



O-91049



Kartlegging av utslipp til vann

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

| | | | |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Hovedkontor | Sørlandsavdelingen | Østlandsavdelingen | Vestlandsavdelingen |
| Postboks 69, Korsvoll | Televeien 1 | Rute 866 | Breiviken 5 |
| 0808 Oslo 8 | 4890 Grimstad | 2312 Ottestad | 5035 Bergen - Sandviken |
| Telefon (47 2) 23 52 80 | Telefon (47 41) 43 033 | Telefon (47 65) 76 752 | Telefon (47 5) 95 17 00 |
| Telefax (47 2) 39 41 89 | Telefax (47 41) 44 513 | Telefax (47 65) 78 402 | Telefax (47 5) 25 78 90 |

| | |
|-------------------------|---------|
| Prosjektnr.: | 91049 |
| Undernummer: | |
| Løpenummer: | 2639 |
| Begrenset distribusjon: | Sperret |

| | |
|--|-----------------------------|
| Rapportens tittel: | Dato: |
| Hydro Aluminium Årdal Verk KARTLEGGING AV UTSLIPP TIL VANN | 30. august 1991 |
| Forfatter (e): | Faggruppe: |
| Iversen, Eigil Rune | Industri |
| | Geografisk område: |
| | Sogn og Fjordane |
| | Antall sider (inkl. bilag): |
| | |

| | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| Oppdragsgiver: | Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.): |
| Hydro Aluminium Årdal Verk | |

Ekstrakt:

Det er foretatt en undersøkelse av hovedutslippene til vann fra anleggene i Øvre Årdal og på Årdalstangen. Undersøkelsene er gjort på mengdeproporsjonale blandprøver. Viktigste komponenter i Øvre Årdal er fluorid og aluminium. Avrenning fra tippet betyr trolig lite, men bør vurderes spesielt. En del uregelmessigheter i hovedkloakken i Øvre Årdal bør følges opp senere. Viktigste komponenter i avløp fra Årdalstangen er PAH og suspendert stoff.

4 emneord, norske

1. Aluminiumsverk
2. Væskeutslipp
3. Fluorid
4. PAH

4 emneord, engelske

1. Aluminium smelter
2. Waste water
3. Fluorides
4. PAH

Prosjektleder

Eigil Rune Iversen

For administrasjonen

Rune Henriksen

ISBN 82-577-2025-9

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

0-91049
Hydro Aluminium
Årdal Verk

Kartlegging av utslipp til vann

Oslo, 30. august 1991

Saksbehandler: Eigil Rune Iversen

Medarbeidere : Kjell Øren
Brynjar Hals
Johan Ahlfors

1. SAMMENDRAG

Det er foretatt en kartlegging av prosessavløp ved Årdal Verks anlegg på Årdalstangen (anodefabrikken) og i Øvre Årdal (metallverket). Ved undersøkelsene er det benyttet mengdeproporsjonale døgnblandprøver ved de viktigste utslipp som grunnlag for kjemiske analyser.

Ved metallverket i Øvre Årdal er de betydeligste utslipp i forurensningssammenheng samlet i verkets hovedkloakk (ved nedre verksport). Viktigste komponenter i hovedkloakken er fluorid, aluminium og av og til noe olje. Kontinuerlige konduktivitetmålinger avdekket en del variasjoner som trolig har sammenheng med utslipp av kalsium og fluorid, noe som bør følges opp senere, eventuelt etter montering av permanent overvåkingsutstyr i hovedkloakken. De øvrige utslipp i Øvre Årdal er av mindre betydning i forurensningsmessig sammenheng og består stort sett av kjølevann. Det ble påvist et visst tap av kryolitt i avløpet fra sotkryolittanlegget, noe som ble rettet på i prøvetakingsperioden. Dette avløpet inneholder en del aluminium og fluorid, men væskemengdene er beskjedne slik at materialtransporten derved også blir liten.

I sigevann fra avfallstippen i Øvre Årdal er det påvist høyere konsentrasjoner av tungmetaller, ferro/ferricyanid og PAH enn i verkets prosessavløp. Væsketransporten er sannsynligvis såvidt beskjeden at belastningen på vassdraget neppe er av stor betydning. Forholdet kan kontrolleres mer eksakt ved en undersøkelse av spredningsveiene for grunnvannet.

Stikkprøver i Tya tydet ikke på noen effekter av betydning hva uorganiske analyseresultater angår som følge av væskeutslipp fra verket. Det kan spores en viss økning i PAH-verdiene, men resultatene er foreløpig vanskelige å tolke uten en mer omfattende prøvetaking i Øvre Årdal der en også vurderer utslippene til luft.

Ved Årdalstangen er hovedkomponentene i bedriftens utslipp PAH, suspendert stoff og fluorid. PAH-innholdet i utslippet består for en stor del av vannløselie komponenter. Et av avløpene (pumpesump på kai) bør vurderes ført til renseanlegget for fjerning av partikulært materiale.

2. INNLEDNING

Hydro Aluminium, Årdal Verk ønsket i en henvendelse til NIVA 22.1.91 bistand til å gjennomføre et prosjekt med målsetting å foreta en kartlegging av alle væskeutslipp til ferskvann, sjøvann og grunnvann. NIVA foretok en befaring til bedriften den 8.2.91 hvor det også ble tatt en del stikkprøver for orienterende analyse av aktuelle utslipp.

Programforslag ble utarbeidet 22.2.91 og ble endelig bekreftet 25.3.91.

Undersøkelsene ved bedriften ble foretatt i perioden 9. - 24. april 1991 og samtidig ved anodefabrikken på Årdalstangen og ved anleggene i Øvre Årdal. I analysearbeidet har foruten NIVA, Årdal Verk (fluoridanalyser), Nordisk Analysecenter a.s (Screening test med ICP samt arsenanalyser) og NILU (dioxinanalyser) deltatt.

3. LOKALISERING AV AVLØP

Undersøkelsen omfatter både avløp fra anodefabrikken på Årdalstangen og anleggene i Øvre Årdal.

3.1 Årdalstangen.

Fra bedriftens område på Årdalstangen kommer 3 avløp som går til sjøen:

1. Kloakk ved hovedporten.
Dette røret fører i det vesentlige urensset sanitæravløp fra velferdsbygget.
2. Returvann fra anodefabrikk.
Dette er sjøvann som har vært benyttet i renseanlegget for fjerning av PAH-holdig støv. Avløp fra lagerbygg føres til pumpestasjonen på kaia. Herfra pumpes vannet inn på sjøvannsledningen og videre til avløp.
3. Kulvert under kai. Denne kulvert fører intet prosessavløp, men samler opp vann fra et tidligere bekkefar gjennom bedriftsområdet.

I tillegg til de direkte avløp kommer diffuse tilførsler til fjorden i form av støv samt avrenning fra avfallsdeponiet. Disse kilder er sannsynligvis vesentlig mindre enn de direkte avløp.

Etter inntrykk fra befaringen ble det i denne undersøkelsen valgt å foreta videre undersøkelser av de to hovedavløp; kloakk ved hovedporten og returvann fra anodefabrikken. Da det ikke var mulig å prøveta samlet avløp som gikk på sjøvannsledningen, ble tilførselen som kom fra pumpeumpen på kaia prøvetatt for seg mens det øvrige avløp til sjøvannsledningen ble prøvetatt ved renseanlegget. Følgende stasjonsbetegnelser er således benyttet i denne rapport:

- T1 Kum på kai
- T2 Kloakk ved hovedport
- T3 Returvann, anodefabrikk

3.2 Øvre Årdal.

Ved anleggene i Øvre Årdal er det en rekke enkeltkilder som fører til vassdraget. Fig. 1 fremstiller en kartskisse over anleggene hvor de viktigste avløpene er markert. Årdal Verk har selv (1989) foretatt en kartlegging av avløpene og potensielle utslippskilder for olje ved de enkelte avløp. I denne oversikt (ikke tatt med i denne rapport) er følgende utslippsledninger kartlagt:

Utløp A, Nedre verksport.

Dette kan karakteriseres som bedriftens hovedavløp og fanger opp følgende:

- Kjølevann fra støperi A og B
- Overvann og takvann fra størstedelen av verksområdet
- Avløp fra oljeutskillere
- Vann fra dusjanlegg, velferdsbygget.

Utløp B, Nedenfor snekkerverksted:

Overvann og kjølevann ved Hall Å-III

Utløp C, Sotkryolittanlegg.

Kjølevann fra sotkryolittanlegg.
Overvannsledning med takvann.

Utløp D, Nedenfor bru, sandsilo.

Utløpet føres ut midt i elva og er ikke tilgjengelig for inspeksjon. Ledningen fører overvann.

Utløp E, Ovenfor bru, sandsilo.

Er tilkoblet overvannsnett og kan føre avløp fra oljeutskiller ved likeretterstasjon (kum K.61).

Utløp F, Likeretter/slaggestasjon nedenfor utløp av undergrunnskanal.

Kjølevann. Kan fange opp spill fra slaggestasjon og avløp fra oljeutskillere.

Utløp G, Støperi Tya.

Kjølevann.

I tillegg til nevnte direkte avløp kommer dreinsvann fra avfallstipp som tilføres vassdraget som grunnvannstilførsler.

Etter befaringen ble det bestemt å foreta videre undersøkelser ved følgende utslipp:

- Utløp A, Nedre verksport. Kalt Å4 i denne rapport.
- Utløp C, Sotkryolittanlegg. Kalt Å3 i denne rapport.
- Utløp F, Trafostasjon. Kalt Å2 i denne rapport.
- Utløp G, Støperi Tya. Kalt Å1 i denne rapport.

4. ANALYSEPROGRAM OG PRØVETAKINGSSTRATEGI

Ved valg av analyseprogram har en valgt å tilpasse program og strategi ut fra kunnskap om virksomhetens art, eksisterende utslippsdata samt inntrykk og resultater fra prøver tatt under befaringen den 2.2.91.

4.1 Øvre Årdal.

Miljøproblemene i forbindelse med utslippene fra verket i Øvre Årdal har hittil vært knyttet til utslippene til luft og spesielt til utslipp av fluorid og PAH. Hva utslipp til vann angår, er det siden 1989 tatt prøver av grunnvannsbrønner nedenfor det gamle deponi for ovnsbunner. Analyse av disse prøver viser at hovedkomponentene i dreinsvannet fra tippene er:

PAH, fluorid, cyanider, kopper, aluminium, nikkel, molybden, kobolt, vanadium, jern, arsen og totalnitrogen. Det finnes forøvrig en rekke andre tungmetaller, men i lavere konsentrasjoner enn nevnte komponenter. I ovnsbunnene har det skjedd en oppkonsentrering av sporelementer over lengre tid. Det er derfor rimelig å anta at nevnte

komponenter eventuelt vil foreligge i betydelig lavere konsentrasjoner i dagens prosessavløp enn i dreinsvannet fra tippen.

Av de enkelte komponenter dannes cyanider fra karbon i elektrodemassen og nitrogen fra luften i det kraftige elektriske feltet i ovnene. I tillegg dannes flere andre nitrogenforbindelser. Tungmetallene finnes trolig som forurensninger i råvarene og i elektrodemassen. Arsen følger ofte svovel som forurensning i koks som benyttes i elektrodemassen.

Etter vurdering av de enkelte prosessavløp, ble det valgt et noe forenklet parametervalg for stasjonene Å1 - støperi Tya, Å2 - Trafostasjon og Å3 - Sotkryolittanlegg. Her ble analysert m.h.t. pH, konduktivitet, fluorid, totalt organisk karbon, totalnitrogen, aluminium, kopper. Det ble dessuten utført analyser på stikkprøver m.h.t. arsen og PAH. På noen døgnblandprøver, ble det dessuten utført screeningstest med ICP-teknikk m.h.t. metaller.

Analyseprogrammet ble utvidet ved stasjon Å4 - Nedre port, til også å omfatte kalsium, magnesium, natrium, kalium, klorid, sulfat, totalfosfor, molybden, vanadium, kobolt, nikkel, samt analyse av cyanid på stikkprøve.

Alle metallanalysene er gjort på ufiltreerte, syrekonserverte prøver.

Det ble ikke analysert på olje ved noen av stasjonene. Isteden ble det analysert på totalt organisk karbon som også vil gi informasjon om betydingen om eventuelle utslipp av olje.

4.2 Årdalstangen.

Ved Årdalstangen betraktes returvann fra anodefabrikk (T3) som den viktigste stasjonen.

Her ble følgende analyseprogram valgt for analyse av døgnblandprøver:

pH, konduktivitet, fluorid, suspendert stoff, totalt organisk karbon, PAH, totalnitrogen, kopper, molybden, kobolt, nikkel, vanadium og arsen. Ved hjelp av ICP-teknikk ble det videre utført screeningstest m.h.t. metaller på noen døgnblandprøver.

For stasjonene T1, kum på kaia og T2, kloakk ved hovedport, ble det analysert m.h.t. de samme parametre, men utvalget ble noe forenklet for en del av prøvene. I tillegg ble bestemt totalfosfor i prøver fra T2, kloakk ved hovedport.

4.3. Prøvestrategi og måleopplegg.

Ved en så stor virksomhet som Årdal Verks anlegg på Årdalstangen og i Øvre Årdal, er det svært mange enkeltkilder for utslipp til vann. Vannforurensning kan oppstå ved:

1. Normale, prosessavhengige utslipp.
2. Uforutsette hendelser eller avvik ved enkelte prosesser.
3. Utslipp ved utvasking fra bedriftsområdet p.g.a. nedbør eller utspyling p.g.a. vedlikehold eller renhold.
4. Utvasking fra avfallsdeponi.

Ved kartlegging av alle former for utslipp kreves en svært omfattende prøvetakingsstrategi. Opplegget må dessuten gjennomføres over et langt tidsrom.

På møte i Årdal den 8.2. ble det enighet om at denne undersøkelse i første rekke skulle ta sikte på å kartlegge hovedutslippene slik at en eventuelt senere kan gå inn på detaljkartlegging etter erfaring fra denne prøvetakingsrunde. Det ble derfor valgt å analysere på mengdeproporsjonale døgnblandprøver ved alle stasjoner. Ved alle stasjoner ble det laget et arrangement for kontinuerlig vannmengdemåling. Vannmengdemålerne styrte videre de automatiske prøvetakene slik at det ble tatt en prøve hver gang en fast prøvemengde hadde passert overløpsprofilen. Volumet for hver enkeltprøve og prøvetakingsintervallet ble justert slik at døgnblandprøvens volum ble ca. 10 - 20 l. Opplegget krevde en viss innkjøringsperiode før det ble igangsatt 12.4. Det ble tatt i alt 12 døgnblandprøver. Alle registreringer ble foretatt med datalogger som foretok en måling hvert minutt, beregnet middelvei hvert 10. minutt som er grunnlaget for de videre beregninger. I prøvetakingsperioden ble det også foretatt kontinuerlig registrering av nedbør og lufttemperatur i Øvre Årdal.

Ved stasjon T3, Returvann fra anodefabrikk, var det ikke mulig å ta mengdeproporsjonale døgnblandprøver med det utstyret vi hadde til rådighet, da vannmengdemåleren ikke hadde utgang for styring av prøvetaker. Det ble istedet valgt å ta døgnblandprøve v.h.a. prøvetaker som tok en prøve hvert 10. minutt. Ut fra vurdering av data for vannmengderegistreringene, blir avvik i representativitet neppe vesentlig.

En slik prøvetakingsstrategi som ble valgt i denne undersøkelse, prioriterer store vannmengder. Ved Årdal Verk er det også muligheter for kortvarige utslipp av prosessavløp som ikke har spesielt stort volum, men som likevel kan inneholde betydelige mengder forurensningskomponenter. For å få en oppfatning om slike episoder, ble det i Øvre Årdal ved stasjonen Å4, kloakk nedre port, også foretatt kontinuerlige registreringer av konduktiviteten.

Konduktiviteten gir informasjon om innholdet av oppløste komponenter som bl.a. kalsium, magnesium, natrium, kalium, fluorid, klorid, sulfat og andre ioner som har betydning for konduktiviteten.

På grunn av avstanden ble det benyttet en datalogger i Øvre Årdal og en på Årdalstangen.

Det ble videre tatt stikkprøver av Tya ved utløpet av kulvert, og ved Vee bru (Vee-sida) og av grunnvannsbrønnene ved deponiet i Øvre Årdal og på Årdalstangen.

De forskjellige analyseparametrene setter spesielle krav til emballasje og utstyr.

Eksempelvis kan nevnes at:

- Fluoridanalyser krever at prøven tas på plastflasker.
- PAH-analyser krever at prøven tas på spesialbehandlede glassflasker (glødet).
- Tungmetallanalyser i ferskvann krever prøver tatt på syrevaskede glassflasker.
- Tungmetallanalyser av sjøvann krever at prøvene tas på spesialvaskede plastflasker.

Til slutt gjør blandprøvens store volum det enklest å ta blandprøvene på plastkanner. Det vil således bli umulig å tilfredsstille alle krav hvis en skal analysere m.h.t. alle parametre på døgnblandprøver.

Det ble derfor valgt følgende kompromissløsning for å få en rimelig utsagnskraft ved tolking av resultatene:

- Det ble bare bestemt PAH-innhold i stikkprøver fra stasjonene i Øvre Årdal og T1 og T2 på Årdalstangen. Prøvene ble tatt på spesialflasker

Prøvene fra stasjon T3, returvann, ble tatt på glassflasker

- Prøvene for dioxinanalyse ble tatt som stikkprøve på spesialflasker fra NILU.

5. ANALYSERESULTATER

Resultatene for de kontinuerlige målingene er samlet bak i rapporten i bilag 1. De fysisk/kjemiske analyseresultatene kommenteres i det følgende stasjonsvis. Resultatene er samlet bak i bilag 2, bilag 3 (PAH) og bilag 4 (dioxiner).

5.1 Ål Støperi Tya.

Ved Støperi Tya benyttes store mengder vann til nedkjøling under støpingen. Vannmengdene kan variere kraftig slik kurvene i bilag 1 gir inntrykk av. Vannet blir også kraftig oppvarmet og kan ha en temperatur på ca. 40^o C ved utløpet til Tya. Kokillene settes inn med en spesiell type grease før støpingen. Kokillene rengjøres ved steaming. Virksomheten medfører således noe utslipp av olje/fett. TOC-analysene som er utført, viser ingen spesielt høye verdier (0,6-1,0/mg/l). Naturlig bakgrunnsnivå antas å være ca. 0,3 mg/l (Tya). Det er imidlertid mulig at TOC-verdiene ikke er helt representative for utslippet da det er en viss fare for at olje/fettinnholdet i vannet kan sette seg av på veggene i prøvekanen.

Konduktivitetsverdiene er lave og bortsett fra en verdi (prøve tatt 20 - 21/4) omtrent som naturlig bakgrunnsnivå (Tya). For sistnevnte prøve var også pH-verdien noe lavere og fluoridinnholdet noe høyere enn øvrige prøver. Det ble også utført analyse av arsen samt screeningstest for metaller v.h.a. ICP på denne prøve. Disse analyser viste ikke noen ekstreme resultater idet verdiene var lave eller mindre enn deteksjonsgrensene for metodene.

Kopper og aluminiuminnholdet var lavt og i nærheten av verdier som man ofte finner som naturlig bakgrunnsnivå. Det samme kan sies om innholdet av totalnitrogen som bortsett fra prøve tatt 18. - 19.4. viste verdier omtrent som for prøve tatt i Tya.

Det ble tatt to stikkprøver for analyse av PAH, 12.4. kl. 11:15 og 18.4. kl. 11:40.

Den 18.4. var avløpet svakt blakket p.g.a. utslipp av olje/fett. PAH-analysen ble merkbart forstyrret av dette forhold ved at noen

topper i kromatogrammet ble maskert. Årsaken til at det finnes PAH i avløpet har sammenheng med at organisk innhold i vannet utsettes for høy temperatur under støpeprosessen. Innholdet av PAH er ikke spesielt høyt og består hovedsaklig av vannløselig PAH.

5.2 Å2 Avløp ved Likeretter/slaggestasjon.

Analyseresultatene for denne stasjon skiller seg lite fra foregående stasjon. TOC-innholdet er mindre og gjennomgående på samme nivå som for Tya. ICP-analysen avdekket helelr ikke noen unormale forhold.

I de to prøvene som ble tatt for PAH-analyse (12.4. kl. 09:45 og 18.4. kl. 11:50) kunne det i den første knapt påvises PAH. I den andre var nivået noe høyere, spesielt innholdet av naftalen var bemerkelsesverdig.

Totalt sett vurderes vannkvaliteten som ubetydelig påvirket av noe utslipp.

5.3 Å3 Avløp ved sotkryolittanlegget.

Dette avløpet er i volum svært beskjedent i forhold til de øvrige utslipp (0,5 - 0,7 l/s). Det ble kort tid etter montering av overløpskassen for mengderegistrering oppdaget at den gikk full av kryolitt i løpet av ett døgn og måtte tømmes flere ganger. Materialtapet av kryolitt ble anslått til ca. 50 kg/døgn. Forholdet ble rettet på etter 3 døgn. Det relativt høye aluminium og fluoridinnholdet har med løseligheten av kryolitt å gjøre. Aluminium og fluorid er bundet komplekst til hverandre.

ICP-analysen viste forøvrig at andre viktige komponenter i vannet var kalsium, magnesium, natrium og silisium.

Det ble påvist spor av arsen, 2 µg/l i en av blandprøvene (20 - 21.4.).

I de to stikkprøvene som ble tatt for PAH-analyse var nivåene høyere enn for de to foregående stasjoner.

5.4. Å4 Kloakk nedre port.

Vannmengdene varierte kraftig i løpet av døgnet, noe som har sammenheng med støpeprosessene. Under monteringen av overløpsprofilen den 10.4. ble det observert et kortvarig utslipp av olje. Avløpet ble hvitt og luktet av aromater (whitespirit eller diesel). Det ble også

flere ganger senere i prøvetakingsperioden observert at avløpet ble blakket, siste gang om formiddagen siste prøvetakingsdag 24. TOC-verdien for siste døgn var da også den høyeste i måleperioden (4,1 mg/l). Verdien er riktignok ikke spesielt høy, men viser likevel at det foregikk et utslipp av organisk stoff.

Fluoridverdiene (1,5 - 5,4 mg/l) er også et karakteristisk trekk ved vannkvaliteten. Det er i øyeblikket vanskelig å si noe mer om hva som er fluoridkilden. Av metallene er aluminiumverdiene klart høyere enn naturlig bakgrunnsnivå, men i utslippsammenheng ikke spesielt høyt. Det er mulig at aluminium kan være komplekst bundet til fluorid. Forøvrig kan det også forekomme en viss transport av aluminiumoksyd i rørsystemet (støv til overvannsnettet). Av tungmetallene er kopper moderat høyere enn naturlig bakgrunnsnivå i ferskvann, men svært lavt sett i utslippsammenheng. Det ble påvist spor av nikkel i noen døgnblandprøver. Det ble også påvist noe arsen og opp til 9 µg/l, i de fleste døgnblandprøver som ble analysert. Nivået er ikke spesielt høyt i utslippsammenheng, men uvanlig og bør være mulig å spore tilbake til et prosessavløp senere. Det ble utført en cyanidanalyse med resultat lavere enn deteksjonsgrensen for metoden (<5µg/l). Nitrogen og fosforinnholdet var heller ikke spesielt høyt. Fosforinnholdet kan ha sin årsak i utslipp fra velferdsbygget. I perioden 17. - 20.4. var døgnblandprøvene bemerkelsesverdig sure, pH 4.09 i prøve tatt 19. - 20.4. Av anjonene var det bare fluoridinnholdet som var unormalt høyt de døgnene.

De kontinuerlige konduktivitetsregistreringene viser en del interessante forhold. Et generelt trekk er at konduktiviteten øker når vannføringen avtar. Dette er normalt og har med fortynningsforhold å gjøre. Dette viser dessuten at utslipp som forårsaker konduktivitet ikke har noe med det store vannforbruket å gjøre. Det finnes også episoder der det samtidig er høyt vannforbruk og høy konduktivitet som f.eks. 13.4. kl. 09 - 12. Denne episoden skyldes trolig utvasking fra bedriftsområdet p.g.a. nedbør. I perioden 17.4. (04:00) til 20.4. (05:30) inntraff en periode med uvanlig høye konduktivitetsverdier og med store variasjoner over kort tid. I øyeblikket har en ingen annen forklaring enn at utslippene inneholdt mer fluorid enn vanlig og var surt.

Analyse av PAH i to stikkprøver viste høyere verdier enn i de foregående stasjoner. I den siste prøven ble en del av resultatene maskert av stort innhold av annet organisk stoff. I prøve tatt 12.4. ble det påvist noe innhold av cancerogene PAH - forbindelser.

5.5 T1 Kum på kai, Årdalstangen.

De to første døgnblandprøvene viste noe lavere pH-verdier enn de øvrige. Konduktivitetsverdiene var lave noe som viser at vanntypen inneholder lite oppløste salter. Det ble heller ikke påvist tungmetaller i konsentrasjoner høyere enn det som kan forklares ut fra naturlig bakgrunnsnivå. Det ble utført PAH-analyse på to prøver, på stikkprøve tatt 12.4. og på døgnblandprøve tatt 17 - 18.4. Stikkprøven ble tatt direkte på spesialbehandlet glassflaske, mens døgnblandprøven ble tatt fra samlekannen som var av plast, noe som kan ha en viss betydning for resultatet da noe PAH kan ha gått tapt ved uttak av prøve fra plastkannen. Når det gjelder stikkprøvene blir både innholdet og flaskeveggene ekstrahert med løsningsmiddelet. Resultatene viser likevel at utslippsvannet inneholdt en del PAH, men likevel i mindre mengder enn i returvannet fra anodefabrikken (T3). Det må imidlertid bemerkes at utslippet inneholder mer partikulært (og trolig cancerogent) PAH enn i returvannet fra anodefabrikken, noe som også viser renseanleggets effektivitet.

5.6 T2 Kloakk ved hovedporten, Årdalstangen.

Utslippet mottar bl.a. urenset kloakk fra velferdsbygget, noe også fosfor og nitrogenverdiene indikerer. Prøvetakingen er ikke representativ m.h.t. en del grovt suspendert materiale i utslippet. Kloakken er relativt godt fortynnet med annet ionefattig vann, noe de forholdsvis lave konduktivitetsverdiene viser. Det ble ikke påvist tungmetallkonsentrasjoner av noen betydning.

PAH-analyse av stikkprøve og døgnblandprøve viste at også dette utløp inneholdt noe PAH, men i betydelig lavere konsentrasjoner enn ved foregående stasjon (T1).

5.7 T3 Returvann anodefabrikk.

Alle døgnblandprøvene viste pH-verdier i området 5,6 - 5,9. Fluoridinnholdet var også stabilt i området 3,8 - 4,7 mg/l. Det er ikke utført analyser på inntaksvannet, men er tidligere rapportert (1983) å ha et fluoridinnhold i området 2,0 - 3,4 mg/l. Partikkelinnholdet varierte i området 9,2 - 21,7 mg/l. Karboninnholdet varierer i takt med PAH-innholdet. Et vesentlig bidrag til TOC-innholdet på 6 - 19 mg/l utgjør følgende PAH-innholdet.

Innholdet av totalnitrogen på ca. 1000 µg/l var stabilt på dette nivå.

Det er vanskelig å si noe om hvor mye av innholdet som utgjør direkte utslipp, da en ikke kjenner innholdet i inntaksvannet.

Metallkonsentrasjonene er lave og i nærheten av hva som anses som naturlig bakgrunnsnivå. Screening-test med ICP viste heller ingen unormale avvik i forhold til hva som betraktes som naturlig for sjøvann.

Da vannmengdemåleren sviktet, ble det ikke målt kontinuerlig vannmengde de 5 første døgn. Resultatene for de etterfølgende døgn viser at vannmengdene er forholdsvis stabile og varierende i området 10 000 - 12 000 m³/døgn eller ca. 400 - 500 m³/time.

5.8 Tya.

Det ble tatt to stikkprøver av Tya, ved utløpet av kulverten og nedenfor verket ved Vee bru.

Resultatene tyder ikke på at utslippene fra verket har noen vesentlig innvirkning på vannkvaliteten i Tya. I det ionefattige vannet i Tya, ville eventuelle utslipp av betydning lett kunne påvises hva uorganiske analyser angår. En viss økning av konsentrasjonsnivået for de fleste komponenter kan påvises, noe som både kan ha naturlige årsaker eller skyldes utslipp fra verket. Ved prøvetakingsstedet ved Vee-brua er sannsynligvis ikke nederste utslipp (Å4) fullstendig innblandet i Tya.

Det ble påvist PAH i Tya både før og etter bedriftens stikkprøve tatt 18.4. En viss økning for en del komponenters vedkommende kan registreres i prøven tatt nedenfor bedriften. Det er vanskelig å vurdere hva som er årsaken til denne økning uten flere undersøkelser i området som kan si noe mer om naturlig bakgrunnsnivå og hva utslippene til luft betyr. En del komponenter finnes i høyere konsentrasjoner i Tya enn i de stikkprøver som er tatt av bedriftens væskeutslipp.

5.9 Grunnvann.

Det ble tatt prøver av tre grunnvannsbrønner ved tippen i Øvre Årdal, PB3, PB4 og PB5 og to brønner på Årdalstangen, PB1 og PB2.

I brønn på Årdalstangen PB1 hadde sotholdig overflatevann rent ned i brønnen. Det ble derfor ikke utført analyse av PAH i denne brønn. Trolig er årsaken den samme til de høye PAH-verdier som er observert for denne brønn tidligere. Ved prøvetakingene i april var det i alle prøver unntatt PB4, mindre PAH enn ved observasjonene i mai 1990, men

omtrent på samme nivå som ved prøvetaking i november 1989. Innhold av antatt cancerogent PAH er høyere enn i avløp fra renseanlegg på Årdalstangen.

Når det gjelder de uorganiske analysene synes grunnvannet på Årdalstangen mindre påvirket av avrenning fra avfall enn grunnvannet ved tippen i Øvre Årdal. Det er i øyeblikket vanskelig å si noe om hvorfor resultatene for en del av tungmetallene varierer så sterkt. En mulig forklaring kan være at pH-verdien kan endre seg betydelig avhengig av tilført vannmengde i form av nedbør eller grunnvann. Ved prøvetakingen den 18.4 var prøvene fra Øvre Årdal sterkt alkaliske. Cyanidanalysene viser at innhold av såkalt lett tilgjengelig eller fri cyanid var meget beskjedent. Det er bare i brønnene i Øvre Årdal at det er påvist cyanidinnhold av betydning. Her foreligger cyanidene i bundet form, sannsynligvis til jern og vil således ikke ha akutt toksisk virkning.

Prøvene fra PB4 viser gjennomgående de høyeste konsentrasjoner av samtlige komponenter. Dette tyder på at spredningsveien for sigevann fra tippen går i denne retning, d.v.s. mot Støperi Tya.

Selv om konsentrasjonene i grunnvannet ved tippen i Øvre Årdal kan være betydelig for en del komponenters vedkommende, vil det først være mulig å tolke den miljømessige betydning av avrenningen etter en bedre kartlegging av spredningsveiene og avrenningens størrelse. Ved de prøvene som er tatt i Tya er det ikke mulig å spore effekter av avrenningen.

5.10 Analyse av dioxiner.

Det ble tatt stikkprøver for dioxinanalyser direkte på spesialbehandlede glassflasker utlevert av NILU. Prøvene ble tatt ved utløp av støpeform i støperiet. Resultatene er samlet i bilag 3 og viser lave verdier i pg/l - området.

6. SAMLET VURDERING

6.1 Øvre Årdal.

Av utslippene til vann fra verket i Øvre Årdal kan kloakken ved nedre port (Å4) betraktes som bedriftens viktigste utslipp. Av de enkelte analyseresultatene for døgnblandprøvene for dette utslipp er det ingen som er spesielt høye sett i utslippssammenheng. En del forhold kan likevel bemerkes:

1. Tre av døgnblandprøvene var forholdsvis sure (pH 4.1). Disse prøver viste samtidig de høyeste fluoridkonsentrasjoner. Til sammenligning kan nevnes at laveste tillatte pH-verdi for renseanlegg ved metallbearbeidende industri er pH 6.0.

2. Ved våre inspeksjoner ble det observert kortvarige utslipp av olje som av og til førte til at utslippet ble blakket. Vårt opplegg tillot ingen videre oppfølging av dette forhold.

3. I perioder med nedbør viste de kontinuerlige konduktivitetmålingene at nedbøren fører til en viss utvasking fra avsetninger på tak og i avløpssystemet. I vår måleperiode var største nedbørmengde ca. 3 mm/døgn (13.4.). Dette ga ikke noe utslag av betydning i resultatene for døgnblandprøven.

4. De viktigste parametre i utslippssammenheng er fluorid og aluminium. Det ble påvist spor av arsen, noe som det bør være mulig å spore kilden til ved en senere detaljoppfølging av enkeltkilder.

Ved hjelp av middelkonsentrasjoner for alle prøver og mildere vannforbruk over 12 døgn, kan følgende materialtransport beregnes for kloakk ved nedre port:

| Vannmengde | Fluorid | Aluminium |
|---------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 5800 m ³ /døgn | 3,1 mg/l - 18 kg/døgn | 0,39 mg/l - 2,3 kg/døgn |

Fra Støperi Tya (Å1) er det også et visst utslipp av olje/fett. Utslippet vurderes som for lite til å skilles ut effektivt i en oljeutskiller. Når støping pågår er temperaturen i utslippet høy, ca. 40 - 45°C. Energigjenvinning bør vurderes, den store vannmengden tatt i betraktning.

Utslippet ved trafostasjonen (Å2) er trolig rent kjølevann og inneholdt svært lave konsentrasjoner av de komponenter det ble analysert på.

Utslippet ved sotkryolittanlegget inneholder en del fluorid og aluminium. Volumet er imidlertid beskjedent slik at utslippsmengdene derved også blir beskjedne. Det ble påvist et tap av

kryolitt til utslippet, noe som ble rettet på.

Analyse av PAH i alle utslipp viste at virksomheten også medfører et utslipp til vann, noe som er naturlig da PAH dannes ved at organisk stoff (olje/fett) utsettes for temperaturøkning. Utslipp av PAH til vann fra metallverket er beskjedent i forhold til utslippene fra Årdalstangen.

Det er vanskelig å vurdere utslippene av PAH nærmere, da det også er nødvendig å foreta en nærmere kartlegging av bakgrunnsnivået i området, d.v.s. hvilken betydning utslippene til luft har for vannkvaliteten i området.

Dersom en regner konsentrasjonen av PAH i kloakken ved nedre port til 1 µg/l, blir døgnutslippet ca. 5 g.

Analyse av dioxiner i avløp fra Støperi Tya og Støperi A viste lave konsentrasjoner i µg/l - området.

6.2 Årdalstangen.

Analyseresultatene viser at hovedkomponenter i utslippene fra Årdalstangen er PAH, partikulært materiale og/ noe fluorid. Metallinnholdet i sjøvannsutslippet er i nærheten av naturlige konsentrasjoner. Det er også påvist en del PAH i kloakken ved porten (T2) og i pumpeump på kaia (T1), men disse mengder blir relativt beskjedne i forhold til sjøvannsutslippet. Vannet i pumpeumpen inneholdt mer antatt cancerogent PAH enn i sjøvannsutslippet. PAH-innholdet i sjøvannsutslippet besto for en stor del av mer vannløselige komponenter, noe som viser at renseanlegget fjerner det meste av partikulært PAH. Sjøvannsutslippet er svakt surt med pH-verdier i området 5,6 - 6,0.

Følgende midlere materialtransportverdier for sjøvannsutslippet kan beregnes ut fra observerte analyseverdier:

| Vannmengde m ³ /døgn | PAH middel | Susp.stoff middel | Fluorid |
|------------------------------------|-----------------|----------------------|-------------------|
| 11000 | 2mg/l 22kg/døgn | 16mg/l 176kg/døgn | 4,4mg/l 48kg/døgn |

Det ble ikke tatt noen prøver for vurdering av avrenningen av tippen på Årdalstangen. Beliggenheten gjør det vanskelig å utføre kvantitative målinger av forurensningstilførslene herfra. En kvalitativ vurdering av tilførsler fra tippen kan eventuelt foretas senere ved prøvetaking i sjøen i nærområdet.

7. FORSLAG TIL VIDEREFØRING

Denne undersøkelsen er i første rekke konsentrert om hovedkomponenter i utslippene. Undersøkelsen har vist at det viktigste utslippet i Øvre Årdal er kloakken ved nedre port. Dette utslippet har en rekke enkeltkilder. De kontinuerlige målingene gir da også uttrykk for en del uregelmessigheter som bør undersøkes nærmere. Et mer permanent opplegg for kontinuerlig mengderegistrering og analyse (konduktivitet, evt. pH og fluorid) bør vurderes. Opplegget kan suppleres med automatisk blandprøvetaking eller prøvetaking ved overskridelse av gitte alarmverdier for vannføring, konduktivitet, pH, etc.

Slikt overvåkningsutstyr er med tiden blitt relativt rimelig i anskaffelse og vil gi en rask respons på eventuelle uregelmessigheter ved et datateknisk opplegg.

Enkeltutslipp til kloakken i Øvre Årdal slik som olje, fluorid og arsen bør kartlegges nærmere. Det anbefales derfor at man senere foretar en mer detaljert kartlegging av enkeltkilder til hovedkloakken.

Hvis det er ønskelig å kvantifisere avrenning fra tippen i Øvre Årdal nærmere og kartlegge spredningsveiene, foreslås et særskilt prosjekt for dette.

Under en episode med nedbør ble det påvist en økning i konduktivitetsverdien i hovedkloakken i Øvre Årdal. Da det er lik nedbør i Øvre Årdal, er det vanskelig å vurdere betydningen av slike diffuse tilførsler her. Slike undersøkelser kan eventuelt utføres ved et annet verk.

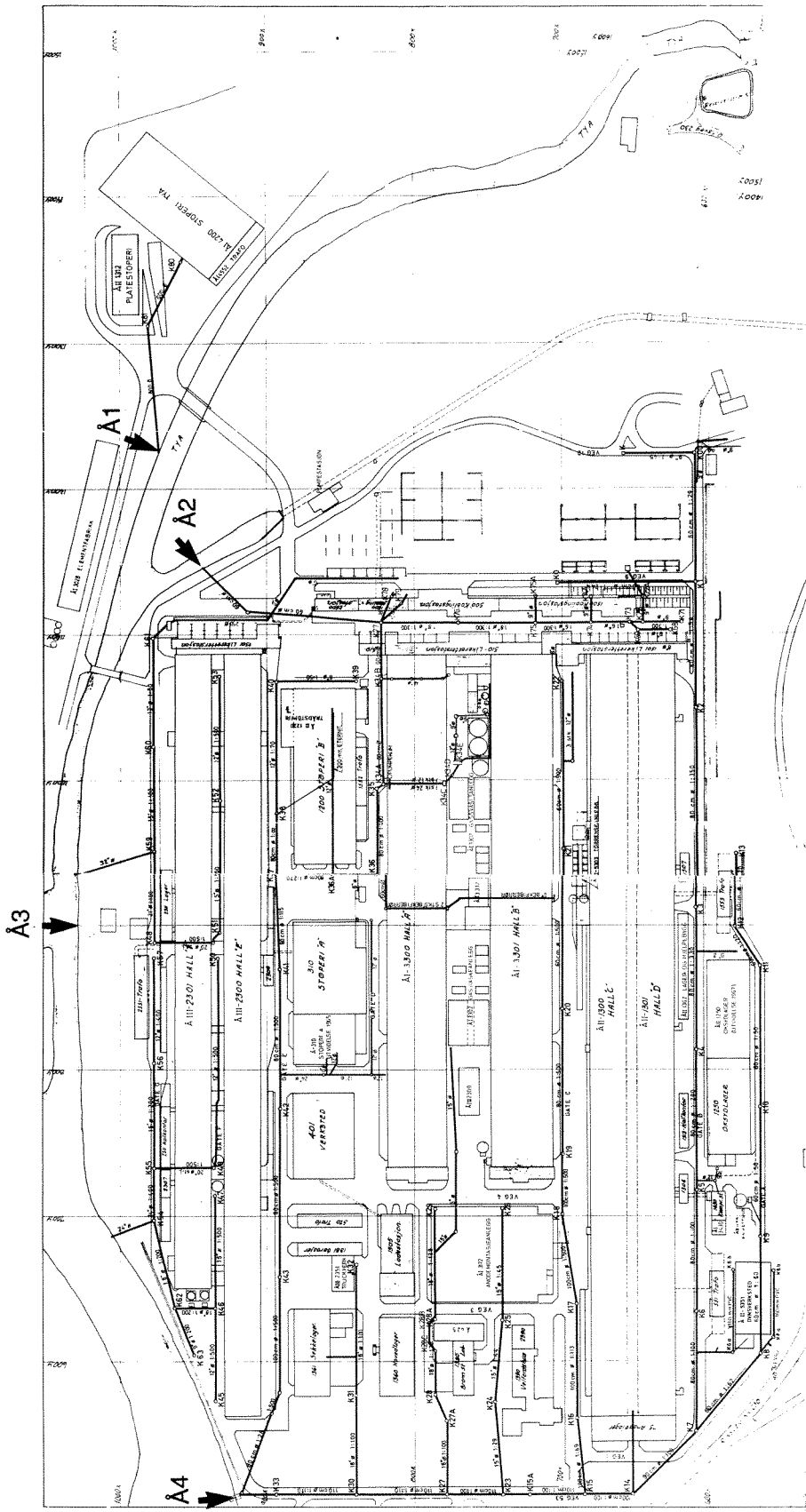


Fig.1 Prøvetakingsstasjoner ved Årdal Verk, Øvre Årdal

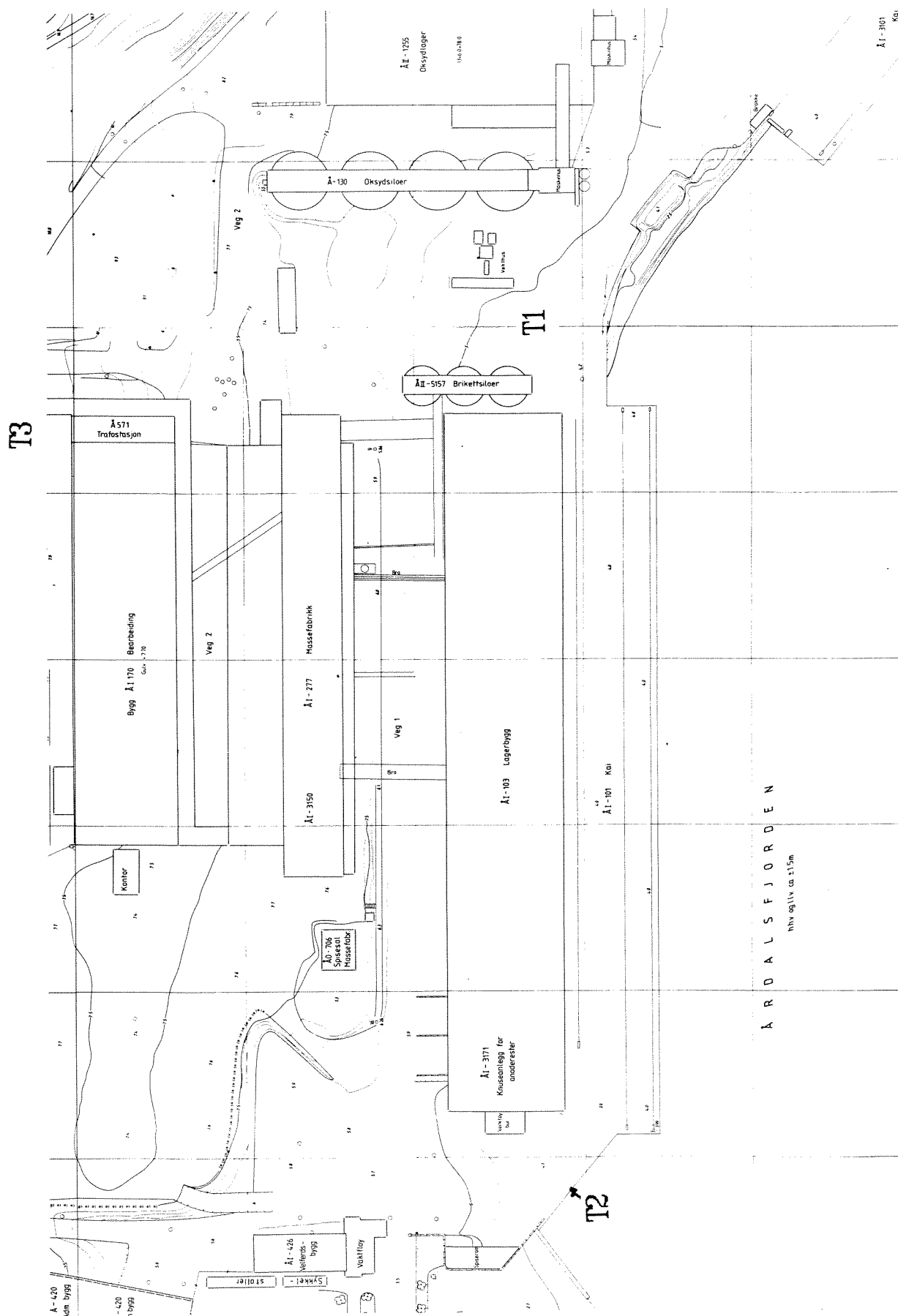
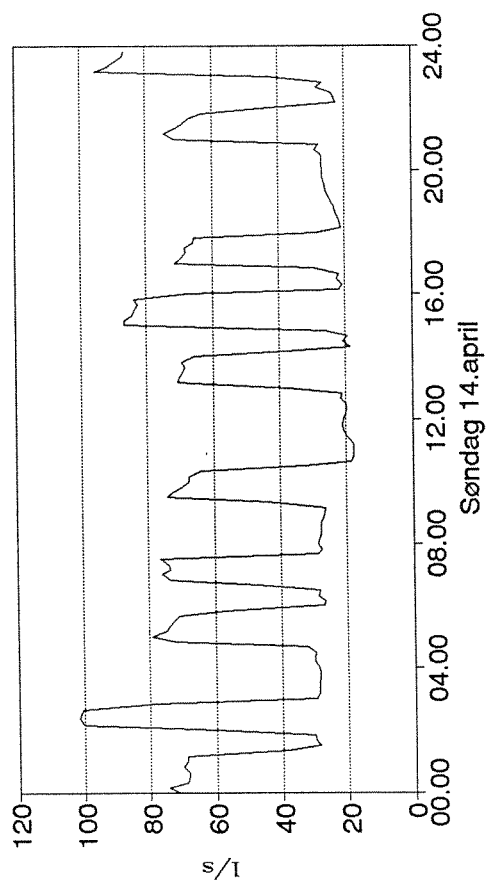
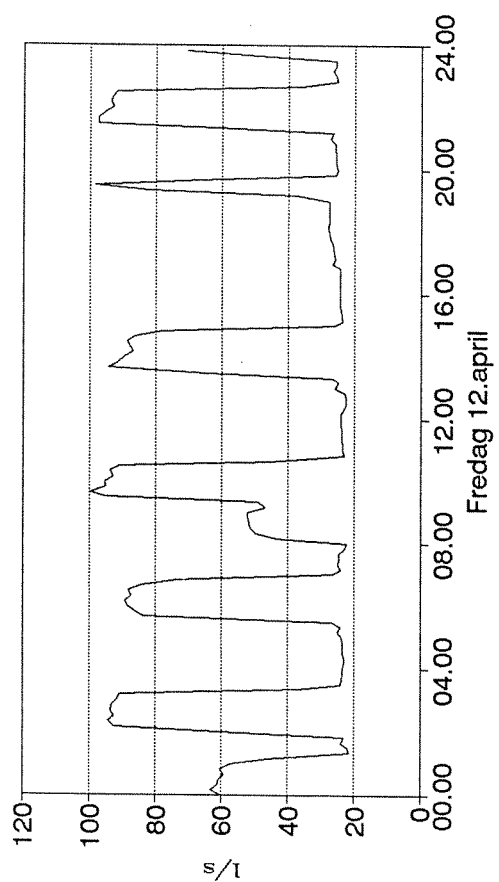
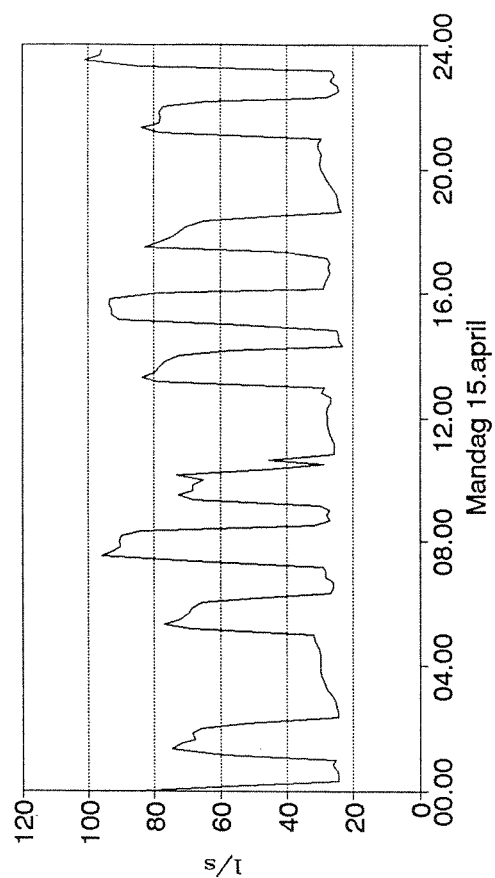
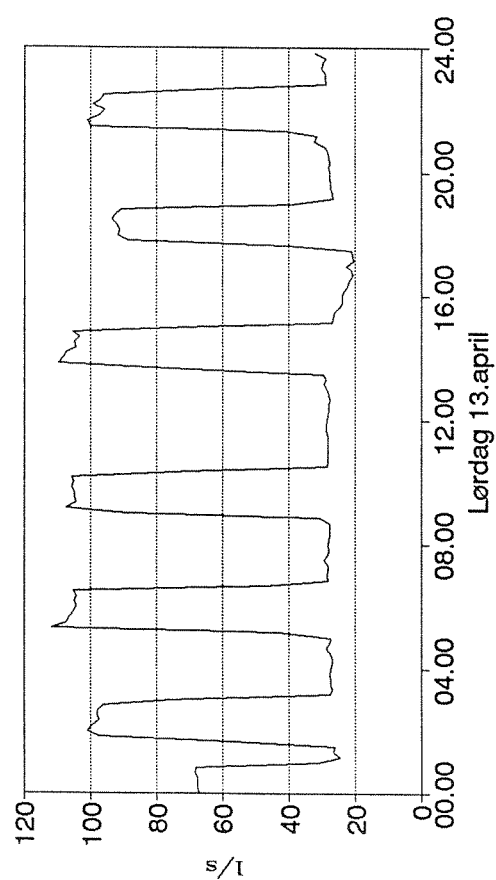


Fig.2 Prøvetakingsstasjoner ved Ardal Verk, Ardalstangen

BILAG 1**RESULTATER FOR KONTINUERLIGE MÅLINGER**

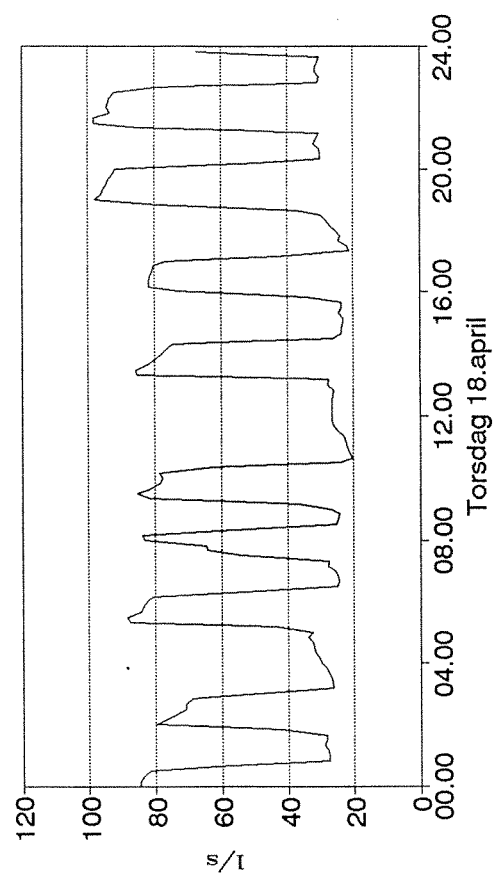
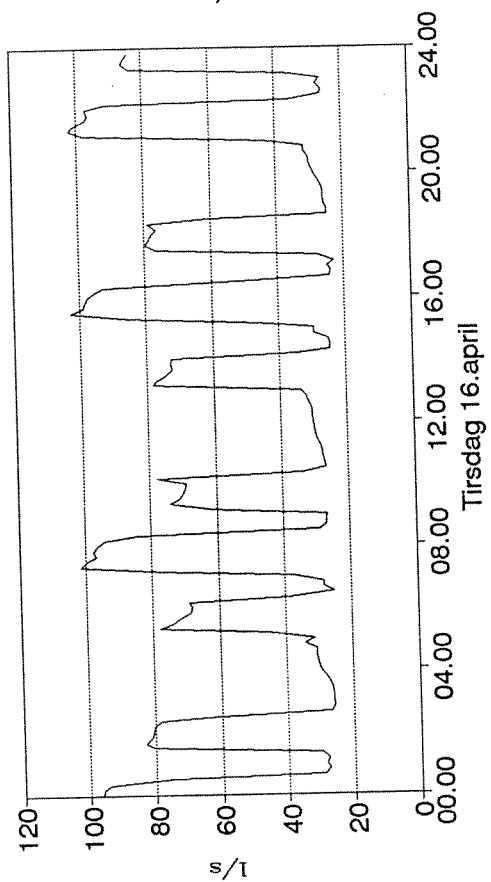
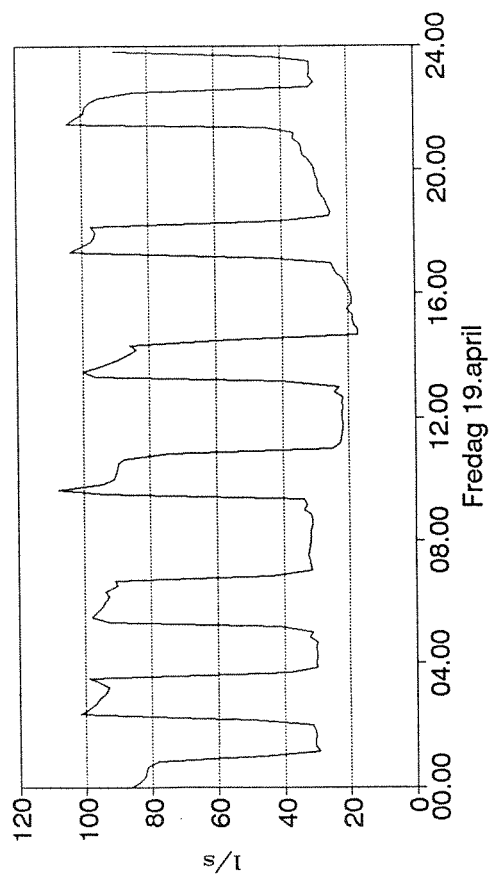
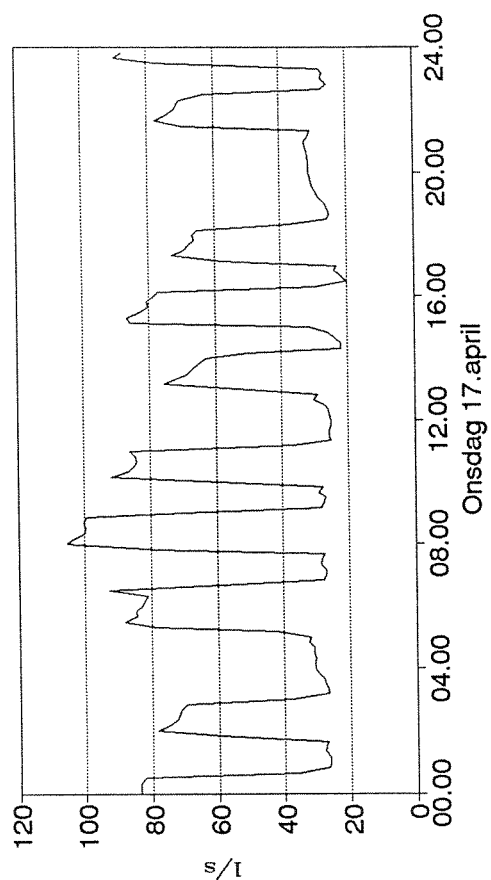
Årdal Verk - Øvre Årdal

Stasjon Å1 - Vannføring



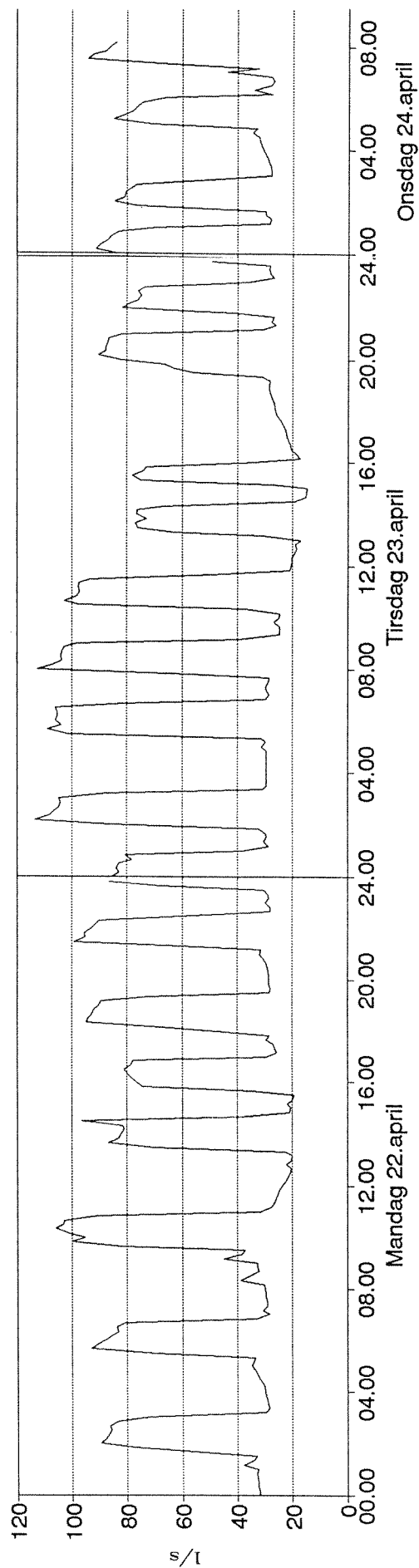
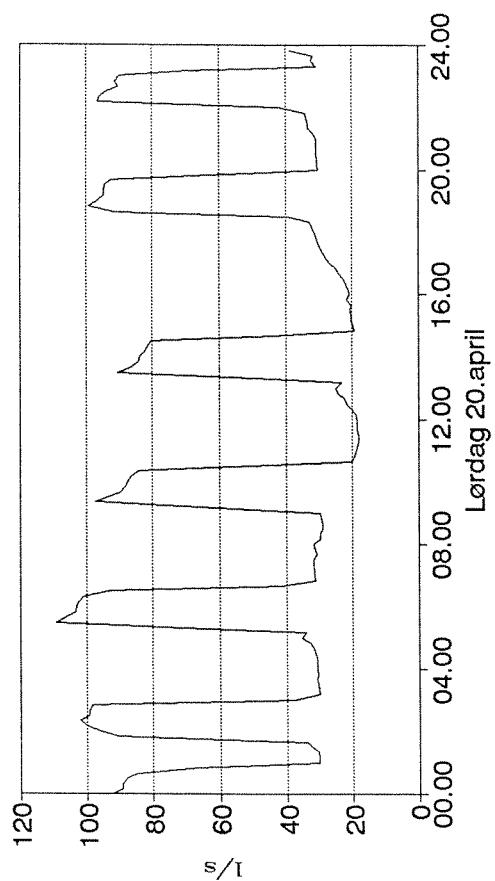
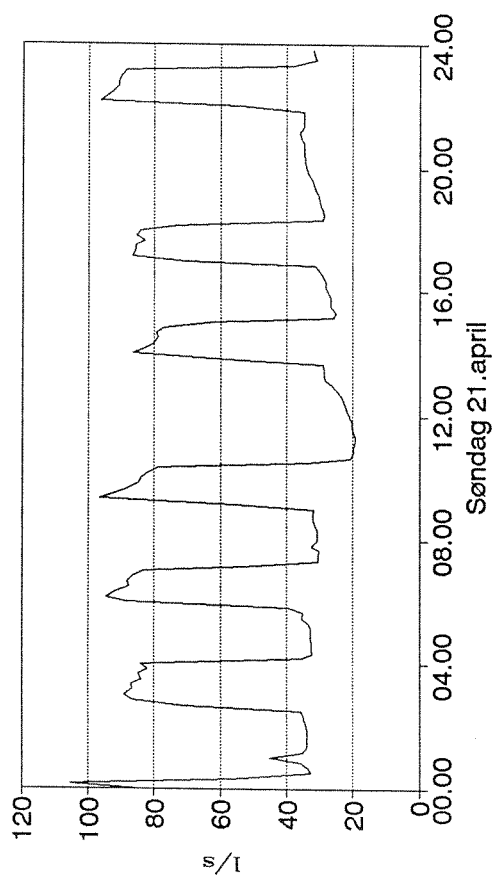
Årdal Verk - Øvre Årdal

Stasjon Å1 - Vannføring



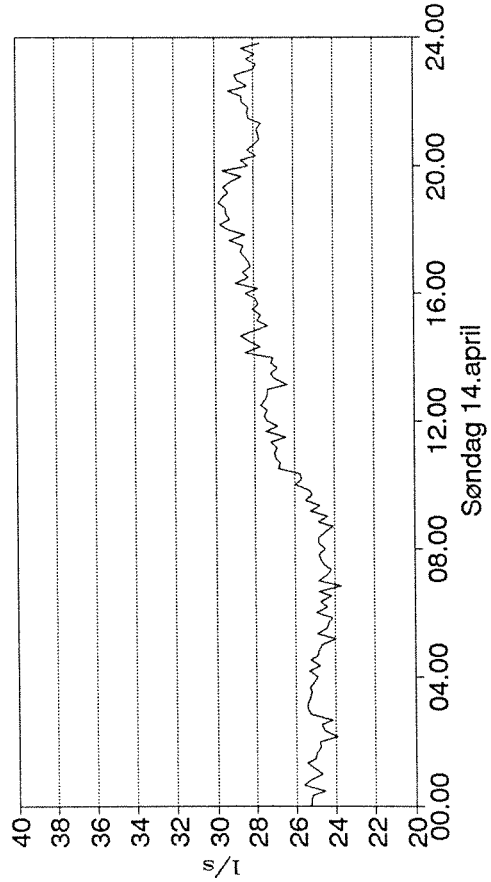
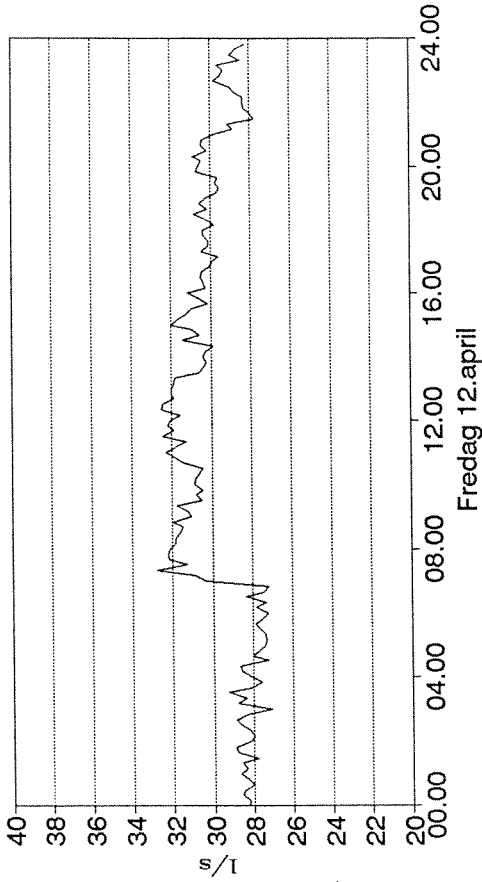
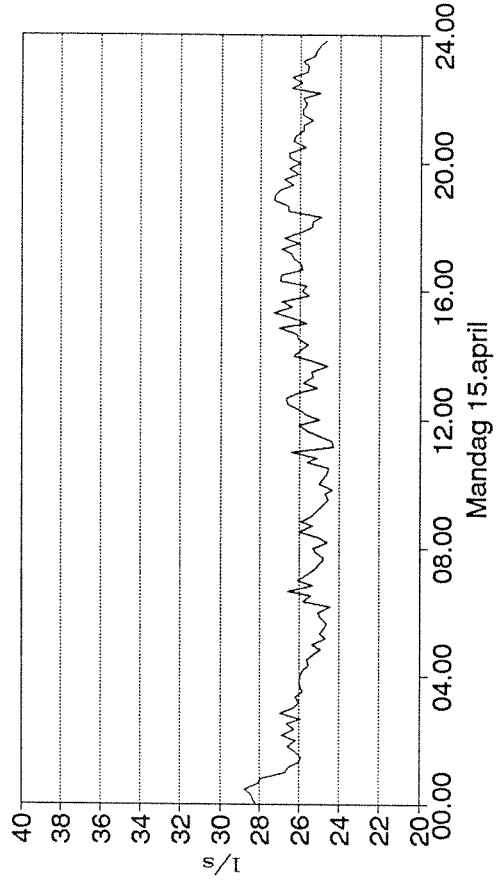
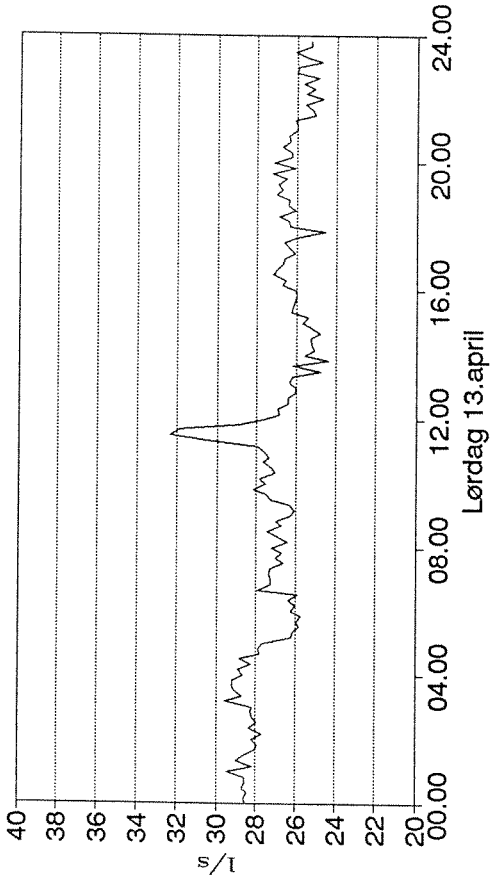
Årdal Verk - Øvre Årdal

Stasjon Å1 - Vannføring



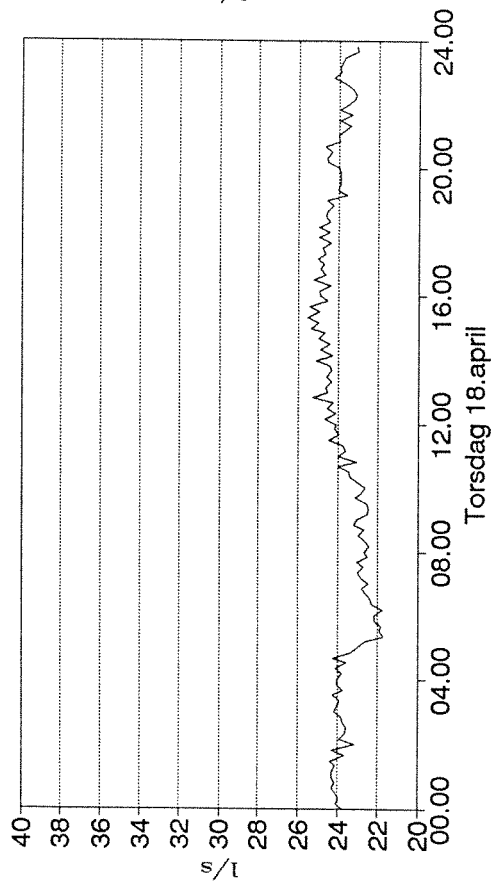
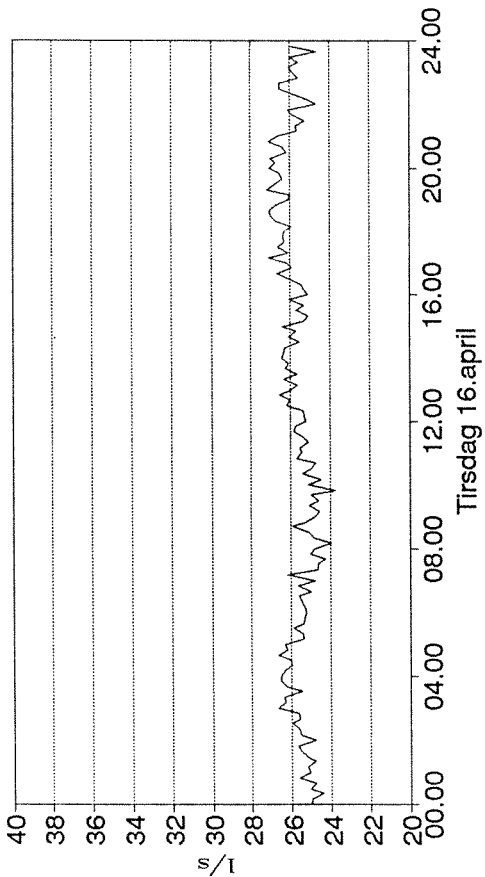
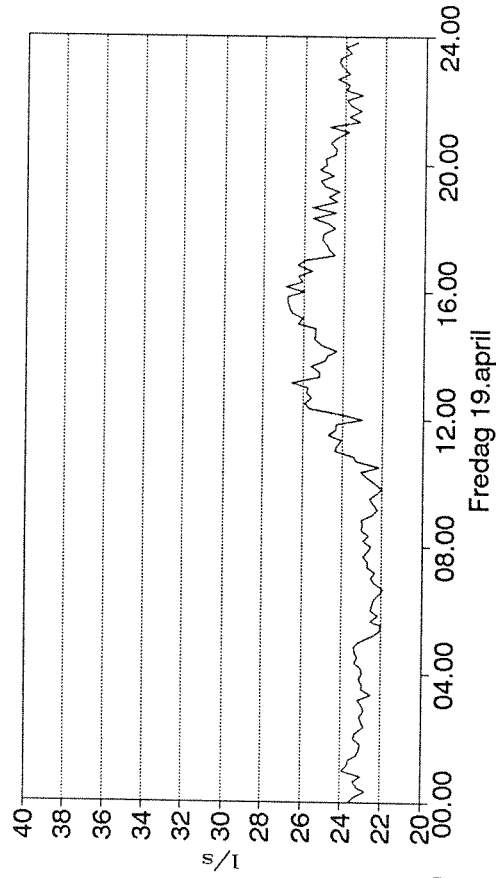
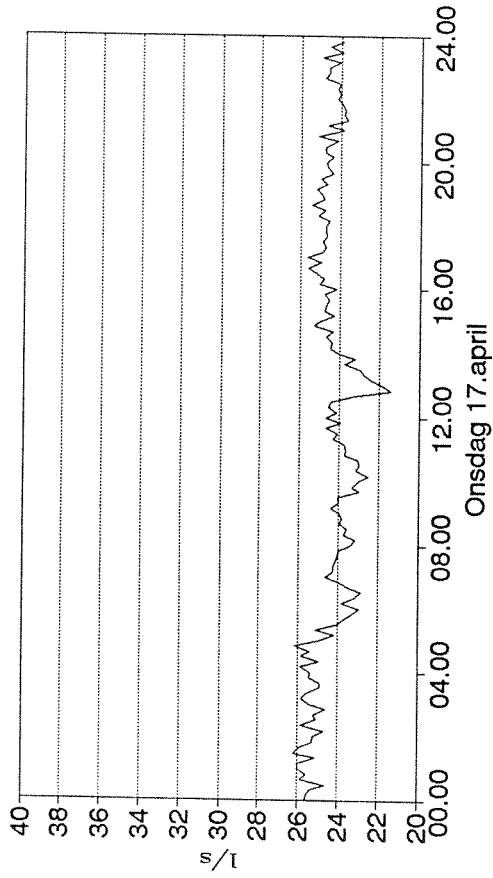
Årdal Verk - Øvre Årdal

Stasjon Å2 - Vannføring



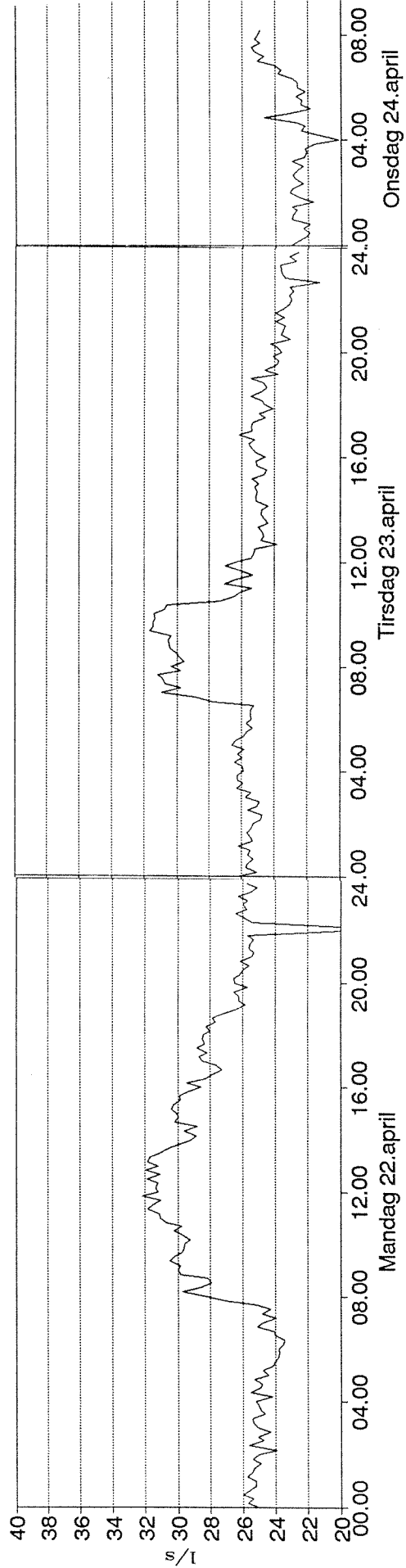
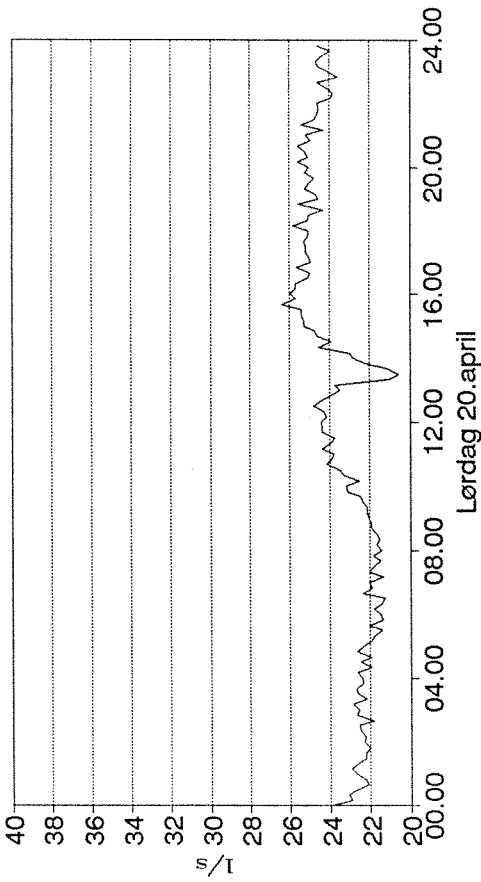
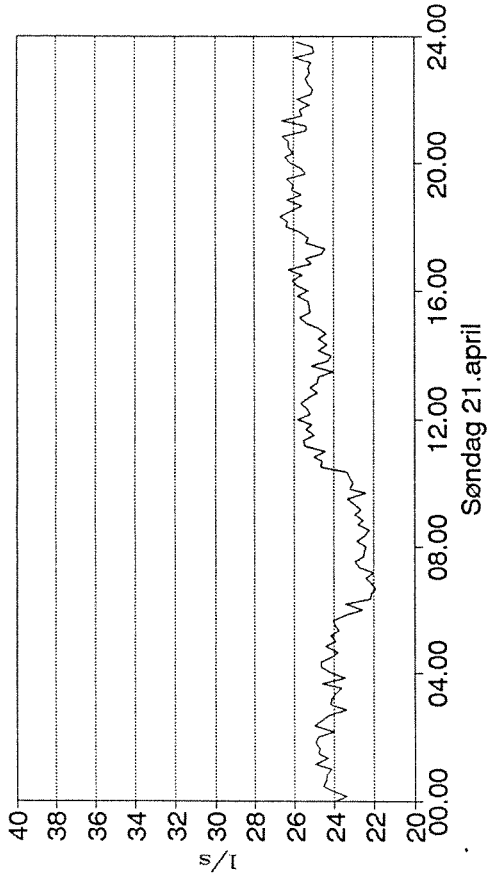
Årdal Verk - Øvre Årdal

Stasjon Å2 - Vannføring



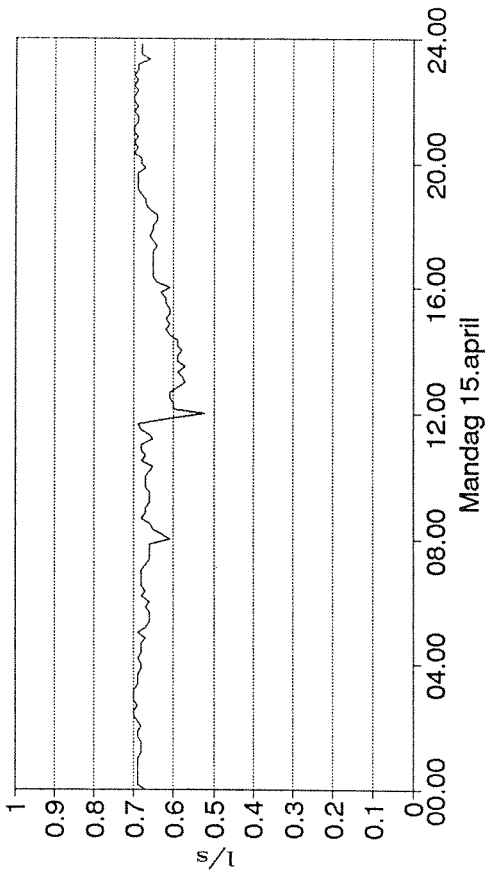
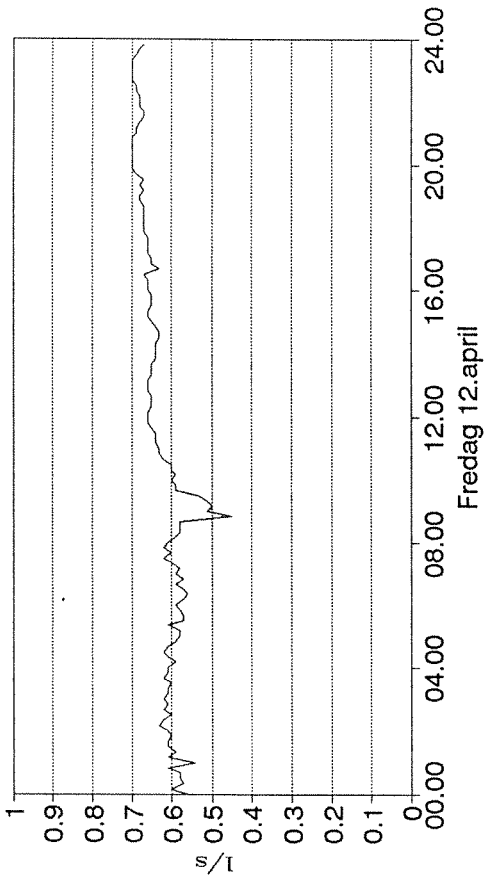
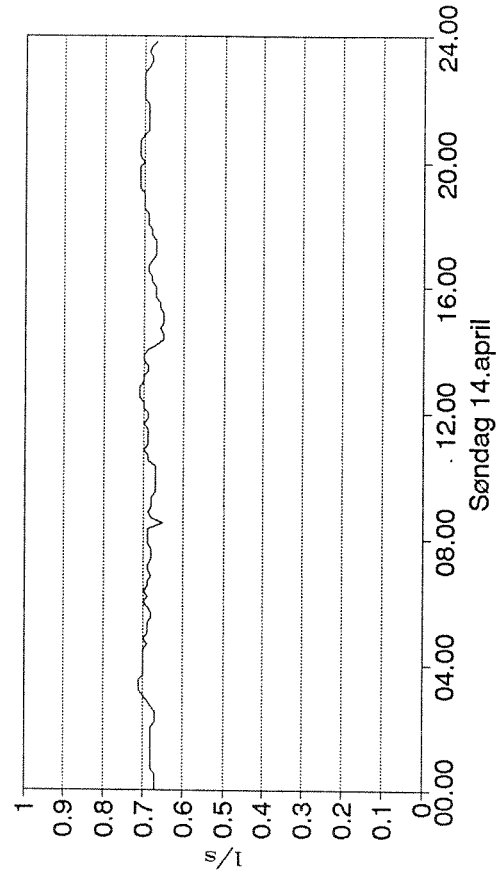
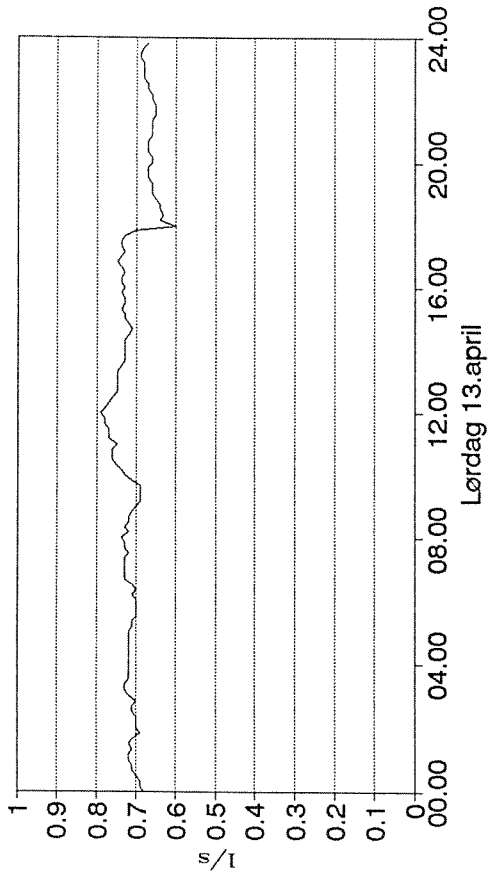
Årdal Verk - Øvre Årdal

Stasjon Å2 - Vannføring



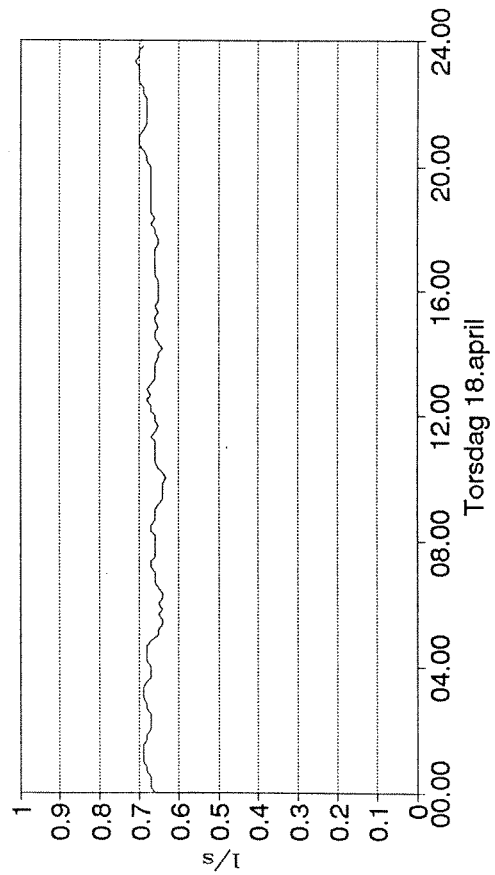
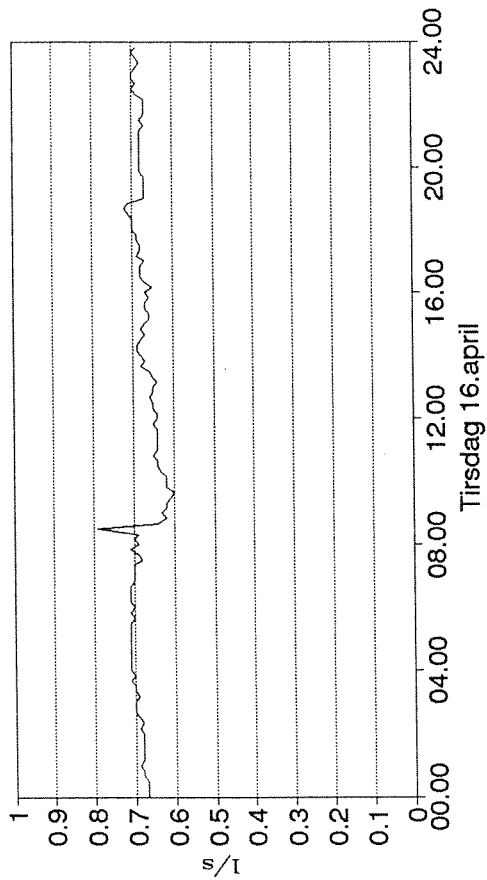
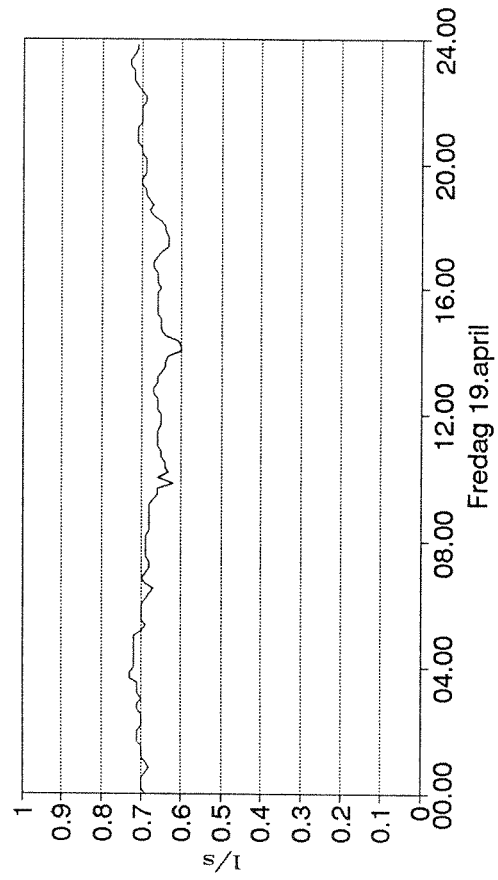
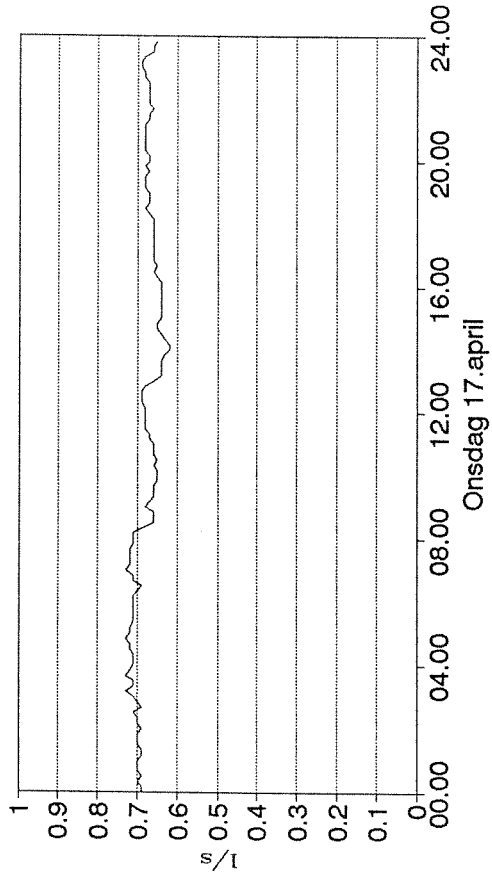
Årdal Verk - Øvre Årdal

Stasjon Å3 - Vannføring



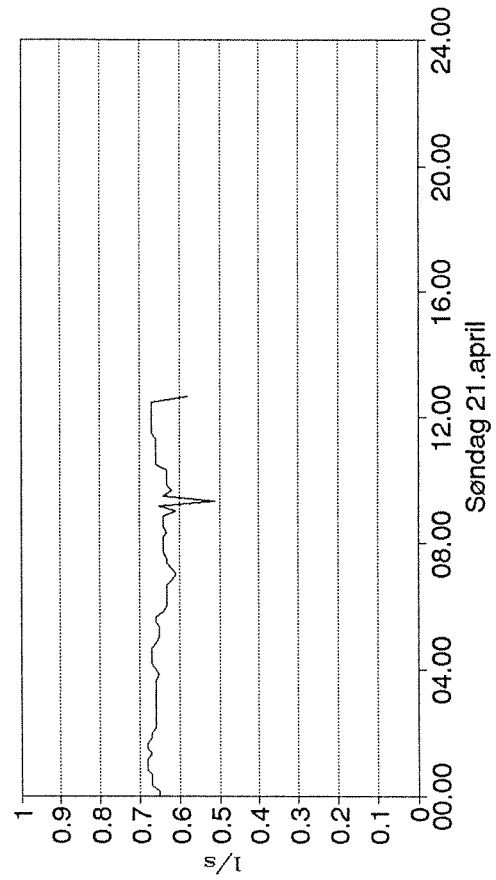
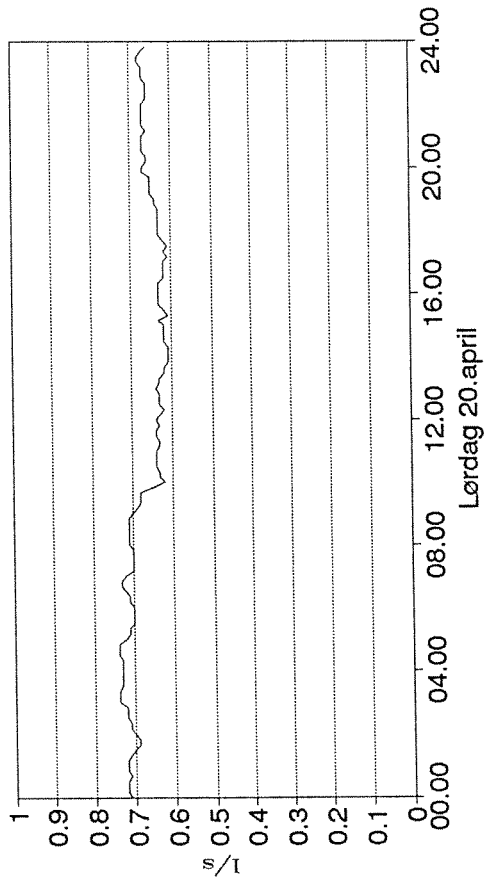
Årdal Verk - Øvre Årdal

Stasjon Å3 - Vannføring



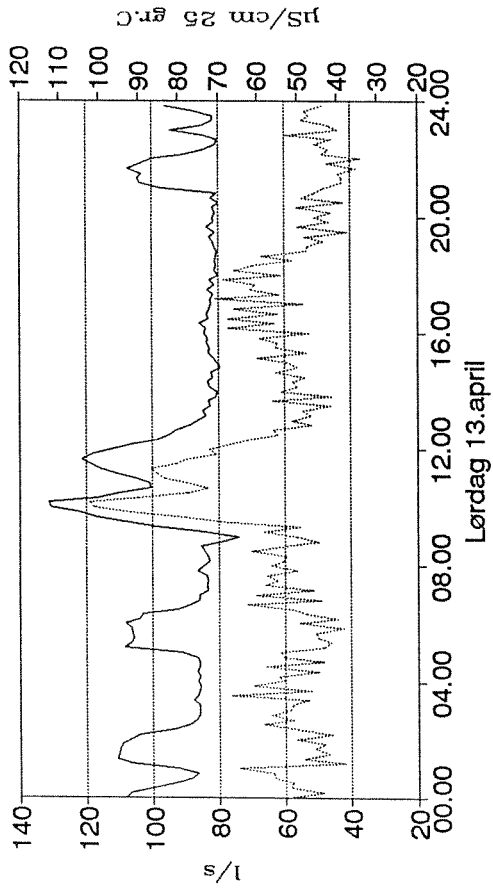
Årdal Verk - Øvre Årdal

Stasjon Å3 - Vannføring

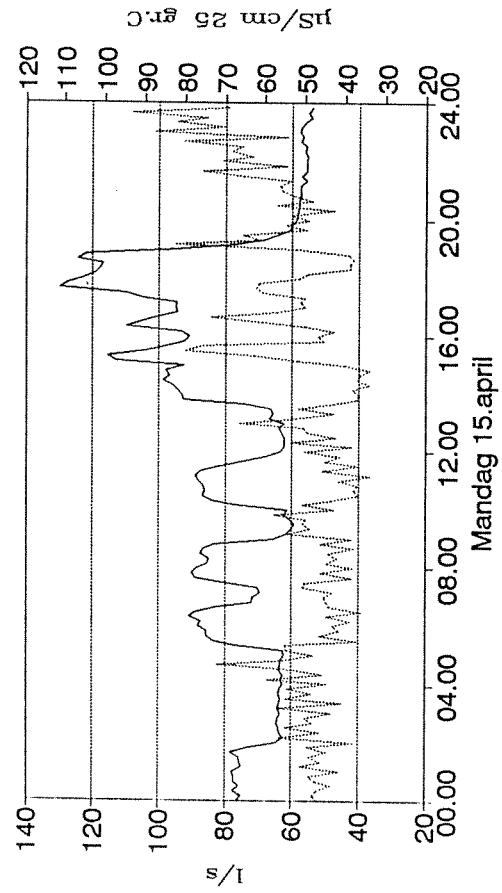


Årdal Verk - Øvre Årdal

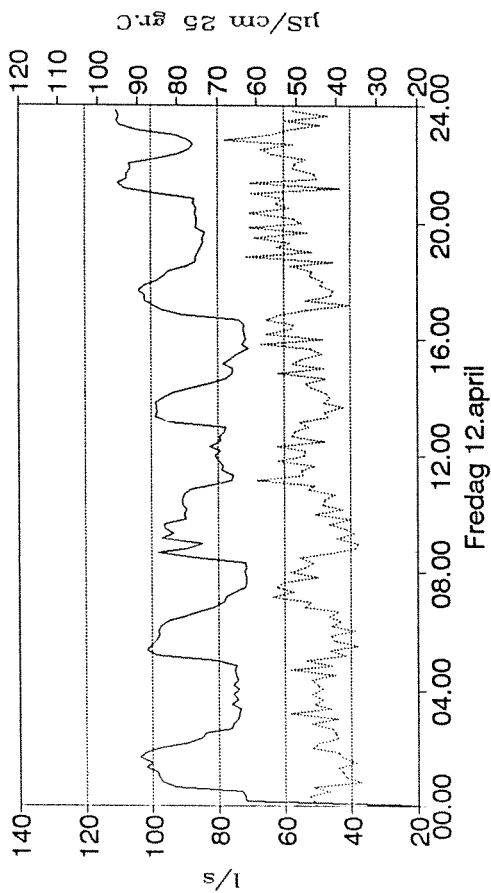
Stasjon Å4 Vannf og konduktivitet



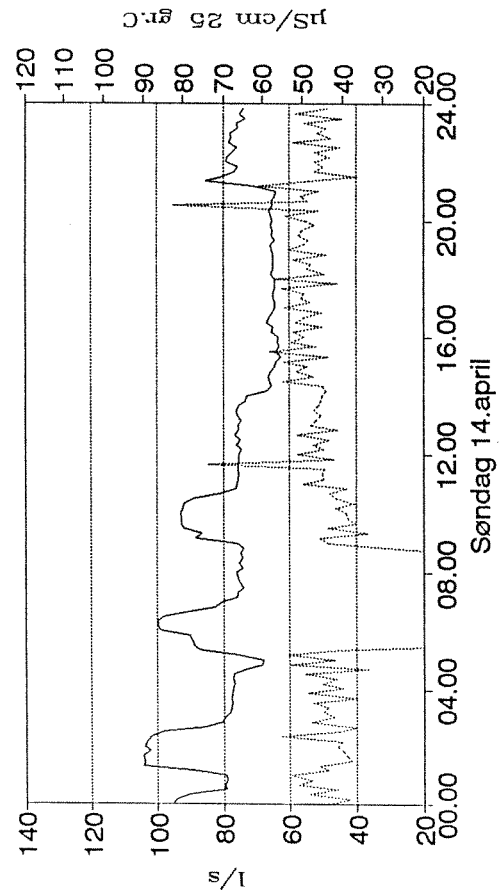
— Vannf Kond



— Vannf Kond



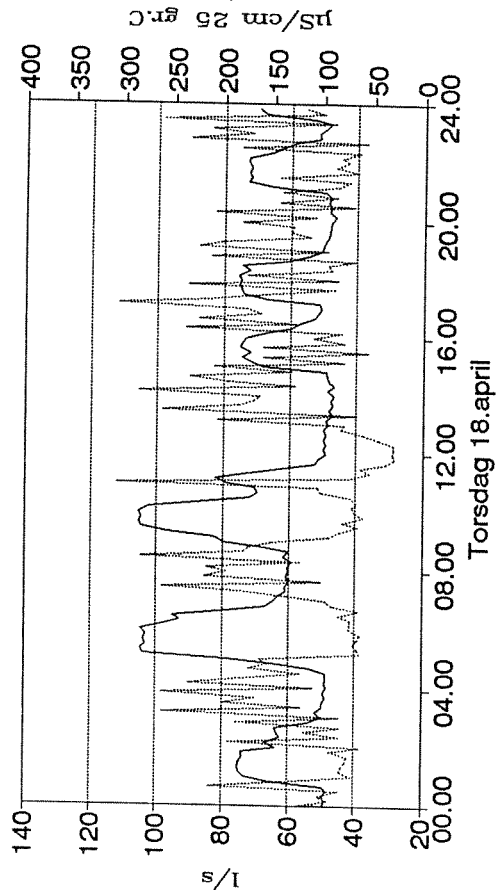
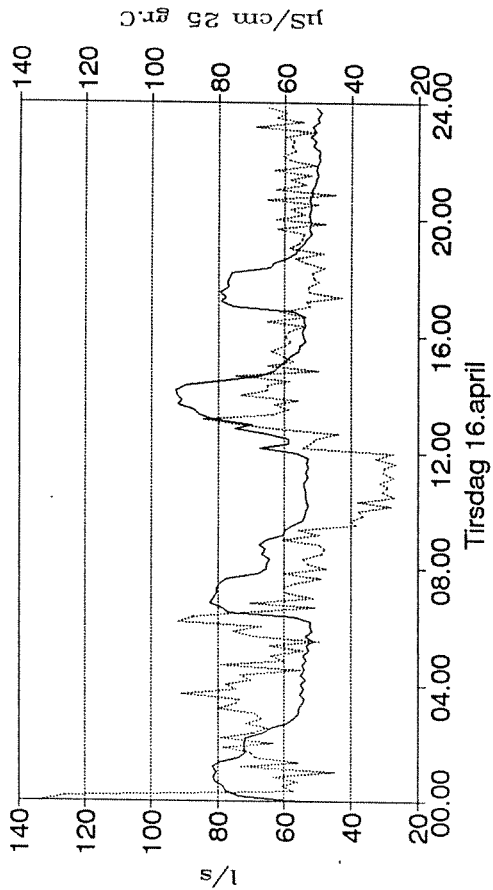
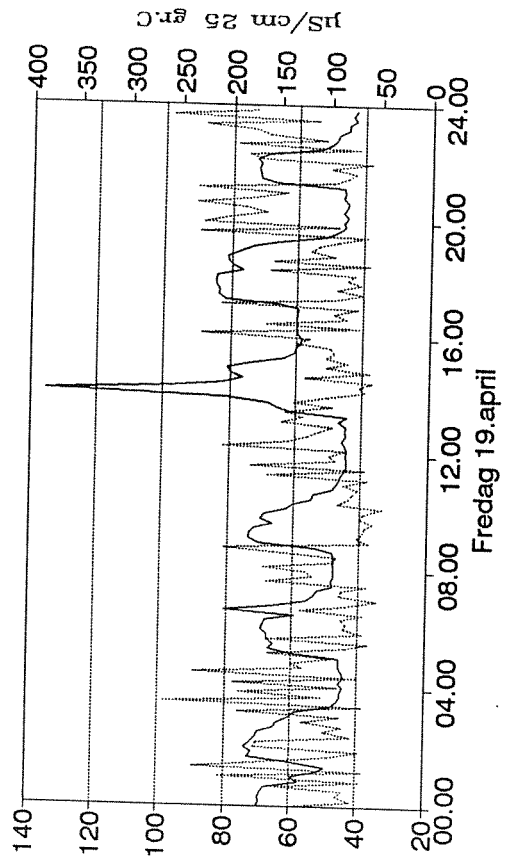
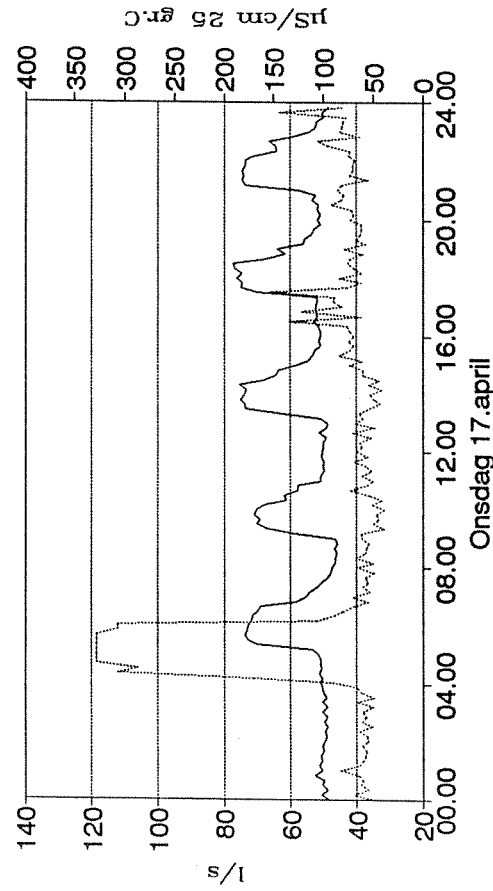
— Vannf. Kond.



— Vannf Kond.

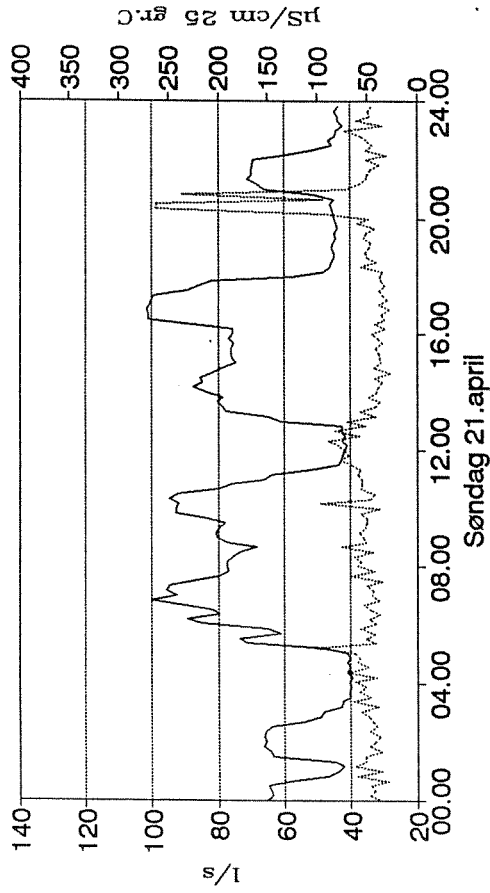
Årdal Verk - Øvre Årdal

Stasjon Å4 Vannf og konduktivitet

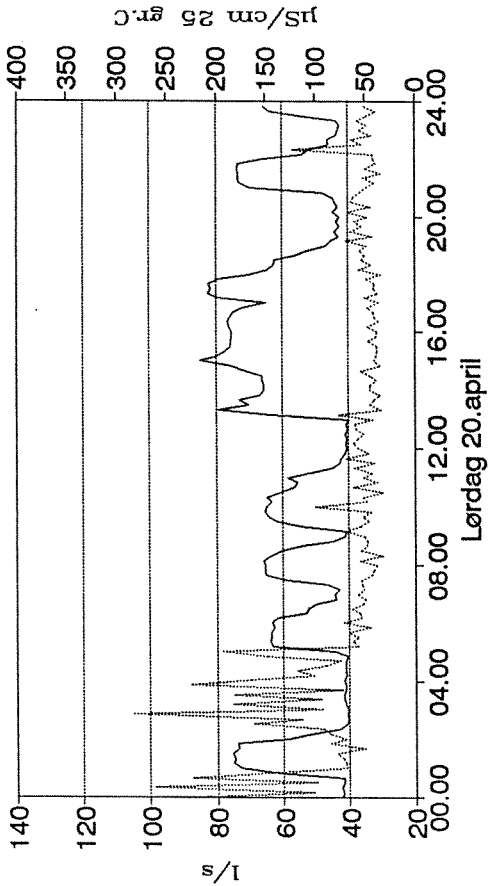


Årdal Verk - Øvre Årdal

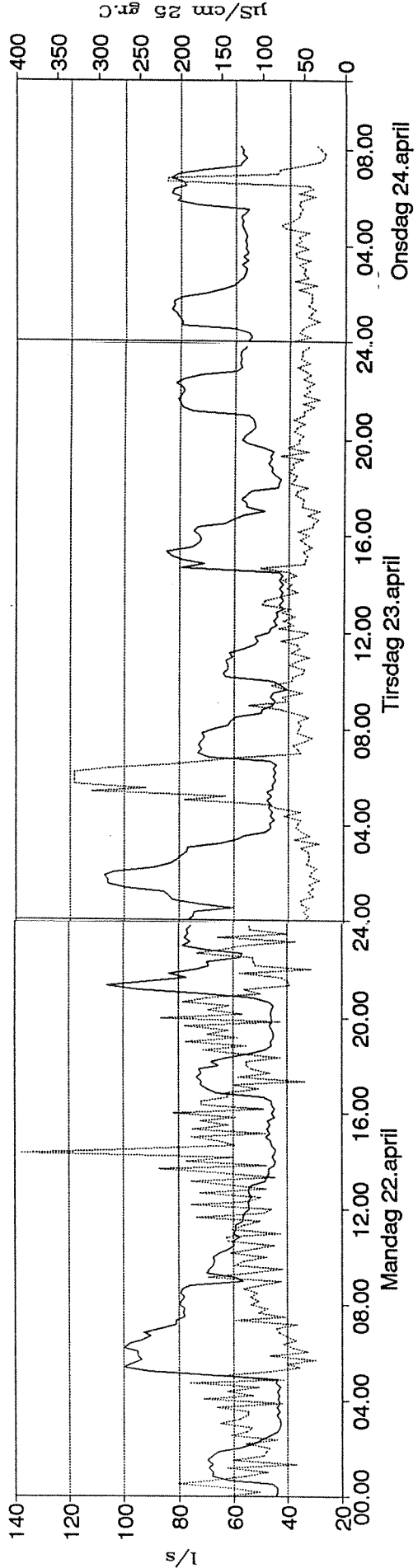
Stasjon Å4 Vannf.og konduktivitet



— Vannf — Kond



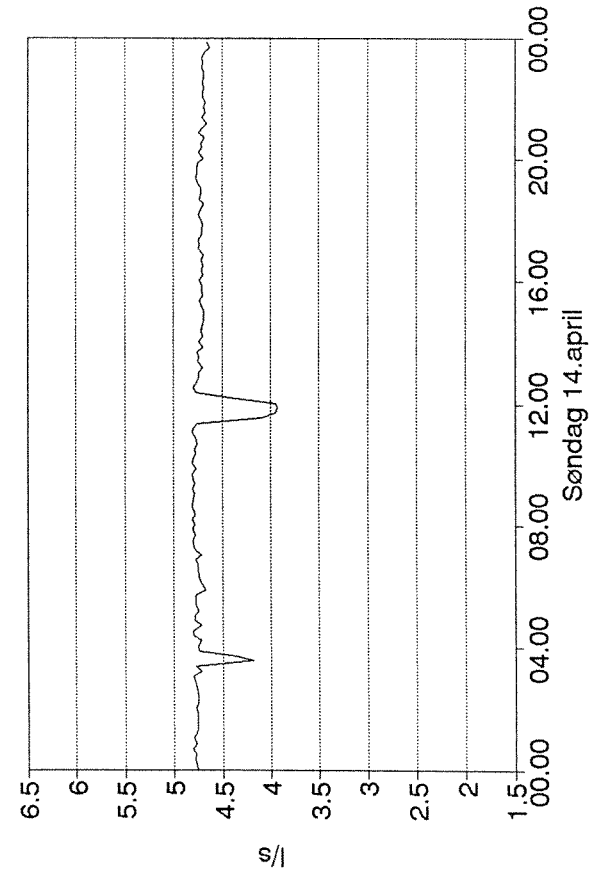
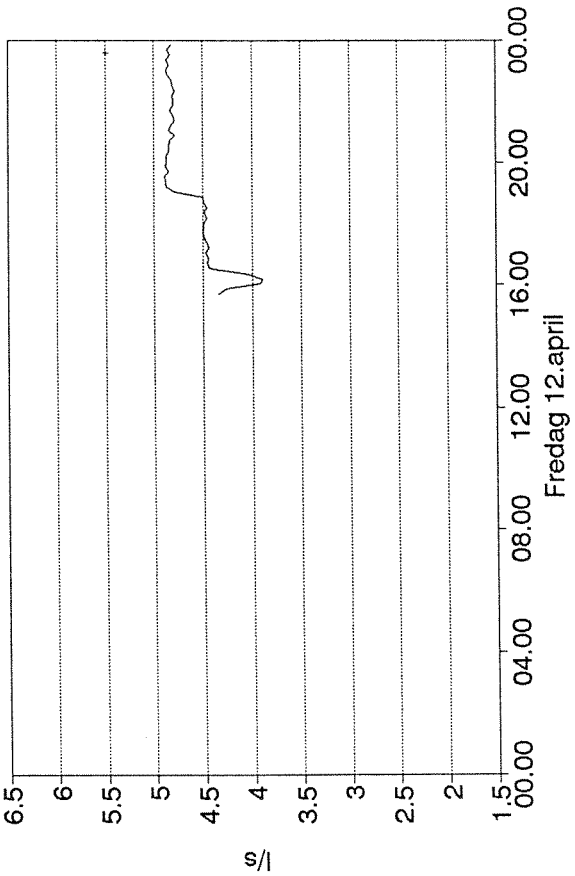
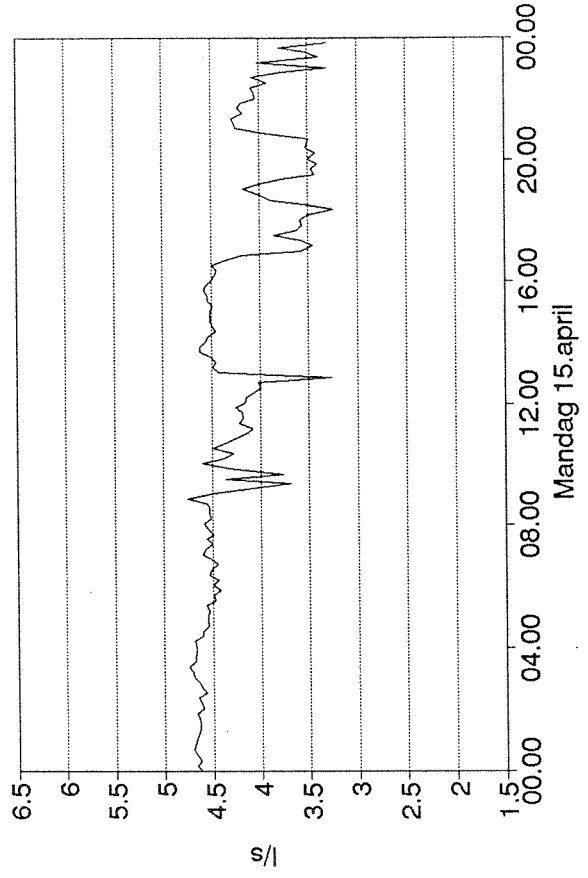
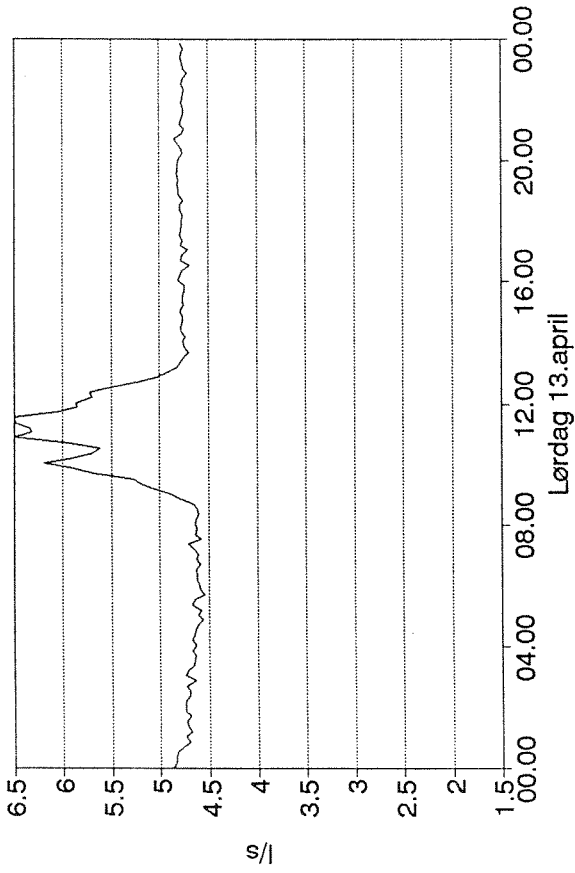
— Vannf — Kond



— Vannf — Kond

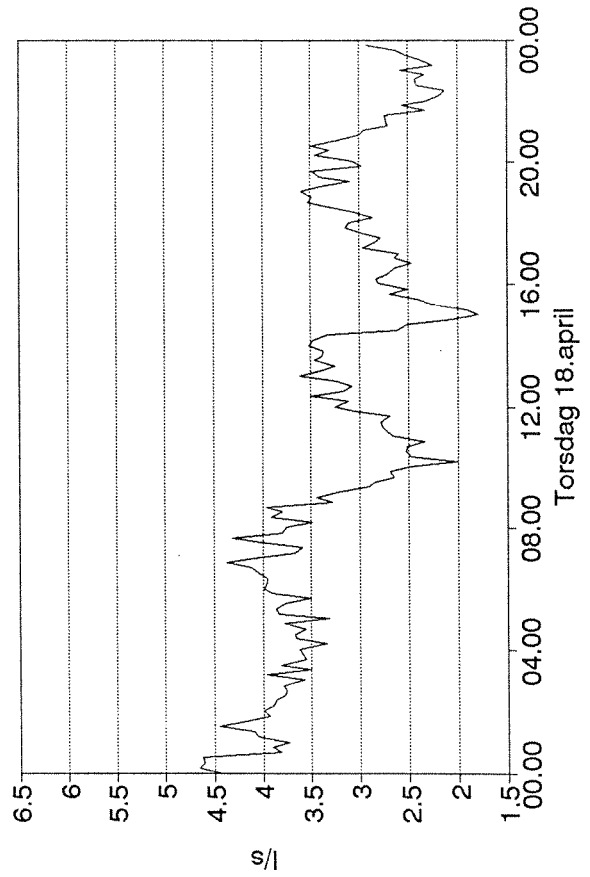
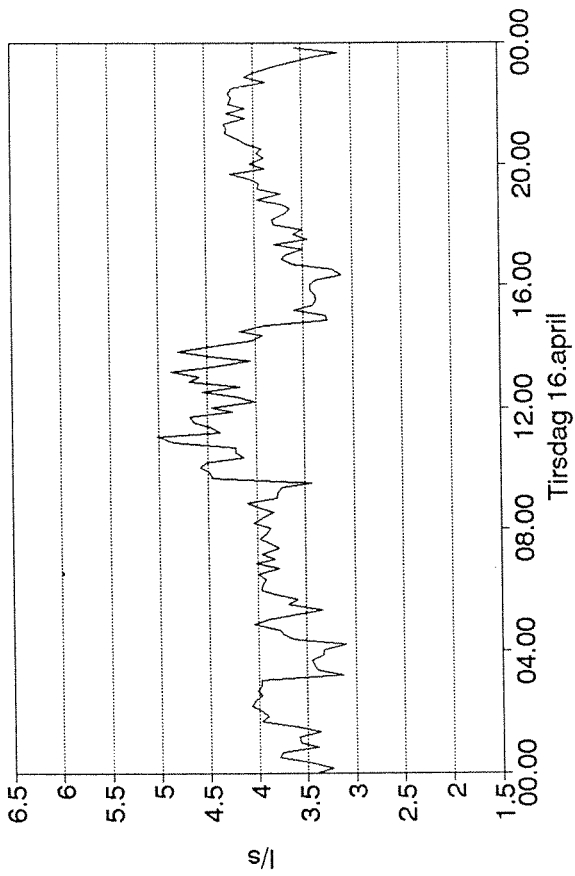
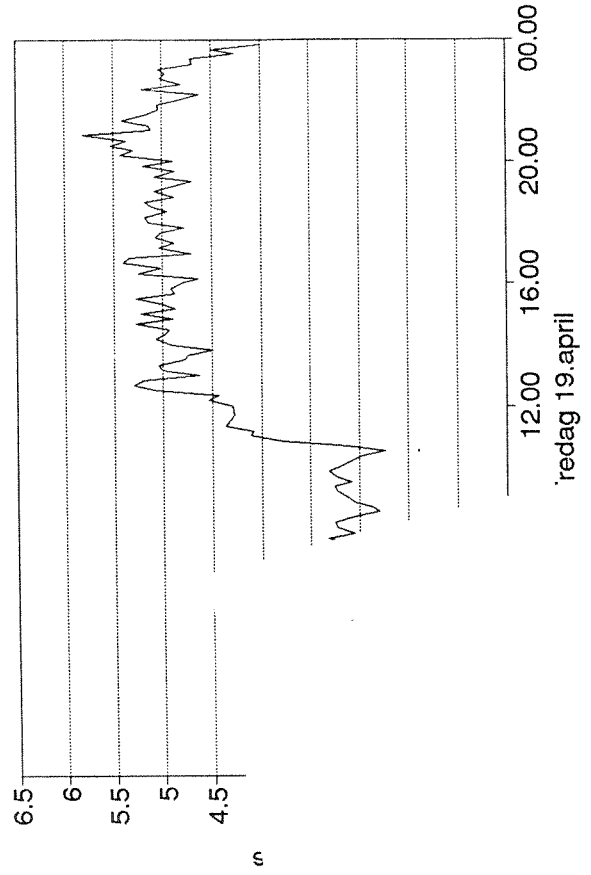
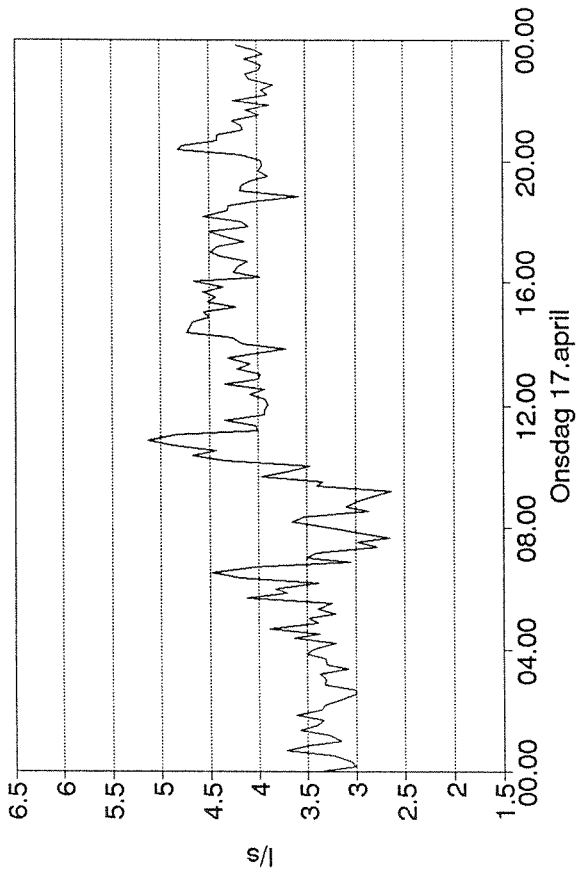
Årdal Verk - Årdalstangen

Stasjon T1 Vannføring



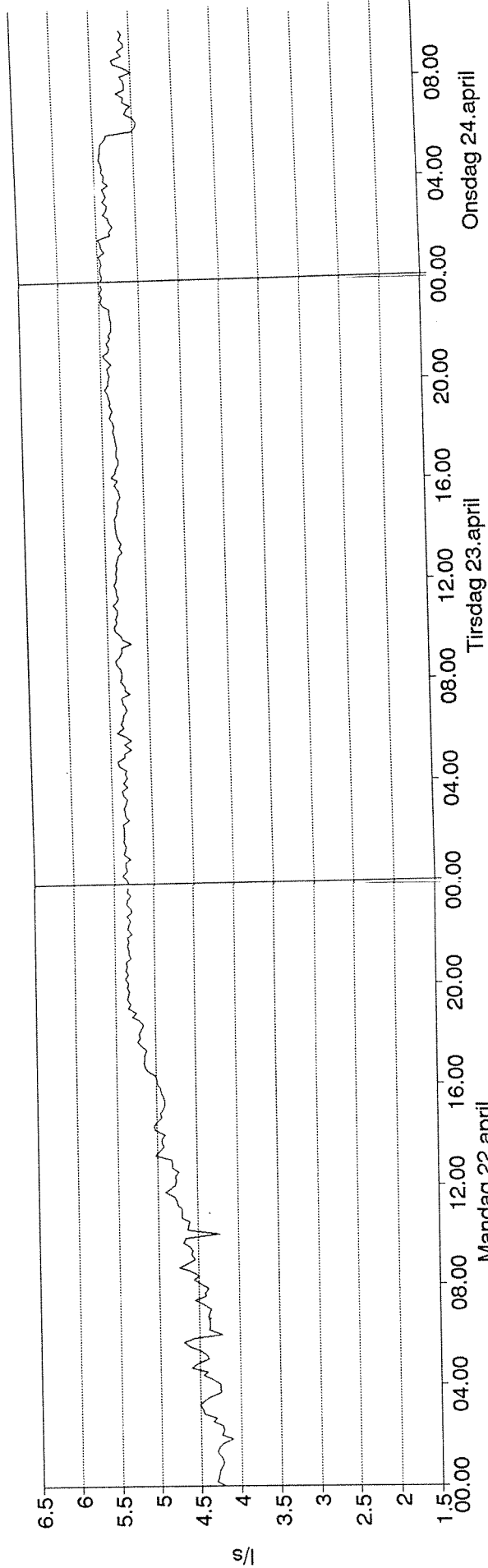
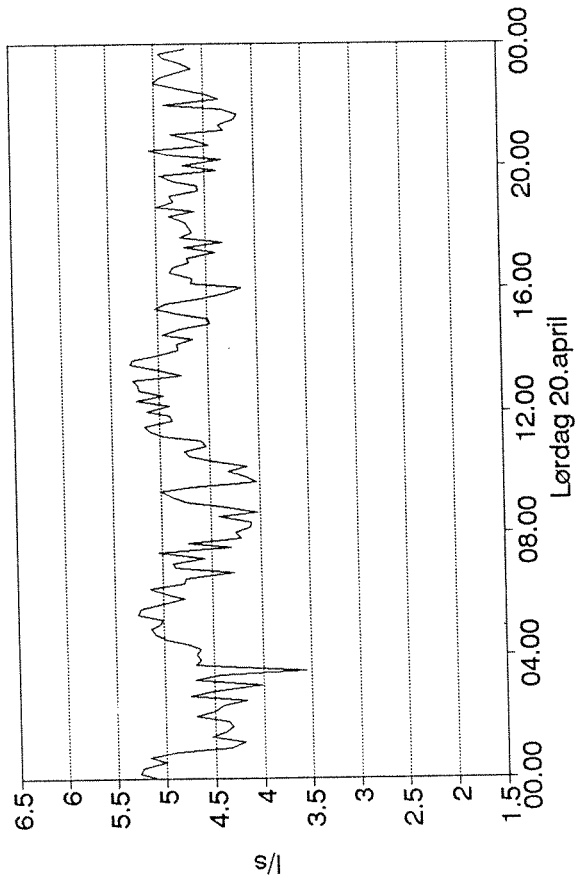
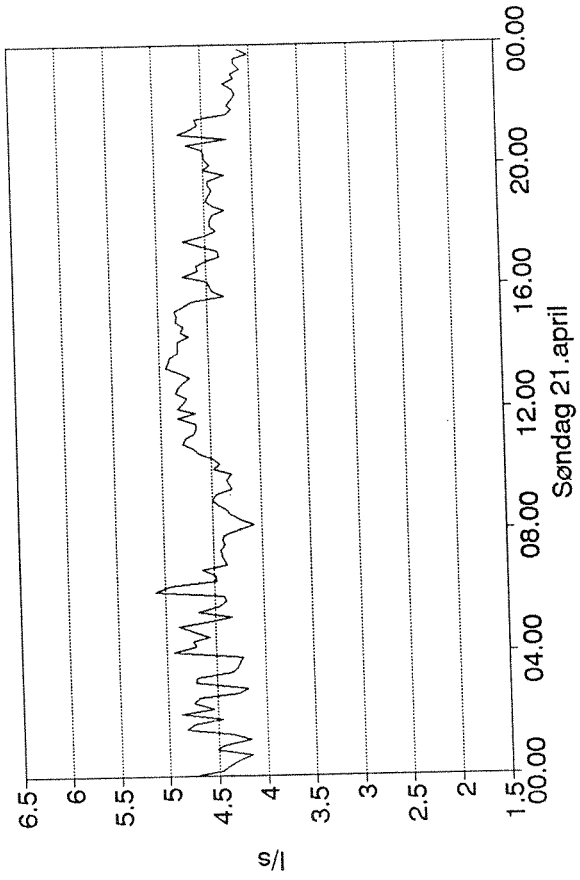
Årdal Verk - Årdalstangen

Stasjon T1 Vannføring



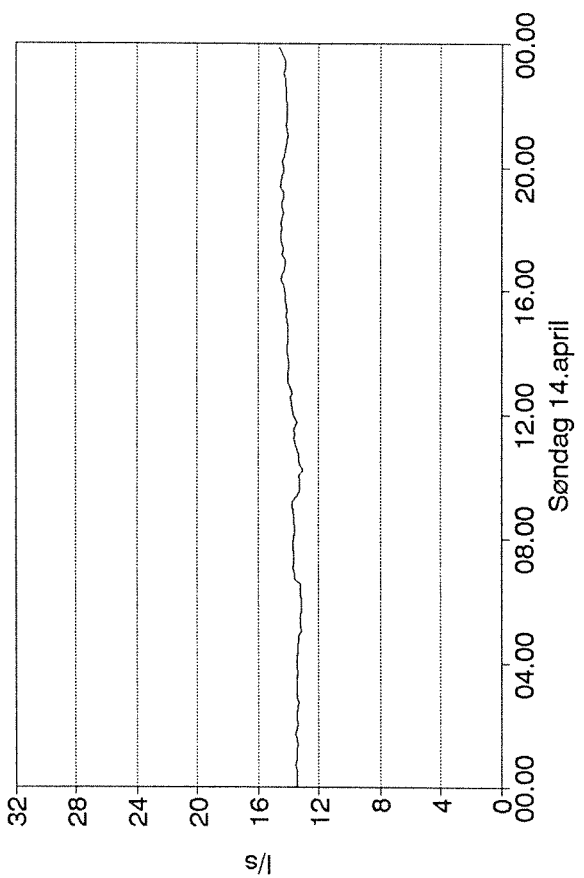
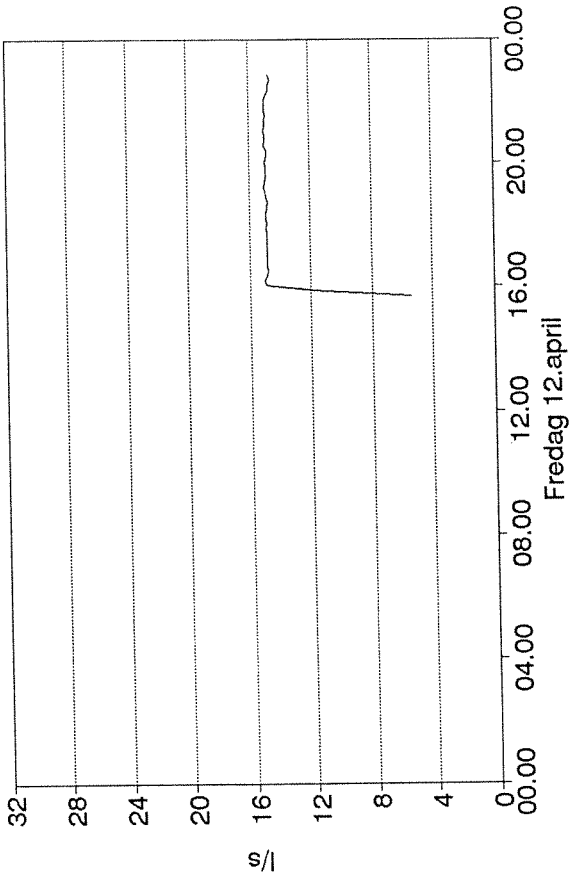
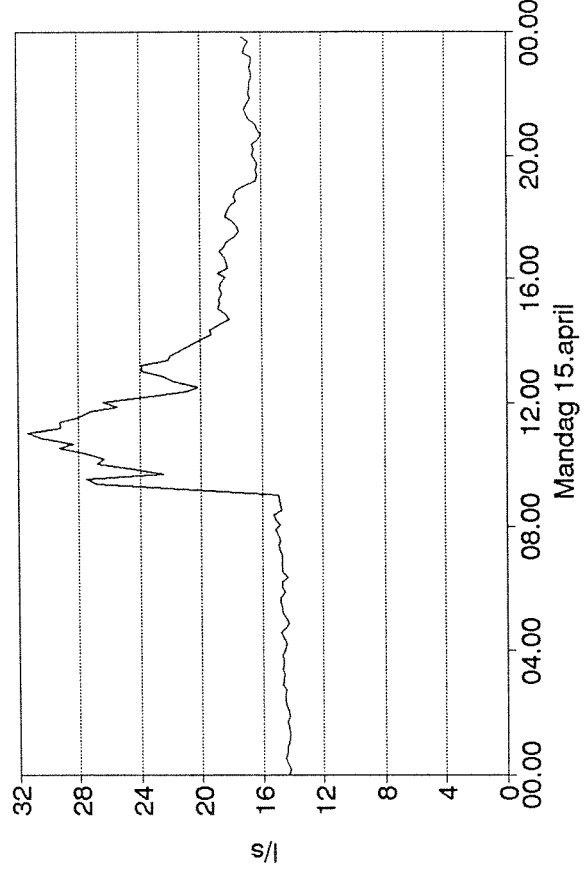
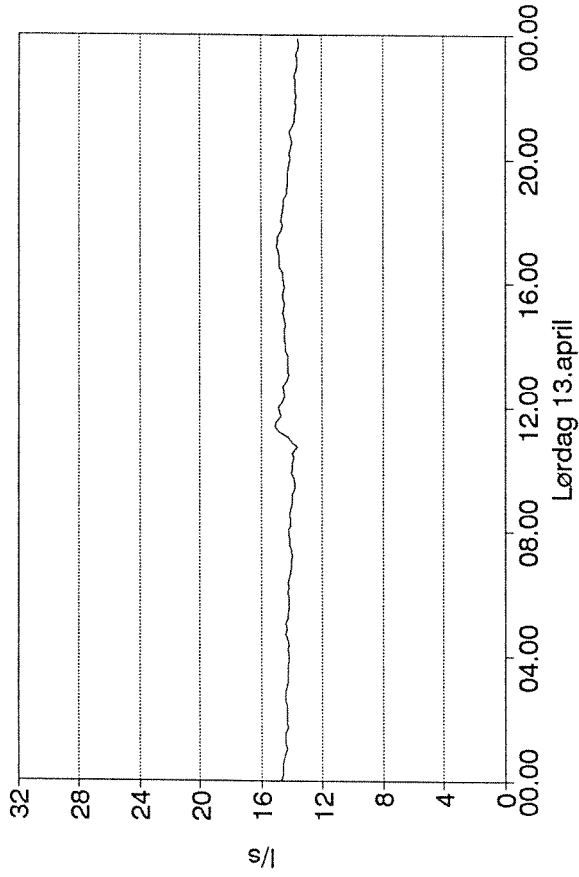
Årdal Verk - Årdalstangen

Stasjon T1 Vannføring



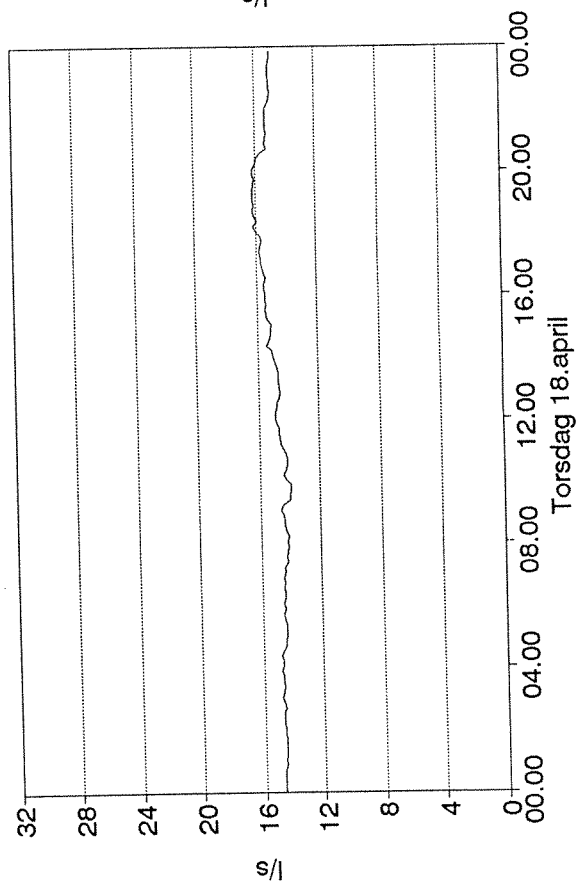
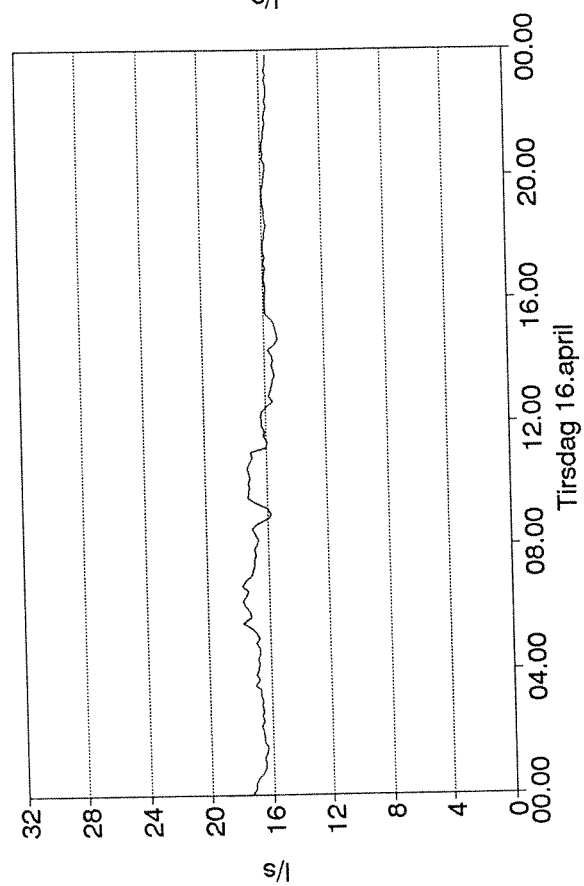
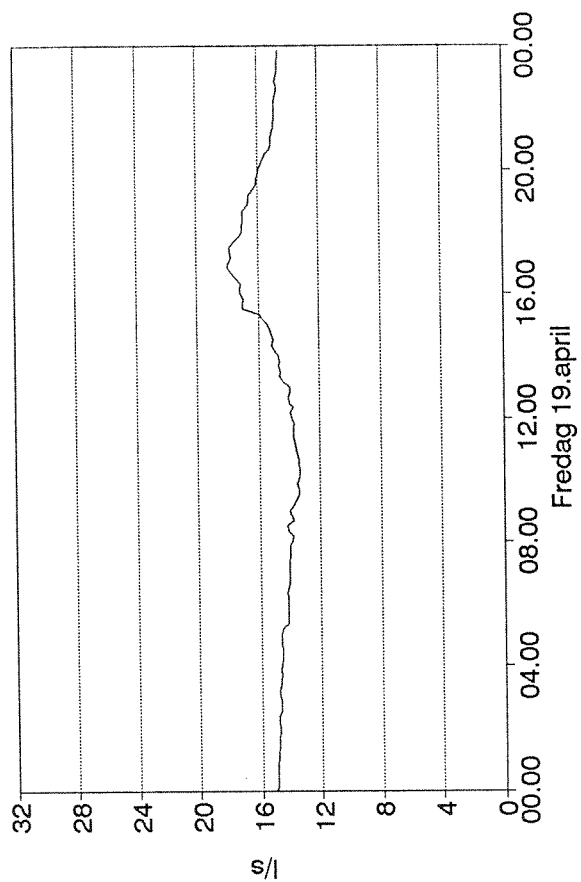
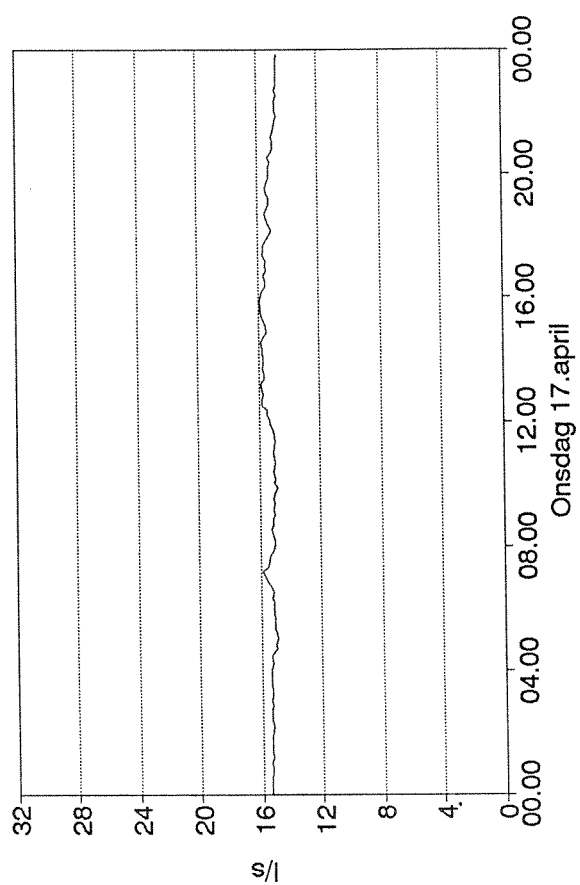
Årdal Verk - Årdalstangen

Stasjon T2 - Vannføring



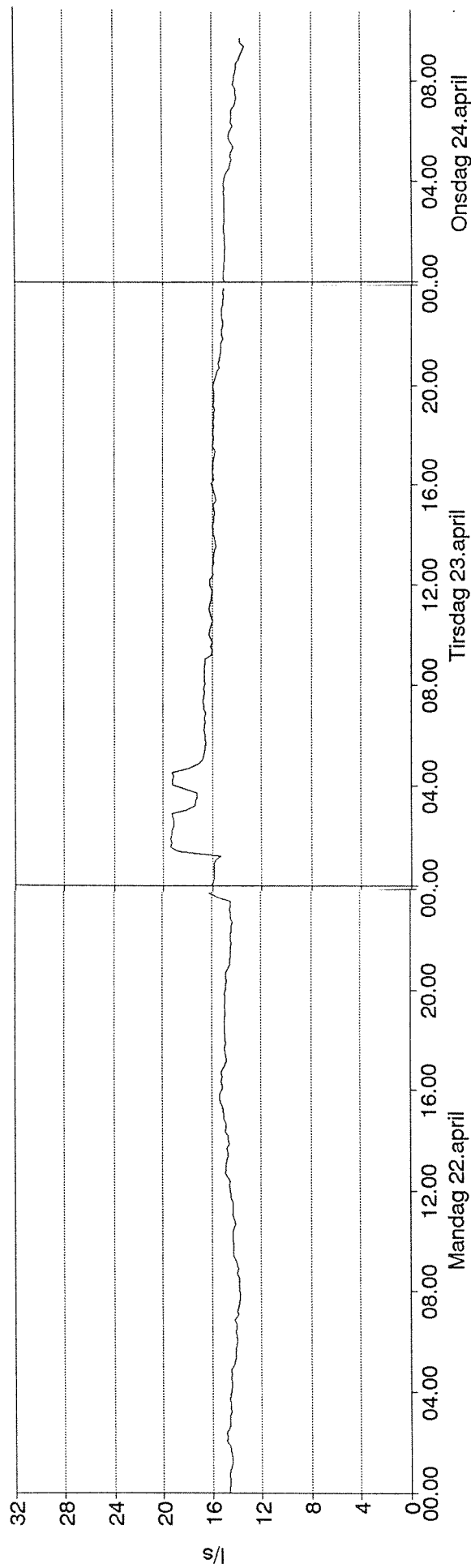
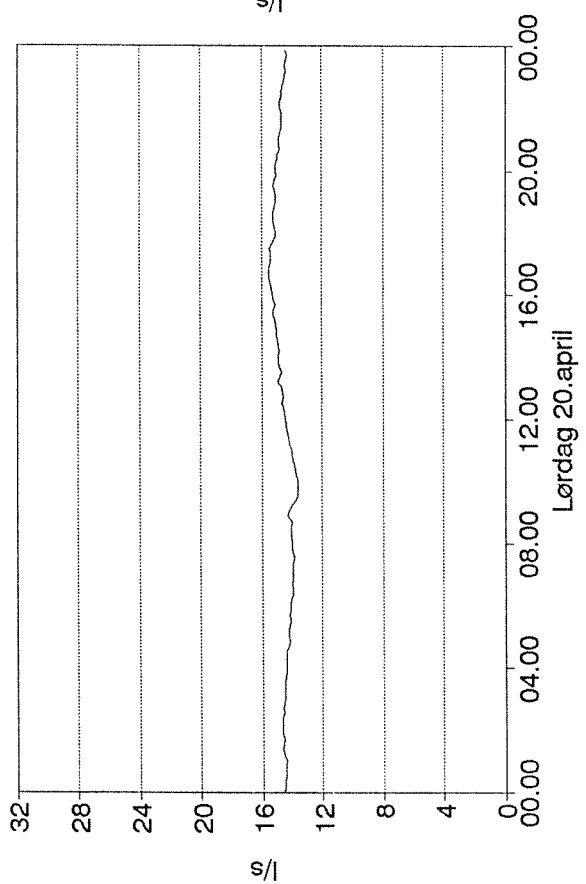
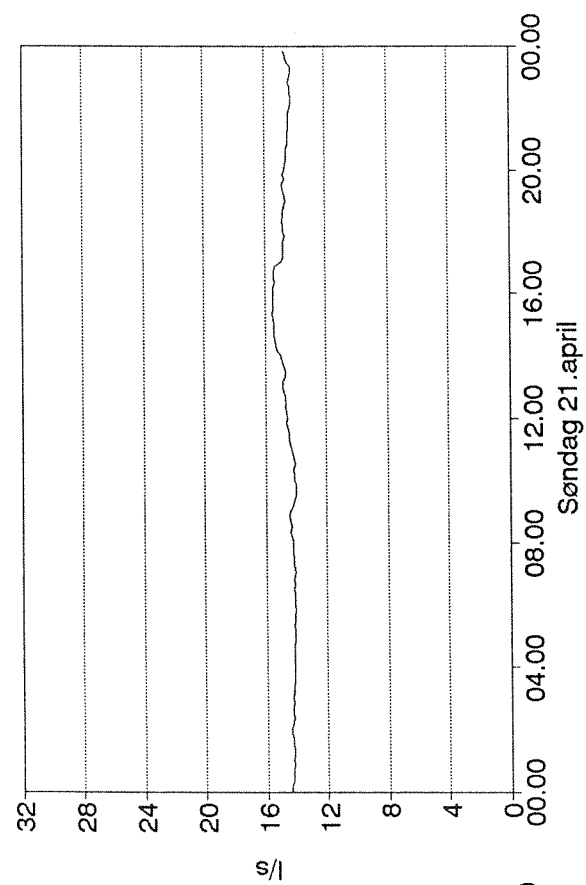
Årdal Verk - Årdalstangen

Stasjon T2 - Vannføring



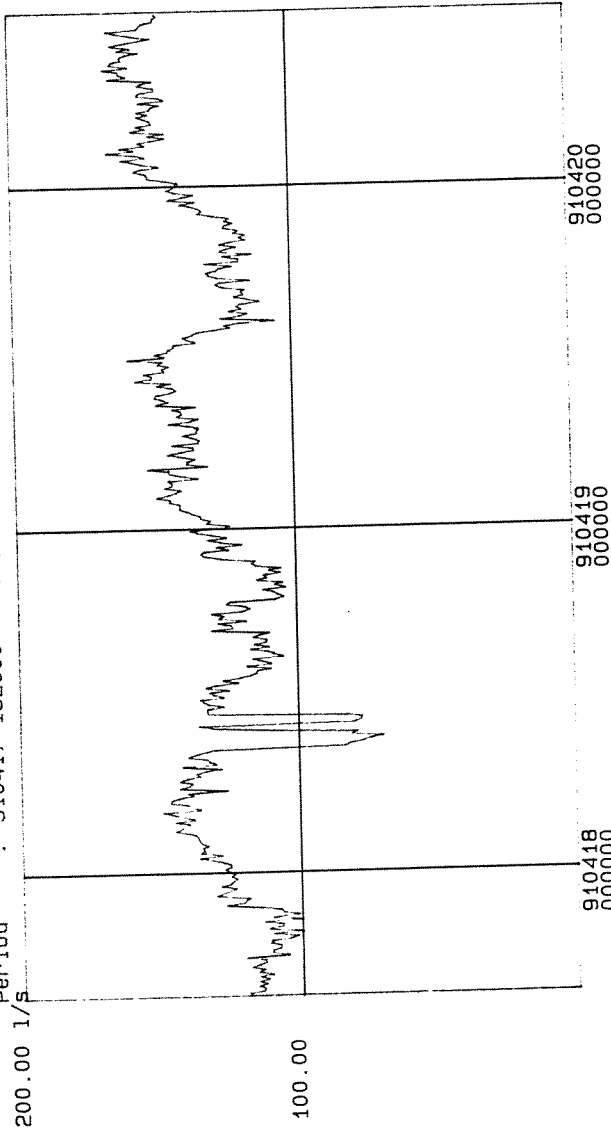
Årdal Verk - Årdalstangen

Stasjon T2 - Vannføring



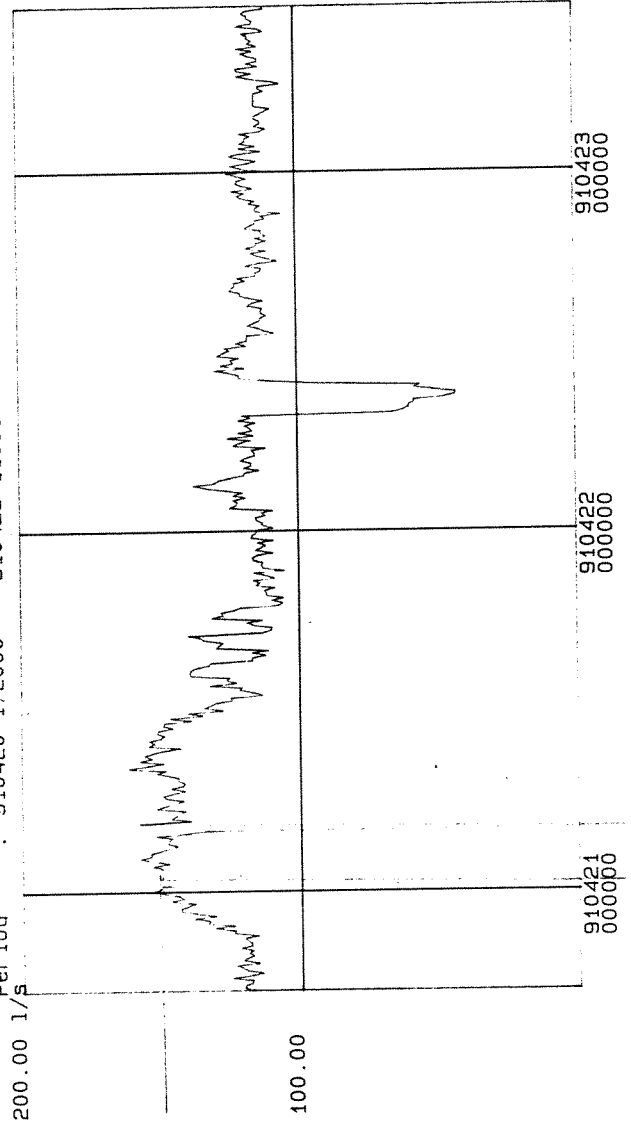
ProVeA ab 1991-06-14

Flödesmätning Detflow
Filnamn : arddal Mätpunkt: 1
Rördiameter: 600 mm Volym : 32537 m3
Period : 910417 152000 -- 910420 121000



ProVeA ab 1991-06-14

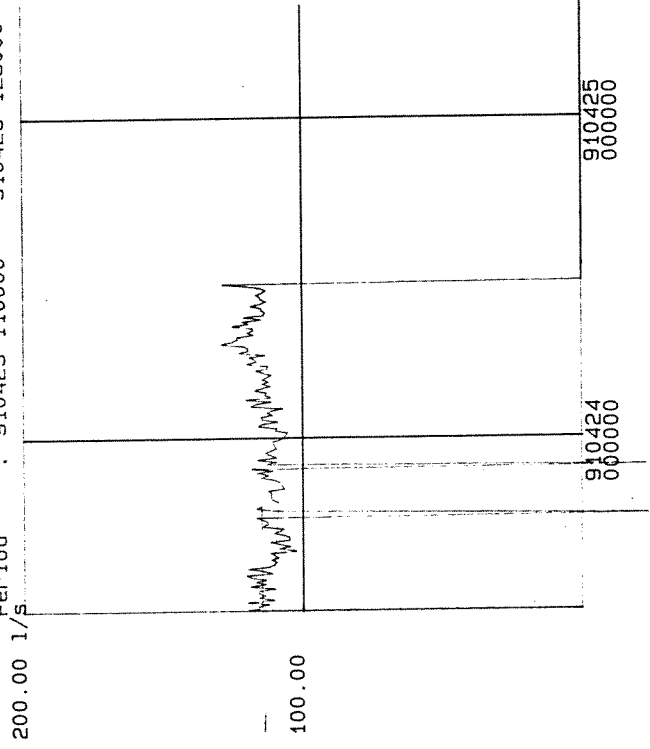
Flödesmätning Detflow
Filnamn : tangen3 Mätpunkt: 2
Rördiameter: 600 mm Volym : 28838 m3
Period : 910420 172000 -- 910423 110000



Årdal Verk - Årdalstangen

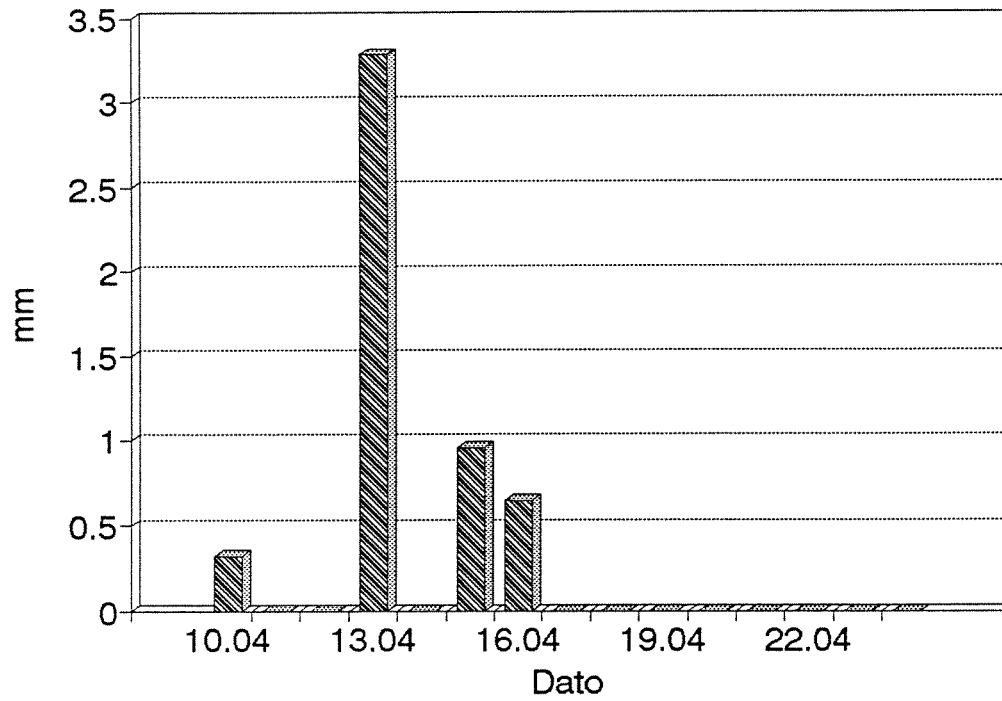
Stasjon T3 - Vannføring

Flödesmätning Detflow
Filnamn : ardal Mätpunkt: 2
Rördiameter: 600 mm Volym : 10111 m3
Period : 910423 110000 -- 910426 125000



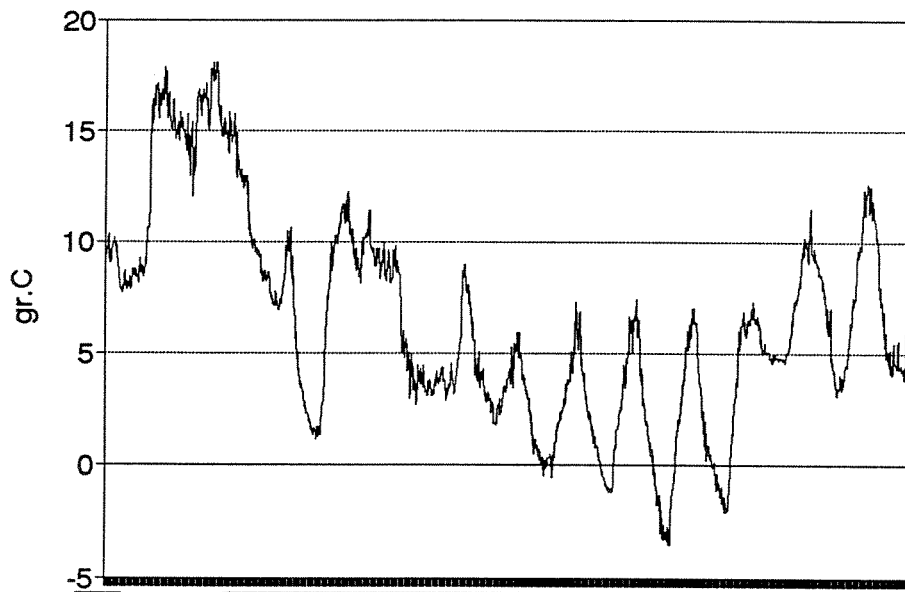
Nedbør i Øvre Årdal

10.-24.april 1991



Lufttemperatur i Øvre Årdal

10.-24.april 1991



BILAG 2**FYSISK/KJEMISKE ANALYSERESULTATER**

A1 Avløp støperi Tya
Døgnblandprøver

| Døgn nr. | pH | Kond mS/m | F mg/l | TOC mg/l | TOT-N µg/l | Al µg/l | Cu µg/l | As µg/l | Volum kbm. | Tidsrom |
|----------|------|-----------|--------|----------|------------|---------|---------|---------|------------|---------------------|
| 1 | 6.19 | 1.14 | 0.10 | 0.87 | 146 | 64 | 4.9 | | 4148 | 12/4 0930-13/4 0850 |
| 2 | 6.25 | 1.16 | 0.16 | 0.65 | 171 | 78 | 3.5 | | 4558 | 13/4 0850-14/4 0910 |
| 3 | 6.30 | 1.07 | 0.08 | 0.58 | 140 | 51 | 3.4 | | 3896 | 14/4 0910-15/4 0850 |
| 4 | 6.31 | 1.06 | 0.10 | 0.96 | 134 | 54 | 2.9 | | 4395 | 15/4 0855-16/4 0855 |
| 5 | 6.29 | 1.01 | 0.08 | 0.58 | 128 | 50 | 2.4 | | 4666 | 16/4 0855-17/4 0900 |
| 6 | 6.31 | 1.03 | 0.06 | 0.62 | 128 | 49 | 3.3 | | 4653 | 17/4 0900-18/4 1140 |
| 7 | 6.27 | 1.03 | 0.06 | 0.92 | 708 | 22 | 3.9 | | 4320 | 18/4 1140-19/4 1025 |
| 8 | 6.23 | 1.00 | 0.05 | 0.91 | 179 | 20 | 4.0 | | 4811 | 19/4 1025-20/4 1020 |
| 9 | 5.90 | 4.70 | 0.21 | 1.04 | 257 | 62 | 2.9 | <1 | 4264 | 20/4 1020-21/4 1030 |
| 10 | 6.25 | 1.06 | 0.05 | 0.60 | 126 | 22 | 4.2 | | 3751 | 21/4 1030-22/4 0930 |
| 11 | 6.27 | 1.04 | | 0.95 | 120 | 22 | 5.0 | | 4981 | 22/4 0930-23/4 0900 |
| 12 | 6.60 | 1.20 | 0.05 | 0.91 | 120 | 22 | 3.5 | | 4208 | 23/4 0900-24/4 0830 |

A2 Avløp ved likeretter/slaggstasjon
Døgnblandprøver

| Døgn nr. | pH | Kond mS/m | F mg/l | TOC mg/l | TOT-N µg/l | Al µg/l | Cu µg/l | As µg/l | Volum kbm. | Tidsrom |
|----------|------|-----------|--------|----------|------------|---------|---------|---------|------------|---------------------|
| 1 | 6.22 | 0.97 | 0.07 | 0.66 | 213 | 25 | 4.7 | | 2465 | 12/4 0945-13/4 0905 |
| 2 | 6.22 | 1.17 | 0.22 | 0.69 | 257 | 70 | 8.2 | | 2260 | 13/4 0905-14/4 0925 |
| 3 | 6.22 | 0.97 | 0.06 | 0.80 | 171 | 32 | 5.0 | | 2313 | 14/4 0925-15/4 0855 |
| 4 | 6.14 | 1.08 | 0.17 | 0.45 | 171 | 75 | 5.6 | | 2219 | 15/4 0855-16/4 0905 |
| 5 | 6.25 | 1.17 | 0.13 | 0.38 | 158 | 59 | 4.3 | <1 | 2212 | 16/4 0905-17/4 0910 |
| 6 | 6.05 | 0.96 | 0.06 | 0.38 | 140 | 33 | 4.0 | | 2287 | 17/4 0910-18/4 1150 |
| 7 | 6.11 | 0.92 | 0.06 | 0.38 | 132 | 13 | 5.2 | | 1861 | 18/4 1150-19/4 1035 |
| 8 | 6.14 | 0.93 | 0.04 | 0.34 | 138 | 5 | 5.6 | | 2114 | 19/4 1035-20/4 1033 |
| 9 | 6.15 | 0.93 | 0.04 | 0.63 | 138 | 5 | 4.3 | | 2111 | 20/4 1033-21/4 1050 |
| 10 | 6.18 | 0.93 | 0.04 | 0.36 | 138 | 5 | 4.5 | | 2044 | 21/4 1050-22/4 0910 |
| 11 | 6.18 | 0.94 | | 0.42 | 138 | 5 | 5.9 | | 2511 | 22/4 0910-23/4 1015 |
| 12 | 6.06 | 0.94 | 0.05 | 0.45 | 138 | 5 | 5.1 | | 1903 | 23/4 1015-24/4 0845 |

A3 Avløp sotkryolittanlegg
Døgnblandprøver

| Døgn nr. | pH | Kond mS/m | F mg/l | TOC mg/l | TOT-N µg/l | Al µg/l | Cu µg/l | As µg/l | Volum kbm. | Tidstom |
|----------|------|-----------|--------|----------|------------|---------|---------|---------|------------|---------------------|
| 1 | 6.44 | 7.14 | 16.99 | 0.38 | 152 | 5840 | 3.7 | | 56.6 | 12/4 1015-13/4 0915 |
| 2 | 6.36 | 7.53 | 19.87 | 0.37 | 219 | 5960 | 2.4 | | 61.3 | 13/4 0915-14/4 0935 |
| 3 | 6.32 | 6.05 | 16.00 | 0.63 | 207 | 4710 | 2.5 | | 57.8 | 14/4 0935-15/4 0905 |
| 4 | 6.28 | 5.10 | 13.16 | 0.62 | 207 | 3540 | 2.4 | | 58.5 | 15/4 0905-16/4 0920 |
| 5 | 6.26 | 4.65 | 11.90 | 0.42 | 159 | 3200 | 1.6 | | 58.6 | 16/4 0920-17/4 0915 |
| 6 | 6.19 | 4.49 | 11.34 | 0.46 | 146 | 3400 | 2.3 | | 62.9 | 17/4 0915-18/4 1125 |
| 7 | 6.05 | 5.60 | 14.42 | 0.34 | 144 | 4310 | 3.8 | | 59.4 | 18/4 1125-19/4 1155 |
| 8 | 6.09 | 5.87 | 15.39 | 0.48 | 132 | 4590 | 2.0 | | 56.6 | 19/4 1155-20/4 1040 |
| 9 | 6.75 | 7.55 | 13.56 | 0.36 | 138 | 3810 | 1.9 | 2 | 54.1 | 20/4 1040-21/4 1005 |
| 10 | 6.42 | 5.44 | 14.69 | 0.59 | 161 | 4040 | 2.2 | | | 21/4 1005-22/4 0950 |

Stopp i vannf. 21/4 1240!

A4 Kloakk nedre port
Døgnblandprøver

| Døgn nr. | pH | Kond mS/m | SO4 mg/l | Cl mg/l | F mg/l | NO3 µg/l | Ca mg/l | Mg mg/l | Na mg/l | K mg/l | TOC mg/l | TOT-N µg/l | TOT-P µg/l | Al µg/l | Cu µg/l | Mo µg/l | V µg/l | Co µg/l | Ni µg/l | As µg/l | CN-T mg/l | Volum kbm. | Tidstom |
|----------|------|-----------|----------|---------|--------|----------|---------|---------|---------|--------|----------|------------|------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|-----------|------------|----------------------|
| 1 | 5.29 | 4.49 | 7.2 | 2.5 | 2.52 | 185 | 2.14 | 1.96 | 1.37 | 0.22 | 1.2 | 312 | 15 | 305 | 9.0 | <5 | <5 | <5 | <5 | 2.2 | | 7268 | 12/4 1130 -13/4 0940 |
| 2 | 5.82 | 5.08 | 8.4 | 3.60 | 3.60 | 2.54 | 2.54 | | | | 2.1 | 777 | 5 | 793 | 7.0 | <5 | <5 | <5 | 8 | | | 7401 | 13/4 0940 -14/4 0955 |
| 3 | 6.19 | 4.60 | 9.6 | 1.72 | 2.84 | 2.58 | 2.58 | | | | 1.8 | 474 | 2 | 183 | 5.9 | <5 | <5 | <5 | <5 | | | 6482 | 14/4 0955 -15/4 0950 |
| 4 | 5.70 | 5.14 | 10.4 | 2.84 | 2.84 | 2.82 | 2.82 | | | | 1.4 | 399 | 6 | 602 | 7.1 | <5 | <5 | <5 | <5 | | | 6358 | 15/4 0950 -16/4 0950 |
| 5 | 6.29 | 6.60 | 14.0 | 4.0 | 1.90 | 150 | 4.86 | 2.44 | 1.90 | 0.26 | 1.3 | 368 | 13 | 562 | 6.1 | <5 | <5 | <5 | <1 | | | 4960 | 16/4 0950 -17/4 0940 |
| 6 | 4.46 | 7.67 | 10.4 | 5.31 | 5.31 | 4.32 | 4.32 | | | | 1.0 | 294 | 27 | 417 | 7.4 | <5 | <5 | <5 | 2.6 | | | 6357 | 17/4 0940 -18/4 1320 |
| 7 | 4.11 | 8.93 | 8.5 | 3.2 | 5.38 | 126 | 3.00 | 2.47 | 1.24 | 0.22 | 1.2 | 293 | 27 | 341 | 8.1 | <5 | <5 | <5 | 7.1 | | | 4697 | 18/4 1320 -19/4 1125 |
| 8 | 4.09 | 8.67 | 8.0 | 3.4 | 4.78 | 128 | 2.98 | 2.27 | 1.30 | 0.21 | 1.3 | 299 | 22 | 309 | 8.3 | <5 | <5 | <5 | 9 | | | 4892 | 19/4 1125 -20/4 1105 |
| 9 | 6.15 | 4.62 | 8.0 | 2.30 | 2.30 | 2.23 | 2.23 | | | | 0.9 | 239 | 16 | 216 | 4.9 | <5 | <5 | <5 | 7 | | | 5312 | 20/4 1105 -21/4 1030 |
| 10 | 5.79 | 4.84 | 10.5 | 1.56 | 1.56 | 2.42 | 2.42 | | | | 0.9 | 269 | 16 | 338 | 8.2 | <5 | <5 | <5 | <5 | | | 5569 | 21/4 1030 -22/4 1030 |
| 11 | 5.95 | 6.12 | 14.5 | 3.4 | 1.59 | 123 | 2.61 | 3.35 | 1.61 | 0.23 | 1.1 | 293 | 31 | 228 | 6.5 | <5 | <5 | <5 | 3.3 | | | 5031 | 22/4 1030 -23/4 0945 |
| 12 | 6.12 | 6.78 | 14.5 | 3.1 | 3.16 | 45 | 3.50 | 3.64 | 1.59 | 0.22 | 4.1 | 317 | 38 | 323 | 8.5 | <5 | <5 | <5 | 5 | | <0.005 | 4902 | 23/4 0945 -24/4 0950 |

T1 Kum på kai Årdalstangen
Døgnblandprøver

| Døgn nr | pH | Kond mS/m | TOC mg/l | TOT-N µg/l | As µg/l | Cu µg/l | Ni µg/l | Mo µg/l | V µg/l | Co µg/l | Volum kbm. | Tidsrom |
|---------|------|-----------|----------|------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|------------|---------------------|
| 1 | 5.83 | 1.70 | 1.01 | 287 | | | | | | | 439.2 | 12/4 0800-13/4 1015 |
| 2 | 5.98 | 2.35 | 1.53 | 738 | <1 | 7.6 | <5 | <5 | <5 | <5 | 428.3 | 13/4 1015-14/4 1030 |
| 3 | 6.21 | 1.63 | 0.96 | 287 | | | | | | | 393.4 | 14/4 1030-15/4 1015 |
| 4 | 6.37 | 1.83 | 1.28 | 614 | | | | | | | 347.0 | 15/4 1015-16/4 1045 |
| 5 | 6.30 | 1.84 | 1.36 | 480 | | | | | | | 316.4 | 16/4 1045-17/4 1020 |
| 6 | 6.32 | 1.74 | 1.12 | 461 | | 3.6 | <5 | <5 | <5 | <5 | 390.0 | 17/4 1020-18/4 1420 |
| 7 | 6.25 | 1.80 | 1.22 | 470 | | | | | | | 222.0 | 18/4 1420-19/4 1155 |
| 8 | 6.23 | 1.71 | 1.05 | 348 | | 3.6 | <5 | <5 | <5 | <5 | 412.4 | 19/4 1155-20/4 1145 |
| 9 | 6.14 | 1.61 | 0.99 | 269 | | | | | | | 388.0 | 20/4 1145-21/4 1105 |
| 10 | 6.24 | 1.63 | 0.91 | 299 | | | | | | | 387.0 | 21/4 1105-22/4 1100 |
| 11 | 6.26 | 1.69 | 0.95 | 360 | | | | | | | 440.8 | 22/4 1100-23/4 1030 |
| 12 | 6.25 | 1.73 | 1.14 | 438 | | 4.6 | <5 | <5 | <5 | <5 | 450.8 | 23/4 1030-24/4 1130 |

T2 Kloakk ved hovedport Årdalstangen
Døgnblandprøver

| Døgn nr. | pH | Kond mS/m | TOC mg/l | TOT-P µg/l | TOT-N µg/l | As µg/l | Cu µg/l | Ni µg/l | Mo µg/l | V µg/l | Co µg/l | Volum kbm. | Tidsrom |
|----------|------|-----------|----------|------------|------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|------------|---------------------|
| 1 | 6.33 | 1.75 | 1.24 | 44 | 429 | | | | | | | 952 | 12/4 1400-13/4 1005 |
| 2 | 6.18 | 1.97 | 1.45 | 58 | 549 | | 8.6 | <5 | <5 | <5 | <5 | 1216 | 13/4 1005-14/4 1020 |
| 3 | 6.43 | 1.74 | 1.54 | 168 | 555 | | | | | | | 1266 | 14/4 1020-15/4 1010 |
| 4 | 6.32 | 1.98 | 2.22 | 191 | 1040 | | | | | | | 1592 | 15/4 1010-16/4 1015 |
| 5 | 6.54 | 2.19 | 3.32 | 510 | 1480 | | | | | | | 1343 | 16/4 1015-17/4 1007 |
| 6 | 6.39 | 1.93 | 1.62 | 93 | 708 | <1 | 7.5 | <5 | <5 | <5 | <5 | 1501 | 17/4 1007-18/4 1410 |
| 7 | 6.29 | 1.83 | 1.28 | 81 | 525 | | | | | | | 1156 | 18/4 1410-19/4 1145 |
| 8 | 6.28 | 1.86 | 1.49 | 56 | 531 | | | | | | | 1280 | 19/4 1145-20/4 1135 |
| 9 | 6.22 | 1.60 | 0.72 | 20 | 263 | | 5.1 | <5 | <5 | <5 | <5 | 1233 | 20/4 1135-21/4 1100 |
| 10 | 6.18 | 1.67 | 0.69 | 20 | 245 | | | | | | | 1246 | 21/4 1100-22/4 1050 |
| 11 | 6.33 | 1.84 | 1.17 | 55 | 500 | | | | | | | 1329 | 22/4 1050-23/4 1015 |
| 12 | 6.32 | 2.23 | 1.32 | 39 | 476 | | 7.2 | <5 | <5 | <5 | <5 | 1290 | 23/4 1015-24/4 1100 |

T3 Returvann anodefabrikk
Døgnblandprøver

| Døgn nr. | pH | Kond mS/m | F mg/l | S-TS mg/l | TOC mg/l | PAH µg/l | TOT-N µg/l | Cu µg/l | Mo µg/l | Co µg/l | Ni µg/l | V µg/l | As µg/l | Volum kbm | Tidsrom |
|----------|------|-----------|--------|-----------|----------|----------|------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|-----------|---------------------|
| 1 | 5.83 | 4248 | 4.29 | 9.2 | 11.7 | 1648 | 944 | 12.4 | <5 | 0.14 | 1.7 | 6.7 | <3 | | 12/4 1410-13/4 1025 |
| 2 | 5.80 | 4195 | 4.15 | 10.7 | 12.6 | 2316 | 971 | 9.3 | <5 | 0.07 | 1.0 | 4.5 | <3 | | 13/4 1025-14/4 1030 |
| 3 | 5.82 | 4140 | 4.30 | 19.8 | 17.2 | 2233 | 929 | 20.8 | <5 | 0.17 | 1.9 | 8.6 | <3 | | 14/4 1030-15/4 1035 |
| 4 | 5.71 | 3861 | 3.93 | 20.4 | 14.2 | 2117 | 1060 | 6.4 | <5 | 0.12 | 1.5 | 7.4 | <3 | | 15/4 1035-16/4 1055 |
| 5 | 5.78 | 3944 | 3.81 | 14.4 | 15.0 | 3548 | 1010 | 5.0 | <5 | 0.11 | 1.4 | 5.7 | <3 | | 16/4 1055-17/4 1035 |
| 6 | 5.95 | 4112 | 3.96 | 15.5 | 13.2 | 1142 | 1010 | 5.4 | <5 | 0.10 | 1.9 | 5.2 | <3 | 12584 | 17/4 1035-18/4 1430 |
| 7 | 5.61 | 4112 | 4.50 | 21.7 | 5.9 | 996 | 1030 | 5.7 | <5 | 0.15 | 4.3 | 5.8 | <3 | 10334 | 18/4 1430-19/4 1210 |
| 8 | 5.67 | 4135 | 4.75 | 13.9 | 9.5 | 2282 | 984 | 10.2 | <5 | 0.17 | 3.2 | 6.6 | <3 | 12107 | 19/4 1210-20/4 1200 |
| 9 | 5.86 | 4293 | 4.56 | 21.4 | 18.7 | 1079 | 1050 | 5.8 | <5 | 0.20 | 4.1 | 11.1 | <3 | 12069 | 20/4 1200-21/4 1120 |
| 10 | 5.83 | 4250 | 4.65 | 21.0 | 15.4 | 2228 | 984 | 5.4 | <5 | 0.18 | 3.4 | 8.0 | <3 | 9886 | 21/4 1120-22/4 1115 |
| 11 | 5.62 | 4204 | 4.76 | 16.6 | | 1071 | 935 | 5.3 | <5 | 0.15 | 2.3 | 10.1 | <3 | 9787 | 22/4 1115-23/4 1045 |
| 12 | 5.80 | 4314 | 4.67 | 10.3 | 8.9 | 2793 | 998 | 4.6 | <5 | 0.09 | 1.6 | 5.3 | <3 | 10110 | 23/4 1045-24/4 1140 |

Screeningtest ICP.Semikvantitativ bestemmelse av påviste elementer

| Element mg/l | T3 13-14/4 | T3 17-18/4 | T3 22-23/4 | T1 13-14/4 | T1 17-18/4 | A4 18-19/4 | A4 19-20/4 | A4 22-23/4 | A4 12-13/4 | A4 16-17/4 | A4 17-18/4 | A1 20-21/4 | A2 16-17/4 | A3 20-21/4 |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Ca | 360 | 330 | 370 | 1.5 | 1.1 | 3.1 | 2.5 | 2.9 | 2.2 | 4.8 | 5.2 | 0.98 | 0.8 | 2.1 |
| Sr | 5.3 | 5.3 | 5.5 | 0.016 | 0.017 | 0.01 | 0.011 | 0.01 | 0.011 | 0.013 | 0.014 | 0.011 | 0.008 | 0.017 |
| Na | 9600 | 8800 | 9900 | 1.4 | 2.7 | 1.5 | 1.7 | 4 | 1.6 | 2.2 | 1.7 | 0.96 | 0.7 | 8.7 |
| Mn | | | | 0.012 | 0.025 | 0.025 | 0.018 | 0.017 | 0.016 | 0.015 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.006 |
| Mg | 390 | 390 | 390 | 0.32 | 0.3 | 2.56 | 2.3 | 3.41 | 2 | 2.6 | 2.7 | 0.21 | 0.18 | 0.3 |
| B | 3.1 | 3 | 3.1 | | | | | | | | | | | |
| LI | 0.16 | 0.16 | 0.16 | | | | | | | | | | | |
| K | 360 | 390 | 370 | 0.45 | 0.06 | 0.33 | 0.3 | 0.25 | 0.29 | 0.46 | 0.42 | | | 3.7 |
| Al | | 0.053 | | 0.015 | 0.062 | | | | | 0.55 | | | | |
| Zn | | | | | | | | | | | | | | |
| SI | | | | | | 3 | 3.1 | | | 2 | 3.2 | | | 1.4 |
| Fe | | 0.029 | 0.037 | 0.089 | 0.034 | 0.13 | 0.13 | 0.077 | 0.083 | 0.3 | 0.15 | | | 0.13 |

Deteksjonsgrenser for ikke påviste elementer I mg/l:

| | |
|--------------------------|--------|
| K | <0.4 |
| Sn,As,Hg,Se,Pb,Sb,W,P,In | <0.2 |
| Ga,Nb,Bi,Ta,Ge | <0.1 |
| Cr,Mo,Ni,Ag,La,Al,B,SI | <0.04 |
| Cd,V,Co,LI,Zn,Fe | <0.02 |
| Ti,Zr,Cu | <0.01 |
| Y,Be,Mn | <0.005 |

Tabell .Analysedata.Grunnvannsprønn PB1 - Ardalstangen

| Dato | Vannst. m | pH | Kond mS/m | Al µg/l | As µg/l | Co µg/l | Cu µg/l | Fe µg/l | Mo µg/l | Ni µg/l | V µg/l | CN-tot mg/l | F mg/l | TOT-N mg/l |
|----------|-----------|------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|-------------|--------|------------|
| 02.04.89 | | | 2660 | 1.0 | 2.5 | 6 | 38 | 2.5 | 21.0 | 2.5 | 0.002 | 6.07 | 1.90 | |
| 10.11.89 | | | 6060 | 4.0 | 11.0 | 38 | 10100 | 6.0 | 140.0 | 47.0 | 0.020 | 3.45 | 1.60 | |
| 11.05.90 | 4.5 | | 12800 | 14.9 | 21.3 | 140 | 33900 | 10.0 | 62.5 | 16.3 | 0.020 | 4.97 | | |
| 18.04.91 | 4.5 | 6.68 | 27.2 | 43800 | 5.4 | 70.0 | 290 | 65400 | 2.5 | 360.0 | 500.0 | 0.038 | 27.20 | 4.96 |

Tabell .Analysedata.Grunnvannsprønn PB2 - Ardalstangen

| Dato | Vannst. m | pH | Kond mS/m | Al µg/l | As µg/l | Co µg/l | Cu µg/l | Fe µg/l | Mo µg/l | Ni µg/l | V µg/l | CN-tot mg/l | F mg/l | TOT-N mg/l |
|----------|-----------|------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|-------------|--------|------------|
| 02.04.89 | | | 1870 | 1.0 | <5 | 16.0 | 1560 | <5 | 15.0 | 8.0 | <0.005 | 4.03 | 1.50 | |
| 11.05.90 | 4.4 | | 2600 | 0.5 | <5 | 140.0 | 64800 | <5 | 11.3 | 21.3 | 0.01 | 1.57 | | |
| 18.04.91 | 4.5 | 6.01 | 23.6 | 614 | 0.5 | <5 | 18.5 | 10900 | <5 | 14.8 | 29.0 | <0.005 | 0.43 | 2.87 |

Tabell .Analysedata.Grunnvannsbrønn PB3 -Øvre Ardal

| Dato | Vannst. m | pH | Kond mS/m | Al µg/l | As µg/l | Co µg/l | Cu µg/l | Fe µg/l | Mo µg/l | Ni µg/l | V µg/l | CN-tot mg/l | CN-fri mg/l | F mg/l | TOT-N mg/l |
|----------|-----------|------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|-------------|-------------|--------|------------|
| 02.04.89 | | | | 4800 | 100 | 15 | 450 | 3510 | 33 | 45 | 630 | 9.20 | | 334.0 | 37.00 |
| 10.11.89 | | | | 11000 | 51 | 15 | 240 | 8600 | 38 | 18 | 274 | 7.10 | 0.050 | 145.0 | 1.10 |
| 11.05.90 | 7.4 | | | 5300 | 48 | <5 | 130 | 2400 | <5 | <5 | 15 | 1.04 | 0.002 | 69.2 | 6.90 |
| 18.04.91 | 8.3 | 9.26 | 98.1 | 10700 | 50 | <5 | 4 | 2960 | <5 | 5 | 91 | 0.62 | 0.030 | 85.1 | 5.59 |

Tabell .Analysedata.Grunnvannsbrønn PB4 -Øvre Ardal

| Dato | Vannst. m | pH | Kond mS/m | Al µg/l | As µg/l | Co µg/l | Cu µg/l | Fe µg/l | Mo µg/l | Ni µg/l | V µg/l | CN-tot mg/l | CN-fri mg/l | F mg/l | TOT-N mg/l |
|----------|-----------|------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|-------------|-------------|--------|------------|
| 16.12.88 | 9.5 | | | | | | | | | | | 29.0 | 0.05 | 1680 | 172.0 |
| 02.04.89 | | | | 3 | 500 | 42 | 12900 | 25200 | 740.0 | 195.0 | 4800 | 67.0 | | 130 | 43.2 |
| 10.11.89 | | | | 58400 | 1310 | 99 | 8150 | 19100 | 280.0 | 640.0 | 10450 | 28.0 | 0.83 | 1320 | 67.1 |
| 11.05.90 | 8.4 | | | 24800 | 673 | 90 | 4200 | 9500 | 56.3 | 188.0 | 585 | 23.8 | 0.12 | 1460 | 89.6 |
| 18.04.91 | 9.4 | 10.4 | 889 | 6 | 250 | 35 | 2030 | 9530 | 22.0 | 73.3 | 2830 | 17.2 | 0.30 | 1460 | 89.6 |

Tabell .Analysedata.Grunnvannsbrønn PB5 -Øvre Ardal

| Dato | Vanns. m | pH | Kond mS/m | Al µg/l | As µg/l | Co µg/l | Cu µg/l | Fe µg/l | Mo µg/l | Ni µg/l | V µg/l | CN-tot mg/l | CN-fri mg/l | F mg/l | TOT-N mg/l |
|----------|----------|-------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|-------------|-------------|--------|------------|
| 16.12.88 | 13.7 | | | | | | | | | | | 12.0 | 0.05 | 197 | 24.0 |
| 02.04.89 | | | | 5830 | 50 | 11 | 47 | 2920 | 14 | 3 | 340 | 9.0 | | 1370 | 4.1 |
| 10.11.89 | | | | 9440 | 52 | 15 | 80 | 8050 | 28 | 13 | 109 | 16.0 | 0.06 | 297 | 27.6 |
| 11.05.90 | 12.2 | | | 15600 | 125 | 16 | 160 | 10600 | 25 | 9 | 25 | 30.0 | 0.01 | 130 | 164.0 |
| 18.04.91 | 14.0 | 10.04 | 260 | 13430 | 105 | 19 | 4 | 9880 | 20 | 8 | 74 | 11.6 | 0.10 | 130 | 164.0 |

Tabell .Analyseresultater.Tya 18.04.91

| Sted | pH | Kond mS/m | TOC mg/l | TOT-N µg/l | NO3-N µg/l | TOT-P µg/l | Cl mg/l | F mg/l | CN-tot mg/l | Ca mg/l | Mg mg/l | Na mg/l | K mg/l | Al µg/l | As µg/l | Co µg/l | Cu µg/l | Mo µg/l | Ni µg/l |
|------|------|--------------|-------------|---------------|---------------|---------------|------------|-----------|----------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 6.30 | 0.94 | 0.27 | 128 | 90 | 2 | 0.5 | <0.1 | <0.005 | 0.69 | 0.15 | 0.41 | 0.10 | 5 | <0.4 | <5 | 0.7 | <5 | <5 |
| 2 | 6.22 | 1.24 | 0.37 | 140 | 104 | 2 | 0.6 | 0.1 | <0.005 | 0.86 | 0.25 | 0.67 | 0.11 | 22 | <0.4 | <5 | 0.9 | <5 | <5 |

Prøvested 1 : Tya ved utløp av kulvert

Prøvested 2 : Tya ved Vee bru, Vee-sida

BILAG 3**ANALYSERESULTATER****PAH-ANALYSER**

Tabell .Analyse av PAH i stikkprøver fra Årdal Verk, Øvre Årdal

OBS : Konsentrasjoner i nanogram/l !

| PAH ng/l | Å1 12/4 kl.1115 | Å1 19/4 kl.1140 | Å2 12/4 kl.0945 | Å2 18/4 kl.1150 | Å3 12/4 kl.1015 | Å3 18/4 kl.1125 | Å4 12/4 kl.1130 | Å4 18/4 kl.1320 |
|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Naftalen | 53 | 33 | | 789 | 1981 | 6 | | 10 |
| 2-M-Naf. | 12 | | | 24 | 52 | 2 | | 2 |
| 1-M-Naf. | | | | 20 | | 5 | | 18 |
| Bifenyl | | | | | | | | |
| Acenaftalen | 1 | 506 | | | 1 | 1 | | 7 |
| Acenaften | 3 | | | 2 | 52 | 20 | | 115 |
| Dibenzofuran | 20 | | 1 | 19 | 124 | 4 | 61 | 619 |
| Fluoren | | | | 1 | 18 | 8 | 3 | 451 |
| Dibenzotiofen | | | | 1 | 4 | 23 | 14 | 68 |
| Fenantren | 28 | 33 | 6 | 24 | 200 | 551 | 144 | x) |
| Antracen | 1 | 3 | | | 16 | 49 | 17 | x) |
| 2-M-Antracen | 1 | 64 | | 1 | 2 | 30 | 2 | x) |
| 1-M-Fenantren | | 9 | | 1 | 6 | 5 | 8 | x) |
| 9-M-Antracen | | 14 | | 1 | 3 | | 10 | x) |
| Fluoranten | 31 | x) | 6 | 9 | 87 | 130 | 231 | x) |
| Pyren | 21 | x) | 2 | 3 | 52 | 42 | 128 | x) |
| B(a)A* | 1 | x) | 1 | 1 | 6 | 1 | 32 | x) |
| Trif/Chry. | 1 | x) | 1 | 3 | 10 | 1 | 104 | x) |
| B(b)fluoranten* | 3 | x) | 1 | 3 | 13 | 2 | 70 | x) |
| B(j,k)fluoranten* | | x) | | 3 | | 1 | | x) |
| B(e)P | | x) | | 1 | 3 | 1 | 24 | x) |
| B(a)P* | | x) | | 1 | 1 | 1 | 22 | x) |
| Ind.(1,2,3-cd)pyr.* | | x) | | 1 | | | 10 | x) |
| Dibenz.(a,c/a,h)ant.* 1) | | | | | | | | |
| B(ghi)perylene | | | | | 1 | | 14 | |
| Coronen | | | | | | | | |
| Dibenzopyrener* | | | | | | | | |
| SUM | 176 | 662 | 18 | 908 | 2632 | 883 | 894 | 1290 |
| Derav KPAH(*) | 4 | 0 | 2 | 9 | 20 | 5 | 134 | 0 |

Anm.: x) forbindelsene var maskert!

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene).
Sum av * utgjør KPAH.

Tabell .Analyse av PAH i prøver fra Årdal Verk,Årdalstangen

OBS:Benevnning både i ng/l og ug/l

| PAH | T1 12/4 | T1 17-18/4 | T2 12/4 | T2 17-18/4 |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| | kl.1430 ng/l Stikkpr. | kl1020-1420 µg/l Blandprøve | kl.1430 ng/l Stikkpr. | kl1007-1410 µg/l Blandprøve |
| Naftalen | 53290 | | 300 | |
| 2-M-Naf. | 8310 | | 14 | |
| 1-M-Naf. | | | 25 | |
| Bifenyl | | | | |
| Acenaftylen | 520 | | | |
| Acenaften | 41890 | | 143 | |
| Dibenzofuran | 6381 | | 30 | |
| Fluoren | 8594 | | 46 | |
| Dibenzotiofen | 2676 | | | |
| Fenantren | 13360 | 1 | 307 | |
| Antracen | 3327 | | 50 | |
| 2-M-Antracen | 1922 | | 6 | |
| 1-M-Fenantren | 626 | | 15 | |
| 9-M-Antracen | 76 | | 11 | |
| Fluoranten | 4092 | 3 | 486 | |
| Pyren | 8820 | 2 | 344 | |
| B(a)A* | 3714 | 3 | 92 | |
| Trif/Chry. | 4357 | 2 | 216 | |
| B(b)fluoranten* | 2130 | 8 | 180 | 1 |
| B(j,k)fluoranten* | 1304 | | | |
| B(e)P | | 3 | 71 | |
| B(a)P* | 1296 | 3 | 67 | |
| Ind.(1,2,3-cd)pyr.* | 676 | 3 | 33 | |
| Dibenz.(a,c/a,h)ant.* | 223 | 1 | 1 | |
| B(ghi)perylene | 805 | 3 | 37 | |
| Coronen | | | | |
| Dibenzopyrener* | 407 | | 6 | |
| SUM | 168796 | 32 | 2480 | 1 |
| Derav KPAH(*) | 9750 | 18 | 379 | 1 |

Anm.: benzo(b)fluoranten inkluderer benzo(j,k)fluoranten
 * markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor
 mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier
 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene).
 Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren.

Tabell .Analyseresultater.T3 Returvann anodefabrikk.PAH i døgnblandprøver

| PAH µg/l | Døgnprøv nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------------------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|
| Naftalen | | 161 | 155 | 129 | 201 | 261 | 282 | 203 | 206 | 297 | 297 | 273 | 264 |
| 2-M-Naf. | | 22 | 32 | 30 | 42 | 54 | 71 | 46 | 48 | 56 | 74 | 44 | 48 |
| 1-M-Naf. | | | | | 23 | | 52 | 37 | 35 | 44 | 58 | 36 | 40 |
| Bifenyl | | | | | | | | | | | | | |
| Acenaftylen | | 47 | 33 | 40 | 55 | 60 | 72 | 44 | 52 | 65 | 64 | 57 | 66 |
| Acenaften | | 30 | 44 | 54 | 67 | 60 | 71 | 62 | 63 | 69 | 95 | 55 | 62 |
| Dibenzofuran | | 298 | 311 | 244 | 260 | 294 | 161 | 75 | 286 | 165 | 168 | 108 | 218 |
| Fluoren | | 48 | 71 | 74 | 64 | 72 | 50 | 53 | 241 | 48 | 200 | 52 | 209 |
| Dibenzotiofen | | 100 | 126 | 125 | 106 | 110 | 58 | 67 | 350 | 55 | 216 | 69 | 323 |
| Fenantren | | 422 | 535 | 589 | 498 | 111 | 100 | 78 | 278 | 90 | 201 | 69 | 283 |
| Antracen | | | | | 46 | | 27 | 137 | 528 | 27 | 576 | 98 | 913 |
| 2-M-Antracen | | 31 | 42 | 45 | 38 | 33 | 23 | 26 | 5 | 22 | 85 | 26 | 125 |
| 1-M-Fenantren | | 1 | 3 | 2 | 6 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 6 | 1 | 9 |
| 9-M-Antracen | | 13 | 23 | 24 | 19 | 17 | | | 1 | | | | 1 |
| Fluoranten | | 327 | 655 | 624 | 497 | 1798 | 124 | 120 | 108 | 103 | 137 | 132 | 168 |
| Pyren | | 144 | 283 | 253 | 195 | 677 | 48 | 44 | 76 | 37 | 50 | 48 | 63 |
| B(a)A* | | 1 | | | | | | 1 | 1 | | | 1 | 1 |
| Trif/Chry. | | 3 | 3 | | | | 1 | | 2 | | 1 | 2 | |
| B(b)fluoranten* | | | | | | | 1 | 1 | 1 | | | | |
| B(j,k)fluoranten* | | | | | | | | | | | | | |
| B(e)P | | | | | | | | | | | | | |
| B(a)P* | | | | | | | | | | | | | |
| Ind.(1,2,3-cd)pyr.* | | | | | | | | | | | | | |
| Dibenz.(a,c/a,h)ant.* 1) | | | | | | | | | | | | | |
| B(ghi)perylene | | | | | | | | | | | | | |
| Coronen | | | | | | | | | | | | | |
| Dibenzopyrener* | | | | | | | | | | | | | |
| SUM | | 1648 | 2316 | 2233 | 2117 | 3548 | 1142 | 996 | 2282 | 1079 | 2228 | 1071 | 2793 |
| Derav KPAH(*) | | 1 | | | | | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 |

Anm.: det.grense 1 µg/l

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene).

Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren.

Tabell . Analyse av PAH i prøver fra Tya 18/4-91

| PAH ng/l | Tya utl. kulvert | Tya Vee bru Vee-sida |
|--------------------------|---------------------|-------------------------|
| Naftalen | 1 | |
| 2-M-Naf. | 3 | |
| 1-M-Naf. | 2 | |
| Bifenyl | | |
| Acenaftylen | | |
| Acenaften | 1 | |
| Dibenzofuran | 68 | |
| Fluoren | 1 | |
| Dibenzotiofen | | 9 |
| Fenantren | 350 | 331 |
| Antracen | | 46 |
| 2-M-Antracen | 6 | 16 |
| 1-M-Fenantren | 1 | 37 |
| 9-M-Antracen | 3 | 22 |
| Fluoranten | 13 | 260 |
| Pyren | 2 | 117 |
| B(a)A* | 1 | 1 |
| Trif/Chry. | 1 | 14 |
| B(b)fluoranten* | 2 | 14 |
| B/j,k)fluoranten* | | 2 |
| B(e)P | | 1 |
| B(a)P* | | |
| Ind.(1,2,3-cd)pyr.* | | |
| Dibenz.(a,c/a,h)ant.* 1) | | |
| B(ghi)perylene | | |
| Coronen | | |
| Dibenzopyrene* | | |
| SUM | 455 | 870 |
| Derav KPAH(*) | 3 | 17 |

* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene).

Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren.

Tabell .Analyse av PAH i grunnvannsbrønner PB2-5

PB2 :Årdalstangen
PB3-5:Tipp i Øvre Årdal

| PAH µg/l | PB2 | PB3 | PB4 | PB5 |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Naftalen | | | | |
| 2-M-Naf. | | | | |
| 1-M-Naf. | | | | |
| Bifenyl | | | | |
| Acenaftylen | | | | |
| Acenaften | | | | |
| Dibenzofuran | | | | |
| Fluoren | | | | |
| Dibenzotiofen | | | | |
| Fenantren | | | 3 | |
| Antracen | | | | |
| 2-M-Antracen | | | | |
| 1-M-Fenantren | | | | |
| 9-M-Antracen | | | | |
| Fluoranten | 1 | | 4 | 1 |
| Pyren | 1 | | 3 | |
| B(a)A* | | | 3 | 1 |
| Trif/Chry. | | | 4 | 1 |
| B(b)fluoranten* | | 1 | 12 | 2 |
| B(j,k)fluoranten* | | | | |
| B(e)P | | | 4 | 1 |
| B(a)P* | | | 4 | 1 |
| Ind.(1,2,3-cd)pyr.* | | 1 | 4 | 1 |
| Dibenz.(a,c/a,h)ant.* 1) | | | 1 | |
| B(ghi)perylene | | 1 | 4 | 1 |
| Coronen | | | | |
| Dibenzopyrener* | | | | |
| SUM | 2 | 3 | 46 | 9 |
| Derav KPAH(*) | 0 | 2 | 24 | 5 |

Anm.: benzo(b)fluoranten inkluderer benzo(j,k)fluoranten
* markerer potensielt kreftfremkallende egenskaper overfor mennesker etter IARC (1987), dvs. tilhørende IARC's kategorier 2A+2B (sannsynlige+trolige cancerogene).
Sum av * utgjør KPAH.

1) Bare (a,h)-isomeren.

BILAG 4**DIOKSINANALYSER**



Norsk institutt for vannforskning
v/Eigil Iversen
Postboks 69 Korsvoll

0808 OSLO 8

Deres ref.:

Vår ref.:
MOe/MAa/O-1533

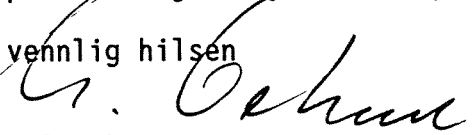
Lillestrøm, 17. juni 1991

DIOKSINANALYSER I AVLØPSVANN FRA ÅRDAL VERK

Det henvises til Deres bestilling av 5. april 1991, oppdragsnr. 0-91049 angående analyse av to avløpsvannprøver fra Årdal Verk på polyklorerte dibenzo-p-dioksiner (PCDD) og polyklorerte dibenzofuraner (PCDF). Vedlagt oversendes analyseresultater med følgende kommentarer:

- 1) ^{13}C -isotopmerkete, 2,3,7,8-klorsubstituerte isomerer ble tilsatt alle prøver før prøveopparbeidelsen. Analysene ble foretatt i henhold til vårt forskrift FOG 1/86 (revidert).
- 2) Gjenvinningen av de ^{13}C -merkete isomerer ligger for alle analyserte prøver i området 70-90%, noe som er i samsvar med internasjonale kvalitetssikringskriterier for dioksiner.
- 3) Konsentrasjonene er oppgitt i pg/l. Analysenøyaktigheten og -reproduserbarheten ligger ved ca 15%. Det er oppgitt flere desimaler enn nødvendig for å lette eventuell senere databehandling.
- 4) Konsentrasjonene av de mest toksiske 2,3,7,8-substituerte forbindelser ble regnet om til 2,3,7,8-tetraklordioksin (TCDD)-ekvivalenter. Denne forbindelsen er den mest toksiske av alle 210 polyklorerte dioksiner og dibenzofuraner. Konsentrasjonene av de mindre giftige komponentene veies i forhold til toksisitetforskjellen, og alle konsentrasjoner regnes etterpå om i 2,3,7,8-TCDD-ekvivalenter. Omregningsfaktorene til den nye nordiske modellen ble brukt, som også anvendes i internasjonal sammenheng.
- 5) Siden mer enn 90-95% av dioksinmengden er bundet til partikler, er det viktig at faststoffandelen er representativ i prøvene.
- 6) Begge prøver viser lave konsentrasjoner i pg/l-området. Ved slike lave nivåer er det alltid muligheter for kontaminering av prøven. Dioksiner bindes usedvanlig godt til overflater og selv tilsynelatende meget rent prøvetakingsutstyr kan skape problemer.

Med vennlig hilsen


Michael Oehme
Avdelingsleder, laboratorium for organisk analyse

Vedlegg: 2

Vennligst adresser post til NILU, ikke til enkeltpersoner/Please reply to the institute.

Postal address:
P.O.Box 64
N-2001 LILLESTRØM, Norway

Office address:
Elvegt. 52
LILLESTRØM

Telephone: (06) 81 41 70
Telefax : (06) 81 92 47
Telex : 74854 nilu n

Bank: 5102.05.19030
Postgiro: 0813 3308327

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

| | |
|-----------------------|-----------------------|
| PRØVENUMMER | 91/266 |
| PRØVEBESKRIVELSE | AVLØPSVANN |
| KUNDE | NIVA, 0-91049 |
| KUNDES PRØVENUMMER | ÅRDAL VERK, STØPERI A |
| DATAFILER | P0146 |
| TOTAL PRØVEMENGDE | 2,130 |
| ENHET FOR PRØVEMENGDE | l |
| ENHET I RAPPORT | pg/l |

<:DETEKSJONSGRENSER VED SIGNAL/STØYFORHOLD 3:1

2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL

DETEKSJONSGRENSER INKLUDERT I BEREGNING AV 2,3,7,8-TEQ

| KOMPONENT | KONS. | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | pg/l |
|-----------|-------|----------------------|------|
|-----------|-------|----------------------|------|

| | | | |
|------------------------|-------------------|-------|-------------|
| 2378-tetra-CDF | 0,535 | 60,4% | 0,05 |
| SUM tetra-CDF | < 0,082 | | |
| 12378/12348-penta-CDF | < 0,043 | | 0,00 |
| 23478-penta-CDF | < 0,033 | 77,7% | 0,02 |
| SUM penta-CDF | < 0,038 | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 2,113 | 72,5% | 0,21 |
| 123678-hexa-CDF | 0,808 | | 0,08 |
| 123789-hexa-CDF | < 0,089 | | 0,01 |
| 234678-hexa-CDF | 0,578 | | 0,06 |
| SUM hexa-CDF | 9,571 | | |
| 1234678-hepta-CDF | 3,686 | 76,9% | 0,04 |
| 1234789-hepta-CDF | 1,531 | | 0,02 |
| SUM hepta-CDF | 6,852 | | |
| Octa-CDF | 16,466 | | 0,02 |
| SUM FURANER | 33,0 | | 0,50 |
| 2378-tetra-CDD | < 4,964 | 90,7% | 4,96 |
| SUM tetra-CDD | < 4,964 | | |
| 12378-penta-CDD | 0,679 | 77,0% | 0,34 |
| SUM penta-CDD | 6,525 | | |
| 123478-hexa-CDD | < 0,112 | | 0,01 |
| 123678-hexa-CDD | 0,810 | 73,8% | 0,08 |
| 123789-hexa-CDD | < 0,323 | | 0,03 |
| SUM hexa-CDD | < 0,323 | | |
| 1234678-hepta-CDD | 2,940 | 76,8% | 0,03 |
| SUM hepta-CDD | 5,865 | | |
| Octa-CDD | 8,702 | 77,2% | 0,01 |
| SUM DIOKSINER | 26,4 | | 5,47 |

SUM 2,3,7,8-TEQ

5,96

PCDF- OG PCDD- KONSENTRASJONER

| | |
|-----------------------|-------------------------|
| PRØVENUMMER | 91/265 |
| PRØVEBESKRIVELSE | AVLØPSVANN |
| KUNDE | NIVA, O-91049 |
| KUNDES PRØVENUMMER | ÅRDAL VERK, STØPERI TYA |
| DATAFILER | P0147 |
| TOTAL PRØVEMENGDE | 2,160 |
| ENHET FOR PRØVEMENGDE | l |
| ENHET I RAPPORT | pg/l |

<:DETEKSJONSGRENSER (ENKELTKOMP.) VED SIGNAL/STØYFORHOLD 3:1
 2,3,7,8-TEQ ETTER NORDISK MODELL
 DETEKSJONSGRENSER INKLUDERT I BEREGNING AV 2,3,7,8-TEQ

| KOMPONENT | KONS. | % GJENV. 2,3,7,8-TEQ | pg/l |
|-----------|-------|----------------------|------|
|-----------|-------|----------------------|------|

| | | | |
|------------------------|---------|-------|------|
| 2378-tetra-CDF | 0,349 | 75,4% | 0,03 |
| SUM tetra-CDF | < 0,069 | | |
| 12378/12348-penta-CDF | 0,349 | | 0,00 |
| 23478-penta-CDF | 0,275 | 87,8% | 0,14 |
| SUM penta-CDF | < 0,035 | | |
| 123478/123479-hexa-CDF | 0,802 | 77,8% | 0,08 |
| 123678-hexa-CDF | 0,360 | | 0,04 |
| 123789-hexa-CDF | < 0,087 | | 0,01 |
| 234678-hexa-CDF | 0,448 | | 0,04 |
| SUM hexa-CDF | 9,397 | | |
| 1234678-hepta-CDF | 3,352 | 79,7% | 0,03 |
| 1234789-hepta-CDF | 0,894 | | 0,01 |
| SUM hepta-CDF | 5,931 | | |
| Octa-CDF | 14,444 | | 0,01 |
| SUM FURANER | 29,9 | | 0,40 |
| 2378-tetra-CDD | < 4,896 | 90,7% | 4,90 |
| SUM tetra-CDD | < 4,896 | | |
| 12378-penta-CDD | < 0,127 | 87,8% | 0,06 |
| SUM penta-CDD | < 0,127 | | |
| 123478-hexa-CDD | < 0,110 | | 0,01 |
| 123678-hexa-CDD | < 0,134 | 78,2% | 0,01 |
| 123789-hexa-CDD | < 0,320 | | 0,03 |
| SUM hexa-CDD | < 0,320 | | |
| 1234678-hepta-CDD | 4,298 | 73,9% | 0,04 |
| SUM hepta-CDD | 5,831 | | |
| Octa-CDD | 13,280 | 71,0% | 0,01 |
| SUM DIOKSINER | 24,5 | | 5,07 |

SUM 2,3,7,8-TEQ

5,47

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, 0808 Oslo