

RAPPORT LNR 4284-2000

Tiltaksrettede
undersøkelser i
Svensedammen, Konnerud



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet:

www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Tiltaksrettede undersøkelser i Svensedammen, Konnerud	Løpenr. (for bestilling) 4284 - 2000	Dato 21.09.00
	Prosjektnr. Undernr. O-99203	Sider 17
Forfatter(e) Iversen, Eigil Rune Mjelde, Marit	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon
	Geografisk område Buskerud	Trykket NIVA 2000

Oppdragsgiver(e) Drammen kommune	Oppdragsreferanse
-------------------------------------	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Undersøkelser av sedimentene i Svensedammen har vist at mesteparten av bunnen i dammen er dekket av nedmalt gruveavfall med et betydelig tungmetallinnhold. Avfallet i området påvirker vannkvaliteten i Verkenselva i betydelig grad. Svensedammen er i ferd med å gro igjen av naturlige årsaker. Det er foreslått forskjellige tiltak for å begrense gjengroingen. Det mest omfattende tiltaket innebærer en fjerning av gruveavfallet i dammen og i området forøvrig. Dette vil gjøre dammen dypere, noe som vil begrense gjengroingsproblemene samtidig som vannkvaliteten vil bli forbedret.</p>

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gruveavfall 2. Tungmetaller 3. Deponi 4. Vegetasjon 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mine waste 2. Heavy metals 3. Tailing pond 4. Vegetation
--	---





Eigil Rune Iversen
Prosjektleder

Svein Stene-Johansen
Forskningsleder

Bente M. Wathne
Forskningsjef

ISBN 82-577-3914-6

O-99203

**Tiltaksrettede undersøkelser i
Svensedammen, Konnerud**

Forord

Undersøkelsen er utført etter oppdrag fra Drammen kommune. Prosjektet er et supplement til de undersøkelser som NIVA utførte i 1999 som omfattet undersøkelser av vannvegetasjon og planktonalger i Svensedammen på Konnerud.

Kontaktpersoner i Drammen kommune har vært Arnljot Mølmen og Dag Lauvås. Vi takker for bistand under feltundersøkelsene.

Oslo, 21. September 2000

Egil Rune Iversen

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Feltundersøkelser	6
2.1 Fysisk/kjemiske forhold	7
2.1.1 Vannkvalitet	7
2.1.2 Analyse av sedimenter	8
2.2 Vegetasjon	9
2.3 Årsak til gjengroing	9
3. Vurdering av tiltak	10
3.1 Mål for Svensedammen	10
3.1.1 Ambisjonsnivå 1	10
3.1.2 Ambisjonsnivå 2	10
3.2 Beskrivelse av tiltak	10
3.2.1 Fritt vannspeil	10
3.2.2 Utlegging av fiberduk i utvalgte områder	11
3.2.3 Fordypning av dammen ved fjerning av gruveavfall og forurensede sedimenter	11
4. Referanser	12
Vedlegg A. Analysemetodikk	13
Vedlegg B. Analyseresultater	15

Sammendrag

Svensedammen på Konnerud er iferd med å gro igjen av vannvegetasjon. Årsaken til dette har trolig sammenheng med at dammen over en periode på 10 år har hatt en stabil vannstand. Dammen er også svært grunn, noe som er gunstig for vegetasjonen. Et lag av naturlige sedimenter er i ferd med å etablere seg over det sterkt tungmetallholdige gruveavfallet i dammen. Dette bidrar også til redusert transport av tungmetaller fra gruveavfallet ut i de fri vannmasser. Gjengroingen har således mest sannsynlig sammenheng med naturgitte forhold og en forbedret forurensningstilstand i området når det gjelder tungmetallforurensning. Dammen vil trolig gro helt igjen uten tiltak for å fjerne vegetasjonen eller begrense mulighetene for videre vekst.

Selv om ikke det har vært en systematisk oppfølging av den fysisk/kjemiske vannkvaliteten i dammen, tyder de undersøkelser som har vært gjennomført på at tungmetallkonsentrasjonene i dammen har vist en synkende tendens. Vannkvaliteten i dammen er imidlertid fortsatt sterkt forurenset av tungmetaller. Det anbefales å holde en stabil vannstand i dammen. En nedtapping av dammen vil føre til økt tungmetallbelastning på vassdraget nedenfor da porevannet som står i kontakt med gruveavfallet inneholder høye konsentrasjoner av metaller som sink, bly, kadmium og kvikksølv.

Før en vurderer videre tiltak i dammen foreslås det at det tas stilling til hva en vil med dammen og har en målsetting for vannkvalitet i den. Det er foreslått to ambisjonsnivåer for tilstanden i dammen :

1. Opprettholding av dagens tilstand med muligheter for bading og fiske, men en redusert vegetasjon. Tiltak omfatter fjerning av vegetasjon eller overdekking av bunnområder med fiberduk etc.
2. Opparbeide dammen som et rekreasjonsområde med badeplasser og muligheter for fiske. Tiltak omfatter fjerning av gruveavfall, noe som vil gjøre dammen dypere og redusere vegetasjonen. Fjerning av gruveavfall i dammen og ved Verkenselva forøvrig vil gi en forbedret vannkvalitet i dammen og i elva.

Dersom man vedtar å gå inn for ambisjonsnivå 2, vil dette bli meget kostbare tiltak. Gruveavfallet klassifiseres som miljøfarlig avfall som det knytter seg spesielle betingelser til m.h.t. deponering. Det er også nødvendig å foreta undersøkelser av hvor store mengder avfall det dreier seg om samt å vurdere hvor avfallet skal deponeres og på hvilken måte. Dersom man går inn for nivå 2, anbefaler vi først å ta forurensningssaken opp med Statens forurensningstilsyn/Miljøverndepartementet for undersøkelser av muligheter for finansiell støtte til tiltaket. Det er også nødvendig å avklare om det knytter seg kulturminneinteresser til avfallet som er rester etter den eldste gruvedriften på Konnerud. Dersom man velger å la avfallet ligge, bør det merkes ved skilting slik at en unngår at det spres ytterligere i området ved at det benyttes til oppfyllingsformål noe som vil gi økt forurensning.

1. Innledning

Svensedammen på Konnerud har vært gjenstand for en del mediaomtale i den senere tid. Dammen er i ferd med å gro igjen, noe som er sjenerende for publikum som oppfatter dette som et tegn på forurensning. Den dypeste delen av dammen ved utløpet er benyttet som badedam og den tiltakende gjengroing vil være sjenerende for disse aktivitetene.

Norsk Institutt for Vannforskning har ved flere anledninger foretatt undersøkelser i hele og deler av vassdragsstrekningen fra Konnerud ned til Sandebukta. Vannkvaliteten i vassdraget er påvirket av utslipp fra landbruk, befolkning samt av avrenning fra gruveavfall som er deponert i og ved Verkenselva på Strekningen fra Ifferts dam og ned til Svingen. Drammen kommune har i de senere år kartlagt forholdene omkring tilførsler av kloakk til Svensedammen og gjennomført tiltak for å begrense slike tilførsler.

Formålet med denne undersøkelsen er å gi en vurdering av det gruveavfallet som er deponert i dammen og om det kan ha skjedd endringer i sammensetningen som kan ha betydning for vegetasjonen i dammen. Etter et møte i Drammen kommune den 29.08.00 ble det også besluttet at rapporten skulle gi en oversikt over mulige tiltak for å begrense vegetasjonen.

2. Feltundersøkelser

Gruveavfallet som er deponert i Svensedammen avgir fortsatt tungmetaller til vassdraget selv 200 år etter at avfallsdeponeringen opphørte. Mesteparten av det nedmalte avfallet er deponert ovenfor og i Svensedammen. NIVA foretok en kartlegging av dette avfallet i 1989 (Iversen og Grande, 1990). Da dammen ikke har vært nedtappet i løpet av de siste 10 år, kan overflaten i årenes løp ha blitt tildekket med nytt og mindre tungmetallholdig slam. Da slike forhold kan ha betydning for vegetasjonsutviklingen, ble det foretatt en ny prøvetaking av sedimenter og porevann i dammen ved noen lokaliteter. Feltundersøkelsene ble foretatt den 30.08.00. Prøvetakingsstasjonene er markert på figur 1.



Figur 1. Kartskisse over Svensedammen med markering av prøvetakingspunkter.

2.1 Fysisk/kjemiske forhold

2.1.1 Vannkvalitet

Undersøkelser som kommunen selv har foretatt viser at vannkvaliteten i vassdraget er betydelig forbedret når det gjelder næringsalter, organisk stoff og bakterier. Det er ingen ting som tyder på akuttutslipp av kloakk. Når det gjelder tungmetaller er vannkvaliteten i Svensedammen fortsatt påvirket av lekkasje av tungmetaller fra det avfallet som er deponert i dammen og langs breddene av Verkenselva ovenfor dammen. I NIVA-rapporten fra 1990 ble det anslått at ca. ½-parten av avfallsmengdene befant seg i dammen. I tabell 3 i vedlegg A er samlet de viktigste analyseresultater fra de prøver NIVA har tatt ved utløpet av Svensedammen. Bortsett fra i perioden 1996-1997 (Iversen, 1998) er det ikke foretatt noen systematiske undersøkelser av vannkvaliteten i dammen. Resultatene tyder imidlertid på at tungmetallnivåene nå er gjennomgående noe lavere enn for 10 år siden. Dette kan ha sammenheng med at vannstanden i dammen har vært stabil i denne perioden noe som har ført til en redusert lekkasje av tungmetaller fra det vanddekkede avfallet i dammen. I tidligere tider har det forekommet at dammen har vært helt nedtappet. Dette fører til at vegetasjonen har vanskelig med å etablere seg. På den annen side fører en slik nedtapping til en økning av tungmetallnivåene i vassdraget nedenfor en periode som følge av at porevannet som står i kontakt med avfallet lekker ut. I tillegg fører en nedtapping til at avfallets innhold av sulfidminerale utsettes for økt forvitring ved at tilgangen på oksygen øker betydelig når vannet blir borte. Vannkvaliteten klassifiseres fortsatt som meget sterkt forurenset m.h.t. tungmetaller (tilstandsklasse V) i henhold til de tilstandsklasser som er utarbeidet av SFT (SFT, 1997).

I tabell 1 er samlet resultatene fra en prøvetaking av porevann tatt på ca. 1 meters dyp i avfallet ved to lokaliteter den 30.08.00. Resultatene viser spesielt høye sinkkonsentrasjoner (48-81 mg/l), men også konsentrasjonene av flere andre tungmetaller er av betydning. Det ble også påvist relativt høye kvikksølvkonsentrasjoner i porevannet. Det er tidligere ikke analysert på kvikksølv i Verkenselva. Nede i Sandeelva ved utløpet er imidlertid kvikksølvkonsentrasjonene lave og i nærheten av deteksjonsgrensen på 1 ng/l (Holtan et al 1997). I porevannet i Svensedammen er kvikksølvkonsentrasjonene av størrelsesorden 1000 –2000 ganger høyere. Den 24.09.00 ble det tatt en stikkprøve av overløpsvannet på Svensedammen. Det ble ikke påvist kvikksølv i vannet (<1 ng/l). Vi anbefaler likevel at det gjennomføres supplerende undersøkelser for å kartlegge om de påviste kvikksølvkonsentrasjonene i porevannet har noen konsekvenser for biologiske forhold i dammen, spesielt når det gjelder fisk.

Tabell 1. Analyse av grunnvann i kontakt med gruveavfall i Svensedammen prøvetatt den 30.08.00.

St.nr	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l
V1	6.77	98.2	398	163	3.91	4.86	2.86	29.4	3580	13.3	81100	91.6	22.9	9220
V2	7.12	71.6	222	129	2.80	5.22	4.89	255	1430	67.8	48200	156	41.2	7510

St.nr	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Ba µg/l	As µg/l	Hg µg/l
V1	13.1	215	<0.5	43.1	2.3	1.12
V2	26.5	185	4.0	51.3	<1.0	1.66

Resultatene i tabell 1 viser så vidt høye tungmetallnivåer at vi vil fraråde at dammen tappes ned som et tiltak for å forhindre gjengroing.

2.1.2 Analyse av sedimenter

I 1989 ble det tatt sedimentprøver ved 3 stasjoner langs djupålen i Svensedammen. Prøven ved stasjon S1 er tatt under rotsonen til vegetasjonen som vokste oppå sedimentet. Resultatene viste at avfallet inneholdt betydelige mengder sink og bly. Det var den gang liten forskjell mellom metallkonsentrasjonene i overflatesjiktet og dypere ned i sedimentet. Den 30.08.00 ble det tatt nye prøver ved 4 lokaliteter som er markert på figur 1. Prøvene er tørket og oppsluttet med varm salpetersyre i autoklav. Resultatene er samlet i tabell 2 som viser de viktigste komponenter og i tabell 5 i vedlegg B der alle resultater er samlet. Elementinnholdet er oppgitt som innhold m.h.t. tørrvekt.

Tabell 2. Analyse av sedimentprøver tatt 30.08.00 (m.h.t. tørrvekt)

Stasjon nr	Dyp Cm	Cu %	Zn %	Pb %	Cd mg/kg	Fe %	S %
S1	0-2	0.48	5.19	1.03	117	2.94	1.63
S1	4-6	0.64	8.35	1.43	117	3.42	1.91
S1	8-10	0.74	11.20	0.77	210	4.83	3.62
S2	0-2	0.45	7.32	0.84	180	4.17	3.32
S2	2-4	0.61	9.91	1.45	182	5.51	3.41
S2	4-6	0.46	8.03	1.83	188	5.04	3.48
S3	0-2	0.59	8.17	0.64	151	5.09	3.27
S3	4-6	0.73	9.36	1.01	153	4.33	2.66
S3	6-7	0.68	8.77	0.96	154	4.18	3.02
S4	0-2	0.58	8.00	1.19	189	3.94	2.76
S4	4-6	0.65	9.92	1.00	177	4.15	2.81
S4	8-10	0.59	7.69	1.59	159	5.07	2.63

Resultatene viser at sedimentene i Svensedammen hovedsaklig består av gruveavfall med et høyt innhold av sink, bly og kadmium. Tungmetallkonsentrasjonene er svakt lavere i overflatesjiktet. Resultatene er i samsvar med de observasjoner som ble gjort i 1989. Da prøvene ble tatt, kunne det observeres et tynt lag på overflaten som sannsynligvis besto av mer naturlig materiale. Av praktiske årsaker ble sedimentprøvene snittet i 2 cm tykke segmenter. Resultatene tyder på at overflatelaget med mer naturlig materiale er svært tynt. Resultatene for fosfor (tabell 5) viser at fosforinnholdet i overflatelaget er høyere enn i de dypere delene av sedimentet. Dette viser trolig betydningen av de kommunale tilførsler som har kommet inn i de senere år. Om forholdet har noen betydning for plantene er ikke undersøkt.

2.2 Vegetasjon

NIVA foretok undersøkelser av vannvegetasjon i Svensedammen i 1999 (Mjelde og Brettum, 1999). Denne undersøkelsen konkluderte med at store deler av dammen var grodd til med vannplanter, først og fremst vanlig tjønnaks. Dette er en vanlig vannplante i Norge. Planten har ingen spesielle krav til næringstilførsel eller kalkinnhold og vokser gjerne ut til 2-3 meters dyp. Det ble antydning at mulige årsaker til gjengroingen kan ha sammenheng med endringer i vanngjennomstrømning, sedimenteringsforhold, næringsforhold eller giftighet av sedimentet.

2.3 Årsak til gjengroing

Basert på de sparsomme undersøkelsene NIVA har utført kan det se ut til at årsaken til den massive tilgroingen av vannvegetasjon i Svensedammen de siste par årene er en kombinasjon av stabilisert vannstand (dammen har ikke vært tappet ned i løpet av de siste 10 år og belastningen på plantene blir mindre) og økt sedimentering av finmateriale som dekker det forurensede gruvesedimentet og gjør det mindre giftig for plantene. Svensedammen er meget grunn. Store deler av dammen er ikke dypere enn 1 meter. I løpet av de nærmeste år vil sannsynligvis dammen bli helt gjengrodd dersom ikke tiltak iverksettes.

3. Vurdering av tiltak

3.1 Mål for Svensedammen

For å bestemme hvilke tiltak man skal velge for å bedre forholdene i Svensedammen må følgende forhold avklares :

1. Hva vil man bruke dammen til
2. Hvordan skal den se ut
3. Hvilken vannkvalitet er ønskelig
4. Hvilken tidsskala tenker man forbedringene over
5. Mål for vassdraget både oppstrøms og nedstrøms dammen
6. Hvilke reguleringsvedtak foreligger for dammen og arealene rundt dammen

Vi foreslår to alternative ambisjonsnivå for de videre tiltak i dammen :

3.1.1 Ambisjonsnivå 1

Opprettholde Svensedammen omtrent som i dag, med muligheter for fiske og bading, men med redusert vannvegetasjon. Det er først og fremst flytebladsvegetasjonen som oppfattes som et problem for befolkningen. Ambisjonsnivået kan nås ved å :

- redusere tilførsel av forurensning, både bakterier og næringsstoffer. Ulike tiltak er igangsatt og vil ikke bli omtalt her.
- Etablere et fritt vannspeil. Her er det viktig å være oppmerksom på at tilgroing med vannvegetasjon er naturlig i Svensedammen. Plantene er en vesentlig del av økosystemet og virker stabiliserende på vannkvaliteten ved at de reduserer algeveksten.

3.1.2 Ambisjonsnivå 2

Opparbeide dammen som rekreasjonsområde, med badeplasser og fiskemuligheter. For å oppnå dette ambisjonsnivået må man i tillegg til tiltakene for redusert kommunal forurensning også redusere forurensningen fra gruveavfallet i vassdraget. Dette gjennomføres ved at avfallet fjernes (helt eller delvis) og deponeres annetsteds. Derigjennom vil dammen bli dypere og areal tilgjengelig for vannplanter reduseres. Ved denne typen tiltak vil effektene være mer langvarige og skjøtselen av dammen kan reduseres. Rekreasjonsverdien vil øke.

3.2 Beskrivelse av tiltak

3.2.1 Fritt vannspeil

Den dominerende vannplanten i Svensedammen er flytebladsplanten vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*). En enkel og effektiv måte er manuell fjerning av flytebladene ved bruk av båt og ljà. Plantene er avhengige av fotosyntesen i flytebladene og ved å kutte bladene fjernes fotosynteseapparatet. I juli kuttet stenglene like under vannflata med ljà og flytebladene fjernes med vanlig rive. For å oppnå langtidseffekt bør man gjenta kuttingen på høsten og fortsette de nærmeste 2-3 år. Ved å gjenta fjerning av flytebladene taper man planten for lagret næring. Jordstokkene går tom for næring og vil til slutt dø. Årsakene til tilgroingen (grunne områder, stabil vannstand) er ikke endret og arealet som er egnet for vannvegetasjon er fortsatt det samme. Høsting av vegetasjonen må derfor bli en fast del av vedlikeholdet i området, på samme måte som gressplener slås.

Kostnadene vil kunne holdes svært lavt, særlig hvis arbeidet kan utføres som dugnader.

3.2.2 Utlekking av fiberduk i utvalgte områder

En alternativ måte å hindre vekst av vannvegetasjon i mindre, utvalgte områder (f.eks. badeområdene) kan være å legge ut fiberduk dekket med sand og grus. Framgangsmåte for tiltaket er nøyere beskrevet av Berge (1987). Fiberduken vil også hindre vekst av undervannsplantene som ikke har flyteblad og som derved ikke berøres av kuttingen. Dessuten vil et dekke av sand og grus være et mer attraktivt substrat for bading. Imidlertid gjelder det samme som under foregående punkt at så lenge det ikke gjøres noe med årsakene til tilgroingen, vil tiltaket måtte gjennomføres ved jevne mellomrom. Dersom det gamle gruveavfallet blir dekket av fiberduk, sand og grus, vil dette også medføre en forbedret vannkvalitet i Svensedammen ved at lekkasjen av tungmetaller fra sedimentet til vannet reduseres, noe som er svært positivt med hensyn til fiske og bading. Det må imidlertid påpekes at det er deponert gruveavfall oppstrøms Svensedammen som også avgir tungmetaller. Pålegging av grus vil gjøre dammen som i utgangspunktet er svært grunn fra før enda grunnere.

3.2.3 Fordypning av dammen ved fjerning av gruveavfall og forurensede sedimenter

Flytebladsplantene har generelt sett en nedre dybdegrens på 2,5-3 meters dyp. Det betyr at dypere områder normalt ikke har flytebladsvegetasjon. En utgraving av dammen, f.eks. inkludert fjerning av gruveavfallet, slik at store deler av arealet får dybder på mer enn 3 meter, vil være en effektiv måte å redusere flytebladsvegetasjonen på. Dypene kan eventuelt også økes ved å heve vannspeilet i dammen. Det bør vurderes hvor mye det er praktisk mulig å heve vannspeilet.

Fjerning av avfall vil innebære fare for økt forurensning av vassdraget så lenge tiltaket pågår. Avfallet karakteriseres som miljøfarlig avfall som det stiller seg spesielle krav til m.h.t. deponering. Det må deponeres på en slik måte at en unngår at avfallet forvitrer, d.v.s at en må unngå tilgang på oksygen, samt at en begrenser utvaskingen av forvitningsprodukter (frigjorte tungmetallioner) til et minimum. Det er gjennomført flere slike oppryddingstiltak i Norge. Som tiltak har en enten valgt å deponere avfallet under vann i dammer eller innsjøer og eventuelt foreta en overdekking av avfallet i et vannoverdekket deponi. Avfall er også deponert på land i spesialdeponier der en enten har lagt avfallet i en stor pose av plastmembran med beskyttende overdekking eller har laget et landdeponi med overdekking av egnede morenetyper bygget opp med tettesjikt og dekksjikt. Som tettesjikt kan her også benyttes syntetiske plastmembraner eller bentonittmembraner. Slike tiltak vil bli kostbare og i dette tilfelle dreie seg om flere millioner kroner. Før slike arbeider igangsettes, må det i tillegg gjennomføres en kartlegging av avfallet m.h.t. avfallsmengder, tilstand og lokalisering. Egnede deponiområde må også utredes nærmere. Deretter kan et mer konkret anslag over kostnadene i forbindelse med tiltaket gis.

Dersom en tar sikte på å gjennomføre et slikt tiltak, bør tiltaket omfatte alt gruveavfall som ligger langs Verkenselva. Vannkvaliteten i elva vil først bli tilfredsstillende når alt avfall er fjernet. Det bør på forhånd vurderes om det knytter seg kulturminneinteresser til avfallet. Hvis det er tilfelle og en velger å la avfallet ligge slik det er idag, bør avfallet markeres med skilting i området slik at det ikke gradvis fjernes til oppfyllingsformål, noe som vil forverre forurensningssituasjonen ytterligere.

Verkenselva karakteriseres som sterkt forurenset m.h.t. tungmetaller i henhold til det klassifikasjonssystem som benyttes idag. Det kan derfor være gode grunner til å gå inn for et tiltak som tar sikte på å fjerne kilden til forurensningen. Et slikt tiltak vil samtidig redusere mulighetene for at dammen gror igjen da den blir dypere. Vi anbefaler at man tar opp saken med Statens forurensningstilsyn/ Miljøverndepartementet for å undersøke om det er mulig å få statlig støtte til å gjennomføre et slikt tiltak.

4. Referanser

Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04. Statens forurensningstilsyn, 1997. TA 1468/1997. ISBN 82-7655-368-0. 31 s.

Berge, D., 1987. Vegetasjonskontroll i vann ved tildekking. Fremdriftsrapport nr.1. NIVA-Rapport, O-87129, E-88653. L.nr. 2066. 19 s.

Holtan, G., Berge, D., Holtan, H. og Hopen, T., 1997. Paris Convention. Annual report on direct and riverine inputs to Norwegian coastal waters during the year 1996. Report 715/97. SFT. NIVA-report, O-90001. S.nr.3740-97. 138 pp.

Iversen, E.R. og Grande, M., 1990. Tiltaksrettede undersøkelser i Verkenselva. NIVA-Rapport, O-89235, L.nr. 2415. 27 s.

Iversen, E.R., 1998. Vannforurensning fra nedlagte gruver. NIVA-rapport, O-96100, L.nr. 3787-98. 63 s.

Mjelde, M. og Brettum, P., 1999. Svensedammen, Konnerud. Innledende undersøkelse av vannvegetasjon og planktonalger 1999. NIVA-Rapport, O-99152, l.nr. 4108-99. 8s.

Vedlegg A. Analysemetodikk

Analyse av sedimentprøver

Tørrstoffbestemmelsen (TS) er utført ved 105 °C etter svensk standard SS 028113. Analyseprøven er tørket ved 50 °C og elementinnholdet er TS-korrigert.

Ca. 1 g prøve er oppluttet med 20 ml HNO₃/vann 1:1 i autoklav ved 120 kPa (120 °C) i 30 minutter.

Sluttbestemmelsen av metallinnholdet er utført med plasma-emisjonsspektrometri (ICP-AES)

Analysen er utført i henhold til EPA metoder 200.7 og 200.8 (modifisert) og er utført av SGAB Analytica som er akkreditert av SWEDAC.

Analyse av vannprøver

Analyse av pH og konduktivitet er utført av NIVA i felt.

De øvrige analyser er utført av SGAB Analytica v.h.a. følgende metoder :

Plasma-emisjonsspektrometri, ICP-AES	: Ca, Fe, K, Mg, Na, S, Co, Mn, Zn
Plasma-massespektrometri (Sektor), ICP-SMS	: Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb
Atomfluorescens, AFS	: Hg

Sulfatinnholdet er beregnet v.h.t svovelinnholdet da en antar at svovelinnholdet i denne vanntypen i det vesentligste foreligger som sulfat.

Vedlegg B. Analyseresultater

Tabell 3. Analyseresultater. Verkenselva ved utløpet av Svensedammen

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l
02.11.1972	7.60					10	740	21.0	
15.07.1982						70	240	11.0	
18.08.1983						10	280	30.0	1.0
14.07.1989	8.28	23.90	8.2	38.2	1.65	15.2	210	23.5	0.6
10.08.1989	7.58	33.60	9.5	51.5	3.27	60.0	1220	250	2.4
14.11.1989	7.70	19.60	18.8	32.8	1.37	3.9	410	8.1	1.0
22.02.1990	7.63	17.69	10.5	27.7	1.16	2.5	270	2.9	0.4
18.09.1996	7.66	22.8	16.0	41.0	1.78	5.4	380	10.3	0.54
18.10.1996	7.52	17.9	13.6	29.0	1.39	4.8	381	7.9	0.85
20.11.1996	7.76	20.2	13.4	35.4	1.47	3.8	459	3.2	0.68
16.12.1996	7.71	23.4	14.7	41.9	1.60	4.1	350	3.1	0.64
19.01.1997	7.62	25.2	16.0	46.7	1.90	4.9	604	3.0	1.25
16.02.1997	7.59	28.9	16.3	49.8	2.10	4.5	371	3.2	0.84
17.03.1997	7.79	23.6	14.5	40.3	1.50	3.6	290	2.0	0.56
19.04.1997	8.00	19.1	11.2	34.3	1.22	5.7	263	9.5	0.41
13.05.1997	7.95	19.4	12.1	34.3	1.31	4.9	247	7.0	0.53
14.06.1997	7.92	21.6	14.2	39.1	1.77	10.0	143	29.3	0.29
15.07.1997	7.99	22.9	13.5	42.0	0.70	5.8	201	9.4	0.62
17.08.1997	7.87	25.8	14.5	47.2	2.04	4.8	125	7.8	0.22
14.09.1997	7.70	23.5	15.2	43.1	1.86	5.1	261	10.3	0.46

Tabell 4. Analyseresultater. Sandelva ved bru ved E18 (Holtan et al , 1997).

Dato	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l
31.10.1990	2.2	20.0	0.9	<0.1
29.10.1991	1.8	9.0	1.0	0.16
30.10.1992	7.2	14.5	0.52	0.11
30.10.1993	1.8	93.2	0.88	0.15
30.10.1994	1.2	64.6	0.74	0.14
12.12.1995	1.0	88.7	0.56	0.17
09.12.1996	2.5	110.1	1.30	0.16
30.10.1997	1.6	80.2	1.18	0.21

Tabell 5. Analyse av sedimentprøver tatt 30.08.00

Stasjon	Dyp	Cu	Zn	Pb	Cd	Fe	S	As	Ba	Be	Co	Cr	Li	Mn	Mo	Ni	P	Sn	Sr	V	TS
nr	cm	%	%	%	mg/kg	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%
S1	0-2	0.48	5.19	1.03	117	2.94	1.63	24.6	24.7	4.24	84	23.7	14.8	0.61	24.8	28.8	1080	<4.95	101	29.7	26.3
S1	4-6	0.64	8.35	1.43	117	3.42	1.91	36.3	13	5.86	107	18.5	12.9	0.67	53.8	30.1	458	7.03	119	22.3	62.4
S1	8-10	0.74	11.2	0.77	210	4.83	3.62	26.2	9.9	5.34	190	11.2	8.13	1.09	51.9	16.8	185	<5.00	127	16.1	76.6
S2	0-2	0.45	7.32	0.84	180	4.17	3.32	24.3	24.3	5.56	132	23.4	12.6	0.74	40.9	24.7	907	<5.01	153	27.5	61.5
S2	2-4	0.61	9.91	1.45	182	5.51	3.41	21.1	18.1	6.81	134	17.8	11.3	1.14	58.3	26.2	570	<4.97	151	21.1	71.8
S2	4-6	0.46	8.03	1.83	188	5.04	3.48	18.9	19.7	8.93	142	19.6	13.4	1.34	80	35.9	475	<4.95	181	20.8	73.3
S3	0-2	0.59	8.17	0.64	151	5.09	3.27	46	13	4.95	115	16.7	11.1	0.73	34.6	20.1	544	<5.00	142	22.1	56.3
S3	4-6	0.73	9.36	1.01	153	4.33	2.66	43.4	12.1	5.71	124	12.9	10.1	0.92	54	17.6	231	<4.96	144	17.7	79.3
S3	6-7	0.68	8.77	0.96	154	4.18	3.02	46.1	10.9	5.29	121	12.3	10.3	0.75	49	17.3	268	<4.91	142	17.6	80.7
S4	0-2	0.58	8	1.19	189	3.94	2.76	38.9	19.4	6.32	146	15.3	11.5	0.86	52.3	22.9	421	<4.98	177	20.4	21.1
S4	4-6	0.65	9.92	1.00	177	4.15	2.81	38.7	14.3	6.25	132	14.5	11.3	0.85	52.2	19.6	265	<5.05	157	20	80.3
S4	8-10	0.59	7.69	1.59	159	5.07	2.63	40.8	15.5	10.3	137	15.4	14.4	1.53	67.3	31.1	284	<5.01	190	22.2	79.7