og begynte på den militære høyskolen. Senere ble han beordret som kontroll-aspirant ved KV. Her fikk han en videreutdannelse tilsvarende en børsemaker. Til eksamen skulle han bl.a. lage et gevær selv. Krag's eksamensgevær fra 1868 skal være bevart ved KV's museum.



Ferdig utdannet som kontroll-offiser, begynte Krag å arbeide med egne våpenkonstruksjoner, først med modifikasjoner av Remington-geværet. Sammen med børsemaker **Erik Jørgensen** (1848-1896) ved KV konstruerte de et helt nytt magasingevær, som i 1889 ble tatt i bruk av den danske hæren. Bildet viser Jørgensen ca. 1895, etter tildeling av St. Olavs Orden. Det norske forsvaret gjennomførte denne tiden omfattende prøver av våpen og forskjellige kalibre, for å finne det beste våpenet. Imens opprettet Krag og Jørgensen "A/S Krag-Jørgensen Geværcompagni" (KJGCo), og tok patent på våpenet i en rekke land.

I 1892 ble geværet antatt til bruk i de væpnede styrker i USA (US Magazine Rifle M 1892), etter grundig utprøving av 53 geværmodeller! Den norske "Geværkomiteen af 1891" anbefalte geværet til bruk for de norske militære styrker i 1894, også etter grundige tester av mange geværer. Det førte til at Krag-Jørgensen-geværet ble produsert i flere hundre tusen eksemplarer, hvorav 250.000 bare i Norge, over en periode på 60 år!

Etter 2. verdenskrig ble KV modernisert, og bygget opp høyteknologisk kompetanse. Forskjellige kanoner ble produsert. Et samarbeide med Forsvarets Forskningsinstitutt ledet frem til produksjon av et missil til bruk fra de norske motortorpedobåtene (MTB). Produktet ble hetende Penguin, og ble etterhvert på 1970-1980-tallet også solgt til Tyrkia, Hellas og Sverige. Til og med USA fikk øynene opp for den lille pingvinen, og kjøpte et stort antall mellom 1984 og 1990. KV's erfaringer ble videreført i prosjektet Norsk Sjømåls-Missil, NSM.



Etter hvert ble det fra KV utskilt et eget selskap for militær virksomhet, kalt Norsk Forsvarsteknologi, i 1987. For flere detaljer, se f.eks. artikkelen om Kongsberg Våpenfabrikk på Wikipedia.

TYSK WW2-RADAR VED KONGSBERG

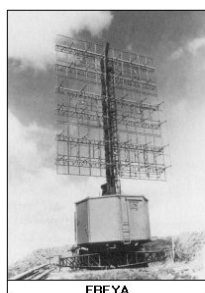


Den tyske radaren på Sulusåsen (365 moh) ved Kongsberg fra den andre verdenskrig er en vel bevart hemmelighet, helt til i dag! Tyskerne kalte alle sine radarer for "lyttestasjoner", uten å røpe at stasjonen var en radar. Radar-prinsippet går ut på at man sender ut pulserende radiosignaler. I mellomrommene mellom radiopulsene lyttes det etter reflekterte radiosignaler. Ut fra dette kan retning, avstand, høyde og hastighet av andre objekter bestemmes, f.eks. av fly i luften. Prinsippet blir lignende flaggermusens form for navigasjon.

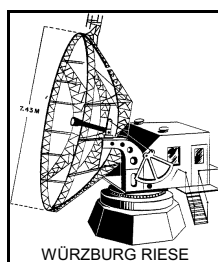
Radaranlegget på Sulusåsen besto av en stor antenne (som ikke står der lenger) og en sekskantet radarhytte med sender- og mottaker-utstyret. Radaren var av type **FREYA**. Radarhytten er den best bevarte Freya-hytten i Norden, muligens i hele Europa. Og det er den eneste som står på samme sted som den ble oppsatt av tyskerne!



Stasjonens kallesignal var "*Sauerampfer*". Den arbeidet sammen med to andre radarer av type **WÜRZBURG RIESE**, som sto noen meter mot sørøst. Men der er det kun betong-soklene og smårester igjen, forteller kaptein Georg Vedeler, som sammen med andre har forsøkt å kartlegge restene etter tyskernes radarer fra andre verdenskrig i Norge. Ifølge websiden www.geocaching.com skal radarhytten på Sulusåsen fortsatt inneholde mange av radarens kontrollenheter (fotografiet er fra denne websiden).



SEETA
EARLY GERMAN RADARS
(US NATIONAL ARCHIVES)



Den andre verdenskrig var dominert av luftmakt, både ved offensiv og defensiv krigføring, inkludert støtte av bakkestyrker, krigføring til sjøs, i etterretning og til transport. Samtidig var luftmakten avhengig av tidlig varsling og deteksjon, navigasjon, målidentifikasjon og ildledningsstøtte. Derfor foregikk det en intens forskning på radiosystemer, som ville kunne støtte striden.

Mange land (bl.a. Tyskland, England, USA, Japan) hadde oppfunnet radar-systemer, men de trodde alle at ingen andre hadde funnet på det samme. Det ble et sjokk å se at andre makter hadde radarer. Og en intens jakt

begynte for å finne ut hvordan motstandernes radarer virket. For deretter å utvikle systemer som kunne lure (villede) eller blokkere (jamme) motstanderens radar.

FREYA-radaren, som sto på Sulusåsen, var en tidlig-varslings-radar for luftangrep. Plasseringen var for å kunne få en tidlig varsling om flyangrep på Kongsberg Våpenfabrikk. Tyskerne produserte totalt ca. 1000 av disse radarstasjonene fra 1938 til krigens slutt. Operasjons-frekvensen var først 120-130 MHz, men utvidet til 57-187 MHz mot slutten av krigen. Sendereffekten var 15-20 kW. Pulshastigheten var 500 pulser i sekundet, og rekkevidden var ca. 150 km.

Radaren var først tenkt oppkalt etter den norrøne guden *Heimdall*, som var gudenes vaktmann, og kunne se langt, både dag og natt, i alle retninger. Men det ville være et for opplagt navn på en radar! Imidlertid vaktet Heimdall på det flotte halsring-smykket *Brisingamen* for fruktbarhetsgudinnen *Frøya*, som også var krigsgudinne. Og der fikk tyskerne linken mellom *Heimdall* og *Frøya* (*Freya*), hvor sistnevnte ga navnet til radarsystemet.

SEETA-radaren var særlig i bruk fra land mot skip og ombord i marinefartøy, og ble også satt i drift i 1938. Tyskerne produserte ca. 200 av disse radarene. Operasjons-frekvensen var 368-390 MHz, sendereffekten var

8 kW, pulshastigheten 500 pulser pr. sekund, og rekkevidden ca. 30 km (eller mer, hvis den var plassert høyere på land).

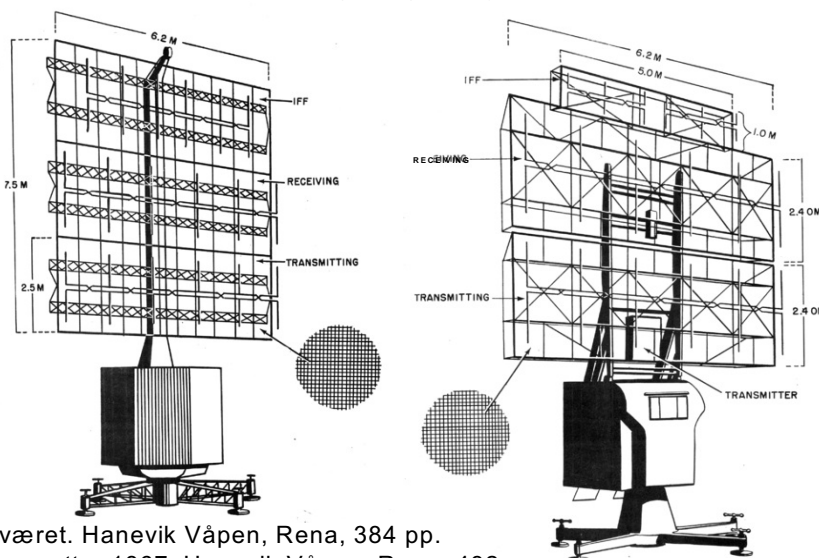
WÜRZBURG RIESE [Riese = gigant] var tiltenkt nedskyting av fly ved styring av antiluftskyts. Tyskerne produserte ca. 1500 av disse fra 1941 til krigens slutt. Operasjons-frekvensen var 517-566 MHz, sendereffekten 7-11 kW, pulshastigheten 1875 pulser pr. sekund, og rekkevidden var ca. 60 km for søk, og ca. 33 km for målfølge. Parabol-antennen hadde en åpningsdiameter på 7,43 meter, som var absolutt gigantisk.

I tillegg hadde tyskerne utviklet en rekke andre radarer, med navnene MAMMUT, WASSERMANN, JAGDSCHLOSS, MANNHEIM, WÜRZBURG D, og LICHTENSTEIN, m.fl..

Ved starten av 2. verdenskrig hadde tyskerne utviklet systemer for nattbombefly. De skulle følge bestemte VHF radiostråler like over 30 MHz, og skulle slippe bomber når forskjellige radiostråler krysset hverandre. Systemene het "X-Gerät" og "Knickebein". Britene lagde imidlertid systemer for både å villed (kalt "Moonshine") og å jamme (kalt "Mandrel") de tyske signalene. Tyskerne fulgte opp med et nytt system, "γ-Gerät" på 42-48 MHz, som igjen ble passifisert av Britene (av et system kalt "Benjamin").

Britenes radar "Chain Home" opererte mellom 20 og 52 MHz, og var ikke så god og fleksibel som tyskernes. Britene trodde ikke tyskerne hadde radar, fordi de opererte på så høye frekvenser at britene ikke trodde det var mulig. Etterhvert fant britene ut at tyskerne hadde utplassert 27 Freya-radarer mellom Bourdeaux i Frankrike og Bodø i Norge pr. slutten av oktober 1941. I begynnelsen av 1942 fant britene at tyskerne hadde en ny type radar, Würzburg, ved Bruneval nær Le Havre. Britene iverksatte et raid, og kapret hele radarstasjonen til tyskerne pluss en radar-operatør! Dette la grunnlaget for de alliertes elektroniske krigføring mot tyske radarer.

Til høyre: Illustrasjoner av FREYA-radarens antenner. Nederst for sending (transmitting), i midten for mottak (receiving), øverst IFF (Identification Friend or Foe) for gjenkjenning av venn eller fiende. Antennen besto av vertikale dipolelementer fødet i fase, foran en reflektor av netting. Illustrasjon fra Wikipedia.



KILDER (utvalg)

- Hanevik, K.E. 1994: Krag-Jørgensen geværet. Hanevik Våpen, Rena, 384 pp.
- Hanevik, K.E. 1998: Norske militærgeværer etter 1867. Hanevik Våpen, Rena, 432 pp.
- Hanevik, K.E. 2003: Kongsberg-Colten. Hanevik Våpen, Rena, 400 pp.
- Helleberg, O.A. 2000: Kongsberg Sølvverk 1623-1958. Langs Lågen / Sølvverkets Venner, Kongsberg, 374 pp.
- Johansen, H. & Segalstad, T.V. 1985: Gangmineraldannelsen i Kongsberg sølvforekomst. I Vokes, F.M. (Red.): Malmgeologisk symposium: Nye malmtyper i Norge. NTH, Trondheim, p. 99.
- Moen, K. 1967: Kongsberg Sølvverk 1623-1957. Universitetsforlaget, Oslo, 482 pp.
- Neumann, H. 1944: Silver deposits at Kongsberg. Norges Geologiske Undersøkelse, Vol. 162, 142 pp.
- Norman, D.I. & Segalstad, T.V. 1978: Genesis of fluorite deposits associated with the Oslo paleorift, Norway. Geological Society of America, Abstracts & Program, Vol. 10, p. 464.
- Price, A. 2005: Instruments of darkness. The history of electronic warfare, 1939-1945; revised edition. Greenhill Books, London, 272 pp.
- Segalstad, T.V. 2001: Gedigent sølv fra Kongsberg. I Roaldset, E. & Sjulsen, S.-E. (Red.): Høydepunkter. Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo, pp. 34-39.
- Segalstad, T.V. 2008: Thermochemical modelling of the Kongsberg silver ore deposit, Norway. 33rd International Geological Congress, Oslo, Norway.
- Segalstad, T.V., Johansen, H. & Ohmoto, H. 1986: Geochemistry of hydrothermal processes at the Kongsberg silver deposit, Southern Norway. Terra Cognita, Vol. 6, p. 511.
- Vedeler, G. 2011: Personlig kommunikasjon om tyske WW2-radarer i Norge.
- Vogt, J.-C. & Vedeler, G. 2008: Luftromskontroll i Norge under 2. verdenskrig: Tysk radarteknologi og organisering. Militærhistorisk Selskab, NROF, foredrag 5. februar.

Dette heftet er skrevet av Tom V. Segalstad, 26. august 2011.

Utgitt av Sambandssoldatenes Forening / Norges Militære Kameratforeningers Forbund, Oslo, 2011.

Ettertrykk tillatt med kildeangivelse.