

1 MUSTAVAARAN KAIVOKSEN HISTORIA

1.1 Yleistä

Rautaruukki Oy on harjoittanut Mustavaarassa kaivostoimintaa vuosina 1976 – 1985.

Mustavaara on osa laajempaa Porttivaaran malmiesiintymää. Porttivaaran alueen malmiesiintymistä kiinnostuttiin ensimmäisen kerran jo 50-luvulla ja malminetsintää tehtiin 50- ja 60-luvuilla. Esiintymän koekairauksia tehtiin 1960- ja -70-lukujen vaihteessa ja vuonna 1971 tehtiin päätös kaivostoiminnan aloittamisesta. Suunnitelmissa oli 1 800 m pitkä, 130 – 290 m leveä ja 50 – 135 m syvä avolouhos. Louhinta ajateltiin ulotettavaksi tasolle +100 yhdeksänä 13 – 15 m korkuisena penkereenä. Malmin määräksi arvioitiin 38 miljoona tonnia. (Behre Dolbear & Co. Int., 2007)

Kaivoksen rakennustyöt aloitettiin vuonna 1973 ja tuotanto käynnistyi vuonna 1976. Kaivos oli 1970-luvun lopulla Länsi-Euroopan suurin vanadiinipentoksidin tuottaja ja maailmanlaajuisestikin merkittävä. Parhaimmillaan kaivos työllisti yli 300 henkilöä. Vuonna 1985 toiminta lopetettiin taloudellisesti kannattamattomana vanadiinin maailmanmarkkinahinnan laskiessa yltäarjonnasta johtuen.

Kaivoksen yhteydessä oli murskaamo, rikastamo ja tehdas vanadiinin erotukseen. Kaivos sai sähkönsä pohjoisesta Posion puolelta tulevan voimalinjayhteyden välityksellä. Aikaisempien toimintojen sijainnit on esitetty liitteessä 1.

1.2 Louhinta sekä murskaus- ja rikastusprosessi

Malmia louhittiin avolouhoksesta. Koko toiminnan aikana kaivoksen tuotanto oli noin 1,97 milj. tonnia magnetiittirikastetta, jonka keskimääräinen vanadiinipitoisuus oli 0,91 %. Valmista vanadiinipentoksidia valmistettiin kaikkiaan 23 582 tonnia. Malmia louhittiin 13,65 milj. tonnia ja sivukiveä lähes 4 milj. tonnia. Vuositasolla louhinta oli enimmillään noin 1,6 milj. tonnia malmia ja 0,98 milj. tonnia sivukiveä. Vastaavasti tuotanto oli vuositasolla enimmillään noin 240 000 tonnia magnetiittirikastetta ja edelleen lähes 3 000 tonnia vanadiinipentoksidia. Tuotettu vanadiinipentoksidi meni kokonaisuudessaan vientiin. (Behre Dolbear & Co. Inc., 2007)

Louhinta ja rikastus

Malmin louhinnassa käytettiin aniittiräjähteitä. Malmi murskattiin karamurskaimessa ja kaksivaiheisessa kartiomurskauksessa. Murskauksen välivaiheessa erotettiin seulonnalla jauhinkappaleet lohkare- ja palamylyihin.

Rikastusta varten malmi jauhettiin 0,037 mm raekokoon lohkare-, pala- ja kuulamylyillä. Jokaisen myllyn välillä oli märkämagneettinen erottelu. Ensimmäisessä erottimessa epämagneettisen aineksen osuus oli 50 – 70 %. Lopputuotteena rikastetta saatiin noin 15 % alkuarvosta malmimäärästä.

Erottelun jälkeen malmiliete saostettiin, suodatettiin ja kuivattiin kuivausrummussa. Kuivatusvedet johdettiin takaisin prosessiin märkämagneettiseen erotukseen ja epämagneettinen liete johdettiin sakeuttimen kautta rikastushiekka-altaaseen. Lopullisessa rikasteessa oli rautaa 62 %, titaanioksidia 9 % ja vanadiinia 0,9 %. Rikastusprosessissa ei käytetty kemikaaleja.

Vanadiinitehdas

Vanadiinitehtaalla rikasteesta valmistettiin vanadiinipentoksidia. Rikasteeseen sekoitettiin soodaa (natriumkarbonaattia) ja bauksiittia, se kostutettiin ja seos rullattiin uunissa kuuliksi.

Kuulat syötettiin sintrausuuniin, johon puhallettiin raskaalla polttoöljyllä lämmitettyä ilmaa, joka nosti uunin lämpötilaan 1 200 °C. Vanadiini vapautui kidehilasta magnetiitin hapettua ja sintrautuessa huokoisiksi pelleteiksi. Vapautunut vanadiini reagoi natriumin kanssa muodostaen vesiliukaisen natriumvanadaatin. Natriumvanadaatti uutettiin pelleteistä kuumalla vedellä ja 60 % rautaa sisältävät pelletit siirrettiin varastokasoihin myöhempää käyttöä varten. Rautapellettejä on myöhemmin kuljetettu Raaheen terästehtaalle.

Uuttoliuksesta poistettiin jatkoprosessia haittaavat silikaatit alumiinisulfaattiflokkauksen avulla silikaattisaostuksessa, jossa natriumvanadaattiliuoksen pH laskettiin rikkihapolla 12:sta tasolle 5 – 6 ja reaktoriin lisättiin alumiinisulfaattiliuosta. Erottelun jälkeen liuos pumpattiin vanadiinisaostukseen, jossa sen pH laskettiin rikkihapolla tasolle 2,2 – 2,4. Liuokseen syötettiin ammoniakkia tai ammoniumsulfaattia. Vanadiini saostui ammoniumvanadaattina ja sakka suodatettiin kammiosuotopuristimilla. Suodatuksessa erotettu liuos johdettiin jätealtaaseen ja vanadiinipitoinen sakka panoksittain varaston kautta sulatusuuniin. Uunissa sakasta haihtui ensimmäisessä vaiheessa jäännösvesi ja 350 °C lämpötilassa ammoniumvanadaatti hajosi ammoniakin poistuessa savukaasuihin. Vanadiinipentoksidi sulatettiin edelleen 900 °C lämpötilassa. Sula jäähdytettiin vesijäähdytteisillä lautasilla, joista se pakattiin tynnyreihin markkinoitavaksi.

Kaivoksen prosessikaavio on liitteenä 2.

1.2.1 Varastointi

Räjäytysaineita säilytettiin erillisessä varastossa rikastushiekka-altaan lähistöllä ja ammoniumnitraattia varastoitiin karkeamurskausaseman lähistöllä.

Kaivoksella on ollut teräksinen 500 m³ säiliö raskaalle polttoöljylle ja 80 m³ säiliö kevyelle polttoöljylle. Öljyä käytettiin vanadiinitehtaalla sintrausuunin ja sulatusuunin lämmitykseen ja kiinteistön lämmitykseen sen omassa lämpökeskuksessa. Säiliöiden ympärillä oli maavalleilla muodostettu suoja-allas. Rikkihappoa, natriumkarbonaattia (sooda) ja ammoniakkia varastoitiin erillisissä säiliöissä.

1.2.2 Vesihuolto

Kaivosalueen vesihuolto on kuvailtu viimeisimmän laaditun kaivoksen- ja rikastamon vesihuoltosuunnitelman mukaisesti (Oy Vesi-Hydro Ab, 1980). Rikastamon ja vanadiinitehtaan tarvitsema raakavesi otettiin pääasiassa Kuusijärvestä, josta se pumpattiin rakennettua putkiyhteyttä (6 000 m) myöten Sirniönlammen koillispuolella olevaan välialtaaseen. Välialtaan eteläreunalla sijaisi rantapumppaamo, josta vesi pumpattiin edelleen paineputkella prosessiin.

Sirniönlampi toimi tasausaltaana, joka oli maanalaisella putkella yhteydessä väli-altaaseen. Vettä sai ottaa Kuusijärvestä enintään 500 m³/h. Raakaveden lisäksi rikastamo ja vanadiinitehdas käyttivät selkeytettyä prosessin kiertovettä noin 1 100 m³/h (kierrätysaste noin 70 %). Prosessivesien lisäksi toiminnassa käytettiin jäähdytysvesiä, jotka johdettiin raakavesikiertoon. (Pohjois-Suomen vesioikeuden 65/75/II, 84/75/II ja 54/77/II, korkeimman hallinto-oikeuden 1837/76/AL ja vesiylioikeuden 19/78 päätökset)

Veden saannin turvaamiseksi kulutushuipuissa rakennettiin vuonna 1977 louheverhottu massiivinen moreenipato Sirniönlammen pohjoispäähän, mistä Sirniönjoki laskee kohti Vavelampea. Säännöstelyä suunniteltiin tasovälille +260,00...+261,50 (N60). Vedenotto Kuusijärvestä ja välialtaasta päättyi 1985 kaivostoiminnan päättyessä. Sirniönlammen padon rakentamiselle on vesioikeuden lupapäätös (54/77/II ja 72/83/I). Padon omistaa Rautaruukki Oy, joka myös vastaa patoturvallisuuslain mukaisesta tarkkailusta.

Samassa yhteydessä rakennettiin Sirniönjoen oikaisu-uoma, joka ohjaa joen vedet Unilammen ohi suoraan Unijokeen. Sirniönjoessa on välittömästi oikaisu-uoman alapuolella moreeninen pohjapato. Padon tarkoituksena oli estää kaivosalueelta tulevien vesien pääsy Unilampeen.

Puhdas käyttövesi otettiin laitoksen omasta pohjavedenottamosta (suunnitelma noin 50 m³/d), joka sijaitsi kaivosalueen eteläpuolella.

1.2.3 Jätevesien käsittely

Rikastamolta tuleva jätekiviliete pumpattiin sakeuttamoon. Sakeutuksesta vesi kierrätettiin takaisin prosessiin ja kuivattu liete pumpattiin rikastushiekka-altaaseen (kohdat 4.6 ja 6.8). Toiminnassa muodostui rikastushiekkaa noin 350 - 400 m³/h. Kaivoksen toiminnan aikana rikastushiekka-altaaseen on juoksutettu lietettä vuosikeskiarvona tarkasteltuna 0,12 – 0,22 m³/s (keskimäärin 0,16 m³/s) ja altaasta edelleen vesistöön 0,2 – 0,34 m³/s (ka 0,27 m³/s). Osa lietteestä johdettiin satunnaisesti jäteveden tasausaltaalle, josta se pumpattiin edelleen muiden jätevesien mukana rikastushiekka-altaaseen.

Vanadiinitehtaalta tuleva silikaattisakka ja vanadiinisäostuksen suotovedet olivat rikkihapon lisäyksen takia happamia (pH 2 – 5) ja niissä oli ammoniakista peräisin olevaa tyypeä. Vedet johdettiin vanadiinitehtaan pohjoispuolella Sirniönlammen läheisyydessä sijaitsevaan jäteveden tasausaltaaseen, josta ne pumpattiin jaksoittain rikastushiekka-altaaseen. Kevättulvien aikaan tasausaltaaseen kertyvä ylimääräinen vesi kulkeutui ylivuodon kautta Sirniönlampeen. Näiden vesien merkitys vesistölle arvioitiin pieneksi verrattuna muihin kaivostoiminnasta johdettuihin jätevesiin.

Saniteettijätevesille oli yksinkertainen katettu selkeyttämö, jossa vesi kierrätettiin kolmen pienehkön altaan kautta ennen johtamista jätevesien tasausaltaaseen. Korjaamon öljypitoiset jätevedet johdettiin öljynerotuskaivon kautta ja öljysäiliöiden suoja-altaaseen kertyvät sadevedet öljynerotuspesällä varustetun venttiilin kautta jätevesien tasausaltaaseen.

Vesien selkeytyksestä kertyvät jätteet, kuten hiekan- ja öljynerottimien liete sekä saniteettijäteveden selkeyttämön liete, oli luvan perusteella kuljetettava muualle eikä niitä saanut sijoittaa rikastushiekka-altaaseen.

Tehdasalueen ympärillä oli ojat, jotka johtivat ympäristön puhtaat pintavedet vesistöihin. Tehdasalueen likaiset pintavedet kerättiin sadevesikaivoilla jätevesien tasausaltaaseen.

Louhoksen kuivatusvedet pumpattiin louhosta kiertäviin avo-ojiin, joita pitkin vesi johdettiin öljynerottimen kautta rikastushiekka-altaaseen. Louhoksella alkoi muodostua kuivatusvesiä arviolta vuoden 1982 paikkeilla. Vedessä oli epäpuhtautena kiintoainetta ja pieniä määriä koneista peräisin olevaa öljyä sekä räjähteistä peräisin olevaa tyypeä.

1.2.4 Jätteiden loppusijoitus

Malmin päältä poistettu sivukivi toimitettiin *sivukivialueelle*, joka sijoittui avo-louhoksen itäpäähän ja toiminnan loppuvaiheessa louhoksen pohjoispuolelle (malmin kattopuoli).

Mustavaaran kaivoksen *rikastushiekka-allas* ("jäteallas") sijaitsi Mustavaaran eteläpuolella, noin 1 500 m päässä kaivokselta. Sen vesitilavuus oli uutena 5,3 Mm³ ja pinta-ala 120 ha. Allas suunniteltiin vastaanottamaan rikastusjätemäärä 775 000 m³/a.

Allas on muodostettu rakentamalla noin 1 600 m mittainen moreenitiivisteinen louhepengerpato vaarojen välisen painanteen itäpäähän Lavotjoen suualueelle. Pohjamaana oli suota, eikä altaaseen tehty erityisiä pohjan tiivisterakenteita. Altaan pohja oli keskimäärin tasolla +260,30 (N60). Suunnitelmissa altaan patorakennetta oli kaavailtu korotettavaksi vaiheittain rikastushiekka-altaan täyttyessä. Alustavaksi korkeudeksi suunniteltiin tasoa +273,00 (N60), ensimmäistä korotusta tasolle +277,00 (N60) ja lopulliseksi korkeudeksi tasoa + 285,00 (N60). Korotusten toteutuminen ei ole varmuudella selvillä. Vuoden 1995

selvityksissä altaan padotuskorkeus oli +268,50 (N60). Pato kuuluu patoturvallisuuslain piiriin.

Rikastuksessa muodostuvat jätevedet pumpattiin suoraan rikastamon sakeuttamon ja tasausvesialtaan kautta Mustavaaran ylitse, josta ne virtasivat edelleen rinnettä ja ojaa myöten rikastushiekka-altaaseen suurimman osan kiintoaineesta jäädessä rinteeseen. Loppu kiintoaine laskeutui altaaseen, jossa myös pieni osa typestä hajosi biologisen toiminnan vaikutuksesta. Natriumsulfaattista peräisin olevat sulfaatit sen sijaan päätyivät kokonaisuudessaan alapuoliseen vesistöön. Vanadiinitehtaan jätevesille ei ollut järjestetty tehostettua puhdistusta, mutta vaihtoehtoisia menetelmiä oli tarkasteltu jätevesistä aiheutuvien haittojen pienentämiseksi. Vanadiinitehtaan jätevedet pumpattiin ensin vanadiinitehtaan pohjoispuolella olevaan altaaseen ja sieltä jaksoittain rikastushiekka-altaaseen.

Rikastushiekka-altaasta selkeytetyt jätevedet johdettiin edelleen luvanvaraisesti Lavot- ja Sirniönjokiin. Vesioikeuden luvassa Lavot- ja Sirniönjoki Lavotjoen alapuoliselta osalta määriteltiin viemäreiksi. Selkeytynyt vesi johdettiin vesistöön padon puolivälissä olevasta ylivuotoputkesta. Veden juoksutusta säädeltiin luontaisen vesistöjen virtaaman mukaan painotettuna ja purkukohdassa oli virtaamanmittauslaite sekä automaattinen vesinäytteenotin.

Rikastushiekka-allas on ympäröity ympärysojin, mutta käytön aikaisen seurannan perusteella sinne tuli silti keväisin valumavesiä jään tukkiessa oja. Sade- ja valumavesien osuus altaan ylijuuksutuksista on ollut arviolta 30 – 45 %. Viipymä altaassa oli useita kuukausia ja oikovirtauksia ei havaittu. Allasveden laadulle oli asetettu lupaehdot ja sitä seurattiin tarkkailuohjelman mukaisesti.

1.2.5 Savukaasujen ja ilman käsittely

Karkeamurskausasemalla siilo- ja syötintilassa oli pölynkeräyslaitteet. Vanadiinin erotuksessa polttouunista tulevat savukaasut johdettiin multisykloneihin, joissa erotettu pöly johdettiin takaisin rullausosastolle ja pölytön savukaasu ilmakehään. Ammoniakin poistovaiheessa ammoniumvanadaatista poltossa vapautunut ammoniakki paloi suurelta osin uunissa, mutta osa poistui savukaasujen mukana.

1.2.6 Liikenne ja kuljetukset

Vanhan kaivoksen aikaisista liikenne- ja kuljetusmääristä ei ole tietoa.

1.2.7 Seurantaohjelma

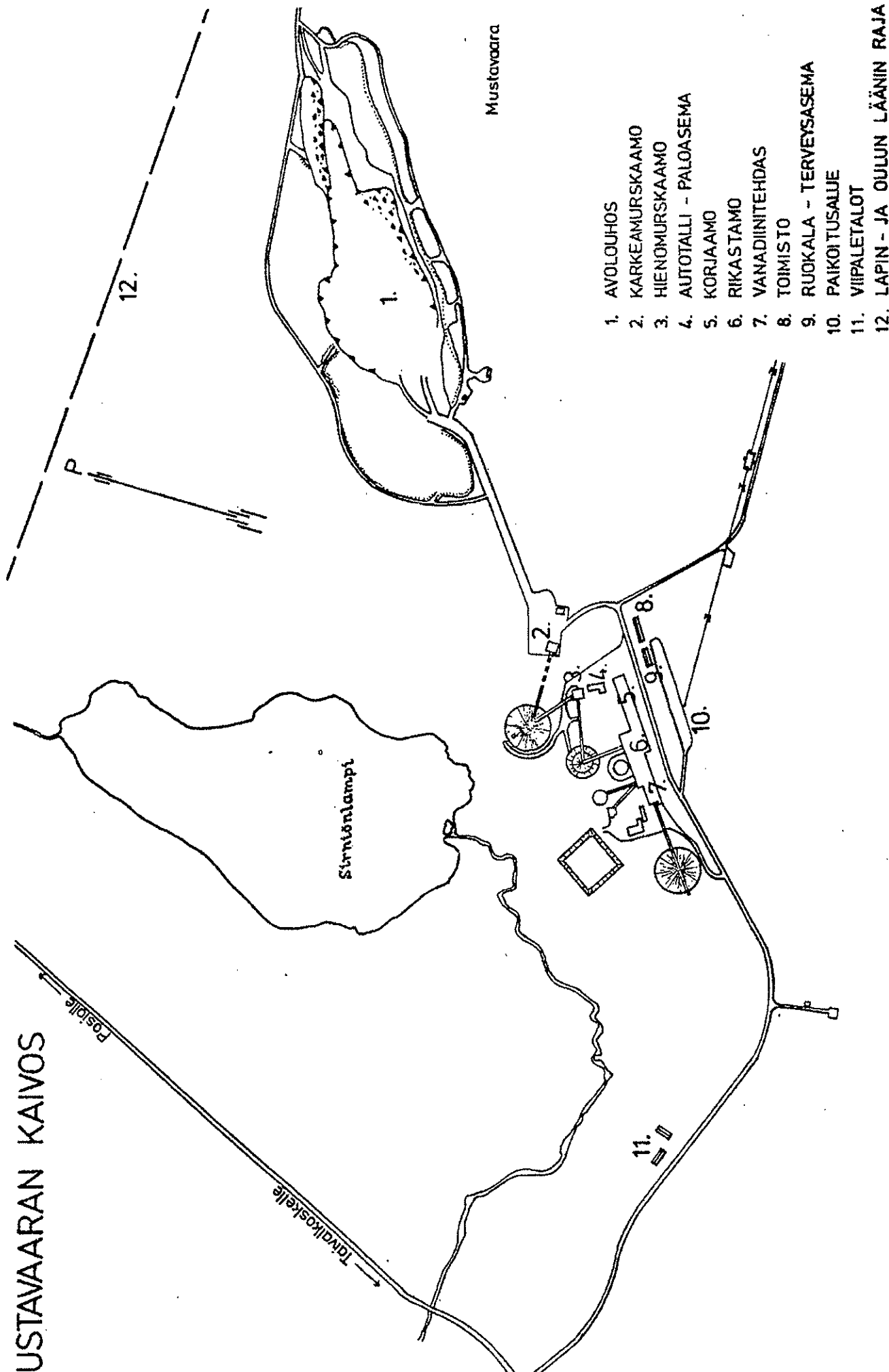
Kaivoksen ympäristössä oli pohjavesiputkia vesipinnan tasojen seurantaa varten. Pohjaveden laatua niistä ei tiettävästi seurattu systemaattisesti. Myöskään toimintaa edeltävästä alueen pohjaveden laadusta ei ole tutkimustietoa.

Rikastushiekka-altaassa olevaa ja siitä lähtevää vettä sekä prosessiin tulevia ja siitä lähteviä vesimääriä seurattiin seurantaohjelman mukaisesti. Lisäksi on seurattu pitoisuuksia pintavesissä tarkemmin vuodesta 1980 lähtien paikallisten ihmisten ja kalastuskuntien valituksista johtuen. Viikoittaisen tarkkailun piirissä on ollut Kuusijärven vesipinta, tehtaan vedenkäyttö, prosessista rikastushiekka-alueelle johdetut vesimäärät, pH ja kiintoainepitoisuus ja rikastushiekka-altaan vesipinta. Kuukausittain on analysoitu rikastushiekka-altaasta kahdesta kohdasta otetuista vesinäytteistä pH, sähkönjohtavuus, Na, SO₄, V, Ti, Zn, Cu, Ni, Cu ja kiintoaine. Altaasta lähtevästä vedestä on samassa yhteydessä määritetty lisäksi vesimäärä, lämpötila, O₂, alkaliteetti, permanganaattiluku, tuhkapitoisuus, kok.P, kok.N, NH₄-N, Fe, Co ja BHT. Seurannan tuloksia on tarpeellisin osin kuvattu varsinaisessa YVA-selostuksessa.

Liite 1 Rakenteiden sijainnit

Liite 2 Prosessikaavio

MUSTAARAAN KAIVOS



1. AVOLUOHOS
2. KARKEAMURSKAAMO
3. HIENOMURSKAAMO
4. AUTOTALLI - PALOASEMA
5. KORJAAMO
6. RIKASTAMO
7. VANADIINITEHDAS
8. TOIMISTO
9. RUOKALA - TERVEYSASEMA
10. PAIKOITUSALUE
11. VIIPALETALOT
12. LAPIN - JA OULUN LÄÄNIN RAJA

Raaskiovaara

MK 1:10 000

5.2.

Prosessi

Mustavaaran kaivoksen prosessissa on kolme toiminnallista kokonaisuutta: hienomurskaamo, rikastamo, vanadiinitedas. Prosessiketju muodostuu seuraavista vaiheista:

