

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-82067
Undernummer:
Løpenummer: 1466
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Utslipp av syre, løst organisk materiale og suspendert stoff fra Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard, juli - oktober 1982.	Dato: 15.3.1983
	Prosjektnummer: 0-82067
Forfatter(e): Øivind Tryland	Faggruppe: Miljøteknisk
	Geografisk område: Vest-Agder
	Antall sider (inkl. bilag): 24

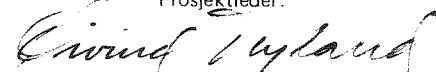
Oppdragsgiver: Vassdragsrådet for Nedre Otra	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt: Utslippsmålinger ved Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard i Vennesla tyder på at Otra fortsatt tilføres betydelige mengder med syre, løst organisk stoff og partikulært materiale. Bedriftenes samlede netto syreutslipp var gjennomsnittlig ca. 156 kg ekv. H ⁺ pr døgn. Utslippene av løst organisk karbon og suspendert stoff fra de to fabrikkene var henholdsvis ca 17 tonn/døgn og ca 8 tonn/døgn. I det videre arbeid bør innsatsen rettes mot å gjennomføre utslippsbegrensende tiltak. Første trinn bør omfatte en kost-nytte analyse av alternative tiltak sett i forhold til OTRAS vannkvalitet.

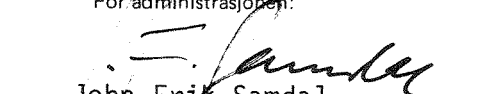
4 emneord, norske:
1. Treforedlingsindustri
2. Avløpsvann
3. Utslippsmengder
4. Otra
5. Vennesla

4 emneord, engelske:
1. Pulp and paper industry
2. Waste water
3. Discharges
4. Otra
5. Vennesla

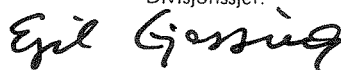
Prosjektleder:


Øivind Tryland

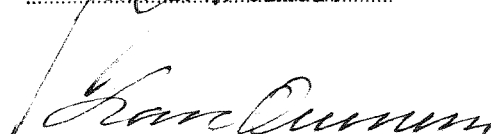
For administrasjonen:


John Erik Samdal

Divisjonssjef:


Egil Gjessing

ISBN 82-577-0598-5


Lars Overrein

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
OSLO

0-82067

Utslipp av syre, løst organisk materiale og suspendert
stoff fra Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard,
juli - oktober 1982.

Saksbehandler: Øivind Tryland

Medarbeider: Åse Gudmundson Rogne

F O R O R D

Prosjektet har bestått av utslippsundersøkelser ved Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard og er et oppdrag utført for Vassdragsrådet for Nedre Otra. Fylkesingeniør Frants Holme, Vest-Agder fylke har vært kontaktmann. Sivilingeniør Trygve Kittelsen, Hunsfos Fabrikker A/S har bidratt aktivt i prosjektet ved bl.a. prøvetakinger av bedriftens utslipp og av Otra. Sivilingeniør Gro Rødland, Norsk Wallboard A/S har hjulpet til ved prøvetakingene av fabrikkens utslipp. Ved NIVA har ingeniør Åse Gudmundson Rogne utført analysene av syre og base i prøvene av bedriftenes avløpsvann. Alle takkes for innsatsen i forbindelse med gjennomføringen av prosjektet.

Oslo 23.2.1983

Øivind Tryland

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

	Side:
FORORD	2
SAMMENDRAG	4
1. INNLEDNING	6
2. TIDLIGERE BEREGNEDE UTSLIPP	6
3. PRØVETAKING	8
4. ANALYSERESULTATER OG UTSLIPPSMENGDER	9
4.2 Utslippsmengder	11
4.3 pH i blandinger av avløpsvann og Otra-vann	14
5. ANALYSERESULTATER FOR OTRA OVENFOR OG NEDENFOR BEDRIFTENE	14
6. VIDEREFØRING	15

TABELLISTE

Tabell 4.1	Analyseresultater for månedlige prøver av prosessavløpsvann	17
" 4.2	Analyseresultater for total tørrstoff, total gløderest, magnesium og klorid i prosessavløpsvann fra Husfos Fabrikker og Norsk Wallboard, august og oktober 1982	18
" 4.3	Gjennomsnittlig døgnutslipp av suspendert og løst materiale i de enkelte prosessavløp	19
" 4.4	Gjennomsnittlig døgnutslipp av syre og base i de enkelte prosessavløp	20
" 4.5	Endring i vannkvaliteten (aritmetisk middel av observasjoner) ved passering av Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard 1960-1981. (Grande et al., 1982)..	21
" 4.6	pH i blandinger av prosessavløpsvann, blandet i forhold til vannmengder i avløp	22
" 4.7	pH i blandprøver av prosessavløpsvann fortynnet med Otravann	22
" 5.1	Analyseresultater for Otra ovenfor og nedenfor bedriftenes utslipp, juli - oktober 1982	23
" 5.2	pH resultater for Otra ovenfor og nedenfor bedriftene (overvåkningsresultater, NIVA)	24

Avløpsvannet fra blekeriets klor-trinn og inndampningskondensatene fra Hunsfos Fabrikker inneholder de største syremengdene. De dominerende syrene i de respektive avløpene vil være saltsyre i blekeriets klor-trinn, eddiksyre og sure svovelforbindelser i kondensatene.

Basemengdene beregnet i forhold til pH 7,0 som slippes ut er beregnet til (prosent av totalutslipp i parentes):

HF Sileri, flotasjonsanlegg	6,5	kg ekv OH ⁻ /døgn	(50 %)
" Blekeri, alkalitrinn	4,2	" " "	(33 %)
" Blekeri, oksygentrinn	2,2	" " "	(17 %)

Norsk Wallboard prosess utslipp til Otra inneholder ikke noe base.

Analyser av blandprøver som bestod av prosessavløpsvann blandet i forhold til vannmengder viste at bedriftenes samlede avløpsvann var tydelig surt (pH 3,2 - 3,3). Når blandprøvene ble fortynnet med Otravann med pH 5,0 i forholdene 1:50, 1:100 og 1:200 var pH mellom 4,7 og 4,9 i fortynningene.

Prøver tatt fra Otra ovenfor og nedenfor fabrikkene samtidig med prøvetakingene ved bedriftene viste ingen målbar senkning av Otras pH-verdi. Derimot var det en klar økning av tubiditet, farge og permanganat-tall nedenfor bedriftene.

I det videre arbeid med å bedre Otras vannkvalitet bør innsatsen rettes mot å gjennomføre utslippsbegrensende tiltak ved bedriftene. Første trinn bør omfatte en kost-nytte analyse av alternative tiltak sett i forhold til Otras vannkvalitet.

1. INNLEDNING

Vassdragsrådet for Nedre Otra ønsket at det skulle foretas en nærmere undersøkelse av bedriftenes utslipp samtidig med at NIVA gjør overvåkingsundersøkelser i Otra. Et programforslag ble oversendt Vassdragsrådet 14. april 1982 og dette ble godkjent i brev datert 30.6.82.

Undersøkelsene har omfattet prøvetakinger av industriutslipp én gang hver måned i juli, august, september og oktober 1982. Utslippene av syre, base, løst og suspendert organisk stoff er beregnet på grunnlag av analyseresultatene og bedriftenes opplysninger om vannmengder i de ulike avløpene. Rapporten inneholder også resultater om vannkvaliteten i Otra ovenfor og nedenfor fabrikkens utslipp.

Utslippene fra Hunsfos Fabrikker A/S og Norsk Wallboard A/S er tidligere undersøkt av Norsk institutt for vannforskning. Papirindustriens Forskningsinstitutt har dessuten foretatt utslippskontroll av sulfittavlut og kondensat ved Hunsfos Fabrikker (PFI, 1979). Bedriftene kontrollerer også utslippene til Otra. Resultater fra målingene er vist i kap.2.

2. TIDLIGERE BEREGNEDE UTSLIPP

Nedenfor gis en oppsummering av utslippsmengder til Otra beregnet av PFI, bedriftene og NIVA:

NIVA, 1981 (Totalutslipp) (Tryland, 1981)

Hunsfos Fabrikker

- Suspendert stoff	tonn/døgn:	11,4	(Juni 1980)	5,2	(Des. 1980)
- Organisk stoff (KOF _{Cr})	"	: 57	" "	41	"
- Syre, kg ekv H ⁺ /døgn	:	316	" "	178	"
- Base, kg ekv OH ⁻ /døgn	:	23	" "	32	"
- Netto syre, kg ekv H ⁺ /døgn	:	293	" "	146	"

Norsk Wallboard

- Suspendert stoff,	tonn/døgn:	1,2	(Juni 1980)	0,8	(Des. 1980)
- Organisk stoff (KOF _{Cr})	"	: 12,1	" "	6,7	"
- Syre, kg ekv H ⁺ /døgn	:	8	" "	5	"

PFI, 1979 (omfatter ikke blekeri) (PFI, 1979)

Hunfos Fabrikker

- Organisk stoff (KOF_{Cr}) : 137 tonn O₂/uke
- " " " : 20 tonn O₂/døgn
- Metanol (i kondensater): 9,4 tonn/uke
- Eddiksyre (" "): 16,4 tonn/uke

Hunfos Fabrikker (egne målinger) (HF, 1982)

- Suspendert materiale (sum for alle avdelinger)
 1. Kvartal 1982 (13 uker): 264 tonn (20 tonn/uke)
 2. " " ("): 300 tonn (23 ")

Norsk Wallboard (egne målinger) (NW, 1982)

- Biokjemisk oksygenforbruk (BOF₇): ca 30 kg/tonn trefiber-plater
- Suspendert stoff: ca 0,3 % av produksjon på 43 000 tonn/år, dvs: ca 129 tonn/år.

Tabell 2.1 viser bedriftenes maksimale produksjon og tillatte utslippsmengder ifølge konsesjoner gitt av Statens Forurensningstilsyn (Grande et al. 1982).

Tabell 2.1. De viktigste industriutslipp til nedre Otras nedbørfelt.

Delnedbørfelt	Bedrift	Maksimum tillatt produksjon		Utslipp, tonn/år fra konsesjon	
		Type	Mengde	BOF ₇	Susp.mat.
8	Hunfos	Cellulose	80 000	-	1 450
		Tremasse	48 000		
		Papir	120 000		
9	Norsk Wallboard	Trefiberplater	40 000	1 200	320
10	Høie	Sengetøy og be-	1 500	220	30

3. PRØVETAKING

Etter avtaler med bedriftene ble prøver av utslippene tatt i juli, august, september og oktober (én prøvetaking pr. måned).

Avløp til Otra fra Hunfos Fabrikker:

- Nr. 1. Renseri (bare i juli)
2. Sileri, filter I
3. " , flotasjon
4. Blekeri, oksygentrinn, O₂, FI
5. " , klortrinn, Cl₂, FII
6. " , alkalitrinn, E, FIII
7. Sedimenteringsanlegg
8. Kokerikondensat
9. Inndampingskondensat

Prøvetakinger: 5.7., 12.8., 9.9., 7.10.1982.

Avløp til Otra fra Norsk Wallboard:

- Nr. 10. Avløpsledning for prosessvann

Prøvetakinger: 5.7., 12.8., 9.9., 4.10.1982.

Bedriftene tok prøvene i august, september og oktober, mens NIVA deltok med den første prøvetakingen 5. juli og den siste prøvetakingen ved Norsk Wallboard 4. oktober. På grunn av driftsstans ved Hunfos Fabrikker om morgenen 4. oktober ble prøvene tatt av bedriften 7. oktober ved normal produksjon.

Prøver av Otra ble tatt like ovenfor Hunfos Fabrikker ved dam, og nedenfor begge bedriftene ved Heisel bro.

4. ANALYSERESULTATER OG UTSLIPSMENGDER

4.1 Analyseresultater for prosessavløp

Analyseresultatene for prøvene innsamlet etter det forannevnte program i tidsrommet juli - oktober 1982 er vist i tabell 4.1. Gjennomsnittsverdier og standardavvik for de fire prøvene tatt i juli, august, september og oktober viser store variasjoner i pH-verdier, suspendert stoff, løst organisk stoff og syre/base for samme avløp i måleperioden. For eksempel varierte pH i avløpet fra flotasjonsanlegget i sileriet fra pH 6.1 til 11.2, mens avløpet fra alkalitrinnet i blekeriet varierte fra pH 8.2 til pH 10.7. Avløpet fra oksygentrinnet i blekeriet var derimot mer konstant med pH mellom 9,4 og 10.0. Disse tre avløpene (sileri, oksygen- og alkalitrinn i blekeriet) inneholder hovedmengden av de alkalier som slippes ut i Otra.

De viktigste sure utslippene er:

- Blekeri, klor-trinn, pH 2,2 - 2,3
- Kokerikondensatet, pH 1,2 - 1,5
- Inndampingskondensat, pH 2,1 - 2,2.

Mengdene syre og base i avløpene ble bestemt ved tilsetning av syre/base (titrering). De sure prøvene ble titrert med 0,1 N natrium hydroksyd til pH 5,3 og pH 7,0, mens de alkaliske prøvene ble titrert med 0,1 N saltsyre til pH 5,3 og pH 7,0. Forbruket av syre (H^+) eller base (OH^-), gitt i milliekvivalenter pr. liter avløpsvann (mekv/l), er vist i tabell 4.1.

Titringene viste at for å heve pH i avløpet fra blekeriet fra pH 2,3 til pH 5,3 måtte det tilsettes gjennomsnittlig 6,6 mekv OH^-/l . Det betyr at blekeriavløpet inneholdt gjennomsnittlig 6,6 milliekvivalenter syre pr. liter (mekv H^+/l). Det tilsvarende tall for titrering til pH 7,0 er 6,9 mekv H^+/l . Mengdene syre som bestemmes avhenger av endepunktet for titreringen. Det samme gjelder mengdene base. Endepunktet på pH 5,3 representerer Otras gjennomsnittlige pH ovenfor bedriftenes utslipp. Et netto-utslipp av syre beregnet i forhold til pH 5,3 skulle derfor teoretisk gi en økning av Otras syreinnhold.

Prosessavløpenes gjennomsnittlige innhold av sure komponenter i forhold til pH 5,3 var:

HF Kokerikondensat	181	mekv H ⁺ /l	(139 m ³ /døgn)
HF Inndampingskondensat	41	"	(1080 ")
HF Blekeri - klortrinn	6,6	"	(9792 ")
NW Prosessavløpsvann	1,45	"	(1584 ")
HF Sileri, filter I	0,54	"	(7200 ")
HF Renseri	0,10	"	

Innholdet av basiske komponenter, i forhold til pH 5,3 var:

HF Blekeri, oksygentrinn	5,6	mekv OH ⁻ /l	(1104 m ³ /døgn)
HF Blekeri, E-alkalitrinn	1,03	"	(9792 ")
HF Sileri, flotasjonsanlegg	0,82	"	(10800 ")
HF Sedimenteringsanlegg	0,25	"	(38880 ")

Dersom konsentrasjonene beregnes i forhold til pH 7,0 (nøytral pH) vil syrekonsentrasjonen være større, mens basekonsentrasjonene vil være mindre enn tallene ovenfor, jfr. tabell 4.1.

Konduktivitetstallene viser at blekeriavløpene og særlig kondensatene hadde høye innhold av løste salter (tabell 4.1). Turbiditetsmålingene viste høyest verdier for prosessavløpet ved Norsk Wallboard. Fargetallene var også størst for dette avløpsvannet, men på grunn av større vannmengder er det blekeriets oksygentrinn ved Hunsfos som bidrar med størst utslipp av fargede forbindelser (jfr. kap. 4.2).

Konsentrasjonen av suspendert tørrstoff (rest på Whatman GF/C filter etter tørking ved ca 105 °C), var også størst i avløpsvannet fra Norsk Wallboard (middelverdi på 394 mg/l). Det sees da bort fra den ene målingen i juli av renseriavløpet fra Hunsfos Fabrikker, fordi dette avløpet ble tilknyttet sedimenteringsanlegget. Mengdemessig er de største kildene for suspendert stoff, (fiber m.m.) flotasjonsanlegget og sedimenteringsanlegget ved Hunsfos Fabrikker.

Innholdet av oppløst organisk stoff ble målt ved å analysere innholdet av løst organisk karbon etter filtrering av prøvene gjennom glassfiber-

filtre, (Whatman GF/C). Tidligere er det brukt andre indirekte parametre som kjemisk oksygenforbruk (KOF-dikromatmetoden) og biokjemisk oksygenforbruk (BOF) for å kvantifisere utslipp av organisk materiale. Analysene viste høyest innhold av løst organisk karbon i kondensatene, i prøvene fra blekeriets oksygentrinn og i avløpet fra Norsk Wallboard (alle over 1000 mg C/l, tabell 4.1).

Innholdet av total tørrstoff og total gløderest ble målt på to av prøveseriene (tabell 4.2). Prøvene som hadde høyest innhold av løst organisk karbon hadde også høyest innhold av total tørrstoff. Analysene viste forøvrig at omkring halvparten av tørrstoffet (ca 3,8 g/l) i prøven fra blekeriavløpets oksygentrinn besto av uorganiske forbindelser. Kokerikondensatet hadde et høyere tørrstoffinnhold (middel 6,7 g/l) enn inndampingskondensatet (middel 2,3 g/l). Tørrstoffet i kokerikondensatet består for en stor del av organisk stoff (tabell 4,2). Norsk Wallboards avløpsvann hadde et gjennomsnittlig totalt tørrstoffinnhold på ca 4 g/l og gløderest på bare 0,4 g/l (tabell 4,2). Dette avløpet er derfor ett av de mest konsentrerte mht. løst og suspendert organisk materiale. Det er bare kokerikondensatet som har et gjennomsnittlig høyere innhold av løst organisk materiale.

4.2 Utslippsmengder

Døgnutslippene fra bedriftene er beregnet på grunnlag av analyseresultatenes middelveidier og bedriftenes opplysninger om vannmengder (tabell 4.1). I beregningen er det antatt at utslippene foregår jevnt i 24 timer pr. døgn. Tabell 4.3 viser resultatene for suspendert stoff, løst organisk karbon, farge, total tørrstoff, magnesium og klorid, mens tabell 4.4 viser beregnet utslipp av syre/base og netto syreutslipp (syre fratrukket base).

Syre/base

Analysene viste netto syreutslipp målt i forhold til pH 5,3 og pH 7,0 var:

Hunfos Fabrikker, kg ekv H ⁺ /døgn	103,2 (pH 5,3)	150,7 (pH 7,0)
Norsk Wallboard, " " "	2,3 (")	4,8 (")

Det samlede netto syreutslipp var ved disse målingene på hhv. 105,5 kg ekv H^+ /døgn og 155,5 kg ekv H^+ /døgn. Til sammenligning var bedriftenes netto syreutslipp ca 151 kg ekv H^+ /døgn i desember 1980 (Tryland, 1981). (En kg ekv H^+ tilsvarer en syremengde på ca 36 kg saltsyre).

Syremengdene beregnet i forhold til pH 7,0 som slippes ut i de enkelte avløpene er (prosent av totale syreutslipp i parentes):

HF	Blekeri, klortrinn	68	kg ekv H^+ /døgn	(40 %)
"	Inndampingskondensat	56	" " "	(33 %)
"	Kokerikondensat	33	" " "	(20 %)
"	Sileri, F I	6,4	" " "	(4 %)
NW	Avløpsvann	4,8	" " "	(3 %)

Avløpsvannet fra klortrinnet i blekeriet og inndampingskondensatet inneholder som ventet de største syremengdene. Kokerikondensatet som er svært surt, men har et mindre volum, bidrar med omkring 20 % av totalt syreutslipp. De dominerende syrene i de respektive avløpene vil være saltsyre i blekeriets klortrinn, eddiksyre og sure svovelforbindelser i kondensatene.

Basemengdene beregnet i forhold til pH 7,0, som slippes ut er (prosent av totalutslipp i parentes):

HF	Sileri, flotasjonsanlegg	6,5	kg ekv OH^- /døgn	(50 %)
"	Blekeri, alkalitrinn	4,2	" " "	(33 %)
"	Blekeri, oksygentrinn	2,2	" " "	(17 %)

Norsk Wallboard prosess-utslipp til Otra inneholder ikke noe base.

Suspendert stoff

Bedriftenes gjennomsnittlige utslipp av suspendert materiale var ca 7,9 tonn/døgn. Dette består av trefibre, uorganiske fyllstoffer m.m. Bidragene fra Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard var henholdsvis 7250 kg/døgn og 624 kg/døgn (tabell 4.3). De dominerende utslippskildene var sileriets flotasjonsanlegg (2430 kg/døgn) og avløpet fra sedimenteringsanlegget (2333 kg/døgn) ved Hunsfos Fabrikker.

Ved målingene i 1980 var bedriftenes utslipp av suspendert materiale 11,4 tonn/døgn (juni) og 5,2 tonn/døgn (desember).

Farge

For å få et inntrykk av fordelingen av fargede komponenter i prosess-avløpene er fargetallene for filtrerte vannprøver multiplisert med vannmengdene og utslippsmengdene er beregnet (tabell 4.3) Bedriftenes samlede utslipp tilsvarte ca 28 tonn Pt/døgn. Hunsfos Fabrikker bidrar med ca 19 tonn/døgn og Norsk Wallboard med ca 9 tonn/døgn.

Løst organisk karbon

Bedriftenes utslipp av løste organiske forbindelser, målt direkte ved analyser av organisk karbon i filtrerte prøver var:

Hunsfos Fabrikker	ca	14	tonn/døgn
Norsk Wallboard	"	2,7	"

Total tørrstoff (TTS) og total gløderest (TGR)

Beregnete utslipp på grunnlag av 2 prøveserier:

Hunsfos Fabrikker,	TTS	ca	46,2	tonn/døgn
"	"	,	TGR	" 20,5 "
Norsk Wallboard,	TTS	"	6,5	"
"	"	,	TGR	" 0,65 "

Magnesium og klorid

Innholdet av magnesium og klorid ble målt i oktoberprøvene (Hunsfos Fabrikker). Beregningene av utslippsmengden gav følgende utslippstall:

Magnesium:	0,7	tonn/døgn
Klorid :	3,8	"

4.3 pH i blandinger av avløpsvann og Otra-vann

Det har vært en del usikkert om bedriftenes utslipp kan føre til en senking av OTRAS pH. Tidligere NIVA-undersøkelser har vist forholdsvis klart at det har vært en senkning av OTRAS pH gjennom Vennesla. Resultatene fra bl.a. pH-målinger i 1960- og 1970-årene er vist i tabell 4.5. I 1980 var OTRAS gjennomsnittlige pH 5,41 ved Steinsfoss, mens pH var 5,08 ved Vigeland (11 observasjoner). Ved de 7 observasjoner i 1981 var gjennomsnittsverdiene pH 5,56 ved Steinsfoss og pH 5,42 ved Vigeland (Grande et al. 1982).

For å klargjøre om bedriftenes samlede utslipp er surt eller basisk i forhold til Otra ble porsjoner av de enkelte prosessavløpene blandet i forhold til de oppgitte vannmengder. Blandprøvene ble deretter fortynt med Otravann og pH målt (tabell 4.6). Prøven av Otra ble tatt like ovenfor demningen ved Hunsfos Fabrikker (jfr. tabell 5.1). Dette ble bare gjort med september- og oktober-prøvene.

Målingene viste at blandprøvene som besto av prosessavløpsvann fra Hunsfos Fabrikker var sur med pH 3,2 - 3,3 . Tilsetning av en porsjon avløpsvann fra Norsk Wallboard endret ikke pH-verdien (tabell 4.6). Bedriftenes samlede prosessavløpsvann er derfor tydelig surt i følge disse målingene.

I fortynningen av blandprøvene av prosessavløpsvann med Otravann (pH 4,97) i forholdene 1:50, 1:100, 1:200 var pH henholdsvis 4,7, 4,85 og 4,9 (tabell 4,7). Dette tyder på at industriutslippene kan gi en målbar pH-senkning i Otra.

5. ANALYSERESULTATER FOR OTRA OVENFOR OG NEDENFOR BEDRIFTENE

Resultatene for vannprøvene innsamlet fra Otra i forbindelsene med prøvetakingene av prosessavløp er vist i tabell 5.1. Målingene viser gjennomsnittlige pH-verdier ovenfor og nedenfor bedriftenes utslipp på pH nær 5,0. Disse måleresultatene viser derfor ikke noen klar pH-senkning i Otra.

I de pågående overvåkingsundersøkelsene i Otra (Statlig program for forurensningsovervåking; SFT/NIVA) tas også prøver ovenfor og nedenfor bedriftene. De foreløpige resultatene fra den månedlige prøvetakingene januar - oktober 1982 er vist i tabell 5.2. Disse målingene gir et noe annet inntrykk enn resultatene i tabell 5.1. I 8 av de 9 observasjonene var pH lavere nedenfor bedriftene (Vigeland) enn ovenfor (Hunfos v/dam). Den ene prøven med høyere pH nedenfor enn ovenfor hadde pH 6,49 og dette er bemerkelsesverdig høyt. Middelerverdiene som inkluderer denne ene høye pH-verdien er på henholdsvis pH 5,49 og 5,34 ovenfor og nedenfor bedriftene. Den gjennomsnittlige pH-senkning er på 0,15 pH-enheter i følge disse observasjonene.

Otras innhold av fargede komponenter økte fra gjennomsnittlig ca 20 mg Pt/l ovenfor Hunfos Fabrikker til ca 40 mg Pt/l nedenfor begge fabrikkene. Denne fargeøkningen er i overenstemmelse med tidligere målinger foretatt etterat gjenvinningsanlegget ved Hunfos Fabrikker kom i drift (tabell 4.5). Permanganattallet økte fra 2,7 til 5,4 mg O/l, og dette er også i nær overenstemmelse med tidligere observasjoner (Grande et al., 1982). Omtrent det samme forholdet gjelder for turbitetstallene og magnesiuminnholdet. Innholdet av løst organisk karbon økte imidlertid ikke i samme grad som permanganattallet.

6. VIDEREFØRING

Utslippsundersøkelsene i 1982 har vist at Otra tilføres fortsatt betydelige mengder syre, løste organiske forbindelser, fargede komponenter og suspendert stoff. Utslippene av disse hovedkomponentene fra bedriftene er nå forholdsvis godt klarlagt. I det videre arbeid med å bedre Otras vannkvalitet bør derfor innsatsen rettes mer mot å gjennomføre utslippsbegrensende tiltak ved bedriftene. Første trinn bør omfatte en kostnytte analyse av de alternative tiltak sett i forhold til Otras vannkvalitet. Resipientundersøkelsene i nedre Otra vil være retningsgivende når det gjelder å peke på komponenter i bedriftens utslipp som påvirker vassdraget i en uheldig retning.

Det bør også foretas en kartlegging av hvilke tiltak som er gjennomført ved lignende sulfittcellulose- og wallboardfabrikker som har utslipp til ferskvannsresipienter i Sverige og Finland. Virkningene av gjennomførte tiltak bør også klarlegges.

HENVISNINGER

Grande, M., Wright, R.F., Brettum, P., Lindgaard, T. og Romstad, R., 1982:
Otra 1981. Rutineovervåking Statlig prog. forurensningsovervåking,
Rapp. 55/82, SFT/NIVA, Oslo.

Hunfos Fabrikker, 1982. Utslippsrapport for 1. og 2. kvartal 1982. Siv.
ing. T. Kittelsen, 4.8.82.

Norsk Wallboard, 1982. Utslippstall oversendt NIVA. Siv.ing. G. Rødland,
12.8.82.

PFI, 1979. Utslippskontroll av sulfittavlut og kondensat ved Hunfos
Fabrikker (målinger 11. - 19.1.79). Papirindustriens Forskningsinsti-
tutt, O. Graff, 20.2.79.

Tryland, Ø., 1981: Nedre Otra. Undersøkelser av utslipp fra treforedlings-
industri. Statlig prog. forurensn. overv., Rapp. 13/81, SFT/NIVA, Oslo.

Tabell 4.1. Analyseresultater for månedlige prøver av prosessavløpsvann.

Avløp	Dato 1982	pH	Forbruk syre, titr, basisk prøve mekv/l		Forbruk base, titr, sur prøve mekv/l		Konduktivitet $\mu\text{S/cm}$	Turbiditet JTU	Suspendtørrest. mg/l	Løst org karbon mg C/l	Vannmengde $\text{m}^3/\text{min.}$
			pH 5,3	pH 7,0	pH 5,3	pH 7,0					
HF 1.Renseri	5.7	4,91	-	-	0,10	0,42	44	92	508	112	1,5
HF 2.Sileri F I	5.7 12.8 9.9 7.10	4,18 4,36 4,73 3,95 4,31 0,33			1,34 0,24 0,28 0,28 0,54 0,54	2,24 0,38 0,47 0,46 0,89 0,90	1000 217 237 258 428 381	37 77 30 34 45 22	32 - 62 27 40 25	1250 410 365 300 581 448	5,0
HF 3.Sileri, flotasjon	5.7 12.8 9.9 7.10	6,09 11,24 8,15 7,27 8,19 2,20	0,07 2,52 0,42 0,26 0,82 1,14	0,0 2,2 0,12 0,09 0,60 1,07			165 552 126 63 227 221	55 27 38 59 45 15	185 - 140 350 225 111	152 60 106 46 91 48	7,5
HF 4.Blekeri, oksygentrinn	5.7 12.8 9.9 7.10	9,42 9,65 9,55 9,96 9,65 0,23	4,9 7,2 5,75 4,6 5,6 1,2	1,9 2,9 1,35 1,93 2,02 0,64			2810 2420 1920 1400 2138 612	130 91 110 83 104 21	63 - 132 130 108 39	1220 1830 1340 1010 1350 348	0,76
HF 5.Blekeri, klortrinn	5.7 12.8 9.9 7.10	2,34 2,21 2,32 2,26 2,28 0,06			6,4 8,6 6,45 5,05 6,6 1,5	6,6 8,9 6,75 5,3 6,9 1,5	2860 3890 2750 2390 2973 644	120 32 25 13 48 49	25 - 72,5 31 43 26	130 189 106 96 130 42	6,8
HF 6.Blekeri, alkali-trinn	5.7 12.8 9.9 7.10	8,20 9,85 10,71 8,87 9,41 1,10	0,69 1,04 1,75 0,65 1,03 0,51	0,08 0,43 1,03 0,18 0,43 0,43			759 679 790 466 674 146	35 23 24 19 25 7	40 - 69 42 50 16	126 107 111 84 107 17	6,8
HF 7.Sedimenteringsanlegg	5.7 12.8 9.9 8.10	6,33 6,59 5,88 4,22 5,76 1,06	0,24 0,53 0,06 0 0,28 0,24	0 0 0 0 0 0	0,13 (0,03)	0,24 (0,06)	193 240 118 137 172 55	70 110 58 28 67 34	50 - 78 52 60 16	74 44 31 31 45 20	
HF 8.Kokeri-kondensat	5.7 12.8 9.9 8.10	1,37 1,48 1,50 1,18 1,45 0,07			210 126 172 217 181 42	213 177 244 320 239 61	26950 17400 20800 24200 22338 4142	37 4,5 18 17 19 13	162 - 22 34 73 78	6300 - 21100 2060 9820 10000	0,096
HF 9.Inndampn. kondensat	5.7 12.8 9.9 7.10	2,15 2,13 2,16 2,13 2,14 0,02			44 50 29 41 41 9	53 62 40 54 52 9	3850 3390 4420 4350 4003 481	17 6 23 54 25 21	15 - 48 108 57 47	1450 212 1980 2650 1573 1032	0,75
NW 10.Prosess-avløpsvann	5.7 12.8 9.9 4.10	4,53 4,34 4,13 4,34 4,34 0,16			1,0 1,4 2,3 1,1 1,45 0,6	1,9 3,2 3,8 2,45 3,0 1,0	396 668 887 502 613 214	370 350 370 380 368 13	363 - 372 447 394 46	1500 2300 2000 1060 1715 547	1,1

Tabell 4.2. Analyseresultater for total tørrstoff, total gløderest, magnesium og klorid i prosessavløpsvann fra Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard, august og oktober 1982.

Avløp	Dato 1982	Total tørrstoff mg/l	Total gløderest mg/l	Magnesium mg Mg/l	Klorid mg Cl/l
HF 2.Sileri, FI Middel	12.8	994	162	25	20
	7.10	722	140		
HF 3.Sileri,flotasjon Middel	12.8	644	386	2	5 (x)
	7.10	224	100		
HF 4.Blekeri,oksygen- trinn Middel	12.8	5040	2430	11	28
	7.10	2568	1484		
HF 5.Blekeri,klor- trinn Middel	12.8	1080	254	6	319 (x)
	7.10	1018	164		
HF 6.Blekeri,alkali- trinn Middel	12.8	724	528	0,9	9
	7.10	466	320		
HF 7.Sedimenteringsanl Middel	12.8	382	242	4,3	4,5
	8.10	216	134		
HF 8.Kokerikondensat Middel	12.8	3400	600	443	360
	7.10	10042	1412		
HF 9.Inndampings- kondensat Middel	12.8	370 (x)	142 (x)	137	124
	7.10	4208	1596		
NW 10.Prosessavløps- vann Middel	12.8	5010	442	-	-
	7.10	3194	374		
		4102	408		

(x) Usikre tall

Tabell 4.3. Gjennomsnittlig døgnutslipp av suspendert og løst materiale i de enkelte prosessavløp.

Avløp	Vannmengder			Susp.tørrst.		Farge, filt.		Løst org.karbon		Tot.tørrstoff		Tot.gløderest		Magnesium		Klorid	
	m ³ /min.	m ³ /time	m ³ /døgn	mg/l	kg/d	mgPt/l	kgPt/d	mgC/l	kg C/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d
HF 1. Renseri	1,5	90	2160	508	1097	885	1912	112	242	-	6178	151	1087	25	180	20	144
" 2. Sileri, F I	5,0	300	7200	40	288	283	2038	581	4183	858	6178	243	2624	2	22	5	54(x)
" 3. " ,Flot.	7,5	450	10800	225	2430	142	1534	91	983	434	4687(x)	1957	2161	11	12	28	31
" 4. Blekeri, O2	0,76	46	1104	108	119	1871	2066	1350	1490	3804	4200	209	2047	6	59	319	3123(x)
" 5. " ,C12	6,8	408	9792	43	421	260	2546	130	1273	1049	10272	424	4152	0,9	9	9	88
" 6. " ,E	6,8	408	9792	50	490	360	3525	107	1048	595	5826	188	7309	4,3	167	4,5	175
" 7. Sedimentanl.	27,0	1620	38880	60	2333	118	4588	45	1750	299	11625	1006	140	443	62	360	50
" 8. Kokerikond.	0,096	5,8	139	73	10	1712	238	9820	1365	6721	934	1006	140	443	62	360	50
" 9. Innd.kond.	0,75	45	1080	57	62	348	376	1573	1699	2289	2472	869	939	137	148	124	134
HF Sum	56,206	3372,8	80947	-	7250	-	18823	-	14033	-	46194	-	20459	-	559	-	3799
NW 10. Prosessavløp	1,1	66	1584	394	624	5669	8980	1715	2717	4102	6498	408	646	-	-	-	-
Totalt	57,306	3438,8	82531	-	7874	-	27803	-	16750	-	52692	-	21105	-	659	-	3799

(x) Usikre tall.

Tabell 4.4. Gjennomsnittlig døgnutslipp av syre og base i de enkelte prosessavløp.

Avløp	Vann mengde m ³ /døgn	pH	Syreutslipp kg ekv H ⁺ /døgn		Baseutslipp kg ekv OH ⁻ /d.		Netto syreuts. kg ekv H ⁺ /døgn		Syreutslipp % av totale	
			pH 5,3	pH 7,0	pH 5,3	pH 7,0	pH 5,3	pH 7,0	pH 5,3	pH 7,0
HF 1. Renseri (juli)	2160	4,9	0,05	0,23	0	0			3	4
" 2. Sileri, F I	7200	4,3	3,9	6,4	0	0				
" 3. Sileri, flotasjon	10800	8,2	0	0	8,9	6,5				
" 4. Blekeri, oksygentrinn	1104	9,65	0	0	6,2	2,2			46	40
" 5. Blekeri, klortrinn	9792	2,3	65	68	0	0				
" 6. Blekeri, alkalitrinn	9792	9,4	0	0	10	4,2				
" 7. Sedimenteringsanlegg	38880	5,8	0	-	9,7	0			18	20
" 8. Kokerikondensat	139	1,45	25	33	0	0			31	33
" 9. Inndampingskondensat	1080	2,1	44	56	0	0				
HF Sum	80947	-	138,0	163,6	34,8	12,9	103,2	150,7		
NW 10. Avløpsvann	1584	4,3	2,3	4,8	0	0	2,3	4,8	2	3
Totalt	82531	-	140,3	168,4	34,8	12,9	105,5	155,5	100	100

Tabell 4.5. Endring i vannkvaliteten (aritmetisk middel av observasjoner) ved passering av Hunsfos Fabrikker og Norsk Wallboard 1960-1981. (Grande et al., 1982).

periode	Antall obs.	pH			PERM			TURB			FARGE				
		Steinsfoss	Vigeland	Diff.	Steinsfoss	Vigeland	Diff.	Steinsfoss	Vigeland	Diff.	Steinsfoss	Vigeland	Diff.		
1960-61	5	6,00	5,44	-0,54	2,3	9,0	+6,7	299	-	-	-	12	20	+8	65
1972-73	2	5,40	5,36	-0,04	4,1	18,9	+14,8	360	-	-	-	33	64	+31	90
1974-75	6	5,58	5,19	-0,39	-	-	-	-	1,1 (4)	1,7 (4)	+0,6	-	-	-	-
1976-77	13	5,28	5,22	-0,06	2,0	7,9	+5,9	300	0,6 (1)	1,2 (11)	+0,6	21	45	+24	110
1978	8	5,27	4,95	-0,32	2,4	4,6	+2,2	90	0,6	2,2	+1,6	33	60	+27	80
1979	11	5,39	5,20	-0,19	2,3	4,5	+2,2	100	0,8	1,7	+0,9	22 (10)	35 (10)	+13	60
1980	11	5,41	5,08	-0,33	2,0	5,3	+3,3	160	0,6	2,4	+1,8	18	39	+21	120
1981	7	5,56	5,42	-0,14	2,0	4,6	+2,6	130	0,6	1,7	+1,1	17	35	+18	-

* I 1960-62 og 1974-75 utløp Venneslafjord, 1972-73 innløp Kilefjord.

Ar	Mg mg/l			Tot-P µg/l			Tot-N µg/l				
	Steinsfoss	Vigeland	Diff.	Steinsfoss	Vigeland	Diff.	Steinsfoss	Vigeland	Diff.		
60-61	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
72-73	0,21	1,21	+1,00	480	7,5	8,0	+0,5	7	190	-40	+20
74-75	0,26 (1)	0,92 (1)	+0,66	250	5,8	7,0	+1,2	20	200	-20	-10
74-75	-	-	-	-	6,4	9,2	+2,8	50	240	+20	+8
78	-	-	-	-	-	-	-	-	300	-20	-7
79	0,26	0,44	+0,18	70	4,2 (10)	8,4 (10)	+4,2	100	360	-30	-8
80	0,22	0,58	+0,36	160	7,0	10,7	+3,7	55	370	+10	+3
81	0,20	0,37	+0,17	180	5,1	7,7	+2,6	150	340	20	-6

Tabell 4.6. pH i blandinger av prosessavløpsvann, blandet i forhold til vannmengder i avløp

Avløpsvann	September prøver ml	Oktober-prøver ml	
		Pr.1	Pr.2
HF 2. Sileri, F I	5,0	5	5
" 3. Sileri,flotasjon	7,5	7,5	7,5
" 4. Blekeri,oksygentrinn	0,32 (x)	0,76	0,76
" 5. Blekeri,klortrinn	6,8	6,8	6,8
" 6. Blekeri,alkalitrinn	6,8	6,8	6,8
" 7. Sedimenteringsanlegg	27,0	27,0	27,0
" 8. Kokerikondensat	0,096	0,096	0,096
" 9. Inndampingskondensat	0,75	0,75	0,75
NW 10. Prosessavløpsvann	0	0	1,1
Blandprøvens pH	3,3	3,2	3,2

(x) Tall for vannmengde i utslipp, senere endret til 0,76 m³/min (oppgitt som gjennomsnitt for hele måleperioden).

Tabell 4.7. pH i blandprøver av prosessavløpsvann fortynnet med Otravann.

Fortynning		pH
Vol. blandpr.	Vol. Otravann	
1	0	3,2
1	10	4,1
1	50	4,7
1	100	4,85
1	200	4,9
0	1	4,97

Tabell 5.1. Analyseresultater for Otra ovenfor og nedenfor bedriftenes utslipp, juli - oktober 1982.

Parameter	Otra, ovenfor							Otra, nedenfor						
	5.juli	12.aug	9.sept	6.okt	Middel	S.avvik	5.juli	12.aug	9.sept	6.okt	Middel	S.avvik		
pH	5,07	5,42	4,62	4,97	5,02	0,33	5,24	5,03	4,78	4,89	4,99	0,20		
Konduktivitet	19	17	20	22	20	2	26	31	31	29	29	2		
Turbiditet	0,70	-	0,3	-	0,55	-	1,8	-	0,7	1,25	1,25	-		
Farge	15	26	9	34	21	11	51	62	15	40	42	20		
Løst organisk karbon	4,2	2,1	2,8	7,2	4,1	2,3	5,7	4,5	3,6	5,8	4,9	1,0		
Permanganattall	1,5	1,6	1,6	6,0	2,7	2,2	7,3	5,4	2,8	6,0	5,4	1,9		
Magnesium	0,2	0,2	0,2	0,3	0,23	0,06	0,6	0,7	0,7	0,4	0,6	0,1		
Klorid	1,6	1,4	1,5	2,2	1,7	0,4	2,5	2,5	2,1	2,9	2,5	0,3		

Tabell 5.2. pH resultater for Otra ovenfor og nedenfor bedriftene (overvåkingsresultater, NIVA).

Dato, 1982	Hunfos v/dam pH	Vigeland pH	Diff. pH
22.1	5,80	5,04	- 0,74
18.2	5,70	5,32	- 0,38
18.3	5,52	5,26	- 0,26
16.4	5,24	4,91	- 0,33
21.5	5,36	5,19	- 0,17
23.6	5,65	5,38	- 0,27
19.8	5,59	5,44	- 0,15
27.9	5,45	6,49	+ 1,04
24.10	5,13	5,02	- 0,11
Middelverdi	5,49	5,34	- 0,15
Std.avvik	0,22	0,5	